

**ЎЗБЕКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ**  
**ЖОҚАРЫ ҲАМ ОРТА АРНАЎЛЫ БИЛИМ МИНИСТРЛИГИ**  
**БЕРДАҚ АТЫНДАҒЫ ҚАРАҚАЛПАҚ МӘМЛЕКЕТЛИК**  
**УНИВЕРСИТЕТИ**

**УЛЫЎМА ФИЗИКА КАФЕДРАСЫ**

**«Физика тарийхы»**

**пәни бойынша билим бериў технологиялары (оқыў-  
методикалық комплекс)**

Физика факультетиниң 1-курс студентлери ушын арналған

1-семестр

Пәнниң оқыў программасы Ўзбекстан Республикасы Жоқары ҳәм орта арнаўлы, кәсип-өнер билими оқыў-методикалық бирлеспелери хызметин муўапықластырыўшы кеңести тәрәпинен тастыйықланған.

Пәнниң оқыў программасы Мырза Улуғбек атындағы Ўзбекстан Миллий университетинде ислеп шығылды.

**Дүзиўшилер:**

Назаров А. У. -“Улыўма физика, физика ўқитиш услуби ҳәм атмосфера физикасы” кафедрасының үлкен оқытыўшысы.

Сатторов Х. М. -“Улыўма физика, физика ўқитиш услуби ҳәм атмосфера физикасы” кафедрасы доценти.

**Сыншылар:**

Бедилов М. Р. -Ўзбекстан Миллий университети қасындағы АФИТИ лаборатория баслығы, профессор.

Қурбонов М. -“Улыўма физика, физика ўқитиш услуби ҳәм атмосфера физикасы” кафедрасының доценти.

Пәнниң оқыў программасы Мырза Улуғбек атындағы Ўзбекстан Миллий университети илимий-методикалық кеңесинде усыныс етилген.

Пәнниң сабақларға мөлшерленген оқыў программасы Қарақалпақ мәмлекетлик университетиниң илимий-методикалық кеңесиниң 2011-жыл 29-июнь күнги мәжлисинде қарап шығылды ҳәм мақулланды. Протоколдың қатар саны 6.

Пәнниң сабақларға мөлшерленген оқыў программасы улыўма физика кафедрасының илимий-методикалық семинарының 2011-жыл 23-июнь күнги мәжлисинде қарап шығылды ҳәм мақулланды. Протоколдың қатар саны 10.

**Дүзиўшилер:** улыўма физика кафедрасының баслығы, физика-математика илимлериниң кандидаты, профессор Б. Абдикамалов, үлкен оқытыўшы Ж. Акимова.

## **Кирисиў**

Физика тарийхы физика пәниның пайда болыўы хәм қәлиплесиўи процесси, оның усыллары хәм идеяларының раўажланыўының жоллары хәм оны әмелге асырыўшы илимпазлардың илимий жумысларын үйрениў менен шуғулланады. Соның менен бирге Өзбекстанда физикалық изертлеўлер, физика илиминиң қәлиплесиўи хәм раўажланыў тарийхы сыяқлы мәселелер қарап шығылады.

### **Пәниниң мақсети хәм ўазыйпалары**

Пәнди оқытыўдағы мақсет физика илиминиң қәлиплесиўи менен раўажланыўын үйрениў болып табылады. Пәнниң ўазыйпалары – пәнге тийислитарийхый анық мағлыўматларды табыў хәм айкынластырыў; тарийхый исенимли материалларды анализлеў; физикалық ызымлардың өз-ара байланысын табыў және физика пәниниң раўажланыўын басқарыўшы ызымларды анықлаўдан ибарат. Бул курс лекция хәм семинар сабақлары түринде әмелге асырылады.

### **Пән бойынша студентлердиң билимине, көнликпе хәм квалификациясына қойылатуғынталаплар**

Физика тарийхының улыўма физикалық билимлердиң ажыралмас бир бөлеги екенлиги, бул пәнниң ызымларының, қағыйдаларының ашылыўы, оларды ашыўдағы илимпазлардың тутқан орны, бул пәнниң раўажланыўының жәм ийет прогрессиндеги қандай орнының тутқанлығы хәм қандай методлар менен үйренилетуғынлығы, физиканың прогрессинде ОртаАзия, соның ишинде Өзбекстан алымларының тутқан орны ҳаққында билимге ийе болыўы керек.

Улыўма талап дәрежесиндеги тарийхый дереклер тийкарында физикалық ызымлардың бир-бирине байланыслығын ашып бериў, студентлерге оның бир бири менен байланысын көрсетип бериў, пәнниң раўажланыўында Орта Азиялық алымлардың тутқан орнын студентлерге жеткизиў хәм физика тарийхы пәниниң үзликсизлигин итибарға алып ҳәр бир дәўирдеги физика илиминиң раўажланыўында өз орнын қалдырғанлығын ашып бериў мүмкиншиликлерине хәм көнликпелерине ийе болыўы нәзерде тутылады.

### **Пәнниң оқыў режесиндеги басқа пәнлер менен өз-ара байланысы хәм методикалық жақтан избе-излиги**

Физика тарийхы пәни оқыў процессиниң I семестринде оқытылады. Пәнди үйрениў басқа пәнлер менен биринши гезекте тәбияттаныў пәниниң тарийхы менен, адамзат жәмийети прогресси пәни тарийхы менен өз-ара байланыслы. Усының менен бирге бул пәнди үйрениўде пәнлердиң философиялық мәселелери, Өзбекстан Милий энциклопедиясы, ҳәзирги заман физикасы хәм астрономиясы бағдарлары ҳаққындағы дереклер де үлкен орын ийелейди. Буннан басқа улыўма физика курсының барлық бөлимлеринен жетерли дәрежеде билимге ийе болыўы да талап етиледди.

### **Пәнниң ислеп шығарыўдағы тутқан орны**

Пәнди меңгериў улыўма физика курсының барлық бөлимлерин үйрениўге хәм студентдиң орта мектеп, кәсип-өнер колледжлари хәм академиялық лицейлериндеги педагогикалық хызметлериниң эффективли болыўына тийкар таярлайды.

## **Пәнди оқытыўдағы ҳәзирги заман информациялық хәм педагогикалық технологиялары**

Пән ҳәзирги заман педагогикалық технологияларының “Ақыл хұжими”, “Пикирлей аласаң ба?”, “Бумеранг”, “Диалог” сыяқлы усыллары арқалы және слайдлар, мултимедия, темалар бойынша анимациялық қозғалыслар, кинофильмлер хәм Internet мағлыўматларының пайдаланыў арқалы оқытылады.

### **Тийкарғы бөлим**

#### **Пәннің теориялық сабақлари мазмуны**

Физика тәлиматының, физика пәниниң хәм оның элементлериниң әйемги шығыс мәмлекетлери - Вавилонда, Месопотамия, Қытай, Хиндистан хәм Мысырда илим хәм цивилизацияның пайда болыўы хәм раўажланыўы.

Әйемги грекцивилизациясы хәм пәни. Аристотель хәм тәбийий философия (физика) ҳаққындағы биринши трактаттың дөретилиўи. Аристотельдиң статистика, кинематика хәм динамикасы.

Аристотелден кейинги эллинлер дәўириндеги физиканың раўажланыўы. Александрия илимий мектеп-музейи, белгили алымлар, механика, оптика хәм геометрия тараўында жазылған мийнетлер. Орта әсирлеги физика пәниниң шығыс мәмлекетлеринде қәлипlesiўи хәм раўажланыўы. Араб халифалығы хәм ислам мәденияты. Мусылман ояныў дәўириниң басланыўы.

Дилмашлар мектебиниң шөлкемлестирилиўи. Философия мектеплериниң қәлипlesiўи. Шығыс ислам мәданиятының хәм илиминиң дөретилиўиндеги ислам дининиң хәм сол дәўирдеги халықаралық араб илимий тилиның тутқан орны. Шығыстың илим академиялары хәм университетлери. Илимий орай хәм мектеплердиң пайда болыўы. Фалаки обсерваториялары менен китапханаларының шөлкемлестирилиўи. Хоразмшах Маъмун II тәрәпинен «Маъмун академиясы» ныңшөлкемлестирилиўи. Илимий жумыслардың жолға қойылыўы.

X-XIII әсирлерде илим хәм мәденияттың шығыста үлкен пәтлер менен раўажланыўы. Мусылман ренессансына үлкен үлес қосқан Хорасан хәм Мәўеренахр илимий орайлары хәм оларда ислеген белгили алымлар.

Улуғбектиң Самарқандағы илимий мектеби хәм Академиясы. Илимий обсерваториясы хәм ол жерде орынланған илимий изертлеўлер. Орта әсирлерде (VII-XVII әсирлер) мусылман шығысында физика-математика илимлериниң раўажланыўы. Математика пәниниң ҳар қыйлы бағдарларының тийкарын салыўшылар хәм оларды даўам еттириўшилер. Физикалық (тәбийий) пәнлери шиндеги илими ең раўажланған хәм көпшиликке белгили болған илим физика-математика илим. Үлкен әҳм ийетке ийе болған кестелердиң пайда болыўы.

Уллы илимпазлар – физика бойынша халық аралық Нобель сыйлығының лауреатлары.

Классикалық физиканың тийкарғы бағдарларының раўажланыўы. Механиканың XIX әсирдиң биринши ярымындағы раўажланыўы. Толқынлық оптиканың пайда болыўы хәм раўажланыўы. Электродинамиканың пайда болыўы хәм Максвелге шекем болған прогресси. Электромагнетизм. Физикалық майдан түсинигиниң пайда болыўы.

Хәзирги заманфизикасы. Салыстырмалық теориясы. Дүньялық эфир проблемасы хәм арнаўлы салыстырмалық теориясы. Атом хәм ядро физикасының пайда болыўы хәм раўажланыўы. Квант физикасы, толқынлар механикасы. Өзбекстандағы физикалық изертлеўлер, физика илиминиң қәлипlesiўи хәм раўажланыўы.

## **Семинар сабақларын шөлкемлестіріу бойынша көрсетпелер**

Төмендегі темалар бойынша семинар сабақларында реферат жазыу арқалы шөлкемлестіріу ұсыныс етіледі.

1. Әйемгі грек цивилизациясы хәм пәни. Аристотель хәм тәбийбий философия (физика) ҳаққындағы биринши трактаттың дүзилиуи. Аристотельдиң статистикасы, кинематикасы хәм динамикасы.

2. Шығыста халифалықтың биринши илимий орайы Бағдад Ал-Маъмун академиясы (Байт ул Хикма). Маданият хәм илимниң раўажланыуы – мәмлекетлик әҳми ийетке ийе болған жумыс сыпатында. Уллы аўдармашылар хәм белгилиалымлар. Математика хәм тәбийий пәнлердиң раўажланыуы.

3. Дилмашлар мектебиниң шөлкемлестірилиуи. Философиялық мектеплердиң қәлиплесиуи. Шығыс ислам маданиятының хәм пәниниң дөретилиуинде ислам дининиң хәм бирден бир халық аралық араб илимий тилиниң тутқан орны.

4. Шығыстың илимлер академиялары хәм университетлери. Илимий орай хәм мектепларның пайда болыулары. Обсерватория менен китапханалардың шөлкемлестірилиуи.

5. Хорезмшах Маъмун II тәрәпинен «Маъмун академиясы» ның шөлкемлестірилиуи хәм оның дүнья илиминиң прогрессиндеги тутқан орны. Хорезм Маъмун академиясының қайта тиклениуи хәм оның бүгинги хызмети.

6. Орта әсирлердеги (VII-XVII әсирлер) мусылман Шығысында физика-математика илимлериниң раўажланыуы.

7. Уллы ҳүрмет ийелери: Нобель сыйлығы. Физика бойынша Нобель сыйлығының лауреатлары.

8. Элементар бөлекшелер физикасы тарийхы.

9. Өзбекстан Миллий университети физиклериниң ҳәзирги заман физикасы прогрессинде тутқан орны.

### **Өз бетинше жумысларды шөлкемлестіріудиң формасы хәм мазмуны**

Өз бетинше жумысларды таярлауда пәнниң өзгешеликлерин итибарға алған халда студентлерге төмендегі формалардан пайдаланыу ұсыныс етіледі:

- Сабақлық хәм оқыу қолланбаларынан пайдаланған халда пән темаларын үйрениу;
- Тарқатпа материаллар бойынша лекциялар бөлимин өзлестіріу;
- Ұсыныс етилген арнаулы әдебиятлар хәм интернет мағлыұматлары тийкарында пәнниң бөлимлери ямаса темалары тийкарында ислеу;
- Проблемалы оқытыу ұсылынан пайдаланылатуғын оқыу сабақлары.

Өз бетинше жумыслар ушын төмендегі темаларды терең үйрениу ұсыныс етіледі:

Әйемгі грек илимий хәм философиялық мектеплари, грек цивилизациясының алтын дәуири. Материалистлик тәлиमत хәм атомистиканың пайда болыуы. Илим тарийхларының жүзеге келиуи. Шығыста илимий билимлерге болған зәрүрлик. Мусылман орта әсириндеги маданият, илим, илимий мектеплар хәм билимниң раўажланыуы. Шығысда маданият хәм илимниң раўажланыуы – мәмлекетлик әҳм ийетке ийе болған ис. Уллы дилмашлар хәм белгили алымлар. Математика хәм тәбийбий пәнлердиң раўажланыуы. Хорезмшах Маъмун II тәрәпинен «Маъмун академиясы» ның шөлкемлестірилиуи. Президент И. Каримовтың басламасы менен Маъмун академиясының қайта тиклениуи хәм оның ҳәзирги хызмети. Орта әсирлердеги (VII-XVII әсирлер) мусылман Шығысында физика-математика илимлериниң раўажланыуы. Физикалық (тәбийбий) пәнлер, астрология ең раўажланған хәм массалық болған физика-математикалық илимлер. Үлкен хәм ийетке ийе болған каталоглардың пайда болыуы. Орта әсирлердеги Европа илими. Уллы алымлар хәм олар дөреткен илимий шығармалар. Дүньяның гелиоорайлық системасы.

Классикалық физиканың тийкаргы бағдарларының раўажланыўы. Механиканың XIX әсирдин биринши ярымындағы раўажланыўы. Классикалық электродинамиканың пайда болыўы хәм Максвелге шекемги болған прогресси.

Өзбекстанда жүргизилген физикалық изертлеўлер, физика илиминин қәлиплесиўи хәм раўажланыўы. Элементар бөлекшелер физикасы.

### **Программаның информациялық-методикалық тәмийинлениўи**

Пәнди оқытыўда билимлендириўдин хәзирги замандағы усыллары (интерактив тәризли), педогогикалық хәм информациялық коммуникация технологиялары (электронлық-дидактикалық) қолланылады. Тийисли темалар бойынша пайдаланыў имканияты болған техникалық кураллар жәрдеминде демонстрация тәжирийбелери, пәнге тийисли болған нызамларды көрсетиўши оқыў фильмлери және интернет материалларынан пайдаланылады.

### **Пайдаланылатуғын тийкаргы сабақлықлар хәм оқыў қолланбаларының дизими**

#### **Тийкаргы сабақлықлар хәм оқыў қолланбалары**

1. П.С.Кудрявцев. Курс истории физики. Том I. От древности до Менделеева. Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР. Москва. 1956. 565 с.

2. П.С.Кудрявцев. Курс истории физики. Том II. От Менделеева до открытия квант (1870 -1900 гг). Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР. Москва. 1956. 488 с.

3. П.С.Кудрявцев. Курс истории физики. Том III. От открытия квант до создания квантовой механики (1900 – 1925). Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР. Москва. 1956. 565 с. 422 с.

4. П.С.Кудрявцев, И.Я.Конфедератов. История физики и техники. Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР. Москва. 1960.

5. Б.И.Спасский Б. И. История физики. Москва. «Высшая школа» Часть I. 1977. 320 с.

6. Б.И.Спасский Б. И. История физики. Москва. «Высшая школа» Часть II. 1977. 309 с.

7. Дорфман Я. Г. Всемирная история физики (С начала XIX до середины XX вв). Москва. Издательство “Наука”. 1970. 317 с.

8. Марио Льюши. История физики. Издательство «Мир». Москва. 1970. 463 с.

<http://ziyonet.uz/uzc/library> сайты материаллары.

<http://abdikamalov.narod.ru> сайты материаллары.

### **Қосымша әдебиятлар**

1. М.Лауэ. История физики. Государственное издательство технико-теоретической литературы. Москва. 1956. 230 с.

2. Назиров Э. Н., Хасанов Э. Г. Физический факультет. Т. ТошДУ. 1987.

3. Матвиевская Г. П., Розенфельд Б. А. Математики и астрономы мусульманского средневековья и их труды (VIII-XVII). М. Наука 1983. Т. I, II, III.

4. Григорьян А. Т. Рожанская М. М. Механика и астрономия на средневековом востоке. М. Наука 1980.

5. Рожанский И. Античная наука. Москва. Наука 1980.

6. Абу-Али-Ибн-Сино и естественные науки. Ташкент. Фан. 1981.

7. Научное наследство. Из истории физико-математических наук на средневеком востоке. Т. 6, 8.

8. Мамадазимов М. Улугбек ҳам оның расадхонаси Ташкент. 1994.

9. Назаров А. У. «Физика тарийхи» курсидан лекциялар матни. Т. ТошДУ-1999.

10. А.Тўраев, И. Каримов. Нобель мукофоти сохиблари. Ташкент. 2001.

11. Хоразм Маъмун академияси ҳам оның дунё илм-пәни тараққиётидаги ўрни. Лекциялар матни. Ташкент 2011.

12. Фалга Я., Новы Л., История естествознания в датах. Москва. Прогресс, 1987.

13. Душутин Н. К., Космологические модели (учебное пособие) Иркутск 1990.

В.П. Гайденоко Г.А.Смирнов. Западноевропейская наука в средние века (общие принципы и учение о движении). Средневековая физика. [http://www.philosophy.ru/library/gaid/vgaid\\_physics.html](http://www.philosophy.ru/library/gaid/vgaid_physics.html), В.П. Гайденоко, Г.А.Смирнов Западноевропейская наука в средние века: Общие принципы и учение о движении. — М., Наука, 1989. — с. 214 – 345 (разд. 3 «Средневековая физика»).

История физики. [http://ru.wikipedia.org/wiki/История\\_физики](http://ru.wikipedia.org/wiki/История_физики).

History of physics. [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_physics](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_physics).

История физики. Материал из свободной русской энциклопедии «Традиция» [http://traditio.ru/wiki/История\\_физики](http://traditio.ru/wiki/История_физики).

[http://www.ihst.ru/aspirans/Fizika.htm#\\_Toc100457282](http://www.ihst.ru/aspirans/Fizika.htm#_Toc100457282).

Кары-Ниязов Т.Н. Астрономическая школа Улугбека. — М.: Изд. АН СССР, 1950.

Леонов Н.И. Улугбек – великий астроном XV века. — М.: Издательство технико-теоретической литературы, 1950.

Дорфман Я. Г. Всемирная история физики с древнейших времен до конца XVIII века.— М.: Наука, 1974; Всемирная история физики с начала XIX до середины XX в.— М.: Наука, 1979.

Розенбергер Ф. История физики.- М.; Л.; ОНТИ, 1934-1937.- Ч. 1. 1934; Ч. 2. 1937; Ч. 3. Вып. 1. 1935; Ч. 3. Вып. 2. 1936.

### **Физика тарийхи бойынша орыс тилинде жарық көрген әдебиятлар дизими**

*Белькинд АД, Конфедератов И.Я., Шнейберг Я.А.* История техники. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1956, 491 с.

*Даннеман Ф.* История естествознания. Естественные науки в их развитии и взаимодействии. М.-Л.: ОНТИ, 1932, т.1, пер. А.Г. Горнфельда, 432 с; т.2, пер. П.С. Юшкевича, 1935, 408 с; т.3, пер. П.С.Юшкевича, 1938, 357 с.

*Дорфман Я.Г.* Всемирная история физики с древнейших времен до конца XVIII века. М.: Наука, 1974, 352 с.

*Дорфман Я.Г.* Всемирная история физики с начала XIX до середины XX вв. М.: Наука, 1979, 317 с.

*Дягилев Ф.М.* Из истории физики и жизни ее творцов. М.: Просвещение, 1986, 255 с.

*Кудрявцев П.С.* История физики. 2-е изд. М.: Учпедгиз, 1956, т.1. От древности до Менделеева. 563 с; т.2. От Менделеева до открытия квант (1800-1900 гг.). 487 с; т.3, 1971, 423 с.

*Кудрявцев П.С.* Курс истории физики. 2-е изд. М.: Просвещение, 1982, 447 с.

*Кудрявцев П. С, Конфедератов И.Я.* История физики и техники. 2-е изд. М.: Просвещение, 1965, 571с.

*Лакур П., АппельЯ.* Историческая физика. Пер. с нем. Одесса: «Матезис», 1908, т.1, 436 с; т.2, 434 с. 2-е изд. Под ред. О.Д.Хвольсона, М.-Л.: ГИЗ, 1929, т.1, 470 с.

*Лауэ М.* История физики. Пер. с нем. Т.Н.Горнштейн. М.: ГИТТЛ, 1956, 230 с.

*Льюэлли М.* История физики. М.: Мир, 1970, 464 с.

Любимов Н.А. История физики. Опыт изучения логики открытий в их истории. СПб. 4.1, 1892, 264 с. 4.2, 1894, 206 с. Ч.3, 1896. 694 с.

Ольшики А История научной литературы на новых языках. Пер. с нем. А.Ф. Коган-Бернштейн и П.С. Юшкевича. М.-Л.: ПТИ, 1933-34. Т.1, 303 с, т.2, 1934, 211 с, т.3, 324 с.

Розенбергер Ф. История физики. Пер. с нем. под ред. И.Сеченова. СПб.: Риккер, ч.1, 1883, 178 с; ч.2, 1886, 422 с; ч.3(1), 1892, 326 с, ч.3(2), 1892. 2-е изд. Пер. под ред. В.С. Гохмана. М.-Л.: ОНТИ. 4.1. 1937, 127 с; 4.2. 1937, 312 с; 4.3(1). 1935, 302 с; 4.3(2). 1936, 448 с.

Спасский Б.И. История физики. Учебное пособие для вузов. М.: Изд. МГУ. 4.1. От древности до начала XIX века. 1956, 359 с. 4.2, 1964. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1977, 4.1, 320 с. 4.2, 212 с.

Спасский Б.И. Физика в ее развитии. М.: Просвещение, 1979, 208 с.

Таннери П. Исторический очерк развития естествознания в Европе (с 1300 по 1900 гг.). М.-Л.: ГТТИ, 1934, 310 с. Уэвелъ В. История индуктивных наук от древнейшего до настоящего времени. СПб., 1867, т.1, 589с; т.2, 813 с; т.3, 912 с.

Эйнштейн А., Инфельд А Эволюция физики. Развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и квант. Пер. С.Г. Суворова. М.-Л.: Гостехиздат, 1948, 267 с; 2-е изд. 1956, 279 с; 3-изд.: 1965, 327 с; 4-е изд. 1966, 267 с.

### **Физика илимининң раўажланыў дәўирлери (дәўирлердин бөлиниўи шәртли рәўиште алынған)**

Әйемги дәўирлердеги физиканың тарийхы (бизинң эрамыздан бурынғы 600 - 700 жыллар).

1. Физика таза натурал философия сыпатында (бизинң эрамыздан бурынғы 600 – 300 жыллар).

2. Математикалық физика дәўири (бизинң эрамыздан бурынғы 300-жылдан бизинң эрамыздың 150-жыллары).

3. Әйемги физиканың тамам болыў дәўирлери (бизинң эрамыздың 150 - 700 жыллары).

Орта әсирлердеги физика тарийхы (бизинң эрамыздың 700 - 1600 жыллары).

1. Араб физикасы дәўири (бизинң эрамыздың 700 - 1150 жыллары)

2. Орта әсирлер физикасының христианлық дәўири (бизинң эрамыздың 1150 – 1500 жыллары).

3. Орта әсирлер физикасының әўири (бизинң эрамыздың 1500 – 1600 жыллары).

Жаңа дәўир физикасының тарийхы (1600 – 1780 жыллар).

1. Жаңа физиканың пайда болыў дәўири (1600 - 1650 жыллар).

2. Эксперименталлық физика тийкарғы физиканың орнын ийелеў дәўири (1650 – 1690 жыллар).

3. Математикалық физиканың тийкарғы орын ийелеў дәўири (1690 - 1750 жыллар).

4. Сүйкелиўдин себебен пайда болатуғын электр дәўири (1750 - 1780 жыллар).

Буннан кейинги жүз жыл даўамындағы физика тарийхы (1780 - 1815 жыллар).

1. Салмақсызлық дәўири (1780 - 1815 жыллар).

2. Жыллылық теориясы (1780 - 1800 жыллар).

3. Ҳайўанлардағы электр (1790 - 1800 жыллар).

4. Механика (1790 - 1810 жыллар).

5. Жыллылық кеңейиўи, жыллылық өткізгішлік (1800 - 1815 жыллар).

6. Вольта батареясы (1800 - 1820 жыллар).

7. Хладни акустикасы (1800-жыллар).

8. Толқынлақ теория, жақтылықтың поляризациясы, реңлер ҳақындағы тәлимат (1800 - 1815 жыллар).

XIX әсирдеги физиканың раўажланыўының екінши дәўири (1815 - 1840 жыллар).

1. Күшлердің айланысы дәўири (1815 - 1840 жыллар).
2. Жақтылықтың толқынлық теориясы (1815 - 1830 жыллар).
3. Электромагнетизм (1815 - 1840 жыллар).
4. Жыллылық ҳаққындағы тәлима (1820 - 1840 жыллар).
5. Механика (1815 - 1840 жыллар).
6. Толқынлар ҳаққындағы тәлима ҳәм акустика (1820 - 1840 жыллар).
7. Фарадей. Электр бойынша изертлеўлер (1830 - 1850 жыллар).
8. Оптика (1830 - 1840 жыллар).

XIX әсирдеги физиканың үшінши раўажланыў дәўири (1840 - 1860 жыллар).

1. Күштің сақланыў нызамының табылыўы.
2. Күштің сақланыўы. Майер, Джоуль, Гельмгольц (1840 - 1850 жыллар).
3. Жыллылық теориясының түрлениўлері (1840 - 1860 жыллар).
4. Механика (1840 - 1860 жыллар).
5. Оптика (1840 - 1860 жыллар).
6. Электр теориясы (1840 - 1860 жыллар).

XIX әсирдеги физиканың үшінши раўажланыў дәўири (1860 - 1880 жыллар).

1. Кинетикалық физиканың пайда болыўы (1860 - 1880 жыллар).
2. Материя философиясы (1860 - 1880 жыллар).
3. Молекулалық механика (1860 - 1880 жыллар).
4. Жыллылық қозғалыслары механикасы (1860 - 1880 жыллар).

5. Спектраллық анализ, жақтылық эфирі менен молекулалар арасындағы тәсірлесіўлер (1860 - 1880 жыллар).

6. Сес сезімлері физикасы, сес қозғалыслары механикасы (1860 - 1880 жыллар).
7. Электр теориясы, электротехника (1860 - 1880 жыллар).

XIX әсирдің ақырындағы ҳәм XX әсирдеги физиканың раўажланыўы.

Микродүньяға экспериментлерде кирип барыў; классикалық физиканың кризиси; дүньяның электромагнитлик – майданлық картинасы. Рентген нурлары, радиоактивлик, электронның ашылыўы, П.Зееман эффекти. Классикалық физиканың кризиси: эфир самалы проблемасы, қара дененің спектріндегі энергияның бөлистирилиўи. Х.А.Лоренцтің электронлық теориясы ҳәм дүньяның электромагнитлик – майданлық картинасы.

М.Планктың квантлық нурланыў теориясы. А.Эйнштейннің жықтылық квантлары (1900-жыллар). Жақтылық ушын корпускулалық-толқынлық дуализмнің ашылыўы. Фотоэффектнің квантлық теориясы.

Арнаулы салыстырмалық теориясы (1900 – 1916 жыллар). А. Майкельсон - Э. Морли тәжірийбеси. Фитцджеральд – Лоренц қысқарыўы ҳәм Лоренц түрлендириўлері. Салыстырмалық теориясының экспериментте тастыйықланыўы.

Улыўмалық салыстырмалық теориясы (1910 – 1920 жыллар).

Н.Бордың водород атомы ушын дөреткен квант теориясы (1910 - 1920 жыллар).

Квант механикасы (1925 - 1930жыллар).

Квант электродинамикасы, электронның релятивистлик квант теориясы ҳәм майданның квант теориясы (1927— 1940 жыллар)

Атом ядросы менен элементар бөлекшелер физикасы. Космос нурлары ҳәм зарядланған бөлекшелердің тезлеткишлері. Нейтронның, протонның, позитронның ҳәм басқа да элементар бөлекшелердің ашылыўы (1930 - 1950 жыллар)

Ядро қуралы ҳәм ядро реакторлары. Термоядролық реакция.

Конденсацияланған хал физикасы ҳәм квант электроникасы. Аса өткізгішлік, аса аққышлық. Фазалық өтиўлер теориясы.

Мазерлер менен лазерлердің дөретилиўи. Квант генераторлары.

Жоқары энергиялар физикасы. Стандарт модельдің дөретилиўи жолындағы жұмыслар.



Майданның квант теориясы.

Релятивистлик астрофизика хәм космология. Астрономиядағы уллы ашылыулар. Пульсарлар, кара курдымлар, аса жаңа жулдызлар, қараңғы материя, қараңғы энергия.

**«Физика тарийхы» пәни бойынша  
САБАҚЛАРҒА МӨЛШЕРЛЕНГЕН ОҚЫҰ ПРОГРАММАСЫ**

|   | Темалар атлары   | Саатлар саны | Семинарлар | Өз бетинше |
|---|--|--------------|------------|------------|
| 1 | Кирисиу. Физика тарийхы пәни. Пәннің мақсети. Пәннің ұазыйпасы, методикалық көрсетпелер, бахалау критерийлери. Пәннің қәнигелер таярлаудағы тутқан орны. Пәнлер аралық байланысы. Пәннің мазмуны.  | 2            |            | 2          |
| 2 | Физика тарийхының улыұмалық мәселелери. Физика тәлиматы, физика пәни хәм олардың элементлери, әйемги шығыс мәмлекетлеринде (Қытай, Хиндистан, Месопотамия хәм Мысыр) илим менен цивилизацияның пайда болыуы хәм рауажланыуы.   | 2            | 4          | 4          |
| 3 | Әйемги грек цивилизациясы хәм илими. Аристотель хәм тәбийий (натурал) философия (физика) ҳаққындағы биринши китаптың жазылыуы. Аристотелдің статика, кинематика хәм динамикасы. Космокология.  | 2            | 4          | 4          |
| 4 | Аристотелден кейинги греклер дәуириндеги физиканың рауажланыуы. Александрия илимий мектеп-музейи, белгили алымлар, механика, оптика хәм геометрия тарауында жазылған мақалалар. Орта әсирледеги физика илиминің шығыс мәмлекетлериндеги қәлиплесиуи хәм рауажланыуы. Араб халифатлығы хәм ислам мәдениаты. Мусылманларда ояныу дәуиринің басланыуы.  | 2            | 2          | 4          |
| 5 | Дилмашлар мектебинің пайда болыуы. Философия мектеплеринің қәлиплесиуи. Шығыс ислам мәдениатының хәм илиминің дәретилиуинде ислам дининің хәм халық аралық араб тилиниң тутқан орны. Шығыстың илимлер академиялары хәм университетлери. Илимий орайлар менен мектеплердің пайда болыуы. Обсерваториялардың салыныуы менен китапханалардың шөлкемлестирилиуи. Хоразмшах Маъмун II тәрәпинен «Маъмун академиясы» ның шөлкемлестирилиуи. Илимий жұмыслардың жолға қойылыуы. | 2            | 2          | 6          |
| 6 | X-XIII әсирлердеги илим менен мәдениаттың шығыста үлкен пәтлер менен рауажланыуы. Мусылманлар Ренессансына үлкен үлес қосқан Хорасан хәм Мәуеренахр илимий орайлары хәм оларда ислеген белгили алымлар.  | 2            | 4          | 6          |
| 7 | Улуғбектиң Самарқандағы илимий мектеби хәм   | 2            | 4          | 6          |

|      |  |         |         |         |
|------|--|---------|---------|---------|
|      | Академиясы. Улугбек обсерваториясы ҳам ол жерде орынланған илимий изертлеулер. Орта әсирлердеги (VII-XVII әсирлер) мусылман елдериндеги физика-математика илимлериниң раўажланыўы. Математика пәни ҳәр түрли илимий бағдарлардың тийкарын салыўшы ҳәм даўам еттириўши сыпатында. Физика илими тәбийий пәнлер арасындағы ең раўажланған ҳәм массалық болған илим сыпатында. Үлкен әҳм ийетке ийе болған астрономиялық каталоглардың пайда болыўы. |         |         |         |
| 8    | Классикалық физиканың тийкаргы бағдарларының раўажланыўы. Механиканың XIX әсирдиң биринши ярымындағы раўажланыўы. Толқынлар оптикасының пайда болыўы ҳәм раўажланыўы. Электродинамиканың пайда болыўы ҳәм Максвелге шекемги болған раўажланыўы. Электромагнетизм. Физикалық майдан түсинигиниң пайда болыўы.   | 2       | 2       | 5       |
| 9    | Хәзирги заман физикасы. Салыстырмалық теориясы. Дүнъялық эфир проблемасы ҳәм арнаўлы салыстырмалық теориясы. Атом ҳәм ядро физикасының пайда болыўы ҳәм раўажланыўы. Квант физикасы, толқынлар механикасы. Өзбекстандағы физик изертлеўшилер, физика бойынша билимлендириўдиң қәлиплесиўи ҳәм раўажланыўы.   | 2       | 2       | 5       |
| ЖӘМИ |  | 18 саат | 24 саат | 42 саат |

### Семинар сабақларының темаларының дизими

I семинар. Әйемги грек цивилизациясы ҳәм илими .

II семинар. Аристотелден кейинги эллинлер дәўириндеги физика илиминиң раўажланыўы.

III Семинар. Рим-Византия дәўири.

IV семинар. Шығыстың Илимлер Академиялары ҳәм университетлери.

V семинар. Хорезмшах Мамун II дәўириндеги илим менен мәдениеттиң раўажланыўы.

VI семинар. X-XII әсирлердеги илим менен мәдениеттиң шығыс мәмлекетлеринде раўажланыўы.

VII семинар. Улығбектиң Самаркандтағы илимий мектеби ҳәм илимий Академиясы.

VIII семинар. Орта әсирлердеги Мусылман шығысындағы физика-математика илимлериниң раўажланыўы.

IX семинар. Жыллылық қубылыслары физикасына, сақланыў нызамлары ҳәм электромагнетизмге, илимниң басқа да тараўларына байланыслы болған көз-қараслардың XVIII-XIX әсирлердеги раўажланыўы.

X семинар. Классикалық физиканың тийкаргы бағдарларының қәлиплесиўи ҳәм раўажланыўы. Жыллылық қубылыслары ҳаққындағы көз-қараслардың раўажланыўы.

XI семинар. Классикалық физиканың тийкаргы бағдарларының қәлиплесиўи ҳәм раўажланыўы. Электродинамиканың пайда болыўы.

XII семинар. Хәзирги заман физикасының қәлиплесиўи. Атом ҳәм ядро физикасының пайда болыўы ҳәм раўажланыўы. Квант физикасы, толқынлар механикасы.

ХIII семинар. Салыстырмалық теориясы. Дүньялық эфир проблемасы хэм арнаўлы салыстырмалық теориясы.

### **Студентлердиң өз бетинше исленетуғын жумыслар дизими**

Грек цивилизациясы хэм илими. Әйемги натурал философияның жүзеге келиўи. Әйемги грек илимий хэм философиялық мектеплери, грек цивилизациясының алтын дәўири. Материалистлик тәлиматтың хэм атомистиканың пайда болыўы. Грек тилиниң тутқан орны. Материя хэм қозғалыс, кеңислик хэм ўақыт. Илим тарийхының жүзеге келиўи. Шығыстағы илимий билимлерге болған зәрүрлик. Мусылман орта әсирлериндеги мәденият, илим, илимий мектеплер хэм билимлендириўдиң раўажланыўы. Шығыста халифалықтың биринши илимий орайы Бағдад Ал-Маъмун академиясы (Байт ул Хикма). Мәденият пенен илимниң раўажланыўы мәмлекетлик әҳм ийетке ийе болған ис. Уллы дилмашлар хэм белгили алымлар. Математика хэм тәбийй илимлердиң раўажланыўы. Хорезмшах Маъмун II тәрәпинен «Маъмун академиясы» ның шөлкемлестирилиўи. Илимий жумыслардың жолға салыныўы. Орта әсирлердеги (VII-XVII әсирлер) мусылман шығысындағы физика-математика илимлериниң раўажланыўы. Математика илиминиң ҳәр қыйлы бағдарларының тийкарларын салыўшылар хэм оларды даўам еттириўшилер. Физика (тәбийй) илими менен астрология ең жоқары раўажланған хэм көпшиликке мәлим болған физикалық-математикалық илим сыпатында. Үлкен әҳм ийетке ийе болған кат алоглардың пайда болыўы. Орта әсирлердеги Европа илими. Белгили алымлар хэм олар дөреткен илимий шығармалар. Әлемниң гелиоорайлық системасы.

Классикалық физиканың тийкарғы бағдарларының раўажланыўы. Механиканың XIX әсирдиң биринши ярымындағы раўажланыўы. Толқын оптиказының пайда болыўы хэм раўажланыўы. Электродинамиканың пайда болыўы хэм Максвелге шекемги болған раўажланыў барысы. Электромагнетизм. Физикалық майдан түсинигиниң пайда болыўы.

Хәзирги заман физикасы. Салыстырмалық теориясы. Квант механикасы. Астрофизика менен космология. Дүньялық эфир проблемасы хэм салыстырмалық теориясы. Атом хэм ядро физикасының пайда болыўы хэм раўажланыўы. Қатты денелер физикасының элементлери. Ярым өткизгишлер физикасы. Лазер физикасы. Атом реакторы физикасы.

Өзбекстандағы физикалық изертлеўлер, физика бойынша билимлендириўдиң қәлиплесиўи хэм раўажланыўы.

### **Пәнди оқытыўда жаңа педагогикалық хэм информациялық технологиялар**

Лекциялық сабақларда Интернет тармағынан алынған материаллар қолланыў, оқыў программалары мүмкиншиликлеринен пайдаланыў нәзерде тутылған.

Студентлердиң өз бетинше үйрениўин шөлкемлестириў мақсетинде Физика тарийхына тийисли материаллар алыў мүмкин болған сайтлар дизими бар.

### **Өз бетинше ислеўге берилген сабақлар түри хэм мазмуны**

Физика тарийхы пәниниң мазмунын аудиториялық сабақларды мәмлекетлик стандартта белгиленген саатлар көлеми шегарасында қамтыў мүмкин болмағанлықтан хэм қәнигелиги бойынша келешектеги мийнет искерлиги ўақтында керекли болған материаллар өз бетинше ислеў сабақлары мазмунын қурайды. Онда әйемги физика тарийхы бойынша ҳәр қыйлы кубылыслардың физикалық тийкарлары хэм хәзирги заман проблемаалары үйрениледі. сабақлар мәсләхәт түринде өткериледи.

### Студентлердин өз-бетинше таярланыуы ушын темалар

Әйемги физика илиминдеги данышпанлар Аристотель, Архимедлердин илимий мийнетлери хақында. Физика илиминин раўажланыуындашығыс мәмлекетлери илимпазларның мийнетлери. XIX әсирде механиканың хәм оптиканың раўажланыуы. Электродинамика. Эрстед идеялары, Фарадей хәм Ампер ызамлары. Термодинамиканың раўажланыуы. Майер, Джоуль. Салыстырмалылық теориясы Галилей, Лоренц, Эйнштейн. Квант физикасы. Н. Бор, Шредингер. Атом хәм ядро физикасының раўажланыуы. Хәзирги заманда Өзбекстан хәм Қарақалпақстан физик илимпазларының илимий мийнетлери.

### Рейтинг қадағалауы түрлери, олардың саны, жоқары балл хәм өзлестириўди баҳалау ысыллары

#### Рейтинг баҳалау түрлери, саны, максимал балл

| Қадағалау түри        | Қадағалау ысылы  | Саны | Ұақты                        | Максимал балл |
|-----------------------|--|------|------------------------------|---------------|
| Аралық қадағалау      | Физик илимпазлар жаратқан фундаменталь хәм әмелий мазмундағы идеяларының тарийхын үйрениў. | 2    | Белгиленген кесте тийкарында | 20            |
|                       | Қадағалау түри бойынша   |      |                              | 40            |
| Шегаралық қадағалау   | Реферат жумысы хәм тест саўаллары  | 3    | Белгиленген кесте тийкарында | 30            |
|                       | Қадағалау түри бойынша   |      |                              | 40            |
| Жуўмақлаушы қадағалау | Жуўмақлаушы жазба жумысы   | 1    | Белгиленген кесте тийкарында | 30            |
| Жәми                  |  | 8    |                              | 100           |

### Студентлердин билим рейтингин баҳалау тийкарлары

| № | Қадағалау түрлери хәм оларға ажыратылған максимал балл                               | Ағымдағы қадағалау |    |  | Шегаралық қадағалау |  |  | Жуўмақлаушы қадағалау |
|---|--|--------------------|----|--|---------------------|--|--|-----------------------|
|   |  | 20                 |    |  | 30                  |  |  | 30                    |
| 1 | Сабақларға қатнасыу дәрежеси   | 2                  | 2  |  |                     |  |  |                       |
| 2 | Лекциядағы активлиги   |                    |    |  |                     |  |  |                       |
| 3 | Лекцияларды тийкарғы хәм қосымша әдебиятлар тийкарында қайта ислеп жетилистиргенлиги |                    |    |  |                     |  |  |                       |
| 4 | Әмелий сабақлардағы активлиги  | 8                  | 8  |  |                     |  |  |                       |
| 5 | Өз бетинше ислеуге берилген мәселелерди өз ўақтында ислегени ушын                    | 10                 | 10 |  |                     |  |  |                       |
| 6 | Шегаралық жазба жумысты орынлағаны ушын  |                    |    |  |                     |  |  |                       |
| 7 | Жуўмақлаушы жазба жумысты орынлағаны ушын  |                    |    |  |                     |  |  | 30                    |
|   | Жәми   | 20                 | 20 |  | 30                  |  |  | 30                    |

### Студентлердің билим рейтингін анықлау кестесі

| № | Қадағалау түрлері хәм оларға ажыратылған максимал балл | Ағымдағы қадағалау |    |  | Шегаралық қадағалау |  |  | Жуумақлаушы қадағалау |  |
|---|--|--------------------|----|--|---------------------|--|--|-----------------------|--|
|   |  | 20                 | 20 |  | 30                  |  |  | 30                    |  |
| 1 | Өткизилетуғын сәнелер.                                 |                    |    |  |                     |  |  |                       |  |

#### «Физика тарийхы» пәнінен жуумақлаушы қадағалау критерийлері

Жуумақлаушы қадағалау ушын 30 балл ажыратылған болып, хәр бир вариант хәм билетте 5 сорау бериледи. Хәр бир сорау максимал 6 балл менен баҳаланады. Ол төмендеги критерий менен есапланады:

| Балл | Билим дәрежесі  |
|------|---|
| 6    | Жуумақ хәм қарар қабыл ете алған, творчестволық пикирлей алған, еркин пикирлей алған, әмелде қоллай алыу, мазмұнын түсиниу, билиу, билиу айтып бериу, түсиникке ийе болыу, қәтесиз избе-изликте жазыу хәм айтылыуына ерисиу |
| 5    | Еркин пикирлей алыу, әмелде қоллай алыу, мазмұнын анық түсиниу, түсиникке ийе болыу, қәтесиз избе-изликте жазыу хәм айтып бериу   |
| 4    | Мазмұнын түсиниу, билиу хәм айтып бериу   |
| 1-3  | Жетерли тәрийплей алмау, шала түсиникке ийе болыу   |
| 0    | Билмеу, түсиникке ийе болмау  |

Жуумақлаушы қадағалау ушын баҳалау критериясы Улыұма физика кафедрасының 2010-жыл 6-октябрь күнги мәжилисінң 3 санлы протоколы менен тастыйықланды.

#### Сабақ өтиуге керек материаллар, үскенелер хәм жәрдемши хызметкерлер

Лекциялық сабақларда Интернет тармағынан алынған материаллар қолланыу, оқыу программалары мүмкиншиликлеринен пайдаланыу нәзерде тугылған.

Физик илимпазлар дәреткен фундаменталь хәм әмелий мазмұндағы идеяларының тарийхы менен танысыу, ыызамлылықларды ашқан уллы физик илимпазлардың илимге қосқан үлеси ҳаққында қысқаша мағлыұмат беретугын қолланбалар

#### Студентлердің өз бетинше жумысы ушын усынылатугын жумыслардың атлары хәм оларды орынлауға көрсетпелер

1. Лукреций «Атом ҳаққында»
2. Н. Коперник «Дүньяның гелиоорайлық системасы»
3. Р. Декарт «Радуга ҳаққында»
4. Э. Торричелли «Атмосфера басымы»
5. Б. Паскаль «Суйықлықлардың теңсалмақлығы»
6. О. Герике «Бослық бойынша тәжрийбе»
7. Р. Бойль «Газлардың қысылыа хәм кеңейиу ыызамы»

8. Ф. Гримальди «Жақтылықтың дифракциясы»
9. Р. Гук «Серпимлик нызамы хаққында»
10. О. Рёмер «Жақтылықтың тезлиги хаққында»
11. Д. Бернулли «Суйықлықлар ағысы»
12. Л. Эйлер «Механика тәриплемеси»
13. Б. Франклин «Статикалық электр тоғы»
14. П. Бугер «Фотометрия»
15. Дж. Блэк «Жыллылық қубылысының айырмашылығы»
16. Ж. Л. Лагранж «Аналитикалық механика»
17. Ш. Кулон «Электростатиканың фундаменталь нызамы»
18. Г. Кавендиш «Жердің тығызлығын анықлау»
19. В. Гершель «Инфрақызыл нурланыу»
20. А. Вольта «Электр тоғы»
21. Г. Юнг «Жақтылықтың интерференциясы»
22. О. Френель «Толқын оптикасы»
23. Г. Ом «Турақлы ток нызамы»
24. Э. Х. Ленц «Индукция токтың бағыты»
25. Р. Майер «Энергияның айланыу хәм сақланыуы»
26. Дж. Джоуль «Жыллылықтың механикалық эквиваленти»
27. Г. Гельмгольц «Энергияның сақланыу нызамы»
28. У. Томсон «Термодинамиканың екінші басламасы»
29. Л. Фуко «Хәрқыйлы орталықтағы жақтылықтың тезлиги»
30. И. Физо «Қозғалыушы денелердегі жақтылықтың таралыуы»
31. Р. Клаузиус «Энтропия»
32. Г. Кирхгоф «Жыллылықтан нурланыу нызамы»
33. Дж. К. Максвелл «Газлардың кинетикалық теориясы»
34. Н. А. Умов «Энергияның қозғалысы »
35. Л. Больцман «Термодинамиканың екінші басламасын статикалық тәрийплениу»
36. А. Майкельсон, Э. Морли «Эфир самалы»
37. Г. Герц. «Электромагниттік толқынлар»
38. А. Г. Столетов «Фотоэффект»
39. П. Н. Лебедев «Жақтылықтың басымы»
40. Дж. В Гиббс «Статикалық механика принциптери»
41. А. С. Попов «Радионы ойлап табыуы»
42. В. Рентген «Рентген нурының ашылыуы»
43. Дж. Дж. Томсон «Электронның заряды»
44. Шредингер Э. «Квант механикасы»
45. Резерфорд Э. «Атом модели»
46. XIX әсирдің екінші ярымында техниканың рауажланыу айырмашылықтары
47. Гальваникалық элементтің ашылыуы.
48. М. В. Ломоносовтың илимий мийнеттери

**«Физика тарийхы» пәни бойынша студенттердің билимин ағымдағы, шегаралық хәм жуўмақлаушы қадағалау ушын дүзилген сораулар дизиими**

1. Физиканың пайда болыуы. Әйемги физика.
2. Термодинамиканың рауажланыуында Майердің илимий мийнеттери.
3. Өзбекстанда жоқары энергия физикасының рауажланыуы.
4. Әлемнің пайда болыуы хаққында хәзирги заман илиминің жетискенликтери.
5. Ш. Кулон (Электростатиканың фундаменталлық) нызамы.
6. Эллада дәуири. Фалес, Анаксимен, Анаксимандр.

7. Термодинамиканың раўажланыўында Д. Джоулдин мийнетлери.
8. Өзбекстанда физикалың электрониканың пайда болыў ҳәм раўажланыў тарийхы.
9. Ҳәзирги заман көз қарасында, кеңейўши әлем модели.
10. Г. Юнг. Жақтылықтық интерференциясы.
11. Афина философиялық мектеби. Эмпедокл, Гиппократ Анаксагор.
12. Термодинамиканың раўажланыўында Г. Гельмгольцтың мийнетлери.
13. Өзбекстандағы оптикалық изертлеўлер тарийхы.
14. Ҳәзирги заман тўинигиндеги галактикалар дўилиси ҳәм эволюциясы.
15. Л. Фуко ( ҳәр қыйлы орталықтағы жақтылықтың тезлиги).
16. Герон, Птоломей (Оптика ҳәм Алмагест китаплары).
17. XIX әсирдеги автоматиканың жетискенликлери Дж. Томсон.
18. Әбиў Райхан Әль Беруний мийнетлери.
19. Өзбекстанда атмосфералық процесслер физикасының раўажланыўы.
20. Р. Гук (Серпимлилик ызамаы ҳаққында).
21. Мусылман ояныў дәўири (VI-XI әсирлер).
22. XIX әсирдеги автоматиканың жетискенликлери Авогадро.
23. Әбиў Әлий Ибн Синоның илим тарийхында тутқан орны.
24. Өзбекстанда ядро физикасының раўажланыўы.
25. А. Вольта (Электр тоғы).
26. Бағдад қаласындағы Әл Мъамум академиясы. Әль Хорезмий.
27. XIX әсирдеги автоматиканың жетискенликлери Дж. Максвелл.
28. Улығбектиң Самарқандтағы илимий мектеби ҳәм академиясы.
29. Қарақалпақстанда физика илиминиң раўажланыўы.
30. Э. Х. Ленц (Индукциялық тоқтың бағыты).
31. Әййемги данышпан Платонның философиялық көз қараслары.
32. Электродинамика, Эрстед идеялары.
33. Өзбекстанда гелиотхниканың пайда болыўы ҳәм раўажланыўы.
34. Ҳәзирги заман астрономиясы ҳәм космонавтикасы.
35. О. Гери́ке, (Бослық бойынша тәжрийбе).
36. Аристотель физика илиминиң атасы.
37. Электродинамика, Фарадей ызамалары.
38. Ҳәзирги заман илиминде, жулдызлар дўилиси ҳәм эволюциясы ҳаққында.
39. Өзбекстанда ярым өткизгишлер физикасының раўажланыў тарийхы.
40. Г. Кавендиш, (Жердиң тығызлығын анықлаў).
41. Евклид. Ма тематкалың билимлерди системаластырыў.
42. Электродинамика, Ампер ызамалары.
43. Ҳәзирги заман Қуяш системасы.
44. Өзбекстанда радиоактивациялық анализдиң раўажланыўы.
45. Н. Коперник (Дўяның гелиоорайлық системасы).
46. Архимед постулатлары ҳәм ызамалары.
47. XIX әсирдеги автоматиканың раўажланыўы Дж. Стоней.
48. Ҳәзирги заман илиминде, жердиң ҳәм эволюциясы.
49. Өзбекстанда төмен ҳәм орташа энергиялы ядро физикасы.
50. Б. Франклин (Статикалық электр тоғы).
51. А. С. Попов (Радионың ойлап табылыўы).
52. Ионийлер, Элеатлар ҳәм пифагоршылардың илимий көз-қарасларын салыстырың.
53. XIX әсирдиң биринши ярымында толқынлық оптиканың раўажланыўы.
54. Жыллылық физикасының раўажланыўы.
55. Космослық нурлар физикасының Өзбекстанда раўажланыўы.
56. Мария ҳәм Пьер Кюри (Радиоактивлик).
57. Улығбектиң Самарқандтағы обсерваториясы.
58. Физикалық приборлардың пайда болыўы.

59. А. Г. Столетов (Фотометрия).
60. XIX эсирдеги автоматиканың раўажланыўы Дж. Стоней.
61. Хәзирги заман илиминде, жердиң дүилиси хәм эволюциясы.
62. Өзбекстанда төмен хәм орташа энергиялы ядро физикасы.

### **«Физика тарийхы» пәни бойынша таяныш сөзлер дизиими**

**Миллет (Арабша «миллет»-Халық)**-инсанлардың бир тилде сөйлеўи, белгили бир аймақта жасаўы экономикалық турмыс кешириўи, улыўма мәденият хәм руўхыйлыққа ийе болыўы тийкарында тарийхый пайда болған турақлы бирлиги.

**Идеология** – белгили бир жәм ийетлик топар, жәм ийетлик қатлам, миллет, мәмлекет, халық хәм жәм ийет мүтәжликлери, мақсет тилеклери, мәпи, арзыў үмитлери хәм оларды әмелге асырыў принциплерин өзине жәмлейтуғын идеялар бирикпеси болып табылады.

**Миллий ғәрезсизлик идеологиясы**-Халықтың өзгелерге бағышлы болмай, еркин хәм азат жасаўы, өзини-өзи басқарыўға қаратылған, оның келешегин белгилейтуғын арзу үмитлери, қараслары, идеялар бирлиги, жәм ийет раўажланыўының ең әҳм ийетли тараўларынан бири, инсаният тарийхындағы ең ийгиликли хәм ең ә ийемги идеялардан бири.

**Мәденият** – арабша «Мәдина» сөзинен алынып қала деген мәнини билдиреди.

**Мәдений мийрас**-Өтмиш әўладлардан инсаниятқа қалған материаллық, руўхый мәденият байлықлары есапланады.

**Миллий қәдириятлар**-Мәдений мийрастың қәдири мәңги жоқ болмайтуғын болими миллий қәдирият деп аталады.

**Диний идеялар**-хәр бир диний тәлиймат хәм ағымның тийкарын, диний-ийман исенимнің негизин курайтутын идеяларға айтылады.

**Сиясий мәденият**-улыўма мәденияттың әҳм ийетли түри, жәм ийет ағзалары, миллет, социаллық топарлар хәм қатламлар хәм хәр бир пуқараның мәмлекеттиң сыртқы хәм ишки сиясатын түсине алыў қабилети, сиясий жағдайға қарап еркин түрде өзис ҳарекетлерин белгилеў хәм оларды әмелге асырыў мәдениаты.

### **«Физика тарийхы» пәни бойынша студентлердиң өз бетинше орынлайтуғын жумысларыны усынылатутын окыў материаллары**

Физика тарийхы пәниниң мазмунын аудиториялық сабақларды мәмлекетлик стандартта белгиленген саатлар көлеми шегарасында камтыў мүмкин болмағанлықтан хәм қәнигелиги бойынша келешектеги мийнет искерлиги ўақтында керекли болған материаллар өз бетинше ислеў сабақлары мазмунын курайды. Онда әйемги физика тарийхы бойынша хәр қыйлы кубылыслардың физикалық тийкарлары хәм хәзирги заман проблемаалары үйрениледи. Студентлердиң өз-бетинше таярланыўы ушын темалар берилген. Әйемги физика илиминдеги данышпанлар Аристотель, Архимедлердиң илимий мийнетлери ҳаққында. Физика илиминиң раўажланыўындашығыс мәмлекетлери илимпазларның мийнетлери. XIX эсирде механиканың хәм оптиканың раўажланыўы. Электродинмика. Эрстед идеялары, Фарадей хәм Ампер ыызамлары. Термодинамиканың раўажланыўы. Майер, Джоуль. Салыстырмалылық теориясы Галилей, Лоренц, Эйнштейн. Квант физикасы. Н. Бор, Шредингер. Атом хәм ядро физикасының раўажланыўы. Хәзирги заманда Өзбекстан хәм Қарақалпақстан физик илимпазларының илимий мийнетлери. сабақлар мәсләхәт түринде өткериледи.



## Кирисиў

Адамзат цивилизациясының ҳәзирги заман дәрежесине жетиўинде физика илиминин тутқан орны айрықша уллы. Илимнің ҳәзирги дәўирдегидей жоқары раўажланыўға қалай келгенлигин түсиниў ушын биринши гезекте физика илиминин пайда болыўы хәм қәлиплесиўи, оның изертлеў усыллары менен идеяларының раўажланыў жоллары, ески көз-қараслардың жаңа көз-қараслар тәрәпинен қысып шығарылыўы, оларды қәлиплестириўшилердің әҳмийети ҳаққында дурыс түсиниклерге ийе болыў керек. Сонлықтан да физика тарийхы дурыс түрде жаратылыўы лазым.

Физика тарийхы пәни пүткил илим тарийхының бир бөлими болып, усы илимнің қәлиплесиўин хәм раўажланыўын үйрениў менен шуғылланады. Физика тарийхының баслы ўазыйпасы оның раўажланыўын басқарыўшы ынамларды анықлаўдан ибарат. Физика тарийхының мазмуны мүмкиншилигине қарай физика илиминин раўажланыў басқышларына сәйкес дүзилиўи мақсетке муўапық келеди. Илимнің раўажланыў тарийхы адамзат жәм ийетинин раўажланыўы менен биргеликте қаралыўы лазым. Себеби ҳәрқандай илим инсанның хәм жәм ийеттин итиязларын қанаатландырыў ушын хызмет қылады. Тек усындай қатнас жасағанда ғана ҳәр қандай дәўирлердеги айқын алынған илимнің ямаса оның айрым бөлиминин раўажланыўының ямаса раўажланыўдан артта қалыўының себеплерин ашып бериў мүмкин. Экономикалық шараятлар, өндиристеге ислеп шығарыў усыллары жәм ийет ушын, соның ишинде илим ушын зәрүрли болған жағдайларды жаратып береді.

Хәзирги күнлерге шекем физика тарийхы бойынша көп сандағы сабақлықлар, оқыў қураллары жаратылды. Бирақ бул әдебиятлардың басым көпшилигинде адамзат тарийхы барысының ҳәр бир дәўирине сәйкес келиўши физика илиминин раўажланыўы тарийхы толық қамтылмаған. Бул кемшиликлер тийкарынан орта әсирлердеги (V-XV әсирлер) физика илиминин Шығыс халықлары арасында раўажланыўына тийисли болып, сол сабақлықлар менен оқыў қуралларының авторларының қар алып атырған мәселелерге бир тәрәплеме қараўының нәтийжеси болып табылады. Сонлықтан да физика тарийхын оқытыўда бул биртәрәптемелик толығы менен сапластырылыўы керек.

Орта әсирлерде әдебият ҳаққындағы илимлер тийкарынан Шығыс еллеринде раўажланды. Сол дәўирлердеги Мусулман алымлары математиканың алгебра хәм тригонометрия бөлимлерин дөретти, есаплаў усыллары менен геометриялық қурылмалар дүзиўде әдеўир алға илгериледи. Математика менен тиккелей байланысly болған тәбийий илимлерден астрономия, математикалық география, механика, оптика магнетизм, музыка теориясы, акустика хәм басқа да илим тараўлары бойынша үлкен әҳм ийетке ийе болған нәтийжелер алынды. Сонлықтан да орта әсирлердеги Шығыс илиминен Европадағы Ояныў дәўири илимине қарап көпир қурылды деп есаплаў мақсетке муўапық келеди.

Мусулман еллериндеги илимнің раўажланыўында Бағдадтағы ал-Маъмун-I, Хорезмдеги Маъмун-II хәм Самарқандтағы Улуғбек Академияларының тутқан орны тарийхий әҳм ийетке ийе.

X-XI әсирлердеги Шығыс еллериндеги илим менен мәденияттың жедел түрде раўажланыўы мусулман еллери Ренессансы (ояныўы) деп аталады. Бул дәўирлердеги илимдеги ашылыўлар пүткил жер жүзи мәдениятының раўажланыўында тарийхий әҳм ийетке ийе.

Ҳақыйқатында да, мусулман Шығысы, соның ишинде Орайлық Азия жер жүзи мәденияты менен илиминин раўажланыўында кең көлемде үлес қосты. Сонлықтан да Орайлық Азия жер жүзи мәденияты менен илиминин раўажланыўында кең көлемде үлес қосты. Сонлықтан да Орайлық Азия Европадағы ояныўға өзинин салмақлы тәсирын тийгизди.

Орта Шығыстағы XIV-XVI әсирлер дәўири Әмир темур, Улуғбек, Қазызада Румий, Әлеўетдин Қусшы, Жәмшид ал Қоший, Наўайы, Жәмий, Камал Хужандий, Бехзод, Мирхонд хәм Бабур сыяқлы көп сандағы уллы бабаларымыздың илим әдебият, мәденият

тараўларындағы өшпес мийнетлериниң нәтийжелери пүткил жер жүзи мәдениятына өзиниң тәсирин тийгизгенлиги себепли бул дәўирди Темурийлар ояныў дәўири деп аталмақта.

Ғәрезсизлик алған Өзбекстан Республикасы аймағында жасаўшы халықлардың уллы өтмишлерге ийе екенлигин аңлатады. Елимизде әйемги ўақытларда илим жоқары дәрежелерде раўажланған хәм бизиң аты өшпес илимпаз бабаларымыздың илимдеги қалдырып кеткен мийраслары илимниң ҳәзирги дәрежеге жетиўине өзиниң салмақлы үлесин қосқан бекем тырнақ болып есапланады.

Физика тарийхы өз бетинше бағдарламасын дүзиўде оның жоқары билим бериў бағдарламасының ажыралмас бөлими екенлиги хәм илимий, мәдений байлықларды. үйрениўге илимий-тарийхый көз-қарасларда турып, пүткиллей жаңаша қатнас жасаўдың лазымлығы есапқа алынды.

Физика тарийхы бойынша арнаўлы курс оқыў:

- студентлердиң физика тийкарлары бойынша алған билимлерин тереңлестириў хәм кеңейтиў; физика илиминиң раўажланыўының тийкарғы нызамларын, физика хәм физикалық тәлиमतты раўажландырыўда жәм ийетлик жағдайлардың әхмийетин студентлер тәрәпинен өз бетинше түсиниў;

- физика тараўындағы дөретиўшилиқ искерлигиниң өзгешеликлери менен тереңирек танысыў;

Физика тараўы илимпазларының өмири хәм хызмети менен тереңнен танысыў, усы тийкарда студентлердиң дүньяға көз-қарасын кеңейтиў ушын имканият жаратып береді.

I. Физика тарийхының улыўмалық мәселелери.

Физика тарийхы пәниниң предмети хәм ўазыйпалары. Физика илиминиң раўажланыўының нызамлықлары. Физика хәм өндирис. Физика хәм жәм ийет. Физика хәм философия. Физика хәм басқа да тәбийий пәнлер. Физиканың раўажланыўы-эволюциялық хәм революциялық процесс сыпатында. Физика бойынша илимий мектеплер хәм оқытыў. Академия. Физиканың раўажланыўында практика хәм теория. Илимпаздың жеке искерлигиниң нызамлары. Физика илиминиң раўажланыўындағы модель хәм уқсаслықлар усылы. Физика илиминиң раўажланыў дәўирлерине шолыў жасаў.

II. Физика пәниниң раўажланыўының ески дәўири.

1. Цивилизацияның раўажланыўында дийханшылықтың, әсиресе суўғарыў ислериниң тутқан орны. Қулшылық дәўириндеги илим. Жалынды пайда етиў хәм оннан пайдаланыў-адамзаттың ең уллы жеңислериниң бири сыпатында.

Шығыстың (Месопотамия, Бобил, Қытай, Хиндистан хәм басқа лар), арқа Африканың, Орайлық Азияның (Бақтрия, Қушан мәмлекети, Иран, Сүғдияна, Парфия, Қашқар хәм басқа лар) илим хәм мәденияттың бесиги болған мәмлекетлери. Әйемги Мысырда, Бобил, Карфаген хәм Фракияда жазыўдың пайда болыўы-илим хәм мәденияттың тийкары сыпатында.

I. Эллада дәўири (бизиң эрамыздан бурынғы VI-V әсирлер).

1. Әйемги Грециядағы бизиң эрамыздан бурынғы VI әсирден баслап материалистлик тәлиमतлардың дәслепки кәдемлери. Греклердиң материалистлик философиялық мектеплери: миллетли (Киши Азия) Фалес (шама менен бизиң эрамыздан бурынғы 625-547 жыллар) грек философиясының атасы сыпатында. Анаксимен (шама менен бизиң эрамыздан бурынғы 588-525 жыллар). дәслепки илимпазлар философлар-данышпанлар сыпатында. Греклер жәм ийетинде данышпанлық, оқытыўшыларға болған талаптардың пайда болыўы, белгили тәтипке ийе болған илимий изертлеўлер менен илимий мағлыўматлардың пайда болыўы. Грек тили ески мәденият хәм илимниң раўажланыўы менен қәлиплесиўинде айрықша әхм ийетке ийе болған илимий тил сыпатында.

2. Пифагордың (бизиң эрамыздан бурынғы VI әсирдиң 2-ярымы) философиялық мектеби. Сократ (шама менен бизиң эрамыздан бурынғы 469-399 жыллар). Филолайдың (бизиң эрамыздан бурынғы VI әсирдиң ақыры-V әсирдиң басы) санлы астрологиясы. Әлемниң геоорайлық дүзилиси. Самослы Аристрах-әлемниң гелиоорайлық дүзилисине

сәйкес келиуіші биринши модельдің авторы. Жердің шар тәрізділігі хәм оның қозғалысы. Бос хәм сууық эфир. Элеандлар философиясы.

3. Афина философиялық мектеби хәм грек илими рауажланыуының ақырғы басқышлары. Атомистиканың пайда болыуы. Космосты курайтуғын элементлер принципі. Эпедокл (бизің эрамыздан бурынғы 400-430 жыллар) затлардың хәр қыйлылығы-элементлер арасындағы тартысу хәм ийтерисиу күшлериниң нәтийжеси екенлігі. Гиппократ, Анаксагор (бизің эрамыздан бурынғы 500-428 жыллар) атомистиканың тийкарын салыяшылар. Левкип, Демокрит (бизің эрамыздан бурынғы 460-370 жыллар). Дүньяның дүзилісиниң принциптері. мәңгилик хәрекет. Теусилмейтуғын бослық, кеңіслик. Монистлик тәлима-материя менен қозғалыстың барлығының тийкары. Епикурдың (бизің эрамыздан бурынғы 342-270 жыллар) атомлық тәлиматы.

4. Платон (Афлотун, бизің эрамыздан бурынғы 427-347 жыллар)-Афина идеалистлик философия мектебиниң хәм Афлатун Академиясының тийкарын салыушы. Оратор искусствосы, логикалық пикир жүргизиу хәм математикалық дәлиллеудің буннан былай рауажланыуы. Афлотун Академиясы хәзирги заман университетлериниң биринши үлгиси. Әйемги греклердің дәслепки философиялық мектептериниң жұмысларының мәдений, илимий элементтері хәм физикалық илим изертлеулериниң рауажланыуы. Илимий тилдің пайда болыуы.

5. Книдли Евдокс (бизің эрамыздан бурынғы 408-395 жыллар) хәм геоорайлық дүзилис.

6. Аристотель (Арасту, бизің эрамыздан бурынғы 384-322 жыллар) әйемги дәуірдің уллы ойшысы. тәбийий илимлердің дәслепки энциклопедиясының дүзилюі. Илимий мектеп-лицейдің дүзилюі. Биринши “Физика” кітабы. Физика-тәбияттың улыұмалық теориясы сыпатында. Материя хәм қозғалыс, кеңіслик хәм ўақыт.

Натурфилософияның пайда болыуы. Дүньяның физикалық көринісі. Қозғалыс хәм практикадағы төрт себеп ҳаққында тәлима. Динамика, кинематика хәм статика. Билиу усыллары. Илим тарийхының пайда болыуы. “Математика”. Геофраст хәм “Физиклер пикирі”.

## **II. Аристотельден кейинги греклер дәуіріндеги физиканың рауажланыуы**

Грек мәдениатының Шығыс еллерине тарқалыуы. Илим-изертлеу орайының Афинадан Мысырдағы Александрия (Искендерия) қаласына көшиуі. Фалери Демитрий хәм Александрия музейі. Хәзирги заманға сәйкес келетуғын илимий-изертлеу орынларының пайда болыуы. Музей-мәдениат орайы, кітапханалар, оверсваториялар, илим-изертлеуші топарлардың пайда болыуы. Пүткіл жер жүзи бойынша илимий хәм басқа да мазмундағы мағлыұматлардың жыйналыуы. Кітап шығарыудың пайда болыуы. Эллиада дәуірі физикасының жуұмақлары. Александрия алымлары: Евклид, Эрастофен, Конон, Аристрах, Клавдий Птоломей, Гиппарх, Архимед, Анатолий Пергсий.

1. Евклид (бизің эрамыздан бурынғы 330-275 жыллар). Математикалық билимлерді системаластыруу. “Басланыу ” кітабы. Евклид кеңіслігі хәм классикалық физика. Евклид постулатлары хәм геометриясы ҳаққында түсиник. Евклид хәм геометриялық оптика.

2. Архимед (бизің эрамыздан бурынғы 287-212 жыллар). Статика, гидростатика, кинематика хәм физикалық математиканың рауажланыуы. көтеріу фермасы хәм басқа да механикалық дүзилислердің әмелий қолланылыуы. Хәр қыйлы әскерий машиналар менен механизмлердің жаратылыуы. Архимед-статика менен гидростатиканың тийкарын салыушы сыпатында. Салмақ орайлары, туұры сызыққа ямаса тегісликке салыстырғандағы күш моментлерин үйрениу. Архимед постулатлары менен ызамлары.

3. Ктезибий-механика менен пневматика бойынша Александрия мектебинің тийкарын салыушы. Суу саатлары. Қысылған хауа менен ислеуши ауыр қураллар. Суу сорығышларының дөретилиуі.

4. Филон хәм оның “Механика” мийнети. Пневматика рауажланыуы, хәр түрли механизмлер менен термоскоптардың пайда болыуы.

5. Герон. Статика менен пневматиканың буннан былай рауажланыуы. Пневматика бойынша жұмыстар. Илимди нәсиятлаушы кәсибинің қәлиплесиуі. Герон “Механика” сы-ески дәуір техникасының энциклопедиясы сыпатында. Геометриялық оптиканың “Катоптрик” хәм “Диоптр” кітаптарында рауажландырылыуы.

Клавдий Птоломей (II әсир), “Оптика”, “Алмагест” кітаптарының тутқан орны. Сыныу хәм шағылысуы ызымлары. Оптикалық алжасыулар. Жұлдызлар рефракциясы. Астрономиялық изертлеулер.

Рим-византия дәуірі. Грек илиминің кризиске ушырауы. Греон хәм Птоломейден соңғы физика илиминің кризиси. Тәбияттаныу тарауында илимий энциклопедиялық хәм тарихый мийнетлердің дөретилиуі.

### III. Орта әсирлер физикасы (VI-XV әсирлер)

1. Шығыс мәмлекетлерінде орта әсирлердің басларындағы (VI-VII әсирлер) илиминің рауажланыуы. Шығыстың рауажланған феодаллық мәмлекетлери болған Қытай, Хиндистан, Орайлық Азия, Ауғаньстан, Туркия, Араб мәмлекетлери хәм Иранның адамзат прогресси хәм илиминің кейинги рауажланыуындағы тутқан орны. Илимий хәм мәдений орайлардың Шығысқа көшиуі. Шығыста илимий бөлімлерге болған зәрүрліклердің себеплери менен социаллық-экономикалық шәртлери.

Астрономия, география хәм математиканың Қытай, Хиндистан, Мысыр, Иран хәм Орайлық Азияның басқа да мәмлекетлерінде рауажланыуы. Жергиликли мәдениеттің алдыңғы прогрессив илимлер, эллинлер мәдениеті хәм илимий дүньясы менен байланысы. Эллинлар дәуірі алымлары мийнетлеринің араб, сирия хәм парсы тиллерине аудармалары хәм оларға түсіндірмелердің пайда болыуы. Араб халифатлығы хәм ислам мәдениеті.

2. Мусылман оянуу дәуірі (IX-XV әсирлер). Мусылман орта әсирінде мәдениет, илим, илимий мектеплер менен билимлендириудің рауажланыуы.

Ислам дининің рауажланыуы менен оның мәдениетінің қәлиплесиуінде ислам дининің өзінің халық аралық бирден-бир араб илимий тилинің тутқан орны. Мусылман Шығысында орта әсирлер илиминің рауажланыуы. Араб философиясы хәм илимий атаматаныуды (терминологияны) ислеу шығаруы. Илимий мағлыұматлар алмасуы. Шығыстағы илиминің әмелий қосылуы. тәбийий билимлерде тәжірийбе усулларының пайда болыуы. тәжірийбе-тәбийий илимлердеги илимий ҳақықатлықты дәлиллеуши бирден-бир дурыс усул сыпатында.

Мусылман орта әсирлери илимпазларының математика, алгебра, тригонометрия, есаулау усуллары, тригонометриялық қурылыстар хәм математиканың басқа да бөлімлери, астрономия, механика, магнетизм, оптика хәм музыка теориясы сыяқлы илимлердің жаратылуы менен рауажланыудағы тутқан орны хәм әҳмийети. Философиялық мектептердің қәлиплесиуі. Медицина, алхимия, тарих, тилтаныу хәм басқа да илимлердің рауажланыуы. Аудармашылар мектеплеринің қәлиплесиуі.

Әйемги грек илими мийрасларының тийкаргы бөлімлеринің хәм әйемнен белгили хинд, сирия, иран мәдений хәм илим естеликлеринің араб тилине аударылуы. көп миллетлер илимпазларын өткен заманлардағы уллы илимий мийраслар менен таныстыруы. Илимде жаңа бағдарлар менен таныстыруы хәм жаңа бағдарлардың пайда болыуы. Тәлим менен ағартыушылықтың кейинги рауажланыуы хәм биринің бирине сәйкеслиги. Белгили дилмашлардың Шығыс илими менен мәдениетінің рауажланыуындағы тутқан орны. Илим тарихы энциклопедиясының дөретилиуі.

VI-VIII ғасырлардағы жер жүзі океан және теңізлердегі мұсылман-араб халқаралығы және кемелер қатынастары, география, астрономия және техниканың дамуына олардың тәсірі. Компастаның пайда болуы.

Оның дәуірінің баслануы (IV ғасыр). Бұл дәуірдің баслануындағы әл Хорезмий басшылығындағы Орта және Орайлық Азия ғалымдарының тұтқан орны. Илимий орайлардың және мектептердің пайда болуы, Академия және университеттердің ашылуы. Астрономиялық обсерваториялар менен кітапханалардың шөлкестірілуі, ғалым менен техниканың дамуы үшін материалдық база менен басқа да жағдайлардың жаратылуы. Куран, Мәуереннахр және Иранда пайда болған ири мәдениет және ғалым орайлар. халифалық пайтахты-Бағдаттың, Тахирийлар және Селжуклартикі-Марвтиң, Хорезмшахлартикі-Кәт пенен Гурганждың, Саманийлертикі-Бухараның, Темурийлертикі-Самарқандтың, Ғазнавийлертикі-Ғазнаның, басқа да қалалар болған-Исфахан, Дамаск, Балх, Тус, Нишопур, Рейдің ұлы адамзаттық мәдениет пенен ғалымның дамуында тұтқан орны.

#### IV. Шығыстың ғалымдар академиялары және университеттері

Бағдат қаласындағы әл Мамун Академиясы (Байт ұл Хикмат-данышпанлар үйі, VIII ғасыр)-Халифалықтың бірінші ғалым орайы. Материалдық және рухы байлықтар менен хәр қылы елдердің ғалымдарының, жазушыларының, дилмашларының және көшіріп жазушыларының жиналуы. Үлкен кітапхана менен астрономиялық обсерваторияның ашылуы. мәдениет пенен ғалымның дамуы-мәмлкеттік әхм иетке ие болған ис сыпатында. Ескі дәуір ғалымдарының мийнеттерін әпидәуі аударуыдан ғалым қайта ісәуеге және күнделікті турмыста пайдалануға өтіді. Усы дәуірге сәйкес жергілікті ғалым мийнеттердің жаратылуы. Данышпанлар үйі-энциклопед алым әл Хорезмий басшылығындағы тәбияттану тарауындағы ғалым-ізерттеу орайы.

Әл Хорезмийге шекемгі Академияда ісеген алымдар менен дилмашлар: мунажжимлер ибн әл Қифтий, Мұхаммед әл Фазорий, Якуб ибн Тарийх, дилмашлар Жоир ибн Хайхан, Әбиді Қасан, Соломон, Әбиді Закария, Яхья ибн Мосавайх.

Әл Хорезмий дәуірінде Академияда ісеген белгілі алым-дилмашлар әл Хожжаж әл Куфий, Хунийн ибн Исхак, Яхья ибн Батрик, Коста ибн Лука әл Баалбакий, Сәит ибн Курра.

Әл Хорезмий менен бірге Бағдат академиясына Орайлық Азиядан келген белгілі ойшыллар: Яхья ибн Әбиді Мансур, Синд ибн Әдий, Хабаш әл Хосиб, Мәрузий, және ид ибн Абдумалик, әл Морреррудий, Әбиді Абба әл Жәухәрий, Ахмед ибн Мұхаммед ибн Қасир әл Ферғаный, Әлий ибн Йса әл Астурлабий, әл Баттаний. шығыс астрономиялық обсерваторияларындағы ғалым-ізерттеу жұмыстарының шөлкестірілуі менен басшылары. Академия қасында ғалым қәнигелер менен оқытушыларды таярлау.

2. Хорезмшах Мамун II тәрәпинен “Мамун Академиясы” ның шөлкестірілуі. Әбиді Райхан әл Берунийдің ғалым тарийхында тұтқан орны. Академияда ісеген ғалымдар: Әбиді насыр ибн Ирак, Әбиді Қасан Хаммор, Әбиді Әлий ибн Сино, ибн Мисхо Вейх, Әбиді Сахл Мәсихий. Ғалым-ізерттеу және билимлендіріу.

Әбиді Райхан әл Беруний менен Әбиді Әлий ибн Синоның ғалым мийраслары және олардың жер жүзі ғалымның дамуындағы тұтқан орны.

3. Улуғбектің Самарқандтағы ғалым мектебі және Академиясы. Бухара, Самарқанд және Қижидіандағы билим мәдениет, жаңа медреселер-университеттердің ашылуы. Обсерваторияға тийкардың салынуы, ғалым кітапхананың шөлкестірілуі. Ұлы ойшыллар Қыяс әд Дин әл Коший, Қазы зада Руумий, Мәуинитдин әл Коший, Әлеуетдин Қусшы, Мәнсүр Коший, Мұхаммед Биржаный, Мәулен Азим, Салох әл Муұса, Әбриу Хафыз, Мәулен Нафас, Сиражатдин Самарқандий және басқалар. Ғалым мийрас.

## **V. Мусылман Орта әсирлеріндегі физика хәм математика илимлериниң раўажланыўы (VIII-XVII әсирлер)**

Математика илими. Арифметика, әл-жәбир, санлар теориясы, геометриялық қурыўлардың қалиплесиўи хәм раўажланыўы, тригонометрия, дифференциал хәм интеграл есаплаўдың қайта ислениўи хәм дәлилленеўи. Математика илиминиң хәр қыйлы тараўларының тийкарын салыўшылар хәм даўам етиўшилер: әл Хорезмий, әл Мәрўәзий, әл Укледисий. Абыл Ыапа әл Бузжоний, ибн Лаббон, ан Нассаўий, ат Тусий Ибн әл Банний, ибн Қурра, әл Коший, Әлий Қусшы, әл Қаражий, әл Беруний, ибн Сино, Омар Хаййям, Ибн Түрик, Әбиў Қаллал, Улығбек, ибн әл Хайсан, әл Фарабий, Ибн Ирак әл Жайан, әл Баттаний, ағалы-инили Бану Муўса хәм басқа лар.

## **VI. Тәбийий пәнлер**

1. Илми нужум (астрология)-орта әсирлерде жақын хәм орта Шығыс мәмлекетлериндегі ең күшли раўажланған хәм көпшиликке тән болған физика-математикалық пән сыпатында. Календерлардың жаратылыўы. “Қубла” ның географиялық координаталарын анықлаў. Үлкен әҳм ийетке ийе болған астрономияға байланыслы шығармалар (зиджлар) хәм олардың авторлары: “Әл Хорезмий зиджы”, Әбиў Машардың “Мыңлар зиджы”, әл Баттанийдың “Сабей зиджы”, әл Хазинниң “Тимпан зиджы”, Әбиў Ыафыйдың “Қамраў зиджы”, Ибн Юнустың “Әл Хәким үлкен зиджы”, Ибн Лаббаның “Кең Қамраўлы зиджы”, Аз Заркалиниң “Толедан зиджы”, Омар Хайямның “Мәликшах зиджы”, әл Хазинниң “Санжар зиджы”, ат Тусийдиң “Ил хәм зиджы”, Ибн аш Шатырдың “Жаңа зиджы” хәм “Хоқон зиджы”, Улығбектиң “Қурағаны зиджы”, Сәбийт ал Мараддин зиджы, ад Дехлевийдиң “Шахжәхән зиджы”, Жой Синхтың “Мухаммедшах зиджы” хәм басқа лар. “Алмагест” китабында баян етилген Птолемей тәлиматының хәм оның астрономиялық кестелериниң қайта ислениўи. Ибн Қурра, Абдул Ыафа, ат Тусий, әл Фарабий тәрәпинен жаратылған астрономиялық кестелер.

Орта әсирлер Шығысының ең уллы илимий-энциклопедиялық шығармасы болған әл Берунийдиң “Масъуд Каноны” ны-әмелий хәм теориялық астрономияның тийкары сыпатында.

Астролябия хәм сектант соғыў хәм олардан пайдаланыў бойынша ири ислер авторлары: әл Ферғаний, әл Беруний, ас Суўфый, әл Маррохиши, әл Ходжендий, аз З арқалий, ат Тусий, әл Коший хәм басқа лар.

### **2. Механика хәм пневматика.**

Герон “Механика” сының, Аристотель “Физика” сының, Византиялық Филион “Пневматика” сының аўдармалары, олар ушын жазылған түсиндирмелер, олардың физика илиминиң раўажланыўындағы тутқан орны.

Механика түсиниклериниң раўажланыўы, кеңислик хәм ўақыт түсиниги.

Статика, кинематика хәм гидростатиканың раўажланыўы. Суўдың бөлистирилиўи, кеме соғыў хәм жай қурылысы ушын салмақлы жүклерди хәм суяды жоқарыға көтериўши әпиўайы машина хәм механизмлердиң жаратылыўы.

Тәрәзи теориясы хәм тәрәзиде салмақ өлшеў ҳаққындағы билимлер-теориялық статика сыпатында. Салыстырма салмақты анықлаў. Аўырлық орайы түсиниги. Рычаг ызамлары. Гидростатиканың раўажланыўы. Динамика менен гидродинамиканың раўажланыўы. Кеңислик хәм ўақыт, материя хәм оның дүзилиси, қозғалыс хәм оның дереклери ҳаққындағы илимий түсиниклер. Қозғалыстың себеби хәм әҳмийети мәселелери. Вакуум хәм қозғалыс. Қозғалысты жеткерип бериў, еркин түсиў, горизонтқа мүйеш жасап ылақтырылған денениң қозғалысы, аўырлық күши ҳаққында түсиник. “Импетус”-денелерди қысыў тәлиматы, импульс (қозғалаыс муғдары) хәм кинетикалық энергия (тири күш) теорияларының қосындысы. Қозғалыстың динамикалық хәм кинетикалық сыпатламасы.

Математикалық дифференциал есаплауды қозғалысты үйрениуге қолланыу. Хәпзаматлық тезлик хәм ноқатлардығы тезлениу ҳаққында түсиник. “Хәрекетке келтириуши күш” көз-қарасының раўажланыуы.

Әл Балбакий, әл Асфазарий, әл Жазарий, ағалы-инили Бану Муўса, әл Беруний, Ибн Сино, Омар Хайям, ибн Қурра, әл Битружий, ибн Бажжий, Нухад аз Заман, әл Бағдадий, Яхья ибн әл Әдий, ибн Рушд (Аверроэс), әл Күүхий, ибн әл Хайсам хәм басқа лардың бул бағдардағы жумыслары.

3. Оптика-көриу әсбаплары ҳаққында илим.

Геометриялық оптиканың раўажланыуы. Нур хәм жақтылық дереги ҳаққында түсиник хәм оның басқа түсиниклерден айырмасы. Қатаң математикалық хәм эксперименталлық дәлиллеулер. Жақтылықтың тегис, сфералық, конус тәризли хәм басқа да дереклерден таралыуын үйрениу. Линзалар теориясының жаратылыуы. Камера-обскура теориясына кирисиу. Европадағы оптикалық изертлеулерде ибн әл Хайсамның “Оптика китабы” ның әҳмийети. Жақтылықтың дифракциясы хәм интерференциясы. Оптикалық әсбаплар. Көзәйнектің жаратылыуы.

Ибн әл Хайсам, әл Беруний, Ибн Сино, әл Фариси хәм басқа лар.

4. Акустика хәм музыка теориясы.

Музыка теориясы, музыкалық акустика, гармония, олардың математикалық теориясы хәм музыкалық әсбаплардың дүзилиси бойынша өзине сәйкес изертлеулер. Әл Фарабий, Ибн Сино, Омар Хайям хәм басқалар.

5. Геофизика, атмосфера физикасы, океанграфия, география.

География, математикалық география, теңиз ислери хәм теңизде жүзиу, жер хәм океан ҳаққында тәлимат. Суўдың көтерилиуи хәм қайтыуы ҳаққындағы, теңиз суўы, жамғыр хәм самаллар ҳаққындағы шығармалар. Әл Хорезмий, әл Беруний, Якут Абдул Фида, ибн Мажидал Махрий, Котиб Руўмий, әл ибод, әл Қинда, әл Баалбакий, әл Найрийиз, ибн Курра хәм басқа лар.

6. Физиканың басқа бөлимлери.

Жыллылық, магнит полюслары менен магнетизм ҳаққындағы тәлиматлар. Компас соғыу теориясы хәм техникасы.

Шақмақ шағыу хәм жасыл түсиудің себеплерин үйрениу. Алхимия, медицина хәм дәританыу (фармакогнозия). Вакуум, ақыл хәм илим мәселелери. Минералогия хәм биология тараулары бойынша жумыслар. Математика менен тәбияттаныудың философиялық мәселелери. Энциклопедия хәм илим тарийхы.

Ат Тусий, ибн Хамза, Байлек ал Кабаяки, ат Тарабусий, әл Фосий, Ибн Сино, әл Беруний, әл Хайсам, ибн Хайян, ат Тифаший, ибн Мансүр, әл Жахиз, Абыл Берекет әл Казўәний, ибн Туфайл, Әбиу Бәкир ар Разий, Исақ әл Исрайылий, Әлий ибн Аббас, Фахыр ад Дин ар Разий хәм басқа лар.

## **VII. Классикалық физиканың тийкаргы бағдарларының қәлиплесиуи хәм раўажланыуы**

### **Әлемнің механикалық көринисиниң раўажланыуы.**

Механиканың раўажланыуы. Галилей хәм инерция. Физиканың математика менен қосылыуында Галилейдің тутқан орны. Декарт тәрәпинен усынылған “Тәбияттың 3 нызамы”.

Механиканың раўажланыуындағы И. Ньютонның тутқан орны. тәжирийбе-илим-изертлеудің тийкары. “Натурфилософияның математикалық басламасы”. Динамика нызамларының И. Ньютон тәрәпинен усынылған түри. Илимпаз концепциясын өз ишине алатуғын 3 китап. Пүткил дүньялық тартылыс нызамы.

Декарт әлеми менен Ньютон әлеми. Әлемди логикалық жақтан сәулелендириў. тәжірийбелер жәрдемінде изертлеўлердиң нәтийжелери бойынша әлем ҳаққында көз-қарасты пайда етиў. Ньютоншылар хәм картезианшылар арасындағы дискуссия.

XVII-XVIII әсирлер атомистлери. Гассендидиң көз-қарасы бойынша атомлар. Молекула. Гюйгенс-XVII әсирдиң көзге көринген атомисти. Хорват алымы Бошковичтың атом ҳаққындағы пикирлери. М. М. Ломоносов-атомист алым.

Әлем пүтини менен курамалы хәм анық саат механизми сыпатында. Хәр қандай механизмниң киши бөлеклерден (деталлардан) қуралғанлығы ҳаққында. Барлық қубылысларды механика ызымлары тийкарында түсиндириўдиң мүмкинлиги ҳаққындағы көз-қарас. Әлемниң бир жақлама (метафизикалық) бирлиги. “Лапсап бойынша детерменизм”.

Әлемниң механикалық көринисиниң тийкаргы белгилери. XIX әсир ортасындағы әлемниң механикалық көриниси. Әлемниң механикалық көринисиниң төрт тийкаргы белгилери: 1) Ньютон механикасының ызымлары, 2) Микродүньяның макродүньяға уқсаслығы, 3) Раўажланыў жоқ-әлем хәм ме ўақытлары да бирдей ҳалда турады, 4) Лаплас детерменизми.

XIX әсирдеги физика. XVIII әсирдеги базы бир илимий ашылыўлар. Физиклер хәм философлар. XVIII әсирдеги философия менен тәбияттаныў илимлери арасындағы бөлеклениў. Пикирлеўдиң тәлимий усылы.

Электродинамика синтези. Эрстед идеялары. Ток өтип турған өткизгишлер арасындағы өз-ара тәсирлесиў ҳаққындағы Ампердиң пикирлери. Фарадей тәрәпинен электромагнитлик индукция қубылысының ашылыўы. Физикалық майдан түсинигиниң пайда болыўы.

Термодинамиканың раўажланыўы. Термодинамика хәм теплород ҳаққындағы тәлимат. Энергияның сақланыўы хәм бир түрден екінши түрге өтиўи ызымының Р. Мейер (1814-1878), Д. Джоуль (1818-1889), Гельмгольц (1821-1894) тәрәпинен ашылыўы.

Әлемниң электромагнитлик көриниси. Әлемниң “эфир” механикалық моделинен электромагнитлик моделине өтиў. Материяның затлық хәм майданлық көриниси. Фотон түсинигиниң пайда болыўы.

XIX әсирдеги автоматиканың жеңислери. Газдиң кинетикалық теориясы. Молекулалардың статистикалық ызымлар ға бойсынатуғынлығы. Д. И. Менделеев тәрәпинен химиялық элементлердиң Дәўирлик системасының дәретилиўи. Атомның Д. Стони, Дж. Томсон, Э. Резерфорд моделлери. Авагадро ызымының ашылыўы.

Физикадағы кризис. XIX әсирдиң ақырында XX әсирдиң басындағы әҳм ийетли ашылыўлар. Жаңа ашылыўларды ески принциплер, ызымлар тийкарында түсиндириўдиң мүмкин емеслиги.

### **VIII. Хәзирги заман физикасының қәлиплесиў хәм раўажланыў тарийхы**

Салыстырмалылық теориясы. Әлемлик эфир машқаласы. А. Физо, А. Майкельсон тәжірийбелери. Лоренцтиң “қозғалыстағы орталық электродинамикасы” теориясы.

Салыстырмалылықтың арнаўлы теориясы. Галилей түрлендириўлери. Лоренц түрлендириўлери. Эйнштейн формуласының пайда болыўы. Салыстырмалылықтың улыўма теориясына тийисли базы бир кемшиликлер.

Квант физикасы. Квант физикасы дегенимиз не? Квант физикасы бир қанша илимлердиң топламы сыпатында. Квант физикасының пайда болыўы. Дәслепки қәдемлер. Н. Бор тәрәпинен усынылған водород атомының теориясы. Материя толқынларынан итималлылық толқынларына өтиў зәрүрлиги. Шредингер теңлемесиниң пайда болыўы. Толқын функциясы.

Анықсызлық қатнасларының табылыўы.



Ҳазирги заман физикасының раўажланыўында илимий-техникалық революциялар. Қатты денелер физикасы элементлери. Транзисторлар физикасы. Лазер физикасы. Атом реакторлары физикасы.

Атом ҳам ядро физикасының раўажланыўы. XX әсир басларындағы атом ядросы ҳаққындағы көз-қараслар. Нейтронның ашылыўы. В. Боте, Г. Беккер, И. ҳам Ф. Жолио-Кюри тәрөпинен жүргизилген изертлеўлердиң ашылыўындағы әҳмийети. 1932-жыл ядро физикасындағы айрықша жыл-нейтронның ашылыўы, биринши ядролық реакция, позитронның ашылыўы ҳам басқа лар. Элементар бөлекшелер теориясының раўажланыўы. Фотон, гептон, адрон “семьялары”. Адронлардың кварклик теориясы. Затлардың дүзилисиниң үш басқышы.

### **IX. Өзбекстанда физикалық изертлеў жумысларының шөлкемлестирилиўи. Физика илиминиң өзбекстандағы қәлиплесиўи менен раўажланыўының тарийхы**

Өзбекстанда ҳазирги заман физикасы тараўындағы жүргизилген изертлеўлер.

1920-жылы Орта Азия мәмлекетлик университетиниң шөлкемлестирилиўи. Бул оқыў орны Өзбекстан ҳам Орта Азиядағы дәслепки тәлим ҳам илим орайы сыпатында. Орта Азия мәмлектлик университетиниң физика факультетиниң дүзилиўи физика илими бойынша Республикадағы дәслепки орай. Жер жүзлилик әҳм ийетке ийе болған жумыслар. басқа да оқыў орынларының пайда болыўы. Физика илими бойынша проблемалық лабораториялардың дүзилиўи. Өзбекстан Илимлер Академиясының шөлкемлестирилиўи. Жоқары оқыў орынларындағы физика илиминиң раўажланыўы ҳам тармақлары.

Қарақалпақ мәмлекетлик университетиниң дүзилиўи. Бул оқыў орнындағы физика илиминиң раўажланыў тарийхы.

Өзбекстан Республикасы Илимлер Академиясында физика бойынша илим изертлеў мәкемелериниң шөлкемлестирилиўи ҳам бул орынларда ерисилген әҳм ийетли нәтийжелер.

Өзбекстан Республикасы Илимлер Академиясы Қарақалпақстан Бөлиминиң шөлкемлестирилиўи ҳам бул жердеги физика илими бойынша жүргизилген изертлеў жумыслары.

Өзбекстанда ядро физикасының раўажланыў кәдемлери. Қуяш энергиясынан пайдаланыў, қатты денелер физикасы, материалтаныў, жыллылық физикасы тараўлары бойынша жүргизилип атырған жумыслар. Физикалық электрониканың раўажланыўы, оның нәтийжелери ҳам халық хожалығында пайдаланыў.

### **X. Өзбекстандағы физика илими бойынша илим-изертлеў орайлары**

Өзбекстан Республикасы Илимлер Академиясының ядро физикаси институтының дүзилиўи. Бул жердеги алып барылып атырған жумыслар. Электроника институтының шөлкемлестирилиўи. Өзбекстан Республикасы Илимлер Академиясының физика-техникалық, жыллылық физикасы институтларының дүзилиўи, бул орынларда алып барылып атырған изертлеў жумыслары. Өзбекстан Республикасы Илимлер Академиясының Астрономия институты. Ташкент мәмлекетлик университетинде алып барылып атырған физикалық илимий изертлеўлер бағдарлары.

Өзбекстанда физика бойынша билимлендириў ислериниң қәлиплесиўи ҳам раўажланыўы.

Өзбекстанда физика бойынша билим бериў орайлары. Ташкент мәмлекетлик университетиниң физика факультетиниң дүзилиўи. Физиканың ҳәр қыйлы тараўлары бойынша билим бериў. Самарқанд мәмлекетлик университети ҳам басқа да физика бойынша билим бериў ҳам изертлеўлер жүргизиў орайларының шөлкемлестирилиўи.

**«Физика тарийхы» пәни бойынша пайдаланылатугын тест материаллары**

1. Әйемги элеатлардың пикирине қарсы шығып, әлемнің дүзилісі хақындағы концепцияға төрт материаллық элемент кириткен. Бул, от, суў, хаўа хәм жер. Усы элементлердің авторы ким ?

- A) Гиппократ
- B) Анаксагор
- \*C) Эмпедокл
- D) Демокрит

2. Пифагоршылар тәрәпинен усынылған пиреорайлық системада жер, куяш, ай хәм планеталар орайлық от дөгерегинде айланады деп қабыл етилди. Бул системаның хақыкатқа жақын гелиоорайлық модели биринши болып ким тәрәпинен усынылда?

- A) Филолай
- B) Сократ
- \*C) Аристарх Самосский
- D) Аристотель

3. Хәзирги заман илим-изертлеў институтларының әйемги дүньядағы сәйкес атамасы қанда?

- A) Платон академиясы
- B) Аристотель лицейи
- \*C) Александрия музейи
- D) Гимназия

4. Физика илиминің атасы ким болған?

- A) Платон
- B) Сократ
- \*C) Аристотель
- D) Демокрит

5. Берунийдің анықлаўы бойынша экватордан эклиптиканың қыяланыў мүйеши 1020 жыл ушын нешеге тең болған?

- A)  $23^0-34^1-45^{11}$
- B)  $23^0-32^1-45^{11}$
- C)  $23^0-34^1-42^{11}$
- \*D)  $23^0-34^1-0$

6. Беруний тәрәпинен қайсы данышпанлардың шығармалары санскрит тилине аўдарылған?

- A) Алхазеннің «оптика» кітабы
- B) Аристотельдің «метафизика» хәм «механика проблемалары» мийнетлери
- \*C) Евклидтің «басламасы» хәм Птоломейдің «альмагест» мийнетлери
- D) Евклидтің «оптика» хәм «катоптрика» мийнетлери

7. Илим тарийхында биринши болып жерди қозғаған данышпанды атап көрсетің?

- A) Аристотель
- B) Коперник
- \*C) Аристарх Самосский
- D) Кеплер

8. Бизің эрамызға шекемги 180-125 жж. Европада биринши болып планеталардың «қозғалыс кестесін» (600 жылға) дүзген хәм биринши жаңа планетаны көрген қайсы данышпан?

- A) Коперник
- B) Аристотель
- \*C) Гиппарх
- D) Сократ

9. Илим тарихында биринши болып микроскоптың конструкциясын дүзип, бирак оны ислете алмаған илимпаз ким болады?

- A) Френсис Бэкон
- B) Беруний
- \*C) Роджер Бэкон
- D) Улғбек

10. Қайсы данышпан тәрәпинен көздің көріуі теориясы исленип шықты?

- A) Птоломей
- B) Беруний
- C) Улығбек
- \*D) Ибн аль Хайсам

11. Мәжбүрлениу, бул төрт заттың қосындысынан турады деп есаплаған қайсы илимпаз хәм олар қандай затлар?

- A) Беруний-ауырлық, күш, тезлик хәм ўақыт
- B) Архимед-ауырлық, урылыў, басыў хәм көтериў
- \*C) Леонардо да Винчи-ауырлық, күш, қозғалыс хәм урылыў
- D) Гук-ауырлық, тартылысыў, ийтерисиў хәм серпимлилик күшлери

12. Әйемгм грек данышпанлары Фалес, Анаксимандр хәм Анаксимен-барлық затлардың материаллық дәслепки тийкарын хәм оның усы тийкардан раўажланыўы хәкқындағы идеяны усынды. Булар суў, хаўа хәм қандайда шексиз, белгисиз баслама-апейрон еди. Суў қайсы данышпанның пикири?

- \*A) Фалес
- B) Анаксимандр
- C) Анаксимен
- D) Анаксимен хәм Анаксимандр

13. Әйемгм грек данышпанлары Фалес, Анаксимандр хәм Анаксимен-барлық затлардың материаллық дәслепки тийкарын хәм оның усы тийкардан раўажланыўы хәкқындағы идеяны усынды. Булар суў, хаўа хәм қандайда шексиз, белгисиз баслама-апейрон еди. Хаўа қайсы данышпанның пикири?

- A) Фалес
- B) Анаксимандр
- \*C) Анаксимен
- D) Анаксимен хәм Анаксимандр

14. Әйемгм грек данышпанлары Фалес, Анаксимандр хәм Анаксимен-барлық затлардың материаллық дәслепки тийкарын хәм оның усы тийкардан раўажланыўы хәкқындағы идеяны усынды. Булар суў, хаўа хәм қандайда шексиз, белгисиз баслама-апейрон еди. Апейрон қайсы данышпанның пикири?

- A) Фалес
- \*B) Анаксимандр
- C) Анаксимен
- D) Анаксимен хәм Анаксимандр

15. Суўдың тығызлығы ондағы қосымталардың муғдарынан хәм температурадан ғәрезли болатуғынлығын биринши болып қайсы данышпан анықлаған?

- A) Архимед
- B) Альхазен
- \*C) Беруний
- D) Леонардо да Винчи

16. Қайсы данышпан өзиниң ой-пикирлерин бириншилерден болып әскерий хызметлерге бағышлаған?

- A) Платон
- B) Пифагор
- \*C) Архимед

- D) Аристотель
17. Мырза Улыбектин басшылығында Самарқандтағы медресе нешинши жыллары курып питкерилди?
- \*A) 1417-1420 жыллар.  
B) 1420-1423 жыллар.  
C) 1418-1421жыллар.  
D) 1415-1418 жыллар.
18. М. В. Ломоносовтың 1738 жылғы биринши илимий шығармасы қандай аталған?
- A) Математикалық химияның элементлери  
B) Вольфманлық физика  
\*C) Катты денениң суйықлыққа айланыуы  
D) Корпускул бирикпесинен турыушы араласпасының айырмашылықлары хаққында
19. Жактылықтың поляризациялық қасийетке ийе болыуы хаққындағы идеяны биринши болып ким усынды хэм ким тәрeпинен бул дауам еттирилип оптикаға «жактылықтың поляризациясы» термини киритилди?
- A) Френель → Фраунгофер  
B) Юнг → Френель  
C) Ньютон → Юнг  
\*D) Малюс → Френель
20. Кулон өзиниң буралыу нызамы .... Ашқанда сабақ ретинде қандай материаллардан пайдаланған?
- A) металл хэм жипек  
B) жипек хэм шаш  
C) шаш хэм шийше  
\*D) шаш, жипек хэм металл
21. Швед астрономы Цельсий суудың қайнау ноқаты ретинде 25 дюим басымдағы сызықты 0 деп, ал муздың ериу температурасын 100 деп қабыл еткен. Бул астрономның хурметине температураның өлшем бирлиги [°C] қойылған. Хақыйқатында бул кимниң атына қойылыу керек еди?
- A) Рюмер  
B) Фарангейт  
C) Делиля  
\*D) Линней
22. Физика илими бойынша биринши Нобел сыйлығына миясар болған илимпаз ким?
- A) Беккерель  
B) Томсон  
C) Максвелл  
\*D) Рентген
23. Биринши болып электр зарядларының тәсир етиуи  $\frac{1}{r^n} \left( n = 2 \pm \frac{1}{50} \right)$  нызамына бағынатуғынлығын экспериментте көрсеткен қайсы илимпаз?
- \*A) Кавендиш  
B) Кулон  
C) Франклин  
D) Эпинус
24. Өзбекстанда физика-математика факультети қайсы жылы дүзилди?
- A) 1922 -жыл.  
\*B) 1920 -жыл.  
C) 1930 -жыл.  
D) 1918 -жыл.
25. Ташкент университетинде улыуа физика кафедрасының биринши басқарыушысы ким болған?

\*А) Н. Н. Златовратский

В) С. У. Умаров

С) Г. Н. Шуппе

Д) И. И. Исламов

26. Ташкент университетинде 1935 жылы дүзилген « теориялық физика» кафедрасының биринши басқарыўшысы ким болған?

А) Г. М. Авакянц

В) С. М. Умаров

С) Л. Г. Гурвич

\*Д) А. Е. Левашова

27. Ташкент университетинде 1976 жылы ашылған «физика тарийхы хэм усыллары» кафедрасынқайсы профессор басқарып киятыр?

А) Э. Г. Хасанов

В) Б. Д. Юлдашев

\*С) Э. Н. Назиров

Д) Н. Х. Сафиулмен

28. Бирлескен советлер елинде биринши жердиң жасалма жубайы қайсы жылы ушырылды?

А) 1960-жыл.

\*В) 1959-жыл.

С) 1958-жыл.

Д) 1957-жыл.

29. «Қалеген бир түрдеги жақтылық, оның сындырыў дәрежесине жуўап бериўши меншикли реңге ийе болады хэм бундай рең шағылысыў хэм сыныўда өзгериўи мүмкин емес». Бул анықлама қайсы илимпазға тийисли?

А) Юнг

\*В) Френель

С) Ньютон

Д) Гюйгенс

30. Биринши тоқыў машинасы қайсы елде хэм ким тәрәпинен ойлап табылды?

А) Англия, Джемс Уат

В) Франция, Дидро

\*С) Англия, Дж. Уайят

Д) Франция, Вольтер хэм Руссо

31. Кубтан-жер, пирамидадан-жалын (от), октаэдрдан-хаўа, икосаэдрдан-суў, додекаэдрдан-әлем сферасы пайда болған деген түсиниклер кириткен данышпан ким?

А) Эпикур

В) Лукреций

С) Демокрит

\*Д) Пифагор

32. Майердиң энергияның сақланыў хэм айланыў ызамлары оның қайсы илимий шығармасында 1874 жылы басылып шықты?

А) «Торричелли бослығы ҳаққында»

\*В) «Механика хэм жыллылық»

С) «Босатылған күш ҳаққында»

Д) «Жыллылықтың механикалық эквиваленти ҳаққында көрсетпелер»

33. Френель жақтылықтың толқынлық қасийетин илимге енгизиўде Ньютонның «жақтылықтың корпускулярлық теориясын» әшкаралаўдан баслайды, яғный екилемши сындырыў кубылысы Ньютонды тағы бир жаңа гипотезаны баян етпеўге мәжбүрледі. Бул жақтылық бөлешелериниң ... ийе болыўы еди. Көп ноқаттың орнына керекли сөзди қойың.

А) зарядқа

В) тербеліске

С) спектрге

\*D) полюске

34. Илим тарихында бірінші болып жерді қозғаған данышпанды атап көрсетің?

A) Аристотель

В) Коперник

\*C) Аристарх Самосский

D) Кеплер

35. Қайсы данышпан тәрепинен көздің көріу теориясы исленип шықты?

A) Птоломей

В) Беруний

С) Улығбек

\*D) Ибн аль Хайсам

36. Физо хәм Фуконың жақтылықтың тезлигин өлшеу үшін арналған дүзилислеріндеги айырмашылық неде? Дүзилис: жақтылық дереги, тисли колесо, айна хәм линзалардан турады.

A) Тисли колесоның айналасында

В) Линза хәм айнаның айналасында

\*C) Айнаның айналасында

D) Айнаның түсіуші жақтылыққа перпендикуляр жайласуында

37. «Хеш бир зат себепсиз пайда болмайды, бірақта хәм меси қандайда бир тийкар хәм ғәрезлилик себепли пайда болады». Бул тастыйықлаулар қайсы әйемги грек атомистлерине тийисли?

A) Эпикур

В) Лукреций

\*C) Демокрит

D) Пифагор

38. Кубтан-жер, пирамидадан-жалын (от), октаэдрдан-хауа, икосаэдрдан-суу, додекаэдрдан-әлем сферасы пайда болған деген түсиниклер кириткен данышпан ким?

A) Эпикур

В) Лукреций

С) Демокрит

\*D) Пифагор

39. Жылылық хәм құрғақлық-жалынды (отты), жылылық хә ығаллылық-хауаны, сууықлық хә ығаллылық-сууды, сууықлық хәм құрғақлық-жерди пайда етеди деп ким айтқан?

A) Платон

В) Эмпедокл

С) Пифагор

\*D) Аристотель

40. «Қандайда бир денениң ауырлық орайы сол денениң ишинде жайласушы қандайда бир ноқат болып табылады, егерде ойымызда сол ноқатқа ауыр дене илдирсек, онда ол тынышлықта қ алып дәслепки халын сақлайды». Бул формулировка ким тәрепинен жазылған?

A) Аристотель

\*B) Архимед

С) Евклид

D) Гераклид

41. Бірінші компас қайсы елде пайда болған?

A) Индия

\*B) Қытай

С) Греция

Д) Египет

42. Математикалық маятниктің тербеліс дәуірі жиптің ұзындығына туұры пропорционал деген ызыамлықты Галилей орнатқан еди. Галилейдің кемшилигин

толықтырып  $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  формуланы тапқан ким?

\*А) Гюйгенс

В) Коперник

С) Ньютон

Д)Декарт

43. XVIII әсирдің ақырында электрофорды тапқан илимпаз қайсы жуұапта дурыс көрсетилген?

А) Рихман

\*В) Вольт

С) Кулон

Д)Кавендиш

44. 1745 жылдан баслап әпиұайы электрометрди электрлик өлшеулер ушын қолланған илимпаз ким?

\*А) Рихман

В) Вольт

С) Кулон

Д)Кавендиш

45. Кеплердің 1619 жылы жәриялаған үшінши ызыамы, оның қайсы китабында басылып шыққан?

А) Вителлоға толықтырыу

В) Жаңа астрономия

С) Диоптрика

\*Д) Дунья гармониясы

46. «Планеталар эллипс бойынша қозғалады, оның бир фокусинде Куяш жайласады», Куяш хәм планеталарды тутастырыушы сызық теңдей уақыт аралығы ишинде, теңдей майданды сызады. Бул ызыам қайсы жылы жәрияланған?

А) 1608 жылы

\*В) 1609 жылы

С) 1610 жылы

Д) 1618 жылы

47. Майердің энергияның сақланыу хәм айланыу ызыамлары оның қайсы илимий шығармасында 1874 жылы басылып шықты?

А) «Торричелли бослығы хаққында»

\*В) «Механика хәм жыллылық»

С) «Босатылған күш хаққында»

Д)«Жыллылықтың механикалық эквиваленти хаққында көрсетпелер»

48. Биринши болып илимде трансформатордың моделин дүзген илимпаз ким?

А) Ампер

В) Эрстед

\*С) Фарадей

Д) Ом

49. Юнгтың «жақтылықтың толқынлық теориясы хаққындағы гипотезасы» деген жумысы оның қайсы мийнетинде келтирилген?

А) «Натурал философия бойынша лекция»

В) «Жақтылықтың келип шығыуы хаққында сөз»

\*С) «Рең хәм жақтылық теориясы»

D) «Британ энциклопедиясы»

50. Хәзирги заман электроскопының прототиби жәрдеминде денелердің тартыу уқыбына ийе болыуын орнатқан хәм янтарды шийшеге ысқылағанда олардың электрлениуін тәжирийбеде бақлаған илимпаз ким?

\*A) Гильберт

B) Дюфэ

C) Ньютон

D) Рихман

51. Физо хәм Фуконың жақтылықтың тезлигин өлшеу ушын арналған дүзилеслериндеги айырмашылық неде? Дүзилис: жақтылық дереги, тисли колесо, айна хәм линзалардан турады.

A) Тисли колесоның айналасында

B) Линза хәм айнаның айналасында

\*C) Айнаның айналасында

D) Айнаның түсиуши жақтылыққа перпендикуляр жайласыуында

52. Эйнштейннің ең биринши жумыслары физиканың қайсы бөлимлерине арналған?

A) Термодинамикаға

B) Молекулалық физикаға

\*C) Термодинамика хәм молекулалық физикаға

D) Атом хәм ядро физикасына

53. Декарт хәм Ломоносовтың жыллылық хаққындағы ойларын Майер дәл анықлықта төмендегише айтады: Пайда болыушы жыллылық, жоғалушы .... пропорционал. Көп ноқат орнына сәйкес келиуши сөзди табың.

A) жыллылыққа

\*B) қозғалысқа

C) жумысқа

D) қозғалыс хәм жумысқа

54. Биринши физикалық лаборатория Геттинген университетинде ким тәрпипен дүзилди?

A) Майер

\*B) Вебер

C) Томсон

D) Магнус

55. Тәбият илимлерин изертлеуде дедукция усылы 1637 жылы француз философы Рене Декарт тәрпипен киргизилди. Бул Декарттың қайсы кітабында жазылған?

A) Диоптрика

B) Метеорлар

C) Философия басламасы

\*D) Усыл хаққында талқылау

56. Френель жақтылықтың толқынлық қәсийетин илимге енгизиуде Ньютонның «жақтылықтың корпускулярлық теориясын» әшкаралаудан баслайды, яғный екилемши сындырыу қубылысы Ньютонды тағы бир жаңа гипотезаны баян етпеуге мәжбүрледі. Бул жақтылық бөлекшелеринің ... ийе болыуы еди. Көп ноқаттың орнына керекли сөзди қойың.

A) зарядка

B) тербеліске

C) спектрге

\*D) полюске

57. Әйемги элеатлардың пикирине қарсы шығып, әлемнің дүзиліси хаққындағы концепцияға төрт материаллық элемент кириткен. Бул, от, суу, хауа хәм жер. Усы элементлердің авторы ким ?

A) Гиппократ



- B) Анаксагор
- \*C) Эмпедокл
- D) Демокрит

58. Пифагоршылар тәрәпинен усынылған пироорайлық системада жер, қуяш, ай хәм планеталар орайлық от дөгерегинде айланады деп қабыл етилди. Бул системаның хақыйкатқа жақын гелиоорайлық модели биринши болып ким тәрәпинен усынылда?

- A) Филолай
- B) Сократ
- \*C) Аристарх Самосский
- D) Аристотель

59. Хәзирги заман илим-изертлеу институтларының әйемги дүньядағы сәйкес атамасы қанда?

- A) Платон академиясы
- B) Аристотель лицейи
- \*C) Александрия музейи
- D) Гимназия

60. Физика илиминің атасы ким болған?

- A) Платон
- B) Сократ
- \*C) Аристотель
- D) Демокрит

61. Берунийдің анықлауы бойынша экватордан эклиптиканың қыяланыу мүйеши 1020 жыл ушын нешеге тең болған?

- A)  $23^0-34^1-45^{11}$
- B)  $23^0-32^1-45^{11}$
- C)  $23^0-34^1-42^{11}$
- \*D)  $23^0-34^1-0$

62. Беруний тәрәпинен қайсы данышпанлардың шығармалары санскрит тилине аударылған?

- A) Алхазеннің «оптика» кітабы
- B) Аристотельдің «метафизика» хәм «механика проблемалары» мийнетлери
- \*C) Евклидтің «басламасы» хәм Птоломейдің «альмагест» мийнетлери
- D) Евклидтің «оптика» хәм «катоптрика» мийнетлери

63. Илим тарийхында биринши болып жерди қозғаған данышпанды атап көрсетің?

- A) Аристотель
- B) Коперник
- \*C) Аристарх Самосский
- D) Кеплер

64. Бизің эрамызға шекемги 180-125 жж. Европада биринши болып планеталардың «қозғалыс кестесін» (600 жылға) дүзген хәм биринши жаңа планетаны көрген қайсы данышпан?

- A) Коперник
- B) Аристотель
- \*C) Гиппарх
- D) Сократ

65. Илим тарийхында биринши болып микроскоптың конструкциясын дүзип, бірақ оны ислете алмаған илимпаз ким болады?

- A) Френсис Бэкон
- B) Беруний
- \*C) Роджер Бэкон
- D) Улығбек

66. Қайсы данышпан тәрәпинен көздің көріу теориясы исленип шықты?

- A) Птоломей
- B) Беруний
- C) Улығбек
- \*D) Ибн аль Хайсам

67. Мәжбүрлениў, бул төрт заттың қосындысынан турады деп есаплаған қайсы илимпаз хәм олар қандай затлар?

- A) Беруний-аўырлық, күш, тезлик хәм ўақыт
- B) Архимед-аўырлық, урылыў, басыў хәм көтериў
- \*C) Леонардо да Винчи-аўырлық, күш, қозғалыс хәм урылыў
- D) Гук-аўырлық, тартылысыў, ийтерисиў хәм серпимлилик күшлери

68. Әйемгм грек данышпанлары Фалес, Анаксимандр хәм Анаксимен-барлық затлардың материаллық дәслепки тийкарын хәм оның усы тийкардан раўажланыўы хәққындағы идеяны усынды. Булар суў, хаўа хәм қандайда шексиз, белгисиз баслама-апейрон еди. Суў қайсы данышпанның пикири?

- \*A) Фалес
- B) Анаксимандр
- C) Анаксимен
- D) Анаксимен хәм Анаксимандр

69. Әйемгм грек данышпанлары Фалес, Анаксимандр хәм Анаксимен-барлық затлардың материаллық дәслепки тийкарын хәм оның усы тийкардан раўажланыўы хәққындағы идеяны усынды. Булар суў, хаўа хәм қандайда шексиз, белгисиз баслама-апейрон еди. Хаўа қайсы данышпанның пикири?

- A) Фалес
- B) Анаксимандр
- \*C) Анаксимен
- D) Анаксимен хәм Анаксимандр

70. Әйемгм грек данышпанлары Фалес, Анаксимандр хәм Анаксимен-барлық затлардың материаллық дәслепки тийкарын хәм оның усы тийкардан раўажланыўы хәққындағы идеяны усынды. Булар суў, хаўа хәм қандайда шексиз, белгисиз баслама-апейрон еди. Апейрон қайсы данышпанның пикири?

- A) Фалес
- \*B) Анаксимандр
- C) Анаксимен
- D) Анаксимен хәм Анаксимандр

71. Суўдың тығызлығы ондағы қосымталардың муғдарынан хәм температурадан ғәрезли болатуғынлығын биринши болып қайсы данышпан анықлаған?

- A) Архимед
- B) Альхазен
- \*C) Беруний
- D) Леонардо да Винчи

72. Қайсы данышпан өзиниң ой-пикирлерин бириншилерден болып әскерий хызметлерге бағышлаған?

- A) Платон
- B) Пифагор
- \*C) Архимед
- D) Аристотель

73. Критикалық басым конденсатор зарядына пропорционал, бундай болмаса  $\frac{F_{mL}}{E} = const$ . Бул нызам қайсы илимпаздың аты менен физика илимине кирген?

- A) Фарадей
- B) Максвелл
- \*C) Столетов

D)Герц

74. Джоуль-Ленц нызамы бойынша гальваникалық ток пенен өткізгіштің қызыұы неге пропорционал?

A) өткізгіштің ұзынлығына

B) өткізгіштің тығызлығына

\*C) өткізгіштің қарсылығына

D)Джоуль хәм Ленц бул нызамды аспаған

75. 1872 жылы А. Столетов докторлық диссертациясын қандай тема бойынша жақлаған?

A) электростатиканың улыұма мәселеси хәм оның әпиұайы жағдайға келтирилиұи

\*B) жумсақ темирдің магнитлениұ функциясы хаққында изертлеұлери

C) т арқатылған газлардың актиноэлектрлик кубылыслары

D) А. Столетов докторлық диссертация ислемен

76. Илим тарийхында Майердің мийнетин баҳалап оның атына қайсы теңлеме қойылған?

A)  $E = \frac{mv^2}{2}$

B)  $C_v - C_p = R$

\*C)  $C_p - C_v = R$

D)  $E = mv^2$

77. 1906 жылы физика бойынша Дж. Томсонның қайсы изертлеұлери ушын Нобель сыйлығы берилди?

\*A) Электрдің газлар арқалы өтиұи

B) оң электрлик нурлар

C) электрленген денелердің қозғалысы нда пайда болыұшы электрлик эффектлер хаққында

D) электрленген денелердің қозғалысы нда пайда болыұшы магнитлик эффектлер хаққында

78. Дұньяның геоорайлық моделин (27 гомоорайлық сферадан) математикалық тәриппеп дәлиллеген илимпаз ким?

A) Платон

\*B) Евдокс

C) Демокрит

D)Филолай

79. Магнетизм идеясын усынып хәм сол тийкарында жердің өз көшер дөгерегинде айланыұын дәлиллеген илимпаз ким болады?

A) Галилей

\*B) Гильберт

C) Кеплер

D)Тихо Брагэ

80. Жердің шар формасында екенлиги, барлық заттың дәслеппи басламасы-суұ хәм әлем хаққында материалистлик көз қараста болған данышпан ким еди?

A) Анаксимандр

\*B) Фалес Милетский

C) Анаксимен

D) Цзы Хань

81. «Хәр бир мусылман жигит хәм мусылман қызлардың илимге кмтылыұы уазыйпасы». Бул қайсы илим дәрғайының есигине жазылған даналық сөзлер еди?

A) Самарқанд медрасеси

\*B) Бухара медресеси

- C) Қоқанд медресеси
- D) Ташкент медресеси

82. Немис ойлап табыушысы Отто төрт тактлы иштен жаныў двигателин қайсы жылы ойлап тапты?

- A) 1860
- B) 1867
- C) 1870
- \*D) 1878

83. Акустика бойынша биринши бақлаўлар бизиң эрамызға шекемги VI әсирге туўры келеди. Тардың узынлығы хәм сес бийиклиги арасындағы байланысты ким орнатқан?

- \*A) Пифагор
- B) Архимед
- C) Герон
- D) Аристотель

84. Қуяш хәм айға шекемги аралықты анықлаўға дәслепки урыныўлар ким тәрәпинен исленди?

- A) Фалес Милетский
- B) Герон
- \*C) Аристарх Самосский
- D) Аристотель

85. Математикалық маятниктиң тербелис дәўири жиптиң узынлығына туўры пропорционал деген нызамлықты Галилей орнатқан еди. Галилейдиң кемшилигин толықтырып  $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  формуланы тапқан ким?

- \*A) Гюйгенс
- B) Коперник
- C) Ньютон
- D) Декарт

86. XVIII әсирдиң ақырында электроскопы тапқан илимпаз қайсы жуўапта дурыс көрсетилген?

- A) Рихман
- \*B) Вольт
- C) Кулон
- D) Кавендиш

87. 1745 жылдан баслап әпиўайы электрометрди электрлик өлшеўлер ушын қолланған илимпаз ким?

- \*A) Рихман
- B) Вольт
- C) Кулон
- D) Кавендиш

88. Мәжбүрлениў, бул төрт заттың қосындысынан турады деп есаплаған қайсы илимпаз хәм олар қандай затлар?

- A) Беруний-аўырлық, күш, тезлик хәм ўақыт
- B) Архимед-аўырлық, урылыў, басыў хәм көтериў
- \*C) Леонардо да Винчи-аўырлық, күш, қозғалыс хәм урылыў

- D) Гук-аўырлық, тартылысыў, ийтерисиў хәм серпимлилик күшлери

89. Әйдемгм грек данышпанлары Фалес, Анаксимандр хәм Анаксимен-барлық затлардың материаллық дәслепки тийкарын хәм оның усы тийкардан раўажланыўы хәкқындағы идеяны усынды. Булар суў, хаўа хәм қандайда шексиз, белгисиз баслама-апейрон еди. Суў қайсы данышпанның пикири?

- \*A) Фалес

- В) Анаксимандр  
 С) Анаксимен  
 D) Анаксимен хәм Анаксимандр
90. Эйнштейннің ең биринши жумыслары физиканың қайсы бөлимлерине арналған?  
 A) Термодинамикаға  
 B) Молекулалық физикаға  
 C) Атом физикасына  
 \*D) Термодинамика хәм молекулалық физикаға
91. Декарт хәм Ломоносовтың жыллылық ҳаққындағы ойларын Майер дәл анықлықта төмендегише айтады: Пайда болыўшы жыллылық, жоғалўшы .... пропорционал. Көп ноқат орнына сәйкес келиўши сөзди табың.  
 A) жыллылыққа  
 \*B) қозғалысқа  
 C) жумысқа  
 D) қозғалыс хәм жумысқа
92. Биринши физикалық лаборатория Геттинген университетинде ким тәрәпинен дүзилди?  
 A) Майер  
 \*B) Вебер  
 C) Томсон  
 D) Магнус
93. Биринчи жердиң жасалма жубайы Бирлескен совет мамлекетинде қайсы жылы ушырылды?  
 A) 1960й.  
 \*B) 1959й.  
 C) 1958й.  
 D) 1957й
94. Куяш хәм планеталарды тутастырыўшы сызық теңдей ўақыт аралығы ишинде, теңдей майданды сызады. «Планеталар эллипс бойынша қозғалады, оның бир фокусинде Куяш жайласады», Бул ызам қайсы жылы жәрияланған?  
 A) 1608 жылы  
 \*B) 1609 жылы  
 C) 1610 жылы  
 D) 1618 жылы
95. Энергияның сақланыў хәм айланыў ызамлары Майердиң қайсы илимий шығармасында 1874 жылы басылып шықты?  
 A) «Торричелли бослығы ҳаққында»  
 \*B) «Механика хәм жыллылық»  
 C) «Босатылған күш ҳаққында»  
 D) «Жыллылықтың механикалық эквиваленти ҳаққында көрсетпелер»
96. А. Столетов докторлық диссертациясын 1872 жылы қандай тема бойынша жақлаған?  
 A) электростатиканың улыўма мәселеси хәм оның әпиўайы жағдайға келтирилиўи  
 \*B) жумсақ темирдиң магнитлениў функциясы ҳаққында изертлеўлери  
 C) т арқатылған газлардың актиноэлектрлик қубылыслары  
 D) А. Столетов докторлық диссертация ислеменген
97. 1637 жылы француз философы Рене Декарт тәрәпинен киргизилген тәбият илимлерин изертлеўде дедукция усылы Декарттың қайсы китабында жазылған?  
 A) Диоптрика  
 B) Метеорлар  
 C) Философия басламасы  
 \*D) Усыл ҳаққында талқылаў

98. Көздің көріу теориясы қайсы данышпан тәрәпинен исленип шықты?

- A) Птоломей
- B) Беруний
- C) Улығбек
- \*D) Ибн аль Хайсам

99. Физика бойынша Дж. Томсонның қайсы изертлеулері ушын 1906 жылы Нобель сыйлығы берилди?

- \*A) электрдің газлар арқалы өтиуі
- B) оң электрлік нурлар
- C) электрленген денелердің қозғалысы нда пайда болыушы электрлік эффектлер хаққында
- D) электрленген денелердің қозғалысы нда пайда болыушы магниттік эффектлер хаққында

100. Биринши болып илим тарийхында жерди қозғаған данышпанды атап көрсетің?

- A) Аристотель
- B) Коперник
- \*C) Аристарх Самосский
- D) Кеплер

### **«Физика тарийхы» пәни бойынша жуўмақлаушы қадағалау жұмысы ушын дүзилген вариантлар**

#### **1 – вариант**

1. Физикалық көз-қараслардың пайда болыуы. Әйемги дәуірлердеги физикалық билимлер хәм Әлемнің физикалық картинасы.
2. Термодинамиканың раўажланыуында энергияның сақланыуы ызамын ашыу бойынша Р. Майердің илимий мийнетлери.
3. Салыстармалық теориясының дәретилиуі. А. Эйнштейн хәм оның салыстырмалық принципи. Арнаулы хәм улыўмалық салыстырмалық теориялары.
4. Әлемнің пайда болыуы хаққында хәзирги заман илиминің жетискенликлери. Кеңейиуши Әлем түсиниги.
5. Ш. Кулон тәрәпинен ашылған электростатиканың фундаменталлық ызамының (Кулон ызамы) ашылыуы.

#### **2 – вариант**

1. Әйемги Грециядағы (Эллада дәуири) физикалық билимлер. Фалес, Анаксимен, Анаксимандр.
2. Термодинамиканың раўажланыуына Д.Джоулдің қосқан үлеси. Джоулдің аты менен аталатуғын физикалық бирлик. Джоуль-Ленц ызамы.
3. Квант механикасының пайда болыуы. Планк гипотезасы.
4. Хәзирги заман көз қарасларындағы кеңейиуши Әлем модели.
5. Жактылықтың толқынлық тәбияты хаққындағы көз-қараслардың қәлиплесиуі. Г. Юнг хәм О. Френель. Жактылықтың интерференциясы менен дифракциясы.

#### **3-вариант**

1. Афина философиялық мектеби. Эмпедокл, Гиппократ, Анаксагор.
2. Термодинамиканың раўажланыуындағы Г.Гельмгольцтың мийнетлери. Термодинамиканың биринши басламасы.
3. Ньютонның оптиканың раўажландырыудағы үлеси. Жактылықтың реңи хаққындағы Ньютонның тәлиматы. Жактылықтың корпускулалық теориясы.

4. Ҳазирги заман көз-қараслары бойынша галактикалар менен жұлдызлардың пайда болыуы, дүзилісі хәм эволюциясы.
5. Жақтылықтың тезлиги хәм оны анықлау бойынша исленген тәжірийбелер.

#### 4-Варинт

1. Кладвий Птолемей бойынша дүньяның қурылысы. Деферент пенен эпицикллар. Птолемейдің «Алмагест» кітабы. Птолемейдің тәбияттаныу илиминде тутқан орны.
2. Атом хәм ядро физикасының пайда болыуы.
3. Әбиұ Райхан Әл-Берунийдің мийнетлери хәққында не билесиз?.
4. Жақтылық квантлары хәққындағы түсиниклердің қәлиплесиуи хәм раўажланыуы.
- А. Эйнштейннің фотоэффект нызамы.
5. Қатты денелердің деформациясы. Серпимли хәм пластиклик деформациялар. Р. Гук хәм оның нызамы (Гук нызамы).

#### 5 – вариант

1. Мусылман ояныу дәуири (VI-XI әсирлер) хәм бул дәуирдеги тәбияттаныудың раўажланыуы.
2. Физиканың пайда болыуы (Әйемги дәуирлерден Ньютонға шекем).
3. Әбиұ Әлий Ибн Синоның илим тарийхында тутқан орны.
4. Атом ядросы хәққындағы көз-қараслардың қәлиплесиуи хәм раўажланыуы. Атомның планетарлық модели.
5. А. Вольта. Вольта элементи. Турақлы электр тоғы дереклеринің пайда болыуы.

#### 6 – вариант

1. Бағдад қаласындағы Әл Мамун академиясы хәм бул жерде Әль Хорезмий тәрәпинен дәретилген илимий мийнетлер. Алгебралық есаплаулар.
2. Электр хәм магнетизм хәққындағы физикалық көз-қараслардың раўажланыуы. Дж. Максвеллдің электромагнетизми.
3. Мырза Улығбектің Самарқандтағы академиясы, илимий мектеби хәм обсерваториясы. Қурағаний жұлдызлар кестеси (зиджи).
4. Әйемги дәуирлердеги механика. Рычаглардың хәм басқа да әпиұайы механизмлердің пайда болыуы.
5. Электромагнитлик индукция қубылысының ашылыуы. Индукциялық токтың бағытын анықлау бойынша Э. Х. Ленцтің ислеген жұмыслары (Ленц қәдеси ямаса қағыйдасы).

#### 7 – вариант

1. Әйемги философ Платонның дүньяға болған философиялық көз қараслары.
2. Электродинамиканың пайда болыуы хәм раўажланыуы, Эрстед идеялары.
3. Гелиотехника. Пайда болыуы хәм раўажланыуы. Өзбекстанда гелиотехниканы пайдаланыудың перспективалары.
4. Ҳазирги заман астрономиясы менен хәм космонавтикасының жетискенликлери.
5. Атмосфералық басымның бар екенлиги хәққындағы дәслепки көз-қараслар. Атмосфералық басымды өлшеу. Торичелли тәжірийбеси.

#### 8 – вариант

1. Аристотель физика илиминің атасы сыпатында. Оның «Физика» атлы философиялық трактаты.

2. Электродинамиканың қәлиплесіуі. М. Фарадейдің электромагниттик индукция нызамы.
3. Хәзирги заман илими көз-қараслары бойынша жулдызлардың пайда болыуы, дүзлиси хәм эволюциясы.
4. Атом физикасының пайда болыуы хәм қәлиплесіуі. Н. Бор теориясы.
5. Жердің шар тәризли екенлигин дәлиллейтуғын тәжирийбелер. Жердің өлшемлерин анықлау. Әл Беруний хәм оның Жердің радиусын анықлау бойынша ислеген жумысы.

## 9 – вариант

1. Евклид. Математкалық (геометриялық) билимлерди системаластырыу. Евклид аксиомалары.
2. Электр хәм магнетизм хаққындағы көз-қараслардың XIX әсирдеги рауажланыуы. Ампер нызамы.
3. Куяш системасының дүзлиси хаққындағы билимлердің рауажланыуы. Куяш системасының дүзлиси. Куяш әдеттеги жулдызлардың бири сыпатында.
4. Фотоэффект (фотоэлектрлик эффект) кубылысының ашылыуы хәм физикалық мәниси. Эйнштейннің фотоэффект кубылысын түсиндириу бойынша ислеген жумысы.
5. Н. Коперник бойынша дүньяның гелиоорайлық системасы.

## 10 – вариант

1. Архимед. Оның дәуири, жумыслары. Архимед нызамы хәм оның адамзат тарийхындағы тутқан әхмийети.
2. Космослық техниканың рауажланыуы. Космосқа ушыулар. Жердің жасалма жолдаслары хәм олардың халық хожалығындағы әхмийети.
3. Хәзирги заман илими көз-қараслары бойынша Жердің пайда болыуы, эволюциясы хәм хәзирги дәуірлердеги қурылысы.
4. Жыллылық двигателлеринің пайда болыуы. Дәслепки двигателлер (пуу двигателлері).
5. Б. Франклин хәм статикалық электр тоғы хаққындағы көз-қараслардың рауажланыуы.

## 11 – вариант

1. Галилейдің салыстымалық принципи. Галилейдің еркин түсіу тезлениуінің барлық затлар үшін бирдей екенлигин көрсететугын тәжирийбелери.
2. Физикалық лабораториялардың пайда болыуы хәм дүзлиси.
3. XX әсирдің 40-жылларына шекемги дәуірлерде физика илими бойынша Нобель сыйлығына миясар болған илимпазлар хаққында.
4. А. Эйнштейн хәм оның салыстырмалық теориялары (арнаулы хәм улыұмалық салыстырмалық теориялары).
5. Термодинамиканың басламалары. Теормодинамиканың биринши хәм екінши басламаларының ашылыуы хәм оған үлес қосықан физик-илимпазлар.

## 12 – вариант

1. Аристотельдің дүньяға көз-қараслары. Аристотель бойынша Әлемнің дүзлиси.
2. Затлардың атомлардан туратуғынлығы хаққындағы көз-қараслардың пайда болыуы хәм рауажланыуы. XVII-XVIII әсирлердеги атомист М. В. Ломоносов. Химия илиминдеги массаның сақланыу нызамы.



3. Кеңислик хәм ўақыт бойынша көз-қараслардың раўажланыўы. Исаак Ньютон (абсолют кеңислик хәм ўақыт) хәм Альберт Эйнштейн (ўақыт пенен кеңисликтин салыстырмалығы).

4. Әбиў Райхан әл Берунийдин затлардың тығызлығын анықлаў бойынша ислеген жумыслары хәм жазып қалдырған мийнетлери.

5. Жақтылықтың тәбияты ҳаққындағы көз-қараслардың қәлиплесиўи хәм раўажланыўы. Корпускулалық-толқынлық дуализм. Фотоэффект. Жақтылықтың интерференциясы менен дифракциясы.

### 13 – вариант

1. Архимедтин механика бойынша илимий жумыслары хәм оның қураллы күшлердин раўажланыўындағы тутқан орны.

2. XVII-XVIII әсирлердеги атомистика. Гюйгенс хәм оның физика илимине қосқан үлеси.

3. Галилео Галилейдин физика илимине қосқан үлеси. Инерция нызамы хәм салыстырмалық принципи.

4. Берунийдин 1020-1025 жыллары жазылған «Геодезия», «Ҳиндистан» шығармалары ҳаққында.

5. О. Френельдин толқын оптикасы бойынша ислеген жумыслары.

### 14 – вариант

1. И. Ньютонның 1687-жылы жарық көрген «Натурал философияның математикалық басламалары» мийнети. Оның физика илиминде тутқар орны.

2. Европадағы ояныў дәўири. Араб тилинен латын тилине илимий мийнетлердин аўдарылыўы.

3. Халық аралық Нобель сыйлығы ҳаққында. Усы сыйлықты алыўға миясар болған физиклер.

4. Улығбектин жулдызлар кестеси (Қурағаний зиджы) ҳаққында.

5. Резерфорд тәрепинен дөретилген атомның планетарлық модели. Атом, атомның ядросы хәм оның дөгерегинде айланып жүриўши электронлар ҳаққындағы көз-қараслардың пайда болыўы.

### 15 – вариант

1. Әйемги дәўирлердеги физика илими элементлериниң пайда болыўы.

2. Леонардо да Винчи хәм Рене Декарт. Ояныў дәўириндеги олардың Европадағы илимниң раўажланыўына қосқан үлеслери.

3. Элементар бөлекшелердин (электрон, протон, нейтрон хәм позитрон) ашылыўы.

4. Шығыста санлар системасының пайда болыў тарийхы (Ҳинд хәм араб цифралары ҳаққында).

5. Рентген нурлары менен катод нурларының ашылыўы.

### 16 -вариант

1. Кеңислик ҳаққындағы көз-қараслардың пайда болыўы хәм раўажланыўы. Евклид аксиомалары ҳаққында.

2. Орта әсирлердеги физикалық көз-қараслар (VII-XII әсирлер). Эксперименталлық физиканың дәслепки кәдемлери.

3. Мухаммед Әль Хорезмийдин математикалық мийнетлери ҳаққында.

4. Николай Коперниктің илимий революциясы хәм Джордано Бруноның илимде тутқан орны.
5. Жыллылық нурланыўы ҳаққындағы көз-қараслардың раўажланыўы.

## 17 – вариант

1. Бизің эрамызға шекемги II-I әсирлерде жасаған Геронның илимий мийнетлери ҳаққында.
2. И. Кеплердің физика хәм астрономия илимлерине қосқан үлеси. Кеплер ызамлары хәм бул ызамлардың пүткил дүньялық тартылыс ызамының ашылыўындағы тутқан орны.
3. XIX әсирдің биринши ярымында механиканың раўажланыўы.
4. Жыллылық ҳаққындағы физикалық көз-қараслардың қәлиплесиўи хәм раўажланыўы.
5. Радионың ойлап табылыўы. А. С. Попов хәм оның мийнетлери ҳаққында.

## 18 – вариант

1. Әйемги Греция. Әйемги Грецияның тәбияттаныў илимлериниң қәлиплесиўинде тутқан орны.
2. XIX әсирдің биринши ярымында толқынлық оптиканың раўажланыўы.
3. Пүткил дүньялық тартылыс ызамы. Дөретилиўи хәм физикалық тийкарлары. Бул ызамның ашылыўындағы астрономия илиминиң қатнасы.
4. А. Эйнштейн хәм эквивалентлик принципи. Эквивалентлик принципи улыўмалық салыстырмалық теориясының (Эйнштейнниң гравитация теорисының) тийкары сыпатында.
5. Мария хәм Пьер Кюридің физика илимине қосқан үлеслери. Радиоактивлик. Радий менен полоний элементлериниң ашылыўы.

## 19 – вариант

1. Физика тарийхы пәниниң ўазыйпалары. Физиканың өзиниң XVII әсирдің екнши ярымында илим сыпатында қәлиплесиўи.
2. Мусылман ояныў дәўири, (VII-XI) әсирлер. Бағдад қаласындағы «Данышпанлар ўи» ҳаққында.
3. Френель хәм Фраунгофердің оптика тараўындағы илимий мийнетлери. Жақтылықтың толқынлық тәбиятының тастыйықланыўы.
4. Н. Бордың постулатлары ҳаққында. Атомның планетарлық модели.
5. Дж. Томсон хәм электронның зарядының анықланыўы. Элементар заряд ҳаққындағы түсиниктиң пайда болыўы.

## 20 – вариант

1. Архимед хәм оның ызамы (Архимед ызамы) ҳаққында.
2. Улығбектиң Самарқандағы обсерваториясы хәм онда алынған илимий жаңалықлар. Улығбектиң жулдызлар кестеси.
3. Квант механикасының қәлиплесиўи. Э.Шредингер. Бөлекшелердің толқынлық қәсийети ҳаққындағы көз-қараслардың дурыслығының тастыйықланыўы.
4. Эксперименталлық физика менен физикалық әсбап-үскенелердің пайда болыўы хәм раўажланыўы.
5. Жақтылыққа байланыслы физикалық өлшеўлердің пайда болыўы. Фотометрия хәм А. Г. Столетовтың жақтылықтың басымын анықлаў бойынша тәжирийбелери.

## 21 – вариант

1. Бағдад қаласындағы Мамун академиясы. Әл Хорезмий.
2. XIX ғасырдағы физиканың жетіскендіктері. Дж. Максвелл.
3. Улығбектің Самарқандағы илимий мектебі және академиясы. Бұл академияда мейнет еткен белгілі ғалымдар.
4. Физиканың илим сипатындағы қалыптасуы, физиканың ең дәлелді даму бағыттары.
5. Электрліз заңының ашылуы. М. Фарадей және оның мейнеттері

## 22 – вариант

1. Классикалық механика физика илимінің негізгі сипатында. Классикалық механиканы дүреткен ғалымдар арасында нелерді білесіз?
2. Квант механикасының XX ғасырдың 20-жылларынан кейінгі дамуы.
3. Қазіргі заман илимі көз-қарастары бойынша Қуаштың және Жердің дамуы және эволюциясы.
4. Классикалық механиканың пайда болуы және оның фундаменталдық заңдары. Г. Галилей және И. Ньютон.
5. Электростатика арасындағы көз-қарастардың дамуы және Кулон заңының ашылуы.

## 23 – вариант

1. Әзімгі дәуірлердегі физика илимінің элементтерінің пайда болуы. Дүнианың физикалық картинасы.
2. Еуропадағы илимнің дамуына Леонардо да Винчи менен Рене Декарттың тұтқан орны.
3. XX ғасырдың 50-жылларынан бастап қазіргі дәуірге шекем Нобель сыйлығына иесіз болған физиктер арасында.
4. Санлар системасының пайда болу тарихы.
5. Рентген сәулесінің ашылуы және оның физика илимінің дамуында тұтқан орны. В. Рентген және оның мейнеттері.

## 24 – вариант

1. Әлемге болған көз-қарастардың дамуы тарихы. Жердің шар тәрізді формаға ие екендігінің мәлім болуы, Әлемнің географикалық, гелиографикалық системаларының пайда болуы.
2. Жатықтың корпускулалық табиғаты арасындағы көз-қарастардың XX ғасырдың басында қайтадан тикелінуі. Фотоэффект.
3. Жылылық арасындағы көз-қарастардың дамуы. Флогистон және теплород теориялары.
4. П. Дирактың физика илиміне (квант механикасының қалыптасуы менен дамуына) қосқан үлесі. Релятивисттік квант механикасының пайда болуы.
5. Қатты денелердің деформациялануы. Гук заңының ашылуы және физикалық мәнісі.

## 25 – вариант

1. Физиканың илим сыпатында қәлиплесиўи. Әйемги дәўирлерде ашылған физикалық ызымлар .

2. Молекулалық физика менен термодинамиканың раўажланыўы ҳәм энергияның сақланыў ызымының ашылыўы. Р. Мейер.

3. Атомның дүзилиси ҳаққындағы көз-қараслардың XX әсирдеги раўажланыўы.

4. Әлемнің пайда болыўы ҳаққында ҳәзирги заман илимининң жетискенликлери. Метагалактика.

5. Ш. Кулон тәрәпинен электростатиканың фундаменталлық ызымының ашылыўы. Электр зарядлары ҳаққындағы билимлердинң қәлиплесиўи.

#### 26 – вариант

1. 1906-жылы Дж. Томсонның физика бойынша қайсы изертлеўлери ушын Нобель сыйлығын алғанлығы ҳаққында айтып бериңиз?

2. Әлемнің гелиоорайлық системасы ҳаққындағы тәлиматтың пайда болыўы ҳәм раўажланыўы.

3. Хәзирги заман тәбияттаныўындағы жулдызлардың дүзилиси ҳәм эволюциясы ҳаққындағы тийкарғы көз-қараслар.

4. Г. Ом тәрәпинен оның аты менен аталатуғын ызымлардың ашылыўы (шынжыр участкасы ҳәм толық шынжыр ушын Ом ызымлары).

5. Өзбекстанда физика илимининң раўажланыўы ҳаққындағы мағлыўматлар.

#### 27 – вариант

1. Молекулалық-кинетикалық теорияның қәлиплесиўи ҳәм раўажланыўы.

2. Атом энергетикасының раўажланыўы. Атом энергетикасының физикалық тийкарлары.

3. XIX әсирдеги физиканың тийкарғы бағдарларының раўажланыўы.

4. Жыллылық машиналарының пайда болыў тарийхы. Пуў двигателлери.

5. Қытайдағы тәбияттаныў илимининң раўажланыўы. Қытайда компасты пайдаланыў ҳаққындағы мағлыўматлар.

#### 28 – вариант

1. Шығыс еллеринде әйемги Европа илимпазларының мийнетлерининң тарқалыўы.

2. XX әсирдеги физикадағы илимий революциялардың тийкарғы бағдарлары.

3. XVIII-XIX әсирлердеги классикалық физиканың тийкарғы бағдарларының раўажланыўы.

4. Әйемги дәўирлерден И. Ньютонға шекемги дәўирдеги физиканың пайда болыўы. Әйемги физика ҳәм атомистика.

5. Тербелислер ҳаққындағы тәлиматтың қәлиплесиўи ҳәм раўажланыўы.

#### 29 – вариант

1. Аристотель тәлиматы. Аристотель тәлиматы бойынша материя ҳәм қозғалыс, кеңислик ҳәм ўақыт түсиниклери.

2. Атомлардың Борға шекемги моделлери. Бор атомы.

3. Әбиў Райхан әл Берунийдинң илимий мийнетлери. Беруний тәрәпинен Архимед ызымының қолланылыўы.

4. Радиоактивликтинң ашылыўы. А. Беккерель. Радиоактивлик ыдыраў.

5. Электродинамиканың пайда болыўы ҳәм оның Дж. Максвеллге шекемги раўажланыўы.

## 30 – вариант

1. Әйемги дәуір. Эллистер дәуірі. Техника менен мәдениеттің рауажланыу дәрежесі. Аристотель хәм оның мийнетлери.
2. Галилео Галилей. Инерция принципі. Салыстырмалық принципі. Галилей тәрепинен жақтылықтың тезлигиниң өлшениуі.
3. Әбиу Әлий Ибн Синоның илим тарийхында тутқан орны. Хорезмдеги Мамун Академиясы.
4. Газлердиң кинетикалық теориясы. Жыллылықтың тәбияты. Статистикалық ызымлар .
5. Электр тоғының жыллылық қасиетлери. Джоуль-Ленц ызымының ашылыуы.

## 31 – вариант

1. Мусылман ояныу дәуіріндеги дүньяның физикалық картинасы (VI-XI әсирлер).
2. Фотоэлектрлік эффект пенен термоэлектронлық эмиссияның ашылыуы. Электронларды алыудың жаңа ызымлары.
3. Улығбектиң Самарқандтағы илимий мектебі хәм академиясы. Бул академияда мийнет еткен белгили алымлар.
4. Майкл Фарадейдиң мийнетлери. Электролиз хәм электромагнитлик индукция ызымларының ашылыуы.
5. Дж. Максвелл хәм оның электромагнитлик теориясы. Жақтылықтың электромагнитлик толқын екенлигиниң тәжірийбеде тастыйықланыуы.

## 32 – вариант

1. Бағдад қаласындағы Мамун академиясы хәм онда исленген жұмыслар. Эль Хорезмий.
2. А. Эйнштейнниң физика илимине қосқан үлесі. Салыстырмалық теориясы. Масса менен энергияның эквивалентлиги.
3. XX әсирдеги ярым өткізгішлер физикасының рауажланыуы. Ярым өткізгішли диодтың, триодтың, басқа да аспаптардың пайда болыуы.
4. Хәзирги заман астрономиясы хәм космонавтикасы. Космонавтика алдында турған ўазыйпалар.
5. Авагадро турақлысы. Оның молекулалалық физикадағы тутқан орны.

## 32 – вариант

1. Дүньяға әйемги көз-қараслар. Платонның философиялық көз қараслары.
2. Толқын механикасының пайда болыуы хәм рауажланыуы. Де Бройль хәм оның гипотезасы.
3. Хәзирги заман көз-қараслары бойынша жұлдызлардың дүзилісі хәм эволюциясы. Қуяш хәм оның дүзилісі.
4. 1932-жыл физикадағы улы ашылыулар жылы. Нейтронның ашылыуы.
5. Исаак Ньютон хәм оның пүткил дүньялық тартылыс ызымы.

## 33 – вариант

1. Аристотель физика илиминиң атасы сыпатында. Оның «Физика» атлы мийнети.
2. М. Фарадей хәм оның электромагнитлик индукция ызымы. Электромагнит майданы хақындағы түсиниктиң пайда болыуы. Усы түсиниктиң пайда болыуындағы М. Фарадейдиң тутқан орны.

3. Қуяш системасының дүзилісі хақындағы тәліматтың пайда болуы хәм рауажланыу жоллары.
4. Атом энергиясын пайдаланыу бойынша физиклердің илимге қосқан үлесі. Масса менен энергияның эквивалентілігі.
5. Николай Коперник хәм оның гелиоорайлық системасы.

## 34 – вариант

1. Евклид. Математкалық билимлерді системаластыруы. Евклид аксиомалары хақында. Тууы сызықлардың параллеллік шәрті.
2. Электр тоғының магниттік тәсірі. Ампер ызамаы.
3. Әлемнің пайда болуы менен эволюциясы хақындағы көз-қараслардың рауажланыу тарихы.
4. Материяның қурылысы хақындағы тәліматтың рауажланыу тарихы. Атомизмнің пайда болуы хәм экспериментте дәлелленуі.
5. Салыстырмалы жыллылық сыйымлығы. Дюлонг хәм Пти ызамаының ашылуы.

## 35 – вариант

1. Архимед. Оның заманы. Архимедтің тәбиғаттануы илимге қосқан үлесі. Архимед ызамаы.
2. Фотонлар хәм фотоэлектр эффектіннің ызамалары. Жактылықтың толқынлық хәм корпускулалық қасиеттері.
3. XX әсирдің 50 жылларына шекем физика илими бойынша Нобель сыйлығына миясар болған илимпаз-физиклер хақында.
4. Салыстырмалылық теориясы. А. Эйнштейн.
5. Термодинамиканың басламалары хәм олардың ашылуы. Термодинамиканың рауажланыуына өзлерінің салмақты үлеслерін қосқан физиклер.

## 36 – вариант

1. Галилео Галилейдің физика илимге қосқан үлесі. Инерция ызамаы хәм салыстырмалық принципі.
2. Физикалық лабораториялардың пайда болуы. Хәзиргі уақытлардағы ири илим изертлеу орайлары хәм лабораториялар.
3. Лоренц хәм Пуанкаре. Олардың физика илимге қосқан үлесі.
4. Әбиу Райхан Әль Берунийдің затлардың тығызлығын табуы бойынша ислеген мийнеттері.
5. Жыллылық, температура хәм температураны өлшеу. Термометрлердің пайда болуы.

## 37 – вариант

1. «Физика тарихы» курсының предмети хәм мәселелері.
2. Галилео Галилей тәбиғаттанудың тийкарын салушылардың бири сыпатында. Астрономиялық мағлыұматлардың Галилео галилейдің тәліматларының дәретилиуінегі тутқан орны.
3. XVII хәм XVIII әсирлердегі физиканың рауажланыуының улыұмалық характеристикасы.
4. Ал Берунийдің шығармалары хақында.
5. Механикадағы сақланыу ызамалары хәм олардың ашылуы.

## 38 – вариант

1. Жақтылықтың толқынлық теориясының тастыйықланыуы. Оптикалық әсбаптардың дәретилюі. Галилей трубасы. Телескоп.
2. Электр өлшеуші әсбаптардың дәретилюі. Электроскоп хәм электромметр.
3. XX әсирдің 40-90 жыллар аралығында физика илими бойынша Нобель сыйлығына миясар болған илимпазлар ҳаққында. Л. Д. Ландау хәм оның физика илиминде тутқан орны.
4. Улығбек обсерваториясы хәм Улығбектиң жулдызлар кестеси.
5. Атомның планетарлық моделинің пайда болыуы. Э. Резерфорд тәжирийбелери хәм Резерфорд бойынша атомның плантерлық модели.

## 39 – вариант

1. Исаак Ньютонның өмири хәм оның оптика тарауындағы мийнетлери. Исаак Ньютон астроном сыпатында.
2. Энергияның сақланыуы хәм бир түрден екинши түрге өтиу нызамының ашылыу тарийхы.
3. XX әсирдің 60-жылларынан баслап ҳазирги дәуирге шекем Нобель сыйлығына миясар болған физиклер ҳаққында.
4. Орта әсирлердеги Шығыста (Ҳиндистан, Орта Азия еллери хәм Арабстан) есаплау (санлар) системасының пайда болыу тарийхы.
5. Радиоактивлик пенен рентген нурларының ашылыуы. А. Беккерель хәм К. Рентген.

## 40 – вариант

1. Физика илиминин қәлиплесиуінде мехниканың рауажланыуының тутқан орны.
2. Пуу машиналары менен иштен жаныушы двигателлердің дәретилю тарийхы.
3. Кладвий Птолемей хәм оның «Алмагест» китабы. Әл Беруний тәрәпинен Птолемей системасының қабыл етилиуі.
4. Коперниктиң илимий революциясы хәм Джордано Бруноның илимниң рауажланыуында тутқан орны.
5. Жыллылық нурланыуы. Жыллылық нурланыуы нызамларының ашылыу тарийхы.

## 41 – вариант

1. XIX әсирдің акырындағы физиканың улыўмалық өзгешеликлери. «Физика илими рауажланып болды» деген идеяның пайда болыуы.
2. Әлемниң жыллылық өлими ҳаққындағы көз-қараслар. Термодинамиканың екинши басламасының ашылыуы. С. Карно.
3. XIX әсирдің биринши ярымындағы аналитикалық мехниканың рауажланыуы.
4. Улығбектиң «Жаңа астрономиялық кестелер» атлы шығармасы ҳаққында.
5. Эйнштейнге шекемги кеңислик хәм ўақыт ҳаққындағы көз-қараслар. Абсолют кеңислик хәм абсолют ўақыт туўралы тәлимат.

## 42 – вариант

1. Әйемги илимпазлар материяның қурылысы ҳаққында. Атомизм.
2. И. Кеплердің астрономияның рауажланыуына қосқан үлеси илимий жаңалықлары. Кеплер нызамы хәм оның пүткил дүньялық тартылыс нызамының дәретилюиндеги тутқан орны.

3. Жыллылық хақындағы физикалық көз-қараслардың қәлиплесіуі хәм раўажланыўы.

4. Квант теориясының пайда болыўы хәм раўажланыўы. Де Бройль, П. Дирак, Шредингер, Гейзенберг.

5. Мария Складовская-Кюридин, Пьер Кюридин, Ирэн Кюридин, Фредерик Жолио-Кюридин ядролық физиканың раўажланыўына қосқан үлесі. Полоний хәм радий элементлериниң ашылыўы. Жасалма радиоактивлик.

#### 43 – вариант

1. Әйемги Египет пенен әйемги Вавилондағы илимниң раўажланыўы. Арифметика менен геометрияның пайда болыўы.

2. XIX әсирдиң биринши ярымында толқынлық оптиканың раўажланыўы.

3. Физиканың эксперименталлық физика хәм теориялық физикаға бөлиниўи. И. Ньютон биринши физик-теоретик сыпатында.

4. Н. Бор постулатлары хақында. Н. Бордың физика илиминиң раўажланыўына қосқан үлесі.

5. Дж. Томсон. Электронның хәм оның зарядының ашылыўы.

#### 44 – вариант

1. «Физика тарийхы» пәниниң предмети хәм ўазыйпалары.

2. Мусылман ояныў дәўири (VII-XI әсирлер). Бағдадтағы «Данышпанлар үйи» хақында. Илимниң жәм ийеттиң экономикалық раўажланыўындағы тутқан орны.

3. Френель хәм Фраунгофердиң толқынлық оптика тараўындағы илимий мийнетлери.

4. Физикалық приборлардың пайда болыўы.

5. Ири обсерваториялардың салыныўы. Космослық телескоплардың пайда болыўы. Космос кеңислигин изертлеўдеги Жердиң жасалма жолдасларының ийелеген орны.

#### 45 – вариант

1. XIX әсирдиң ақырындағы хәм XX әсирдиң басындағы физика илиминдеги революция хәм оның физика тарийхында тутқан орнының уллы екенлиги.

2. Улығбектиң Самарқандтағы обсерваториясы. Бул обсерваторияда ислеген алымлар хәм алынған нәтийжелер

3. Класикалық механика хәм оның дәретиўшилері. Класикалық механиканың тийкарғы ызамлары.

4. Ен дәслепки тоқ деректери (источниклери). Гальваникалық элементлер.

5. Үлкен партланыў теориясы. Әлемниң тезлениў менен кеңейиўи.

#### 46 – вариант

1. Хийўа каласындағы Мамун академиясының қайтадан тиклениўи. Бул академияда XI әсирдиң басында ислеген алымлар хәм олардың илимий мийраслары.

2. Квант теориясының пайда болыўы. Квант теориясының пайда болыўына М. Планк пенен А. Эйнштейнниң қосқан үлеслери.

3. Хәзирги заман илими көз-қарааслары бойынша Әлемниң, Қуяш системасының хәм Жердиң дүзиліси хәм эволюциясы.

4. Астрономия менен физика арасындағы байланыс. Астрофизиканың пайда болыўы хәм раўажланыўы.

5. Электр хәм магнетизмниң раўажланыўына салмақлы үлес қосқан XVII-XIX әсирлердеги Европалық алымлар.



## 47 – вариант

1. Әйемги дәуірлердегі ең әпиұайы механизмлер. Архимедтің әскерий техниканың раўажланыўына қосқан үлесі.
2. Автоматика менен телемеханика хәм олардың раўажланыўы бойынша нелерди билесиз?
3. XX әсирдің 50-жылларынан баслап хәзирги дәуірге шекем Нобель сыйлығына миясар болған физиклер ҳаққында.
4. Орта әсирлердегі Шығыс мәмлекетлеринде санлар системасының пайда болыў тарийхы.
5. Катод нурлары менен Рентген нурларының ашылыўы. Немец физиги В. Рентген.

## 48 – вариант

1. Әйемги дәуірлердегі тәбияттаныўдың пайда болыўы. Астрономия ең әйемги тәбияттаныа илими сыпатында.
2. Европадағы илимнің раўажланыўында Леонардо да Винчидің тутқан орны.
3. Жыллылық физикасының раўажланыўы. Жыллылық ҳаққындағы көз-қараслардың раўажланыў жоллары. Бул бойынша физика илимине салмақлы үлес қосқан илимпазлар.
4. Космослық нурлар физикасының Өзбекстанда раўажланыўы.
5. Радиоактивлик ызамларды үйрениўдеги Мария хәм Пьер Кюридің жумыслары. Радий хәм полоний элементлеринің ашылыўы.

## 49 – вариант

1. Әйемги Грециядағы ҳәр қыйлы илимий мектеплери ўәкиллеринің илимий көз қарасларын салыстырыңыз.
2. XIX әсирдің биринши ярымындағы толқынлық оптиканың раўажланыўы.
3. Атом ядросы ҳаққындағы көз-қараслардың пайда болыўы хәм раўажланыўы. радиоактивлик, электронның хәм протонның ашылыўы.
4. Әлемнің пайда болыўы ҳаққындағы хәзирги заман илиминің жетискенликлери. Қараңғы энергия хәм қараңғы материя туўралы не билесиз?
5. Электростатиканың фундаменталлық ызамларының бири болған Кулон ызамының ашылыўы.

## 50 – вариант

1. Дүньяға болған физикалық көз-қараслардың пайда болыўы. Әйемги дәуірлердегі тәбияттаныў илимлеринің пайда болыўына үлеслерин қосқан алымлар.
2. Энергияның сақланыў ызамының ашылыўы. Роберт Мейер.
3. Дж.Томсонның 1906-жылы хәм Альберт Эйнштейннің 1921-жылы қайсы изертлеўлери ушын халық аралық Нобель сыйлығын алғанлығы ҳаққында айтып бериңиз (жазыңыз)?
1. Дүньяның геоорайлық моделлерин дәреткен илимпазлар кимлер?
2. Хәзирги заман илиминдеги жулдызлардың пайда болыўы, дүзилиси хәм эволюциясы ҳаққындағы көз-қараслар.

## **«Физика тарихы» пәни бойынша лекциялар дизими**

1-санлы лекция. Кирисиў. Физика тарихы пәни. Пәннің мақсети. Пәннің ўазыйпасы, методикалық көрсетпелер, баҳалаў критерийлери. Пәннің қәнигелер таярлаўдағы тутқан орны. Пәнлер аралық байланысы. Пәннің мазмуны.

2-санлы лекция. Физика тарихының улыўмалық мәселелери. Физика тәлиматы, физика пәни хәм олардың элементлери, әйемги шығыс мәмлекетлеринде (Қытай, Ҳиндистан, Месопотамия хәм Мысыр) илим менен цивилизацияның пайда болыўы хәм раўажланыўы.

3-санлы лекция. Әйемги грек цивилизациясы хәм илими. Аристотель хәм тәбийий (натурал) философия (физика) ҳаққындағы биринши китаптың жазылыўы. Аристотелдин статика, кинематика хәм динамикасы. Космокология.

4-санлы лекция. Аристотелден кейинги греклер дәўириндеги физиканың раўажланыўы. Александрия илимий мектеп-музейи, белгили алымлар, механика, оптика хәм геометрия тараўында жазылған мақалалар. Орта әсирледеги физика илимининң шығыс мәмлекетлериндеги қәлиплесиўи хәм раўажланыўы. Араб халифатлығы хәм ислам мәденияты. Мусылманларда ояныў дәўирининң басланыўы.

5-санлы лекция. Дилмашлар мектебининң пайда болыўы. Философия мектеплерининң қәлиплесиўи. Шығыс ислам мәдениятының хәм илимининң дәретилиўинде ислам динининң хәм халық аралық араб тилининң тутқан орны. Шығыстың илимлер академиялары хәм университетлери. Илимий орайлар менен мектеплердин пайда болыўы. Обсерваториялардың салыныўы менен китапханалардың шөлкемлестирилиўи. Хоразмшах Маъмун II тәрәпинен «Маъмун академиясы» ның шөлкемлестирилиўи. Илимий жумыслардың жолға қойылыўы.

6-санлы лекция. X-XIII әсирлердеги илим менен мәденияттың шығыста үлкен пәтлер менен раўажланыўы. Мусылманлар Ренессансына үлкен үлес қосқан Хорасан хәм Мәўеренахр илимий орайлары хәм оларда ислеген белгили алымлар.

7-санлы лекция. Улуғбектин Самарқандтағы илимий мектеби хәм Академиясы. Улуғбек обсерваториясы хәм ол жерде орынланған илимий изертлеўлер. Орта әсирлердеги (VII-XVII әсирлер) мусылман еллериндеги физика-математика илимлерининң раўажланыўы. Математика пәни ҳәр түрли илимий бағдарлардың тийкарын салыўшы хәм даўам еттириўши сыпатында. Физика илими тәбийий пәнлер арасындағы ең раўажланған хәм массалық болған илим сыпатында. Үлкен әҳм ийетке ийе болған астрономиялық каталоглардың пайда болыўы.

8-санлы лекция. Классикалық физиканың тийкаргы бағдарларының раўажланыўы. Механиканың XIX әсирдин биринши ярымындағы раўажланыўы. Толқынлар оптикасының пайда болыўы хәм раўажланыўы. Электродинамиканың пайда болыўы хәм Максвелге шекемги болған раўажланыўы. Электромагнетизм. Физикалық майдан түсинигининң пайда болыўы.

9-санлы лекция. Хәзирги заман физикасы. Салыстырмалық теориясы. Дүньялық эфир проблемасы хәм арнаўлы салыстырмалық теориясы. Атом хәм ядро физикасының пайда болыўы хәм раўажланыўы. Квант физикасы, толқынлар механикасы. Өзбекстандағы физик изертлеўшилер, физика бойынша билимлендириўдин қәлиплесиўи хәм раўажланыўы.

## **«Физика тарийхы» пәни бойынша лекциялар барысында қолланылатуғын оқыу материаллары**

### **Физика тарийхы пәниниң предмети хәм мәселелери**

Физика пәниниң предмети деп адамзаттың турмысында белгили бир орынды ийелейтуғын, оның раўажланыўында анық тәсири бар жәмийетлик қубылыс болып табылатуғын тутасы менен алынған пүтин физика илиминиң пайда болыуы хәм раўажланыуы тарийхын айтамыз. Бириншиден физика адамзат жәмийетиниң базы бир басқышында пайда болған базы бир пүтин қубылыс деп қаралады. Екиншиден физика илиминиң раўажланыуы адамзат жәмийетиниң раўажланыуы менен бирге талланады. Пайда болған хәм раўажланған физика илими жәмийеттиң тарийхында белгили бир орынды ийеледи, жәмийеттиң раўажланыуына үлкен тәсирин жасады.

Физика тарийхы да басқа қәлеген тарийхый пәнлердей өз алдына биринши мәселе сыпатында физика илиминиң раўажланыуы барысын айқынластыруы мақсетинде тарийхый фактлерди анықлауды қояды. Екинши мәселе физика илиминиң неликтен тап усындай болып, ал басқаша емес раўажланыуын көрсетиуі ушын зәрүрди болған болып өткен ҳақыйқый материалларды таллау менен шуғылланады.

Ең ақырында физика тарийхы илими бул илимниң раўажланыуының улыўмалық ызымларын ашыу мәселесин шешеди. Басқа тарийхый пәнлер сыяқлы илимниң раўажланыуының улыўмалық ызымларын ашыу ең бас мәселе болып табылады.

Солай етип физика тарийхы пәнин үйрениудің барысында оқыушы ямаса студент биринши гезекте тарийхый фактлер тийкарында физика илиминиң раўажланыуының улыўмалық ызымларын үйренеди.

Биз физика илиминиң илим сыпатында қәлиплесиўиниң XVII әсирде басланғанлығын билемиз. Усы дәуірлерге шекемги дерлик 3-4 мың жыллық дәуірлерде физикалық көз-қараслар қәлиплести, айырым ызымлар ашылды. Бул ашылыулардың нәтийжелери, физикалық билимлердиң жыйналыуы XVII әсирдиң басында салыстымалық принципиниң хәм механиканың тийкарғы ызымларының ашылыуына алып келди (Г.Галилей, И.Ньютон) хәм физика илими илим болып қәлиплести. Лекциялар барысында студентлер 3-4 мың жыллық адамзат тарийхында қандай физикалық билимлердиң жыйналғанлығын, хәр бир дәуірде орын алған илимий ашылыулардың буннан кейинги дәуірлердеги илимий ашылыулардың жүзеге келиўине қалай тәсир еткенин, бул ашылыулардың адамзат тарийхындағы илимий-техникалық раўажланыулар менен тиккелей байланыслы екенлиги көрсетиледи.

Адамзат цивилизациясының ҳәзирги заман дәрежесине жетиўинде физика илиминиң тутқан орны айрықша уллы. Илимниң ҳәзирги дәуірдегидей жоқары раўажланыуға қалай келгенлигин түсиниуі ушын ең дәслеп физика илиминиң пайда болыуы хәм қәлиплесиўи, оның изертлеуі усыллары менен идеялардың раўажланыуы жоллары, ески көз қараслардың жаңа көз қараслар тәрәпинен қысып шығарылыуы, оларды қәлиплестириўишлердиң әҳмийети ҳаққында дурыс түсиниклерге ийе болыу керек. Қәлеген дәуірдеги изертлеуиш әдетте өз илиминиң өзине шекемги дәуірлерде канша изертленгенлигин билип хәм оған сын көз қарасында өзиниң изертлеуин раўажландырады. Илимдеги хәр бир жаңалық себепсиз пайда болмайды, илимпазлар өзинен бурынғылардың нелерди және қалай ашқанлығын билиу арқалы өзиниң жаңалығын кейинги әўладқа мийрас етип қалдырады. Мысалы Евклид хәм Архимедсиз Беруний хәм Ньютонлар, ал оларсыз Эйнштейнлер хәм Борлар болмаған болар еди.

Солай етип физика тарийхын үйрениуі әҳмийетли методикалық және тәрбиялық әҳмийетке ийе. Көпшилик жағдайда баянлаудың тарийхый жолы қолайлы болып табылады. Сонлықтан физика оқытушысы физика тарийхын билиу менен физиканы методикалық жақтанда, илимий жақтан да байытады. Екинши тәрәптен қәлеген илимниң,

соның ишінде физика илиминің тарихый рауажланыуы адамзаттың рауажланыуы менен бирге өтеді. Усыған байланысты физиканың адамзат тарихындағы рауажланыу дәуірлерін сәулендириу үшін бір қанша тарихый мағлұматларды береміз.

### **Бизің эрамыздан бұрынғы дәуірлердегі адамзаттың рауажланыу көрсеткіштері**

| Ұақыялар  | Жыллар      |
|---|-------------|
| Қолларынан әпиуайы ислер келетуғын адамлар, мийнет қураллары  | 2 млн жыл   |
| Оттан пайдаланыу  | 1,7 млн жыл |
| Ақыллы адам   | 150 мың     |
| Ылайдан соғылған ыдыслар, оқжай   | 40 мың      |
| Тоқымашылық, дәслепки қалалар.  | 8 мың       |
| Биринши кемелер, плуг, мыстан пайдаланыу, арба үшін дөңгелек, ирригациялық қурылыслар.  | 5 мың       |
| Жазыудың пайда болыуы, Шумер санлары, өнерментлер, шийше, бронза, тәрези,   | 4 мың       |
| Биринши кітапханалар, папирусты ислеп шығыу (Египетте), Египеттегі биринши мектептер, Хеопс пирамидасы, Афина қаласы тұрған жерге адамлардың көшип келип жайласыуы. | 3 мың       |
| Астрология, суу саатлары.   | 2 мың       |
| Финикия жазыуы, темир   | 1300        |
| Тийкарғы грек қәуімлеринің орналасыуы.  | 1000        |
| Грек жазыуы   | 900         |
| Биринши олимпияда ойындары  | 776         |
| Византияның тийкарының салыныуы   | 660         |
| Фалес, Африканың дөгерегінде жүзіу, Финикиялықтар.  | 6-әсир      |
| Пифагор, латын жазыуы, Токар станогы, Рим цифралары, Демокрит, Гиппократ.   | 5-әсир      |
| Платон, Аристотель, Академия, Ликей.  | 4-әсир      |
| Александрия кітапханасы, Архимед, Аристрах Самосский, Эратосфен, Евклид.  | 3-әсир      |
| Ктесибий, пергамент.  | 2-әсир      |
| Юлиан календары, Рим энциклопедиялары, Суу қаразлары.   | 1-әсир      |

### **Бизің эрамыздағы өзгерістер:**

|  |         |
|--|---------|
| Шийшени қайта ислеу технологиясы, Римдегі Колизей.   | 1-әсир  |
| Птолемей системасы, көмірді күнделікли пайдаланыу, Герон Александрийский, қағазды ислеп шығарыу, | 2-әсир  |
| Алхимия.   | 3-әсир  |
| Хинд цифралары, фарфор.  | 6-әсир  |
| Самал қаразлар, Грек оты.  | 7-әсир  |
| Кітап басып шығарыу, порох, араб илими, әл Хорезмий хәм Ал-джебр,                                | 9-әсир  |
| Биринши механикалық саатлар, схоластика.   | 10-әсир |
| Әл Беруний, Әбиу Әлий Ибн Сино, күкірт, дуз хәм азот кислоталары.                                | 11-әсир |
| Европада компастың пайда болыуы, биринши университеттер.   | 12-әсир |
| Ояныу дәуірі, көз айнек хәм линзалар.  | 13-әсир |
| Домна ошағы, мануфактура, Европада порохтың тарқалыуы.   | 14-әсир |
| Георгафиялық ашылыулар дәуірі.   | 15-әсир |

Жоқарыда келтирилген адамзаттың жетіскенліктері хәм ұллы илимпазлар жасаған дәуірлерде қәуімлер, мәмлекеттер арасында үлкен жәнжеллер хәм урыслар,

апатшылықтар болып турды. Бул ҳаққында кишкене мағлыұматлар беремиз (бизин эрамызға шекемги жыллар берилген):

|   |         |
|---|---------|
| Парсылар греклерге өзиниң хұкимлигин тарқатады  | 512     |
| Ионийлықлардың көтерілиси                       | 500     |
| Ионийлықлардың көтерілисиниң бастырылыұы        | 494     |
| Пелопоннес урысы                                | 431-404 |
| Афина флотының қурылысы                         | 483     |
| Грек-парсылар урысының кульминациясы            | 480     |
| Киши Азия менен Грецияның азат етилиұи          | 479     |
| Афина Акрополиниң салыныұы                      | 447     |
| Сократтың өлтирилұи                             | 399     |
| Филипп II – Македонияның патшасы                | 359     |
| Филипп II ниң Афиналықлар менен урысы           | 356     |
| Аристотель Македонияда                          | 342     |
| Александр тахт басына келеди                    | 337-336 |
| Александрдың өлиұи. Эллинизм дәұири             | 323     |
| Римликлердиң грек армиясы менен биринши саұашы. | 280     |

### **ФИЗИКАНЫҢ ХРОНОЛОГИЯСЫ**

Биз төменде физика илиминиң ең әйемги дәұипрлерден баслап ҳазирги ўақытларға шекемги илимий ашылыұларда басып өткен жолының избе-излигин беремиз. Бул избе-изликте келтирилген дерлик ҳәр бир буұын ямаса тарийхый факт өзинен соңғы илимий ашылыұлардың жүзеге келиұиниң белгили бир себепшиси болады. Соның менен келтирилген избе-изликке итибар берип қараұ тийкарғы физикалық идеялардың теориялардың, принциплердиң генезисин, олар арасындағы байланысты, физика илиминиң раұажланыұының эволюциясын, соның менен бирге айырым фундаменталлық характердеги идеялардың дұньяға болған көз-қарасларды пұткиллей өзгертип жибергенлигин анықлаұға мүмкиншилик береди.

Төменде физиканың раұажланыұ барысындағы ашылыұлар ҳаққында еки мындай фактлер келтирилген. Олар дәұирлерге бөлинип, ҳәр бир дәұир дұньяға болған физиикалық илимий көз-қараслардың раұажланыұының буұынларын курайды.

#### **Физиканың раұажланыяының тийкарғы дәұирлери ҳәм баскышлары**

##### **Әйемги дәұирлерден XVII әсирге шекем**

Әйемги дәұир (бизин эрамызға шекемги VI әсирден бизин эрамыздағы VI әсир.).

Орта әсирлер (VI-XIV әсирлер).

Ояныұ дәұири (XV-XVI әсирлер).

##### **Физиканың илим сыпатында қәлиплесиұ дәұири (XVII әсирдиң басы- XVII әсирдиң 80-жыллары)**

##### **Классикалық физика дәұири (XVII әсирдиң ақыры - XX әсирдиң басы)**

Биринши этап (XVII әсирдиң ақыры - XIX әсирдиң 60-жыллары).

Екинши этап (XIX әсирдиң алпысыншы жыллары - 1894-жыл).

Үшинши этап (1895-1904 жыллар).

### Хәзирги заман физикасы (1905-жылдан баслап)

Биринши этап (1905-1931 жыллар).

Екинши этап (1932-1954 жыллар).

Үшинши этап (1955-жылдан баслап).

Әйемги дәуірлерден XVII әсирдің басынан шекемги дәуір физика тарийхының алдында турған дәуір болып табылады. Бул дәуірде тәбияттың айырым қубылыслары ҳаққындағы физикалық билимлер топланды ҳәм усыған байланыслы айырым тәлиमतлардың пайда болды. Адамзат жәмийетиниң раўажланыў дәуірлерине сәйкес бул дәуір ишиндеги үш дәуірди (әйемги дәуір, орта әсирлер, қайта туўылыў дәуири) бир биринен айырады.

Физика илим сыпатында дәл тәбияттаныўдың тийкарын салыўшы Галилео Галилейден басланады (салыстырмалық принципи, инерция нызамы<sup>1</sup>). Галилейден баслап Исаак Ньютонға шекемги дәуір **физиканың басланғыш фазасы**, оның илим сыпатында аяғына турыў дәуири болып есапланады.

Физика илиминиң буннан кейинги дәуири оғада көп санлы қубылыслардың нызамлықларын түсинийге мүмкиншилик беретугын тәбият нызамларын ашқан Исаак Ньютоннан басланады (Ньютонның биринши, екинши, үшінши нызамлары, пүткил дүньялық тартылыс нызамы). Ол механиканың тамамланған системасы сыпатында дүньяның биринши физикалық картинасын (анығарағы тәбияттың механикалық картинасын) дөретти. И.Ньютон ҳәм оның ислерин даўам еттириўшилер Л.Эйлером, Ж.Даламбером, Ж.Лагранжем, П.Лапласом ҳәм басқалар тәрәпинен дөретилген классикалық физиканың оғада уллы системасы еки әсир даўамында адамзатқа хызмет етти. Тек XIX әсирдің 60-жылларынан баслап бул физиканың шеклерине сыймайтуғын<sup>2</sup> жаңа фактлердің ашылыўы менен классикалық физика қыйрай баслады. Усы ўақытлары Ньютон физикасына соққы беретугын Ньютонның жерлеси Максвелдің электромагнит теориясы дөретилди. Бул теория физика тарийхындағы Ньютон механикасынан кейинги екинши уллы теория болып табылады. Бул теорияның буннан былай раўажланыўы классикалық физика менен карама-карсылықтың шийеленисиўине ҳәм усының ақыбетинде физикадағы революциялық бурылыслардың жүз бериўине алып келди. Сонлықтан классикалық физика дәуирин үш дәуирге бөлиў қабыл етилген: И.Ньютоннан Дж.Максвелге (1687 - 1859) шекемги, от Дж.Максвелден В.Рентгенге (1860-1894) шекемги ҳәм үшіншиси В.Рентгеннен до Альберт Эйнштейнге (1895-1904) шекемги дәуірлер болып табылады (қаўсырма ишинде сол дәуірлерди өз ишине алатуғын жыллар жазылған).

Биринши этап Ньютон механикасының ҳүким сүрген дәуири болып есапланады. Ол тийкарын салған дүньяның механикалық картинасы жетилситириледі, дәллиги жоқарылатылады, физика пүтин илим сыпатында танылады. Екинши этап Дж.Максвелл тәрәпинен электромагнит процесслердің улыўмалық теориясының дөретилиўи менен басланады. Майкл Фарадейдің (ол да Дж.Максвелдің ҳәм И.Ньютонның жерлеси) майдан концепциясын пайдаланып Дж.Максвелл Максвелл теңлемелери деп аталатуғын теңлемелер системасы жәрдемінде электромагнит қубылыслардың дәл кеңисликлик-ўақытлық нызамларын ашты. Бул теория Г.Герц пенен Х.Лоренцтиң жумысларында буннан былай раўажландырылды ҳәм нәтийжеде дүньяның электродинамикалық картинасы дөретилди.

1895-жылдан 1905-жылға шекемги дәуір (1905-жылдың өзи бул дәуирге кирмейди) физикадағы революциялық ашылыўлар ҳәм өзгерислер дәуири болып табылады. Бул дәуирде физикада сапалық жақтан пүткиллей жаңа үлкен өзгерислер жүз берди ҳәм хәзирги заман физикасына өтиў орын алды. Бул квант теориясы менен арнаўлы салыстырмалық теориясы бул өтиўдің фундаменти болып табылады. Бул дәуірди 1905-жылы басланады деп

<sup>1</sup> Галилео Галилей тәрәпинен ашылған «Инерция нызамы» И.Ньютон тәрәпинен биринши нызам сыпатында қабыл етилди.

<sup>2</sup> Бул физика менен түсиндириў мүмкин болмаған деген сөз.

есаплаймыз. Себеби усы жылы А.Эйнштейн тәрәпинен арнаўлы салыстырмалық теориясы дөретилди, М.Планктың квантлар ҳаққындағы идеясы жақтылық квантлары теориясына айландырылды, Броун қозғалыстарының мәнісі анықланды. Бул теориялардың барлығында да классикалық көз-қараслар менен түсиниклерден шетлеу айқын көринди хәм дүньяның жаңа физикалық картинасы болған квантлық-релятивисттик картинаның басламасы дөретилди. Бул жаңа идеялардың пайда болыуы ямаса күтилмеген жаңа фактлер менен қубылыстардың ашылыуы емес, ал физикалық ойлаудың жаңа усылларының пайда болыуы, физиканың методологиялық принциплериниң терең өзгерісі болып табылады.

Хәзирги заман физикасында үш дәуірди бир биринен ажыратып көрсетиу мақсетке муўапық келеди:

Биринши дәуір (1905 - 1931), релятивизм менен квантлар түсиниги кең түрде қолланыу хәм И.Ньютон заманынан кейинги дәуірдеги төртинши фундаменталлық теория болған квант механикасының дөретилиуі менен тәрипленеди.

Екинши дәуір субатомлық физика дәуіри (1932-1954) болып табылады хәм бул дәуірде физиклер материяны үйрениудің жаңа басқышы болған атом ядролары қаддиине көтерілди.

Үшинши дәуір субядролық физика хәм космос физикасы дәуіри болып табылады. Бул дәуірдің өзіне тән өзгешеликлериниң бири қубылыстарды жаңа кеңісликлик-ўақытлық масштабларда үйрениу болып табылады. Бул дәуірдің басы деп 1955-жылды алыу керек. Усы жылы физиклер нуклонлардың қурылсын үйрениуді баслады. Бул дәуір адамзат тарийхындағы жаңа илимий-техникалық революция дәуіріне сәйкес келеди. Нәтийжеде ислеп шығарыушы күшлер жаңа басқышка көтерілди, адамзат жәмийетиниң буннан былай раўажланыуы ушын жаңа шараятлар дөретилди.

Физиканың раўажланыуын жоқарыдағыдай избе-изликте дәуірлерге бөлиу қандай да бир дәрежеде шәртли түрде исленген бөлиу болып табылады. Бирақ усындай жағдайға қарамастан тап сондай избе-изликте хәм дәуірлерге бөлиуде ашылыулар хәм фактлер хронологиясында физиканың раўажланыу барысын, оның өсиу нокатларын, жаңа идеялардың пайда болыуының генезисин, физика илиминдеги жаңа бағдарлардың пайда болыуын, физикалық билимлердің эволюциясын анық көриуге мүмкиншилик береді.

### **Физика тарийхы алдындағы дәуір (әйемги дәуірден XVII әсирге шекем)**

Бизиң эрамыздан бұрынғы үшінши хәм екинши мың жыллықлар - Қуяш хәм кум саатларын соғыу. Салмақлар менен денелердің сызықты өлшемлерин өлшеу усылларының пайда болыуы, әпиұайы тәрезилердің соғылыуы.

### **Әйемги дәуір (бизиң эрамызға шекемги VI әсирден бизиң эрамыздың V әсирине шекем)**

Бизиң эрамызға шекемги VI әсир - Акустика бойынша биринши бақлаулар. Пифагор тардың ямаса найдың узынлығы менен тонның бийиклиги арасындағы байланысты табады..

- Электр хәм магнетизм бойынша биринши мағлыұматлар. Сүйкелген янтардың жеңил затларды хәм магнитлердің темирди тартыу қубылысының ашылыуы (Фалес Милетский).

Бизиң эрамызға шекемги V -IV әсирлер - материяның үзликли дән тәризли қурылысы, затлардың бөлиниўиниң шегі болған атом ҳаққындағы идеялардың пайда болыуы (Левкипп, Демокрит).

- Платон тәрәпинен көриу теориясының дөретилиуі.

Бизиң эрамызға шекемги IV әсир - механика элементлериниң пайда болыуы. Туўры сызықты хәм иймек сызықты механикалық қозғалыстарды үйрениу. Бир бирине перпендикуляр болған жылжыуларды қосыу қағыйдасының дөретилиуі, рычагтың тең салмақтық шәртиниң табылыуы (Аристотель).

- Ғауада сестин тарқалыуы ҳаққындағы дурыс көз-қараслардың қәлиплесиуи (сес шығарып турған дене ғауаның қысылыуы менен кеңейиуин пайда етеди). Сестин тосқынлықтардан шағылысыуын түсиндириу. Жақтылықтың бир отлалықтан екінши орталыққа өткенде сыныу қубылысы белгили болды (Аристотель).

Бизин эрамызға шекемги IV -III әсирлер - әйемги Қытайлылырға камера-обскура белгили болды.

Бизин эрамызға шекемги IV-II әсирлер - дүньяның биринши модели болған геоорайлық системаның пайда болыуы (Эвдокс Книдский, Аристотель, Гиппарх).

Бизин эрамызға шекемги III әсир - дүньяның гелиоорайлық идеясының пайда болыуы (Аристарх Самосский).

- Айға хәм Куяшқа шекемги аралықларды анықлауға қаратылған биринши тырысыулар (Аристарх Самосский).

- Жақтылықтың тууры сызық бойынша тарқалыу хәм шағылысыу ызамларының ашылыуы. Геометриялық оптиканың пайда болыуы (Евклид).

- Архимед статиканың илимий тийкарларын ислеп шықты, туурыға салыстыргандағы салмақ орайы хәм күшлер моменти түсиниклерин киргизди, үш мүйешликтин салмақ орайын анықлады, рычагтың дәл теориясын берди, бир бирине параллель болған күшлерди қосыудың қәдесин тапты.

- Архимед гидростатиканың тийкарғы ызамын ашты (Архимед ызамы), денелердин жүзиу шәртлерин тапты.

Бизин эрамызға шекемги II әсир - бизин эрамыздың I-II әсирлери.

- Ктесибий суу саатын соқты. Бул саатлар XVIII әсирлерге шекем көп еллерде пайдаланылып келген саатлардың прототипине айланды.

- Герои Александрийский рычагтың, дәруазаның, сынаның хәм блоктың толық тәриплемесин берди. Рычаг қағыйдасын тапты. Бул қағыйда бойынша усы механизмлердин жәрдеміндеги күштен утыу ғақыттан утылыуға алып келеди. Хәзирги ғақытлардағы пуу турбинасының ең дәслепки конструкция болып табылатуғын золипил деп аталатуғын асбапқа тәриплеме берди. Усының менен бир қатар техникалық ойлап табыуларды әмелге асырды («Ойлап тапты», «ойлап табылды» деген сөз орысша әдебияттағы «изобретал», «изобретение» сөзлериниң орнында қолланылған. Сонлықтан «Ойлап тапты» сөзи «соқты» деген мәнисти аңлатады).

- Кладвий Птолемей жақтылықтың сыныуын экспериментте изертледиди хәм есаплауларында атмосфералық рефракцияны есапқа алды (жақтылықтың сыныуын есапқа алыу), прецессия қубылысын түсиндирди.

- Кладвий Птолемей дүньяның геоорайлық системасының ең ақырғы формасын ислеп шықты (Птолемейдин геоорайлық дүнья системасы).

### **Орта әсирлер (VI-XIV әсирлер)**

VI әсир - Механикалық сааттың соғылыуы хәққындағы ең дәслепки мағлыұматлар. Бундай саатты соққан адам деп Вероналы Пацификусти есаплайды (IX әсирдин басы). Минарларға орнатылған әпиұайы механикалық саатлардың 1335-жылы Милан қаласында соғылғаны хәққындағы мағлыұматлардың дурыс екенлиги белгили.

XI әсир - Альхазенниң физиологиялық оптика бойынша изертлеулериди. Әйемги грек изертлеушилериниң көриу нурлары теориясының орнына Альхазенниң көриу теориясы келеди. бул теория бойынша көриу сүүретлери көринетуғын денелерден шыққан нурлардан шыққан нурлар тәрепинен пайда етиледиди. Көзге түсип бундай нурлар көриу сезимлерин пайда етеди. Жақтылықтың шағылысыу хәм сыныу қубылысларын изертледиди, айнаның бетине түсирілген нормалдың, түсиуши хәм шағылысқан нурлардың бир тегисликте жататуғынлығын анықлау арқалы шағылысыу ызамының формулировкасын жетилистирди. Иймейтилген сфералық айнадан жақтылықтың шағылысыуын үйренди. Оның 1572-жылы



баспадан латын тилинде шыққан «Оптика қазнасы» деп аталатуғын мийнети бизге жетип келди.

- Ылақтырылған денениң қозғалыс тезлигинің тегисликке параллель хәм перпендикуляр еки қураўшыға жиклениўи (Альхазен).

- Араблар тәрәпинен магнит ийнениң (стрелканың бағытының өзгертетуғынлығының қайтадан ашылыўы, компастың пайда болыўы (магнит ийнениң анық бир бағытта бағытланыўы қытайлыларға бизиң эрамыздан бурынға 2700-жыллары белгили еди). Европада компас XII әсирде пайда болды.

- Ал Бируни XI әсирдиң басында арнаўлы түрде исленген ыдыстың (хәзирги ўақытлардағы мензуркаға сәйкес) жәрдемінде дурыс емес (курамалы) формаға ийе затлардың көлемин табыў усылын тапты. Бул усылдың жәрдемінде ол таза металлдардың, қымбат бағалы таслардың, базы бир куймалардың салыстырмалы салмақларын анықлады. Бул усыл оның бизге жетип келген «Минерология» китабында тлық тәрипленген.

- Омар Хайям өлшеўдиң хәм салыстырмалы салмақты табыўдың усылларын жетилистирди (XII әсирдиң екінши ярымы, оның «Даналық тәрәзиси ямаса абсолют суў тәрәзилери» атлы трактаты).

1121-жылы Альгацини «Даналық тәрәзиси ҳаққында китап» атлы трактатын жазды. Бул трактаты орта әсир физикасының өзине тән курсы деп те есаплайды. Бул китапта 50 қатты хәм суйық денелердиң салыстырмалы салмақларын қамтыўшы кесте бар, китапта Архимед нызамын тек суйықлықлар ушын емес, ал ҳаўа ушын да қолланыўдың мүмкин екенлиги, суўдың салыстырмалы салмағының температураға ғәрезли екенлиги, ал денениң салмағының денеде топланған заттың муғдарына пропорционалығы, тезлик өтилген жолдың ўақытқа қанасы менен өлшенилетуғынлығы көрсетилген. Соның менен бирге ареометрдиң пайдаланылыўы тәрипленген, сол ўақытлары пайдаланылған төрт түрли тәрәзиниң конструкциялары сызылмалар жәрдемінде баянланған.

1269-жылы магнетизм бойынша П.Перегриноның ямаса Марикурлық Пьердиң «Магнит ҳаққында үндеў хат» деп аталатуғын биринши қолжазба трактат пайда болды (1558-жылы баспадан шыққан). Бул китапта магнит тастың қәсийетлери, магниттиң полюслерин анықлаў усыллары, полюслердиң өз-ара тәсир етисиўлери, бир бирине тийдириў арқалы магнитлеў, магнитлердиң пайдаланылыўы мәселелери толық баянланған.

1271-жылы қолжазба түрінде Эразм Вителлийдиң (Вителло) оптика бойынша трактаты жазып питкерилди (1533-жылы баспадан шыққан). Бул китап орта әсирлерде кеңнен тарқалды. Китапта Евклид пенен Альхазенниң ислеген жумысларын баянлаў менен бир қатар жақтылық нурларының сынғандағы қайтымлығы бар болып, параболалық айналардың бир фокусының болатуғынлығы көрсетилген хәм радуга толық изертленген.

XIII әсирде Р.Бэкон сфералық айнаның фокуслық аралығын өлшейди (оған ийилген айнаның бас фокусы белгили болған) хәм сфералық абберация кубылысын ашады, көриў трубасы идеясын усынады, линзаларды илимий әсбап сыпатында биринши болып қолланады, билиўдиң тийкары тәжирийбеде деп есаплайды. Сонлықтан Р.Бэкон эксперименталлық усылды пайдаланыўдың ең дәслепки жар салыўшысы болды деп есапланылады.

1310-жыл Т.Теотоникус радуганы түсіндирди, бирақ радиугадағы реңлердиң избе-излигин түсіндире алған жоқ. Радуганы биринши рет дурыс түсіндирген адам деп Ал-Фаризи есапланады (шама менен 1280-жылы).

XIV әсир - Биз заматлық тезлик хәм тезлениў түсиниги пайда болды (У.Гейтсбери). Ол биринши болып қозғалыстың тезлениўи хәм әстелениўи хәм тең өлшеўли тезлениўши қозғалыстағы өтилген жол ҳаққындағы мәселесин қарады.

XIV әсир - Салыстырмалы орын алмастырыўларды изертлеўлер, «қозғалтыўшы күш» теориясы раўажлана баслады («импетус» теориясы, Ж.Буридан, Н.Орем, А.Саксонский), «материяның муғдары» түсиниги пайдаланыла баслады (Ж.Буридан).

- А.Саксонский қозғалысларды илгерилемели хәм айланбалы, тең өлшеўли хәм өзгермели қозғалысларға бөлди.

- Тең өлшеўли өзгермели қозғалыс ҳәареометр мүйешлик тезлик түсиниклери киритилди.

XIV әсир - Н.Орем еки өлшемлі координаталарды қолланыу арқалы қозғалыстың графикалық сүүретлениуін берди (тап усында жумысты 1346-жылы Дж. ди Казалис та орынлады) хәм дене тәрәпинен өтилген жолды ўақыт пенен байланыстырыушы тең өлшеулі өзгермели қозғалыс нызамын ашты. Усы ўақытлардан баслап илимий мийнетлерде қозғалыс тезликлериниң графиклери келтириле баслады хәм кинематикалық дәлиллеулер геометриялық характерге ийе бола баслады.

### Ояныу дәуири (XV-XVI әсирлер)

XV әсир. Еркін түсиуди хәм горизонт бағытында ылақтырылған денелердиң қозғалысларын, денеледиң соқлығысыуын изертледи, күш моментлери түсинигин кеңейтиу, тетраэдрдиң салмақ орайын анықлау, қозғалысларды бир орыннан екинши орынға алып беріу хәм түрлендириу ушын бир қатар механизмларди ислеп шығыу (конус тәризли подшипник, шынжырлы хәм қайыслы алып беріу, қос байланыс (хәзирги ўақыттағы аты «карданлық» хәм баскалар (Леонардо да Винчи).

- Динамиканың туўылыуы (инерцияның тәбиятын анықлау, тәсирдиң қарсы тәсирге тең хәм оған қарама-қарсы бағытланғанлығын екенлиги фактин анықлау). Сүйкеліс механизмлерин үйрениу хәм оның тең салмақлық шәртіне тәсири, сүйкеліс коэффициентлерин анықлау хәм сүйкеліс нызамын ашыу, орталықтың қарсылығының хәм көтеріу күшиниң бар екенлигин табыу (Леонардо да Винчи).

- Сестин шағылысыуын изертлеу хәм хар қыйлы дереклерден шыққан сесбердиң бир биринен ғәрезсизлик нызамын келтирип шығарыу (Леонардо да Винчи).

- Леонардо да Винчи көриу нызамларын изертлейди, камера-обскураны тәриплейди, линзалардағы гурлардың жолын графикалық жоллар менен дүзеди.

1440-жылы Н.Кузанский биринши гигрометрди соғады (жүннен исленген). 1664-жылы Ф.да Поппи пергамент қағаздан гигрометр, 1781-жылы киттиң муртынан (Ж. Делюк ) хәм 1783-жылы жүн гигрометр (Х. де Соссюр) соғылады.

1475-жылы Леонардо да Винчи мәңги дивигатулдиң болмайтуғынлығы хәкқындағы идеяны усынды.

1490-жыллар шамасы Леонардо да Винчи жиңишке найлар бойынша суйықлықлардың көтерілиуін бақлау арқалы капиллярлық кубылыслын ашты.

XV әсир. Н.Кузанский қозғалысты барлық нәрсениң тийкары деген ойды раўажландырады, Әлемниң қозғалмайтуғын орайы жоқ (салыстырмалы қозғалыс идеясы), Әлем шексиз. Жер хәм басқа да аспан денелерди бир басланғыш материядан дөреген.

1538-жылы Дж.Фракасторо затлардың көзге көриниуши өлшемлерин үлкейтиу ушын линзаны қолланды.

1543-жылы Н.Коперниктиң «Аспан сфераларының айланыуы хәкқында» деп аталыушы китабы жарық көрди. Бул китапта ол дүньяға көз-қарасты хәм тәбияттаныуды революциялық өзгертиуге алып келетуғын дүньяның гелиоорайлық системасын баянлады.

XVI әсир - Ф. Мавролик 1567-жылы «Жақтылық хәкқында билим беріуши» трактатын жазды (қайтыс болғаннан кейин 1611-жылы баспадан шыққан). Бул трактата жақтылықтың тууры сызықлы тарқалыуы, жақтылықтың шағылысыуы хәм сыныуы, радуга кубылысы, көздиң анатомиясы, көриу механизми баянланған. Мавролик көриу дефектлерин (узықтан көриушилик хәм жақыннан көриушилик) хәм көз әйнеклердиң тәсирин түсіндирди. Ол дөңес линзалардың жыйнаушы, ал ойыс линзалардың шашыратыушы екенлигин, жақтылық қаптал бетлери өз-ара параллель пластинка арқалы өткенде тарқалыу бағытын өзгертпейтуғынлығын, ал өз-өзине параллель қалып ауысатуғынлығын көрсетти. Радуганың жети реңиниң бар екенлигин биринши болып көрсетти (оған шекем радугада тек үш рең болады деп есаплады) хәм призмалардағы жақтылықтың сыныуын изертлей баслады (Радугада тек үш реңди жақтылық болады деген идеяға исениу мүмкин. Себеби хәзирги заман телевизорларындағы ямаса компьютерлердиң мониторларындағы тек үш реңге ийе кинескоптың қандай реңлерди беретуғынлығы бәршеге мәлим).

1558-жылы Дж.Портаның «Тәбийий магия» («Естественная магия», «Магия» сөзин карақалпақ тилине аудармаймыз.) кітабы жарық көрді. Бір қатар жаңа бақлауларды өз ишине алыушы бұл кітапта ийемітілген айналардың жәрдеминде тууыдан-тууы сүреттерді алыу, камера-обскураны сүреттер салыу және оларды проектілеу (проекциялық фонар идеясы), көріу теориясын түсіндіріу үшін қолланыу магнетизм бойынша базы бір мағлыұматлар келтірілген.

1575-жылы Н.Монардес флюоресценцины бақлайды.

1583-жылы Г.Галилей тәрепинен маятниктің тербелісінің изохронлығы табылды.

1584-жылы Джордано Бруноның «Әлемнің шексізлігі және дүниелер хақында» («О бесконечности, Вселенной және мирах») деп аталатуғын диалогы баспадан шықты. Бұл кітапта ол Әлемнің шексізлігі, Қуяш системасынан басқа да системалардың бар екенлігі, Қуяш системасында басқа да планеталардың ашылуының мүмкін екенлігі, Қуяштың және басқа да жұлдызлардың өз көшери дөгерігінде айланыуы, тәбиаттың ызамаңлардың бірлігі идеялары орын алған.

1585-жылы Дж.Бенедеттидің «Хәр қыйлы математикалық және физикалық таллаулар» («Различные математические және физические рассуждения») трактаты баспадан шықты. Бұл трактата денелердің қозғалысының тезленіуін түсіндіріу үшін қолланылатуғын инерция принципі, орайдан қашыушы күш хақындағы пікірлер, гидростатикалық парадокстың дәлілленіуі бар.

1586 -жылы С.Стевиннің «Статиканың басламалары» («Начала статики») трактаты жарық көрді. Бұл трактата мәңгі двигателдің мүмкін емеслігі принципі, қыя тегісліктегі дененің тең салмақлық шәртінің дәлилі бар болып, күштерді қосыу ызамаңы (күштер параллелограммы) және күшті бір бирине перпендикуляр болған екі қураушыға жиклеу қағыйдасы ашылған, дара жағдай үшін мүмкін болған орын алмасулар принципі келтірилип шығарылған. Бұл жұмыста әйемгі илимпазлардың статикасы өзінің жуұмақланыуын тапты («Әйемгі статика ұсының менен питті» деген сөз).

XVI әсир - Голландиялы ұсталар тәрепинен көріу трубасының соғылуы (оның пайда болыуын Захария Янсеннің аты менен байланыстырады, 1590-жыл). Дөңес және ойыс линзалардан туратуғын қысқа көріу трубаларының адамлар арасында тез тарқалуы шама менен 1608-жылы басланды.

1590-жылы микроскоптың Италиялық моделі пайда болды. 1604-жылы микроскопты Захария Янсен соқты. 1610-1614 жыллары микроскоптарды Галилео Галилей конструкциялады.

1592-жылы Галилео Галилей хәзіргі уақытлардағы термометрді еске түсіріуші термоскопты іслеп шықты (бұл аспап 1620-жыл Ф.Бэкон тәрепинен тәріпленген).

### **Физиканың илим сыпатында аяғына турыу дәуірі (XVII әсирдің басмы - XVII әсирдің 80-жыллары)**

1600-жылы У.Гильберттің «Магнит, магниттік денелер және Жердің үлкен магнитті хақында» трактаты жазылды. Бұл трактата электр- және магнитостатиканың тийкарлары баянланған.

1603-жылы В.Каскариоло тәрепинен фосфоресценция ашылды.

1604-жылы Иоган Кеплердің оптика бойынша «Вителлияға қосымшалар» деп аталатуғын кітабы жарық көрді. Бұл кітапта оның көріу теориясы, камера-обскура теориясы бойынша пікірлері, фотометрияның тийкарғы ызамаңларының биірі болған жақтыланғанлық пенен деректен қашықтықтың квадраты арасындағы керіп пропорционаллық ызамаңы келтірилип шығарылған, линзаның фокусы түсинігі және линза формуласы берілген.

1604-1609 жыллары Галилео Галилей горизонтқа мүйеш жасап ылақтырылған дененің қозғалыс ызамаңын ашты және қыя тегіслік бойынша қозғалыстың тең өлшеулі тезленіуші екенлігін көрсетті.

1604-жылы К.Дреббель денелердің жыллылықтың тәсирінде кеңейіуі бойынша тәжірийбелер иследи.

1607-жылы Галилео Галилей жақтылықтың тезлигин анықлау бойынша тәжірийбелер өткерди (Бул тәжірийбелердің хеш қандай нәтийжелерди бермегенлигин билемиз).

1609-жылы И.Кеплердің «Жаңа астрономия» атлы кітабы жарық көрди. Бул кітапта планеталардың қозғалысының дәслепки еки ызамы келтирилген хәм салмақ барлық аспан денелерине тән деген пикир келтирилген.

- Галилео Галилей көріу трубасын конструкциялады (майыстырылған окулярға ийе труба) хәм оны астрономиялық бақлаулар үшін телескоп сыпатында пайдаланды (оптикалық астрономияның пайда болыуы, «Конструкциялады» деген сөз «конструкциялады» хәм «соқты» деген мәнисте келтирилген). 1608-жылы тап усындай трубаны Х.Липперсгей соқты.

- Термостат ойлап табылды.

1611-жылы И.Кеплердің «Диптрика» мийнети баспадан шықты. Бул кітапта көріу трубасының теориясы берилген (майыстырылған окулярға ийе труба, бундай трубаны хәзирги уақытлары Кеплер трубасы деп атайды). Биз мийнетте де элементар геометриялық оптика баянланған («Вителлияға қосымшалар» кітабындағыдай).

1619-жылы И.Кеплердің «Дүньяның гармониясы» («Гармония мира») трактаты баспадан шықты. Бул трактата планеталардың қозғалысының үшінши ызамы орын алған.

1620-жылы Ф.Бэконның «Жаңа органон» («Новый органон») кітабы жарық көрди. Бул кітапта жыллылық қозғалыс болып табылады деген идея биринши рет айтылған. Буннан кейин жыллылыққа болған кинетикалық көз-қарасларды Р.Бойль рауажландырды. Ол 1675-жылы тәртіплескен қозғалыстың тәртіпсиз жыллылық қозғалысларына айланыуын демонстрациялады.

1621-жыллар шамасы В.Снеллиус жақтылықтың сыныу ызамын экспериментте ашты.

1628-жылы Б.Кастелли найдағы суйықтықтың ағысының тезлигинің найдың кесе-кесиминің майданына керип пропорционал екенлигин ашты

1631-жылы Ж.Рей суйықтықлы термометр соқты.

1632-жылы Галилео Галилейдің «Дүньяның еки тийкарғы системасы болған Птолемей хәм Коперник системалары хаққында диалог» («Диалог о двух основных системах мира - птолемеевой и коперниковой») мийнети жарық көрди. Бул мийнетте инерция принципи менен салыстырмалық принципи орын алды.

1635-жылы Н.Аджиунти тәжірийбеде суу музға айланғанда қысылмайтұғынлығын, ал кеңейетуғынлығын көрсетти. 1667-жылы бундай жағдайдың орын алатұғынлығын Х. Гюйгенс көрсетти. Бул хаққында Галилео Галилейде болжады..

1637-жылы Рене Декарттың «Диоптрика» мийнети баспадан шықты. Бул кітапта жақтылықты алып жүріуши эфир хаққындағы идея болжап айтылды, сыныу ызамының теориялық дәллилениуі, радуга теориясы келтирилди.

1638-жылы Галилео Галилейдің «Илимнің жаңа еки тарауы бойынша аңғимелер хәм математикалық дәллилеулер...» («Беседы хәм математические доказательства, касающиеся двух новых областей науки...») мийнети жарық көрди. Бул мийнетте еркин түсіу ызамы (еркин түсіуши денениң тезлигинің уақытқа, ал өткен жолдың узынлығының уақыттың квадратына пропорционаллығы), орын ауыстырыуларды қосыу ызамы, материаллардың қарсылығы тәлиматы орын алған.

1641-жылы О.Герике хауа насосын ойлап тапты.

- П.Гассенди Галилейдің салыстырмалық принципін тастыйықлаушы тәжірийбел иследи.

- Спиртли термометр соғылды. 1646-жылы спиртли термометрди Э.Торричелли демонстрациялап көрсетти.

- Э.Торричеллидің «Еркин түсіуши хәм ылақтырылған денелердің қозғалысы хаққында» («О движении свободно падающих хәм брошенных тел») кітабы жарық көрди. Бул кітапта қыа тегисликтеги денелердің тең салмақлылықта туруу ызамлары хәм салмақ

орайының қозғалысы хаққындағы принцип, денелердің горизонтқа мүйеш жасап бағытланған қозғалыстары хәм бундай қозғалыстағы траекториялардың парабола тәризли екенлиги қарап өтилген, балластиканың баска да теоремалары дәлилленген.

- Э.Торричелли ашық ыдыстағы тесиктен суйықтың шығыу тезлиги ушын формуланы келтирип шығарды (Торричелли формуласы).

1643-жылы атмосфералық басымның ашылыуы (Э.Торричелли). Атмосфералық басымның бар екенлиги бойынша биринши тәжирийбени Э.Торричеллидің көрсетпеси бойынша В.Вивиани өткерди, тәжирийбениң жуўмақлары Э.Торричелли тәрeпинен 1644-жылы түсиндирилди.

1644-жылы вакуумның алыныуы («Торричелли бослығы» деп аталған) хәм барометрдің соғылыуы (Э. Торричелли). «Барометр» терминин 1662-1663 жыллары Р.Бойль киргизди.

- Р. Декарттың «Философияның басламасы» деген мийнети жарық көрди. Бул мийнетте инерция ызама анық баянланған, магнетизм теориясы берилген хәм биринши космогониялық гипотеза баянланған («Космогониялық гипотеза» - Куяш системасының пайда болыуы хаққындағы гипотеза). Соның менен бирге бул китапта оның қозғалыстың сақланыу ызама баянланған (Декартта тезлик скаляр шама). Бул ызамның бар екенлиги хаққындағы пикирди Р.Декарт 1639-жылы айтқан еди.

1648-жылы жақтылықтың дисперсиясының ашылыуы (Я.Марци).

- Бийикликке байланыслы атмосфералық басымның киширейиуи экспериментте табылды (экспериментлерди Б.Паскальдың идеясы бойынша Ф. Перье өткерди).

1653-жылы Б.Паскаль тәрeпинен суйықтықтағы басымның тарқалыу ызама табылды (Паскаль ызама), бул нәтийжелер 1663-жылы «Суйықтықлардың тең салмақтығы» трактатында баспадан шығарылған.

1654-жылы О.Герике «Магдебург ярым шарлары» менен демонстрациялық тәжирийбе өткерди хәм атмосфералық басымның бар екенлигин дәлилледи.

1655-жылы сынап термометринің соғылыуы.

1657-жылы Х.Гюйгенс түсиу механизминде ийе маятникли саатты конструкциялады. Бундай саатлар дәл эксперименталлық техниканың тийкарын курады (Саатта маятникти пайдаланыуды биринши болып Г.Галилей 1636-жылы усынған еди).

1660-жылы Р.Гук қатты денелердің серпимлиги ызамын ашты (Гук ызама). Бул 1676-жылы жарық көрди.

- Р. Бойль хәм Р.Гук Герикениң хауа насосын жетилистирди (Бойль насосы).

1661-жылы Р.Бойль хәм Р.Тоунли газдің көлеми менен басымы арасындағы кери пропорционаллықты тапты. Усындай ғәрезликти 1676-жылы Э.Мариотта тапты (Бойль-Мариотт ызама).

- Р.Бойль «Химик-скептик» атлы мийнетинде денениң ең әпиуайы курамлық элементи сыпатында химиялық элемент түсинигин киргизди.

1662-жылы П.Ферма геометриялық оптиканың тийкаргы принципин келтирип шығарды (Ферма принципи).

1663-жылы Э.Сомерсет пуу машинасын ойлап тапты (1667-жылы Лондонда соғылған хәм бул машина сууды 40 фут бийикликке көтерген). 1705-жылы болса пуу-атмосфералық суу көтериуши машинаны Т.Ньюкомен дөретти.

1665-жылы Ф.Гримальдидиң «Жақтылық, рең хәм радуга хаққында» деп аталыушы мийнети жарыққа шықты, бул мийнетте жақтылықтың дифракциясы кубылысының ашылыуы орын алған.

- Р.Гуктың «Микрография» мийнети жарық көрди. Бул мийнетте оның микроскопиялық бақлауларының нәтийжелери, дифракция кубылысы орын алған, соның менен бир қатар жақтылықтың көлденең толқын екенлиги хаққында гипотеза келтирилген.

1665-66 жыллары Исаак Ньютон денелер арасындағы тартылыс күшиниң шамасының сол денелер арасындағы кашықтықтың квадратына кери пропорционал екенлигин тапты.

1665-жылы Х.Гюйгенс хәм Р.Гук термомердин тийкарғы нокатлары ретинде муздың ериў нокаты менен суўдың қайнаў нокатын алыўды усынды. 1694-жылы тап усындай идеяны К.Ренальдини усынды.

1666-жылы И.Ньютон тәрәпине ақ жақтылықтың спектрге (жақтылықтың дисперсиясы) «қайтадан» ашылды, хроматик аберрация кубылысы ашылды, жақтылықтың корпускулалық теориясы дәретилди. Өзиниң «Жақтылық пенен реңлердиң жана теориясы» мийнетин Ньютон 1672-жылы, кейин 1675-жылы Лондон короллик жәмийетиниң (*The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge*) мәжилислеринде баянлады, бул баянламалардың тийкарында 1704-жылы оның «Оптика» китабы жарық көрди (Лондон короллик жәмийети (*The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge*) Уллыбританияның ең алдыңғы илимий жәмийети. 1660-жылы шөлкемлестирилген, 1662-жылы Король хартиясы тәрәпинен тастыйықланған. Миллий Илимлер академиясы сыпатында хәрекет етеди. 1703-жылдан баслап 1727-жылға шекем жәмийеттиң президенти лаўазымында И.Ньютон иследи. Хәзирги ўақытта (2005-жылдан бери) жәмийетти белгили астрофизик Мартин Джон Рис басқарады.).

1668-жылы И.Ньютон айналы телескоп-рефлектор соқты (оның проектин 1663-жылы Дж.Грегори усынанған еди).

- Р.Гук барлық денелер ушын қайнаў хәм ериў нокатларының турақлы екенлигин көрсетти.

1669-жылы Э.Бартолин исланд шпаты кристалындағы қос нур сындырыў кубылысын ашты.

- Фосфордың хемиллюминесценциясының ашылыўы (Г.Брандт).

- Х.Гюйгенс өзиниң «Денелердиң соққының тәсириндеги қозғалысы» мемуарында серпимли денелердиң орайлық соққысының теориясын берди, қозғалыс муғдарының ( $mv$ ) сақланыў нызамы менен «тири» күшлер ( $mv^2$ ) нызамын ашты. Механикалық қозғалыстың өлшеми сыпатында «тири күшлер» (кинетикалық энергия) түсинигин 1686-жылы Г.Лейбниц усынды. Ол және «тири күшлер» диң сақланыў нызамын ашты.

1673-жылы Х.Гюйгенстиң «Маятникли саатлар» деп аталатуғын мийнети жарық көрди. Бул мийнетте физикалық маятник теориясы, инерция моменти түсиниги хәм орайдан қашыўшы күшлер нызамлары орын алған.

1674-жылы Д. Папин тәрәпинен суўдың қайнаў температурасының басымнан ғәрзлиги ашылды (киши басымларда суў 100 °C дан төмен температураларда қайнайды).

1676 -жылы О.Рёмер Юпитердиң жолдасларын бақлаўдың нәтийжесинде жақтылықтың шекли тезлик пенен тарқалатуғынлығын анықлады хәм өзи алған нәтийжелердиң тийкарында 214000 км/с шамасын алды (усы дәўирге шекем Дж.Порта, И.Кеплер, Р.Декарт хәм басқалар жақтылықтың тезлигин шексиз үлкен деп есаплады).

1678-жылы Х.Гюйгенс тәрәпинен жақтылықтың толқынлық қәсийетиниң ашылыўы хәм оның тийкарында сол ўақытлары белгили болған кубылысларды түсиндириўи. Жақтылықтың толқынлық қәсийети ҳаққындағы идеяны биринши рет 1648-жылы Я.Марци хәм 1665-жылы Ф.Гримальди хәм Р.Гук усынды.

- Жақтылықтың поляризациясының ашылыўы (Х.Гюйгенс).

- Х.Гюйгенс биринши болып тәжирийбелер өткериў жолы менен Париж қаласы ушын салмақ күшиниң мәнисин анықлады ( $g = 979,9 \text{ см/с}^2$ ).

1680-жылы Д.Папин биринши қазанды соқты (Папин қазаны). 1681-жылы ол қазанға сақлаў (предохранитель) клапан орнатты.

### Классикалық физика дәўири (XVII әсирдиң ақыры - XX әсирдиң басы)

#### Биринши этап (XVII әсирдиң ақыры - XIX әсирдиң 60-жыллары)

1687-жылы Исаак Ньютонның «натурал философияның математикалық басламалары» («Басламалар») кітабы жарыққа шықты. Бул кітапта механиканың тийкарғы түсиниклери менен аксиоматикасы киргизилген. Мысалы механиканың тийкарғы үш ызамы (Ньютон ызамлары) хэм пүткил дүньялық тартылыс ызамаы. «Басламалар» дың жарыққа шыгыуы физика тарийхында жаңа дәуирди баслады. Себеби бул кітапта тәбияттағы көп санлы процесслерди басқаратуғын механиканың толық дөретилип болынған системасы баянланған.

1690-жылы Х.Гюйгенстиң «Жактылык хакқында трактат» мийнети жарық көрди (1678-жылы питкерилген). Бул кітапта жактылыктың толқынлык теориясы (жактылык толқынлары эфирдеги серпимли импульслар тәрөпинен қоздырылады), айланып өтиўши толқынларды дүзиў (Гюйгенс принцип) хэм оның өзи тәрөпинен ашылған жактылыктың поляризациясы тәрөплиген.

1697-жылы Т.Шталь флогистон теориясын ислеп шықты. Флогистон идеясын 1669-жылы И.Бехер да усынды.

1699-жылы Г.Амонтон қатты денелердиң сыртқы сүйкелис ызамын ашты.

1701-жылы Ж.Савёр турғын толқынлар хакқындағы көз-қарасты киргизди.

1703-жылы Х.Гюйгенстиң «Орайдан қашыўшы күш хакқында» мийнети баспадан шықты. Бул кітапта орайдан қашыўшы күштиң аңлатпасы берилген.

- Голландиялы ювелирлер турмалиндеги пирозлектр кубылысын бақлады. Турмалинниң қыздырғандағы электрлениўин 1754-жылы Дж.Кантон хэм Ф.Эпинус бақлаған еди.

1706-жылы биринши шийше электр машинасы соғылды (Ф.Гауксби).

- Газлердеги разрядларды изертлеўдиң басланыўы (Ф.Гауксби).

1710- (ямаса 1714-) жылы Г.Фаренгейттиң  $212^{\circ}$  лық (Фаренгейт шкаласы) термометрии соғылды. Бул термометр идеясын О.Рёмер усыңған еди.

1718-жылы Ж.Жюрен капилляр найлардағы суйықлықтың көтерилиў ызамын ашты (Жюрен ызамаы).

1729-жылы электр өткизгишлик кубылысы ашылды (С. Грей).

- С.Грей өткизгиштеги электр зарядының оның бети бойынша тарқалатуғынлығын көрсетти.

- П. Бугердиң «Жактылыктың градациясы хакқында оптикалык трактат» кітабы баспадан шықты. Бул кітапта фотометрияның тийкарлары баянланған (мысалы оның ашқан орталық арқалы өткенде жактылыктың хәлсиреў ызамаы келтирилген (Бугер-Ламберт-Бер ызамаы).

1730-жылы Р.Реомюр термометрлердеги 0 ден  $80^{\circ}$  қа шекемги шкаланы усынды (Реомюр шкаласы).

1733-жылы электр зарядларының еки түриниң, атлас зарядлардың ийтерилисетуғынлығының хэм хәр қыйлы зарядлардың бир бирине тартылуў кубылысының ашылыўы (Ш.Дюфе).

1738-жылы Д.Бернуллидиң «Гидродинамика» мийнети жарық көрди. Бул мийнетте идеал суйықлықтың стационар қозғалысының теңлемеси (Бернулли теңлемеси) хэм кинетикалык теорияның элементлери орын алған (Бернулли жыллылықты бөлекшелердиң қозғалысы, газди майда бөлекшелердиң жыйнағы, ал газдиң ыдыс дийўалына түсирген басымын бул бөлекшелердиң тәсири деп қарады).

1740-жылы фотометр соғылды (П.Бугер).

1742-жылы электрди «өткизиўши (өткизгиш)» хэм «өткизбеўши (өткизгиш емес)» түсиниклери киргизилди (Ж.Дезаюлье).

- А.Цельсий термометрдиң жүз градуслык шкаласын усынды (Цельсий шкаласы).

1745-жылы Э. Клейст хэм П. Мушенбрук биринши электр конденсаторын соқты (Лейден банкасы).

1746-жылы Дж.Элликот тәрөзи принципине тийкарланған электрометрди конструкциялады.

- Қозғалыс муғдары моментиниң сақланыў ызамаы ашылды (Л.Эйлер, Д.Бернулли).

1747-жылы Ж.Нолле электроскопты ойлап тапты.

1748-жылы М.В.Ломоносов материя менен қозғалыс жоғалмайды хәм жоқтан бар болмайды деген идеяны усинды (Ломоносовтың материя менен қозғалыстың сақланыуынызы).

- Ж.Нолле дийуал аркалы айырылып турған суйықлықлардың диффузиясын ашты.

- Ж.Нолле осмосты ашты.

1750-жылы М.В.Ломоносовтың «Жыллылық пенен сууықлықтың себептери ҳаққындағы ойлар» китабы баспадан шықты. Бул китапта оның жыллылық теориясы баянланған. Ломоносов бойынша жыллылық затлардың бөлекшелериниң айланбалы қозғалыслары менен байланыслы. Усы китапта температуралардың абсолют ноли ҳаққында да идея бар.

- Я.Сегнер ең биринши реактив гидравликалық турбинаны конструкциялады («Сегнер дөңгелеги»).

- Шақмақты алып кетиуши ислеп шығылды (молниеотвод) (Б. Франклин). 1753-жылы шақмақты алып кетиушини И.Винклер, ал 1754-жылы П.Дивиш соқты.

- Б.Франклин электрдің унитар теориясын ислеп шықты, оң хәм терис зарядлар түсинигин, олардың «+» хәм «-» белгилер менен белгилениуин енгизди, электр зарядының сақланыуынызымын ашты.

1755-жылы Л.Эйлер «Суйықлықлардың қозғалысының улыуымалық принциптери» хәм «Суйықлықлардың тең салмақлығының улыуымалық принциптери» китапларында суйықлықлардың аналитикалық механикасын ислеп шықты, идеал суйықлықлардың қозғалысының тийкарғы теңлемелерин келтирип шығарды, Д.Бернулли менен бирликте теориялық гидродинамиканың дөретиушиси болып табылады.

- Ж.Делжж биринши болып музды еритиу ушын оны ериу температурасына шекем қыздырыудың жеткиликли емес, ал басқа агрегат ҳалға өтиу ушын (муздың сууға айланыуы ушын) және базы бир муғдардағы жыллылықтың керек екенлигин көрсетти (ериудің жасырын жылыуы).

1756-жылы М.В.Ломоносов тәрпипен химиялық реакцияларда затлардың массасының сақланыуынызымының ашылыуы. Бул ызамды 1774-жылы А. Лавуазье де ашты.

1757-жылы Дж.Доллонд ахромат объективти дөретти. Бундай объектив идеясын 1695-жылы Д.Грегори хәм оннан ғәрезсиз 1747-жылы Л. Эйлер рауажландырды.

1758-жылф Р.Бошковичтиң «Тәбиятта бар болған күшлердің бирден бир ызамына келтирилген натурал философияның теориясы» («Теория натуральной философии, приведенная к единому закону сил, существующих в природе») китабы жарық көрди. Бул китапта барлық физикалық кулылысларды түсиндириуе ҳәрекет исленген.

1760-жылы И.Ламберттиң «Фотометрия ямаса жақтылықты, реңлерди хәм саяны өлшеу хәм салыстыруу» мийнети («Фотометрия, или об измерениях хәм сравнениях света, цветов хәм тени») китабы жарық көрди Бул китапта фотометрияның тийкарғы түсиниклери хәм ызамлары, мысалы жақтылықтың орталықтағы ҳәлсиреу ызамы келтирилген. (Бугер-Ламберт-Бер ызамы).

1762-жылы Муздың ериу хәм пууға айланыу жыллылығы биринши рет өлшенди (Дж.Блэк).

1763-жылы И.И.Ползунов пуу машинасының проектин ислеп шықты.

1770-жылы Дж.Блэк жыллылық сыйымлығы түсинигин киргизди.

- Дж. Уатт кууаттың бирлиги болған ат күшин киргизди.

1772-жылы Ж.Делюк суудың жыллылық кеңейиуиндеги аномалияның бар екенлигин тапты хәм оның тығызлығының максималлық мәнисиниң  $+4^{\circ}$  та орын алатуғынлығын көрсетти.

- И. Вильке қатты денелердің жыллылық сыйымлығын бириншилерден болып өлшеди.

1775-жылы электрофор жетилистирилди (А.Вольта). Электрофор 1757-жылы Ф.Эпинус тәрпипен ойлап табылған еди.

1777-жылы К.Шееле жыллылық нурланыуы түсинигин киргизди (нур жыллылығы, лучистая теплота) хәм жыллылық нурланыуы үстинде бақлаулар жүргизди (жыллылық



нурлары хәм олардың айнада шағылысыуы 1657-1667 жыллары Флоренциялық илимпазлары тәрәпинен бақланды).

1781-жылы А.Вольта сабаннан исленген сезгир электроскопты ойлап тапты.

1782-жылы Р.Гаюи пьезоэлектр эффектін ашты.

1783-жылы А.Вольта электр конденсаторын соқты.

- А.Лавуазье хәм П.Лаплас 1780-жылы ойлап табылған муз калориметр жәрдеминде көплеген қатты хәм сұйық денелердің жыллылық сыйымлықтарын анықлады.

1784-жылы Джеймс Уатт универсал пуў двигатели болған үзликсиз айланыўшы қозғалыс жасайтуғын пуў машинасын дәретти (Уатт машинасы).

1785-жылы Ш.Кулон тәрәпинен электр тәсирлесіуінің тийкарғы нызамы ашылды (Кулон нызамы). Электр тәсирлесіу күшинің қашықтықтың квадратына кери пропорционаллығын 1760-жылы Д. Бернуллі, 1766-жылы Дж.Пристли хәм 1771-жылы Г. Кавендиш тапты.

1786-жылы Д.Риттенгаус дифракциялық пәнжерени соқты. 1821-жлдан баслап И.Фраунгоферде дифракциялық пәнжерелер кең түрде қолланыла баслады. Усыған байланысly көп изертлеушілер И.Фраунгоферди биринши дифракциялық пәнжерени ойлап тапқан адам деп есаплайды.

1787-жылы Э.Хладни тарлар менен стерженлердің бойлық тербеліслерин тапты.

- Э.Хладни акустикалық фигуралардың пайда болыуы менен жүретуғын пластинкалардың тербеліслерин үйрениу бойынша тәжірийбелерин иследи (Хладни фигуралары).

- Ж.Шарль газдың басымының температурадан ғәрезлигин аңлататугын газ нызамларының бирин ашты (Шарль нызамы).

1791-жылы Л.Гальванидің «Булшық еттің қозғалысындағы электр күшлери хаққындағы трактат» мийнети жарық көрди. Бул мийнетинде Л.Гальванидің 1786-жылы электр тоғын ашқанлығы хаққында мағлыұматлар бар еди.

- П.Прево қозғалғыш жыллылық тең салмақтығы теориясын усынды.

1796-жылы П.Лапласың «Дүнья системасын баянлау» мийнети баспадан шықты. Бул мийнетте оның Куяш системасының пайда болыуы хаққындағы гипотезасы бар еди.

- Э.Хладни қатты денелердеги сес тезлигинің хаўадағы сес тезлигине қатнасын өлшеди.

1798-жылы Г.Кавендиш буралыушы тәрезинің жәрдеминде денелердің бир бири менен тартысыуын изертледі хәм усы арқалы И.Ньютонның пүткил дүньялық тартылыс нызамының дурыс екенлигин тастыйықлады. Усының менен бирге ол Жердің тығызлығын есаплады ( $5,18 \text{ г/см}^3$ ).

- Б.Румфорд жыллылықтың механикалық теориясының дурыс екенлигин дәлиллейтуғын тәжірийбелер өткерди.

1799-жылы Г.Дэви муздың еки бөлегин бир бирине сүйкеу арқалы суўға айландырыу бойынша тәжірийбелер өткерди (Дэви тәжірийбеси). Усындай жоллар менен ол механикалық жұмыс ислеу арқалы жыллылықтың алыныуының мүмкиншилигин дәлилледі.

- А.Вольта турақлы электр тоғының биринши дереги болған «вольта бағанасын» ислеп шықты. Бул гальваникалық элементтің прототипи еди.

- Э.Хладни стерженлердің айланыу тербеліслерин ашты.

1800-жылы электр тоғының жыллылық тәсир ашылды (А.Фуркруа).

- Суўдың электр тоғының тәсиринде тарқалыуы ашылды (У. Никольсон, А. Карлейль, И. Риттер). Суў арқалы электр ушқыны өткенде водородтың хәм кислородтың ажыралып шығатуғынлығын 1789-жылы А.Труствик хәм И.Дейман бақлаған еди.

- У.Гершель инфрақызыл нурларды ашты.

- Т.Юнг тәрәпинен сестің интерференциясының хәм толқынлардың суперпозиция принципін ашылыуы.

1801-жылы Т.Юнг жақтылықтың интерференциясының принципін ашты. Бул принципті 1815-жылы О.Френель «қайтадан» ашты.

- Ультрафиолет нурлардың ашылыуы (У.Волластон, И.Риттер).

1802-жылы У. Никольсон электр тогының жақтылық қасиетін ашты.

- Электр тогының химиялық тәсірінің ашылуы (У.Волластон).
- Н.Готро тәрепинен химиялық элементтің поляризациясының ашылуы. Металлдардың сұйықлықтар менен контактіндегі тез окисленіу фактіні 1792-жылы Дж.Фабброни ашты.
- Т.Юнг тәрепинен екі саңлақтан жақтылықтың интерференциясын алуы бойынша тәжірибелер іс-зерттеді.

- Ж.Гей-Люссактың газлардың кеңейіуін изерттеуі және газдың көлемінің температураға байланысты өзгеріс заңын ашылуы (Гей-Люссак заңы). Бұл заңды сол жылы Ж.Гей-Люссактан ғарезсіз Дж.Дальтон да ашқан еді (1787-жылы осы ғарезлікті Ж.Шарль тапты, бірақ ол жұмыстарының нәтижелерін баспадан шығармады).

- В.В.Петров тәрепинен электр дугасының ашылуы және электр дугасы менен хәр қандай тәжірибелердің іс-зерттеуі (металлдарды ертіу, хәр қылы затларды жағу). Тап осындай тәжірибелерді 1810-жылы Г.Дэви де іс-зерттеді.

1803-жылы Т. Юнг тәрепинен хәр қандай реңге ие жақтылық толқындарының ұзындықтары өлшенді. Ол қызыл жақтылықтың толқын ұзындығы үшін 0,7 микрон, фиолет жақтылықтың толқын ұзындығы үшін 0,42 микрон шамаларын алды.

- Дж.Дальтон атомдық салмақ түсінігін енгізді және элементтердің атомдық салмақтарының кестесін түзді.

1806-1807 жылдар П.Лаплас тәрепинен капиллярлық теориясының дәретілуі (бұл жұмыста молекулалар арасындағы тартысу тек жақын аралықтарда ғана сезіледі деген көз-қарас пайдаланылған).

1806-жылы П.Лаплас капиллярлық басымды анықлау үшін формуланы келтіріп шығарды (Лаплас формуласы).

1807-жылы адиабаталық кеңейіуде газдың температурасының төмендеуі, ал адиабаталық қысылғанда температураның жоғарылауы табылды (Ж.Гей-Люссак). Бұл құбылыстың бар екендігін Э. Дарвин (1788-жылы) және Дж.Дальтон (1800-жылы) айтқан еді.

- Т.Юнг тәрепинен серпимлилік модулінің киргизілуі (Юнг модулі).

1808-жылы Э.Малюс тәрепинен шағылысқанда жақтылықтың поляризацияға ұшырайтуғындығы және оның аты менен аталатуғын заңның ашылуы (Малюс заңы).

1809-жылы қатты денелердегі сестің тезлігін өлшеу (Ж.Био).

1810-жылы С.Пуассон серпимлилік характеристикасы болған бойлық созылуының көлденең қысылуға қатнасын өлшеді (Пуассон коэффициенті).

1811-жылы А.Авогадро тәрепинен затлардың молекулалық құрылысы идеясы ұсынылды және оның аты менен аталатуғын заңның ашылуы (Авогадро заңы).

- Сынғанда жақтылықтың поляризацияланатуғындығының ашылуы (Э.Малюс, Ж.Био).

- Д.Араго тәрепинен жақтылықтың дөңгелек поляризациясының (круговая поляризация) ашылуы (бұндай поляризацияны 1815-жылы Ж.Био және Д.Брюстерлер де тапты).

- Д.Араго кварцта оптикалық активлікті ашты (1815-жылы скипидардағы оптикалық активлікті Ж.Био ашты).

- С.Пуассон потенциал теориясын электростатикалық құбылыстарға тарқатты және оның аты менен аталатуғын Пуассон теоремасы деп аталатуғын теореманы келтіріп шығарды (1824-жылы ол теореманы магнетизм үшін де қолланды).

1812-жылы Ж.Берар жыллылық нұрларының қос сынуы ашты.

1813-жылы Ф.Деларош және Ж.Берарлер газлардың жыллылық сыйымдылығын бірінші болып дәл өлшеді.

1814-жылы И.Фраунгофердің Қуяштың спектрінде қараңғы жұтылуы сызықтарының бар екендігін аңғарды, бұл сызықтар оның аты менен атала бастады (Фраунгофер сызықтары). Осындай сызықтарды 1802-жылы У.Волластон тәрепинен бақланған еді, бірақ ол өзінің ашқан жаңалығын бағалай алмады және оларды надурис интерпретациялады.

1815-жылы Ж.Био тәрепинен поляризация тегісілігінің айланыу заңы ашылды (Био заңы).

- Д.Брюстер сыныу көрсеткіші менен жақтылықтың түсіу мүйеши (усындай мүйеште бетте шағылыскан жақтылық толығы менен поляризацияланған) арасындағы байланысты анықлады (Брюстер нызамы).

1815-жылы О.Френель Гюйгенс принципін «қайтадан» ашты хәм оны когерентлік ҳаққындағы көз-қарас пенен толықтырды (принцип Гюйгенс-Френель принципі).

1816-жылы О.Френель жақтылықтың интерференциясын алыу ушын еки айна менен тәжірийбелер өткерди (Френель айналары).

- О.Френель хәм Д.Араго бир бирине перпендикуляр поляризацияланған толқынлардың интерференцияланбайтуғынлығын тапты.

- П.Лаплас адиабаталықты есапқа алатуғын сес толқынының ҳаўадағы тезлиги ушын формула алды (адиабаталық формула).

- У.Проут барлық химиялық элементлердің атомлары пүтин санлар менен аңлатылады, яғный водород атомларының комбинациялары болып табылады деген гипотезаны усынды (Проут гипотезасы).

1817-жылы Т.Юнг жақтылық толқынларының көлденеңлиги ҳаққында болжау айтты (1819-ылы усындай болжауды О.Френель усынды).

1818-жылы О.Френель тәрeпинен зоналарды курыу формасындағы жақтылықтың дифракциясы теориясын усынды (Френель зоналары).

- О.Френель қозғалыушы денелер оптикасының басламасын дөтетти.

1819-жылы О.Френелдің жақтылықтың интерференциясын алыу ушын бипризма менен тәжірийбелер иследи (Френель бипризмасы).

- П.Дюлонг хәм А.Пти әпиуайы затлар ушын салыстырмалы жыллылық сыйымлығының атомлық салмаққа көбеймесинің турақлы шама болатуғынлығын ашты (Дюлонг хәм Пти нызамы).

1820-жылы Х.Эрстед тәрeпинен тоқтың магниттік тәсири ашылды (ол 1812-жылы «электр күшлеринің магнитке тәсири» ҳаққында болжау айтқан еди). Бул жұмыс электромагнетизмнің басланыуына жол салды.

- А.Ампер электр тоқлары арасындағы өз-ара тәсирлесіуді ашты хәм усы тәсирлесіу нызамын тапты (Ампер нызамы).

- А.Ампер молекулалық тоқлар ҳаққындағы гипотезаны усынды, бул гипотезаны тоқлар менен магнитлердің эквивалентиліги теоремасының тийкарына қойды (Ампер теоремасы), нәтижеде магнетизмнің электр тоқлары тәрeпинен келип шығатуғынлығы ҳаққындағы идея қәлиплести.

- Ж.Био хәм Ф.Савар турақлы тоқтың магнит майданын анықлайтуғын нызамды ашты (закон Био-Савар нызамы).

- Гальванометр ислеп шығылды (И. Швейггер).

- П.Барлоу электромотордың моделин ислеп шықты (Барлоу дөңгелеги).

1821-жылы өткізгіштің қарсылығы менен оның узынлығы хәм кесе-кесими арасындағы байланыс орнатылды (Г.Дэви).

- М.Фарадей магнит майданында тоқ өтип турған өткізгіштің бурылатуғынлығын анықлады.

- Т.Зеебек термоэлектрлік эффектти ашты (Зеебек эффект).

1821-1822 жыллары Л.Навье изотроп дененің серпимлилік теориясының теңлемелерин хәм қысылмайтуғын жабысқақ суйықтықтың қазғалыс теңлемесин келтирип шығарды.

- И.Фраунгофер дифракциялық пәнжеренен жақтылықтың дифракциясын алды (Фраунгофер дифракциясы). Бул қубылыс М. Шверд тәрeпинен толқын теориясы көз-қараслары бойынша түсиндирилди. Бул жақтылықтың толқын узынлығын дәл өлшеуге мүмкиншилик берди хәм спектроскопияның пайда болыуының басламасы болды.

1822-жылы А.Ампер соленоид соғып алды.

- Ж.Фурьенің «Жыллылықтың аналитикалық теориясы» китабы жарық көрди.

- Сызықты спектрлердің ашылыуы (У.Гершель).

- А.Гумбольдт хэм А.Араго хаўадағы сестин тарқалыў тезлигин өлшеди хэм оның ушын 331,2 м/с шамасын алды (1825-жылы бул тезлик ушын 332,77 м/с мәниси алынған еди).

1823-жылы О.Френель еки орталықтың шегарасындағы жақтылықтың сыныў хэм шағылысыў нызамын ашты (Френел формулалары).

- С.Пуассон адиабатаның теңлемесин келтирип шығарды (Пуассон теңлемеси).

1824-жылы С.Карноның «Оттың қозғаўшы күши хэм усы күшти раўажландырыўға уқыплы болған машиналар ҳаққында» мийнети жарық көрди. Бул мийнетте термодинамиканың екнши басламасының формулировкасы, жыллылықтың механикалық жумысқа айланыўы орын алатуғын қайтымлы айланбалы процесс (Карно цикли) хэм жыллылық двигателлериниң пайдалы тәсир коэффиценти (Карно теоремасы) ҳаққындағы мағлыўматлар келтирилген..

1825-жылы кристаллардың анизотропиясы ашылды (Э.Митчерлих).

- Л.Нобили астатикалық гальванометрди ойлап тапты.

- У.Стерджен тәрeпинен электромагниттиң соғылыўы. 1828-жылы Дж.Генри әдеўир күшке ийе электромагнитлерди конструкциялады.

- Э.Август психрометр соқты (Август психрометри).

1826-жылы Г.Ом экспериментлер өткерий арқалы тоқ күшин, қарсылықты хэм кернеўди байланыстыратуғын электр шынжырының тийкарғы нызамын ашты (Ом нызамы). 1827-жылы бул нызамды теориялық жоллар менен келтирип шығарды.

- Ж.Гей-Люссак өзи ашқан нызамды Бойль-Мариотт нызамы менен бириктирип газ халының теңлемесин келтирип шығарды.

- Ж.Понселе хэм оннан ғәрезсиз Г.Кориолис күштиң өтилген жол менен көбеймеси түриндеги жумыс түсинигин киргизди.

- Н.И.Лобачевский Евклид геометриясынан басқа жаңа геометрияны дәретти (Лобачевский геометриясы).

1827-жылы шынжырдағы «электр қозғаўшы күш» хэм «кернеўдин түсийи», «өткизгишлик» түсиниклери киргизилди (Г.Ом).

- Р.Броун тәрeпинен еритпедегі майда бөлекшелердин таотикалық қозғалыслары ашылды (Броун қозғалысы).

- Ж.Колладон хэм Я.Штурм Женева көлинде суўдағы сестин тезлигин анықлаў бойынша тәжирийбелер өткерди хэм 1435 м/с шамасын алды.

1828-жылы Дж.Гринниң «Математикалық анализди электр хэм магнетизм теориясында қолланыў тәжирийбеси ҳаққында» атлы китабы жарық көрди. Бул китапта потенциал функция түсиниги хэм бир қатар теоремалар бар.

- У.Николь сызықлы поляризацияланған жақтылықты алыў мақсетинде хәк шпатынан соғылған еки призманың комбинациясынан туратуғын поляризациялық призманы ойлап тапты (Николь призмасы).

1829-жылы А.С.Беккерель әззи поляризацияланатуғын гальваникалық элементти дәретти. 1836-жылы деполяризаторға ийе турақлы химиялық элементти Дж.Даниель (Даниель элементи), ал 1839-жылы У.Гроув (Гроув элементи) алды.

- Г.Кориолис қурамалы қозғалысларда орын алатуғын қосымша тезлениў түсинигин киргизди (Кориолис тезлениўи).

1830-жылы К.Гаусс электростатиканың тийкарғы теоремасын уснды.

- Л.Нобили термопара соқты.

- Г.Ом тоқ дерегиниң электр қозғаўшы күшин өлшеди.

1830-жылы Ф. Савар әдеттеги адам кулағының еситиўиниң шеклерин тапты: 24000 Гц (жоқары шегі) хэм 14-16 Гц (төменгі шегі).

1831-жылы М.Фарадей электромагнит индукциясы кубылысын ашты (Дж.Генри тәрeпинен индукция принципи 1831-жылы ашылған еди, бирақ Фарадей өзиниң ашқан жаңалығын биринши болып баспадан шығарды).

- Дж.Генри хэм С.даль Негро бир биринен ғәрезсиз биринши электр двигателин соқты (1827-1828 жыллары электр двигателиниң моделин А.Йедлик ислеп шыққан еди).

1832-жылы И.Пикси электромагнит индукциясы принципін пайдаланышы өзгөрмөлі токтын биринши генераторын соқты.

- Дж.Генри өзлик индукция кубылысын ашты.

- К.Гаусс өлшемлердин абсолют системасын усында, бул системада узынлык бирлиги ретинде миллиметр, масса бирлиги сыпатында миллиграмм, ал уакыт бирлиги ретинде секунда кабыл етилди.

- Конуслык рефракциянын ашылыуы (Х.Ллойд). Бундай рефракциянын бар екенлигин 1828-жылы У.Гамильтон тәреиппен болжап айтылды.

1833-жылы жыллылык нурларынын интерференциясынын бакланыуы (К.Маттеучи).

- Э.Х.Ленц индукция электр козгаушы кушинин багытын аныклайтугын кагыйданы ислеп шыкты (Ленц кагыйдасы ямаса Ленц кәдеси).

- М.Меллони термобағананы соқты.

- М.Фарадей ең биринши болып күкиртли гүмистин қарсылығынын температураның өсиуи менен кемейетуғынлығын тапты. Бул ярым өткизгислердин айқын белгиси болып табылады.

- М.Фарадей тәрепинен электролиз нызамларынын ашылыуы.

1834-жылы Ж.Пельтье еки түрли өткизгисдин дәнекерленген участкасы аркалы ток өткенде жыллылыктын шығарылуы ямаса жутылуы кубылысын ашты (Пельтье эффекти).

- М.Фарадей тәрепинен күш сызықлары түсинигинин усынылыуы (майдан идеясы). Фарадейдин күш сызықлары теориясы ең дәслепки формасындағы майдан теориясы болып табылады.

1834-жылы М.Фарадей ионлардын бар екенлиги хаққында гипотезаны усында, ал ионлардын бар екенлиги экспериментте 1853-жылы И.Гитторф тәрепинен дәлилленди.

- Б.С.Якоби туракты ток пенен ислейтугын электромоторды соқты (айланыушы исши валға ийе электродвигатель).

- Жыллылык нурланыуынын поляризациясынын ашылыуы (Дж.Форбс). 1836-жылы бул ашылыудын дурыслыгын М.Меллони тастыйықлады.

- У.Гамильтон классикалык механика менен геометриялык оптика арасындағы уксаслыкты (аналогияны) тапты хәм усынын нәтийжесинде механиканың теңлемелерине каноникалык форма берди.

- Б.Клапейрон идеал газ халынын теңлемесин келтирип шығарды, бул теңлеме 1874-жылы Д.И.Менделеев тәрепинен улыумаластырылды (Менделеев-Клапейрон теңлемеси).

- Б.Клапейрон қайтымлы айланбалы Карно процессинин теориясын дөретти.

1835-жылы Кориолис тәрепинен салыстырмалы козғалыс теориясы дөретилди.

- М.Фарадей шынжырды туйықлағанда хәм үзгенде бакланатугын экстратокларды тапты хәм сол токлардын багытын анықлады.

- М.Меллони жыллылык нурлары менен жақтылык нурлары бирдей тәбиятқа ийе, олар тек толқын ушынлығы менен прақланады деп болжады (усындай пикирди 1807-жылы Т.Юнг айтқан еди).

1837-жылы М.Фарадей диэлектриклердин поляризациясын ашты. Ол және электр хәм магнит майданларынын тәсиринин аралыклык орталык аркалы жеткерилип береді деп есаплады (1758-жылы диэлектриктин поляризациясын И.Вильке де баклады).

- Ч.Уитстон сестин тембрынын обертонлардын салыстырмалы интенсивлиги бойынша анықланатуғынлығын тапты.

1839-жылы М.Фарадей электретлерди туракты магниттин электростатикалык аналогы деген болжау айтты (бул терминди 1892-жылы О.Хевисайд усында). Эгучи тәрепинен в 1919-жылы алынды (кейинирек термо-электретлер деп атала баслады). 1938-жылы Г.Наджаков фотоэлектретлерди ашты, ал 1958-жылы болса радио-электретлер ашылды (Б.Гросс).

- У.Гамильтон группалык тезлик түсинигин киргизди, бул түсиник Дж.Рэлейдин жумысларында рауажландырылды (көп уакытлар дауамында бул факт Дж.Рэлейге хәм Дж.Стоксу байланыстырылып келди).

1840-жылы Ж.Пуазейль суйықлықтың жиңишке капилляр най арқалы өтиў нызамын ашты (Пуазейль нызамы).

- Дж.Джоуль магнитлик тойыныў кубылысын тапты.

1841-жылы Дж.Джоуль электр тоғының жыллылық тәсирин тапты. Тоқтың жыллылық тәсирин 1842-жылы Э.Х.Ленцте тапқан еди. Усының салдарынан Джоуль-Ленц нызамы аты келип шықты.

1842-жылы Ю.Майер тәрепинен энергияның сақланыў нызамының ашылыўы хәм жыллылықтың механикалық эквивалентиниң анықланыўы (Ю.Майерден ғәрезсиз усындай нызамның ашылыўына 1843-жылы Дж.Джоуль, 1847-жылы Г.Грин хәм Г.Гельмгольц келген еди. Г.Гельмгольц энергияның барлық түрлерине қолланыў арқалы энергияның сақланыў нызамының қолланылыў шеклерин кеңейтти).

- Х.Допплер салыстырмалы қозғалыстың сестин бәлентлигине тәсирин болжады (Допплер эффект). 1848-жылы А.Физо бул принципти оптикалық кубылыслар ушын қолланды (Допплер-Физо эффекти).

- Конденсатордың разрядының тербелмели характерге ийе кенлигиниң табылыўы (Дж.Генри). 1847-жылы Лейден банкасының разрядының тербелмели характерге ийе екенлигин Г.Гельмгольц атап өтти.

- Дж.Джоуль магнитострикциялық эффектти ашты.

1843-жылы Дж.Джоуль жыллылықтың механикалық эквивалентин өлшеди.

- М.Фарадей экспериментте зарядлардың сақланыў нызамын дәлилледі.

- Ч.Уинстон қарсылықты өлшеўдиң усылын ислеп шықты (Уинстон көпири).

- Ж.Плато бет керими күшлериниң суйықлықтың бетиниң формасына тәсирин дәлиллеўши тәжирийбелер өткерди (Плато тәжирийбеси).

1844-жылы барометр-анероид дәретилди (Л.Види). Оның идеясын 1702-жылы Г.Лейбниц болжап айтқан еди.

1845-жылы электромагнит индукциясының биринши математикалық теориясының дәретилиўи хәм туйық өткизгишлер ушын электромагнит индукциясы нызамының табылыўы (Ф.Нейман).

- В.Вебер қозғалыўшы еки зарядтың бир бирине тәсир етисиў нызамын табыў арқалы электромагнит кубылыслардың теориясын ислеп шықты.

1845-47 жыллар Г.Кирхгоф тәрепинен тармақланған электр шынжырындағы электр тоғының тарқалыў нызамлығы ашылды (Кирхгоф қағыйдалары).

1845-жылы В.Ханкель суйықлықлардың электр өткизгишлигиниң температураның артыўы менен артатуғынлығын ашты.

- М.Фарадей тәрепинен диамагнетизм хәм парамагнетизмнің ашылыўы (бул терминлерди де М.Фарадей киргизди). Буннан алдынырақ А.Бургманс экспериментте парамагниттиң магнит майданына тартылатуғынлығын, ал диамагнетиктиң магнит майданынан ийтерилетуғынын тапқан еди.

- М.Фарадей жақтылықтың поляризация тегислигиниң магнит майданындағы айланыўын ашты (Фарадей эффекти).

- Х. Бейс-Баллот экспериментте Допплер эффектиниң акустикалық толқынлар ушын да орынланатуғынлығын тапты.

- Дж.Джоуль идеал газдиң ишки энергиясының көлемнен ғәрезсизлигин анықлады (Джоуль тәжирийбеси).

- Дж.Стокс суйықлықтардың жабысқақлығы теориясын хәм қысылмайтуғын жабысқақ суйықлықлардың қозғалыс теориясын дәретти (Навье-Стокс теориясы).

1845-жылы Ж.Дюамель өзиниң «Механика курсында» денениң массасын усы денеге түсирілген күштиң денениң тезлениўине қатнасы түрінде анықлаўды усынды.

1846-жылы биринши университетлик физикалық лабораториялар дәретилди (У. Томсон, Ф. Жолли). Буннан бурынырақ Г.Магнус хәм Ф.Нейман тәрепинен меншик лабораториялар шөлкемлестирілген еди.

- У.Гроув экспериментте суўдың электролитлик диссоциациясын дәлилледі.

1847-жылы Дж.Герпат газдың бөлекшелерин барлық уақытта үлкен тезликлер менен қозғалатуғын серпимли шарлар түрінде қарауды ұсынды. Олар соқлығысыулардың ақыбетінде қозғалыс бағыттарын өзгертеди, ал соқлығысыулар аралығында тууры сызықлы траектория бойынша қозғалады (идеал газ модели). Усындай көз-қарастан ол газ ызымларын, диффузия кубылысын хэм газлердеги сестин тарқалыуын, газдың басымын түсіндірди. 1856-жылы усындай моделди А.Кренит дүзди.

1848-жылы А.Физо Доплер принципин оптикада жақтылық толқынлары ушын қолланды (Доплер-Физо эффекти).

- У.Томсон тәрәпинен абсолют температура хэм температуралардың абсолют шкаласы түсиниклери киргизилди (Кельвин шкаласы).

- В.Вебер электродинамометр соқты.

- Дж.Джоуль газ молекуласының (водород молекуласының) қозғалыс тезлигин есаплады хэм оны 1851-жылы баспадан шығарды.

1849-жылы А.Физо биринши болып жақтылықтың тезлигин лабораториялық шараятларда тиси бар дөңгелекти қолланыу менен өлшеди хэм  $c = 313274,3$  км/с шамасын алды.

1849-50 жыллар У.Ранкин хэм Р.Клаузиус бир биринен ғәрезсиз жыллылық пенен механикалық жұмыс арасындағы қатнасты анықлады (термодинамиканың биринши басламасы).

1850-жылы жақтылықтың хаўадағы хэм суўдағы тезлигин айланыушы айналар жәрдемінде өлшеу (Л.Фуко). Фуконың мағлыұматлары бойынша суўдағы жақтылықтың тезлиги хаўадағы жақтылықтың тезлигиниң  $3/4$  бөлегин қурайды.

- Р.Клаузиус термодинамиканың екінши ызымын келтирип шығарды (1851-жылы екінши ызымның формулировкасын У.Томсон ұсынды).

- Р. Клаузиус У.Ранкиннен ғәрезсиз пуў машинасының идеал түрдеги термодинамикалық циклин ислеп шықты (Ранкин-Клаузиус цикли).

- Огюст Браве кристаллардағы атомлар кристаллық пәнжере түрінде тәртиплескен деп болжады (Браве теориясы).

- Х. Доплер тәрәпинен Вена университети жанында биринши физикалық институт шөлкемлестирилди (1871-жылы Кембридж университетінде Кавендиш лабораториясы шөлкемлестирилди).

1851-жылы А.Физо жақтылықтың тезлигине жақтылық тарқалыушы орталықтың тезлигиниң тәсирин тапты хэм қозғалыушы суўдағы жақтылықтың тезлигин өлшеди (Физо тәжірийбеси).

- А.Э.Беккерель фотогальваникалық эффектти ашты (гальваникалық элементтиң электр қозғаушы күшиниң жақтылықтың тәсирінде өзгеріуі, Беккерель эффекти).

- Л.Фуко маятниктиң жәрдемінде Жердің өз көшери дөгерегінде айланатуғынлығын дәлилдеди (Фуко тәжірийбеси).

- Г.Румкорф индукциялық түтени (катушканы) ойлап тапты (Румкорф түтеси). 1836-жылы индукциялық түтени ирландиялық Н.Каллан, ал 1838-жылы америкалық Ч.Пэйдж ойлап тапқан еди. Бирақ олардың жұмыслар хаққында хеш ким хеш нәрсе билмеди.

- Дж.Стокс қатты шар жабысқақ сұйықлық арқалы әсте-ақырынлық пенен қозғалғанда сұйықлық тәрәпинен шарға тәсир ететугын күштиң шамасын анықлоайтуғын ызымды ашты (Стокс ызымы).

1852-жылы М.Фарадей анық түрде майдан концепциясын келтирип шығарды (ол майдан түсинигин 1830-жыллары киргизди).

- Дж.Стокс тәрәпинен люминесценция жақтылығының узынлығының қоздырыушы жақтылықтың узынлығынан үлкен екенлиги табылды (Стокс қағыйдасы).

1853-жылы Г.Видеман хэм Р.Франц тәрәпинен металлардың жыллылық өткізгишлигиниң олардың электр өткізгишлигине қатнасының температурадан ғәрезлилик ызымы ашылды (Видеман-Франц ызымы).

- У.Томсон конденсатор менен индуктивли түтеден туратуғын электр контурындағы электр тербеліслерінің теориясын іслеп шықты, сыйымлық пенен индуктивлікке ғәрезли болған контурдың меншикли тербеліслерінің жийилигін анықлайтуғын формуланы келтиріп шығарды (Томсон формуласы).

1853-54 жыллары Дж.Джоуль хәм У.Томсон газдің қуыслықлары бар өткел арқалы асте-акырынлық пенен өткенде салқынлау процессін ашты (Джоуль-Томсон эффекті).

1854-жылы Р.Клаузиус қайтымлы процесслер үшін термодинамиканың екінші басламасының математикалық аңлатпасын берді (1862-жылы ол усындай жұмысты қайтымсыз процесслер үшін орынлады).

- Г.Риман Евклид геометриясынан баска геометрияны дәретті (Риман геометриясы).

1855-жылы А.Фик диффузияның элементар нызамын ашты (дузлы еритпелер үшін).

- Ж.Лиссажу тербеліслерді қосыудың оптикалық усылын іслеп шықты (Лиссажу фигуралары).

- Г.Гейсслер сынап вакуумлық насосты соқты (Гейсслер насосы).

1856-жылы У.Томсон тәрәпинен егер өткізгіштің узынлығы бойынша температуралар өзгерісі пайда етілетуғын болса, онда тоқ өтіп турған өткізгіштің көлемінен жыллылықтың шығарылыуы ямаса жутылыуы эффекті ашылды (Томсон эффекті).

- Р.Клаузиус пуу машинасы үшін қыздырғыш пенен салқынлатқыштың температуралары арқалы пайдалы тәсір коэффициенті үшін формуланы келтиріп шығарды (бундай жұмысты У.Ранкин хәм У.Томсонлар да орынлады).

- Ж.Жамен интерференциялық рефрактометр соқты (Жамен интерферометрі).

1857-жылы Р.Клаузиус газлердің кинетикалық теориясының тийкарын дәретті. Бул теорияның дәретіліуіне Д.Бернулли (1738), Дж. Герапат (1847), Дж. Джоуль (1848), А. Крөниг (1856), Дж.Максвелл (1859-66) үлеслерін қосты

- бирінші спектрометр соғылды (М.Мейерштейн).

1858-жылы Г.Гейсслер газдің спектрін изертлеу үшін қолайлы болған екі электродлы, сийреклетілген газі бар айна түтікшени іслеп шықты (Гейсслер трубкасы).

1859-жылы Г.Кирхгоф хәм Р.Бунзен тәрәпинен спектраллық анализдің ашылыуы.

- Г.Кирхгоф жыллылық нурланыуының тийкарғы нызамларының бирін ашты. Бул нызам бойынша дененің нур шығарыушылық қасийетінің жутыу қасийетіне қатнасы нурланыушы дененің тәбиятынан ғәрезли емес (Кирхгоф нызамы).

- Г.Кирхгоф тәрәпинен спектр сызықларының айланыу кубылысы ашылды.

- Катод нурлары ашылды (Ю.Плюккер), 1869-жылы катод нурларын И.Гитторф бақлады хәм олардың қасийетлерін тәріппледі.

- Ю.Плюккер газдегі электр разрядының спектрінің газдің тәбиятын тәріпплейтуғынлығын тапты.

- Дж.Максвелл молекулалардың тезліклер бойынша тарқалыуының статистикалық нызамын тапты (Максвелл тарқалыуы). 1866-жылы ол молекулалардың тезліклер бойынша тарқалыуын табыудың жаңа усылын усынды.

- Р.Клаузиус молекулалардың тәсір етіу сферасы түсинігін усынды хәм олардың еркин жүріу жолының узынлығын есаплады.

### **Екінші этап (XIX әсирдің 60-жылларынан 1894-жылға шекем)**

1860-жылы Дж.Максвелл тәрәпинен электромагнит майданы теориясының ашылыуы (майданның бирінші дифференциал теңлемелері 1855-56 жыллары жазылды).

1860-жылы коллекторы бар турықлы тоқ двигатели ісленді хәм оны динамомашина сыпатында пайдаланыудың мүмкін екенлігі анықланды (А.Пачинотти). 1869-жылы З.Грам тәрәпинен жетилистирилді. 1873-жылы Ф.Хефнер-Альтенек сақыйна тәрізлі якорды барабан менен алмастырды хәм усындай жоллар менен двигателдің конструкциясын әпиуайыластырды хәм қууатын үлкейтті.

- Г.Планте қорғасын аккумуляторды ойлап тапты.



1861-жылы Дж.Максвелл тәрөпинен «ауысыу тоғы» түсинигиниң киргизилиуи.

- Т.Эндрюс көмир қышқыл газиниң (углекислый газ) критикалық температурасын ашты (критикалық халды 1822-жылы Ш.Каньяр де Латур бақлады, критикалық температураның бар екенлигин 1860-жылы Д.И.Менделеев болжады).

1862-жылы жақтылықтың аномаллық дисперсиясының ашылуы (Ф.Леру), бундай дисперсияны 1870-жылы К.Кристиансен хәм 1871-жылы А.Кундтлар бақлады.

- Г.Кирхгоф «қара дене» концепциясын усынды хәм оның моделин берди.

1864-жылы Дж.Максвелл «Электромагнит майданының динамикалық теориясы» мақаласында электромагнит майданының анықламасын биринши рет берди хәм оның теориясының тийкарларын курды.

1865-жылы Дж.Максвелл электромагнит толқынларының бар екенлигин болжады (постулатлады).

- Дж.Максвелл жақтылықтың электромагнитлик тәбияты ҳаққындағы концепцияны усынды (жақтылықтың электромагнитлик тәбиятқа ийе екенлигин 1846-жылы М.Фарадей болжап айтқан еди). Жақтылықтың электромагнит теориясын 1867-жылы Л.Лоренцте ислеп шықты.

- Ю.Плюккер хәм И.Гитторф оптикалық спектрлерди жолақ хәм сызықлы деп екиге бөлди.

- Р.Клаузиус тәрөпинен «энтропия» түсинигиниң киргизилиуи хәм жабық системада энтропияның өзгермей қалыуы (қайтымлы процесслерде) ямаса өсиу (қайтымлы емес процесслер) принципиниң табылуы.

- И.Лошмидт ҳауа молекуласының диаметрин есаплады хәм  $1,18 \cdot 10^{-6}$  мм шамасын алды. Усы тийкарда газдиң  $1 \text{ см}^3$  көлеминдеги молекулалар санын бақалады (әдеттеги шараятларда  $2,1 \cdot 10^{19}$  дана, бул сан Лошмидт саны деп аталады).

- Э.Виллари магнитострикцияға кери болған кубылысты - магнетикти деформациялағанда магнитленгенликтiң өзгерисин ашты (бул кубылысты магнитлик серпимли эффект ямаса Виллари эффекти деп атайды).

- А.Төплер сынап поршенге ийе вакуум насосын соқты (Төплер насосы).

1866-жылы Л.Больцман Максвелдиң молекулалардың тезликлер бойынша тарқалыуыны сыртқы майданда жайласқан идеал газдың улыұмалырақ жағдайына қолланды (Максвелл- Больцман тарқалыуыны).

- Дж.Максвелл көшиу теориясын улыұма түрде рауажландырды хәм бул теорияны диффузия, жыллылық өткизгишлик хәм ишки сүйкелис процесслерине қолланды.

- Дж.Максвелл релаксация уақыты түсинигин киргизди.

1867-жылы Дж.Максвелл термодинамиканың екінши басламасының статистикалық тәбиятын көрсетти («Максвелл демоны»).

- Электр машиналарының өзнен өзи қозыуы принципи ашылды (Э.Сименс). Бул принципти 1838-жылы Н.Каллан, 1858-жылы А.Йедлик хәм 1867-жылы Ч.Уитстонлер да ашты.

- У.Хеггинс жақтылық үшін Допплер эффектін тапты.

1868-жылы Ж.Лекланше порошок тәризли деполяризаторы бар қурғақ цинк-көмир гальваническалық элементти соқты (Лекланше элементи).

1869-жылы Д.И.Менделеев тәрөпинен химиялық элементлердиң дәуирлик ызамаының ашылуы хәм элементлердиң дәуирлик системасының дөретилиуи. Д.И.Менделеевтен ғәрезсиз дәуирлик системаны Л.Мейерде тапты.

- Дж.Тиндаль оптикалық жақтан бир текли емес орталық арқалы өткенде жақтылықтың киши бөлекшелерден шашырауын ашты (Тиндаль эффекти). Бул кубылыс 1851-жылы Э. Брюкке тәрөпинен де бақланды.

1871-жылы Дж.Рэлей орталық тәрөпинен жақтылықтың шашырауыны ызамаы ашты (Рэлей ызамаы).

- И.Стефан газлердиң диффузия теориясын дөретти.

1872-жылы А.Н.Лодыгин тәрәпинен қыздырыушы электр шырасының дөретилиуі. 1879-жылы Т.Эдисон қыздырыу шырасына көмір сабақ (угольная нить) орнатып, оның өмирин әдеуір узайтты хәм санаатта соғыуды аңсатластырды. Усының нәтийжесинде қызатығын көмір сабақлы шыралар кең түрде тарқалды.

- Л.Больцман идеал газ ушын тийкарғы кинетикалық теңлемени хәм Н-теореманы келтирип шығарды. Бул теорема термодинамиканың екінши басламасының статистикалық интерпретациясы менен бирге қайтымлы емес процесслер теориясының тийкарында жатады.

- Л.Больцман физикалық системаның энтропиясы менен оның халының итималлығы арасындағы байланысты тапты хәм екінши басламаның статистикалық характерде екенлигин дәлилледі.

- Л.Дюфор газлердің қуысылықлары бар өткел аркалы диффузиясында температурасының өзгеретуғынлығын ашты. Бул термодиффузияға кери кубылыс болып табылады (Дюфор эффекти).

1873-жылы Дж.Максвелл жақтылықтың басымының шамасын тореиялық жоллар менен анықлады (жақтылықтың басымының бар екенлиги идеясын 1619-жылы И.Кеплер хәм 1748-жылы Л.Эйлер айтқан еди). Термодинамикалық көз-қарасларда турып жақтылықтың басымының бар екенлигин 1876-жылы А.Бартоли, ал 1884-жылы Л.Больцман болжады.

- У.Крукс радиометрди ойлап тапты (Крукс радиометри).

- Ишки фотоэффекттиң - селеннің электр өткізгішлігінің жақтылықтың тәсирінде өзгеріуінің ашылуы (Мэй). У.Смитом тәрәпинен тәпиленген.

- И.Ван дер Ваальс хақыйқый (реаль) газдің хал теңлемесин келтирип шығарды (Ван дер Ваальс теңлемеси).

- Б.Федцерсен 1872-жылы К.Нейман тәрәпинен болжанған термодиффузия кубылысын ашты.

- Дж.Гиббс геометриялық термодинамикаға жол ашып берді.

1873-78 жыллары Дж.Гиббс химиялық термодинамиканың тийкарын дөретті. Соның ишінде термодинамикалық тең салмақтықтың улыұмалық теориясын хәм термодинамикалық потенциаллар усылын ислепп шықты, фазалар қағыйдасын келтирип шығарды, бетлик кубылыстардың улыұмалық теориясын дөретті хәм физика илиминің тарийхында үлкен әхмийетке ийе басқа да жумысларды орынлады.

1874-жылы Н.А.Умов тәрәпинен энергияның қозғалысы хәм энергия ағысының тезлиги хәм бағыты түсиниклеринің киргизилиуі. Электромагнит энергиясы ушын бул түсиниклерди 1884-жылы Дж.Пойнтинг қолланды. Усыған байланыссы Умов-Пойнтинг векторы деген ат қабыл етилді.

- Дж.Стоней электр зарядының дискретлиги хаққындағы пикирди ендирди хәм сол зарядтың шамасын есаплады (1881-жылы баспадан шықты), 1891-жылы ол өзи айтқан электр заряды ушын бирлик хәм бул бирликти электрон деп атауды усынды. Элементар заряд хаққындағы идеяны М.Фарадей (1833-жылы), В.Вебер (1845-жылы), Г.Гельмгольц (1881-жылы) хәм басқалар да айтқан еди

- Базы бир сульфидлер (күкиртли цинк, қорғасын перекиси, карборунд хәм басқалар) кристалларының бир тәрәплик өткізгішліги табылды (К.Браун).

- Д.И.Менделеев Клайперонның теңлемесин улыұмаластырып идеал газ халының теңлемесин келтирип шығарды (Менделеев- Клайперон теңлемеси).

- Г.Маклеод киши басымларды өлшейтуғын манометрди ойлап тапты (Маклеод манометри).

1875-жылы Дж.Керр тәрәпинен электр майданынан қойылған оптикалық бир текли кристаллардың қос нур сындыратуғынлығын (двойное лучепреломление) ашты (Керрдің электрооптикалық эффекти).

- Г.Липпман электрокапиллярлықтың тийкарғы теңлемесин келтирип шығарды.

- Дж.Эверетт бирликлердің жаңа абсолют системасын усынды (тийкарғы бирликлер сантиметр, грамм, секунда (СГС системасы)).

1876-жылы Дж.Керр тәрәпинен магнитооптикалық эффекттиң ашылуы.

- Г.Роуланд тәрәпинен конвекциялық тоқлардың магнит майданы табылды (Роуланд тәжірийбеси).

- П.Н.Яблочков тәрәпинен күнделікли турмыста қолланыу мүмкін болған электр жақтыртқыш ислеп шықты (Яблочков шамы).

- П.Н.Яблочков трансформатор ойлап тапты (1882-жылы трансформаторды И.Ф.Усагин хәм Л. Голарлар да соққан).

- А.Беллдің телефонды ойлап табыуы.

1877-жылы суйық кислородтың алыныуы (Л.Кальете, Р.Пикте).

1878-жылы көмир микрофонның ойлап табылуы (Д.Юз).

- Э.Аббе биринши хәзирги заман оптикалық микроскопын соқты.

1878-1879 жыллары У.Крукс тәрәпинен катод нурлары менен тәжірийбелердің өткерилиуі.

1878-82 жыллар А.Майкельсонның жақтылықтың тезлигин дәл анықлау бойынша тәжірийбелеринің өткерилиуі. А.Майкельсон  $299910 \pm 50$  км/с мәнісин алды.

1879-жылы И.Стефан тәрәпинен абсолют қара денениң нурланыу энергиясының абсолют температураың төртінши дәрежесине тууы пропорционал екенлигинің табылуы. 1884-жылы тап усындай байланысты Л.Больцман теориялық жақтан келтирип шығарды. усынан Стефан-Больцман нызамы деген ат келип шықты.

- У.Крукс өзинің радиометринің жәрдемінде катод нурларының механикалық тәсиринің бар екенлигин тапты.

- У.Крукс затлардың төртінши агрегат халының бар екенлиги хәққындағы көз-қарасты киргизди.

- Э.Холл тәрәпинен магнит майданындағы тоқ өтип турған өткізгіште тоқ пенен магнит майданына перпендикуляр бағытланған электр майданының пайда болатуғынлығы табылды (Холл эффекти).

- Р.Клаузиус О.Моссотидің идеясын жетилистириу жолы менен диэлектриклердің поляризациясы теориясын ислеп шықты хәм диэлектриклик сиңиргішлик пенен диэлектриктің тығызлығы арасындағы байланысты тапты (Клаузиус-Моссот теңлемеси).

1880-жылы катод нурларының магнит майданында бурылатуғынлығы табылды (Э.Гольдштейн).

- Х.Лоренц Даниялы физик Л.Лоренцатен ғәрезсиз затлардың сынуы көрсеткішинің олардың тығызлығы менен байланысты екенлигин тапты (Лоренца-Лоренца формуласы). Бундай формуланы Л.Лоренц 1869-жылы алған еди.

- Магнит гистерезиси ашылды (А.Риги). Оны Э.Варбург (1881-жылы) хәм Дж.Эвинг (1882-жылы) бақлады.

- Пьезоэлектрлик эффекттиң ашылуы (Пьер хәм Жак Кюри).

1881-жылы Дж.Дж.Томсон тәрәпинен электромагнит масса түсинигинің киргизилиуі.

- Физикалық шамаларды өлшеудің халық аралық өлшем бирліктери қабыл етилди (ампер, вольт, ом, джоуль хәм басқалар).

- С.Ленгли тәрәпинен болометрдің дөретилиуі (1857-жылы А.Сванберг тәрәпинен ойлап табылған).

1882-жылы Г.Кирхгоф дифракцияның анық теориясын дөретти.

- Г.Роуланд иймейтилген дифракциялық пәнжерени соқты.

1883-жылы Т.Эдисон тәрәпинен термоэлектронлық эмиссия қубылысының ашылуы.

1885-жылы И.Бальмер водородтың спектраллық сызықларында нызамлықты тапты (Бальмер формуласы).

- Скин-эффекттиң ашылуы (Т.Хьюгс). Скин-эффекттиң теориясын бир биринен ғәрезсиз 1886-жылы Дж.Рэлей хәм О.Хевисайдлар ислеп шықты.

- В.Рентген электр майданында қозғалатуғын диэлектрик тәрәпинен магнит майданының пайда етилетуғынлығын тапты (Рентген тоғы).

1886-жылы Каналлық нурлардың ашылуы (Э.Гольдштейн).

1887-жылы Г.Герц электромагнит тербеліслер генераторын конструкциялады (Герц вибраторы) хәм электромагнит тербеліслерін табыудың усылын тапты (Герц резонаторы).

- Сыртқы фотоэффекттиң (фотоэлектрлік эффекттиң) ашылыуы (Г.Герц). 1888-жылы сыртқы фотоэффектти В.Гальвакс, А.Риги хәм А.Г.Столетовлер бақлады.

- А.Риги хәм С.Ледюк термомагнитлік эффектлердің бирин ашты (Риги-Ледюк эффекти).

- А.Майкельсон хәм Э.Морли тәрәпинен «эфирлік самал» ды табыу бойынша (Жердің қозғалысының жақтылықтың тезлигине тәсири) тәжірийбелер иследи (Майкельсон-Морли тәжірийбеси). Жақтылықтың Жердің орбиталық қозғалысы бағытында ямаса Жердің орбиталық қозғалыс бағытына қарама-қарсы бағыттағы тезліклеринің 5 км/с дәлликте бирдей екенлигин дәлилледі. 1881-жылы усындай тәжірийбени А.Майкельсонның өзи өткерди.

1888-жылы Г.Герц Дж.Максвелл тәрәпинен болжап айтылған электромагнит толқынларының бар екенлигин экспериментте дәлилледі.

- Фотоэлементтиң соғылыуы (А.Г.Столетов, А.Риги).

- Айланыушы магнит майданы кубылысы табылды (Н.Тесла, Г.Феррарис).

- Үш фазалы тоқ генераторының дәретилюі (М.И.Доливо-Добровольский).

- Броун қозғалысының жыллылық тәбиятының дәлилленіуі (Л.Гюи).

1889-жылы А.Г.Столетов тәрәпинен сыртқы фотоэффект ызамының ашылыуы (Столетов ызамы).

- Р.Этвеш  $10^{-9}$  шамасына шекемги дәлликте инерт хәм гравитациялық массалардың бирдей екенлигин дәлилледі.

1890-жылы О.Винер турғын жақтылық толқынларының болатуғынлығын дәлилледі.

- Г.Герц хәм О.Хевисайд Максвелл теңлемелерине математикалық жақтан симметриялы форма берди (Максвелл-Герц теңлемелери).

- И.Ридберг универсал турақлыны киргизди (Ридберг турақлысы) хәм химиялық элементтиң қәлеген спектраллық сызығын тәріплейтуғын жууық формуланы келтирип шығарды (Ридберг формуласы).

- Э.Бранли когерерди ойлап тапты.

1891-жылы Г.Герц катод нурларының жуқа пластинкалар арқалы өте алатуғынлығын көрсетти хәм затлардың қурылысын үйрениу үшін тийкар салды.

- В.Бьёркнес өзинің «Тез электр тербеліслеринің сөниуі хаққында» («Жоқары жийиликли электр тербеліслеринің» деген мағанада) жұмысында электр резонансы кубылысын тәріпледі хәм резонанслық иймекликти дүзди.

- Г.Липпман тәрәпинен реңли фотографияның ислеп шығылыуы, Қуяш спетринің биринши реңли фотосүүретинің алыныуы.

- Жоқары жийиликли трансформатор дәретилди (Н.Тесла).

1892-жылы Х.Лоренц хәм Дж.Фитцджеральд Майкельсон хәм Морлилердің тәжірийбелеринің күтилген нәтижелерди бермегенлигин түсиндириу үшін денелердің өлшемлеринің қозғалыс бағытында киширейетуғынлығы хаққындағы гипотезаны усынды (Лоренц- Фитцджеральд қысқарыуы).

- Х.Лоренц тәрәпинен классикалық электронлық теорияның дәретилюі (бул мәселе үстинде 1880-жылы ислей баслаған). Теорияның жуумақланғанлығын «Электронлар теориясы» китабында (1909) көриуге болады.

- А.Майкельсон хәм Р.Бенуа эталон метрдің узынлығын жақтылық толқынының узынлығы менен салыстырды.

- Дж.Дьюар суйылтылған газлерди сақлау үшін еки дийуалға ийе вакуумлық ыдысты ойлап тапты (Дьюар ыдысы).

1893-жылы В.Вин абсолют дененің спектріндеги нурланыу максимумының температураңың жоқарылауы менен қысқа толқынлар тәрәике жылысатуғынлығын көрсетти (Виннің ауысыу ызамы).

- А.Блондель электромагнит осцилляторды ойлап тапты (Блондел осциллографы).

1894-жылы Ф.Поккельс кристаллардағы сызықты электрооптикалық эффектти ашты (электр майданына қойылған кристаллардың сыныу көрсеткіші электр майданының кернеулігине тууы пропорционал) (Поккельс эффекти).

- А.С.Попов электромагнит тербеліслері генераторын, когерерди хәм антеннаны ойлап тапты.

### **Үшінші этап (1895-1904). Физика илиминдегі революциялық өзгерістер дәуірі**

1895-жылы В.Рентген тәрәпинен оның аты менен (рентген нурлары деп) хәм Х-нурлары деп аталатуғын нурлардың табылуы.

- Экспериментте катод нурларының теріс зарядланған бөлекшелердің ағысы екенлігі табылды (Ж.Перрен).

- Х.Лоренцтің «Қозғалыушы денелердегі электрлік хәм оптикалық кубылыстар теориясын дәретия тәжірийбеси» мийнетинің жарық көріуі.

- Дж.Лармор сыртқы магнит майданындағы электронлардың прецессиясы хәкқындағы теореманы келтиріп шығарды (Лармор теоремасы).

- П.Кюри тәрәпинен парамагнетиклердің магнитлік қабыллағышлығының абсолют температурадан ғәрезілілігінің ашылуы (Кюри ызамаы). 1907-жылы П.Вейсс тәрәпинен анықлық киргизілген (Кюри-Вейсс ызамаы).

- П.Кюри темирдің базы бир температурадан жоқары температураларда ферромагнитлік қәсийетинің жоғалатуғынлығын ашты, яғнай хәзиргі уақытлары Кюри нокаты деп аталатуғын температураның мәнисинен жоқары температураларда спонтан магнитленгенлік жоғалады хәм темир парамагнетике айланады.

- В.Вин хәм О.Люммер абсолют қара дененің моделин ислеп шықты (кишкене тесигі бар, ишіндегі дийуалы айна түрінде).

- А.С.Попов радионы ойлап тапты. 1896-жылы 24-март күні ол 250 м қашықтықта турған қабыллағышқа биринші радиограмманы жиберди. 1892-жылы радиобайланыстың принциптерин У.Крукс тәрипледи, 1896-жылы Поповтың әсбапларына уқсас байланыс әсбаптарын хәм мағлыұматларды радиотолқынлар арқалы алып беріу принципін Г.Маркони ислеп шықты.

- 1896-жылы 1-март күні А.Беккерель уранның радиоактивлігін ашты.

- П.Зееман тәрәпинен магнит майданында спектраллық сызықлардың бир неше сызыққа айланатуғынлығы ашылды (Зееман эффекти).

- В.Вин қысқа толқынлар ушын абсолют қара дененің спектріндегі энергияның тарқалуы ушын формуланы келтиріп шығарды (Виннің нурланыу ызамаы).

1897-жылы Дж.Дж.Томсон электронды ашты.

- Дж.Дж.Томсон атомлардың қурамында электронлардың бар екенлігі хәкқында гипотеза ұсынды.

- Х.Лоренц Зееман эффектін классикалық теориясын дәретти.

- К.Браун электронлардың қозғалысын магнит майданы басқаратуғын катод трубкасын ислеп шықты (электронлық нурлық трубка).

1898-жыл М.Склодовская-Кюри хәм П.Кюри тәрәпинен жаңа радиоактив элементлер болған полоний менен радийдің ашылуы.

1898-1900 жыллары металлардағы еркин электронлар («электронлық газ») концепциясы ұсынылды (К.Рикке, П.Друде, Дж.Дж.Томсон). Бұл өзінің буннан былайғы рауажланыуын 1904-жылы Х.Лоренцтің жұмыстарында тапты (Друде-Лоренц теориясы).

1898-жылы П.Зееман хәм М.Корню магнит майданында атомлық спектрлік сызықлардың үш қураушыдан көбірек сандағы қураушыларға ажыралыуын тапты (Зееманның аномал эффекти).

- А.И.Садовский тәрәпинен жақтылық нурларының айландырыушы тәсірі теориялық жоллар жәрдемінде көрсетілди (Садовский эффекти). 1935-жылы экспериментте бақланды.

1899-жылы А.Беккерель, Ст.Мейер, Э. Швейдлер хәм Ф. Гизеллер радийдің радиоактив нурларының магнит майданында бурылатуғынлығын көрсетти.

- Э.Резерфорд уранның нурларында еки кураўшының - альфа хәм бета нурларының бар екенлигин анықлады.

- П.Н.Лебедев экспериментте жақтылықтың қатты денелерге түсиретуғын басымын өлшеди (1907-жылы ол жақтылықтың газлерге түсиретуғын басымын өлшеди). 1903-жылы жақтылықтың басым түсиретуғынлығын Э. Никольс тапты хәм өлшеди.

- Фабри-Перо интерферометриниң дөретилюи.

- Фототоктың электронлық тәбияты ашылды хәм фотоэлектронлардың энергиясының түсіуши жақтылықтың интенсивлигинен емес, ал толқын узынлығынан ғәрезлиги табылды (Ф.Ленард).

- Дж.Рэлей тәрәпинен жақтылықтың молекулалық шашырауы табылды (Рэлей шашырауы).

1899-1900 жыллар жыллылық нурланыўындағы Винниң аўысыў нызамының узын толқынлары ушын дурыс емес екенлигин табылды (О.Люммер, Э.Прингсгейм, Г.Рубенс, Ф.Курлбаум).

1900-жыл М.Планк квант гипотезасын усынды хәм тәсирдің бирлигиндей бирликке ийе болғна фундаменталлық тураклыны (Планк тураклысын) илимге киргизди. Усының менен ол квант теориясының басланыўына жол салды.

- 14-декабрь күни М.Планк абсолют кара денениң нурланыў спектриндеги энергияның таркалыўын тәриплейтуғын жаңа формуланы усынды (Планк нызамы).

- Экспериментте Планктың нурланыў нызамының дурыслығының тастыйықланыўы (Г.Рубенс, Ф.Курлбаум).

- Дж.Рэлей 1905-жылы Дж.Джинс тәрәпинен жетилистирилген абсолют қаты денениң спектринде энергияның таркалыўы нызамын келтирип шығарды. Дурыслығы экспериментлерде 1901-жылы узын толқынлар ушын тастыйықланды.

1900-1902 жыллары Г.Рубенс хәм Э.Хаген металлардың шашыратыўшы қәбилетликлерин өлшеди хәм Максвеллдің электромагнит теориясының дурыслығын тастыйықлады.

1900-жылы П.Виллар гамма-нурларын ашты.

- Дж.Таунсенд газлердеги өткизгишлик теориясын ислеп шықты хәм зарядланған бөлекшелердің диффузиясының коэффициентин есаплады.

1901-жылы Ж.Перрен атомлардың курылысының планетарлық модели гипотезасын усынды (Перрен модели).

- Радиоактив нурлардың физиологиялық тәсири ашылды (А.Беккерель, П.Кюри).

1901-жылы О.Ричардсон термоэлектронлық эмиссиядағы тойыныў тоғының тығызлығының катод бетиниң температурасынан ғәрезли екенлигин тапты (Ричардсон нызамы).

1902-жылы каналлық нурлардың электр хәм магнит майданларында бурылатуғынлығы табылды (В.Вин).

- Экспериментлерде электронлардың массасының тезликтен ғәрезлиги көрсетилди деп дағазаланды хәм усының салдарынан «массаның тезликтен ғәрезлиги» ҳаққындағы надурыс пикир қәлиплести (Ҳақыйқатында  $v$  тезликтен денениң энергиясы  $E$  хәм импульси  $p$  ғәрезли хәм олар мына формулалар менен анықланады:  $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ ,  $p = \frac{mv}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$ ) (В. Кауфман).

- Ф.Ленард фотоэффект теңлемесин келтирип шығарды хәм ол бул теңлемедә фотоэлектронлардың энергиясының жақтылықтың жийилигинен ғәрезлигин берди.

1902-03 жыллары Э.Резерфорд хәм Ф.Содди радиоактив ыдыраў теориясын дөретти хәм радиоактивлик айланыслар нызамын келтирип шығарды.

- Электромагнит импульс түсинигиниң киргизилюи хәм электронның электромагнит массасы ушын формуланың алыныўы (М.Абрагам).

1902-жылы Дж.Гиббстин «Статистикалық механиканың элементар принциптери» кітабы жарық көрді. Усының менен классикалық статистикалық механика дүзіліп болды.

1903-жылы Дж.Дж.Томсон өзінің аты менен аталатуғын атомның моделин іслеп шықты (Томсон модели).

- Радий дузларының жыллылықты үзліксіз бөліп шығаратуғынлығы анықланды хәм 1 секунд уақыт ішінде бөлініп шыққан эылылық энергиясы өлшенді (П.Кюри, А.Лаборд).

- П.Кюри радиоактив элементтердің ярым ыдырау дәуірін Жердегі пордалардың жасын анықлау мақсетінде уақыт эталоны сыпатында пайдаланыуды ұсынды.

- У.Рамзай хәм Ф.Содди өткерген эксперименттерінде радоннан гелийдің пайда болатуғынлығын дәлилдеді.

- Э.Резерфорд альфа нурларының оң зарядланған бөлекшелерден туратуғынлығын дәлилдеді. Альфа нурларының корпускулалық қасиетке ие екенлігін 1900-жылы М.Склодовская-Кюри көрсеткен еді.

- Сцинтилляция эффектін ашылуы хәм оның зарядланған бөлекшелерді регистрациялау үшін қолланылуы (У.Крукс, Г.Гейтель, Ю.Эльстер).

- А.А.Эйхенвальд поляризацияланған магниттік емес диэлектриктің қозғалыстың салдарынан магнитленетуғынлығын көрсетуі (Эйхенвальд тәжірийбесі).

1904-жылы Х.Лоренц кеңістік координаталар менен уақытты релятивисттік түрлендіру формулаларын тапты (Лоренц түрлендірулері). Тең өлшеулі хәм тууры сызық бойынша қозғалушы есептеу системаларында ісленген бул түрлендірулер электромагнит кубылыстарын өзгеріссіз қалдырды. 1900-жылы бул түрлендірулерді Дж.Лармор, ал 1887-жылы усы түрлендірулерге жақын түрлендірулерді В.Фойгт пайдаланған еді.

- Х.Лоренц электрон үшін массаның тезліктен ғәрезлігін аңлататуғын формуланы келтіріп шығарды. Физика тарихында бул формуланың дурыслығы 1908-жылы А.Бухерер хәм басқалар өткерген тәжірийбелерде тастыйықланды деп есепланып келді. Бірақ массаның тезліктен ғәрезілігі концепциясын А.Эйнштейн тәрәпинен 1915-жылы толық дөретіліп болынған улымалық салыстырмалық теориясы толық бийкарлайды

- Дж.Дж.Томсон атомлардың электронлар топарларға бөлінеді, бул топарлар хәр қыйлы конфигурацияларды пайда етіп, элементтердің дәуірлігін тәмийінлейді деген көз-қарасты ұсынды. Атомның ішкі қурылысы хақындағы бирінші идеяларды ол 1898-жылы айтқан еді.

- Рентген нурларының поляризациясын жүзеге келтіру (Рентген нурларын поляризациялау деген мәністе) (Ч. Баркла).

1904-жылы екі электродлы электрон шырасы (кенетрон) ісленип шығылды (Дж.Флеминг).

### **Хәзіргі заман физикасы дәуірі (1905-жылдан баслап). Бирінші этап (1905-1931)**

1905-жылы А.Эйнштейн өзінің «Қозғалушы денелер электродинамикасына» (Zur Elektrodynamik der bewegter Körper. Ann. Phys., 1905, 17, 891—921. Б.Абдикамалов тәрәпинен қарақалпақ тилине аударылған хәм ол [www.abdikamalov.narod.ru](http://www.abdikamalov.narod.ru) web бетінде жайластырылған) атлы мақаласында (мақала журнал редакциясына 1905-жылдың 30-июнь күні келіп түскен), уақыялардың бир уақытлығын терең таллау арқалы салыстырмалық принципін келтіріп шығарды хәм жақтылықтың вакуумдағы тезлігінің турақтылығын постулат сыпатында қабыл етті. Усы тийкарда ол Максвелл теңдемелерінің Лоренц түрлендірулеріне қарата инвариантлығын (өзгеріссіз қалатуғынлығын) дәлилдеді хәм ұсыллар тийкарында арнаулы салыстырмалық теориясын дөретті (Эйнштейн бойынша дара жағдай үшін салыстырмалық теориясы). Максвелл теңдемелерінің Лоренц түрлендірулеріне қарата өзгеріссіз қалатуғынлығын ұллы француз физигі А.Пуанкаре Париж илимлер академиясының 5-июнь күні өткерілген мәжілісінде баянлаған еді хәм ол бул жерде салыстырмалық принципін универсаллығын хәм жақтылықтың тарқалыу

тезлигинің ең үлкен (шеклик) тезлик екенлигин атап өтті). Квант теориясы менен бирликте арнаўлы салыстырмалық теориясы XX әсир физикасының тийкарын курады.

- А.Эйнштейн масса менен энергияның өз-ара байланысы нызамын ( $E = mc^2$ ) ашты (1906-жылы бундай нызамды П.Ланжевен де ашты, Хәзирги заман физикасы бойынша ҳәр қандай массаға белгили бир энергия сәйкес келеди, ал масса энергияның барлық түрлерине сәйкес келе бермейди (мысалы фотонның энергиясы бар, ал массасы жоқ, Әлемнің шама менен 75 проценти қараңғы энергия менен толы, ал қараңғы энергияға сәйкес келиўши масса жоқ).

- А.Эйнштейн жақтылық нурларының квантлық характерге ийе екенлиги ҳаққында гипотеза усынды (жақтылықтың фотонлық теориясы). Эйнштейн тәрәпинен болжап айтылған жақтылық кванты (фотон) 1922-жылы А.Комптон тәрәпинен ашылды. «Фотон» термини 1929-жылы Г.Льюис тәрәпинен киргизилди.

- А.Эйнштейн тәрәпинен жақтылықтың квантларының бар екенлиги тийкарында фотоэффект нызамлары түсиндирилди (Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt. Ann. Phys., 1905, 17, 132-148).

- Э.Швейдлер химиялық элементлердің айланыслары нызамының статистикалық характерде екенлигин тапты, бул 1908-жылы Э.Регенер тәрәпинен экспериментлерде дәлилленди.

- Каналлық нурлардағы Допплер эффекти ашылды (И.Штарк).

- П.Ланжевен тәрәпинен диа- хәм парамагнетизмнің классикалық теориясы дәрәтилди.

1905-06 жыллар А.Эйнштейн хәм М.Смолуховский флуктуациялар теориясын жетилистирип молекулалық-кинетикалық теория тийкарында броун қозғалысларының мәнисин избе-из түсиндирди.

1906-жылы М.Планк релятивистлик динамиканың теңлемелерин келтирип шығарды хәм электронның энергиясы менен импульсы ушын аңлатпалар (формулар) алды.

1906-жылы А.Пуанкаре биринши лоренц-ковариант тартылыс теориясын дәрәтти.

- Т.Лайман водород спектринің ультрафиолет бөлиминде спектраллық серияның бар екенлигин тапты (Лайман сериясы).

- Ч.Баркла характеристикалық рентген нурларын ашты.

- В.Нернст химиялық бир текли болған қатты ямаса суйық денениң энтропиясын абсолют ноль температурада нолге тең болады деген болжаўды келтирип шығарды (Нернст теоремасы). Америкалық У.Джиок (Джиок Уильям Фрэнсис химия бойынша Нобель сыйлығын 1949-жылы алған) тәрәпинен экспериментте дәлилленди. Буннан кейин бул жағдай термодинамиканың үшінши басламасы деп атала баслады.

- В.Нернст тәрәпинен «газдің вырождениеси» эффектинің усынылығы.

- Триод (үш электродлы электрон шыра) ойлап табылды (Л.ди Форест).

1907-жылы А.Эйнштейн гравитация менен инерцияның эквивалентлигин постулат түринде усынды (Эйнштейннің эквивалентлик принципи) хәм релятивистлик гравитация теориясын дәрәтиў үстинде ислей баслады.

- Қорғасын изотопларының радиоактив қатарлардағы ең ақырғы продукт екенлиги табылды (Б.Болтвуд).

- А.Эйнштейн тәрәпинен қатты денелердің жыллылық сыйымлығының квант теориясы ислеп шығылды. Ол кристаллар арқалы монохромат сес (серпимли) толқынлардың таркалатуғынлығы ҳаққындағы көз-қарасты усынды.

- М.Планк термодинамика менен арнаўлы салыстырмалық теориясын улыўмаластырып, релятивистлик термодинамиканың тийкарын қалады.

- П.Вейсс парамагнетиклердің магнит қабыллағышлығының температурадан ғәрезлигин тапты. Тап усындай ғәрезликтің орын алатуғынлығын П.Кюри 1895-жылы тапқан еди (Кюри-Вейсс нызамы).

- Өзи-өзинен магнитлениўде ферромагнетлик участкалардың бар екенлиги ҳаққында гипотезаның усынылығы хәм ферромагнетизмнің биринши статистикалық теориясы дәрәтилди (П.Вейсс). Тап усындай идеяны 1892-жылы Б.Л.Розинг айтқан еди.



- Э.Коттон хэм А.Мутон тәрәпинен магнит майданында жайластырылған затлардығы жақтылық магнит майданына перпендикуляр бағытта тарқалғанда қос нур сындырыудың табылуы (Коттон-Мутон эффекти).

1908-жылы Г.Минковский, оннан кейін А.Пуанкаре кеңістіктің үш өлшемин уақытпен қосып төрт өлшемлі псевдоевклидтік кеңістікке бириктиріу идеясын ұсынды (Минковский кеңістігі) хәм арнаулы салыстырмалық теориясының төрт өлшемлі аппаратын жетілістірді.

- В.Ритц 1890-жылы И.Ридберг тәрәпинен ұсынылған элементтердің спектрлік жийіліктері үшін дүзілген жуық формуланы жетілістірді хәм ұсының нәтижесінде атомлық спектрлерді системалау принципін тийкары принциптерінің бири болған комбинациялық принципті орнатты (Ридберг-Ритц принципі).

- Ф.Пашен инфрақызыл областта водородтың спектраллық сериясының бар екенлігін тапты (Пашен сериясы).

- Г.Гейгер хәм Э.Резерфорд айырым зарядланған бөлекшени регистрация қыла алатуғын әсбапты дәретті. 1928-жылы Гейгер В.Мюллер менен бирлікте бул әсбапты жетілістірді (Гейгер-Мюллер счетчигі).

- Г.Камерлинг-Оннес тәрәпинен сұйық гелий алынды хәм оның температурасы өлшенді.

- Ж.Перрен Броун қозғалыстарын экспериментте изертледі, ұсының салдарынан молекулалардың бар екенлігін, затлардың қурылысының атомлық-молекулалық теориясын хәм жыллылықтың кинетикалық теориясын толық тастыйықлады.

- Э.Грюнейзенметалдың жыллылық кеңііуі коэффициентінің оның салыстырмалы жыллылық сыйымлығына қатнасының температурадан ғәрезли емес екенлігін тапты (Грюнейзен ызамаы).

1909-жылы альфа бөлекшелерінің еки рет ионланған гелий атомлары екенлігі экспериментте дәлілленді (Э.Резерфорд, Дж.Ройдс).

1909-1910 жыллары Г.Гейгер хәм Э.Марсден жуқа металл пленкалар арқалы альфа бөлекшелерінің өтіуін изертледі. Бул изертлеулер Э.Резерфорд тәрәпинен атом ядросының бар екенлігін анықлауды хәм атомның планеталық қурылысын ашыуда шешиуші орынды ийеледі.

1909-жылы А.Эйнштейн тең салмақты нурланыу энергиясының флуктуацияларын изертледі хәм энергияның флуктуациясы үшін формула алды.

- Қатты денелердің серпимі хәм оптикалық қасиеттері арасындағы байланыстың бар екенлігі анықланды (Э.Маделунг).

- Г.Камерлинг-Оннес 1,04 К температураны алды.

1910-жылы А.Гааз нурланыудың квантлық характерін атомның қурылысы менен байланыстыруға мүмкіншілік беретуғын атомның моделин ұсынды.

1910-14 жыллар электр зарядының дискретлігі экспериментте дәлілленді хәм бул зарядтың мұғдарыжеткілікті дәрежеде дәл өлшенді (Р.Милликен).

1911-жылы Э.Резерфорд альфа бөлекшелерінің шашырау теориясын дәретті хәм Кулон ызамаы тийкарында тәсірлесетуғын релятивистік емес бөлекшелер үшін эффектив кесе кесімді анықлауға мүмкіншілік беретуғын формуланы келтіріп шығарды (Резерфорд формуласы).

- Э.Резерфорд атом ядросын ашты хәм атомның планеталық моделин дәретті (Резерфорд модели). 1912-жылы ол «ядро» терминін киргизді.

1911-жылы Г.Гейгер хәм Дж.Нэттол радиоактивлі ядролардың ыдырау энергиясы менен жасау уақыты арасындағы байланысты тапты (Гейгер-Нэттол ызамаы).

- Зарядланған бөлекшелердің излерін бақлау үшін фотоэмүльсиялар бирінші рет қолланылды (М.Райнганум).

- П.Вейсс тәрәпинен магнит моментінің кванты - магнетон ұсынылды. П.Вейсстен ғәрезсіз магнетонның бар екенлігін П.Ланжевэн болжады хәм оның шамасын есаплады.

- Э.Грюнейзен кристаллық пәнжердегі атомлардың тербеліс жийілігі менен кристалдың серпимли константаларын байланыстырыушы формуланы келтіріп шығарды (Грюнейзен формуласы).

- Г.Камерлинг-Оннес тәрепинен аса өткізгішлік қубылысының ашылуы.

- Яуман илимге энтропия ағысы түсинигин киргизди.

1912-жылы рентген нурларының кристаллар арқалы өткенде дифракция (интерференция) қубылысының ашылуы. Бул ашылу рентген нурларының электромагнит тәбиятқа ийе екенлигин толық тастыйықлады (М.Лауэ, В.Фридрих, П.Книппинг).

- Л.Брэгг кристалға түсіуші монохроматик рентген нурларының дифракцияға ушырау шәртин тапты хәм рентген нурының узынлығы менен кристаллық пәнжерениң дәуирин байланыстыратуғын формуланы ( $2d \sin \theta = n\lambda$ ) келтіріп шығарды. Тап усындай жумысты 1913-жылы белгили кристаллограф хәм кристаллофизик Ю.В.Вульф та питкерди (Вульф-Брэгг формуласы).

1912-1913 жыллар. О.Сакур хәм Г.Тетроде идеал газдың энтропиясы ушын формуланы келтіріп шығарды (Сакура-Тетроде формуласы)

1912-жылы П.Эвальд диэлектриклик кристаллардың теориясын жетилистирди.

- В.Гесс космослық нурлардың бар екенлигин ашты..

- Ч.Вильсон зарядланған бөлекшелердің излерин бақлау ушын әсбапты ойлап тапты (Вильсон камерасы).

1912-1914 жыллар Дж.Франк хәм Г.Герц электронлардың газ атомлары менен соқдығысуларын үйрениу ушын экспериментлер өткерди (Франк-Герц тәжирийбелери) хәм бул соқлығысулар нызамлығын ашты. Усының нәтижесинде атомлардағы энергияның дискрет қәдилериниң (стационар халлардың) бар екенлиги хәм олардың спектр сызықларының термлері менен байланысының бар екенлиги тастыйықланды. Усы экспериментлер Планктың энергия квантлары хәкқындағы гипотезасын хәм Бор тәрепинен ислеп шығылған атомның квант теориясы тастыйықланды.

1912-жылы Ф.Пашен хәм Э.Бак күшли магнит майданында спектр сызықларының сызықларға бөлинуі кртинасының әпиұайыласуы эффектін ашты (Пашен-Бак эффекти).

- Изотоплардың ашылуы (Дж.Дж.Томсон).

- П.Дебай қатты денелердің атомларының жийиликлердің шекли диапазонында тербеле алатуғын серпимли орталық деп қарайшы көз-қарасты рауажландырды (қатты денелердің Дебай модели) хәм дурыс формаға ийе кристаллар ушын атомлардың меншикли тербеліслер жийиликлериниң спектрін есаплады (кристаллар атомларының нормал тербеліслериниң квантлануы).

- П.Дебай тәрепине характеристикалық температура түсинигиниң ендирилиуі (Дебай температурасы). Бул температура хәр бир зат ушын квант эффектлері тийкарғы орын ийелейтуғын областы анықлайды.

- П.Дебай тәрепине төменги температураларда қатты денелердің жыллылық сыйымлығының абсолют температураның үшінши дәрежесине пропорционал екенлигиниң көрсетилиуі (Дебайдың жыллылық сыйымлығы нызамы).

- М.Борн хәм Т.Карман жийиликлердің пүтин спектри менен характерленетуғын кристаллық пәнжерениң тербеліслер теориясын ислеп шықты.

- А.И.Бачинский суйықлықлардың жабысқақлық нызамын тапты (Бачинский нызамы).

1913-жылы Н.Бор энергияның квантлануы идеясын Резерфордтың планеталық атомы теориясына қолланып еки квант постулатын келтіріп шығарды. Бул постулаттар электронлардың атомлардағы қозғалысының өзгешеликлерін сәулендиреди. Усы тийкарда Н.Бор водород атомының биринши квант теориясын дөретти (Бордың атом теориясы).

- Н.Бор бас квант саны түсинигин илимге киргизди.

- Физикаға «масса дефекти» түсиниги ендирилди (П.Ланжевен).

- Атом ядросының зарядының дәуирли кестедегі усы элементтің қатар санына тең екенлиги табылды (А.Ван ден Брук).

- Э.Резерфорд протонның бар екенлигин болжады (протонды ол 1919-жылы ашты).

- А. Ван ден Брук атом ядролары электронлар менен протонлардан турады деген (надурис) гипотезаны усында (протон-электронлық гипотеза).

- Элементлердің изотоплары көз-қараслары қәлиплести хәм «изотоплар» термини киргизилди (Ф.Содди). Изотоплар ең биринши болып Дж. Дж. Томсон тәрәпинен ашылды. Ол 1912-жылы массасы 20 хәм 22 ге тең болған неон атомларының бар екенлигин тапты. Бир элементтің атомларының бирдей емес екенлиги хәққындағы идеяны 1886-жылы У.Крукс айтқан еди.

- Ф.Содди хәм К.Фаянс бир биринен ғәрезсиз радиоактив ыдыраўдағы аўысыў қағыйдасын орнатты (Содди-Фаянс ызамаы). Усындай жумысты А.Расселл де орынлады.

- И.Штарк электр майданында спектраллық сызықлардың бир неше сызықларға ажыралатуғынлығын тапты (Штарк эффектi). 1899-жылы электр майданының атомларға тәсир етеуғынлығын биринши рет В.Фойгт айтты.

1913-14 жыллары Г.Мозли элементлердің характеристикалық рентген нурларының жийиликтери менен сол элементтің дәўирли системадағы қатар саны арасындағы байланысты орнатты (Мозли ызамаы) хәм элементтің ядросының заряды менен сол элементтің атомлық номериниң бирдей екенлигин дәлилледи.

1913-жылы Г.Брэгг рентген спектрометрин ислеп шықты.

- Рентгеноструктуралық анализ бенен рентген спектроскопиясының басламасы салынды (аға-ини Г.Брэгг хәм Л.Брэгг, Ю.В.Вульф).

- Рентген нурларының дифракциясы теориясы ислеп шығылды (Ч.Дарвин).

- Нышана атомлар усылы исленип шығылды (Д.Хевеши, Ф.Панет).

- Г.Камерлинг-Оннес тәрәпинен күшли магнит майданы хәм күшли тоқлардың тәсиринде аса өткізгишликтің жоғалатуғынлығын ашылды.

- И. Ленгмюр тәрәпинен термоэлектронлық эмиссия тоғының тығызлығы ушын ызама ашылды (Ленгмюрдың үштен еки ызамаы).

- В.К.Аркадьев радиотолқынлардың ферромагнетиклер тәрәпинен сайлап жутылатуғынлығы табылды (ферромагнитлик резонанс).

- В.Геде молекулалық вакуум насос ойлап тапты.

- А.Эйнштейн хәм М. Гроссман риман геометриясы аппаратын пайдаланып гравитациялық майданды кеңислик-ўақыттың қыйсықлығы менен байланыстырыўшы гравитацияның релятивистлик теориясын дүзиўге карай бағдарланған әхмийетли қәдем қойды.

- Ч.Бялобжеский жулдызлардағы энергияның нурлар менен алып жүрилетуғынлығы хәққындағы пикирге келди.

1914-жылы Э.Резерфорд хәм Э.Андрәде экспериментте гамма нурларының кристаллардағы дифракциясын бақлады хәм усының тийкарында гамма нурларының электромагнитлик тәбиятын дәлилледи.

- Изотоплардың рентген спектриниң бирдей екенлиги дәлилленди. Усының нәтийжесинде берилген элементтің изотопларының қатар санының бирдей екенлиги толық дәлилленди (Э.Резерфорд, Э.Андрәде).

- Р.Милликен фотоэффект ушын Эйнштейн теңлемесин тексерип көрди хәм Планк турақлысының мәнисин анықлады.

- В.Шоттки сыртқы электр майданының тәсиринде электронлардың металдан шығыў жумысының киширейетуғынлығы эффектиниң теориясын ислеп шықты (эффект Шоттки).

1915-жылы У.Харкинс хәм Э.Вельсонлар ядролардағы жайластырыў эффекти (эффект упаковки) түсинигин киргизди.

1915-16 жыллары А.Зоммерфельд Бордың атом теориясын көп қайтара (многократно) дәўирли системаға қолланды (Бор-Зоммерфельд теориясы), радиал хәм азимутал квант санларын киргизди.

- А.Зоммерфельд водород спектриниң жуқа курылысының (тонкая структура) теориясын курды хәм жуқа структура турақлысы түсинигин физика илимине киргизди.

1915-жылы С.Барнет тәрәпинен магнит майданы жоқ орында айланып турған денеде магнитлениудің орын алатуғынлығын тапты (Барнет эффекти).

- А.Эйнштейн хәм В.де Гааз тәрәпинен магнитлениудің барысында денениң айланыуының пайда болатуғынлығы табылды (Эйнштейн-де Гааз эффекти).

- Д. Гильберт хәм А.Эйнштейн бир биринен ғәрезсиз гравитациялық майданның улыўмалық ковариант теңлемелерин алды. Усының менен Эйнштейннің улыўмалық салыстырмалық теориясы (Эйнштейннің гравитация теориясы) толық дөретилип болынды.

- В.Геде диффузиялық вакуум насосын ойлап тапты.

1916-жылы П.Дебай хәм А.Зоммерфельд Зееман эффектинің квант теориясын дөретти.

- Кеңісликтегі квантланыў көз-қарасы хәм үшінші квант саны киритилди (П.Дебай, А.Зоммерфельд).

- П.С.Эпштейн хәм К.Шварцшильд көп қайтара (многократно) дәуірли системалардың улыўмалық квант теориясын дөретти.

- Индукциялық нурланыў кубылысы теориялық жоллар менен болжанды, спонтан хәм мәжбүрий нурланыўлардың итималлықлары есапланды (А.Эйнштейн).

- П.Дебай хәм П.Шеррер поликристаллық материаллардың атомлық-кристаллық қурылысын рентген нурларының дифракциясының жәрдеминде изертлеў усылын усинды [Дебай-Шеррер усылы ямаса «порошок усылы (метод порошка)»].

- Р.Толмен хәм Т.Стюарт металлдардағы электронлардың инерцияға ийе екенлигин тапты (Толмен-Стюарт эффекти). Усы кубылыстың биринши дурыс интерпретациясы 1936-жылы Ч.Дарвин тәрәпинен берилди.

- А.Эйнштейннің «Улыўмалық салыстырмалық теориясының тийкарлары» мийнети жарық көрди (Бул мақала Б.Абдикамалов тәрәпинен қарақалпақ тилине аўдарылған хәм ол [www.abdikamalov.narod.ru](http://www.abdikamalov.narod.ru) web бетинде жайластырылған). Бул мийнетте ол релятивистлик гравитация теориясын дөретиў жумысларын жуўмақлады хәм усы теорияның физикалық тийкарларын системалы түрде баянлады хәм оның математикалық аппаратын толық берди. Өз теориясының дурыслығын тексерип көриў ушын Эйнштейн үш мүмкин болған эффекттиң бар екенлигин көрсетти: Меркурийдің перигелийинің аўысыўы, Қуяштың тартылыс майданындағы жақтылық нурларының бағытын өзгертиўи хәм релятивистлик қызылға аўысыўы.

- А.Эйнштейн тәрәпинен гравитациялық толқынлардың бар екенлигинің болжаныўы. 1918-жылы ол гравитациялық нурланыўдың куўаты ушын формула келтирип шығарды.

- К.Шварцшильд Эйнштейннің тартылыс теңлемелеринің биринши дәл шешимин алды (Шварцшильд шешими) хәм гравитациялық радиус түсиниги киргизилди. Бул шешим сфералық массаның гравитациялық майданын тәрипплейди.

- А.Ф.Иоффе хәм М.В.Кирпичева кристаллардағы ионлық өткізгішлікті (ионлық кристалдың пәнжереси арқалы электр майданының тәсиринде ионлардың өтиўи) экспериментте дәлилледі.

- И.Ленгмюр конденсациялық пуў ағысы бар насосты ислеп шықты (Ленгмюрдың конденсациялық насосы).

- П.Ланжевен пьезокварцтың жәрдеминде ультрасести алыўдың усылын ислеп шықты.

1917-жылы Ф.Содди тәрәпинен ядролық изомерия түсиниги киргизилди.

- А.Эйнштейн өзинің гравитациялық майданның улыўмалық ковариант теңлемелерин улыўма Әлем ушын қолланып, релятивистлик космологияның басламасын салды (*Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie*. Sitzungsber: preuss. Akad. Wiss., 1917, 1, 142—152. Бул мақала Б.Абдикамалов тәрәпинен қарақалпақ тилине аўдарылған хәм ол [www.abdikamalov.narod.ru](http://www.abdikamalov.narod.ru) web бетинде жайластырылған). «Ұақыттың өтиўи менен өзгермейтуғын Әлем» көз-қарасында турып өз теңлемелерин улыўмаластырыўға тырысты хәм усының нәтижесинде оларға «космологиялық турақлы» деп аталатуғын турақлы  $\lambda$  шамасын жасалма түрде киргизди. Бул хәрекетин ол кейинирек «өмириндегі ең үлкен қәтелигі» деп дағазалады.

1918-жылы Н.Бор сәйкеслик принципін келтирип шығарды (бул принцип үстінде ол 1914-1915 жыллары ислей баслаған еді).

- А. Демпстер биринши масс-спектрометрди соқты. Бул масс-спектрометрдің жұмыс ислей принципі 1907-жылы Дж.Дж.Томсон тәрәпинен айтылған.

1918-жылы изобаралар ашылды (Стюарт).

- Э.Нётер (хаял адам) симметрия менен физикалық сақланыў ызымлары арасындағы байланысты тапты (Нётер теоремасы).

- Дүньяның геометрияластырылған картинасы тийкарында (майданның бирден бир теориясы) гравитациялық хәм электромагнитлик майданларды және затларды бир теорияға бириктириў идеясы пайда болды (Г.Вейль). Бул идея буннан былай Э.Картав, А.Эддингтон, А.Эйнштейн хәм басқалар тәрәпинен жетилистирилди.

1919-жылы Э.Резерфорд биринши жасалма ядролық реакцияны жүзеге келтирди хәм азоты кислородқа айландырды.

- Э.Резерфорд тәрәпинен протон ашылды.

- Ф.Астон жокары айыра алыў уқыплығына ийе масс-спектрографты соқты.

- Улыўмалық салыстырмалық теориясы тийкарында болжанатуғын жақтылық толқынларының Қуяштың гравитация майданындағы бағытын өзгертиўин экспериментте биринши рет тексеріў (А. Эддингтон).

- Г.Баркгаузен сырттан түсірилген магнит майданы үзликсиз түрде өзгергенде ферромагнетиклердің магнитленгенлигинің секирмели түрде өзгеріў кубылысын ашты (Баркгаузен эффекти).

1920-жылы молекулалардың тезлигин тиккелей өлшеў әмелге асырылды (О.Штерн).

1921-жылы Л.Мейтнер (хаял адам) альфа бөлекшелеринен, протонлардан хәм электронлардан туратуғын атом ядроларының моделин усынды (Анықсызлық принципі тийкарында атом ядроларында электронлардың болмайтуғынлығын биз жақсы билемиз).

- А.Ланде атомлардың магнит моментлерин тәриплеў максетинде g-фактор деп аталатуғын факторды киргизди (Ланде көбейтиўшиси).

- О.Ган атом ядроларының изомерия кубылысын ашты (протактиний-234 мысалында). Ф.Содди тәрәпинен 1917-жылы хәм Ст.Мейер тәрәпинен 1918-жылы болжап айтылған еді.

- Р.Ладенбург дисперсия кубылысының квант теориясын курды. Бул теория тийкарында терис дисперсия кубылысы түсиндирилди. Экспериментте бул кубылысты 1928-жылы ашты.

- К.Рамзауэр киши тезлик пенен қозғалыўшы электронлардың аргондағы шашыраўын изертлеў барысында электронлардың нейтрал атомлар менен тәсирлесіўинің әдеттегидей емес екенлигин бақлады (Рамзауэр эффекти).

- Т.Калуца бирден бир теорияда бес өлшемли кеңисликти қолланыўды усынды, бул кеңислик ушын бес өлшемли метрика берди (Калуца теориясы). Теория кейинирек О.Клейн тәрәпинен жетилистирилди (Клейн-Калуца теориясы).

1921-22 жыллары Н.Бор тәрәпинен химиялық элементлердің дәўирлик системасының өзгешеликлери түсиндирилди (Бор бойынша дәўирлик системаның варианты).

1922-жылы А.Комптон қысқа толқынлы электромагнит нурларының еркин хәм әззи байланысқан электронлардағы шашыраўын бақлаўдың нәтийжеси бойынша 1905-жылы А.Эйнштейн тәрәпинен болжап айтылған фотонның бар екенлигин дәлилледі (Комптон эффекти). 1923-жылы А.Комптон хәм П.Дебай бул кубылыстың теориялық интeпретациясын тапты.

- О.Штерн хәм В.Герлах өзлеринің тәжірийбелеринде атомдағы электронлардың магнит моментлеринің тек дискрет мәнислерге ийе болатуғынлығын дәлилледі (кеңисликтеги квантланыў, Штерн-Герлах тәжірийбеси). Атомлар дәстесиндеги атомлардың магнит моментлерин анықлаў идеясын биринши болып 1920-жылы П.Л.Капица хәм Н.Н.Семеновлар усынды.

- М.Каталан спектраллық мультиплетлер түсинигин киргизди.

- Ф.Брэкeтт водород атомының инфрақызыл областтағы спектрлик сериясын тапты (Брэкeтт сериясы).

- Л.Бриллюэн тәрәпинен кристаллардағы жақтылықтың флуктуациялық шашырауындағы спектрдің жуқа курылысының өзгеретуғынлығын бақлады (тап усындай нәтижелер 1926-жылы Л.И.Мандельштам тәрәпинен де алынды). Усыннан «Бриллюэн-Мандельштам эффекти» аты келип шықты. Экспериментте 1930-жылы Л.И.Мандельштам, Г.С.Ландсберг хәм Е.Ф.Гросс тәрәпине бақланды.

- Э.Картан төрт өлшемли буралған кеңисликтің геометриясын раўажландырды.

- О.В.Лосев металл-ярым өткизгиш контактында жоқары жийиликли электромагнит тербелислериниң қоздырылатуғынлығын ашты.

- Дж.Лиленфельд автоэлектрон эмиссиясы кубылысын (металлар тәрәпине күшли электр майданының тәсиринде электронлардың шығарылыуы) ашты.

1922-24 жыллар А.А.Фридманның Эйнштейннің гравитация майданы теңлемелериниң стационар емес шешимлерин табыуы. Усы шешимлер тийкарында ол Әлемнің стационар емес екенлигин болжады (стационар емес космологиялық модель). Дурыслығы экспериментте Америкалы Хаббл тәрәпинен 1929-жылы тастыйықланды.

1923-жылы П.Л.Капица Вильсон камерасын магнит майданына жайластырды хәм зарядланған бөлекшелердің треқлериниң (излериниң) иймейетуғынлығын бақлады. 1924-жылдан баслап магнит майданына қойылған Вильсон камерасының жәрдеминде бириншилерден релятивистлик бөлешелердің (жақтылықтың тезлигине жақын үлкен тезлик пенен қозғалатуғын бөлекшелердің) затлар менен тәсирлесиуін Д. В. Скобельцын санлық жақтан изертлеуді баслады.

- Жақтылықтың комбинациялық шашырауын болжау (А.Смекал).

- С.И.Вавилов хәм В.Л.Лёвшин уран шийшеси тәрәпинен жақтылықтың жутылыуының жақтылықтың интенсивлигиниң артыуы менен кемейиуинен туратуғын оптикадағы биринши сызыклы емес эффектти тапты.

1923-24 жыллары Л.де Бройль материяның толқынлық қасийети ҳаққндағы идеяны айтты хәм раўажландырды (де Бройль толқынлары). Корпускулалық-толқынлық дуализмнің улыўмалық екенлиги ҳаққындағы Л.де Бройльдің бул идеясы Шредингердің толқын механикасының тийкарында турады.

1924-25 жыллары спектр сызықларының аса жуқа курылсын түсиндириу мақсетинде ядролық спин гипотезасын усынды.

1924-жылы Ш.Бозе хәм А.Эйнштейн пүтин спинге ийе бөлекшелердің квант статистикасын ислең шықты (Бозе-Эйнштейн статистикасы).

- А.Эйнштейн бир атомлы идеал газдың квант теориясын дөретти.

1924-25 жыллары В.Паули ҳазирги ўақыттағы теориялық физиканың ең әҳмийетли принциплериниң бирин келтирип шығарды (Паули принципи). Бул принцип бойынша ҳәр бир халда спини  $\frac{1}{2}$  ге тең тек бир бөлекше ғана жасай алады.

1924-жылы Э.Эпплтон ионосфераны ашты. 1926-жылы жоқарғы шашыратыушы қатламды (Е қатламын) тапты (Эпплтон қатламы). Бул қатламның бар екенлигин 1902-жылы О.Хевисайд болжап айтқан еди.

1925-жылы гамма-квантларының электронларда шашырауының ҳәр бир шашырау актинде энергия менен импульстиң сақланыуы нызамының орынланатуғынлығы дәлилленди (В.Боте, Г.Гейгер).

- С.Гаудсмит хәм Дж.Уленбек электронның ишки механикалық хәм магнит моментлериниң бар екенлиги ҳаққындағы гипотезаны усынды (спин гипотезасы). Бул гипотеза (спин түсиниги) көп қыйын мәселелерге дәрхәл жуўап бере алды хәм көпшилик тәрәпинен мойынланды (спин идеясына 1921-жылы А.Комптон да хәм 1925-жылы Р.Кронигте келген еди).

- В.Гейзенберг жеткиликли дәрежеде избе-из болмаған Бор теориясының қыйыншылықларынан өтиу бойынша шешиуши қәдем қойды. Тек бақланыушы шамалар менен шеклениу принципинен хәм айрықша операторлар менен координаталарға хәм импульслерге тәсир етиу арқалы квант механикасының тийкарын дүзди. Сол жала М.Борн

хәм П.Иордан координаталар менен импульслер матрицасын киргизиў аркалы Гейзенбергтин идеяларына қатаң түрдеги математикалық түр берди.

- Биринши рет Вильсон камерасында азот ядросының альфа нурларының тәсиринде бөлиниўиниң, протонның изиниң хәм ядроның фото сүўретлери алынды (П.Блэкетт).

- П.Оже қоздырыўшы энергияның ишки қайта бөлистирилиўи жолы менен қозған атомның автоионизациясы кубылысын ашты (Оже эффекти).

- Қалық қатламлы ядролық фотоэмульсиялар жәрдемінде зарядланған бөлекшелерди регистрациялаўдың усылы ислеп шығылды (Л.В.Мысовский хәм басқалар).

- Г.Изинг сызықлы резонанслық тезлеткишти усынды. 1928-жылы усындай тезлеткиш пенен биринши табыслы тәжирийбени Р.Видероз өткерди.

- Х.Крамере хәм В.Гейзенберг сәйкеслик принципиниң жәрдемінде комбинациялық шашыраўды да өз ишине алатуғын дисперсияның толық формуласын алды (Крамерса-Гейзенберг формуласы).

- Э. Изинг ферромагнетизмның моделин усынды (Изинг модели).

1926-жылы Э.Шредингер квант механикасын дүзди хәм микрообъекттиң халын тәриплеў ушын толқын функциясын ямаса пси-функцияны киргизиў жолы менен квант механикасының тийкарғы теңлемесин келтирип шығарды (Шредингер теңлемеси).

- М.Борн, В.Гейзенберг П.Иордан хәм олардан ғәрезсиз П.Дирак матрицалар вариантындағы релятивистлик емес квант механикасының формализмин дөретиў жумысларын жуўмақлады.

- М.Борн толқын функциясының статистикалық интерпретациясын берди.

- Э.Шредингер Гейзенбергтин матрицалық механикасы менен толқын механикасының математикалық эквивалент (математикалық жақтан эквивалент) екенлигин дәлилдеди.

- Спини нолге тең болған бөлекшелер ушын биринши релятивистлик толқын теңлемеси дүзилди (Клейн-Фок-Гордон теңлемеси, О.Клейн, В.Гордон, В.А.Фок).

- Л.Бриллюэн, Г.Вентцель хәм Х.Крамере Бор-Зоммерфельдтиң ески квантланыў қағыйдалары менен байланыс орнататуғын бир өлшемли Шредингер теңлемесиниң жуўық меншикли мәнислерин хәм меншикли функцияларын табыўдың усылын ислеп шықты (БВК усылы).

- Э.Шредингер квант механикасындағы жуўық усыл болған «возмущение»лер усылын ислеп шықты (Рус тилиндеги «возмущение» сөзине сәйкес келиўши физика илиминде қолланыўға болатуғындай қарақалпақша сөз елге шекем табылған жоқ (2011-жылдың май айы)).

- П.Дирак хәм П.Иордан түрлендириў теориясын (представлениелер теориясын) дөретти («Представлениелер теориясы» рус тилиндеги «теория представлений». Қарақалпақ тилинде физика илиминде қолланғандай сәйкес сөз елге шекем табылмады).

- М.Борн күш орайында бөлекшелерди шашыраў ҳаққндағы мәселени шешиўдин жуўық усылын тапты (Борнов шашыраўы).

- Э.Шредингер толқын пакети концепциясын усынды.

- Ярым пүтин спинге ийе бөлекшелер ушын квант статистикасы дөретилди (Ферми-Дирак статистикасы, Э.Ферми, П.Дирак).

- Дж.Ван Флек диамагнетизмниң квант теориясын дөретти (1927-дылы усындай жумысты Л.Полинг орынлаған еди).

- Я.И.Френкель кристаллардың пәнжересиндеги қозғалыўы тесиклер ҳаққындағы (тесиклик өткизгишлик) хәм тесик пенен пәнжере түйинлери арасындағы атом түриндеги кристаллық пәнжерелердин дефектлери ҳаққындағы түсиникти киргизди («Френкель бойынша дефектлер»),

- П.Дебай хәм У.Джиок бир биринен ғәрезсиз парамагнетиклерди адаиабаталық магнитсизлеў аркалы төменги температураларды алыў усылын усынды (магнит салқынлатыў). 1933-34 жыллары В.де Гааз, У.Джиок хәм Ф.Саймон тәрәпинен усы усыл менен биринши эксперименталлық изертлеўлер жүргизилди.



- Х.Буш магнит майданының фокуслаушы қасиетін ашты және электронлық магнит линзаны іслеп шықты. Бул ізертлеулер электронлық оптиканың басламасы болып табылады.

1926-27 жыллары электронлары бір теклі тығызлық пенен тарқалған ауыр атомның электронлық қабықтарын тәріптеу үшін модель дүзілді (Л.Томас, Э.Ферми, Томас-Ферми модели).

- Х.Крамере және Р.Крониг классикалық электродинамикада дисперсиялық қатнасты келтіріп шығарды (Крамерс-Крониг қатнасы).

1927-жылы В.Гейзенберг квант механикасының фундаменталлық қадесі болған анықсыздық принципіні ұсынды.

- Н.Бором тәрәпинен қосымшалық принципі келтіріліп шығарылды (принцип дополнительности).

- В. Эльзассер тәрәпинен 1925-жылы болжап айтылған электронлардың дифракциясы ашылды (К.Дэвиссон, Л.Джермер, Дж.П.Томсон).

1927-28 жыллары екінші квантланыу ұсылы іслеп шығылды (П.Дирак, П.Иордан, О.Клейн, Ю.Вигнер). 1932-жылы бул ұсыл В.А.Фоктың жұмыстарында жетілістірілді.

1927-жылы Л.де Бройль квант механикасының интерпретациясы мақсетінде ұшқыш толқынлар (волны-пилот) концепциясын іслеп шықты.

1927-31 жыллары Дж.Нейман квант механикасының принциптерінің қатаң математикалық формулировкасын дәретті.

1927-жылы В.Паули спині  $\frac{1}{2}$  ге тең болған зарядланған бөлекшенің сыртқы электромагнит майданында қозғалуын тәріптеуін релятивистік емес теңлемесі келтіріп шығарды (Паули теңлемесі).

- П.Дирак нурланыудың квант теориясын дәретті. Ұсының менен бірге ол электромагнит майданының квант теориясының басламасын қалады. 1928 - 32 П.Дирак, В.Гейзенберг, В.Паули, Э.Ферми, В.А.Фок және басқалар тәрәпинен квант электродинамикасының және майданның квант теориясының тийкарлары дәретілді. Майданның квант теориясы идеялары А.Эйнштейнге (1905-, 1909-жыллар), П. Эренфестке (1906-жыл) және П. Дебайға (1910-жыл) барып тиреледі.

- Ч.Эллис және У.Вустерлер бета ыдырауды энергия балансының бузылатуғынлығын аңғарды (Эллис-Вустер эксперименті).

1927-жылы водород молекуласы бірінші рет есапланды. Бул есаплау квант химиясының басланғанлығының белгисі еді (Ф. Лондон, В. Гайтлер).

- Ю.Вигнер тәрәпинен айналық симметрияның ашылуы және жұплықтың сақланыу ызамаының келтіріліп шығарылуы (толқын функциясының жұплығы хаққындағы көз-қарастың киргизілуі).

- В.Паули электронның спинін тәріптеу мақсетінде матрица киргизді (Паулидің спинлік матрицалары).

- Д.Деннисон протонның спинінің бар екенлігін болжады және оның мәнісі үшін  $\frac{1}{2}\hbar$  шамасын алды.

- Атом ядроларының спинінің ашылуы.

- Атом ядроларының байланыс энергияларын хақтерлеуші жайластыруу коэффициенттерінің массалық санлардан ғәрезлігінің бірінші иймеклігінің дүзілуі (Ф.Астон).

- Нурланыудың квант теориясы рамкаларында квант электроникасы тийкарында жататуғын мәжбүрий және бірінші нурлардың бірдей екенлігінің болжап айтылуы (П.Дирак).

- Мультиплеттердегі атомлық қаддилердің жайласуларын анықлауғын екі эмперикалық қағыйдалардың Ф.Хунд тәрәпинен табылуы (Хунд қағыйдалары).

- В.Паули тәрәпинен электрон газінің парамагнетизмі теориясының дәретілуі (Паули парамагнетизмі).

- Дж. Ван Флек атомлар менен молекулалардың парамагниттік қабылағышлығының ұлыұмалық теориясын іслеп шықты және Ван-флек парамагнетизмі деп аталатуғын



симметрия емес атомлардың диамагниттік қабылғаушылығы үшін парамагниттік қосымтаны тапты.

- Д.В.Скобельцын магнит майданына жайластырылған Вильсон камерасында космос нурларының жоғары энергияға ийе болған бөлекшелерінің іздерін бірінші болып алды, ұсы ізерттеулер менен жоғары энергиялы космос нурларын ізерттеу дәуірі басланды.

- Я.Клей космос нурларының кеңлік эффектіні тапты (1932-жылы А.Комптон да ұсындай құбылысты тапты).

- Р. Видероз цикльдік индукциялық тезлеткіш іслеп шықты (ұсындай тезлеткіш идеясына ол 1922-жылы келген еді). 1922-ылы тезлеткіш идеясын Дж.Слепян да ұсынған еді.

- Абсолют нолде кристалдың энергиясының атомлардың тербелісіндей болып көрінетуғынлығының тууыдан-тууы дәлилі алынды (Р.Джеймс, Э.Ферс).

- С.И.Вавилов тәрепінен люминесценцияның квантлық шығыуының мәжбүрлеуші нурлардың ұзындығынан ғәрезсізлігі табылды (Вавилов ызамы).

1927-28 жыллары металларда энергиялық зоналардың бар екенлігін хәкқындағы идея ұсынылды (М. Стрэтт).

1928-жылы релятивисттік электронның қозғалысын тәріптейтуғын квантомеханикалық теңлемі келтіріп шығарды (релятивисттік квант механикасының басланыуы). Бұл теңлемеден электронның спинінің  $\frac{1}{2}h$  қа тең екенлігін келип шықты.

- Л.И.Мандельштам хәм М.А.Леонтович бөлекшенің потенциал барьер арқалы өтіу теориясын дөретті. 1927-жылы Р.Оппенгеймер бөлекшенің екі потенциал шықыр арасындағы потенциал барьер арқалы өтіуін ұлыұмалық түрде есаплаған еді.

- Альфа ыдырауды туннельдік процесс деп қараушы теорияның іслеп шығылыуы (Дж.Гамов, Э.Кондон, Р.Гёрни).

- А.Зоммерфельд металлардың бірінші квант теориясын іслеп шықты. Бұл теорияда металлардығы электронлық газди Ферми-Дирак статистикасына бағынатуғын идеал система деп қарады. Электронлық газдің жыллылық сыйымлығының неликтен киші шама екенлігін түсіндірді.

- Алмасыу тәсірлесіуі (обменное взаимодействие) хәм алмасыу күшлері (обменные силы) түсиніклерінің киргизіліуі (В.Гейзенберг, П.Дирак).

- Электронлар арасындағы алмасыу тәсірлесіуіне тийкарланған (коллективлестірілген модель) ферромагнетизмнің бірінші квант теориясы (Я.И.Френкель) хәм локализацияланған спинлер моделі (В. Гейзенберг) дөретілді.

- Р.Фаулер хәм Л.Нордгейм электронлық туннеллениу тийкарында металлардан электронлардың салқын эмиссиясын түсіндірді (Фаулер-Нордгейм моделі).

1928-30 жыллар Ф.Блох хәм Л. Бриллюэн тәрепінен қатты денелердің зоналық теориясы дөретілді.

1928-жылы Дж.Хартри көп денелер теориясы мәселелерін шешіудің жууық ұсылын (1930-жылы В.А.Фок тәрепінен рауажландырылған өзі менен өзі келістірілген майдан ұсылы, «Метод самосогласованного поля» сөзлері қарақалпақ тилине «өзі менен өзі келістірілген» деп аударылған) (Хартри-Фок ұсылы).

- Р.Ладенбург 1921-жылы өзі болжаған, ал 1924-жылы Х.Крамерс тәрепінен болжанған теріс дисперсияның бар екенлігін экспериментте дәлилдеді.

- Атом спектрлері сызықларында аса жуқа қурылыстың бар екенлігінің дәллілленіуі (А.Н.Теренин, Л.Н.Добрецов, Г.Шюллер).

- Кристаллардағы жақтылықтың комбинациялық шешырауының (Л.И.Мандельштам, Г.С.Ландсберг), сұйықлықтардағы жақтылықтың комбинациялық шешырауының ашылыуы (Ч.Раман, К.Кришнан).

- Сұйық гелийдегі 2,19 К температурада екінші әулад фазалық өтіуінің бар екенлігінің ашылыуы хәм сұйық гелийдің екі түрінің (гелий I хәм гелий II) бар екенлігінің табылыуы (В.Кеез, М.Вольфке).

- Төменгі температураларда молекулалық кристалдың спектринің дискрет қурылысы экспериментте табылды (И.В.Обреимов).

- П.Л.Капица металдың электр карсылығының магнит майданының кернеулігіне ғәрезли сызықлы өсетуғынлығының табылуы (Капица нызамы).

1929-жылы Комптон эффектіннің квант теориясы дөретилди (О.Клейн, И.Мишина) хәм бул эффекттегі электронлардың шашырауын тәриплеуши теңлеме келтирилип шығылды (Клейн – Мишина теңлемеси).

- В. Гайтлер хәм Г. Герцберг азот ядроларының Бозе-Эйнштейн статистикасына бағынатуғынлығын тауып азот ядролары статистикасын ислеп шықты (1930 бундай жумысты Ф.Разеттиде иследи). Бул ядролардың қурылысының протонлық-жлектронлық қурылысының дурыс емес екенлигин дәлилледі.

- О.Штерн атомлар менен молекулалардың дифракциясын ашты.

- В.Боте хәм В.Кольхёрстерлер космос нурларын изертлеуге сәйкеслик келиуі усылын (метод совпадений) колланды (Бот-Кольхёрстер тәжірийбелери) хәм дәслепки космос нурларының зарядланған бөлекшелерден турады деген жуумакқа келди.

- Н.Мотт шексиз ауыр структураға ийе емес ноқатлық нышанада шашырау қубылысын изертледі хәм атомның шашырауының дифференциал кесе-кесими ушын формуланы келтирип шығарды (Мотт формуласы).

- Н.Мотт электрон дәстесинің шашырағанда поляризацияланатуғынлығын болжады.

- Х.Бете тәрeпинен кристаллық майдан теориясының дөретилиуі.

- Х.Крамере кристаллардың магнетизми машкаласында әхмийетли орынды ийелейтуғын теореманы келтирип шығарды (Крамерс теоремасы).

- Плазма хәм плазмалық тербеліслер түсиниклеринің киргизилиуі (И.Ленгмюр, Л.Тонкс).

- Э. Меррит германийдың ярим өткизгишлик қасийетин ашты.

1930-жылы бериллийди альфа бөлекшелери тәрeпинен бомбалағанда үлкен сиңиушиликке ийе (большая проникающая способность) нурлардың пайда болатуғынлығын көрсетти (В. Боте, Г. Бекер). Бул нурланыуды изертлеулер нейтронлардың ашылуына алып келди.

- П.Дирак кейинирек В.Гейзенберг (1934-жылы) хәм Х. Крамерс (1937-жылы) тәрeпинен рауажландырылған «тесиклер» теориясын усынды.

1930-31 жыллары кристаллардың энергиялық спектри (бир биринен қадаған етилген зоналар менен айрылған энергияның руқсат етилген мәнислериние сәйкес келиуіши жолақлар) көз-қарасының қәлиплесиуі (Р.Пайерлс, Л.Бриллюэн, Р.Крониг хәм басқалар).

1930-жылы Дж.Слэтер кристаллардың полярлық моделин усынды.

- И.Е.Тамм жақтылықтың кристалларда шашырау теориясын ислеп шықты хәм қатты денелердегі серпимли тербеліслер (фононлар) хаққындағы көз-қарасты киргизди. Фононлар идеясы А.Эйнштейннің (1911-жылы) хәм П. Дебайдың (1912-жылы) жумысларында бар еди.

- Ферромагнетиклердің доменлик қурылысының теориясы дөретилди (Я.И.Френкель, Я.Г.Дорфман).

- Л.Д.Ландау тәрeпинен металлардағы электронлардың диамагнетизмин теориялық болжау (Ландау диамагнетизми).

- Спин толқынлары хаққындағы түсиник киргизилди (Ф. Блох).

- Ф.Блох төменгі температуралардағы ферромагнетиклердің өзінше магнитлениуінің температуралық ғәрезлигин тапты (Блохтың екиден үш нызамы).

- Л.В.Шубников хәм В.де Гааз суйық гелий температурасындағы магнит майданындағы висмуттың электр карсылығының осцилляциясын тапты (Шубников-де Гааза эффекти).

- К.Вагнер ярим өткизгишлердің еки типинің бар екенлигин тапты (электронлық хәм тесиклик ярим өткизгишлер).

- В. Шоттки «Шоттки бойынша дефектлер» түсинигин киргизди.

1930-33 жыллар сегнетоэлектриклер (ферроэлектриклер) теориясының дөретилиуі (П.П.Кобеко, И.В.Курчатов).

1931-жылы В.Паули нейтрино гипотезасын усында (нейтрино идеясы онда 1930-жылы пайда болган еди).

- П.Дирак антибөлөкшелердин бар экенлигин, жуплардын тууылыуы менен аннигиляциясын болжады хэм элементар магнит заряды бар деген гипотезаны усында (Дирак монополи, Дирак монополи усы уакытларга шекем ашылган жок).

- Р.Ван де Грааф зарядланган бөлөкшелердин электростатикалык тезлеткишин доретти (Ван де Грааф генераторы). Бул тезлеткиштин ислеу принципин ол 1929-жылы ислеп шыккан еди.

- Циклотрон курылды (Э.Лоуренс, М.Ливингстон). Онын идеясын 1927-жылы М.Штеенбек хэм 1929-жылы Л.Сцилард, Э.Лоуренс хэм Ж.Тиболар усынган еди.

- П.Эренфест хэм Р.Оппенгеймерлер спинлери  $\frac{1}{2}$  ге тең тақ сандагы бөлөкшелерден туратунын атом ядроларынын Ферми-Дирак статистикасына, ал из жуп сандагы бөлөкшелерден туратунын атом ядроларынын Бозе-Эйнштейн статистикасына багынатунынлыгын корсетти (Эренфест-Оппенгеймер теоремасы).

- А.Вильсон ярым откизгишлердин квант теориясын доретти, «донорлык» хэм «акцепторлык» откизгишлик түсиниклерин киргизди.

- Р.Пайерлс фононлар газдинин козгалысы сыпатында жыллылык откизгишликтин квант теориясын ислеп шыкты, «асырып откизиу процесслери» («процессы переброса») түсинигин киргизди.

- Я.И.Френкелем тэрепинен молекулалык экситоннын болжаныуы (Френкель экситоны).

- В.де Гааз хэм П.ван Альфен төменги температураларда металлардын магнитлик кабыллагышлыгынын магнит майданынын кернеулигинен гэрезлигин тапты (де Гааза-ван Альфен эффекти).

- Жактылыктын селективлик шашырауынын ашылыуы (Л.И.Мандельштам, Г.С.Ландсберг).

- И.Е.Тамм хэм С.П.Шубин металлардагы фотоэффекттин квант теориясынын тийкарын салды.

- Ф.Биттер ферромагнетиктин доменлик курылысын порошоклар фигурасынын жэрдемине баклады (1934-жылы усындай баклауларды Н.С.Акулов хэм М.В.Дехтярлар откерди).

- Л.Онсагер тэрепинен қайтымлы емес процесслер термодинамикасынын тийкаргы теоремаларынын биринин дәлиллениуи (Онсагер теоремасы) хэм сызыклык принципинин орнатылыуы.

- Электрон микроскопы ислеп шыгылды (М.Кнолль, Э.Руска) (1939-жылы В.К.Зворыкин 100000 есе үлкейтетугын электрон микроскопын соқты).

- К.Янский биринши радиотелескопты соқты хэм космослык радионурланыудын бар экенлигин ашты. Бул ашылыу радиоастрономиянын биринши қадеми болып табылады (1937-жылы Г.Ребер биринши параболалык радиотелескопты соқты).

### **Екинши этап (1932-1954 жыллар)**

1932-жылы Дж.Чэдвак тэрепинен нейтроннын ашылыуы. 1920-жылы Э.Резерфорд хэм У.Харкинс тэрепинен бир биринен гэрезсиз болжанган.

- Дейтерийдин ашылыуы (Г.Юри, Дейтерий деп ядросы бир протоннан хэм бир нейтроннан туратунын водород атомына (водородтын изотопына) айтамыз). Дейтерийдин бар болыуынын кереклиги 1920-жылы Э.Резерфорд тэрепинен болжанган.

- Нейтронлардын тэсиринде биринши ядролык айланыслар әмелге асырылган (Н.Фезер, Л.Мейтнер, У.Харкинс).

- Д.Д.Иваненко ядролардын нейтрон-протонлык курылысы хэм нейтроннын элементар бөлөкше экенлиги хаққнда гипотезасын усында. В.Гейзенберг тэрепинен тиккелей рауажландырылган бул модель протон-жлектронлык моделдин көплеген кыйыншылыкларын

сапластырды хәм атом ядролары хақындағы хәзирги ўақытлардығы көз-қарастың тийкарында жатады.

- Күшли тәсирлесийдің ашылыўы.
- Дж.Кокрофт хәм Э.Уолтон протонларды жасалма жол менен тезлетийши әсбап болған каскад генераторын соқты (Кокрофт-Уолтон тезлеткиши).
- Дж.Кокрофт хәм Э.Уолтон жасалма түрде тезлетилген протонның тәсиринде жүретуғын биринши ядролық реакцияны жүзеге келтирди. Бул ядролық реакцияда литий атомларының ядроларының трансмутациясы орын алды. Бир неше айдан соң бундай реакция Москвада да жүзеге келтирилди (А.К.Вальтер, К.Д.Синельников, А.И.Лейпунский, Г.Д.Латышев).
- К.Андерсон позитронды ашты (1933-ылы бул ашылыўды П.Блэкетт хәм Дж.Оккиалини тастыйықлады).
- В.Гейзенберг формал математикалық хәрекет сыпатында изотопиялық спин түсинигин киргизди. 1936-жылы Б.Кассен хәм Э.Кондон толық изотопиялық спинге сәйкес келетуғын квант саны хақындағы идеяны усынды.
- В.Гейзенберг ядролық күшлердің тойыныўшы күшлер екенлигин көрсетти (1933-жылы усындай жуўмаққа Э.Майоранада келген еди).
- Ю.Вигнер тәрепинен ўақыттың белгисин өзгертийге карата симметрияның бар екенлигин ашты (ўақытлық жуплықтың сақланыў нызамы).
- Э.Финберг квант механикасында оптикалық теореманы дәлилледди.
- Л.Неель антиферромагнетизмды болжады хәм магнит подрешеткасы түсинигин киргизий арқалы оның теориясын ислеп шықты. 1933-жылы антиферромагнетизмның магнетиктиң айрықша бир фазасы түсинигин Л.Д.Ландау киргизди.
- 1932-жылы металл-ярым өткизгиш контактында тоқты туўрылаўды үйрениўге квантомеханикалық туннеллениў көз-қараслары қолланылды (А.Вильсон, Я.И.Френкель, А.Ф.Иоффе, Л.Нордгейм).
- И.Е.Тамм кристаллардың бетиндеги электронлардың айрықша ҳалларының бар екенлигин болжады (Тамм кәддидери).
- Ультрасестеги жақтылықтың дифракциясы кубылысы ашылды (П.Дебай, Ф.Сире, Р.Люка, П.Бикар).
- В.Кеез хәм К.Клузиус тәрепинен суйық гелийдың салыстырмалы жыллылық сыйымлығының температуралық ғәрезлигинде аномалияларды тапты хәм жыллылық сыйымлығының мәнисиниң секирип өзгериў ноқатын тапты ( $\lambda$  ноқаты, 2,19 К температурада).
- 1933-жылы гамма кванттан электрон менен позитронның пайда болатуғынлығы ашылды (Ф. хәм И. Жолио-Кюри, К.Андерсон, П.Блэкетт, Дж.Оккиалини). Бул кубылыстың механизмин 1933-жылы Р.Оппенгеймер түсindirди.
- Ф.Жолио-Кюри хәм Ж.Тибо 1931-жылы П.Дирак болжап айтқан электронлар менен позитронлардың аннигиляциясын экспериментте дәлилледди.
- Космос нурларында электрон-позитрон нөсерлери ашылды (П.Блэккет, Дж.Оккиалини). 1929-жылы космос нурларындағы бир бири менен генетикалық байланысқан бир неше (төртке шекем) топарлардың бар екенлигин Д.В.Скобелцын бақлады. 1933-жылы космослық нөсерлердің пайда болатуғынлығын Б.Росси тапты.
- Фредерик хәм Ирен Жолио-Кюрилер нейтронлардың массасын ең биринши болып есаплады хәм оның протонның массасынан үлкен екенлигин көрсетти. Сонлықтан нейтронның орнықты емес бөлекше екенлиги хәм сонлықтан оның протонға айланыўының итималлығы келип шығады.
- Ядролық реакцияларда масса менен энергияның эквивалентлигиниң дурыс екенлиги экспериментте дәлилленди (М.Олифант, Э.Резерфорд).
- О.Штерн хәм О.Фриш водород молекуласындағы протонның магнит моментин өлшеди.
- 1933-жылы П.Дирак вакуумның поляризациясы эффектиниң орын алатуғынлығын болжады (1934-жылы усындай болжаўды В.Гейзенберг усынды). Вакуумның поляризациясы теориясын 1936-жылы В.Вайскопф раўажландырды.

-Э.Ферми бета ыдырау теориясын ислеп шықты, бул теорияға ол тәсирлесіудің жаңа типін – эззи тәсирлесіуді киргизди.

- П.Дирак антизаттың бар екенлиги ҳаққында гипотезасын усынды.

- Аўыр суў (тяжелая вода, Аўыр суў -  $D_2O$ , суўдың изотоплық түри, бул суўда водород атомлары дейтерий атомлары менен алмастырылған. Тығызлығы  $1,104 \text{ г/см}^3$  ( $3,98^\circ\text{C}$ ), ериу температурасы  $3,813^\circ\text{C}$ , ал қайнау температурасы  $101,43^\circ\text{C}$ . Тәбийий суўда Н:Д қатнасы орташа 6900:1 қатнасына тең) алынды (Г.Льюис, Р.Магдональд). 1934-жылы аўыр суўды В.А.И.Бродский алған еди.

- В.Мейсснер хәм Р.Оксенфельд аса өткизгиштің сырттан түсирилген магнит майданын қысып шығаратуғынлығын тапты (Мейсснер эффекти). 1934-жылы бул қубылысты Л.В.Шубников хәм Ю.Н.Рябининлер де бақлады.

- И.К.Кикоин хәм М.М.Песковлер тәрәпинен магнит майданына жайластырылған ярым өткизгиште күшли жутылыушы жақтылық нурлары менен жақтыландырылғанда электр майданының пайда болыу қубылысының ашылыуы (Кикоин-Носковтың фотоманит эффекти).

- Ю.Вигнер хәм Ф.Зейтц кристаллар теориясында ячейкалар усылын ислеп шықты (Вигнер-Зейтц усылы). 1934-жылы Дж.Слэтер тәрәпинен улыўмаластырылды.

1934-жылы жасалма радиоактивликтің ашылыуы (Фредерик хәм Ирен Жолио-Кюри).

- Фредерик хәм Ирен Жолио-Кюри позитронлық радиоактивликті ашты.

- Нейтронлар тәрәпинен пайда етилетуғын жасалма радиоактивликтің ашылыуы (Э.Ферми).

- Э.Ферми затлардаңы нейтронлардың әстелениу қубылысын ашты.

- Тритий пайда болатуғын дейтронлардың синтези реакциясы әмелге асырылды (Э.Резерфорд, М.Олифант, П.Хартек).

- Ядролық фотоэффект – дейтронның фотобөлиниуи («Бөлекшелердің фототууылығы» ямаса «фотобөлиниуи» деп атом ядроларында жоқары энергияға ийе фотонлардың тәсиринде бөлекшелердің пайда болыу ямаса бөлиниу процессине айтамыз. Сонлықтан бул процесстің жақтылық тоқынларына тиккелей байланысы жоқ) ашылды (Дж.Чэдвик, М.Гольдхабер). 1937-жылы аўыр ядролардағы ядролық эффектти В.Боте менен В.Гентнерлер бақлады.

- Протонның гамма-квантты шығарыу арқалы нейтронды тутып алыу реакциясының (радиациялық тутып алыу) ашылыуы (Д.Ли).

- И. Е. Тамм хәм Д. Д. Иваненко массаға ийе бөлекшелер майданы арқалы тәсирлесіудің мүмкиншилигин есапқа алып В.Гейзенберг тәрәпинен раўажландырылған жуп ядролық күшлердің майдан теориясының тийкарын салды.

- Дж.Вик Ферми теориясын протон нейтронға айланатуғын позитронлық ыдырауға улыўмаластырды.

- Кери бета-ыдырау болжанды хәм нейтриноны табыу мүмкиншилиги қаралды (Х.Бете, Р.Пайерлс).

- Нейтронда магнит моментинің бар екенлиги ҳаққындағы болжау айтылды, бул моменттің белгиси хәм шамасы дурыс бақаланды (И.Е.Тамм, С.А.Альтшулер).

- Электронлардың затлар арқалы өтиуіндеги радиациялық жоғалыу теориясы ислеп шығылды (Х.Бете, В.Гайтлер).

- У.Беннет тәрәпинен плазма арқалы өтип атырған тоқтың магнит майданы тәрәпинен плазманың қысылыу эффекти (пинч-эффект) болжап айтылды (1938-жылы бул эффектти Л.Тонксте болжап айтқан еди).

- П.А.Черенков С.И.Вавиловтың басшылығында таза мөлдир суйықлықлардың зарядланған бөлекшелер тәсиринде жақтылық нурын шығаратуғынлығын ашты (Вавилов-Черенков эффекти, Бундай жақтылықтың шығыуы ушын суйықлық арқалы бөлекше усы суйықлықтағы жақтылықтың тезлигинен үлкен тезлик пенен қозғалыуы керек).

- К.Гортер хәм Х.Казимир аса өткизгишликтің биринши феноменологиялық теориясын дөретти (Казимир-Гортер модели).

- К.Гортер салқынлатыу ушын ядролық адиабаталық магнитсизлениу усылын усинды (1935-жылы ядролық салқынлатыу усылын Ф.Саймон да усинған еди, ол ядролық салқынлатыуды әмелге асырыу ушын зәрүрли болған эксперименталлық шараятларды да талқылады).

1934-37 жыллары Л.В.Шубников тәрәпинен II әулад аса өткизгишлериниң табылыуы.

1935-жылы Х.Юкава жуп ядролық күшлердиң майдан теориясын раўажландырыу барысында ядролық майданның күшли тәсирлесию кванты болған нуклонлар арасындағытәсир етисиюди тәмийинлейтуғын бөлекшениң бар екенлигин болжады (мезонлар). Юкава тәрәпинен болжап айтылған бөлекшелер 1947-жылы ашылды хәм усының менен бирге мезодинамиканың басламасына қәдем қойылды.

- Еркин нейтронның протонға, электронға хәм нейтриноға ыдырайтуғынлығы хаққында болжау айтылды (Дж.Чэдваик, М.Гольдхабер, Х.Бете, М.Олифант, Э.Резерфорд).

- Киши тезлик пенен қозғалыушы нейтронлардың протонларда шашырау кесе-кесими биринши рет өлшенди (Дж.Даннинг, Дж.Пеграм, И.В.Курчатов хәм басқалар).

- Жыллылық нейтронларының кадмий ядроларындағы күшли тәсирлесиюи табылды (Дж.Даннинг, Дж.Пеграм, Дж.Финк, Д.Митчелл).

- Протон тәрәпинен нейтронның услап алыныуы анық дәлилленди (Л.А.Арцимович, И.В.Курчатов).

- Уран-235 изотопы ашылды (А.Демпстер).

- К.Вейцеккер ядролардың байланыс энергиясы ушын ярым эмперикалық формуланы келтирип шығарды.

- Антиферромагнетизмнің ашылыуы (Л.В.Шубников, О.Н.Трапезникова, Г.А.Милютин, С.С.Шалыт). 1938-жылы Г.Бизетом хәм 1932-жылы Л.Неел тәрәпинен табылды.

- Л.Д.Ландау хәм Е.М.Лифшиц ферромагнетиклердиң доменлик қурылысының теориясын дөретти хәм магнит моментиниң қозғалыс теңлемесин дүзди (Ландау- Лифшиц теңлемеси).

- Ф. хәм Г.Лондонлар (аға-инили) аса өткизгишликтің феноменологиялық теориясын дөретти (Лондонлар теңлемеси).

- В.Кеез хәм А.Кеез тәрәпинен суйық гелий II ниң әдеттегидей емес жүдә жокары жыллылық өткизгишлигин тапты ( $\lambda$  ноқаты арқалы өткенде жыллылық өткизгиштиң мәниси шексиз үлкен шамаға умтылады).

- Беккемликтің статистикалық теориясы дөретилди (А.П.Александров, С.М.Журков).

- Ядролардың квадруполлық магнит моментиниң ашылыуы (Х.Шюллер, Т.Шмидт).

- Фазоконтрастлық микроскоп ойлап табылды (Ф.Цернике).

1936-жылы Н.Бордың қурамлық ядро теориясының дөретилиуі (компаунд-ядро теориясы).

- Ядроның тамшы моделинің дөретилиуі (Н.Бор, Я.И.Френкель).

- Г.Брейт, Э.Кондон, Н.Кеммер хәм Р.Презент ядролық күшлердиң зарядтық ғәрезсизлигин ашты.

- В. Эльзассер тәрәпинен 1936-жылы болжап айтылған нейтронлардың дифракциясы ашылды (Д.Митчелл, Х.Халбан хәм П.Прейсверк).

- Г.Брейт хәм Ю.Вигнерлер ядролық реакциялардың дисперсиялық формуласын келтирип шығарды (Брейт-Вагнер формуласы).

- Қатты водородтағы ядролық парамагнетизмнің ашылыуы (Л.В.Шубников, Б.Г.Лазарев).

- Л. Д. Ландау кулон тәсирлесиюи орын алған жағдайдағы плазманың кинетикалық теңлемесин дүзди хәм зарядланған бөлекшелер ушын соқлығысуу интегралының түрин тапты.

- Сурьмалы-цезийли фотокатод ойлап табылды (П.Гёрлих).

- Автоэлектронлық микроскоп ойлап табылды (Э.Мюллер).

1937-жылы 1935-жылы Х.Юкава хэм С.Сакаталар тәрәпинен болжап айтылған К-тутыўды тапты (Яғный К-электрон қабығындағы электронның атом ядросы тәрәпинен жутилыўы).

-Ю.Вигнер ядролық күшлердиң зарядлық ғәрезсизлигиниң изотопиялық спин менен байланысының бар екенлигин көрсетти хэм нуклон-нуклон тәсирлесиўиндеги изотопиялық спинниң сақланыў ызымын анық келтирип шығарды.

- Х.Крамере тәбияттың тийкарғы ызымларының бөлекшелерди антибөлекшелер менен алмастырыўға карата симметриялы екенлигин болжады (зарядлық инварианттылық).

- Ядролардың статистикалық теориясы дөретилди (Х.Бете, В.Вайскопф, Л.Д.Ландау).

- Космос нурларындағы нөсерлердиң каскадлық теориясының тийкарлары исленип шығылды (Х.Баба, В.Гайтлер, Дж.Карлсон, Р.Оппенгеймер). 1938-жылы каскад теориясының теңлемелерин шешиўдиң қолайлы математикалық усылын Л.Д.Ландау хэм Ю.Б.Румерлер усынды.

- Космослық нурлардың излеринде «жұлдызлардың» биринши бақланыўы (М.Блау, Г.Вамбахер).

- И.Е.Тамм хэм И.М.Франк Вавилов-Черенков нурланыўының теориясын дөретти.

- Л.Д.Ландау аса өткизгишлердиң аралықлық ҳалы теориясын дөретти. Бундай түсиникти (аралықлық ҳалы түсиниги) 1936-жылы Р.Пайерлс хэм Ф.Лондонлар киргизген еди (1937-жылы экспериментте Л.В.Шубников тәрәпинен тастыйықланды).

- Л.Д.Ландау екинши әўлад фазалық өтиўлер теориясын дөретти (екинши әўлад фазалық өтиўлер түсинигин 1933-жылы П.Эренфест усылған еди).

- Г.Ванье хэм Н.Мотт өткизгишлик зонасындағы электрон менен валентлик зонасындағы тесик арасындағы байланысқан халдың болатуғынлығы ҳаққындағы көз-қарасты раўажландырды (Ванье-Мотт экситоны). 1951-жылы Е.Ф.Гросс хэм Н.А.Каррыевлер тәрәпинен мыс закиси кристалларында табылды.

- Дж.Майер ҳақыйкый газ ҳалының улыўмалық теңлемесин алды.

1938-жылы К.Андерсон хэм С. Неддермейерлер мю-мезонды ашты, оның массасын анықлады ( $\sim 240 m_e$ ). Бундай бөлекшелердиң бар екенлиги ҳаққындағы мағлыўматларды олар 1936-жылы алған еди.

- Кең атмосфералық нөсерлер ашылды (П.Оже, В.Кольхёрстер).

- Х.Юкава хэм С.Саката ядролық күшлердиң зарядлық ғәрезсизлигин түсиндириў ушын нейтрал мезонды усынды. Нейтрал мезонды Г.Фрёлих, В.Гайтлер, хэм Н.Кеммерлер де болжаған еди.

- Жұлдызлардың энергия дереги сыпатында термоядролық реакциялардың протон-протон циклы ашылды (Х.Бете, К.Критчфильд).

1938-39 жыллары термоядролық реакциялардың углерод-азот циклы ашылды (Х.Бете, К.Вейцеккер).

1938-жылы 18-декабрь күни уранның бөлиниў кубылысы ашылды (О.Ган, Ф.Штрассманн), Бул кубылысты 1934-жылы И.Ноддак болжаған еди.

- Материяның бирден бир теориясы тәрәпинен раўажландырылған Дирак теңлемесиниң сызықлы емес улыўмаластырылыўы дөретилди (Иваненко-Гейзенберг теңлемеси).

- А.А.Власов плазманы тәриплеў ушын бөлекшелер арасындағы коллективлик тәсирлесиўди есапқа алатуғын теңлемени усынды (Власов теңлемеси).

- Суйық гелий II ниң фонтанланыў (термомеханикалық эффект) эффекти ашылды (Дж.Аллен, Х. Джонс).

- Гелий II ниң аса аққышлығы ашылды (П.Л.Капица, Дж.Аллен).

- Л.Тисса гелий II ниң еки суйықлықлы моделин усынды.

- Спин температура түсинигиниң киргизилиўи (Х.Казимир). Экспериментте 1951-жылы тастыйықланды.

Суйық гелийдеги пленканың алып жүрилиўи кубылысының ашылыўы (К.Мендельсон, Дж.Даунт).

1938-39 жыллары И.Раби молекулалық дәстелер резонанстық усылын ислеп шығыу бойынша жұмыстарын жуу мақлады.

1939-жылы Л. Мейтнер тәрәпинен О.Ганның хәм Ф. Штрассманның уран ядроларының дерлик бирдей массадағы сынықларға бөлинуін дәлиллейтуғын экспериментлерин интерпретациялауы. Л. Мейтнер тәрәпинен «ядроның бөлинуі» түсинигиниң киргизилиуі.

- Уране ядросының еки бөлекке бөлинууының эксперименталлық дәлилленуі хәм бөлину энергиясы тиккелей өлшеу (О.Фриш, Ф.Жолио-Кюри, Г.Андерсон, Дж.Даннинг).

1939-жылы уран ядроларының әсте-акырын қозғалыушы нейтронлар тәрәпинен бөлину теориясы дөретилди хәм ядролардың спонтан бөлинуі болжанды (Я.И.Френкель, Н.Бор, Дж.Уилер).

- Уранның критикалық массасы есапланды (Ф.Перрен хәм басқалар).

- Бөлинуде жаңа (екінши) нейтронлардың шығатынлығының ашылуы (Л.Сцилард, Э.Ферми, Г.Андерсон, В.Зинн, Ф.Жолио-Кюри, Х.Халбан, Л.Коварски).

- Уранда бөлинудің шынжырлы ядролық реакциясының жүриуінің мүмкин екенлиги тийкарланды (Л.Сцилард, Ю.Вигнер, Э.Ферми, Дж.Уилер, Ф.Жолио-Кюри, Я. Б.Зельдович, Ю.Б.Харитон, А.И.Лейпунский). Шынжырлы реакция идеясын 1934-жылы Сцилард хәм Жолио-Кюри және Л.Мейтнер усынды.

- Уран бөлінгенде бөлину шығатуғын нейтронлардың (жаңа ямаса екінши нейтронлардың) энергиялық спектри өлшенди хәм бөлинудің бир активе сәйкес келиуши екінши нейтронлардың орташа саны хәзирги уақытлары қабыл етилген санға ( $\nu = 2,5$ ) жүдә жақын келеди (В.Зинн, Л.Сцилард).

- Кешигиуши нейтронлардың ашылуы (Р.Роберте, Р.Мейер, П.Ванг).

- Қара құрдымлардың бар екенлигин болжау (Р.Оппенгеймер, Х.Снайдер).

- Графитти нейтронларды әстелетиуши сыпатында пайдаланыу идеясының айтылуы (Дж.Пеграм, Л.Сцилард, Э.Ферми, Г.Плачек).

- И. Раби протон менен дейтронның магнит моментлерин дәл өлшеди.

- В. Шоттки «ярым-өткізгіш-металл» контактлық қатламында пайда болатуғын потенциал барьерди изертледі (Шоттки барьер) хәм усындай барьерге ийе ярым өткізгішли диодлардың теориясын дүзді (Шоттки диодлары ямаса Шоттки барьери бар диодлар).

1940-жылы уран-235 тиң спонтан бөлину кубылысы ашылды (Г.Н.Флёров, К.А.Петражак).

- Еркін нейтронның магнит моменти өлшенди (Л.Альварес, Ф.Блох).

- Таза уран-235 айырылып алынды (Дж.Даннинг, А.Нир).

- Уран-235 тиң әстен қозғалыушы нейтронлар менен бөлинууының дәлилленди (Ю.Бут, Дж.Даннинг, А.Гросе).

- Уран-ауыр суу системасында шынжырлы ядролық реакцияның жүриуі мүмкиншилиги дәлилленди (Ф.Жолио-Кюри, Х.Халбан, Л.Коварски).

- Биринши трансурани элементі нептуний синтезленди (Э.Макмиллан, Ф.Абельсон).

- Бериллийди нейтронларды әстелетиуши сыпатында пайдаланыудың мүмкиншилиги көрсетилди (М.Гольд-хабер).

- Бетатрон құрылды (Д.Керст). Бөлекшелерди индукциялық тезлетиу идеясын 1922-жылы Дж.Слепян хәм Р.Видерозлер усынды.

- Космос нурларындағы өтиуши (проникающие) нәсерлер бақланды (Дж.Рочестер, Л.Яноши).

- В.Паули спиннің статистика менен байланысы хәққындағы теореманы келтирип шығарды.

- Г.Лондон металлардағы аномал скин-эффектти ашты.

1940-1941 жыллары Л.Д.Ландаудың гелий II ниң аса өткізгішлик теориясын дөретиуі. Бул теорияда гелийде екінши сестің бар екенлиги болжанды.



1941-жылы плутоний-239 бөлинийүши изотопы синтезленди хэм оның әстен қозғалыушы нейтронлар тәсир еткенде бөлинетуғынлығы дәлилленди (Г.Сиборг, Э.Мак-Миллан хэм басқалар).

- Уран-233 изотопы ашылды (Г.Сиборг хэм басқалар).
- Ядролардың фотобөлинийүи ашылды.
- Мыс закисинде р – п өтиўдин ашылыуы (В.Е.Лашкарев).

- Д.Д.Максутов телескоптарда кеңнен қолланылатуғын менискли оптикалық системаларды ойлап тапты.

1942-жылы 2-декабрь күни биринши ядролық реакторда уран ядроларының бөлинийүинин шынжырлы реакциясы әмелге асырылды (Э.Ферми, Г.Андерсон, В.Зинн хэм басқалар).

-Х.Альфвен жоқары өткізгішлікке ийе плазмада күшли магнит майданында тарқалатуғын электромагнит толқынларының жаңа типин болжады хэм ол бул толқынларды 1950-жылы ашты.

1943-жылы В.Гейзенберг тәрепинен шашырау матрицасы (ямаса S-матрица) теориясының дөретилюи (биринши болып S-матрицасын 1937-жылы Дж.Уилер усында, S-матрица идеясын Л.И.Мандельштамда усынған еди).

1944-жылы тәбийий уранда ислеитүгын, әстелетіуши сыпатында ауыр суу қолланылатуғын биринши ядролық реактор иске түсти (Аргон миллий лабораториясы).

- В.И.Векслер бөлекшелерди тезлетіудің жаңа принципи болған автофазировка принципін ашты. Бул принцип жаңа тезлеткішлерди курыудың тийкарында жатады (фазотрон, синхротрон, синхрофазотрон, микротрон). Оның теориясын да В.И.Векслер берди. 1945-жылы усы принципти Э.Мак-Миллан усында. Автофазировка идеясын 1934-жылы Л.Сцилард усынды.

- Е.К.Завойский тәрепинен электронлық парамагнитлик резонанстың (ЭПР) ашылыуы. Бул резонанс 1923-жылы Я.Г.Дорфман тәрепинен болжап айтылған еди.

- Д.Д.Иваненко хэм И.Я.Померанчук тәрепинен синхронлық нурланыудың (магнит майданында қозғалыушы релятивистлик электронлардың магнитлик-тормозлық нурланыуы) болжаныуы. 1946-жылы Блюит тәрепинен ашылды.

- Барий титанаты кристалларындағы жоқары сегнетоэлектриклик (ферроэлектриклик) қәсийеттің ашылыуы (Б.М.Вул).

- Океанлардағы сестің аса узақлыққа тарқалыу қубылысының ашылыуы (М.Ивинг. Дж.Ворцель). 1946-жылы бул қубылысты Л.М.Бреховских хэм Л.Д.Розенберглер де бақлады.

1945-жылы 16-июль күни биринши эксперименталлық ядролық партланыу әмелге асырылды (Аламогордо сахырасында). Америка Қурама Штатларында биринши атомлық бомбалар дөретилди.

1946-жылы Дж.Гриффите 1913-жылы В.К.Аркадьев тәрепинен болжап айтылған ферромагнитлик резонансты бақлады (1947-жылы ферромагнитлик резонансты Е.К.Завойский бақлады).

- 19412-жылы А.И.Ахиезер хэм И.Я.Померанчук тәрепинен болжап айтылған «салқын» нейтронлар алынды (Э.Ферми, Г.Андерсон, Д.Митчелл).

- Ядролық магнит резонансы ашылды (Ф.Блох, У.Хансен, Э.Парселл, Р.Паунд).

- У.Либби геохронологияның радиоуглеродлық усылын ислеп шықты.

- Б.М.Понтекорво нейтриноны детекторлаудың  $Cl^{37} + \nu \rightarrow Ar^{37} + e^-$  реакциясындағы хлор-аргонлық усылын усынды.

- Л.Альварес дрейф найына (трубасына) ийе протонлардың биринши сызықлы тезлеткішін усынды (Альварес тезлеткіши).

- 26-декабрь күни Советлер Союзындағы биринши ядролық реакторда биринши рет ядролық шынжырлы реакция жүзеге келтирилди (И. В. Курчатов).

- Л.Д.Ландау плазмадағы толқынлардың соқлығысыуыз сөниу қубылысын болжады (Ландаудың сөниу эффекти). 1966-жылы табылды.

- Н.Н.Боголюбов кинетикалық қубылыслардың хәзирги заман теориясының тийкарын қалады.

- А.И.Ахиезер магнонлар концепциясын усында.
- С.И.Пекар поляронлар хақындағы көз-қарасларды киргизди хэм 1946-1949 жыллары теориясын дөретти.
- 1946-48 жыллары молекулалық экситонлардың ашылыуы (А.Ф.Прихотько, А.С.Давыдов). Бундай экситонлардың бар екенлигин 1931-жылы Я.И.Френкель болжады.
- А.И.Лейпунский тез ушыушы нейтронларда ислейтуғын реакторлар идеясын усында.
- Дж.Гамов «ыссы Әлем» теориясын ислеп шықты. Бул теорияның дурыслығы 1965-жылы реликтивлик нурланыудың (микротолқынлык) нурланыудың ашылыуы менен тастыйықланды.
- 1947-жылы мюонлардың күшли тәсир етиуши бөлекшелер емес екенлиги эксперименттерде тастыйықланды (М.Конверси, Э.Панчини, О.Пиччиони).
- Зарядланған пионлардың ашылыуы (С.Пауэлл, Дж.Оккиалини, Ч.Латтес, Х.Мюирхед).
- Каонлар менен гиперонлардың бақланыуы (Дж. Рочестер, К.Батлер). Каонлардың исенимли түде ашылыуы 1949-жылы, ал гиперонлардың ашылыуы 1951-жылы орын алды деп есаплау қабыл етилген (С.Пауэлл хэм басқалар, каонлардың бар екенлигин көрсететуғын биринши эксперименталлык мағлыұматларды 1944-жылы Л.Лепренс-Ренге алған еди).
- У.Лэмб хэм Р.Ризерфорд водород хэм дейтерий атомларының энергия қәддилеринин жуқа курылысын бақлау бойынша тәжирийбелер өткерди (Лэмб-Ризерфорд тәжирийбеси). Бул тәжирийбелердин нәтийжеси энергия қәддилеринин жылжыуы болды (Лэмб жылжыуы). Лэмб-Ризерфордтың бул эффекти (водородтың термлеринин дублетлик ажыралыуы) квант электродинамикасы тәрепинен түсиндирилген.
- 1947-1949 жыллары қайтадан нормировкалау усылы (метод перенормировок) ислеп шығылды (Х.Бете, В.Вайскопф, Ю.Швингер хэм басқалар).
- 1947-жылы Н.Н.Боголюбов идеал емес бозе-газ теориясын ислеп шықты.
- А.Б.Пиппард аномал скин-эффект теориясын дөретти.
- Сцинтилляциялык счетчиктиң (есаплағыштың) ислеп шығылыуы (Х.Кальман).
- И.Пригожин энтропияны ислеп шығарыудың минималлығы хақындағы теореманы келтирип шығарды (Пригожин теоремасы).
- 1948-жылы П.Каш тап усы жылы Ю.Швингер тәрепинен есапланған электронның аномал магнит моментин өлшеди.
- Эззи тәсирлесиудин  $\mu$ -е-универсаллығы усынылды (Дж.Пуппи).
- А.Снелл хэм Л.Миллер экспериментте еркин нейтронның бета ыдырауын тапты. 1950-жылы бундай эксперименттерди Дж.Робсон хэм П. Е.Спивак өткерди хэм оның ярым ыдырау дәуирин өлшеди (хәзирги мәниси  $\tau = 15,3$  минут).
- 1948-49 жыллары хәзирги заман квант электродинамикасын дөретиу жұмысларының жуұмақланыуы (С.Томонага, Р.Фейнман, Ю.Швингер, Ф.Дайсон).
- 1948-жылы  $L$  —тутылыудың бақланыуы (Б.М.Понтекорво).
- Резонанслық ядролық реакциялар теориясының курылыуы (А.И.Ахиезер, И.Я.Померанчук).
- Космос нурларының курамында атом ядролары табылды.
- Газоразрядлык плазмадағы дәстелик орныксызлыктың (пучковая неустойчивость) болжап айтылыуы (Дж.Пирс, А.И.Ахиезер, Я.Б.Файнберг). 1949-жылы усындай болжауды Д.Бом хэм Э.Гросс ислеген еди. 1957-60 жыллары Файнберг хэм оның хызметкерлери тәрепинен табылды.
- К.Гортер кобальт-60 ядроларын поляризациялау усылын усында (1951-жылы бир бағытта ориентацияланған ядроларды алыу усылларын ислеп шығыу менен Б.Блини хэм Р.Паундлар шуғылланды).
- Ушқынлы (искровой) счетчик (есаплағыш) соғылды (Дж.Кейфель).
- У.Шокли хэм Дж.Пирсонлер транзисторды ислеп шығыуда үлкен әхмийетке ийе болған майдан эффектин тапты.
- Ярым өткизгишли транзистор ислеп шығылды (Дж.Бардин, У.Браттейн).
- парамагнитлик резонанс теориясы ислеп шығылды (Н.Бломберген, Э.Парселл, Р.Паунд).

- А.С.Давыдов тәрепинен молекулалық кристаллардағы жактылықтың жутылыу теориясы дөретилди хәм өлмеген (невырожденные) молекулалық теримлердің ажыралыуы болжанды («давыдов ажыралыуы», «давыдовское расщепление»).

- Л. Неель ферромагнетизм моделин ислеп шықты. 1949-50 жыллары К.Шалл тәрепинен тастыйықланды.

- Суйық гелий  $^3\text{He}$  алынды.

- Д.Табор тәрепинен голографияның дөретилиуи.

1949-жылы М.Гепперт-Майер (хаял адам) нуклонлар арасында күшли спин орбиталық тәсирлесіудің орын алатуғынлығын хәм ядрода протонлар менен нейтронлардың бир биринен ғәрезсиз энергиялық қабықлар бойынша тарқалыуын болжады. Бул магиялық санларды эпийайы түрде түсіндірди (усындай идеяны 1950-жылы О.Хаксель, Х.Йнсен хәм Г.Зюссер де усынган еди). М.Гепперт-Майердің жумысы 1949-1950 жыллары ядроның қабықлық моделинің дөретилиуине алып келди.

1949-жылы протон хәм нейтрон арасындағы тәсир етисіудің алмасыу характерде екинлиги экспериментте тастыйықланды (К.Бракнер хәм басқалар).

- Э.Ферми хәм Ч.Янг пионларды нуклонлар менен антинуклонлардан туратутын системалар деп карауды усынды (курамлық элементар бөлекшениң биринши модели).

- Нейтронлардың поляризацияланған дәстесин алыу (Д.Юз, М.Берджи).

- Тез қозғалыушы зарядланған бөлекшелердің ядролардағы диаркциялық шашырауының теориясының дүзилиуи (А.И.Ахиезер, И.Я.Померанчук).

- Ю.Вигнер барионлардың санының сақланыу нызамын келтирип шығарды (бул нызамның анық аңлатпасы 1938-жылы шыққан Э.Штукельбергтің жумысында бар еди).

- Ричард Фейнман квант электродинамикасында бөлекшелердің тууылыуын хәм шашырауын сәулендириудің графикалық усылын усынды (Фейнман диаграммалары).

- Электронлық-ядролық нөсерлердің ашылыуы (Д.В.Скобельцын, Н.А.Добротин, Г.Т.Зацепин).

- У.Шокли хәм Дж.Хейнс германий кристалларындағы тийкарғы емес тоқ алып жүриушилердің қозғалғышлығын (подвижность) хәм жасау уақытын (время жизни) тиккеле анықлауға мүмкиншилик беретутын экспериментлер өткерди (Хейнс-Шокли тәжирийбеси).

- У.Шокли  $p - n$  өтиудің теориясын дөретти (Шокли теориясы).

- У.Шокли  $p - n$  транзисторды усынды.

- Н.Д.Моргулис хәм П.М.Марчук энергияны түрлендириудің термоэмиссиялық усылын тапты.

- Л. Онсагер критикалық фазалық өтиу температураларынан төмен температураларда тезликтен үлкен тезликлер менен қозғалыушы суйық гелийдің аса аққыш кураушысында квант ийримлеринің пайда болатуғынлығын болжады (1955-жылы усындай болжауды Р.Фейнман усынды). Бул болжау экспериментте 1961-жылы В.Вайнен тәрепинен тастыйықланды.

1950-жылы нейтрал пи-мезон  $\pi^0$  ашылды (Р.Бёрклунд, В.Крендалл, Б.Мойер хәм басқалар). Оның бар екенлигинің жеткиликли дәрежедеги дәлилин 1950-1952 жыллары пи мезонның фототууылыуын бақлаған В.Пановский хәм Дж. Штейнбергер усынды.

- 1948-жылы Гольдхабер хәм Э.Теллер тәрепинен болжап айтылған ядродағы резонанслық шашыраудың - гигант резонанстың ашылыуы (Р.Дрессел, М.Гольдхабер, А.Хансон).

- М.Розенблют протонлардағы серпимли шашыраған электронлардың дифференциаллық кесе-кесими ушын формуланы келтирип шығарды (Розенблют формуласы).

- Дж. Рейнуотер ядроның сфероидаллық моделин усынды ядра.

1950-жылы ядроның коллективлик модели дөретилди (О.Бор, Б.Моттельсон). Вклад в разработку этой модели внесли также Дж. Рейнуотер (1950), Д. Хилл хәм Дж. Уилер (1953).

1950-жылы жоқары температуралы плазманы магнит майданының тәсиринде термоизоляциялау идеясы усынылды. Бул идея термоядролық установкаардың ислеуинің тийкарында жатады (И.Е.Тамм, Л.Спитцер хәм басқалар).

- И.Е.Тамм өзінің хызметкерлері менен биргелікте «Токамак» туйық тероидаллық магнит тутқыш (ловушка) проектин усынды.
- Күшли фокусировка идеясының айтылыуы (Н.Кристофилос). 1952-жылы бул идеяны Э.Курант, М.Ливингстон хэм Х.Снайдерлер усынды.
- Ядролық квадруполляк резонанстың бақланыуы (Р.Паунд, Х.Демельт, Х.Крюгер).
- Космослық нурлардың дереги аса жаңа жұлдызлар деген гипотезаның усынылыуы (Д.Хаар). 1956-жылы бул идеяны С.Хаякава қоллап-қууатлады.
- В.Л.Гинзбург хэм Л.Д.Ландау аса өткізгішліктің ярымфеноменологиялық квант теориясын дөретти (Гинзбург-Ландау теориясы).
- Дж.Бардин хэм Г.Фрёлих металдағы электронлардың виртуаллық фононлар алмасыуының салдарынан бир бири менен тартысатуғынлығын болжады.
- Г.Фрёлих электрон-фонон тәсірлесиуіне тийкарланған аса өткізгішліктің теориясын жетилистирди (Фрёлих модели). Бул модель изотопиялық эффекттиң бар екенлігін көрсетти.
- Аса өткізгішлердегі изотопиялық эффект ашылды (Э.Максвелл, К. Рейнольдс). Бул жағдай аса өткізгішліктің электронлар менен кристаллық пәнжере тербеліслері (фононлар) арасындағы тәсірлесиу менен байланысly екенлігін билдирди.
- Ф.Лондон аса өткізгішке майданның сиңиуінің тереңлігі түсинігін киргизди.
- Деформациялық потенциал түсинігі киргизилди (Дж.Бардин, У.Шокли). Деформацияның потенциалы хаққындағы көз-қарасты 1952-жылы С.И.Пекар рауажландырды.
- И.Я.Померанчук  $^2\text{He}$  диң төменгі температуралардағы айрықша қасиетлеріне тийкарланған салкынлатыудың жаңа усылын усынды (Померанчук эффекти). 1965-жылы әмелде пайдаланылған.
- Э.Парселл хэм Р.Паунд индукцияланған нурланыуды биринши рет бақлады.
- Магнитогидродинамикалық толқынлардың ашылыуы (Х.Альфвен). Бундай толқынлардың бар екенлігін ол 1942-жылы болжаған еди.
- Э.Ган спин жаңғырығын (спиновое эхо) ашты.
- 1951-жылы  $\Lambda^0$  лямбда-нуль-гиперон ашылды (Р.Арментерос, К.Батлер, А.Кашон, А.Чепмен).
- Таң қаларлық бөлекшелердің (странные частицы) жуп-жуптан тууылатуғынлығы хаққындағы гипотеза усынылды (И.Намбу, К.Нишиджима, И.Ямагучи, С.Оне-да). 1952-жылы усындай идеяға А.Пайста келген еди.
- Позитроний ашылды (М.Дейч, Э.Дулит). 1934-жылы С.Мохорович тәрәпинен болжанды.
- Х.Бете хэм Э.Солпитерлер байланысқан ҳалларды тәрәплеу ушын релятивистлик теңлемени келтирип шығарды (Бете-Солпитер теңлемеси).
- Ядролық жанылығыны кеңейтилген түрде қайта ислеп шығатуғын эксперименталлық реактор-көбейткиш иске түсти (бридер реакторы). Бул реактордан биринши рет электр энергиясы алынды (В.Зинн). 1955-жылы Советлер Союзында тез қозғалыушы нейтронларда ислейтуғын БР-1 реакторы иске түсти (А.И.Лейпунский).
- К.Гортер тәрәпинен антиферромагнит резонансының ашылыуы. Бундай резонанстың теориясын сол жылы бир биринен ғәрезсиз Ч.Киттель хэм Т.Нагамийялар ислеп шықты.
- Э.Парселл хэм Р.Паунд оң хэм терис спин температурасы хаққындағы көз-қарасты киргизди. Спин температурасы түсинігін биринши рет 1938-жылы Х.Казимир хэм Дж.Пре усынған еди.
- Е.Ф.Гросс хэм Н.А.Каррыев мыс закиси кристалларында Ванье-Мотт экситонларын тапты.
- Л.Спитцер стелларатор идеясын усынды.
- Пинч-эффекттиң бақланыуы (А.Уэйр).
- Автоионлық микроскоп ойлап табылды (Э.Мюллер).
- 1952-жылы кси-минус-гиперон ашылды (Р.Арментерос, К.Баркер, К.Батлер, А.Кашон, К.Йорк).

- Пи-мезоатомлар ашылды (М.Камак).
- М.Даныш хәм Е.Пневский тәрәпинен гиперъядролардың ашалауы.
- Биринши эксперименталлық термоядролық партланыўда термоядролық энергияның көп муғдарының басқарыўға болмайтұғын тақлетте шығыўы әмелге асырылды (О. Бикини).
- Газлердеги куўатлы импульслик разрядлардан нейтронлар менен қатты гамма нурларының шығыў кубылысы ашылды (Л.А.Арцимович, М.А.Леонтович хәм басқалар).
- Г. И. Будкер (Р. Пост хәм Х. Йорктен ғәрезсиз) күш сызықлары қойыўланатуғын участкаларға ийе магнит майданы тәрәпинен плазманы ушлап турыў идеясын келтирип шығарды (магнит пробкалары).
- Д. Глезер көбикли камераны ойлап тапты.
- Металлардағы электронлық парамагнитлик резонанстың ашылыўы (Т.Грисуолд хәм басқалар).
- А.А.Абрикосов II әўлад аса өткізгішлериниң бар екенлигин болжады (1934-37 жыллары Л. В. Шубников экспериментте ашты).
- Оптикалық тарттырыў (оптическая накачка) кубылысының ашылыўы (А. Кастлер).
- 1952-53 жыллары лептон саны түсиниги усынылды хәм лептонлық зарядтың сақланыў нызамы келтирилип шығылды (Я.Б.Зельдович, Д.Маркс, Э.Конопинский, Г.Махмуд).
- 1953-жылы сигма-плюс-гиперон  $\Sigma^+$  ашылды (А.Бонетти хәм басқалар).
- Ядро физикасында «Таң қаларлық» (странность) түсиниги киргизилди хәм таң қаларлықтың сақланыў нызамы келтирилип шығарылды (М.Гелл-Манн, К.Нишиджима). Олар тәрәпинен изотопиялық инвариантлық принципиниң улыўмаластырылыўы хәм оны пионлар менен гиперонларға тарқатыў әмелге асырылды, олар тәрәпинен электр хәм барионлық зарядларды, таң қаларлықты хәм изотопиялық спинниң үшінши проекциясын байланыстырыўшы формула келтирилип шығарылды (Гелл-Манн-Нишиджима формуласы).
- Мю-мезоатомлар ашылды (В.Фитч, Дж.Рейнуотер).
- Күшли тәсірлесіўлердиң зарядлық ғәрезсизлиги гипотезасы усынылды (Р. Сакс). Усындай идеяға 1955-жылы Х.Бете хәм Ф.Гоффманлар да келген еди.
- 12-август күни водород бомбасы биринши рет сынап көрилди (И.В.Курчатов).
- Туўры ядролық реакциялар модели усынылды (С.Т.Батлер).
- Оверхаузер эффектиниң ашылыўы (Т.Карвер, Ш.Шлихтер). Бул эффекттиң бар екенлигин 1953-жылы А.Оверхаузер болжаған еди.
- Ярым өткізгішлердеги циклотронлық резонанстың ашылыўы (Дж.Дрессельхаузен, Ч.Киттель хәм басқалар). 1951-жылы бир биринен ғәрезсиз Я.Г.Дорфман хәм Р.Дингл тәрәпинен болжанған.
- А.Пиппард аса өткізгіштин моделін когерентлик узынлығы көз-қараслары тийкарында жетилистирди хәм аса өткізгішлердиң локаллық емес теориясын усынды (Пиппард теңлемеси).
- Аса өткізгішлердеги энергия саңлағының бар екенлигин биринши рет экспериментте тастыйықлаў (Б.Гудман).
- А.Е.Чудаков тәрәпинен 1946-жылы В.Л.Гинзбург хәм И.М.Франк тәрәпинен болжанған өтиўши нурланыўдың (переходное излучение) ашылыўы.
- И.М.Лифшиц хәм А.М.Косевич де Гааз-ван Альфена эффектиниң теориясын дөретти.
- Швед Б.Платен биринши болып алмазды синтезледи. 1955-жылы алмазлардың синтези Америка Қурама Штатларында, ал 1960-жылы в СССРда әмелге асырылды (Л.Ф.Верещагин).
- 1954-жылы таң қаларлық бөлекшелердиң генерациясының механизми, олардың күшли тәсірлесіўлерде ассоциативлик туўылыўы хәм әззи тәсірлесіўлердеги ыдырауы экспериментте тастыйықланды (У.Б.Фаудер, Р.Шатт, А.Торндайк, У.Виттемор).
- Р.Далитц үш бөлекшеге бөлинетуғын турақлы емес бөлекшелердиң квант санларын анықлаў усылын тапты (Далитц диаграммалары).
- $\Sigma^-$  сигма-минус-гиперон ашылды (С.Дебенедетти, С.Гареллн, Л.Таллоне, М.Вигоне хәм басқалар).



- Протонлар дәстесиниң водород нышана аркалы өткенде поляризацияға ушырайтуғынлығы ашылды (С.Окли).

- В.Вайскопф Г.Фешбах хәм К.Портер менен бирликте ядроның оптикалық моделин ислеп шықты.

- Вакуумның поляризациясы эффекти тастыйықланды (М.Стирнс).

- Беркли қаласында энергиясы 6,3 ГэВ болған протонлық синхрофазотрон иске түсти.

- Дейтронның дифракциялық бөлиниўи эффекти болжанды (Е.Л.Фейнберг, А.И.Ахиезер, А.Г.Ситенко).

- 27-июнь күни қуўатлығы 5000 кВт болған дүньяда биринши атом электростанциясы Обнинск қаласында иске түсти (И.В.Курчатов, Д.И.Блохинцев).

- М.Гелл-Манн, М.Гольдбергер хәм В.Тирринглер майданның квант теориясында дисперсиялық қатнастар усылын усынды. Бул усыл 1956-жылы Н.Н.Боголюбов тәрәпинен пион-нуклонлық шашыраў ушын тийкарланған еди.

- М. Гелл-Манн хәм Ф. Лоу ренормализациялық группа (топар) усылын раўажландырды. Усындай жумыс үстинде Н.Н.Боголюбов, Д.В.Ширков хәм Э.Штюкельберглер де шуғылланды.

- Ч.Янг хәм Р.Миллс майданның биринши абеллик емес калибровкалық теориясын дәретти (Янг-Миллс теориясы). Бундай жумысты Р.Шоу да иследи.

- Аммиак молекулалары дәстесинде биринши квант генераторы дәретилди (Н.Г.Басов, А.М.Прохоров, Ч.Таунс). Усының менен квант электроникасының басламасы салынды. Индукцияланған нурларды күшейтиў хәм генерация мақсетинде әмелде пайдаланыў идеясы 1951-1952 жыллары Ч.Таунс, А.М.Прохоров, Н.Г.Басов хәм Дж.Вебер тәрәпинен айтылған еди.

- М.Крускал хәм М.Шварцшильд тәрәпинен магнит майданындағы плазма жибиниң (плазменный шнур) орнықты емес екенлигиниң болжап айтылыўы (Крускал-Шварцшильд орнықсызлығы).

1954-65 жыллар металлдардың хәзирги электронлық теориясының дәретилиўи (И.М.Лифшиц).

1954-жылы акустоэлектр эффекти ашылды (Р.Парментер).

- Биринши «токамак» соғылды (И.Н.Головин, Н.А.Явлинский).

1954-55 жыллары А.Б.Мигдал тормозлы нурланыўлдың санлық теориясын дәретти.

- Дж.Чу хәм Ф.Лоу төмен энергиялардағы пионлардың нуклонларда шашыраў теориясын ислеп шықты.

1954-жылы кремнийден исленген хәм избе-из жалғанған  $p-n$  өткеллерден туратугын Куяш батареялары ислеп шығылды (Д.Чаплин, К.Фуллер, Дж.Пирсон).

### Үшинши этап (1955-жылдан баслап)

1955-жылы жоқары энергиялы электронлар менен бомбалаў жолы менен нуклонлардың қурылысын үйрениў басланды (Р.Хофштадтер). Кеңислик-ўақытлық масштаблардың жаңа областқа, субядролық кәддиге өтиўи.

- Ядро-нышананың нуклонлары менен тезлетилген протонлардың соқлығысыў процесслеринде антипротон ашылды (С.Чемберлен, Э.Сегре, С.Виганд, Т.Ипсилантис).

-  $K_1^0$  хәм  $K_2^0$ -мезонларының бар екенлигиниң болжаныўы, олардың массаларын хәм жасаў ўақытын есаплаў (М.Гелл-Манн, А.Пайс).

- 101-элемент - менделевий синтезленди (Г.Сиборг, А.Гиорсо, Б.Гарвей, Г.Чопин, С.Томпсон).

- В.Паули элементар бөлекшелердиң симметриясын сәўлелендириўши  $CPT$  теоремасын келтирип шығарды (Людерс-Паули теорема). 1954-жылы усы теорема менен байланыслы болған бир қатар мәселелерди Г.Людерс қарап шықты.

- Н.Н.Боголюбов майданның квант теориясында аксиометрлик жақынласыўды усынды (1956-жылы тап усындай усыныс А.Вайтманнан да шыққан еди). Буның рамкаларында S-матрица ушын себеплилик шәртлери келтирилип шығарылды (Боголюбовтың микросебеплик шәрти).

- Н.Г.Басов ҳәм А.М.Прохоров тең салмақлы емес квант системаларының үш қәддили усылын усынды.

- Химиялық элементлердиң жулдызларда пайда болыўының термоядролық теориясы усынылды (Дж. ҳәм М.Бёрбиджи, У.А.Фаулер, Ф.Хойл).

- Жийиликтің атомлық стандарты дөретилди (Л.Эссен).

- Қайтымлы емес процесслердиң квант теориясы областындағы изертлеў жумысларының басланыўы (Л.Ван-Хов, Р.Кубо).

1956-жылы бөлекшелерди тезлетиўдиң коллективлик усыллары ислеп шығылды (В.И.Векслер, Г.И.Будкер, Я.Б.Файнберг). Бул бойынша биринши идеяларды 1934-жылы У.Х. Беннет ҳәм 1939-жылы Х.Альфвен усынган еди.

- Антинейтрон ашылды (Б.Корк, О.Пиччиони, У.Вензелл, Г.Лембертсон).

-  $\bar{\nu} + p \rightarrow e^+ + n$  кери бета ыдыраўда антинейтриноның табылыўы (Ф.Рейнес, К.Коуэн).

-  $\Sigma^0$  сигма-нуль-гиперонның ҳақыйқатында да бар екенлиги ҳаққндағы исенимли дәлиллер алынды (Л.Альварес).

-  $K_S^0$ -мезон ашылды (К.Линде, Л.Ледерман).

- Гамма квантлардан мюонлар жумының пайда болатуғынлығын экспериментте табыў (В.Пановский).

- 1947-жылы Ф.Франк ҳәм 1953-жылы Я.Б.Зельдович тәрепинен болжап айтылған мюон катализи ашылды (Л. Альварес).

- Т.Ли ҳәм Ч.Янг эззи тәсирлесіўлерде жуплық сақланбайды деген жуўмаққа келди (яғный  $P$ -инвариантлық бузылады) ҳәм жуплықтың сақланыў нызамының бузылыўын тастыйықлайтуғын бир қатар экспериментлерди, соның ишинде бета-ыдыраўды изертлеўди усынды. Көп сандағы экспериментлерди талқылап олар күшли ҳәм эззи тәсирлесіўлерде жуплықтың сақланыў нызамының қатаң түрде орынланатуғынлығын, ал эззи тәсирлесіўлерде болса бун нызамның экспериментлерде дәллиленбеген экстрополяциялық гипотеза екенлигин көрсетти.

- Күшли тәсирлесіўши бөлекшелер ушын жаңа кавант саны сыпатында гиперзаряд түсиниги киргизилди (Б.д'Эспанья, Дж.Прентки). Ю.Швингер  $Y$  гиперзарядты «таң қаларлық»  $S$  ҳәм барионлық сан  $B$  менен  $Y = S + B$  теңлемеси арқалы байланыстырды.

- С.Саката тийкарына  $p, n$  ҳәм  $A^0$  ди қойыў жолы менен мезонлар менен барионларды классификациялаў усылын усынды (Саката схемасы).

- Д.Керст зарядланған бөлекшелерди тезлетиў ушын ушырасыўшы дәстелер идеясын усынды (Г.И.Будкер тәрепинен Д.Керститен ғәрезсиз жетилистирилди).

- Л.Купер ферми-бөлекшелер системасында қандай эззи тартылысыў орын алса да байланысқан жуплардың пайда болатуғынлығын көрсетти (Купер эффекти).

- Л.Д.Ландау тәрепинен ферми-суйықлықтың теориясының дөретилиўи.

- Металлардағы циклотронлық резонанстың ашылыўы (Э.Фосет).

- Фнтиферромагнетиклердеги эззи ферромагнетизмнің табылыўы (А.С.Боровик-Романов, М.П.Орлова).

- Қос электронлық-ядролық резонанс ашылды (Дж.Феер).

- Магнитоакустикалық резонанстың бар екенлиги болжанды (А.И.Ахиезер, В.Г.Барьяхтар, С.В.Пелетминский).

1956-57 жыллары В.И.Векслер, Г.И.Будкер ҳәм Я.Б.Файнберг бөлекшелерди тезлетиўдиң коллективлик усылын усынды.

1957-жылы Кобальт-60 тың поляризацияланған ядроларының бета ырыраўында шығарылған электронлардың тарқалыўында асимметрия табылды. Бул эззи тәсирлесіўде жуплықтың сақланбайтуғынлығының экспериментлердеги дәлили болып табылады (Ц. Ву). Усы жылы пионлар менен мюонлардың ыдыраў процессинде де жуплықтың сақланыў

нызамының орынланбайтуғынлығын Л.Ледерман хәм Р.Гарвин, гиперонлардың ыдырауын изертлеген Ф. Крауфорд хәм басқалар тапты.

- Бета ыдырауда тек кеңістіктегі жуплық (Р-инварианттылық) емес, ал С-инварианттылықтың да (С-инварианттылық деп қандай да бір тәсірлесіуде қатнасуының барлық зарядларды олардың антибөлекшелері менен алмастыру операциясын айтамыз) бузылатуғынлығы анықланды (Т.Ли, Ч.Янг, Р.Эме).

- Эззи тәсірлесіулерде комбинацияланған жуплықтың (СР-инварианттылықтың, СР-инварианттылық (комбинацияланған инверсия) деп қандай да бір бөлекшелерден туратуының физикалық системада сол бөлекшелерді антибөлекшелер менен хәм онды теріс пенен алмастыру операциясына қарата симметрияны айтады) сақланатуғынлығы хаққындағы гипотеза ұсынылды (Л.Д.Ландау, А.Салам, Т.Ли, Ч.Янг).

- Екі кураушыға ийе нейтрино теориясы ұсынылды. Бул теория бойынша нейтрино нейтрино теріс (оң винт), ал антинейтрино оң спираллыққа (теріс винт) ийе, яғни  $\nu$  хәм  $\bar{\nu}$  хәр қыйлы бөлекшелер болып табылады (Л.Д.Ландау, А.Салам, Т.Ли хәм Ч.Янг). Спині  $\frac{1}{2}$  ге тең бөлекшелердің екі кураушыға ийе релятивистік теориясын қурудың мүмкіншілігін 1929-жылы Г.Вейль қарап шықты. 1937-жылы болса екі кураушыға ийе теорияны Э.Майорана келтіріп шығарды.

- Бета ыдырауда хәм мезонлардың ыдырауларында бөлініп шығатуының нейтринолардың хәр қыйлы бөлекшелер (электронлық нейтрино  $\nu_e$ , хәм мюонлық нейтрино  $\nu_\mu$ ) екенлігі болжанды (М.А.Марков, К.Нишиджима, Ю.Швингер).

- Плазманың науалық тұрақсызлығы (орнықсызлығы) (желобковая неустойчивость) болжанды (Б.Б.Кадоццев, М.Розенблют, С.Лонгмайр). Экспериментте 1961-жылы М.С.Иоффе тәрепіннен табылды.

1957-жыл 4-октябрь күні СССР да Жердің бірінші жасалма жолдасы ұшырылды.

1957-58 жыллары Р.Хофштадтер нуклонлардағы жокары энергиялы электронлардың шашырауын экспериментте үйреніу барысында нуклонлардың форм-факторын бірінші рет анықлады (1957-жылы протонның зарядлық хәм форм-факторы, 1958-жылы нейтронның магниттік форм-факторы анықланды).

- Эззи тәсірлесіудің V-A универсал теориясының дөретіліуі (М.Гелл-Манн, Р.Фейнман, Р.Маршак, Э.Сударшан, Дж.Сакурай).

1957-жылы Б.М.Понтекорво нейтринолық осцилляцияның жүзеге келіу мүмкіншілігінің бар екенлігін көрсетті.

- Бариялық зарядтың сақланыу нызамының дұрыслығы экспериментте тастыйықланды. Протонның  $p \rightarrow e^+ + \pi^0$  схемасы бойынша жасау уақытының шама менен  $3 \cdot 10^{24}$  жыл екенлігі анықланды (Ф.Рейнес). 1979-жылы болса  $10^{30}$  жылдан көбірек екенлігі мәлім болды. Қазіргі мағлұматтар бойынша (2008-жыл, сентябрь) протонның жасау уақытты  $10^{32}$  жылдан зыят.

- И.Намбу нуклонның электромагнит қурылысын түсіндіріу үшін векторлық  $\omega$ - хәм  $\rho$ -мезонлардың бар екенлігін болжады. 1959-жылы ұсындай пікірге Дж.Фулко хәм В.Фрезерлер, ал 1960-жылы Дж.Чу келді.

- Ю.Швингер эззи хәм электромагнит тәсірлесіулерді бириктиріу идеясын ұсынды (1958-жылы ұсындай бириктиріудің мүмкіншілігінің бар екенлігін Ш.Глэшоу, А.Салам хәм Дж.Уордлар көрсеткен еді).

- Дж.Лоусон термоядролық реактордың энергия балансында критикалық нокатты алыудың критерийін келтіріп шығарды: температура  $\sim 2 \cdot 10^8$  К, тығызлық  $\sim 10^{-14}$  см<sup>-3</sup>, жасау уақыты  $\sim 1$  с (Лоусон критерийі).

- Табиаттағы ауыр элементтердің синтезінің s- хәм r-процеслері деп аталатуының процесстерде еркін нейтронларды тұтып алыу менен болатуғынлығы көрсетілді (М. хәм Дж.Бёрбиджи, У.А.Фаулер, Ф.Хойл).

- 10 ГэВ энергияға арналған синхрофазотрон іске түсті (В.И.Векслер).

- Ушқынлы камера іслеп шығылды (Т.Краншау, Дж.де Вир).



- Дж.Бардин, Л.Купер хәм Дж.Шриффер Купер жупларының пайда болыу эффекти тийкарында аса өткизгишликтиң избе-из микроскопиялық теориясын дөретти (БКШ теориясын дөретти). 1958-жылы аса өткизгишликтиң микроскопиялық теориясын Н.Н.Боголюбовте дөреткен еди.

- А.Пиппард Ферми бетиниң ең биринши аныклау жумысын орынлады хәм мыс ушын Ферми бетиниң сыртқы түрин көрсетти.

- Л.В.Келдыш ярым өткизгишлердеги туннеллик кубылыслардың системаға түсирилген теориясын ислеп шықты.

- А.А.Абрикосов ийримли курылысқа ийе «аралас» хал түсинигин киргизиу аркалы екнши әулад аса өткизгиш куймалардың магнитлик қасийетлериниң теориясын дүзди (Абрикосов ийримлери).

- Қатты денениң плазмасындағы винтлик турақсызлықтан туратуғын осцилляторлық эффекттиң ашылыуы (Ю.Л.Иванов, С.М.Рывкин). 1961-жылы М.Гликсман тәрөпинен газ разрядындағы винтлик турақсызлық теориясы тийкарында түсиндирилди (Кадомцев-Недоспанов теориялары).

- Л.Эсаки ярым өткизгишлердеги туннеллениу кубылысын ашты хәм туннеллик диодты дөретти.

- Биринши квант парамагнитлик күшейткиши дөретилди (Г.Сковил, Дж.Феер, Г.Зайдель). Оның идеясын 1956-жылы Н.Бломберген усыңған еди.

- Р.Кубо термодинамикалық тең салмақты хәм кинетикалық коэффицнетлер ушын есаплаудың улыұмалық статистикалық-механикалық усылын ислеп шықты (Кубо усылы).

- К.Сигбан электрон спектроскопиясының басламасы қалады (ЭСХА усылы).

- И.Е.Дзялошинский антиферромагнетизмниң термодинамикалық теориясын дүзди.

- Дж.Уилер геометродинамиканы дүзди.

1958-жылы  $\Lambda^0$  анти-лямбда-нуль-гиперон ашылды (М.Бальдо-Чеолин, Д.Праус).

1958-жылы  $\pi \rightarrow e + \nu$  туұры өтиуі ашылды хәм бул өтиу әззи тәсирлесиулер теориясын толық тастыйықлады (Дж.Штейнбергер).

- А.Абрагам хәм У.Проктор динамикалық ядролық поляризацияны ашты (солид-эффект).

- Атомлар соқлығысканда спинлик алмасыудың ашылыуы (Х.Демельт).

- А. Б. Мигдал хәм В. М. Галицкий ферми-системалар ушын Грин функциялар усылын усынды.

- М. Гольдхабер тәрөпинен экспериментте нейтриноның спираллығы анықланды, электронлық нейтриноның шөп винтлик спираллыққа (Гольдхабер тәжирийбеси) екенлиги табылды. Кейинирек мюонлық нейтриноның шөп винтлик, ал электронлық хәм мюонлық нейтринолардың оң спираллыққа ийе екенлиги табылды.

-И.Я.Померанчук мынадай теореманы келтирип шығарды: жүдә жокары энергияларда нуклонның бөлекше хәм антибөлекше менен тәсирлесиу кесе-кесимлери бирдей болады (Померанчук теоремасы).

- Р.Мёссбауэр тәрөпинен «Мёссбауэр эффекти» деп аталатуғын берилиссиз әмелге асатуғын ядролық гамма-резонанстың ашылыуы.

- Ядроның аса акқыш модели дүзилди (Н.Н.Боголюбов, О.Бор, Б.Моттelson, Дж.Пайнс).

1958-жылы Р.Ван де Грааф терис зарядланған ионлардың биринши тандемлик тезлеткишин курды (усы тезлеткиштиң идеясы да оған тийисли)).

- Ч.Таунс хәм А.Шавлов лазердиң ислеу принциплин ислеп шықты.

- А.М.Прохоров, А.Шавлов хәм Р.Дикке хәзирги ўақытлардағы лазерлерде кең түрде қолланылатуғын ашық түрдеги резонаторды усынды.

- Т.Стикс плазманы қыздыруу ушын циклотронлық тербелислерди пайдаланыу идеясын усынды.

- Куұатлы жокары жийиликли гиз разрядында жокары температуралы стационар плазманың пайда болатуғынлығының экспериментте табылыуы (П.Л.Капица).

- Магнит пробкалы «Огра-1» термоядролық установкасы иске түсти (И.Н.Головин).

-Л.В.Келдыш электр майданының тәсиринде ярым өткізгішли кристалларда жутылыу жолақтарының жылысатуғынлығын болжады (Келдыш-Франц эффекти). 1961-жылы Т.Мосс тәрепинен бақланды.

- Б.Маттиас ферромагнит аса өткізгіш алды.

- В.Л.Гинзбург хәм Л.П.Питаевский аса аққышлықтың ярым феноманоологиялық теориясын дөретти (Гинзбург-Питаевский теориясы).

- Л.П.Питаевский  $^3\text{He}$  диң аса аққышлығын болжады.

1958-59 жыллары Л.П.Горьков Грин функцияларының жәрдеминде аса өткізгішлердиң микроскопиялық теориясын жетилистирди.

1958-жылы М.Гликсман хәм М.Стил катты дене плазмасында пинч-эффектти тапты.

- Ф.Андерсон тәртіплеспеген системалардағы электронлардың локализациясы ҳаққындағы көз-қарасты кәлиплестирди.

- Дж.Бернал тәрепинен суйықлықлардың структуралық теориясының дөретилюи.

- Жердиң радиациялық белбеулері (радиационный пояс) ашылды (ишуи белбеуди Дж.Ван-Аллен, сыртқы белбеуди С.Н.Верное, А.Е.Чудаковлар ашты).

1959-жылы Т.Редже элементар бөлекшелердиң шашырауын тәртіплеу ушын релятивистлик емес квант механикасында хәм майданның квант теориясында усыл ислеп шықты (Редже полюслары, Редже траекториялары).

- SU(3)-симметрия келтирилип шығарылды (И.Онуки, С.Огава, М.Икеда).

- Б.М.Понтекорво мюонлық хәм электронлық нейтриноны экспериментте табыудың идеясын усынды. Бул идея бойынша нейтринолар 1962-жылы табылды.

- Мезоатомлардағы радиациясыз өтиулер кубылысының ашылыуы (Б.М.Понтекорво).

- 28 ГэВ энергия беретугын, дәл фокусланатуғын прогонлық синхрофазотрон иске түсти (ЦЕРН, Женева каласының қасында, ЦЕРН – ядролық изертлеулердиң Европа орайы (француз тилинде Conseil Europeen pour la Recherche Nukleare – CERN) – 12 Европа мәмлекетлериниң илим-изертлеу мәкемеси).

- Н.Г.Басов, Б.М.Вул хәм Ю.М.Поповлар ярым өткізгішли лазер идеясын усынды.

- А.С.Боровик-Романов пьезомагнит эффектти ашты (1957-жылы И.Е.Дзялошинский тәрепинен болжап айтылды).

- Д.Н.Астров 1959-жылы Л.Д.Ландау, И.Е.Дзялошинский хәм Е.М.Лифшиц тәрепинен болжанган магнитоэлектрлик эффектти ашты.

- Циклотронлық резонанстағы мазерлер усынылды (А.В.Гапонов-Грехов, Дж.Шнейдер).

- Ферро-диэлектриклердеги кинетикалық, релаксациялық хәм жокары жийиликли процесслердиң теориясының дөретилюи (А.И.Ахиечер, В.Г.Барьяхтар, С.В.Пелетминский).

- Конденсацияланған орталықлардағы ван-дер-ваальс күшлериниң улыұмалық теориясы дөретилди (Е.М.Лифшиц, И.Е.Дзялошинский, Л.П.Питаевский).

- 1960-жылы Арқа теңиз жолы менен биринши рейс жасаған «Ленин» биринши атом муз жарғышы суўға түсилди (А.П.Александров).

- Куўаты 11,5 кВт болған биринши эксперименталлық МГД-генератор иске түсти.

1960-жылы  $\Sigma^+$  анти-сигма-нуль-гиперон ашылды (Дж.Баттон, Ф.Эберхард, Г.Линч, Б.Маглич, Г.Калбфлейш, Дж.Ланутти, Л.Стивенсон).

-  $\Sigma^+$  анти-сигма-плюс-гиперон ашылды (Э. Амальди, К. Костаньоли, А. Манфреддини).

-  $\Sigma^-$  анти-сигма-минус-гиперон ашылды (В. И. Векслер, И. В. Чувило хәм басқалар).

- Резонанслардың массалық ашылыуы (Л.Альварес). Биринши резонанслық бөлекше болған пион-нуклонлық резонансты 1952-жылы Э.Ферми хәм Г.Андерсон бақлаған еди.

- Күшли тәсирлесіулердеги изоспинниң сақланыу ызамамы экспериментте дәлилленди (А.Крю, Д.Хартинг).

- Еки протонлық радиоактивлик болжанды (В.И.Гольданский).

- Мюонийдиң пайда болыуының туўырдан-туўры дәлили алынды (В.Юз).

- Ядролық молекулалардың бар екенлиги ҳаққындағы биринши дәлилдиң алыныуы (Э.Алмквист, Дж.Кухнер, Д.Бромли).

- Дж.Сакураи векторлық компенсациялаушы майданлар теориясы ислеп шықты. Бул теория биринши  $SU(2) \times U(1)$  феноменологиялық калибровкалық теория болып табылады хәм ол мезонлардың еки изоскалаяр хәм изовекторлық триплетлериниң бар екенлигин болжады.

- Дәл фокусланатуғын, 33 ГэВ энергиясында ислейтуғын протонлық синхрофазотрон иске түсти (Брукхейвен).

- Жуқа пленкаларда цилиндрлик магнит доменлериниң бар екенлигиниң ашылыуы (К.Кой, В.Энц, Дж.Кацер, Р.Гемперле). 1967-ыжыл А.Бобек оларды электрон есаплау машиналарында информацияларды алып бериу хәм жазыу ушын пайдаланыуды усынды.

- Жийиликтиң стандарты сыпатында кең пайдаланыуға ерискен водород мазер соғылды (Н.Рамзей).

1960-1961 жыллары лазерлик спектроскопияның басламасы дөретилди (А.Шавлов, Н.Бломберген).

1960-жылы тез қозғалыушы нейтронларда ислейтуғын ИБР-1 импульслик реакторы иске түсти (Д. И. Блохинцев).

- Рубин кристаллындағы лазер дөретилди (Т.Мейман).

- Газ лазер (гелий-неонлы) лазер дөретилди (А.Джаван, У.Р.Беннет, Д.Эрриот).

- Дубно қаласында аргонның ионнына шекемги ( $Z = 18$ ) ионлардың интенсивли дәстесин ала алатуғын ауыр ионлардың тезлеткиши иске түсти (Г.Н.Флеров).

- Б.Б.Кадомцев хәм А.В.Недоспанов газ разрядының эззи ионласқан плазмасындағы винтлик турақсызлық теориясын дөретти (Кадомцев-Недоспанов теориясы).

- Лабораториялық шараятларда гравитациялық қызылға ауысуының табылыуы (Р.Паунд, Дж.Рибка).

- А.Живер аса өткізгіштен изоляцияланған барьер арқалы басқа металлға тоқтың туннеллик өтиуін ашты хәм аса өткізгішли туннеллик диодты соқты.

-А.А.Абрикосов хәм Л.П.Горьков ишинде магнит атомлар бар аса өткізгішлердің теориясын ислеп шықты хәм 1962-жылы Ф.Райф хәм М.Волф тәрәпинен ашылған саңлақсыз өткізгішлик кубылысын болжады.

- И. М.Лифшиц тәрәпинен квант циклотронлық резонансының болжаныуы.

- Қатты денелер плазмасындағы геликонлардың ашылыуы (П.Эгрен, О.В.Константинов, В.Н.Перель).

1961-жылы М.Гелл-Манн хәм Ю.Нееман барлық күшті тәсирлесетуғын бөлекшелер хәм олардың тәсирлесиулері  $SU(3)$  симметриясын қанаатландыратуғынлығын болжады хәм күшли тәсирлесетуғын бөлекшелердің классификациясын усынды (Гелл-Манн-Нееман модели).

-Векторлық мезонлар ашылды:  $\omega$ -мезон (Л.Альварес, А.Розенфельд, А.Певзнер),  $\rho$ -мезон (А.Эрвин),  $\eta$ -мезон (А.Певзнер).

-  $K^0$ -мезон ашылды (В. Фитч).

- Дж.Голдстоун симметрияның спонтан бузылыуы идеясын пайдаланып гипотезалық массаға ийе емес бөлекшени киргизди (голдстоун бозоны) хәм симметрияның бузылыуының типин анықлау ушын әхмийетли болған теореманы келтирип шығарды (Голдстоун теорема). Бул теореманың улыұмалық математикалық дәлилин 1962-жылы Дж.Голдстоун, А.Салам хәм С.Вайнберг берди.

- Дж.Чу бутстрап гипотезасын усынды.

- 12-апрель күни «Восток-1» космослық кораблде адамның космосқа табыслы түрде ушыуы әмелге асырылды (Ю.А.Гагарин).

- 1000 ГэВ энергияда ислейтуғын кибернетикалық тезлеткиштиң тийкарына жатқарылатуғын автокоррекция принципі усынылды (А.Л.Минц).

- Кристалларда жақтылықтың жийилигин екилетуу эффекти (эффект удвоения частоты света в кристаллах) ашылды (рубин лазердің қызыл жақтылығының кварц кристаллынан өтиу барысында ультрафиолет нурға айланыуы) (П. Фрайкен). Бул ашылыу сызықты емес

оптиканың тууылыуынан дерек берди. Оптикадағы сызықлы емес эффектти 1923-жылы С.И.Вавилов хәм В.Л.Лёвшинлер бақлаған еди.

- Жақтылықтың еки фотонлық жутылыуының ашылыаы (В.Кайзер, Ч.Гаррет).
- Плазманың электр тоғы менен турбулентлик қызыуының хәм қарсылығының аномаль түрде өсиу кубылысы табылды (Е.К.Завойский, Л.И.Рудаков, Я.Б.Файнберг хәм басқалар).
- Жоқары температуралы плазманы фокусланған лазер нурының жәрдемінде алыу идеясы усынылды (лазерлик термоядролық синтез) (Н.Г.Басов, О.Н.Крохин).
- Жиңишке аса өткизгиш цилиндр ишине тутып алынатуғын магнит ағысының квантланыу кубылысы тастыйықланды (У.Диавер, У.Фэрбенк, Р.Долл, М.Небауэр). 1950-жылы Ф.Лондон тәрәпинен болжанды.
- Магнитлик-фононлық резонанстың болжаныуы (В.Л.Гуревич, Ю.А.Фирсон, М.И.Клинггер). 1963-жылы С.Пури хәм Т.Джебалл тәрәпинен ашылды.
- Л.А.Ривлин ядролық гамма-өтиуде ислеитугын лазердин (гамма-лазердин ямаса газердин) принципаллық мүмкиншилигин бириншилерден болып карап шықты.
- Г.А.Аскарьян тәрәпинен электромагнит нурлардың өзінше фокусланыу эффектинин болжаныуы. 1966-жылы ол теориялық жоллар менен сес, ультрасес хәи пиперсеслик толқынлардың өзінше фокусланатуғынлығын теориялық жоллар менен көрсетти.
- Магнит ярым өткизгишлердин ашылыуы.
- Гравитацияның скаляр-тензорлық теориясы ислеп шығылды (Р.Дикке, К.Бранс).
- Кууатлы аса өткизгиш магнитлер дөретилди (Дж.Кюнцлер).
- Биринши сегнетомагнетиктин (ферромагнетиктин) алыныуы (Г.А.Смоленский).
- Кристаллардағы ультра сес толқынларының күшейиу эффектинин ашылыуы (А.Хатсон, Дж.Макфи, Д.Уайт).

1962-жылы  $\bar{\Sigma}^-$  анти-кси-минус-гиперон ашылды (Х. Барди, Б. Кульвик, У. Б. Фаулер хәм басқалар).

- Экспериментте нейтриноның еки типинин бар екенлиги дәлилленди (электронлық хәм мюонлық нейтринолар, Л.Ледерман, М.Шварц, Дж.Штейнбергер).
- Эззи тәсирлесиудеги векторлық тоқлардың сақланыу нызамы ашылды (Ю.Д.Прокошкин). Бул нызам Ц.Ву тәрәпинен де ашылды. 1955-жылы Я.Б.Зельдович хәм С.С.Герштейн тәрәпинен теориялық тийкарда болжанған.
- Орнықты емес халда (нестабильное состояние) тұрған атом ядроларының спонтан бөлиниуи ашылды (Г.Н.Флеров хәм басқалар).
- М.Гелл-Манн тәрәпинен  $\Omega^-$  омега-минус-гиперонның болжап айтылыуы.
- Кешигиуши протонларды шығарыу кубылысының ашылыуы (В.А.Карнаузов, Г.М.Тер-Акопян, В.Г.Субботин).
- Поляризацияланған протон нышананың дөретилиуи (А.Абрагам).
- 1954-жылы Советлер Союзы илимпазлары тәрәпинен болжап айтылған ярым өткизгишли лазер дөретилди (Б.Лэкс, У.Думке, М.Нэтен хәм басқалар). 1963-жылы ярым өткизгишли лазер СССРда да дөретилди (Б.М.Вул хәм басқалар).
- Хәр қыйлы еки лазердин нурларының араласыуы әмелге асырылды (П.Франкен).
- Жақтылықтың гигант импульсин беретугын модуляцияланған төзимликке ийе (модулированная добротность) лазер дөретилди (Ф.Мак-Кланг, Р.Хеллуорт).
- Оптикалық диапазонда электромагнит толқынларын параметрлик күшейтиу хәм генерациялаудың принципи усынылды хәм ислеп шығылды (С.А.Ахманов, Р.В.Хохлов, Р.Кингстон, Н.Кролл).
- Жақтылықтың мәжбүрий комбинациялық шашырауы ашылды (Э.Вудбери, У.Нг). Бул кубылыстың теориясын сол жылы Н.Бломберген хәм 1963-жылы Р.В.Хохлов ислеп шықты.
- Ю.М.Денисюк қалың қатламлы фотографиялық эмульсияларды голографиялық жазыуларды орынлауды усинды (Денисюк голограммалары). Усындай голограммаларда алынған сүүретлер көлемлиги хәм ренлиги манан айрылады.

1962-64 жыллары голографияда лазер нурының пайдаланылыуы голограммалардың колланылыуы мүмкіншіліклерін күшлі кеңейтті (Э.Лейт, Дж.Упатниекс).

1962-жылы Б.Джозефсон туннеллениудің жаңа типін хәм соның менен байланыссы бир катар эффектти болжады (Джозефсон туннеллениуі).

- 1960-жылы А. А. Абрикосов хәм Л. П. Горьков тәрәпинен болжап айтылған магнит араласпасының тәсиринде жүзеге келген саңлақсыз аса өткізгіштің бақланыуы (Ф.Райф, М.Волф).

1963-жылы  $\Xi^0$  анти-кси-нуль-гиперон ашылды (С.Белти, С.Сендвайс, Х.Тафт, Б.Кульвик, У.Б.Фаулер).

- Экспериментте пионлардың қос қайтадан зарядланыуы табылды (С.А.Бунятков, В.М.Сидоров, Ю.Н.Батусов, В.А.Ярба).

- Н.Кабиббо эззи тәсирлесіу теориясы V-A ны таң қаларлық бөлекшелер қатнасуын процесслерге қолланды (Кабиббо теориясы).

1963-65 жалпыра ушырасыушы дәстелерде іслейтуғын биринші тезлеткішлер қурылды (Г.И.Будкер хәм басқалар).

1963-66-жыллары 102-элементтің бир катар изотоплары синтезленди (Г.Н.Флеров).

1963-жылы қос гиперядронның ашылыуы (М.Даныш, Е.Пневский).

- Газдің оптикалық пробойы кубылысы ашылды (П.Мейкер, Р.Терхьюн, К.Сэвидж). 1967-жылы Н.Г.Басов хызметкерлері менен бирге еки метрлік узынлыққа ийе ушқынды бақлады (узын оптикалық прлбой), 1976-жылы болса узынлығы 60 метрлік ушқын алынды.

- Жақтылық-гидравликалық эффект ашылды – квант генераторының жақтылық нуры суйықтың ишинде жутылганда гидравликалық соққы импульсинің пайда болыуы кубылысы (А.М.Прохоров, Г.А.Аскарьян, Г.П.Шипуло).

- Жоқары дәллікте электронның g-факторы анықланды (Д.Уилкинсон, Г.Крейн).

- Кристаллардағы бөлекшелердің каналланыу эффекти ашылды (Р.Нельсон, М.Томпсон).

- Плазманың дрейфлик-циклотронлық орнықсызлығы табылды (А.Б.Михайловский, А.В.Тимофеев). Бул кубылыс 1966-жылы Р. Пост хәм М. Роченблютлер тәрәпинен қарап шығылды.

- Ф.Андерсон хәм Дж.Роуэлл экспериментте Джозефсонның стационар эффектін тапты.

- Дж.Ганн күшлі электр майданында галлий арсениди хәм индий фосфиди кристалларында аса жоқары жийиликтегі нурланыудың генерацияланатуғынлығын ашты (Ганн эффекти).

- Электр тоғын жуқа металл пленкасы арқалы өткергенде электронлардың салқын эмиссиясының болатуғынлығын ашты (П.Г.Борзяк, О.Г.Сарбей, Р.Д.Федорович).

- Магнитлик-фононлық резонанстың экспериментте бақланыуы (С.Пури, Т.Джебалл). 1961-жылы В.Л.Гуревич, Ю.А.Фирсов хәм М.И.Клингер тәрәпинен болжанған еди.

- Б.Г.Лазарев 1960-жылы И.М.Лифшиц тәрәпинен болжап айтылған  $2\frac{1}{2}$ -әулад фазалық өтиуін тапты.

1964-жылы омега-минус-гиперон ашылды (Н.Самиос хәм басқалар), 1962-жылы М. Гелл-Манн тәрәпинен болжанған).

- Кварклер гипотезасы усынылды (М.Гелл-Манн, Дж.Цвейг).

- П.Хиггс симметрияның спонтан бузылыуының салдарынан векторлық бозонлардың массасының пайда болыу механизмин усынды (Хиггс механизми). 1967-жылы тап усындай механизмди Т.Кибблде усынған еди. Хиггс механизми калибровкалық майданлар теориясының тийкарын қурайды.

-  $K_2^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$  ыдырауында комбинацияланған жуплықтың сақланбайтуғынлығы экспериментте табылды (СР-инвариантлықтың бузылыуы, Дж.Кристенсон, Дж.Кронин, В.Фитч, Р.Тарлей).

1964-64 жыллары эксперименттерде  $\nu_\mu$  хәм  $\bar{\nu}_\mu$  бөлекшелерінің хәр қыйлы бөлекшелер екенлиги тастыйықланды.

1964-жылы 104-элемент – курчатовий синтезленди (Г.Н.Флеров).



- «Эжайып» (очарования, «Очарования» квант саны каракалпак тилине «эжайып» деп, ал «странность» квант саны «таң каларлык» деп аударылды) атлы жаңа квант санының киргизилиуи (Дж.Бьеркен, Ш.Глэшоу). 1964-65 жыллары

- «Рен» (цвет) деп аталыушы жаңа квант санының киргизилиуи (Н.Н.Боголюбов, Б.В.Струминский, А.Н.Тавхелидзе, И.Намбу, М.Хан, И.Миямото).

- А. Пайс, Л. Радикати хэм Ф. Гюрсей SU(6)-симметрияның схемасын усынды.

1964-жылы ядродағы кеңисликтеги жуплыгын сакламайтугын нуклонлар арасында эззи тасирлесийдин орын алатуғынлығы экспериментте деллленди (Ю.Г.Абов, П.А.Крупчинский, В.М.Лобашев).

- 14-август күни ядролык энергияны тиккелей электр энергиясына айландыратуғын «Ромашка» деп аталатуғын дуньядағы биринши установка пайдаланыуға тапсырылды (М.Д.Миллионщиков).

- Комир кышкыл газдеги лазер (молекулалык лазер) доретилди (К.Пател).

- Ионлык лазер доретилди (У. Бриджес хэм баскалар).

- Стационар емес Джозефсон эффектинин – Джозефсон электромагнит нурланыуының бакланыуы (И.К.Янсон, В.М.Свиштунов, И.М.Дмитренко). Бул эффектти 1965-жылы А.Живер де баклады.

- Акустикалык магнитоэлектрлик эффект ашылды (А.А.Гринберг, Ю.В.Гуляев, А.П.Королук).

- И.К.Кикоин тәрепинен фотопьезоэлектрлик эффекттин ашылыуы.

- Фотонлык жаңгырык (эхо) эффекттин ашылыуы (Н. Курнит хэм баскалар).

- Р.Дике эквивалентлик принципин  $10^{-11}$  ге шекемги делликте деллледди.

- Бриллюэн-Мандельштамның мәжбүрий шашырауының ашылыуы (Ч.Таунс, Б.Стойчев, Р.Чиао).

- Кондо эффекттин теориясы доретилди (Дж.Кондо).

- Суйыклыктардағы мәжбүрий қос нур сындыруу эффекттин ашылыуы (Ф.Жир, Дж.Мейер). 1958-жылы А.Пекар хэм С.Келих тәрепинен болжап айтылды.

1964-65 жыллары Дж.Струк Фурье голографиясын ислеп шықты хэм голографиялык спектроскопияның тийкарын салды.

1965-жылы реликтив (микротолкынлык) нурланыу болған «жас» Олемнің эволюциясының ең баслангыш стадиясындағы нурланыу табылды (А.Пензиас, Р.В.Вильсон, Усы ашылыу ушын А.Пензиас хэм Р.В.Вильсонлар 1968-жылы халық аралық Нобель сыйлығын алыуға миясар болды).

- Жоқары энергияға ийе гамма-кванттың «протон - антипротон» жубына айланыуы бакланды.

- М.Хан хэм И.Намбу пүтин санлы зарядларға ийе кварклердин үш триплетине тийкарланған күшти тасирлесийдин схемасын дүзди (Хан-Намбу модели).

- Антипротон менен антинейтронның байланысқан халына сәйкес келетугын бирнши антиядро (антидейтрон) синтезленди (Л.Ледерман).

-  $^{256}_{103}$  изотопы синтезленди (Г.Н.Флеров).

- Химиялык лазер доретилди (Дж.Каспер, Дж.Пиментел).

- Жийиликлер бойынша

Жийилик бойынша өзгертилетуғын жақтылыктың параметрлик генераторлары дүзилди (С.А.Ахманов, Р.В.Хохлов хэм баскалар).

- Жақтылык толкынының өзінше фокусланыу кубылысы ашылды (Н.Ф.Пилипецкий, А.Р.Рустамов).

- Спин-магнитофотон резонансының бакланыуы (И.М.Цидильковский, М.М.Аксельрод, Б.И.Соколов).

- Фарадейдин кери эффекттин (интенсивли циркуляцияланған-поляризацияланған нурланыуда турған мөлдир денениң магнитлениуи) табылыуы (Дж.Халл хэм баскалар).

- Фононлардың қатнасуы менен жүретугын туннеллениудин бакланыуы (И.Голдстейн, Б.Абелес, Э.Лэкс, Ф.Верной).

- Ю.В.Шарвин аса өткізгіштердің динамикалық аралықтық халын тапты.
- Джозефсонның аса өткізгіштік өтіулері дөретілді (Д. Лангенберг хәм басқалар).
- Х.Когельник жазып алыудың хәм толқынлық фронтты қалпына келтіріуі усылын іслеп шықты.

1965-70 жыллары Р.Пенроуз хәм С.Хокингтер Әлемде сингулярлықтың орын алатуғынлығын дәлліледі (Егер Эйнштейннің улыұмалық салыстырмалық теориясы дурыс болса сингулярлық орын алады).

1966-жылы И.Намбу пүтин заоядланған кварклер модели шеклерінде реңди тиасирлесиуі түсинигин киргизди хәм квант хромодинамикасының басламасын салды. Бул жұмыс буннан кейин М.Гелл-Маннның, С.Вайнбергтің хәм басқалардың жұмыстарында рауажландырылды.

- В.М.Струтинский квазистационар халларда күшли деформацияланған атом ядроларының пайда болатуғынлығын теориялық жоллар менен дәлліледі.
- Станфорд қаласында 22 ГэВ энергия ушын арналған электронлардың сызықты тезлеткіші іске түсті (В.Пановский).
- А.М.Прохоров қуатлы газ лазердің жаңа типі болған газодинамикалық лазерді іске түсирді.
- Ультракысқа ( $10^{-12}$  секундлық) жақтылық импульстерин беретугын лазер соғылды (А.Де-Мария, Д.Стетсер, Г.Хейнау).

- Бояу затларындағы лазер дөретілді (П.Сорокин, Дж.Ланкард).
- Спин есте сақтауы (спиновая память) эффекті табылды (К.Андерсон, Э.Сабиский).
- Диполлік молекулаларда паразлектрлік резонанстың ашылуы (У.Брон, Р.Дрейфус хәм басқалар). 1964-жылы У.Куном хәм Ф.Лети тәрәпинен болжап айтылды.

1967-жылы С.Вайнберг (А. Саламнан ғәрезсиз, 1968) әззи хәм электромагнит тәсирлесиулердің бирлестірілген (бириктирілген) теориясын іслеп шықты (Вайнберг-Салам теориясы).

- Инклюзивлік реакциялар деп аталатуғын көп бөлекшелер катнасауғын процесселердің жаңа классының изертлеуі ушын киргизіліуі (А.А.Логоунов, Нгуен Ван Хьеу).
- 76 ГэВ энергия беріуші қатаң фокуслаушы протон тезлеткіш пайдаланыуға тапсырылды (Серпухов қаласы).

1967-68 жыллары тороидальдық магнит тутқышларында услап турылатуғын плазмадағы бөлекшелер менен энергияның өтіудің неоклассикалық (жаңа классикалық) теориясы іслеп шығылды (Р.З.Сагдеев, А.А.Галеев).

1967-жылы Н.Рамзей нейтронның электрлік диполь моментін анықлады.

- Пионлық хәм каонлық мезоатомлардың табылуы.
- Советтер Союзында стелларатор типіндегі «Ураган» термоядролық установкасы іске түсті.
- Фотопастикалық эффекттің ашылуы (Ю.А.Осипьян, Ирина Савченко, Белгилі илимпаз Юрий Андреевич Осипьян 2008-жылы 10-сентябрь күні 78 жысына қарағанда қайтыс болды).

- Ф.Андерсон витуаллық байланысқан халлар көз-қарасларында турып металлардағы локаллық моменттер моделин дөретті (Андерсон модели).

- Пульсарлардың ашылуы (А.Хьюиш, Ж.Белл).

1968-жылы ультрасалқын нейтронлардың алынуы (Ф.Л.Шапиро).

- «Токамак-4» установкинда бирінші термоядролық нейтронлардың пайда болатуғынлығы регистрацияланды (Л.А.Арцимович).
- Литий дейтеридінін ісленген қатты нышанаға лазер нуры келип түскенде плазмадан нейтронлардың пайда болғанлығы есапқа алынды (Н.Г.Басов).

- Е.К.Завойский релятивисттік электронлық дәстелердің жәрдемінде термоядролық синтездің жүріуі мүмкіншілігін көрсетті (усындай идеяны Е.К.Завойскийден ғәрезсиз У.Х.Беннетте ұсынды).

- Элементар бөлекшелер физикасында дуаллық концепциясы келтірилип шығарылды (Д.Хорн хәм басқалар).

- Л.В.Келдыш электронлардың электрон-тесиклик тамшылардың пайда болыяы менен конденсацияланатуғынлығын болжады.

- Пульсарлардың айланыушы жулдызлар болып табылатуғынлығы анықланды (Т. Голд). 1969-жылы Р.Фейнман тәрепинен нуклонның партон модели усынылды.

- Айдың бетине адамлардың қоныуы әмелге асырылды. 21-июль күни «Аполлон-11» космос кораблинің астронавтлары (космонавтлары) Н. Армстронг хәм Э. Олдрин ай топырағына түсти.

- Ю.Швингер дионлар гипотезасын усинды.

- Экспериментте жоқары энергияларда күшли тәсирлесіулердің масштаблық инвариантлығы (скейлинг) табылды (А.А.Логунов, Ю.Д.Прокошкин; Э.Блум). Масштаблық инвариантлық Дж.Бьёркен хәм Р.Фейнман тәрепинен де болжанды.

- Гамма-магнитлик резонанс бақланды (Л.Пфайфер хәм басқалар).

- И.М.Лифшиц хәм А.Ф.Андреев квантлық кристаллар (квант кристаллары) деп аталатуғын кристаллардың жаңа типлери хәкқындағы көз-қарасларды раўажландырды.

- Примесонлар ямаса массаның флукутациялар толқыны түсинигинің киргизилиуі хәм квант кристалларындағы квант диффузиясының болжаныуы (И.М.Лифшиц, А.Ф.Андреев).

1970-жылы Ш.Глэшоу, Дж.Илиопулос хәм Л.Майани Вайнберг-Саламның әззи хәм электромагнит тәсирлесіу теориясын әжайып кваклерди киргизіу арқалы модификациялады хәм супермультиплетлердеги адронлар семействоларын көрсетіу ушын схемалар дүзди.

- Еки фотонлы резонанслардың болжаныуы (В.П.Чеботаев).

- Гиперонлық хәм антигиперонлық атомлардың пайда болатуғынлығы хәкқында исенимли дәлиллер алынды (Дж.Бакенштосс).

- Протонлық радиоактивлик табылды (Дж.Черны), бундай радиоактивлик Б.С.Джелепов тәрепинен болжап айтылған еди.

- А.Абрагам хәм басқалар ядролық антиферромагнитлик халды бақлады.

- Антигелий-3 тиң ядроларының пайда болыуы хәм ыдыраяы табылды (Ю.Д.Прокошкин).

- Протонның ишки қурылысы хәкқындағы идеялар экспериментте туўрыдан-туўры дәлилленди. Бундай қурылыс протонлардың электронлар менен тәсир етисіуінде көринди.

- 105-элемент синтезленди (Г.Н.Флеров).

- Сканнерлеуши электрон микроскопының жәрдемінде айырым атомлардың бақланыуы.

- Антиферромагнетиклерде термодинамикалық жақтан орнықлы болған доменлик қурылыс бақланды (В.Г.Барьяхтар, А.А.Галкин, В.В.Еременко).

1971-жылы анти-омега-гиперон ашылды (А.Файстоун хәм басқалар).

- Г.т'Хоофт спонтан бузылған абеллик емес калибровкалық теорияның қайтадан нормировкаланатуғынлығының биринши дәллилин берди. 1972-жылы усиндай дәллилеу Г.Г.т'Хоофт, , М. Велтман, Б.Ли хәм Ж.Зинн-Жюстен тәрепинен жаўмақланды.

Күшли тәсирлесіулердің толық кесимлеринің энергиялық ғәрезлигиндеги нызамлық (Серпухов эффекти) экспериментте табылды - серпуховский эффект (Ю.Д.Прокошкин хәм басқалар).

- 31 ГэВ энергияда ушырасыушы pp —дәстелерінде ислейтуғын тезлеткиш пайдаланыуға берилди (Женева қаласы).

- Ш.Д.Какичавили тәрепинен экспериментте 1973-жылы болжап айтылған электромагнит майданның сүүретин тиклеу кубылысы бақланды. Бул кубылыс поляризациялық голографияның тийкарында жатады.

- Күшли магнит тмайданы тәрепинен жаңа магнит халларының қайтымсыз түрде пайда етилетуғынлығы эффекти ашылды (А.А.Галкин, Э.А.Завадский).

1972-жылы Батавияда (ФНАЛ) 200 ГэВ энергияға мөлшерленген протон синхротроны иске түсти (Р.Р.Вильсон). 1976-жылы тезлетилген протонлардың энергиясы 500 ГэВ ке шекем жеткерилди.

1972-74 жыллары суперсимметрия (Суперсимметрия (Ферми-Бозе симметриясы) квантлары пүтин спинге ийе майданды квантлары ярым пүтин спинге ийе майданлар



арасындағы симметрия (бозонлар хэм фермионлар арасындағы симметрия)) концепциясы киргизилди (Д.В.Волков, Б.Зумино хэм басқалар).

- Күшл, электромагнит хэм эззи байланыслардың моделлери усынылды (Дж.Пати, А.Салам, Г.Джорджи, Ш.Глэшоу, Л.В.Прохоров).

1972-жылы квант кристалларындағы квант диффузиясы ашылды (В.Н.Григорьев хэм Б.Н.Есельсон, М.Ричарде, Дж.Поуп хэм А.Вайдем).

- К.Вильсон статистикалық физикада ренормализацияланған топар (группа) усылын колланып оның теориясын дөретти.

-  $^3\text{He}$  ниң аса аққышлығы ашылды (Д.Ошерофф, Р.Ричардсон, Д.Ли). 1958-жылы Л.П.Питаевский тәрепинен болжап айтылған еди.

1973-жылы глюонлар гипотезасы ашылды (М. Гелл-Манн, С. Вайнберг, А. Салам хэм басқалар).

- Нейтраль тоқлар ашылды (Ф.Хазерт хэм басқалар). 1937-жылы Дж.Гамов, Э.Теллер, Н.Кеммер хэм Г. Вентцель, 1958-жылы С.Бладмен хэм Дж.Лейте-Лопес тәрепинен болжап айтылған еди.

- Мюонлық нейтрино менен нейтрон тәсир етискенде ең ақырғы халда еки нейтрино хэм нейтрино менен жүзеге келетуғын ўақыялар болған димюонлық ўақыялардың ашылыўы (ФНАЛ).

- Мюонлық антинейтрино  $\bar{\nu}_\mu$  дың ашылыўы.

- Д.Политцер, Д.Гросс хэм Ф.Вильчек асимптоталық еркинликти ашты (базы бир калибровкалық-инвариантлық теориялардағы күшли тәсирлесиўдиң кернеўлиги энергияның өсиўи менен кемейиўи).

- Ең жақары критикалық температураға ийе (23,2 K) аса өткизгиш ( $\text{Nb}_3\text{Ge}$ ) ашылды (1986-жылдан баслап жоқары температуралы аса өткизгишлер (критикалық температурасы азоттың кайтаў температурасы 77,4 K нен жоқары) ашыла баслады).

1974-жылы пси-бөлекшесиниң ( $J/\psi$ -мезонлардың) ашылыўы (С.Тинг, Б.Рихтер). Бундай бөлекшелер кварк пенен оның анткваркиниң байланысқа халы болып табылады.

- 106-элемент синтезленген (Г.Н.Флеров).

- Антитритийдиң ядролары синтезленген.

- Байланысқан нуклонлар менен антинуклонлардан туратуғын квазиядролар ашылды. 1970-жылы И.С.Шапиро тәрепинен болжап айтылған.

- А.М.Балдин релятивистлик ядролар бир бири менен соқлығысқанда кумулятив эффекттиң орын алатуғынлығын ашты.

- С.Хокинг кара қурдымлардың горизонтында бөлекшелердиң квантлық туўылыўын болжады (Хокинг эффектти).

1975-жылы әжайып кварк пенен антикварктиң байланысқан системасы болған чармоний ашылды (Т.Аппелквист, Д.Политцер, Ш.Глэшоу, А.де-Рухула). Оның физикалық реализациясы пси-бөлекшелер болып табылады.

- Аўыр лептон болған  $\tau$ -лептон ашылды (М.Перл).

- Лептонлық нейтрино  $\nu_\tau$ , хэм антинейтрино  $\bar{\nu}_\tau$  ашылды (М. Перл).

-  $e^+e^-$  аннигиляциясында (электрон менен протонның аннигиляциясында) адронлық струяның (ағыстың) ашылыўы ( $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$  процессинде кварклердиң «фрагментлениўи» нәтийжесинде адронлардың жиңишке дәстесиниң алыныўы. Бул кварклердиң бар екенлигиниң жанапай тастыйықланыўы болып табылады) (Г.Хансон хэм басқалар).

- «Токамак-10» хэм PLT термоядролық установкаларының жаңа әўладының иске түсирилиўи

1976-жылы әжайып барионлар менен антибарионлардың ашылыўы.

- Әжайып кварктен хэм таң каларлық емес антикварктен туратуғын әжайып нейтраль хэм зарядланған D-мезонлардың ашылыўы (Г.Гольдхабер хэм басқалар).

- 107-элементтиң синтези ҳаққында мағлыўматлар алынды (Г.Н.Флеров).

- М. Шварц пионийди ашты (пионий  $\pi_c$  лардың байланысқан халы).

- 400 ГэВ лик SPS протонлық синхротрон иске түсті (Женева).
- 1977-жылы ипсилон бөлекшелердің ашылыуы (Л.Ледерман).
- Әжайып F-мезонларының ашылыуы. Бундай мезонлар әжайып кварк пенен таң қаларлық антикварктен турады (Р. Бранделик хәм басқалар).
- Атомлардағы хәм нейтраль тоқларға байланыслы электронлардың нуклонлар менен әззи тәсирлесіулеріндеги жуплықтың сақланбайтуғынлығының бақланыуы (Л.М.Барков, М.С.Золотарев).
- 19 ГэВ энергияда ушырасыушы  $e^+e^-$  дәстелерінде ислейтуғын PETRA тезтеткиши иске түсті (Гамбург қаласы).
- 1979-жылы PETRA тезлеткишінде  $e^+e^-$  дәстелериниң аннигиляциясындағы  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$  хәм  $\Upsilon \rightarrow 3g$  процесслерінде глюонлар ағысларының (струяларының) алыныуы (К.Бергер, Т.Ньюман, Г.Вольф). Кварклер арасындағы тәсирлесіуді тәсийинлеуши глюонлардың бар екенлиги хәкқындағы жанапай тастыйықлаудың алыныуы.
- 1980-жылы нейтринода ноллик емес массаның бар екенлиги хәкқындағы мағлыұматлар алынды (В.А.Любимов, Е.Г.Новиков, В.З.Нозик, Е.Ф.Третьяков, В.С.Козик).
- 1981-жылы «гөззал» бөлекшелердің бар екенлиги хәкқындағы биринши мағлыұматлар алынды.
- ЦЕРН де (Женева қаласы) 62 хәм 600 ГэВ энергияға мөлшерленген ушырасыушы протон-антипротон дәстелерінде ислейтуғын биринши дүзирис (тезлеткиш) иске түсті.
- 1983-жылы ЦЕРН де (Женева қаласы) аралықлық (промежуточный) W-бозон ашылды (К.Руббиа хәм басқалар.).

### Хронология бойынша базы бир жуўмақлар

Биз жоқарыда келтирилген хронология бойынша келтирилген нәтийжелерден бир қанша жаңа мағлыұматлар алыуға тырысамыз. Усындай мақсетте физика илими бойынша алынған жаңалықлардың санын математикалық жақтан қайта ислеймиз.

Әпиұайылық ушын хәм 50 жылдағы жүз берген жаңалықлардың санын аламыз:

| Жыллар    | Жаңалықлар (ашылыулар) саны |
|-----------|-----------------------------|
| 1501-1550 | 2                           |
| 1551-1600 | 12                          |
| 1601-1650 | 28                          |
| 1651-1700 | 31                          |
| 1701-1750 | 24                          |
| 1751-1800 | 40                          |
| 1801-1850 | 136                         |
| 1851-1900 | 162                         |
| 1901-1950 | 570                         |

### Лекциялар оқыу ушын арналған ушын материаллар

#### Физикалық билимлердің пайда болыуы

**Әйдемги дәуірлер.** Адам өзін қоршап турған дүнья хәкқындағы билимлерди жасау ушын болған оғада қатаң гүрестің нәтийжесінде алды. Усындай гүрестің барысында адам өзиниң узықтағы ата-бабалары болған хайуанлардан айрылып шықты, оның қоллары рауажланды хәм интеллект сыпанытда қәлиплести. Қорғаныу хәм тамақ табыу зәрүрлигинде таяқлар менен тасларды тосыннан хәм хәм санасыз пайдаланыу әстелик пенен әпиұайы қураллардың пайда болыуына алып келди. Ұақыттың өтиуи менен бул

эпиұайы кураллар жетилистирилди, таслар кесіуіші куралларға айландырылды, аўқат ушын хайуанларды аўлау, балық услау куралларына айландырылды. Оттан пайдаланыуды үйрениу адамзаттың оғада уллы жетискенликлериниң бири болып табылады.

Бир неше мыңлаған жыллар дауамында адамларда сана қәлиплесе баслады, нәтийжеде әйемги адамдарда бир бирине ым қағыу, басқа да сеслер шығарыу, хәрекетлер көрсетиу жолы менен информация бериу қәбитлетлиги пайда болды. Усының нәтийжесинде этирапта болып атырған қубылыстарды дәслерки түсиндириулер (бундай түсиндириулерди антропоморфлық түсиндириулер деп атайды, Антропоморфизм – адам қәсийетлерине ийе (мысалы санаға ийе) адамға өли дүньяның, аспан денелериниң предметлерин хәм қубылыстарын, мифологиялық қудайды, жин-шайтанды хәм басқаларды уқсатыу) жүзеге келди. Олардың қалдықлары хәзирги ўақытларға шекем сақланып келген (мысалы «Қуяш жүрип баратыр», «Ай қарап тур» дегендей сөзлер). Бул әйемги адамларда өзлерин қоршаған барлық қубылыстарды, хайуанларды өзлерине теңеуден, оларда да өзіндегидей сана бар деп есаплаудан басқа («Қуяш жүрип баратыр», «Ай қарап тур» дегендей) хеш қандай мүмкиншилик жоқ еди. Усындай дереклер тийкарында илимий билимлер хәм диний көз-қараслар раўажланды.

Раўажланған қул ийелеушилик дәуиринде (бизиң эрамызға шекемги дәуірлердин ақыры хәм бизиң эрамыздың басы, яғный буннан 2 мыңдай жыл бурын) жазылған библиялық аңызларда қудай хәққындағы усундай антропоморфлық көз-қараслар анық көринеди. Бунда қудайды дийхан сыпатында сәўлелендирилген хәм сонлықтан ол мелиоративлик жумыстарды онылайды (жерден сууды айырады), от жағады, қоршап турған барлық нәрселерди дөретеди, жумыстан кейин дем алады.

Усының менен бир қатар (тәбият хәққындаға мофологиялық хәм фантастикалық көз-қараслардың қәлиплесиуи менен бир қатар) адамлар аспан денелери, өсимликлер, хайуанлар, қозғалыстар хәм күшлер, хаўа райы хәққында хәқыйкый билимлерге де ийе бола баслады. Топланған билимлер, әмелий қәбилетликлер әўладлардан әўладларға берилди, болажақ илимниң дәслепки фонын қурады. Бул жерде тийкарғы орынды дийханшылықтың қәлиплесиуи ийеледи. Хәр жылы турақлы түрде зүрәат алынатуғын жерлерде дәслеп адамлар топары жасады, кейинирек қалалар, ал буннан кейин әйемги мәмлекетлер пайда болды.

Айемги мәмлекетлердин үлкен қурылыстары (храмлар, қорғанлар, пирамидалар хәм басқалар) ең кеминде қурылыс механикасы менен статиканы эмперикалық билиуди талап етти. Ири қурылыс жумыстарында рычагларсыз, қыя тегисликлерсиз хеш нәрсениң питпейтуғынлығы бәршеге мәлим. Солай етип әмелий зәрүрликлер турмыста илимий билимлердин, атап айтқанда арифметиканың геометрияның, алгебраның, астрономияның, механиканың туўылыуын жүзеге келтирди.

Илим менен мәденият тарийхының ең басланғыш дәуірлериниң әхмийетин және де атап өтиу зәрүр. Математиканың тарийхын изертлеушилер әйемги Египет хәм Вавилон математикасына әйтеўирден-әйтеўир итибар бермеген. Бул жерлерде математикалық илимлердин ең дәслепки басламалары жүзеге келди хәм ең дәслеп фундаменталлық сан идеясы хәм санлар үстинде исленетуғын тийкарғы операциялар (қосыу, алыу, көбейтиу хәм бөлиу) пайда болды. Усы жерлерде геометрияның тийкары салынды. Египет пенен Вавилонда адамлар жулдызлар аспанын, Қуяштың, Айдың, планеталардың қозғалыстарын тәрипледи, аспан денелерин бақлауды үйренди хәм ўақытты өлшеудин тийкарларын ойлап тапты, алфавитлик жазыу туўылды.

Жоқарыда айтылғанлардың ишинде илим менен мәденияттың тийкары болған жазыудың пайда болыуы ең уллы жәмийетлик қубылыс болып табылады.

**Әйемги илимниң басланғыш этапы.** Илим тарийхында Египет пенен Вавилонның әйемги эмперикалық илиминиң оғада уллы әхмийетке ийе екенлигине қарамастан хәзирги илимниң хәқыйкый ўатаны деп әйемги Грецияны айтамыз. Себеби тек усы жерде ғана биринши рет әмелий рецептлердин эпиұайы қосындысына алып

келинбейтуғын дүнья хақындағы илимий көз-қараслардан туратуғын теориялық илим хәм илимий метод пайда болды. Егер египетлик ямаса вавилонлық жазыушы<sup>3</sup> өзиниң «мийнетинде» есаплау қағыйдасын қәлипплестирип «Мынадай нәрсени исле» деп айтып, ал не себепли «усындай нәрсени» ислеудің кереклигин түсіндірмеген. Ал Грек илимпазлары болса дәлиллеуді талап еткен. Тарийхый мағлаұматлар бойынша атомистиканың тийкарын салыушы Демокрит: «Мениң ушын бир илимий дәлилдi табыу парсылар патшалығын ийелегенге қарағанда әдеуир әхмийетли» деп оғада зор сөзлерди айтқан. Хәзирги ўақытлардағы илим өзиниң қай жерде туўылғанлығын өзлериниң атлары менен жақсы есте сақлап калды: астрономия, математика, механика, физика, биология, география хәм басқалар. Бул сөзлердиң барлығы да грек тилинен алынған. Тап сол сыяқлы формулаларда грек хәриплериниң қолланылыуы, көплеген терминлердиң де грек тилинен алынғанлығы сол терминлердиң әйемги Грецияда туўылғанлығын билдиреди: масса, атом, электрон, изотоп хәм басқалар). Ең ақырында биз умытылмайтуғын, илимий әдебиятларда сақланып келген грек илимпазларының атларын келтиремиз: Фалес, Анаксимандр, Анаксимен, Пифагор, Демокрит, Аристотель, Эратосфен, Аристрах, Архимед, Евклид, Гиппарх, Птолемей.

Жоқарыда айтылып өтилгениндей Вавилон хәм Египет илими әмелий ислердиң (практиканың) зәрүрлигинен келип шықты. Вавилонлықлар менен египетликлердиң теориялық ойлауы болса анимизм<sup>4</sup> менен мифология<sup>5</sup> шеклерине шыға алмады. Бул жерлерде сырлы қубылысларды түсіндириу диний, руўханий адамларға тийисли болды. Ал әйемги греклер болса бул қәддиден жоқары көтерилди. Олар қойылған сораўларға жуўап бериу ушын сырлы, қудайлық себеплерди пайдаланбай, қубылыстың хақықый мәнисин түсиниўге тырысты.

Әйемги Грецияда адамлардың ақылы биринши болып өзиниң күшин анық билди хәм адамлар илим менен тек турмыста пайда болған зәрүрликтің қысымында емес, ал илим менен шуғылланыудың қызықлы екенлигиниң салдарынан шуғыллана баслады. Бул жөнинде Аристотель «билиудің қуўанышы» деп пикир билдирди. Биринши илимпазларды адамдар философлар (яғный даналықты жақсы көриўшилер) деп атады. Нәтийжеде греклерде даналықты жақсы көриўши адамларға зәрүрлик пайда болды. Усындай зәрүрликтің тәсиринде бир ўақытта илимпаз хәм муғаллим профессиялары қәлипплести.

Платон Академиясы хәм Аристотель лицейи оқытуу хәм илим-изертлеу ислери менен шуғылланатуғын дүньядағы ең биринши мәкемелер болып табылады. Хәзирги ўақытлардағы жоқары оқыу орынлары усындай мәкемелерден өсип шықты. Грецияда әстелик пенен маманлығы бир қанша тар болған инженер, шыпакер, астроном, математик, географ, тарийхшы қәнигелер пайда бола баслады. Соның менен бирге хәзирги ўақытлардағы илим-изертлеу институтларының ең басламасы болған Александрия китапханасы типиндеги илимий мәкемелер де пайда бола баслады. Бизиң эрамыздан бурынғы 3-әсирдиң басында тийкары салынған бул китапханада 100 мыңнан 700 мыңға шекем қол жазба түүриндеги китаптар жыйналған (китапханадағы китаптардың бир қаншасы бизиң эрамызға шекемги 47-жылы өрттен набыт болды, қалғанларының бир бөлеги бизиң эрамыздың 391-жылы жоқ етилди, қалғанлары 7-8 әсирлерде жоқ болды). Усының менен бир қатарда Грецияда илимий мийнетлер, лекциялар, диспутлар, илимпазлардың бир бирине жазған хатлары түриндеги илимий информациялар пайда болды.

Солай етип әйемги Грецияда системалы түрде илим-изертлеу жұмыслары жүргизилди, оқытушылық, қәниге-илимпазлар, илимий информация пайда болды.

<sup>3</sup> Биз «жазыушы» дегенде хәзирги ўақытлардағыдай жазыушыны емес, ал сол ўақытлардағы ақыл мийнети менен шуғылланатуғын адамды нәзерде тутамыз.

<sup>4</sup> Анимизи «жан» менен «рухлар» дың бар екенлигине исениу, қәлеген динниң ажыралмас элементи.

<sup>5</sup> Аңызлар.

Әйемги Греция илим тарихының да (соның ишінде физика тарихының да) ұатаны болып табылады. Әйемги грек илимпазларының илимий ислердеги көплеген жетіскенліктері хаққында биз грек илимпазлары менен тарихшы-илимпазлардың қалдырған хәм усы ұақытларға шекем сақланып келген жазба мийрасларынан билемиз.

Грек илиминің пайда болыуы Киши Азиядағы қалалардың ең раўажланған дәуирине сәйкес келеди деп есапланады. Бул дәуір бизің эрамыздан бурынғы VII-VI әсирлер болып табылады (демек грек илиминің пайда болғанына 2500-2600 жыл болған екен, ал Египет пенен Вавилонда илимнің тийкарының салыныуы бизің эрамыздан 3-4 мың жыл бурын әмелге асты, яғный грек илиминен 2500-3500 жыл бурын). Ионияның (Киши Азия) Милет хәм Эфес қалалары, Жер орта теңизинің атаулары, Түслик Италияның грек колониялары биринши грек илимпазларының хызмет еткен хәм илим-изертлеу жұмыстарын жүргізген жерлері болып табылады. Усыннан грек илимин әдетте ионийлардың илими деп те атайды. Биз грек илимпазлары хәм Ионийлы илимпазлар деп бир мәнисте айтамыз.

Грек илиминің тийкарын салыушы ретінде Фалес Милетскийди көрсетиуе болады (бизің эрамыздан бурынғы шама менен 624-547 жыллар). Ал Иония мектебинің басқа ўәкилліері ретінде Анаксимандрды (бизің эрамыздан бурынғы шама менен 610-546 жыллар), Анаксименди (бизің эрамыздан бурынғы шама менен 585-525 жыллар) көрсетиу мүмкин. Бул илимпазлардың барлығы да дүньяға хәм оның ең басланғыш тийкарына материалистлик көз-қараслар менен қарады. Мысалы Фалес бойынша дүньяның ең басланғын тийкары суў, Анаксимандр бойынша дүнья «апейрон» деп аталатуғын шексиз хәм анық емес материаллық нәрседен пайда болған хәм раўажланған. Усындай көз-қарасларды раўажландыра келип Гераклит дүньяны шексиз көп санлы гүрлеп алысу менен басланатуғын хәм өшетуғын от пенен теңлестирди.

Усының менен бир қатар ионийликлер арасында философиядағы идеалистлик бағдарлар да пайда болды хәм раўажланды. Бундай бағдардың ең көрнекли ўәкилі Пифагор болып табылады (шама менен бизің эрамыздан бурынғы 580-500 жыллар). Пифагордың оқыушылары да дүньяға идеалистлик көз-қарасларды қабыл етти.

Пифагордың өзи хаққында көп аңызлар тарқаған. Көп санлы илим менен философия тарихын изертлеген илимпазлар Пифагорды хақыйқый жеке адам деп санамайды, ал аңызлардың қахарманы деп есаплайды. Бирақ Пифагор хаққында биографиялық характердеги жеткиликли дәрежеде көп санлы мағлыұматлар сақланып келген («Биография» сөзи «өмирбаян» сөзине сәйкес келеди). Ол Самос атауында тууылған, ол жаслық ұақтында аристократлар менен демократия арасындағы гүресте аристократлар тәрeпинде гүрескен. Нәтийжеде ол Италияға қашып кетиуе мәжбүр болған. Бул жерде ол купыя аўхам дүзген. Сиясий гүресте купыя аўхам жеңилген хәм қыйраған. Базы бир мағлыұматлар бойынша усы гүресте Пифагор өлген, ал басқа бир мағлыұматларда ол қашып жүрип қайтыс болған. Бирақ оның мектеби ол өлгеннен кейин де хәрекет еткен. Усы мектеп пенен Филолейдің (V әсирдің ақыры – IV әсирдің басы), белгили философ Сократтың хәм IV әсирдің ақырында хәм III әсирдің басында жасаған астроном Аристрах Самосскийдің атлары байланысly.

Пифагор мектебинің тәсири оғада уллы болды. Хәтте физика илим болып қәлиплескен XVII әсирдің биринши ярымында да Жердің козғалысы хаққындағы тәлиматты «пифагор тәлиматы» деп есаплады. Пифагоршылардың философиясы менен идеологиясы идеалистлик еди хәм бул философиядағы орайлық орынды санлардың қудайлық роли хаққындағы тәлимат ийеледи. Олар дүньяны санлар басқарады деп есаплады. Пифагоршылар санларға мистикалық (ақыл менен жетип болмайтуғын) мағана берилди. Ал айырым санларға жоқары дәрежеде жетилсикен нышанлар берилди (мысалы бир – бәршеге тийисли ең дәслепки басланғыш, еки - қарама-қарсылықтың басланыуы, үш - тәбияттың нышаны хәм тағы басқалар). Олар қәлеген затты, дүньядағы қәлеген кубылысты санлардың жәрдемінде аңлатууға болады деп есаплады.

Санлар мистикасы жүдә жасағыш болып шықты. Бирақ пифорогшылардың тәбияттағы санлық қатнастардың әхмийети хаққындағы тәлиматының оғада пайдалы

тәрәпи бар. Себеби санлық таллау, математикалық қатнастар хәзирги күнлери де тәбиятты тәриплеудің тийкарын қурайды. Усындай тәриплеудің биринши мысалын пифагоршылардың өзлери көрсетти. Олар сес шығарыуы гармоникалық интервал бериуши тарлардың узынлықларының қатнастарының пүтин санлардың қатнастарындай екенлигин, яғный екинің бирге, үштин екиге, төрттин үшке қатнасындай екенлигин көрсете алды. Бизлер буны физикалық акустиканың ең дәслепки басламалары деп айта аламыз.

Жердің шар тәризли екенлиги ҳаққындағы көз-қарас пифагоршылардың ең уллы жетискенлиги деп атауға болады.

Пифагоршылар Дүньяның пироорайлық системасы деп аталатуғын системасын усынды. Бул системада Жер, Қуяш, планеталар орайлық оттың дөгерегниде айланады («Пиро» сөзи «от» мәнисин билдиреди). Он (10) санын кәраматлы деп есаплап, олар орайлық оттың дөгерегинде айланыушы он дана сфераны киргизди. Сол дәүирде пифагоршыларға Жерден басқа бес планета белгили еди (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн). Сонлықтан усы 5 планетаны, Жерди, Айды, Қуяшты, жұлдызлар сферасын (барлығы тоғыз) 10 сфераға жайластырыу ушын оларға Кери Жер (Противоземля) деп аталатуғын және бир планетаны киргизиуге туўры келди. Солай етип пифагоршылар орайлық оттың дөгерегинде Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Жер, Ай, Қуяш, қозғалмайтуғын жұлдызлар ҳәм Кери жер сфералары айланады деп есаплады.

Аристрах кейинирек системадан орайлық от пенен кери жер сфераларын алып таслады ҳәм орайлық оттың орнына Қуяшты жайластырды. Солай етип Аристрах Самосский ең биринши гелиоорайлық системаны болжаған илимпаз болып есапланады.

Аристрах Самосскийдің модели Николай Коперникке белгисиз болған болса керек. Себеби ол өзинің 1543-жылы жарық көрген «Аспан сфераларының айланыуы ҳаққында» китабының кирисиў бөлиминде пифорогшы Филолай тәрәпинен баянланған орайында от жайласатуғын модель ҳаққында ғана гәп етеди.

Әйемги Греция илими ең дәслептен-ақ әйемги шығыс еллеринде мыңлаған жыллар дауамында жыйналған билимлерге сүйенгенлигин атап өтиў керек.

V әсирде грек илиминиң орайы Афина қаласына орын алмастырды. Бул жерде биринши илимий мектеплер пайда болды. Афинада искусство, әдебият өзинің доқары дәрежесине шекем көтерилди. Перикл хұкимлик еткен дәүирде Акрополь салынды. Афинаға грек илиминиң уллы ўәкиллери көшип келди. Бул жерде математик Гиппокрит сабақ берди, уллы философ Анаксагор өзинің мийнетлерин дөретти.

Анаксагордың тәлиматы бойынша Ай, Қуяш, планеталар, жұлдызлар қызған таслар болып табылады (бул объектлерге египетлилер менен греклер қудайлық тәбият берген еди). Усы тәлиматы ушын Анаксагор Афинадан қуўылды ҳәм Киши Азияда қайтыс болды.

### Демокрит

Фракиядағы Абдер қаласында бизиң эрамызға шекемги 360-жыллары туўылған атомистикалық тәлиматтың тийкарын салыушы болып табылады. Демокрит бойынша дүнья тек атомлардан ҳәм босықлардан турады. Демокриттиң ҳеш бир мийнети бизге келип жеткен жоқ. Бирақ биз оның мийнетлери ҳаққында басқа авторлардың жумысларынан билемиз. Бизиң ушын оның принциплери үлкен әхмийетке ийе. Олар мыналар:

1. Ҳеш нәрседен ҳеш нәрсе келип шықпайды (жоқтан ҳеш нәрсе де пайда болмайды). Бар нәрсени жоқ қылу мүмкин емес. Барлық өзгерислер бөлимлердің қосылыуы ямаса ыдырауы менен жүреди.

2. Ҳеш нәрсе тосыннан жүзеге келмейди. Барлық нәрселер (қубылыстар, ўақыялар, затлар) қандай да бир тийкарда ҳәм зәрүрлик пенен жүзеге келеди.

3. Атомлардан хәм таза кеңисликтен басқа хеш нәрсе де жоқ, басқа нәрселердин барлығы да тек адамлардың көз алдындағы дурыс емес сәўлелениў болып табылады.

4. Атомлар саны хәм формасы бойынша шексиз көп. Шексиз кеңислик бойынша мәңги түсиўде үлкен (нәрселер) киши (нәрселерге) урылады. Усының салдарынан пайда болған капиталдағы қозғалыслар хәм ийримлер дүньяның пайда болыаы ушын хызмет етеди. Шексиз көп санлы дүньялар пайда болады хәм олар бир бири менен қатар ямаса биринен соң бири қайтадан жоғалады.

5. Затлар арасындағы айырма олардың атомларының санында, формасында хәм жайласыў тәртибинде. Атомлар арасында сапалық айырма жоқ. Атомларда «ишки ҳаллар» болмайды. Олар бир бири менен тек басымның хәм соқлығысыўдың нәтийжесинде тәсирлеседи.

6. Жан (адамның, тири жәнликлердин жаны) оттың атомларына уқсас болған кишкене, тегис хәм дөңгелек атомлардан турады. Бул атомлар ең қозғалғыш атомлар болып табылады. Денеге кирген бундай атомлар тири адамларға, жәнликлерге тән болған барлық тиришилиқ хәрекетлерин ислетеди.

Демокриттиң өзи ири математиклердин бири еди. Демокрит пирамиданың көлеминиң бийиклиги усындай пирамиданың бийиклигиндей призманың көлеминиң үштен бирине тең, ал конустың көлеми болса бийиклиги усындай конустың бийиклигиндей, ал ултанының майданы усындай конустың ултанының майданындай цилиндрдин көлеминиң үштен бирине тең екенлигин дәлилледи. Демокриттиң математикалық дәлиллеўлеринде атомистика үлкен орын ийеледи. Сызықтың атомлары ноқатлар болып табылады, ал бет атомлары сызықлар, ал көлем атомлары жуқа бетлер болып табылады.

### Аристотель

Әйемги Грецияда бизиң эрамызға шекемги 431-404 жыллары болып өткен Пелопоннес урысы Афинаның хәм бул жердеги демократияның төменлеўине алып келди (27 жыллық Пелопоннес урысы (битсиң эрамыздан бурынғы 431-404 жыллар) әйемги Греция тарийхындаға ең ири урыс болып табылады. Грек полислери арасында болған бул урыстағы саўашлар Грецияның жерлериниң барлығында, Түслик Италия менен Сицилияның түслик қалаларында болып өтті. 404-жылы курғақтан да, теңиз тәрептен де қамалға алынған Афина бағынды. Нәтийжеде Афинада «отыз зулым» ның басшылығындағы олигархиялық тутым орнатылды). Бул жағдай идеологияның тереңнен өзгериўине тәсирин тийгизди. Сократ (бизиң эрамызға шекемги 469-399 жыллар) хәм оның шәкирти Платонның (бизиң эрамызға шекемги 427-347 жыллар) идеалистлик философиясы тәрепинен атомистлер хәм ионийлықлардың материалистлик системасы қысқыға ушырады. Бирақ диалог искусствосы, логикалық ойлаў қәбилетликлери раўажлана баслады, анық математикалық дәлиллеўлерге қызығыў күшейди. «Платон академиясы» деп аталатуғын өзиниң мектебин дәреткен философ Платон математиканы жоқары баҳалады. Сол ўақытлардан қалған аңызлар бойынша лл усы Академияның кирер аўзына «Математиканы билмеген адам бул жерге кирмесин» деген сөзлерди жаздырып қойған. Платон мийнетлеринде бир қатар қызықлы физикалық идеялар болған, бирақ ол илим тарийхына философ-идеалист сыпатында кирди. Жәмийетте илимди системаға түскен түринде меңгериў талабы күшейди. Жәмийеттиң бул талабын қанаатландырыў Платонның шәкирти болған әйемги белгили данышпан Аристотельдиң шегине түсти хәм ол өз дәўириниң илимий билимлериниң системаластырылған жыйнағын дәретти.

Аристотель бизиң эрамызға шекемги 384-322 жылы Грецияның арқа-шығысында жайласқан Стагир қаласында туўылған. Бул қала Македония менен шегарадан қашық емес еди хәм Аристотельдиң әкеси Никомах македонияның патшасы Аминта II ниң сарайының шыпакери болып иследи. Аминтаның улы, ал Александр Македонскийдиң әкеси Филипп жасынан баслап Аристотельдиң досты еди. Филип тахтқа отырғаннан кейин улы Аресандр Македонскийдиң устазы сыпатында Аристотелди шақырды.

Сол дәуірлерде Македония өзінің рауажланыу дәрежесі бойынша Афинадан әдеуір артта қалған еді. Афиналықтар македониялықтарды жабайылар деп те атады. Бірақ Аминтаның, асиресе Александр Македонскийдің дәуірінде Македония әскерий тәрептен оғада айбатлы мәмлекетке айланды. Афинадағы сиясый келіспеушіліктер Филипп тәрәпинен шебер пайдаланылды. Нәтийжеде бизің эрамыздан бурынғы 338-жылы грек әскерлери Македония әскерлери тәрәпинен қыйратылды, ал 337-жылдан баслап Македонияның Афина хәм Греция үстинен үстемлиги орнатылды. Филипптің өзі парсыларға қарсы урысқа таярлана баслады, бірақ ол 336-жылы өлтирилди. Парсыларға урыс Александр Македонскийдің басшылығында басланды. Александр көп жыллық урыстардың барысында Азиядағы хәм Африкадағы көплеген еллерди, солардың ишинде Орта Азиядағы еллерди де басып алды, өзінің әскерлери менен Индияға шекем жетти. Әйіемги дүньяның рауажланыуында жаңа дәуір басланды.

Бірақ 451-жылы он сегіз жасар Аристотель Афина қаласына Платонның Академиясына келгенде бул ұақыяларға еле әдеуір бар еді. Бірақ Афинада Аристотель Платонды ушырата алмады. Себеби ол бул ұақытлары Сицилияда еді. Академияға сол ұақытлары математик хәм астроном, Жердің дөгерегиндеги планеталардың қозғалыс теориясын айланыушы сфералар системасының жәрдемінде биринши рет түсіндірген Евдокс Книдский (бизің эрамыздан бурынғы 408-355 жыллар) басшылық етип атыр еді. Платон Афинаға 449-жылы қайтып келди хәм Аристотель менен өмиринің ақырына шекем (шама менен 343-жыл) ислести. Аристотель буннан кейин 339-жылға шекем Македонияның пайтахты Пелле қаласында Александр Македонскийдің устазы сыпатында иследи. 336-жылы ол Афина қаласына қайтып келди хәм өзінің лицейинің тийкарын салды.

Александр Македонский 323-жылы атланыслар барысында оба кеселинен қайтыс болды. Буннан кейин афинада антимакедониялық партия күшке енди. Бул партияның тийкарын салыушылардың бири Демосфен Афинаға қайтып келди, ал Аристотель Эвбею атауына кууылды. Бул атауда ол 322-жылы қайтыс болды. Бірақ Македониялықтардың қарсыласларының кууынашы көпке бармады. Аристотель қайтыс болған жылы антимакедониялық күшлер жоқ етилди, Афина ораторы Демосфен болса зәхәр ишип өлди. Солай етип Аристотельдің жеке тәғдири оғада көп санлы сиясий, әскерий, басқа да ұақыялар менен толы болды.

Аристотельдің қалдырған илимий мийрасларының саны жүдә көп. Бул жумыслар топламы сол ұақытлардағы илимий билимнің толық энциклопедиясын пайда етеди (Әл Берунийдің мийнетлери де сол дәуірлердеги илимий билимнің энциклопедиясын пайда етеди деп айта аламыз). Бірақ оның мийнетлери арасында биз механика ямаса математикаға байланысly болған мийнетти таба алмаймыз.

Аристотельдің илимий мийнетлерінде тәбиятты билиудің дурыс жолы келтирилген. Бул жол «бизің ушын белгилирек хәм анығырақтан затлардың тәбияты көз-қарасларындағы белгилирек хәм анығыраққа өтиу» болып табылады.

Аристотельден басқа бирде бир илимпаз өзинен кейинги адамзат ойлауына соншама узық ұақытлар хәм терең тәсир еткен жоқ. Мысалы Әл Бериуний өзінің «Тафхим» (Жулдызлар хәккындағы илимнің басланғыш анық китабы) мийнетинде «Базы бир әйіемги (адамлар) сегизинши сфераның арғы тәрәпин шексиз бослық, ал басқалары шексиз дене деп, ал Аристотель болса сегизинши сфераның арғы тәрәпинде денелер де, бослық та жоқ деп есаплады» деп жазды. Усы китапта «Қус жолы деген не?» деген сорау қойылған. Бул сориуға жууапта әл Беруний «Аристотель Қус жолын түтин түрінде шашыраған оғада көп жулдызлардан турады хәм оны хаудағы думан хәм булт пенен салыстырды» деп жазған.

Әл Беруний өзінің атақлы «Масъуд канонында» Аристотель хәккында бир неше рет жазып қалдырды. Мысалы бул китаптың «Ай тутылғандағы реңинің айырмалары хәккында» деп аталатуғын бөлиминде «Аристотель Айда Куяштан Айға түстетуғын



реңнен басқа да рең бар деп болжайды» деп жазған. Бул кітаптың «Думанлықтар хәм Қус жола» деп аталатуғын бөлімінде де Аристотельдің аты келтірілген.

Көплеген авторлар Аристотельді физика илиминің ең биринші атасы деп есаплайды. Бірақ бул пикир хақыйқатлыққа сәйкес келмейді. Себеби оның тәжіриьбелердің нәтиьжелерине тийкарланбаған, ал логикалық таллау тийкарында жазылған «Физика» мийнети хақыйқатында тәбияттаныу хақындағы кітап емес, ал философиялық трактат болып табылып, оның философиялық пикирлеринің белгили бир системасын қамтыйды (Аристотельдің «Физика» кітабы (1056 бет) рус тилинде 1999-жылы Харьков қаласында басылып шықты. Ҳазирги уақытлары Internet тармағынан бийпул жазып алыу мүмкин). Усы жағдайға қарамастан Аристотельдің бул мийнетинің аты физикалық илимнің атына айланды. Бул кітапты оқыу оғада қыйын. Себеби бул кітаптың ең басланғыш тийкарын биз билмеймиз, кітапты оқыу барысында Аристотельдің баянлап атырған жағдайының қайдан алынғанлығы түсиникли түсиникли емес болып қалады. Бірақ Аристотель хәм оның оқыушылары ушын бул жағдайлар толық түсиникли болған болыуы керек.

Кітапта Аристотель тәбият хаққындағы илимнің улыұмалық түсиниклерин таллайды: материя хәм қозғалыс түсиниклери, уақыт хәм кеңислик, тәсир етиуши себеплерди, бослық хаққындағы мәселени, шеклилик хәм шексизликти, ең дәслепки сапалар мәселелерин таллайды,

Эксперимент усылы хәм математикалық таллау Аристотель тәрепинен қабыл етилмеди (бул Аристотель жасаған қул ийелеушилик жәмийетиндеги аристократлар ушын тән болса керек). Мысалы ол математиканы тәбиятты изертлеу ушын пайдаланыуға болмайды деп есаплады. Нәтиьжеде ол мынадай деп жазды: «алтынның ямаса қорғасынның ямаса басқа бар денениң түсиуінде өлшемлери ең үлкен болған дене тезирек түседі». Егер Аристотель тәжіриьбелер қойып, сол тәжіриьбелердің нәтиьжелерине сүйенгенде бундай дурыс емес пикирлер келип шықпаған болар еди.

Аристотелдің материя хаққындағы көз-қарасларының ең әхмийетли моменти соннан ибарат, материяның өзи тәбияттың пассив басламасы, хақыйқый затлардың дәреуинің тек мүмкиншилиги ғана болып табылады. Заттың хақыйқатлыққа айланыуы ушын формаға ийе болыуы керек. Форма болса сол мүмкиншиликти шынлыққа айландырады. Қәлеген зат материя менен форманың бирлиги болып табылады, тәбиятта материяның формаға айланыуы, форманың материяға айланыуы турақлы түрде болып турады. Буннан Аристотелдің төрт қозғалтыушы себеплер хаққындағы тәлиматы келип шығады:

- 1) Материаллық;
- 2) Формаллық;
- 3) Өндириуши;
- 4) Ақырғы.

Төрт себеп хаққындағы тәлимаат орта әсирлерде көп тарқалды.

Аристотель бойынша қозғалыс мүмкин болған нәрсениң актив түрде хақыйқатлыққа айланыуы түриндеги улыұмалық өзгерис болып табылады. Механикалық қозғалыс затлардың орынларын өзгертиуге алып келетуғын қозғалыслардың тек бир түри болып табылады. «Орын» түсинигин Аристотель жүдә анық хәм толық таллайды. Орын материаллық дене менен қатаң түрде байланысқан. Материя жоқ кеңисликти Аристотель кескин түрде бийкарлады. «Орын» түсиниги бир денени екінши денеге салыстырганда ғана жүзеге келеди. Аристотель бойынша орын денени қоршаған шегара. Мысалы Жерди қоршап турған хауа Жердің орны болып табылады.

Уақытты Аристотель қозғалыс пенен байланыстырады. Уақыт қозғалыстың өзине тән өлшеми – «қозғалыстың саны» болып табылады. Аристотель бойынша ең әпиуайы қозғалыс шеңбер тәризли тең өлшеули қозғалыс болып табылады, себеби оның саны ең көбирек белгили.

Аристотель бойынша бослық түсиниги хақыйқатлық пенен қарама-қарсылыққа алып келеди. Орталықтың қозғалысқа тәсир ететуғынлығын, тығыз орталықлардың қозғалысқа күшлилер тосқынлық жасайтуғынлығын дурыс айта келип Аристотель шексиз бос

орталықтың шексиз қозғалысқа алып келетуғынлығын дурыс атап өтеді, бірақ ол бул жағдайды мүмкін емес деп есаплайды. Оның пикири бойынша орталықтың қарсылығы болмаса дененің тезлиги шексиз үлкен болыуы керек, бул да мүмкін емес. Усы жерде биз Аристотелдің бослықта барлық дененің бірдей тезлик пенен (еркин) түсіуі хаққындағы пикиринің пүткіллей дурыс екенлигин атап өтемиз. Бул шексиз инерциялық қозғалыс хаққындағы жуумакка келиу болып табылады. Хақыйкый жағдайларда қозғалыс тезлиги шекли хәм денелер Жердің бетине хәр қыйлы тезликлер менен кулап түседі. Усыған байланслы Аристотель үлкен салмакка ийе денелер Жерге тезирек кулап түседі деп есаплады. Соның менен бирге Аристотель бойынша төменге (Жердің орайына қарай еркин түсіу) қозғалыс тәбийий қозғалыс болып табылады. Басқа қозғалыстардың барлығы да мәжбүрий қозғалыстар болып, олар тек мәжбүрлеуши сыртқы күшлердің тәсиринде ғана жүзеге келеді. Демек Аристотель бойынша сырттан күшлер тәсир етпеген жағдайда денелер тууры сызыклы траектория бойынша тең өлеули қозғала алмайды деген сөз (Аристотелдің пикири бойынша Ньютонның биринши нызамы – инерция нызамы орынланбайды).

Аристотелдің тәлиматында дүньяның физикалық картинасы хаққындағы дурыс хәм қызыклы ойлар менен бирге пүткіллей дурыс емес жағдайлар да жүдә көп. Олардың ишиндеги ең баслысы Әлемнің абсолют қозғалмайтуғын орайының бар екенлиги хаққындағы пикир болып табылады. Бул орайды Жер турады. Бул жағдай орта әсирлердеги дин тәрепинен қоллап-қууатланды хәм кең түрде пайдаланылды.

Аристотель өзинен бурын жасаған философ Эмпедоклдың (бизің эрамыздан бурынғы 490-430 жыллар) изинен төрт «стихияның» бар екенлигин болжады: жер (топырак), суу, хауа хәм от. Сол төртеуинің қосындысынан Жерде бар барлық нәрселер пайда болады. Аристотель бойынша жер менен суу Әлемнің орайына қарай (төменге қарай) қозғалуға тырысады. Ал хауа менен от жоқарыға қарай қозғалуға тырысып, өзлеринің (ең жоқары шегарадағы) «тәбийий» орынын ийелеуға тырысады. Усыған байланыслы дүньяның орайында Жер жайласқан, ал оның үстинде суу, хауа хәм от жайласады. Аристотель боынша Әлем кеңисликте шекленген, бірақ оның қозғалысы шексиз, қозғалыстың басы да жоқ, ақыры да жоқ. Бундай жағдай жоқарыда айтылып өтилген төрт элементтен басқа материяның бесинши жоқ етиуге болмайтуғын формасы да бар. Бул элементти Аристотель «эфир» деп атады. Барлық аспан денелери эфирден турады, олар ушын мәңги айланбалы қозғалыс тәбийий хал болып табылады. «Эфир зонасы» шама менен Айдаң этирапында басланып хәм жоқарыға қарай кетеді. Себеби Әлемнің Айдан төменги бөлиминде төрт элемент дүньясы жайласқан.

Дүньяның курылысын Аристотельдің өзи былайынша баянлайды:

«Қуяш хәм планеталар үньяның орайында жайласқан Жердің дөгерегинде айланады. Биздеги оттың өзинің реңи бойынша көзди камастыратуғын ақ реңдеги Қуяштың реңи менен хеш қандай укаслығы жоқ. Қуяш оттан турмайды, ол эфирдің оғада үлкен жыйнағы Қуяштың жыллылығы Жердің дөгерегинде айланыуының барысында эфир менен тасирлесіудің салдарынан алынады. Кометалар тезден өтип кетиуши кубылыстар болып, олар атмосферада тез тууылады хәм тез жоқ болады. Қус жолы Жердің дөгерегинде жулдызлардың тез айланыуының салдарынан пайда болған пууланыудан басқа хеш нәрсе емес. Аспан денелердің қозғалыстары Жер бетиндеги денелердің қозғалыстарына салыстырғанда әдеуір дурысырак. Себеби аспан денелери басқа денелерге салыстырғанда жетилискен, сонлықтан олар дурыс хәм соның менен бирге ең әпиуайы түрде қозғалады. Ал бундай дурыс хәм әипуайы қозғалыс тек дөңгелек траектория бойынша қозғалыс болып табылады... Барлық ауыр денелер Жердің орайына қарай умтылады. Себеби қалеген дене Әлемнің орайына қарай умтылады. Сонлықтан Жердің орайы қозғалмайды хәм ол Әлемнің орайында жайласқан болыуы керек.

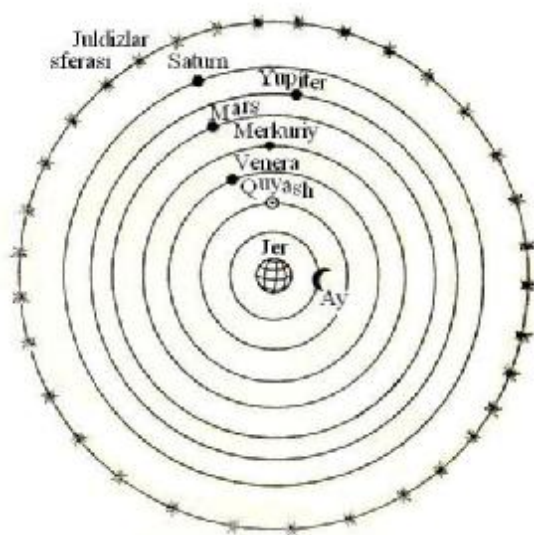
Өзинің дүнья системасын дөреткенде Аристотель өзинен бурын жасаған хәм жоқарыда аты аталған Евдокс Книдскийдің планеталар жайластырылған хәм Жердің дөгерегинде айланыушы концентрлик сфералар хаққындағы көз-қарастарын пайдаланды.

Аристотель бойынша бул қозғалыстардың (сфералардың айланбалы қозғалыстарының) ең биринши себеби «қозғалмайтуғын жұлдызлар» сферасының сыртында орналасқан айрықша айланыушы сфера болып табылады. Бул сфера барлық сфераларды қозғалысқа келтиреді. Бул моделде хәр бир планетаның тек бир сферасы ғана шығыстан батысқа қарай, ал қалған төртеуі қарама-қарсы бағытта қозғалады. Аристотель усы үш сфераның тәсири сол палентаға тийисли болған ишки үш сфераның қозғалысы менен компенсацияланыуы керек. Усындай жағдайда ғана Жер бағытындағы хәр бир келеси планетаға тек суткалық қозғалыс тәсир етеди (демек хәр бир планетаға 7 сфера сәйкес келеди екен). Солай етип Аристотель системасында аспан денелериниң қозғалыслары 55 дана хрусталь сфералық қабықлардың жәрдемінде тәриплениди екен.

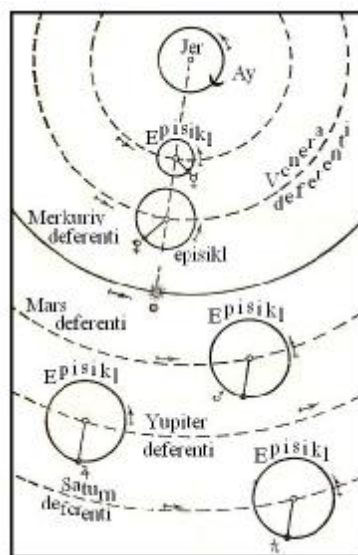
Кейинирек бул системада қозғалыстарын бир бирине беріуши сегиз қатлам айырылып алынды (сүүретте көрсетилген). Усындай хәр бир қатламда берілген планетаны қозғалтыушы 7 сфера болады.

Аристотель бириншилер қатарында Жердің өлшемлерин анықлады. Оның нәтижеси бойынша радиус 10032 км болып хәқыйқый мәнисинен 1,6 есе артық. Қалай деген менен Аристотель заманы ушын басқа астрономиялық шамаларды анықлауда үлкен әхмийетке ийе болды. Бул исте грек математиги хәм астрономы Эратосфен (бизиң эрамызға шекемги 276-194 жыллар) үлкен табысқа еристи.

Эратосфен жаздың ең узын күни Қуяштың нурлары тал түсте хәзирги Асуанда тик бағытта, ал Александрияда тик бағыттан 7 градус 12 минутқа аўысатуғынын өлшеп билди. Асуан менен Александрияның ара қашықлығының 5000 Египет стадиясына тең екенлигин есапқа ала отырып Эратосфен Жер шарының радиусының 6290 км екенлигин тапты (хәзирги астрономия бойынша экватордағы радиус 6378,39 км). Белгили астрофизик Стивен Хокинниң тастыйықлауы бойынша 1 стадияның (стадийдің) неге тең екенлиги анық белгили емес. Биз бул жерде Олимпиялық стадийдің 185 метрге, египет стадиясының узынлығының 157,5 метрге, «королевская египетская стадия» ның шама менен 210 метр екенлигин атап өтемиз.



Аристотель бойынша Әлемнің қурылысының схемасы



Клавдий Птолемей бойынша Әлемнің қурылысының схемасы

### Евклид

Евклид 275- хәм 270-жыллар орталығында қайтыс болған әййемги грек математиги болып табылады. Александрия қаласында бизиң эрамызға шекемги 3-әсирде иследи. Ол

өзине шекемги математика илимин жуўмақтастырды хәм бир анық системаға түсирди. Оның устазларының бири жоқарыда аты келтирилген Эвдокс Книдский болды.

Евклидтиң туўылған ўақыты менен туўылған жылы ҳаққында мағлыўматлар сақланбаған. Бирақ оның Александрия қаласында жасағанлығы белгили. Евклидтиң ең жемисли мийнет еткен дәўири Египетте Птолемей I Сотердиң патшалық еткен ўақытына сәйкес келеди. Оның Платоннан киши, ал Архимедтен (бизиң эрамыздан бурынғы шама менен 287-212 жыллар) үлкен екенлиги анық белгили. Сонлықтан ол Платоншы болды хәм Платонның философиясын жақсы билген. Тарийхшылар Евклидтиң аты менен Александриядағы математиканың аяққа турыўын байланыстырады.

Евклидтиң бизге шекем жетип келген шығармаларының ең уллысы оның 15 кітаптан туратуғын «Басламалар»ы болып табылады. Евклидтиң «басламалары»нда хәзирги ўақытлары «Евклид геометриясы» деп аталатуғын геометрия баянланған. Бул геометрия кеңисликтиң метрлик қасиетлерин тәриплейди. Бул кеңисликти хәзирги ўақытлары евклид кеңислиги деп атайды. Евклид кеңислиги Тийкары Галилей хәм Ньютон тәрәпинен салынған классикалық физиканың физикалық қубылыслары жүретуғын арена болып табылады. Бул кеңислик үш өлшемге ийе, шегараларға ийе емес (шексиз), бос хәм изотроп.

Евклид тәрәпинен системаластырылған математиканың тийкарлары аксиомалар жәрдемінде берилген. Биз хәзир Евклид аксиомаларын толығы менен беремиз:

### **I. Тийислилик аксиомалары.**

1. Қәлеген еки хәр қыйлы  $A$  хәм  $B$  нокатларына усы нокатлар арқалы өтетуғын базы бир  $a$  туўрысы сәйкес келеди.

2. Қәлеген еки хәр қыйлы  $A$  хәм  $B$  нокатларына усы нокатлар арқалы өтетуғын тек бир сызық сәйкес келеди.

3. Қәлеген туўрыға ең кемінде еки нокат тийисли болады. Бир туўрының бойында жатпайтуғын үш нокат болады.

4. Бир туўрының бойында жатпайтуғын қәлеген  $A$ ,  $B$  хәм  $C$  нокатларына усы нокатлар арқалы өтиўши ең кемінде бир  $\alpha$  тегислиги сәйкес келеди. Қәлеген тегисликке кемінде бир нокат тийисли болады.

5. Бир туўрының бойында жатпайтуғын қәлеген үш  $A$ ,  $B$  хәм  $C$  нокатларына усы нокатлар арқалы өтетуғын тек бир тегислик тийисли.

6. Егер  $a$  туўрысының хәр қыйлы болған еки  $A$  хәм  $B$  нокаты  $\alpha$  тегислигине тийисли болса, онда усы  $a$  туўрысының барлық нокатлары да усы тегисликке тийисли болады.

7. Егер еки  $\alpha$  хәм  $\beta$  тегисликлери улыўмалық  $A$  нокатына ийе болатуғын болса, онда олар  $A$  дан басқа және кемінде бир  $B$  улыўмалық нокатына ийе болады.

8. Бир тегисликке тийисли болмаған ең кемінде төрт нокат болады.

### **II. Тәртип аксиомалары.**

1. Егер  $B$  нокаты  $A$  хәм  $C$  нокатлары арасында жайласқан болса, онда  $A$ ,  $B$  хәм  $C$  лар базы бир туўрының хәр қыйлы нокатлары болып табылады, соның менен бирге  $B$  нокаты  $C$  хәм  $A$  нокатлары арасында жайласқан деп айтыўға болады.

2.  $AC$  туўрысының бойында жайласқан хәр қыйлы  $A$  хәм  $C$  нокатлары ушын ең кемінде сондай бир  $B$  нокаты табылады хәм  $C$  нокаты  $A$  менен  $B$  арасында жайласады.

3. Бир туўрының қәлеген үш нокатлары ишинде тек бирейи ғана қалған екеўиниң аралығында жайласады.

4. Мейли  $A$ ,  $B$ ,  $C$  лар бир туўрыға тийисли емес үш нокат, ал  $a$  болса усы үш нокаттың ҳеш қайсысы арқалы өтпейтуғын  $ABC$  тегислигиндеги базы бир туўры болсын. Онда егер  $a$  туўрысы  $AB$  кесиндисин кесип өтетуғын болса, онда ол  $BC$  ямаса  $AC$  кесиндисин сөзсиз кесип өтеди.

### **III. Теңлик (сәйкес келиў) аксиомалары.**

1. Мейли  $A$  хәм  $B$  лар бир  $a$  ноқатының хәр кыйлы ноқатлары, ал  $A'$  болса туўрысының ноқаты болсын. Онда  $a'$  туўрысында  $A'$  ты бериў менен анықланған ярым туўрылардың биринде  $AB$  кесиндиси  $A'B'$  кесиндиси менен бетлесетуғын, яғный бул кесиндилер бир бирине тең болатуғын сондай  $B'$  ноқаты барлық ўақытта да табылады. Бул былайынша белгиленеди:

$$AB \equiv A'B'.$$

2. Егер  $A'B'$  хәм  $A''B''$  кесиндилериниң хәр бири  $AB$  кесиндисине тең болса, онда  $A'B'$  кесиндиси  $A''B''$  кесиндисине тең болады.

3. Мейли  $a$  туўрысында улыўмалық ноқатларға ийе емес еки  $AB$  хәм  $BC$  кесиндилери бар болсын хәм сол туўрыда ямаса базы бир  $a'$  туўрысында улыўмалық ноқатларға ийе емес  $A'B'$  хәм  $B'C'$  туўрылары берилген болсын. Онда егер  $AB \equiv A'B'$  хәм  $BC \equiv B'C'$  болса, онда  $AC \equiv A'C'$  теңлиги орынланады.

4. Мейли тегисликте  $h$  хәм  $k$  нурлары (ярым туўрылары) арасындағы мүйеш  $\angle(h,k)$ ,  $a'$  туўрысы хәм оған сәйкес келиўши ярым тегисликлердин бири берилген болсын. Егер  $h'$  белгиси менен белгиленген туўры сызығы  $a'$  туўрысының ярым туўрыларының бирине сәйкес келсин. Бундай жағдайда  $\angle(h,k)$  мүйеши  $\angle(h',k')$  пенен бетлесиўи, яғный

$$\angle(h,k) \equiv \angle(h',k')$$

болыўы ушын тек бир  $k'$  ярым туўрысы бар болады. Қала берсе  $\angle(h',k')$  мүйешиниң барлық ишки ноқатлары берилген ярым тегисликте жатады.

Хәр бир мүйеш өзине тең, яғный бәрқулла

$$\angle(h,k) \equiv \angle(h,k)$$

теңлиги орынланады.

5.  $ABC$  хәм  $A'B'C'$  үш мүйешликлери ушын

$$AB \equiv A'B', AC \equiv A'C' \text{ хәм } \angle BAC \equiv \angle B'A'C'$$

теңликлери орынланатуғын болса, онда

$$\angle ABC \equiv \angle A'B'C'$$

теңлиги де дурыс болады.

#### IV. Үзликсизлик аксиомалары.

1. Мейли  $AB$  хәм  $CD$  еки ықтыярлы кесинди болсын. Онда  $AB$  туўрысында  $AA_1, A_1A_2, A_2A_3, \dots, A_{n-1}A_n$  кесиндилериниң хәр бири  $CD$  кесиндисине тең болатуғын  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{n-1}, A_n$  ноқатлары табылады. Қала берсе  $B$  ноқаты  $A$  менен  $A_n$  ниң аралығында жатады.

2. Төмендегидей қәсийетлерге ийе  $a$  туўрысы бар болады: Егер  $a$  туўрысында алынған  $A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3, \dots$  кесиндилериниң екиншисинен баслап қалғанларының бәри өзинен алдыңғы кесиндини өз ишине алатуғын болса, онда сол  $a$  ноқатында барлық кесиндилер ушын улыўмалық болған ноқат табылады.

#### V. Параллеллик аксиомасы.

Мейли  $a$  ықтыярлы туўры хэм  $A$  ноқаты усы  $a$  туўрысында жатпайтуғын ноқат болсын. Онда  $a$  туўрысы хэм  $A$  ноқаты арқалы анықланған тегисликте усы  $A$  ноқаты арқалы өтетуғын хэм  $a$  туўрысын кеспейтуғын тек бир ғана туўры болады.

Жоқарыда келтирилген бес аксиомаларда дүзилген геометриялық система *Евклид геометриясы* деп аталады.

### Архимед

Архимед бизиң эрамызға шекемги 287-жылы Сицилия атаўында жайласқан Сиракузаларлар қаласында туўылған (Сиракуза (хәзирги ўақытлары) – Сицилия атаўының түслик-шығысында жайласқан қала, порт болып табылады. Ал Сиракузлар бизиң эрамыздан бурынған 734-жылы тийкары салынған, бизиң эрамыздан бурынғы 212-жылы римликлер бәрепинен жаўлап алынған. Сол Сиракузлар қаласының орнында хәзир Италияның Сиракуза қаласы жайласқан). Сол ўақытлары Сицилия грек мәдениятының ең батыс шегарасы болды. Бул жерге Платон өзиниң қул ийелеўшилиқ жәмийеттиң идеал қурылысын дүзиў мақсетинде келип турған. Архимедтиң жаслық дәўиринде бур жердеги патша Пирр Грек бул жерде мәмлекетин дүзиў мақсетинде Римликлер хэм Карфогенликлер менен урысты. Урыста Архимедтиң жақын туўысканларының бири Гиерон айрықша көзге түсти. Ол бизиң эрамызға шекемги 270-жылы Сиракузалардың хәкими дәрежесине жетти. Архимедтиң әкеси астроном Фидий Сиракузалар хәкими Геронның жақынларының бири еди. Бул жағдай оған Архимедтиң жақсы билим алыўына имканият берди. Бирақ Архимед Афинаға емес, ал Александрияға барып, астроном Канон, математик хэм географ Эратосфенлер менен жақсы қатнасықта болған.

Архимед Сицилияға жетилискен математик болып қайтып келеди. Бирақ Архимедтиң дәслепки мийнетлериниң барлығы да механикаға арналған. Архимедтиң математикалық жумысларында механикаға жийи сүйенгенлигин атап өтиў қызықлы. Ол көплеген геометриялық мәселелерди шешкенде рычаг усылын қолланады. Егер Архимедтиң жумысларын дыққат қойып қарасақ, онда оның математик емес, ал математикалық физиканың, дурысырағы физикалық математиканың ўәкили болды. Рычаг принципи хэм салмақ орайы хаққындағы тәлимат (Архимед нызамы менен бир қатарда) Архимедтиң механика областындағы ең әхмийетли илимий жетискенликлери болып табылады.

Архимед тек математик емес, ал механик те, өз әўириниң ири инженери, машиналар менен механикалық аппаратлардың конструкторы да болды. Ол атызларды суўғаратуғын машинаны, суў көтериўши винтти ислеп шықты, әсиресе әскерий машиналардың конструкцияларын ислеп шығыўда хэм оларды жетилистириўде үлкен жетискенликлерге еристи. Архимед әскерий мәселелерге дыққат аўдарған хэм көп күш жумсаған биринши илимпаз еди. Әскерий мәселелерге дыққат қойыўға Саркауздағы сиясий жағдайлар да мәжбүрледи. Рим хэм Карфаген менен болған биринши Пунич урысы басланғанда Архимед 23 жаста, ал екинши Пунич урысы басланғанда 69 жаста еди. Усы урыстың барысында бизиң эрамыздан бурынғы 212-жылы Архимед 75 жасында қайтыс болды.

Рим менен Карфаген арасындағы урыста Сицилияны бағындырып алыў мәселеси әхмийетли мәселе еди. Еки қудиретли мәмлекет те Сиракузаларды өз тәрәпине қаратыўға көп күш салды. Гиерон хэм оның тәрәпдарлары, оның мийрасхорлары ғәрезизликти сақлаўға тырысты. Бирақ олар Рим менен урыстан қутылыўдың илажының жоқлығын анық түсинди. Сонлықтан олар аўыр урысқа таярлық көрди. Сиракузалардың қорғаныў планларында әскерий техника көринерликтей орынды ийеледи, ал Архимедтиң инженерлик ойларының бул ислерде әхмийети оғада уллы болды. Архимедтиң басшылығында Сиракузалықлар хәр кандай мақсетлерде пайдаланылатуғын көп санлы машиналарды соқты. Римликлер Сицилияға қурғақта хәрекет етиўши әскерлерди түсиргенде хэм Сиракузалардың дийўалларының арғы тәрәпинде Рим флоты көрингенде Архимедтиң гезеги келди. Бул урыстың барысын хэм жуўмақларын грек тарийхшысы

Плутарх жақсы сүўретлеген хәм Архимедтиң әскерий техникасының жәрдемінде Римликлердиң басып алыўшылық урысының дәслеп сәтсиз болғанлығын жазып қалдырған. Бирақ рим әскербасшысы Марцелл өзиниң армиясын қәўипсиз жерге алып кете алған хәм узық ўақыт даўам ететуғын урысты даўам еткен. Усының ақыбетінде Архимед өзи туўылған қала менен бирге набыт болған.

Архимедтиң физика илимине қатнасы бар изертлеўлериниң нәтийжелерин қарап шығамыз.

Әйемги дүньяның техникасының раўажланыўы менен келип шыққан тийкарғы проблема биринши гезекте статика проблемалары еди. Қурылыс хәм әскерий техника тең салмақлық мәселелери менен тығыз байланыслы еди хәм бул салмақ орайы түсинигиниң жүзеге келиўине алып келди. Қурылыс хәм әскерий техниканың тийкарында рычаг турды. Рычаг аўыр денелерди көтериўге, орнынан қозғалтыўға мүмкиншилик берди. Рычаг хәм ислеўи рычагқа тийкарланған машиналар тәбиятқа «хийле көрсетиўге» мүмкиншилик берди. Усыннан «механика» сөзи қәлиплести. «Механе» грек сөзи болып, ол қурал, қолайластырылған қурал, қамалға алыўшы ямаса театр машинасы, хийле, тәсил, жол табыў деген мәнисти аңлатады.

Көп әсирлер даўамында механикаға әпиўайы статикалық машиналар ҳаққындағы илим деп қарап келинди. Оның тийкары Архимедтиң «Тегис фигуралардың тең салмақлығы ҳаққында» китабында баянланған рычаг теориясы болып табылды. Бул теорияның тийкарында мына постулатлар жатады:

1. Теңдей узынлықтағы теңдей салмақлар теңлеседи, ал теңдей емес узынлықларда болса теңдей салмақлар теңлеспейди хәм үлкен узынлықтаға салмақ үлкен болады.
2. Қандай да бир узынлықлардағы тең салмақлық орнатылған болса, онда қандай да бир салмаққа бир нәрсе қосылса, онда тең салмақлық бузылады, бир нәрсе қосылған тәрептиң салмағы артады.
3. Тап усындай аўхал сол бир салмақтан бир нәрсени алып тасласа да бақланады, бирақ ҳеш нәрсе алып тасланбаған салмақ басым келеди.

Бул постулатлардың дурыс екенлигиниң техникалық практикада анық тексерилип көрилгенлигине гүман жоқ. Усы постулатларға тийкарланып Архимед мына теоремаларды дәлилледі:

1. Салыстырылатуғын шамалар олардың салмақларына кери пропорционал болған узынлықларда теңлеседи.
2. Егер шамалар салыстырылмайтуғын болса да олардың салмақларына кери пропорционал болған узынлықларда теңлеседи.

Бул теоремалардағы «салыстырылатуғын шамалар», «салыстырылмайтуғын шамалар» деп рычагқа тәсир ететуғын күшлерди түсиниўимиз керек. Соның менен бирге бул теоремалар рычаг нызамының биринши дәл формулировкасы болып табылады.

Рычаг нызамынан басқа Архимедтиң «Тегис фигуралардың тең салмақлығы ҳаққында» китабында үш мүйешликтің, параллелограммның, трапецияның, параболалық сегменттиң қаптал тәреплери параболаның доғалары болып табылатуғын трапецияның салмақ орайларының анықламалары бар.

«Салмақ орайы» түсинигине Архимед тәрепинен берилген анықлама бизиң эрамыздың III әсирдиң ақырында жасаған Папп Александрийскийдиң шығармасында ушырасады. Бул анықлама мынадан ибарат: «Хәр бир денениң аўырлық орайы оның ишинде жайласқан базы бир нокат болып табылады, егер сол нокатқа ойымызда алынған бир денени илдирсек, онда (салмақ орайы ҳаққында гәп етилип атырған) дене тынышлықта қалады хәм дәслепки ҳалын сақлайды». Бул анықламаны түсиниў ушын Жер бетинде тең салмақлықта турған деформацияланбайтуғын денени нәзерде тутыў керек. Мысалы Жер бетинде деформацияланбайтуғын фундаменттиң үстинде турған шар тәризли денениң орайына ойымызда бир денени илдирсек, онда шар тәризли денениң қозғалмай тура беретугынлығы бәршемизге де мәлим.

Биз жоқарыда Архимедтің механика бойынша алған нәтижелерін математикалық нәтижелер алыу үшін пайдаланғанлығын атап өтіп едік. Усындай жоллар менен ол рызағ ызымын параболалық сегменттің майданын хәм шардың көлемін есаплау үшін пайдаланған. Архимедтің бул есаплаулары интеграл есаплаудың ең басланғыш көринислери еди.

Енди «Архимед ызымы» деп аталатуғын ызымның ашылыуы хакқында гәп етемиз. Бул ызым хакқында оның «Жүзіуші денелер хакқында» атлы шығармасында баянланған.

Сиракаузлар қаласы теңиз бойында жайласқан хәм кемелер соғылатуғын қала болған. Бул жерде денелердің жүзіу мәселелери хәр күни әмелий түрде шешилди хәм сонлықтан бул мәселенің илимий тийкарын салыу Архимедке айрықша әхмийетли болып көринди. Ол тек денелердің суйықлықлардағы жүзіу шәртин ғана емес, ал хәр қыйлы геометриялық формаға ийе жүзіуші денелердің тең салмақтықта турыу шәрти мәселенсин де қарап шықты. Архимед тәрәпинен алынған нәтижелердің хәзирги ўақытлардағы формулировкасы (усы параграфта берилген) тек XIX әсирде ғана дәретилди.

Бул шығарма суйықлықлардың тәбиятын баянлаудан басланады. Архимед бойынша суйықлықлардың тәбияты мынадай: бирдей кәдиде жайласқан хәм бир бирине тийип турған оның бөлекшелеринен киширек қысылғанлары көбирек қысылған бөлекшелер тәрәпинен қысып шығарылады, оның бөлекшелеринің хәр бири төменде жайласқан суйықлық тәрәпинен қысылады. Бул анықлама Архимедке тийкаргы анықламаны келтирип шығарыуға мүмкиншилик береді: Тынышлықта турған қәлеген суйықлықтың бети орайы Жердің орайында жайласқан шар формасына ийе болады.

Солай етип Архимед Жерди шар деп хәм Жердің салмақ майданында тең салмақтықта турған ауыр суйықлықтың бетин сфера тәризли есаплайды. Буннан кейин ол суйықлық пенен бирдей салыстырмалы салмаққа ийе денелер (Архимед дәуиринің терминологиясы бойынша суйықлық пенен бирдей самақтыққа ийе денелер) бул денелердің бети суйықлықтың бети менен тең болатуғындай халда суўға батади. Соның менен бирге дененің суўға батқан бөлиминің көлемине тең суўдың салмағы дененің барлық салмағына тең. Бул жерде Архимедте сол ўақытларға шекем белгисиз болған салыстырмалы салмақ түсиниги жүзеге келтириледі. Логикалық талқылаулар жәрдемінде Архимед оның ызымының хәзирги ўақытлардағы формулировкасын өз ишине қамтыйтуғын мынадай жағдайларға келеди:

VI. Суйықлыққа батырылған хәм суйықлыққа салыстырғанда жеңилирек дене суйықлық тәрәпинен көлеми дененің көлемине тең суйықлықтың салмағындай күш пенен жоқарыға қарай мәжбүрий түрде ийтериледи.

VII. Суйықлыққа салыстырғанда салмағы көп дене усы суйықлықтың түбине түскенше батады хәм оның салмағы усы дененің көлемине тең көлемдеги суйықлықтың салмағына тең шамаға жеңил болады.

Архимед ызымы гидростатиканың тийкаргы ызымларының бири болып, әдетте қозғалмайтуғын суйықлықта тең салмақтықта турған денелер үшін қолланылады хәм хәзирги ўақытлары мынадай мазмунға ийе: ***Суйықтық өзине түсирилген денеге вертикаль бағытта сол дене тәрәпинен қысып шығарылған суйықтықтың салмағына тең күш пенен тәсир етеди.*** Архимед ызымы газлер үшін да орынланады. Сонлықтан оны толық етип былайынша айтамыз: ***Суйықтық ямаса газ өзине түсирилген денеге вертикаль бағытта сол дене тәрәпинен қысып шығарылған суйықтықтың ямаса газдің салмағына тең күш пенен тәсир етеди.***

Архимед ызымының орынланыуы үшін дененің суйықлықта тең салмақтық халда турыуының зәрүр екенлигин есапқа алсақ Архимед ызымын былайынша айқынластырамыз: ***Егер суйықлыққа батырылған дене тең салмақтық халда улап турылатуғын болса, онда денеге қоршаған суйықтықтың гидростатикалық басымынан пайда болатуғын қысып шығарыушы куш тәсир етип, бул күштің***



*шамасы дене тәрепинен қысып шығарылған сұйықтың салмағына тең. Бул қысып шығарыушы күш жоқары қарай бағытланған хәм дене тәрепинен қысып шығарылған сұйықтың масса орайы арқалы өтеди.*

Солай етип Архимед тәрепинен физика илимине мыналар киргизилди: салмақ орайы, статикалық момент, салыстырмалы салмақ түсиниклери, рычаглардың тең салмақлық нызамы, гидростатиканың тийкарғы нызамы (Архимед нызамы). Бул Архимедтиң илимнің еки бөлими болған статика менен гидростатиканың тийкарын салғанлығын аңлатады.

### **Клавдий Птолемей**

Бизиң эрамызға шекем дәл илимге айланған астрономияның Европадағы раўажланыуы астроном-математик Клавдий Птоломейдиң (бизиң эрамыздың 90-168 жыллары) жумысларында ең жоқары дәрежеге жетти (Бул параграфтағы жыллар бизиң эрамызға тийисли. Бизиң эрамыздан бурынғы жыллар атап өтиледі). Оның 13 китаптан туратуғын «Астрономия бойынша математикалық трактаты» атлы мийнети адамзат мәдениеті тарихының ең уллы естеликлериниң бири болып табылады. Дәслеп бул китап автордың жазыуы бойынша «Мегале синтаксис» деп аталады. Хәзирги ўақыттағы бул китаптың аты «Альмагест» араб астрономларының тәсиринде пайда болған. Типографиялық усыл менен бул мийнет биринши рет латын тилинде араб тилинен аўдарма ретинде қайтадан басылды. Немец тилинде «Альмагест» Лейпцигте 1912 хәм 1963 -жыллары басылды.

«Альмагест» рус тилине де аўдарылды хәм 1998-жылы жарық көрди (Москва. «Наука» баспасы. 1998-жыл. 672 бет). Бул аўдарма интернет тармағында еркин тарқатылмақта.

«Альмагест» тиң автордың өмирбаяны хәққинда мағлұматлар жүдә кем. Тек ғана оның Египетте туўылғанлығы, 127-141 жыллары Александрияда бақлаўлар жүргизгени хәм шама менен 168-жылы қайтыс болғаны белгили. Сонлықтан көпшилик авторлар К.Птоломейди Александриялы илимпаз деп те атайды.

«Альмагест» те автор өзиниң Рим императорлары Адрианниң (117-138) хәм Антонин Пийдиң (138-161) баскарыў дәўирлерине бақлаўлар жүргизгенлигин жазады. Олардан ең дәслепкилери 127-жыл 26-март күни, ал ең кейингиси 141-жылы 2-февраль күни өткерилген. «Альмагесттен кейин де К.Птолемей бир неше китаптар, соның ишинде «География» хәм «Оптика» мийнетлерин жазған (бул китаптарды жазыў ушын оған кеминде 20 жыл керек болды). Бул мағлыўматлар Птоломейдиң Рим императоры Марк Аврелий (161-180) дәўиринде де тири болғанлығын көрсетеди. Александриялы философ Олимпиодордың (бизиң эрамыздың VI әсири) қалдырған мағлыўматлары бойынша Птолемей Ниль дәрйясының батыс тәрепинде жайласқан Каноп қаласында (хәзирги ўақытлардағы Абукир қаласы) 40 жыл астроном болып ислеген. Бул мағлыўматқа Птоломейдиң «Альмагест» китабына киргизилген барлық бақлаўлар Александрия қаласында қаласында жүргизди деген мағлыўматлар қайшы келеди. Птолемей атының өзи оның египетте келип шыққанлығынан дерек береді, ол шамасы Египеттеги эллинистлик мәдениетти қоллайтуғын греклерге киретуғын болса керек. Ал «Клавдий» латын аты онда Рим пуқаралығы болды деп болжаў айтыўға тийкар береді. Әййемги дәўирлерден хәм орта әсирлерден қалған тарихый дереклерде Птоломейдиң өмири хәққинда көп санлы мағлыўматлар бар. Бирақ олардың дурыслығын тастыйықлаўға да, бийкарлаўға да болмайды.

Птоломейдиң этирапындағы илимий адамлар хәққинда да анық бир нәрсени айтыў мүмкин емес. «Альмагест» хәм оның және де бир катар шығармалары («География» хәм «Гармоника» шығармаларынан басқасы) қандай да бир Сирге бағышланған. Бул ат биз қарап атырған дәўирдеги эллинист Египет ушын тән нәрсе. Си хәққинда басқа хеш қандай мағлыўматлар жоқ. Оның астрономия менен шуғылланғанлығы хәққинда да хеш қандай мағлыўмат сақланбаған. Соның менен бирге Птолемей өзиниң китабында қандай да бмр

Теон тәрәпинен 127-132 жыллары алынған астрономиялық мағлыұматларды пайдаланған. Бирақ сол Теон ҳаққында да исенимли мағлыұматлар сақланбаған. «Альмагест» ти жазыұ ушын Птолемейге көп сандағы жәрдемшилердиң керек болғанлығын атап өтиұимиз керек. Себеби бул китаптағы астрономиялық кестелерди есаплап шығыұ ушын оғада үлкен көлемдеги есаплаұ жумысларының ислениұи талап етиледи. Птолемейдиң дәўиринде Александрия қаласы еле ири илим орайы болып турды. Бул калада көп санлы илимий китапханалар бар еди. Шамасы Птолемей китапхана хызметкерлери менен тығыз байланыста болған хәм сол хызметкерлер оған зәрүр болған қол жазбаларды алып келип берип турған.

Аййемги грек астрономлары (Египет хәм Вавилон астрономлары да) аспан денелериниң қозғалысларының тең өлшеұли емес екенлигин аңғарған (мысалы олар сыртқы планеталар болған Марс, Юпитер хәм Сатурнның гейпара ўақытлары кери бағытта да қозғалатуғынлығын бақлаған). Усыған байланыслы Птолемейге шекемги астрономиядағы әхмийетли кәдем эксорайлар менен эпицикллардың ойлап табылыұы болып табылады. Эксорайлар менен эпицикллардың жәрдемінде астрономлар тең өлшеұли хәм шеңбер тәризли қозғалыслар тийкарында неликлен аспан денелериниң қозғалысының тең өлеұли емес екенлигин, ал гейде кери бағыттағы қозғалыстың бақланатуғынлығын түсиндире алды. Бул исте бизиң эрамыздан бурынға II асирде жасаған Гиппарх әдеўир үлкен жетискенликлерге еристи. Ол эксорайлар хәм эпицикллар модели тийкарында Қуяштың хәм Айдың қозғалыс теорияларын дәретти. Бул теориялардың жәрдемінде қәлеген ўақыт моментиндеги Қуяш пенен Айдың координаталарын есаплаұ мүмкиншилиги пайда болды. Бмрақ Гиппархқа усындай теорияларды планеталар ушын дүзе алмады. Себеби планеталар ушын бақлаұ мағлыұматлары жеткиликсиз еди.

Биз усы жерде Гиппархқа астронмиядағы оғада уллы жетискенликлердиң тийисли екенлигин атап өтемиз. Олар мыналар: прецессияның ашылыұы, жулдызлар каталогының дәретилиұи, Айдың паралаксын өлшеұ, Қуяш пенен Ай арасындағы қашықлықты анықлаұ, Ай тутылыұдың теориясын ислеп шығыұ, астрономиялық әсбапларды конструкциялаұ (мысалы армилляр трубаны), усы күнлерге шекем әхмийетин жоғалтпаған көп санлы бақлаұларды өткерий хәм басқалар.

Птолемейдиң мийнети дәслепп «13 китаптан туратуғын математикалық шығарма» деп аталды. Әййемги дәўирдиң ең ақырғы дәўирлери бул китапты «Уллы шығарма» ямаса «Ең уллы» деп атай баслады (себеби сол дәўирлери әййемги астрономия бойынша «Киши топлам» бар еди хәм сол топламға салыстырғанда «Альмагест» ҳақыйқатында да «Уллы» ямаса «Ең уллы» еди). IX әсирде «Математикалық шығарманы» араб тилине аўдарғанда «Ең уллы» грек сөзи «ал-меджисти» түринде аўдарылған. Буннан шығарманың латын сөзлерине уқсас «Альмагест» аты пайда болған.

Бул жерде мына жағдайды атап айтыұ мақсетке муўапық келеди. Птолемейдиң «13 китаптан туратуғын математикалық шығарма» сы жазылғаннан кейин көп узамай Европада жоқ болып кеткен болса керек. Шығарманы араблар өз тилине аўдарып алған хәм көп әсирлер даўамында мусылман еллеринде кеңнен тарқалған. Буны биз Әл Бериунийдиң шығармаларынан да билемиз. Ал кейинирек Европалықлар өз тилине «Альмагестти» араб тилинен аўдарған.

«Альмагест» он үш китаптан турады. Шығарманы китапларға бөлиұди Птолемейдиң өзиниң жүргизгенлигине гүман жоқ. Ал китапларды бапларға бөлиұ кейинирек басқа авторлар тәрәпинен орынланған.

«Альмагест» биринши гезекте теориялық астрономия бойынша оқыұлық болып табылады. Бул китап Евклидтиң геометриясын, сфериканы хәм логистиканы билетугын таярлығы бар оқыұшы ушын арналған. «Альмагест» теги тийкарғы шешилиұи керек мәселе визуаллық бақлаұлар мүмкиншиликлери дәллигинде жақтыртқышлардың аспан сферасындағы ийелеп туратуғын орынларын қәлеген ўақыт моменти ушын алдын ала есаплаұ болып табылады (мысалы «Альмагест» тиң жәрдемінде Венера планетасының

2008-жылы 1-октябрь күні аспан сферасының қай нокатында туратуғынлығын есаплау мүмкін). «Альмагест» те шешилетуғын екінші әхмийетлик мәселе жақтыртқышлардың қозғалыуына байланысly бақланатуғын айрықша кубылыслардың (Айдың, Қуяштың тутылыулары, параллаксты анықлау, планеталар менен жулдызлардың шығыуы хәм батыуы, Қуяш хәм Айға шекемги қашықлықларды есаплау, басқа да кубылыслар) қашан болатуғынлығын хәм басқа да параметрлерин алдын ала есаплап шығару болып табылады. Усы мәселелерди шешіуде Птолемей бир неше этапларды өз ишине қамтыйтуғын стандарт методиканы қолланады. Олар төмендегилер:

1. Алдын-ала өткерилген (дәл емес) бақлаулар нәтижелери жәрдемінде жақтыртқыштың қозғалысындағы характерли болған өзине тән жағдайлар есапка алынады хәм бақланыушы моделге ең жакын келетугын кинематикалық молеь сайлап алынады. Бирдей итималлыққа ийе моделлер арасынан айқын бир моделди сайлап алыу «эпиуайылық принципи» тийкарында жүргизиледи.
2. Қабыл етилген модель тийкарында, өзинің хәм өзинен бурынғылардың бақлауларын пайдаланып Птолемей мүмкин болғанынша жоқары дәлликте жақтыртқыштың қозғалысының дәуирин, модельдің геометриялық параметрлерин (эпицикл радиусы, эксцентриситет, узынлықты апогейди хәм басқаларды), жақтыртқыштың қозғалысын хронологиялық шкалаға байланыстыруу ушын жақтыртқышлардың кинематикалық схеманың ықтыярлы түрде белгиленип алынған нокатлары арқалы өтиуін анықлайды.
3. Кинематикалық моделдің геометриялық, тезликлик хәм ўақытлық параметрлерин анықлап болғаннан кейин Птолемей кестелерди дүзиуге өтеди. Бул кестелердің жәрдемінде ықтыярлы ўақыт моментіндеги жақтыртқыштың координаталары есапланады. Бундай кестелер тийкарында сызықлы хәм бир текли ўақыт шкаласы түсиниги тур. Бундай ўақыттың басланғын нокары ретінде Набонассар эрасының басы қабыл етилген (-746-жыл, 26-фераль, ҳақыйқый түс). Кестеде келтирилген қәлеген шама курамалы есаплаулардың жәрдемінде есапланады. Бул жерде Птолемей Евклид геометриясын, логистика қағыйдаларын оғада жақсы билгенлигин көрсетеди. Ең акырында кестелерди пайдалану қағыйдалары берилген, ал айырым орынларда есаплаулар мысаллары да келтирилген.

«Альмагест» те материалларды баянлау қатаң логикалық характерге ийе. I китаптың басында дүньяның тутасы менен алынғандағы курылысына байланысly болған улыўмалық мәселелер хәм оның ең улыўмалық математикалық модели берилген. Бул жерде Жер менен аспанның сфера тәризли екенлиги, Жердің орайда екенлиги хәм оның тынышлықта туратуғынлығы, аспанның өлшемлерине салыстырганда Жердің өлшемлеринің оғада киши екенлиги дәлилленген. Асап сферасында еки тийкаргы бағыт болған экватор менен эклиптика сайлап алынады. Бул тегисликлерге параллель бағытта аспан сферасының суткалық айланысы хәм жақтыртқышлардың дәуирлик қозғалыслары жүзеге келеди.

II китап тутасы менен сфералық астрономия мәселелерине бағышланған. Бул мәселелерди шешіу ушын жақтыртқышлардың координаталарын ўақыттың функциясы сыпатында билиу талап етилмейди.

III китапта Қуяштың қозғалыс теориясы баянланған. Бул теория Қуяш жылының узынлығын, кинематикалық моделди сайлап алыуды хәм тийкарлауды, оның апарметрлерин анықлауды, Қуяштың узынлығын (долгота) есаплау ушыг кестелерди дүзиуди өз ишине алады. Ең акыргы бөлимде ўақыт теңлемеси түсиниги изертленеди. Қуяш теориясы Ай менен жулдызлардың қозғалысын үйрениудің тийкары болып табылады. Ай тутылыу ўақытлардағы Айдың узынлығы Қуяштың белгили болған узынлығы тийкарында есапланады. Жулдызлардың координаталарын да тап сондай жоллар менен есапланады.

IV-V китаптар Айдың узынлық хәм кеңлик бойынша қозғалыу теориясына бағышланған.

VI кітап толығы менен Ай хәм Қуяш тутылыулары кубылысының тоериясына бағышланған.

VII хәм VIII кітаптарда жұлдызлар каталогы бар хәм қозғалмайтуғын жұлдызларға байланысly болған бир қатар мәселелер қарап шығылған. Бул кесте 1022 ден 1030 ға шекем жұлдыздың дизиминен турады деп айтыу мүмкин. Егер кестеде келтирилген барлық жұлдызды санасаңыз 1027 келип шығады. Бирақ солардың бесеуи белгили жұлдызды еки рет қайталаудан пайда болған. Кейинирек және бесеуиниң жұлдыз емес, ал думанлық (галактика) екенлиги мәлим болды. Сонлықтан хәзирги ўақытлары Птоломейдің жұлдызлар кестесинде 1017 жұлдыз бар деп анық айта аламыз.

Птоломей кестесиндеги жұлдызлардың көпшилиги жоқарыда айтылған Гиппарх бақлады. Сонлықтан кестениң тийкарғы авторы ретинде Гиппархты қабыл етиўимиз керек. Екиншиден, Птоломей өзи бақлаған жұлдызлардың координаталарын өлшегенде тийкарғы салыстырыу ушын қабыл етилген жұлдыздың координаталары ретинде қәте санларды қабыл етти. Үшиншиден, Птоломей Гиппарх тәрөпинен анықланған жұлдызлардың узынлық координатасына прецессия кубылысына киргизилетуғын дүзетиу ретинде тийкарсыз 1 мүйешлик градустан қосып шықты. Бул астрономия тарийхында исленген үлкен қәтелик еди. Бундай қәтеликлер биринши рет Птоломей тәлиматы бойынша 509-жылы 17-июль күни бақланыуы керек болған Марс пенен Юпитердің бир-бириниң артына жайласыуының 13-июль күни бақланғанлығынан табылды. Бирақ усындай жағдайларға қарамай Птоломейдің абыройының себебинен мыңлаған жыллар даўамында «Альмагест» те келтирилген санлар дурыс деп қабыл етилип келди.

IX-XIII кітаптарда планеталардың узынлық хәм кеңлик бойынша қозғалысларының теориясы баянланған. Планеталардың қозғалыслары бир биринен ажыратып алынған түрде қарап шығылады. Соның менен бирге узынлық бойынша қозғалыс өз алдына, кеңлик бойынша қозғалыс өз алдына қаралады. Узынлық бойынша қозғалысларды тәриплегенде Птоломей Меркурий, Венера, жоқары планеталарға сәйкес үш кинематикалық моделди пайдаланады. Бул жерде эквант ямаса эксцентриситет биссекциясы деп аталыушы әхмийетли жетилистириу пайдаланылған. Бул есаплау нәтийжелери дәллигин әпиўайы эксорайлық моделдің дәллигинен үш есе жоқарылатқан.

«Альмагест» те баянланған планеталардың қозғалыс теориясы Птоломейдің тек өзине тийисли екенлигин атап өтемиз.

Солай етип Клавдий Птоломей дүньяның геоорайлық системасы тийкарында өзиниң астрономиялық изертлеулерин жүргизди. Ол өзинен бурынғы астрономлардан үлкен мийрас алды, бизиң эрамызға шекем астрономиялық әспаблар (тийкарынан мүйешти өлшейтуғын) бираз жетилистирилди.

Птоломей бойынша хәр бир планета эпицикл деп аталатуғын киши шеңбер бойынша тең өлшеули қозғалады (сүўретте келтирилген). Эпициклдың орайы өз гезегинде деферент деп аталатуғын үлкен шеңбердің бойы бойынша қозғалады. Усындай жоллар менен Птоломей планеталардың Жерден қарағанда бақланатуғын қурамалы қозғалысларын түсіндирди.

Биз грек астрономиясындағы тийкарғы ызамлардың физикалық емес, ал геометриялық ызамлар болғанлығын атап өтемиз. Грек илимпазлары, олардың ишинде Клавдий Птоломей де аспан денелери белгили бир геометриялық моделлер бойынша қозғалады деп есаплады. Ал XXI әсирде жасап атырған биз аспан денелердиниң қозғалысын анық физикалық ызамлар басқарады деп есаплаймыз.

Биз анықлық ушын және де бир қанша пайдалы мағлыўматлар беремиз.

Астрономиядағы бәршеге ең анық көринип туратуғын қозғалыс Жердің әтирапындағы аспанның суткалық айланысы болып табылады. Бундай қозғалыс бизге күн менен түнди алмастырып турады. Буннан кейинги сезилетуғын қозғалыс Айдың Қуяшқа салыстырғандағы қозғалысы болып табылады. Бул қозғалыстың салдарынан биз ай фазаларының избе-излигин көремиз: жаңа туўылған Ай, ярым Ай, толық Ай, буннан кейин буган қарама-қарсы избе-излик кетеди. Бул қозғалыс Қуяштың жұлдызларға

салыстырғандағы қозғалысына қарағанда әдеуір көзге түсерлік, айқын қозғалыс болып табылады.

Егер Айды Жердің дөгерегінде айналады деп қабыл етсек, онда бұл болжау Ай фазаларының өзгерістерін аңсат түсіндіреді. Бұндай айқын түрдегі түсіндіріу ертеден бастап Грек астрономиясында қабыл етілді, хәзиргі күндері биз де ұсынай жағдайды дурыс деп қабыл етеміз. Бирақ басқа барлық қозғалыстардың барлығы да грек илимпазлары арасында үлкен айтыс-тартысты пайда етті. Бұл тартыс хәзиргі уақытлары биз қабыл еткен моделге қарама-қарсы моделді қабыл етіу менен питті (Яғный Әлемнің орайы шар тәрізлі Жердің орайы деген моделді).

Грек илимпазлары астрономияда тек салыстырмалы қозғалыстың ғана әхмийетлі екенлігін әдеуір ерте түсінді. Суткалық қозғалысты түсіндіріп, олар Жерді қозғалмайды, ал аспан денелері Жердің дөгерегінде айналады деп есаплайға да, аспанды қозғалмайды деп, ал Жерді өз көшери дөгерегінде айналады деп есаплайға да болатуғынлығын мойындады. Топ сол сыяқлы мынаны айтыуға болады: Қуяш қозғалмайды, ал Жер оның дөгерегінде бір жылда бір рет айланып шығады ямаса Жер қозғалмайды, ал Қуяш оның дөгерегінде бір жылда рет айланып шығады [Айланыудың да екі түрі бар екенлігін еске саламыз. Бириншіден Жердің өз көшери дөгерегіндегі суткалық айланып шығуының салдарынан Қуяш Жердің дөгерегінде бір суткада бір рет айланатуғындай болып көрінеді. Бұндай айланысты орысша әдебиеттерде «вращение» деп атайды. Ал соның менен бірге Қуяштың дөгерегіндегі Жердің айланыуы да (қозғалыстың салыстырмалылығы принципі бойынша биз Жердің дөгерегінде Қуяштың айланыуының салдарынан деп те айта аламыз) бар. Орыс тилиндегі әдебиетте бұндай айланыуды «обращение» деп атайды. Гәп хәзир Қуяштың дөгерегіндегі Жердің ямаса Жер дөгерегінде Қуяштың айланыуы хаққында айтылып атыр]. Бұл пикирдің қалеген биреуі сәйкес астрономиялық қубылысты түсіндіре алады.

Жердің қалай қозғалатуғынлығын әйемгі греклердің қалай көз алдына келтиргенлігін түсіндіріу үшін хәзиргі заман илими үшін әхмийетлі болған кинематика менен динамика арасындағы айырманы еске салып өтейік. Кинематика илимнің қозғалысты тәріплеу менен шығылланатуғын бөлімі. Ал динамика болса қозғалыс пенен күш арасындағы қатнасты үйренетуғын илим. Егер бизді динамика қызықтыратуғын болса, онда биз Жер Қуяштың дөгерегінде айналады деп есаплаймыз. Егер биз тек кинематика менен қызығатуғын болсақ, онда хәтте хәзиргі заман астрономиясында да биз Қуяш Жердің дөгерегінде айналады деп есаплаймыз. Бұл қозғалыстың салыстырмалық принципін атап көрсетеді. Бұл принцип әйемгі греклерден келип шықты. Солай етип биз ең әпиуайы тәріплеуді (моделді) сайлап алыуда еркін екенбиз, ал әпиуайы түсіндіріудің болса өзі бизің нени ислеийн деп атырғанлығынмыздан ғәрезлі.

Көпшилик грек философлары хәм астрономлары үшін астрономия хәм физика бір биринен күшли айырмасы бар еді. Себеби астрономияның ең ақырғы мақсети тәріплеу, ал физиканың ең ақырғы мақсети хақыйкатлықты табыу болып табылады. Сонлықтан грек астрономиясы грек физикасына салыстырғанда оғада үлкен жетіскенліктерге еристи. Астрономияға аспанда көрінетуғын барлық қубылыстарды жыйнау хәм сол қубылыстарды әпиуайы түрде тәріплеу мәселеси жүкленді. Бизлер қубылыстарды жеткіліклі дәрежеде жақсы түсіндіре алмайтуғын болғанлықтан хәм Жер тынышлықта тура ма ямаса қозғалыста ма мәселесинен шыға отырып Жердің қозғалысы хаққындағы, оның өзінің көшери дөгерегінде айтанатуғынлығы ямаса айланбайтуғынлығы, оның Қуяш дөгерегінде айланатуғынлығы ямаса айланбайтуғынлығы мәселесинің астрономиялық мәселе емес екенлігине исенеміз. Бұл мәселе физиканың мәселеси болып табылады.

Өзлеринің мийнетлерінде көплеген грек философлары өзлеринің қудайға терең исенетуғынлығын билдирді хәм сонлықтан оларда жоқарыда қойылған Жер айланама, Жер тынышлықта тура ма деген сорауларға жууап беріуде хеш бір қыйыншылыққа

дуушакерлеспеди. Олар Жерди толық тынышлықта, Әлемнің орайында жайласқан деп әпиұайы ғана жууап берди.

Қалай деген менен К.Плотомей өзинің «Альмагест» шығармасы менен астрономия тарийхында үлкен естелик қалдырды. Әдиллик ушын адамзат тарийхында тәбияттаныў бойынша шыққан ең әхмийетли еки-үш мийнеттиң ишиндеги биреўиниң «Альмагест» екенлигин айтып өтиўимиз керек.

Птоломей астрономиясы сол ўақытқа шекемги астрономияның шыңы болып табылады. Оның аты менен әйемги Грециядағы аспан денелериниң қозғалыс нызамлықлары ҳаққындағы илим питеди. Бизиң әсиримиздиң басында хәўиж алған христиан дини Европада илимнің буннан былайғы раўажланыўына үлкен зиянын тийгизди.

Астрономияның буннан былай раўажланыўы Араб еллерине хәм Орайлық Азияға өтти.

### Орта әсирлер

**Кысқаша тарийхый ескертиўлер.** Рим кул ийелеўшилик мәмлекетиниң ыдыраў процесси хәм батыс Европадағы феодализмге өтиў курамалы жағдайларда болып өтти. Бул дәўирлер қәўимлер, халықлар, мәмлекетлер арасында көп санлы урыслар болып өтти. Сол дәўирлери «варварлар» қәўимлериниң қысымынан қулаған Рим империясы бул қәўимлерге күшли идеологиялық тәсир көрсетти. Бул тәсирди сол ўақытлары жақсы қәлиплесип үлгерген христиан ширкеўи сақлап қалды хәм бул ширкеў қәлиплесип атырған феодализмнің күшли идеологиялық сүйенишине айланды. Шығыста, Қытайды хәм Хиндистанда феодализмге өтиў Батыс Европадағы феодализмге өтиўден бурынырақ әмелге асты. Усыған байланыслы бул мәмлекетлер өзиниң экономикалық хәм мәдений раўажланыўы бойынша Европа мәмлекетлеринен озып кетти.

Араб ярым атаўында VII әсирдиң басында Мухаммед тәрәпинен жаңа мусылман дининиң пайда болыўы көплеген қәўимлерди бирлестирди, аз ўақытлар ишинде қүдиретли мәмлекетти пайда етти. Бул мәмлекет Иранды, Орта Азия мәмлекетлерин, Египетти басып алды хәм Европа менен Пиреней ярым атаўына кирип барды. Нәтийжеде илим менен мәдениет тарийхында араблар уллы орынды ийеледи. Олар шығыс пенен батыс ортасындағы, әйемги дәўирлердеги илим менен феодализм дәўирлериндеги илимди байланыстыратуғын буўынға айланды. Нәтийжеде ерте орта әсирлерде (VII-XI әсирлер) илимнің раўажланыўындағы ең жетекши орында Шығыс ийеледи. Тек кейинирек дәўирлерде ғана 1096-1270 жыллары болып өткен тарийхта кеңнен белгили крестлердиң Сирияға, Палестинаға, Арқа Африкаға болған атланысларынан баслап Европа илимине жан ене баслады, университетлер, ири оқыў орынлары, илимий мектептер пайда бола баслады. Усының менен бирге раўажланған феодализм дәўири деп аталатуғын XI-XV әсирлер ислеп шығарыўшы күшлердиң тез түрде жетилисиўи, өнерметншилик пенен саўда ислериниң тез раўажланыўы менен тәриплениди. Бул раўажланыўлар әдеўир прогрессив болған жаңа экономикалық формацияның – капитализмнің қәлиплесиўине алып келди.

Феодаллық қатнасықлардың ыдыраўы хәм жаңа экономикалық қатнасықларға өтиў XV әсирдиң ақырларынан XVII әсирдиң биринши ярымына шекем болып өтти. Бул дәўир илим тарийхында оғада уллы әхмийетке ийе болды. Себеби усы дәўирде тәжирийбеге сүйенетуғын тәбияттаныў (жаңа тәжирийбелик тәбияттаныў) пайда болды. Солай етип орта әсирлер илиминиң тарийхын, соның ишинде физиканың тарийхын төмендегидей үш хронологиялық дәўирге бөлиўге болады:

1. Шығыс (мусылман) еллеринде илимнің раўажланыў дәўири (VII-XI әсирлер).
2. Европадағы феодаллық илимнің раўажланыў дәўири (XI-XV әсирлер).
3. Тәжирийбеге сүйенетуғын тәбияттаныўдың пайда болыў дәўири (XV әсирдиң ақыры хәм XVII әсирдиң биринши ярымы)

Усы айтылғанларға байланысly биз сол үш дәуірдеги тәбияттаныў илимлеринде жүз берген раўажланыўды баянлаймыз.

### **Илимнің Шығыста раўажланыўы Араб физикасы дәуири (Бизің эрамыздың 700 - 1150 жыллары)**

632-жылы Мухаммед пайғамбар қайтыс болды. Ол өзинің барлық өмирин өзи тийкарын салған мусылман динин тарқатыўға бағышлады. Бул тийкарғы мақсеттен басқа мақсетлер оның санасында айта қалғандай орын таба алмады. Оның ямаса оның менен бирге ислескен адамлардың илимге болған қызығушылығы хақында ҳеш қандай мағлыўматлар қалмаған.

Ислам динине берилген фанатлар “Егер илим Қуранда жазылған нәрселерди уйрететуғын болса, онда ондай илимнің кереги жоқ, ал илим басқа нәрсени уйрететуғын болса, онда бундай илимнің кереги жоқ, бундай илим менен шуғылланыў жинаят” деп есаплады. Бирақ ислам дүньясында кеңнен тарқалған халиф Омар өз әскербасшысы Амрға Александрия китапханасын өртеп жибер деген буйрығы хақықатлыққа сәйкес келмейди.

Ислам дини тез раўажланыў менен өзинің жетилискен ҳалына жетти, соның менен бирге бул диннің илим менен хәр кыйлы өнерлерге болған қатнасы да жумсара баслады. Мухаммед пайғамбар қайтыс болғаннан кейинги 100 жылдың ишинде арамыз өзинің ҳүкимлигин оғада үлкен аймақларға тарқатты. Бул аймақларда ислам динин бекем түрде орнатты. Усының менен бирге халифлердің сарайлары басып алынған елдерден алып келинген көп санлы байлықлар менен тола баслады. Усының менен бирге илимпазлар, өнерментлер, художниклер жыйналды. Нәтийжеде ислам дининің берилген қорғаушылары илимнің берилген қорғаушыларына айлана баслады. Тап жақында ғана әйемги илимге соққы берген фанатик араблар ўақыттың өтиўи менен илимнің хәм илимий мийраслардың қорғаушыларына айланды.

V әсирде Сирияның аймағындағы Эмезада, Месопотамиядағы Эфессада жасаўшы христианлар атақлы мектептерди дәретти. Бул мектептерде грек илими гүллеп раўажланды. 431-жылы Эфесса соборында ислеўши епископ Несторий айыпланды хәм усының ақыбетинде қашып кетиўге мәжбүр болды. Нәтийжеде мектептер өзинің даңқын жоғалта баслады хәм олардың айырымлары жабылды. Бирақ бул мектептерде ислеген илимпазлар тек өзлеринің жасаў орнын ғана өзгертти хәм мектепти парсылардың провинциясы болған Кузистандағы Жудайсабур ға көширди. Бул жерде мектептерге Сасанидлер династиясының патшалары ғамхорлық қылды. Илимпазлар грек тилиндеги көп санлы әдебиятларды Сирия тилине аўдарды. Ал араблар Сасанидлер мәмлекетин басып алғанда китаптар сирия тилинен араб тилине аўдарынлы. Екинши тилден араб тилине аўдарыў ислери көп ўақыт даўам еткен жоқ. Айырым халифлар айрықша түрдеги аўдарма академияларын дәретти. Бул академияларда Аристотелдің барлық шығармалары ғана емес, ал сол шығармалардың барлық комментарийлери де грек тилинен араб тилине аўдарылды.

Араблардың әдеўир раўажланған илимге тосыннан кирип келиўи, илимпазлардың жеткиликсиз дәрежедеги таярлығы, илимди избе-излик пенен үйрениўдің орын алмаўы көп сандағы араб илимпазларының өзгешеликлерин айкын түрде түсиндирип бере алады. Олар қалай салынғанлығы белгисиз болған жайларға - илимге кирип келди. Барлық грек илими оның раўажланыў жолларын үйрениў ушын қолайлы емес еди. Дәлиллеўлердің қатаң түрдеги математикалық формасы тек мойынлаўды талап етеди, ал өзинің раўажланыў жолларын ашып көрсете алмайды. Жаңа билимлер массасына ийе болған араблар бул билимлерге критикалық көз-қарасларда қатнас жасаў мүмкиншилигине ийе бола алмады. Олар ушын ең дәслеп жаңа бина менен танысып алыў, дара жағдайларды түсиниў керек болды. Греклер билген илимди меңгерген қәлеген адам уллы илимпазға айланды хәм олар меңгерген илимин басқаларға мийрас етип қалдырыў ушын көп мийнет етти. Изертлеўлерди буннан былай даўам етиў, илимий материалларды көбейтиў мәселеси

үстінде орын дерлік ойланбады. Бундай шараятларды араб илими комментарийлер характерине, устаздан озып кетиуге қорқыу сезимлерине ийе бола басады. Муғаллимнің абырайына сыйыныу қәлиплести. Бул илимнің рауажланыуына имканият бермеді. Филологиялық-түсіндириушилик характер, абырайға сыйыныу орта әсирлер илимине тән қәсийетлерге айланды.

Араблар өзлерине алып келинген илимлер қандай болса, тап сондай түрінде өзлеринің артықмашлықтары хәм кемшиликлери менен қабыл етти. Усының нәтийжесинде олар хақыйкый илимлерди де, жалған илимлерди де меңгерди. Магия менен астрология оларда үлкен хұрметте болды. Ал жалған илим болған алхимия болса айрықша түрде рауажланды

**Араблардағы механика.** Өз ўақытында кудиретли империяны дөреткен араблар дәслепки ўақытлары грек мәдениятына жек көриу менен қарағаны менен (640-жылы Аресандрия кітапханасын араблар өртеди деп есаплайды) шама менен 750-жыллардан басап бул илимге қызығыу пайда бола басады. Александрияны басып алыу менен арабларда грек илимине қызығыу пайда бола басады. Араб халифатының хұкимдарлығының Орта Азияға тарқалыуы оларға Шығыс мәдениятының жетискенликлери менен танысыуға мүмкиншилик берди. Бир әсир даўамында грек илимпазларының жұмыслары грек хәм сирия тиллеринен араб тилине аўдарылды. Усы дәўир ишинде Дамаск хәм Бағдад қалаларында Александриядағы илимий мектепpler үлгисинде мектепpler пайда болды. Усының салдарынан әййемги илим менен (әййемги грек илими менен) Шығыс илиминің қуымасы пайда болып, бул илим тарийхта «араб илими» деп атты алды. Бул араб илими биринши гезекте теологиялық мәселелерди шешиўге, екінши гезекте тәбийий-илимий мәселелерди шешиўге бағдарланған еди.

Араблар Испанияны бағындырып алғаннан кейин Кордова қаласындағы университет Араб илиминің Европадағы орайыны айланды. Араблардың бул хәрекетлери нәтийжелеринде Европалықлар қытайлылар дөреткен қағаз, компас, порох, индуслар дөреткен есаплаўдың позициялық онлық системасы, хорезмликлердің астрономиясы хәм математикасы, араб аўдармаларындағы Аристотель хәм Птолемейдің жұмыслары, Әбиу Әлий Ибн Синоның медицинасы менен танысты. Усының менен бир қатарда араблар Европалықларды «сырлы илимлер» болған алхимия, астрология хәм магия менен таныстырды.

Илимнің Грециядан шыққанлығы араб илимпазларының механика менен оптика бойынша айтарлықтай шуғылланғанлығына өзинің тиккелей тәсирин жасады. Физика илиминің бул еки бөлими де греклерде жақсы рауажланған еди. Бирақ араб илимпазлары механика бойынша айтарлықтай нәтийжелерге ерисе алмады, ал оптика бойынша бир қатар жетискенликлерге еристи.

Физика тарийхында көрнекли орынды Египеттің белгили илимпазы Ибн әл Хайсам (965-1039) ийелейди (латын тилиндеги әдебиятларда Альгазен). Оның тийкарғы жұмыслары оптика бойынша исленди. Ол биринши болып көздің оптикасын терең изертледі. Ол көздеги хрусталиктің әхмийетин хәм еки көз бенен қарағанда улыўмалық көриу нервинің жәрдемінде бир объекттің көринетуғынлығын дурыс түсіндирди.

Альгазен тегис, сфералық (дөнес хәм ойыс), цилиндрлик хәм конуслық айналарды қарап шығып мынадай мәселени келтирилип шығарды (Альгазен мәселеси): айнаның сондай нокатын табыу керек, бул нокаттан шыққан нур көзге түсиу керек.

Альгазен Қуяштың хәм Айдың неликтен азанда шыққан ўақытлары хәм кеште батқан ўақытлары үлкен болып көринетуғынлығын түсіндирди. Соның менен бирге оның жұмысларында камера-обскура хаққында биринши рет гәп етилген.

Улыўма механикада араблар Аристотельдің изинен жүрди хәм олар бул илимге айтарлықтай өзгерислер киргизе алмады. Жаңа идеялар болмағанлықтан араб механиклеринің өнери тийкарынан ойыншықларды, автоматларды, дөңгелекли хәм таслы саатларды соғыуға жумсалды. Х әсирде мусылман дүньясы гидростатикаға қандай да бир үлес қосты. 922-жылы қайтыс болған (туўылған жылы белгисиз) астроном Әл Наиризи



(латын тилинде Араций деп жазылған) атмосфералық кубылыстар ҳақында трактат жазды. Бағдад қаласында жасаған оның заманласы Әл Рази (923-жылы қайтыс болған) салыстырмалы салмақтарды анықлау үшін гидростатикалық тәрезини пайдаланды. Бул араб илимпазларында әдеуір кызығыушылық пайда етті хәм дәл өлшейтуғын тәрезилердеги дәлликтң өлшеминин ендирилиуине алып келди.

Араблар VII әсирден баслап әтирапындағы мәмлекетлерди басып алыу хәм ислам динин ендириу менен шуғылланды. Жуз жылдың ишинде олар Сирияны, Иранды, Арка Африканы, Периней ярым атауын хәм Орайлық Азияны бағындырды. 712-жылы олар тәрепинен Хорезм бағындырылды. Дәслеппи уақытлары басып алынған халықтардың мәдений естеликлери жоқ етилди, илимпазлар кууғынға ушырады. Бирақ көп узамай ауҳал өзгерди. Араблар жергиликли мәдениетти өзлестирди. Араб мәмлекетинин пайтахты Багдад илимий ислердин орайына айланды. Бул жерде 795-жылы университет, ал 829-жылы астрономиялық обсерватория ашылды. Жоқарыда айтылып өтилгендей, IX әсирде араб тилине Аристотельдин хәм басқа да әйемги грек илимпазларының, соның ишинде Птоломейдин «Альмагести» араб тилине аударылды.

Көп узамай мусылман еллеринде үлкен обсерваторияларда жүргизилген бақлаулар тийкарында дүзилген «Зиджалар» деп аталатуғын астрономиялық кестелер пайда болды. Бул кестелер бойынша планеталардың аспандағы қәлеген уақыттағы ауҳалын анықлау мүмкин. Әлбетте бул ауҳалды анықлау Зиджада келтирилген санларды анықланыу дәллилине тиккелей байланыссы. Усы жерде К.Птоломей тәрепинен дүзилген жулдызлар кестесинде Зиджаның бир түри деп айтып кескенимиз орынлы болады.

Орта әсирдеги Шығыста кең хәуиж алған сауда математикалық мәселелер ушын бай материал топлауына, узақ еллерди шолыу астрономия хәм географ илиминин рауажланыуына, өнерментшилик болса көркем - мәдениеттың рауажланыуына алып келди. Бул рауажланыулар Араб халифасының орайы Багдадта болды.

Багдадта халиф әл Мәмун (813-833) тәрепинен «Байтул ҳикма», яғный «Данышпанлар үйи» деп аталған академияда жүдә көп бағдарларда илимий излениулер алып барылды. Ошлап илимпазларды хәм аудармашыларды өз әтирапында топлаған бул академияда өзбек илимпазларынан Мухаммед Ибн-Мусо әл Хорезмий (783-850), Мухаммед Ибн Наср әл Фарғоний (IX-X), Абаш әль Хасиб әл Марвози (764-864) хәм көплеген Орта Азиялық илимпазлар араб дослары менен биргеликте илимий жумысларын алып барған. Бул академияның илимий жумысларын (обсерватория, китапханада) Хорезмий басқарып турған.

Академия хызметкерлери грек илимпазларының бир қанша шығармаларын араб тилине аударды, сондай-ақ астрономия, математика, география хәм басқада пәнлер бойынша шығармалар дәреткен. Көплеген аударған шығармалары Шығыс илиминин рауажланыуына күшли тәсирин тийгизди. Усындай шығармалардың бири II әсирде жасап өткен Клавдий Птоломейдин «Альмагест» шығармасы болып, ол шама менен 825 жылы араб тилине белгили араб астрономы Сабит Ибн Купра тәрепинен аударма қылынған.

Мәмун дәуиринде еки обсерватория курылды. Бириншиси Багдадта, екіншиси Дамаскке жақын жерде Кассион деп аталған тауда жайласқан. Бул обсерваторияларда илимпазлардың алып барған жумыслары «Альмагест» теги барлық мағлыұматларды тексеріуден ибарат еди.

Халиф әл Мәмун академиясы дерлик 200 жыл илимий излениулер алып барды.

Шама менен 1000 жыллар әтирапында Багдад академиясындай академияны Хорезм шах Әли Ибн Мәмун Хорезмнің пайтахты болған Гурганжде курды хәм усы дәуирдин уллы философ хәм илимпазлары әл Масихий, әл Хаммор, Әбу Әли Ибн Сино хәм Әбу Райхон Берунийлерди усы академияда ислеуге мирәт етті.

Гейпара тарийхшы илимпазлар Гурганждағы илимий курам аз уақыт ис алып барғаны хәм онда ислеген илимпазлардың саны кем болғаны ушын оны «Академия» деп болмайды деген пикирлерди айтқан. Бирақта илимий курамның салмағы пәннің түрли бөлимлерине

қаншама үлес қосқанлығы, қандай жаңалықтар ашқанлығы, қандай илимпазлар жетіскенліктері менен анықланады.

Мухаммед Әль Хорезмий (783-850) жасаған дәуір Орта әсір Шығыс астрономиясының пайда болыу жылларына барып такалады. Усы дәуірде Халиф Әл Маъмун тәрөпинен курылған «Данышпанлар үйи» - Хорезмий астрономия хәм арифметика менен шуғылланған. IX әсирдің 20 - жыллары өзиниң даңқа бөленген астрономиялық кестелер «Зиж» - жазды. Бул усы дәуірде жазылған дәслепки Зиждерден еди. Хорезмий «Зиж» - 37 бап хәм 116 кестеден ибарат хақыйқый астрономиялық шығарма.

Шығарманың дәслепки бапларында сол заманда кең тарқалған болжауларға (бунда Мухаммед пайғамбар тәрөпинен тийкарланған мусылманлардың хижрий эрасы хаққында мағлыұмат береди) Куяш хәм Ай планеталарын бақлау ўақтына сәйкес мүддетлер келтирилген. Сондай-ақ бул аспан денелериниң зодиак жулдыз дизбеги: Хамал, Савр, Жавзо, Саротон, Асад, Сумбула, Мезон, Акраб, Жиддий, Далв, Хутдеги орынлары бақланған. Зиж диң кейинги бабында шеңберди бөлеклерге ажыратыу хаққында сөз етеди. Араблардың фалак деп атайтуғыны шеңбер - деп жазады Хорезмий, - 12 белги ге бөлинеди. Гейпара илимпазлар бөлим деп атайтуғын бул шеңбер белгилериниң хәр бири 30 дәрежеге, дәреже 60 минутқа, минут 60 секундқа, секунд болса өз нәўбетинде 60 терцийге бөлинеди хәм усындай етип шеңбер шамасын қәлегенше, шексизлик муғдарына шекем киширейтиу мүмкин. Шығарма даўамында Куяш, Ай хәм усы дәуірде әпиўайы көз бенен көринетуғын 5 планетаның хәрекетин, Куяштың эклиптикадағы орнын, Айдың хақыйқый орынлы шығыуы хаққында пикир жүритеди хәм 2 бапта келтирилген 2 кестеден Ай шығыуының аўысыу шамасының  $3^0 20^{11}$  екенлигин мәлим етеди. Хәзир бул шама  $3^0 18^{11}$  ге тең.

Хорезмийдің арифметика трактатынан Европа еллери, Хинд тилинде санлар системасынан нольди колланыўды, бөлшек санлар менен ислесиўди үйренген. Оның алгебра атлы трактаты математиканың жаңа бир бөлимин ашты (Әль- Джабар). Хорезми трактаталарында сызықлы хәм квадрат теңлемелер шешилген.

Хорезмийден кейинги илимпазлар, Хинд математиклери менен биргеликте жаңа пикирлерди раўажландырды. Оның трактатларының аўдармалары Европада XII әсирде пайда бола баслады. Коперник-Галилейдің илимий революциясынан алдын Европа илимпазлары тәрөпинен санлар системасы, алгебра хәм тригонометрия тек үйренилип қоймастан, ал раўажландырылды.

### Ахмед әл Ферғаний

Қәдимий қәдириятларымызды қайта тиклеу, теберик топырағымызда жасап өткен даңқлы ата-бабаларымызды таныу, олардың дүньялық цивилизацияға қосқан үлеслерин аңлап билиу бизиң миллий мәдениятымызды раўажландырыу, жаңа әўладты тәрбиялау мәселелериндеги тийкарғы талаптардан болып табылады. Сонлықтан хәзирги ўақытлары Өзбекстан Республикасының Президенти И.Каримовтың бул тараўда алып барып атырған сиясаты, елимиздің келешеги, мәмлекетимиздің хәмме тараўлардағы раўажланыуы ушын зор әхмийетке ийе.

1994-жылы уллы астрономымыз хәм математигимиз Мырза Улығбектин туўылғанының 600 жыллығының, 1996-жылы болса, сахыпқыран сәркарда Әмир Темирдің 660 жылығының пүткил жер жүзилик көлемде көтеринкилик пенен белгилениуи бизиң руўхый турмысымызда жүз берген үлкен ўақия болды хәм ўатанымыздың әйемнен басланған бай мәдениятының буннан былай да раўажланыуында айрықша тәсир қалдырды.

Әл-Ферғанийдың 1200 жыллығын белгилеу ЮНЕСКОның 1998-жылдағы илаждар режесине киргизилди. Усыған байланысly жақында ғана Өзбекстан Республикасы

Министрлер Кабинетинин Ахмед эл-Ферғанийдин 1200 жыллығын белгилеу хақындағы қарары бизиң миллий қәдириятларымыздың тиклениуіндеги үлкен ўақыялардың бири болып табылады. Соған сәйкес, биз бул лекциямызда Ферғана жеринде туўылып кәмалға келген орта әсирлерде өз илими менен пүткил дүньяда абырайға ерискен атақлы алым Ахмед эл-Ферғанийдин мәңгиге қалдырылған астрономия, география хәм оларға тиккелей байланыслы болған математика тараўларындағы илимий мийраслары менен кең жәмийетшилигимизди жақыннан таныстырып өтиўди мақул көрдик.

Уллы астрономымыз Мырза Улығбек хәм оның илимде қалдырған мийраслары хақында 1994-жылы усы қатарлардың авторының қатнасыўында kitapша шығарылған еди. Аталған kitapшада Мырза Улығбектиң астрономия илимине қосқан үлесин, оның илимде ийелеген орнын анық көрсетиў Ахмед эл-Ферғанийдин бул тараўлардағы салмақлы мийнетлерин атап өтпеу мүмкин емеслиги айқын көринеди. Усындай жағдай өз гезегинде бизиң әйемги қәсийетли жеримизде илимниң ерте дәўирлерден баслап-ақ дүньялық әхмийетке ийе дәрежеде раўажланғанлығынан хәм бул жетискенликлердин әўладтан-әўладқа өтиў арқалы нызамлы избе-изликте әмелге асқанлығынан айқын дәрек береді. Сол дәстүрий мийраслылық арқалы биз илимде өзлериниң өшпес излерин қалдырып кеткен уллы тулғаларымыздан Хорезмийлерди, Ахмед эл-Ферғанийди, Әбиў Райхан эл-Берунийди, Әбиў Әлий ибн Синаны, Омар Хайямды, Мырза Улығбекти хәм басқа да көплеген аллама аталарымызды билемиз, қәдирлеймиз хәм мақтаныш етемиз.

Тарийхый дәреклерден VIII әсирдин ақыры хәм IX әсирдин басында пайтахты Бағдад қаласы болған Араб халифатлығының пайда болғанлығын билемиз. Бул жерде тийкарынан дийханшылық хәм соған сәйкес ирригацияның, қурылыстың, қурақ хәм суў жоллары менен болатуғын саўда-сатлық ислериниң тез пәтлер менен жанланыўы астрономияны, географияны хәм олар ушын тиккелей тийкар болып табылатуғын математиканы раўажландырыў зәрүрлигин пайда етти. Араблар өзлери басып алған Орайлық Азияда хәм басқа да мәмлекетлерде жоқары мәденияттың бар екенлигин көрди. Нәтийжеде Бағдад басшылығы өзиниң қол астындағы еллерден көп сандағы илимпазларды жыйнады. Бул жерде 795-жылы университет, 829-жылы астрономиялық обсерватория ашылды. IX әсирде араб тилине әйемги грек билимпазларының тийкарғы мийнетлери аўдарылды. IX-X әсирлерде Бағдад қаласында жұмыс ислеген илимпазлардың көпшилигин Орайлық Азиядан алып келингенлер (Әл-Хорезмий, Әл-Мәрўезий, Әл-Ферғаний хәм басқалар) қурады.

Ахмед эл-Ферғаний ҳәзирги Ферғана ойпаты аймағында туўылған. Оның балалық жыллары, қай жерлерде оқығанлығы хақында мағлыўматлар сақланбаған. Алымның дәретиўшилиқ мийнетлериниң басым көпшилиги Бағдад қаласындағы обсерваторияда ислеўиниң барысында жазылды хәм илимпаздың исми сол ўақытлардың өзінде-ақ раўажланып атырған Европа мәмлекетлерине Алфраганус аты менен кеңнен тарала баслады.

«Астрономия элементлери» атлы kitap Әл-Ферғанийдин тийкарғы астрономиялық мийнети болып табылады хәм сол ўақытлардағы астрономиялық энциклопедия сыпатында танылғанлығын еслеп өтиўимиз абзал. Бул мийнетинде бизиң жерлесимиз сол ўақытлардағы астрономияның тийкарларын системалы түрде баян етип ғана қоймай, өзине шекемги жетип келген грек астрономларының мийнетлерине әдил түрде сын көз бенен қарады, математикалық хәм астрономиялық географияны дәретти, жер шарының алымға белгилі болған аймақларындағы ҳаўа райының кестесин дүзди.

Адамзат тарийхындағы ең уллы астрономиялық мийнет қатарына әйемги грек астрономы хәм математиги Клавдий Птолемейдин (шама менен бизиң эрамыздың 90-168 жыллары) «Альмагест» мийнети киреди. Әл-Ферғаний ең бириншилер қатарында бул мийнеттиң авторы тәрәпинен саналы түрде жиберилген қәтелиқлерди ашып көрсете алды хәм астрономия илимин геоорайлық көз-қарастан дурыс жолға бағдарлады.

Әл-Ферғанийдин kitapында сол дәўирлердеги астрономияның тийкарлары, жулдызлар кестеси менен бир қатар да астрономиялық әсбап-үскенелердин

сыпаттамалары хәм зәрүрли болған математикалық есаплаўлар да берилген. Дәслеп бул китап Азия хәм Европа еллерине қолжазба түринде тезден тарқалған. 1493-жылы Италияның Ферраре қаласындағы типографияда «Аспан қозғалыслары хәм жулдызлар ҳаққындағы илимлер жыйнағы» деген ат пенен жарық көреді. Әл-Ферғанийдың мийнетлери Европа мәмлекетлеринде XVII әсирде екінши хәм үшінши рет қайтадан басылып шыға баслады. Мысалы 1669-жылы алымның «Астрономия элементлери» китабы голландиялы илимпаз Якоб Голиус тәрәпинен латын тилине аўдарылып Амстердам қаласында басып шығарылды. Нәтийжеде Европалықларға математикалық хәм астрономиялық география илимин түп нуска да үйрениўге мүмкиншилик туўылды.

Ахмед әл-Ферғанийдың жоқары геометрияның элементлерин қамтыйтуғын «Астролябияны соғыў ҳаққында китап» деген мийнети ҳәзирги ўақытлары да көп санлы оқыўшыларда қызығыўшылықты пайда етеди. Астролябия орта әсирлердеги жулдызлардың аспан сферасындағы координаталарын анықлайтуғын әсбап болып, Әл-Ферғаний оның қозғалмалы бөлимлерин соғыўдың тәртиплерин баянлайды. Китаптың басланғыш бөлеги стереографиялық проекциялар ҳаққындағы теоремаларды дәлиллеўден ибарат. Бул жерде хәр қандай геометриялық фигуралардың сфералардағы проекцияларын қурыўдың усыллары айқын көрсетилген. Усыған муўапық ҳәзирги күнде стереографиялық проекциялар усылы кеңнен қолланылатуғын Кристаллография, Минералогия хәм сол сыяқлы илимлердің қәлиплесиўинде Әл-Ферғаний уллы орын тутты деп есаплай аламыз.

Бул мийнетти үйренген хәр бир адам Әл-Ферғанийдың өзине шекемги хәм өз дәўириндеги уллы илимпазлардың мийнетлерин жақсы билгенлигин анық көреді. «Астролябияны соғыў ҳаққында» ғы китап IX әсирдің басында жазылған Мухаммед ибн Муўсаның «Тегис хәм шар тәризли фигураларды өлшеў китабында» келтирилип шығарылған геометриялық жаңалықлардың тиккелей даўамы болып саналады.

Әл-Ферғанийдың астрономиялық хәм математикалық мийнетлери өзинен кейин илимнің бул тараўларын раўажландырыў бағдарында зор хызмет етти. Мысал ретинде бизиң уллы жерлесимиз Әл-Берунийдің «Дөңгелектеги хордаларды оларда жүргизилген сынық сызықлардың жәрдемінде анықлаў» мийнетин алып қарасақ болады. Бул китапта Мухаммед ибн Муўса Әл-Хорезмийдің зиджинде (жулдызлар кестесинде) келтирилген әл-Ферғанийдың Қуяштың теңлемесин есаплаў жолы менен анықлаўы ҳаққында}, «Әл-Хорезмийдің зиджиндеги (жулдызлар кестесиндеги) Әл-Ферғаний тәрәпинен есаплаўлар жолы менен келтирилип шығарылған теориялық тийкарлармалардың дурыслығын мениң дәлиллеўим» атлы параграфлары Әл-Ферғанийдың жумысларының қандай дәрежеде илимпазларға белгили болғанлығынан дәрек береді. Әл-Ферғанийдың аспан денелериниң қозғалысын сыпатлаўға мүмкиншилик беретуғын математикалық мийнетлериниң нәтийжелери, әсиресе оның стереографиялық проекцияларды дүзиў бойынша ашқан жаңалықлары Омар-Хайям тәрәпинен XI әсирдің ақырында толық пайдаланылды.

Мырза Улығбектиң басшылығында жер жүзинде кеңнен тарқалған астрономиялық кестелердің дүзилиўинде де (Астрономиялық Султан-Қурағаний кестелери) Әл-Ферғанийдың астрономиялық хәм соған сәйкес математикалық мийнетлериниң кеңнен пайдаланылғанлығын атап өтемиз.

IX-XVI әсирлерде Әл-Ферғаний менен бир қатарда Орайлық Азия жерлеринен шыққан жүзден аслам илимпазлар жулдызлар хәм басқа да астрономиялық кестелер дүзиўшилер, астрономиялық әсбап-үскенелер соғыўшылар, астрономия, тригонометрия, алгебра хәм геометрия бойынша теориялық трактатлардың авторлары сыпатында даңққа бөленди. Олардың илимий мийнетлериниң нәтийжелери Европадағы қайта тиклениўге пайдалы бағдар болды. Мысалы XV әсирдің екінши ярымындағы пүткил Европадағы белгили математик хәм астроном Иоханн Мюллер 1464-жылы бириншилер қатарында астроном Әл-Ферғаний мийнетлерин пүткил математика илиминиң тарийхы сыпатында танып хәм тән алып, бул бойынша университетте лекция оқый баслаған. Бул бизиң жерлесимиздің уллы мийрасларына қаратылған айрықша дыққаттың белгиси, хұрметтиң көриниси екенлиги сөзсиз.

### Әл-Беруний

Әл-Беруний жасаған X ғасырдың ақыры хәм XI ғасырдың биринши ярымы Орайлық Азияда бириншиден мәдениеттің гүлленіуі, екіншиден хәр қандай мәмлекетлер арасындағы басып алыушылық бағдарындағы урыс-жәнжеллердің күшейіуі менен сыпатланады. X ғасырдың екінши ярымына келип пайтахты Гурганж (хәзирги Гөне Үргениш) қаласы болған арқа Хорезм хәм пайтахты Кәт қаласы болған кубла Хорезм мәмлекетлери биртекли раўажланыўға еристи. Кәт қаласында IX ғасырде тийкары салынған Баныў Ирак династиясына киретуғын Хорезмшах, ал Гурганжды болса Орайлық Азия мәмлекетлерин VII ғасырде басып алған араблар тәрәпинен қойылған әмирлер басқарды.

995-жылы Гурганжли әмир Мамун ибн Мухаммед Кәт қаласын бағындарып, Хорезмнің барлық бөлимлерин бириктирди, Хорезмшах өлтирилди, өзін Хорезмшах, ал Гурганж қаласын болса Хорезмнің пайтахты деп дағазалады. Усы дәуірден баслап Гурганжда X ғасырдың үлгисинде ири сарайлар қурыла баслады, қалада мәдений орайлар қәлиплести хәм бул жерлердеги өткерилген мәжилисlerde XI ғасырдың ең ири илимпазлары жыйналды. Хорезм аймағында мәдениеттің гүлленіуінде Мамун ибн Мухаммедтің улы хәм оның ақлығы Әлий ибн Мамун хәм Әбиў-л-Аббас Мамунлар үлкен орын ийеледи.

Бул ўақытлары Хорезм бир жағынан Самарқандлы Илекханның, екінши тәрәптен күдирети өсип баратырған Махмуд Ғазнаўийдің қәўпи астында турды. Усының ақыбетинде, әсиресе Махмуд Ғазнаўийдің Хорезмдеги болып атырған мәдений хәм экономикалық гүлленіуді көре алмаўынан 1017-жылы бәхәрде Ғазарасп қаласындағы Мамунның әскерлери менен тил бириктирип, көтерилис шөлкемлестириў нәтийжесинде Хорезмшах өлтирилди. Тахтқа Махмудтың аталасы Абдул-Харис Мухаммед ибн Әлий отырғызылды. Бирақ оның хәкимлик етиўи үш-төрт айдан аспады, 1017-жылы жаз айларында Хорезм ғәрезсизликтен айырылды хәм толық Ғазнаўийлердің қол астына өтти.

Тийкарынан басқа еллерди басып алыушылық, талаў менен өзіннің сиясатын жүргизген хәм Ҳиндстан, Иран, Орайлық Азияның бир қанша аймақларын бағындырған Махмуд Ғазнаўий 1030-жылы қайтыс болады. Оның орнына әкесинен тек кемшиликли тәрәплерин өзине мийрас етип алған улы Масъуд тахтқа келеди. Басып алыушылық сиясаты Ғазнаўийлер мәмлекетин хәлсиретип, 1040-жылы Селжуклар тәрәпинен қулатылады. Усының себебинен Хорезм қайтадан толық ғәрезсизликке ериседи.

Минекей усындай аўыр, тынышсыз хәм аласапыранлы тарийхый ўақыялардың барысында бизиң уллы жерлесимиз Әл-Беруний кәмалға келди хәм өзіннің өлмес мийнетлерин дәретти.

Әбиў Райхан Мухаммед ибн Ахмед Беруний 973-жылы 4-сентябринде Кәт қаласының қасында туўылды. Оның заманласларының хәм кейинги изертлеушилердің пикирлерлерине қарағанда Әл-Беруний исми «Қала сыртынан келген адам» деген мәнини билдиреди. Оның генеалогиясы белгисиз. Әбиў Райхан, Мухаммед ямаса әкесинің аты Ахмед айқын адам атлары емес, ал Әл-Берунийдің өзи тәрәпинен ойлап табылған атлар болса керек. Ол ата-анадан толық жетим қалғанлығына қарамастан айрықша зейинлиги хәм китапларға болған интасы арқасында терең билим алыўға ерискен. Сол ўақытлары Хорезмде бир грек илимпазы жасаған. Әл-Беруний оған хәр қандай өсимликлер, туқымлар, мийуелер терип алып келип, олардың атларының грек тилинде қалай аталыўын хәм жазылыўын үйренген. Киши жасларында ол жоқарыда аты аталған Баныў Ираклар династиясына кириўши бир қатар адамлардың дыққатын өзине қаратқан хәм олардың үйлеринде тәрбияланған. Солардың ишинде астрономия хәм математика бойынша әхмийетли илимий жұмыслардың авторы Әбиў Насыр Мәнсүр ибн Ирак Әл-Берунийдің илимпаз болып қәлиплесиўине өзіннің тиккелей тәсирин тийгизди. Ибн Ирак Хорезмшахқа арналған «Шах алмагести», «Азимутлар китабы», «Математикалық тәрбия»,

«Аспанның шар тәризлиги екенлиги хақында кітап» хәм басқа да мийнетлердің авторы. Бириншилер қатарында ол тегис хәм сфералық үшмүйешіліклер ушын синуслар теоремасын дәлилледі. 16 жастан баслап Әл-Беруний сол Ибн Ирактың басшылығында бәхәрги хәм гүзги күн теңлесіуі уақытларында Кәт қаласындағы Қуяштың бийиклигин өлшеген. Бул нәтийжелер изсиз қалған жоқ, ал алымның соңғы жазған кітаптарында өз орнын тапты. Ал 17 жасына шыққанда Әл-Беруний өз бетінше изертлеуі жұмыстарын бастады.

Тарихшылар қалдырып кеткен мийрасларға қарағанда, сол дәуірлерде Кәт қаласында әхмийетлі сауда жоллары кесіліскен, суы толған арналардың жағаларында бай хәм ири базарлар іслеп тұрған. Қалада хәр қандай илимий хәм мәдений жаңалықтарды алып келіуіші хәм хәмме елдерге таратыушы сырт еллі мийманлар көп болған. Міне, сонлықтан да буннан мың жыл бұрын хәзіргі Беруний қаласының орнында тұрған Кәттің жер жүзілік әхмийетке ийе сиясий, экономикалық хәм мәдений орай болғанлығы айрықша тилге алынады. Тап усы жағдайлар келтиріп шығаратуғын мәселелерді шешиуі зәрүрлиги хәм сол уақытлардағы адамлардың билим дәрежесине болған талаптар Әл-Берунийдің илимий-дәретиушілік мийнетине бағдар берді. Алымның мийнетлеринің нәтийжелери ең әуелден бастап-ақ адамзаттың әлемді көріуі горизонттарын кеңейтті хәм жер жүзі халықтарының ийгиліктери ушын көп әсирлер дауамында хызмет етті.

Жоқарыда сөз етилгендей, 995-жылы әмир Мамун ибн Мухаммед тәрәпинен Кәт басып алынады. Усыған байланысly тахттан түсірілген хәм қазаланған Хорезмшах пенен тиккелей байланысly болғанлығы себепли Әл-Беруний Рей қаласына (хәзіргі Тегеранның бир бөлімі) қашыуға мәжбүр болады. Усы уақыяға байланысly алым көп жыллар өткеннен кейін былай жазады (бул мақалада алымның мийнетлеринен үзінділер хәзіргі әдебий тилге жақынластырып аударылған): «Хәр қандай бахытсызлықтардан қәуіпсизлікті хәм тынышлықты үміт еткенліктен алған нәтийжелерімді ядлағаным жоқ. Оларды тек жазып алыу менен шеклендім. Бахытсызлық күтілмегенде басыма түскенде жазыуларымның барлығын хәм мениң тырысып іслеген мийнетлерімнің жемістерін толық жоқ етті»

Рей қаласында жас алым дәслеп хәр тәрәплеме қыйыншылықтарға ушырасады. Бирақ, кейіншелик ол сол уақытлардағы белгилі астроном, математик хәм астрономиялық әсбап-үскенелер соғыушы, хәзіргі Тәжікстанның Хожент қаласынан шыққан Әбиу Махмуд әл-Хожендий менен танысады. Ол кисі хақында Әл-Беруний «Астролябия хәм басқа да астрономиялық әсбаптар соғыуда өз дәуіріндегі айрықша қубылыс» деп жазды. Астрономиялық әсбаптар соғыу бойынша Әл-Хожендийдің тәліматы XV әсирдегі Улығбек обсерваториясындағы секстетті салыуда фундаменталлық тийкар болды. Сонлықтан да Әл-Хожендийді болажақ уллы алымның тәбияттаныуі илиминдегі қатаң эксперименталлық усыллардың тийкарын салыушылардың бири болып жетилисіуіне тиккелей тәсирін тийгизді деп есаплай аламыз. Ал Әл-Берунийдің дәреткен илиминің өзі болса, эксперименталлық жақтан қатаң тийкарланғанлығы менен ажыралып тұрды хәм ылайықлы бағаланды.

Арадан екі жыл өткеннен кейін әмир Мамун қайтыс болады хәм оның улы, жаңа Хорезмшах Әлий ибн Мамунның шақырыуы менен Әл-Беруний 997-жылы Кәт қаласына қайтып келеді. Тап усы уақытта оның Бухара қаласында жасап атырған өзінен сегіз жас киші Ибн Сина менен хат жазысыуы арқалы Аристотель тәліматы бойынша дискуссиясы бастанады. Бул хатлардан алымның философия бойынша да терең билимге ийе, пикирлеринің кескін және өткир екенлігі айқын көрінеді. Соның менен бирге усы дәуірде Әл-Берунийдің бизге жетіп келген дәслепкі «Секстат», «Картография» хәм «Астролябия» шығармалары дәретиледі.

Бирақ, Кәт қаласында илим-изертлеуі іслерін терең хәм кең түрде жүргізіуіге имканият болмады. Бул жердегі орнатылған илимий әсбап-үскенелер Әл-Берунийді қанаатландырмады. Соның ақыбетінде 999-жылдың басында ол өз уатанын таслап

Каспий теңизинин кубла бойларына кетеди хәм сол жердеги Гурган қаласында өзиниң ең бас муғаллими - астроном хәм шыпакер Әбиү Сахлем Ийса әл-Масихий менен ушырасады. Усының менен бирге Әл-Беруний Гурган хәм Табаристан эмири Зийарид Қабус ибн Ұәшмгирдин ғамхорлығында болады хәм оған арналған өзиниң көп әсирлер дауамында жер жүзилик әхмийетин жоғалтпаған «Хронология» («Өткен әуладлардан қалған естеликлер») атлы биринши ири шығармасын дөретти. Бул кітаптың жазылыуы пүткіл Шығыс илими ушын үлкен ўақыя болып есапланады. Сонлықтан да көпшилик тарийхшылар жер жүзи илиминиң раўажланыуындағы ХІ әсирдин биринши ярымын «Әл-Беруний дәуири» деп әдил түрде атайды.

Гурган қаласында алым тәрәпинен алты жыл дауамында 15 илимий мийнет, соның ишинде 2 кітап дөретилди. Бул ўақыт алымның илимдеги жедел түрдеги дөретиўшилик дәуириниң басламасы болып табылады.

1004-жылдың басында Хорезмшах Әлий ибн Мамунның шақырыуы менен Әл-Беруний Гурганж қаласына жумыс ислеўге келеди. Ал 1010-жылдан баслап тахтқа жанадан отырған Әбиү-л-Аббас Мамун ибн Мамунның илим мәселелери бойынша бас кеңесгөйи сыпатында алым мәмлекетлик ислерге араласады. Соның менен қатар кейинги мийнетлеринде өз сәўлесин тапқан астрономиялық, минералогиялық хәм математикалық изертлеўлерин дауам етеди. Гурганжға Кәт қаласынан математик Әбиү Насыр Ибн Ирак, Бухарадан Ибн Сина, басқа да аймақлардан философ Әбиү Сахл Масихий, шыпакер Әбиү-л-Хасан Хаммар хәм басқа да белгили илимпазлар келип ислей баслайды. Нәтийжеде бул аймақ Президент И.Каримовтың арнаўлы пәрманы менен 1997-жылы қайта тикленген «Мамун академиясы» деп аталатуғын ири илимий орайға айланады. Әл-Берунийдин «Салыстырмалы салмақлар» («Көлеми хәм салмағы бойынша металлар хәм қымбат баҳалы таслар арасындағы қатнастар ҳаққында кітап») атлы мийнети жарық көреді. Бул илимий мийнетте Архимед тәрәпинен ашылған хәм оның аты менен аталатуғын белгили нызам тийкарында ҳәзирги «Материалтаныў» илиминиң сол ўақытлары бизиң үлкемизде раўажланыуына үлкен салмақ қосылғанлығын көремиз. Соның менен бирге ол 18 қымбат баҳалы таслар менен металлардың салыстырмалық салмағын жүдә жоқары дәлликте анықлай алды. Әл Бериуний усы жыллары артезиан қудықларының ислеў принципін қатнас ыдыслары принципін менен салыстырыў арқалы дурыс түсиндирди (Усы дәуірлерде Батыста артезиан қудықлары еле белгисиз еді, Европада бундай қудық биринши рет 1126-жылы Францияда пайда болды).

Гурганж қаласында жасаған дәуиринде Әл-Берунийдин қолында көп сандағы жетилистирилген илимий әсбап-үскенелер болды. Ол өзиндеги диаметри 3 метрлик квадранттың жәрдемінде жүргизген астрономиялық изертлеўлерин тоқтатпады. Гидрологиялық хәм физикалық изертлеўлер менен шуғылланыўды баслады. Бирақ жоқарыда айтылғанындай Хорезмди Махмуд Ғазнаўийдин басып алыуына байланыслы Әл-Беруний 1017-жылдың жаз айларында Гурганжды таслап Ғазна қаласына көшиўге мәжбүр болды. Тутқынлар қатарында болғанлығына қарамастан, ол Ғазнаға өзи менен толық илимий архивин алып кетеди хәм ол жерге барыуы менен қурамалы және қыйын жағдайлар орын алған болса да, теперишлик пенен изертлеў жумысларын дауам етиўге киристи.

Өз гезегидде Махмуд Ғазнаўий заманының алдыңғы қатар билимли адамларының бири еді. Ол өз этирапына белгили илимпазларды, шайырларды, саяхатшыларды жыйнаған. Олардың ўазыйпасы тийкарынан Махмуд Ғазнаўийдин даңқын мәңгилестириўден ибарат болған. Соның себебинен, мысалы, орта әсирлердеги белгили шайыр Фердаўсийдың «Шахнама» шығармасы дүньяға келди. Әл-Берунийдин өзиниң жазыуы бойынша оның семьясындағы ҳаял-қызлар да билимли болған хәм хәтте илимий ислер менен де шуғылланған. Ислам Шығысында биринши рет Махмуд Ғазнаўий 1018-1019 жыллары мәмлекетлик медресе салдырған хәм оған көплеген кітаптарды, қолжазбаларды жыйнатқан. Соның менен бирге ол ислам динин ендириў сылтауы хәм динсизлерге қарсы ғазәўат байрағы астында қоңсы мәмлекетлерге болған урысларын

тоқтатқан жоқ. Бирақ бул шын мәнісінде басқыншылық урыстары еди. Мысалы 998-1030 жыллар аралығында Махмуд Ҳиндстанға, тийкарынан оның Пенжап хәм Кәшмир ўәлаятларына 17 рет топылыс жасады.

Дәслепки ўақытлары Ғазнада Әл-Берунийге салқын қатнас жасалған. 1018-жылы оның ықтыярында хеш қандай астрономиялық әсбап болмады. Бирақ, 1019-жылға келип, Әл-Беруний диаметри 4.5 метрге тең жоқары дәлликте өлшейтуғын квадрантқа ийе болды. Бундай әсбап сол ўақытқа шекем оның қолында болмаған еди. Соның менен бирге Әл-Беруний қосымша әсбап-үскенелер соғып алыў мүмкиншилигине де ийе болды. Сонлықтан да, алымның Ғазна қаласындағы өмириниң илимий нәтийжелер менен табыслы болыўы ушын қолайлы шараятлар жеткиликли дәрежеде жаратылды деп болжап айта аламыз.

1022-1024 жылларда Ҳиндстанға болған топылыслар дәўиринде Әл-Беруний Махмуд Ғазнаўийдиң қасында болды, ал 1034-жылы өз ўатанына барып қайтыў мүмкиншилигине еристи. Ол өмириниң қалған бөлимин толығы менен Ғазна қаласында өткерди. Алымның бул қаладағы өмирин төмендегидей үш бөлимге бөле аламыз:

Дәслепки 1018-1029 жылларды «Геодезиялық» дәўир деп атаймыз. 1025-жылы оның жер жүзине таралған «Геодезия» («Елатлы пунктлер арасындағы қашықлықты анықлаў ушын орынлардың шегараларын белгилеў») атлы мийнети жарыққа шығып, онда 990-жыллардан баслап жыйнаған хәм өзи тәрәпинен алынған илимий нәтийжелерди улыўмаластырады. Әл-Беруний бул мийнети ҳаққында былай жазады: «Мениң сөзимде (мийнетимде) айтыўға умтылып атырған ақырғы мақсетим... белгили болғай. Егерде оны улыўма түрде алсақ Жердиң қәлеген орнының координаталарын шығыс хәм батыс арасындағы узынлық, арқа менен кубла арасындағы кеңлик бойынша, соның менен бирге орынлар арасындағы қашықлықты, азимутларды бир бирине салыстырып анықлаў усылларын баянлаў болып табылады».

«Геодезия» мийнети үлкен кирисиў бөлиминен, бес теориялық баптан хәм айқын геодезиялық мәселелерди шешиўге қаратылған мысаллардан турады. Бул китаптың дәреўинде Әл-Берунийдиң Жер шарының өлшемлерин анықлаў бойынша Ҳиндстандағы Нандна қорғанының қасында өткерген есаплаўлары айрықша әҳмийетке ийе. Оның алған нәтийжелери бойынша Жер шарының радиусы 6613 км ге тең (хәзирги замандағы қабыл етилген мәниси 6371 км). Усы тийкарда Әл-Беруний хәр қандай қалалардың ямаса берилген орынлардың астрономиялық усыллар менен анықланған кеңлик хәм узынлықлары бойынша сфералық Жер бетиниң қайсы ноқатына сәйкес келетуғынлығын анық айта алды. Бизиң уллы жерлесимиз әййемги грек илиминде дәстүрге айланған адамлар тек ғана Жер шары бетиниң бир шерегинде жасайды деген көз-қарасы менен пүткиллей келиспеди. Европаның батысы менен Азияның шығысының Жер шарының арғы тәрәпи арқалы қандай қашықлықлардан кейин тутасатуғынлығын баҳалай алды хәм ол тәрәпте курғақшылықтың бар екенлигин дурыс болжады. Әлбетте, бул болжаў кейинирек дурыс болып шыққан болса да Әл-Берунийди Американы биринши болып ашты деп пикир айтыў ҳақыйқатлыққа сәйкес келмейди.

Әл-Берунийдиң «Геодезия» сында Африка материгиниң формалары, Балтық, Ақ теңиз, Қытайдың шығыс тәрәплери ҳаққында жеке болжаўларын сыпатлайды хәм өзиниң теңизлер теориясын баянлайды. Бул мийнетте Әмиўдәрьяның Каспий теңизине қуйғанлығы ҳаққында мағлыўматлар келтирилген. Сондай-ақ китапта Әл-Берунийдиң 990-жыллары Жердиң ярымшар түриндеги моделин (ярым глобусты) дәреткенлигин жазады. Солай етип уллы алымымыздың дүньяда биринши болып глобусты соққанлығы ҳаққында мағлыўматқа ийе боламыз.

Орта әсирлердеги пүткил араб географиясы бойынша әдебиятта Әл-Берунийдиң «Геодезия» хәм басқа да мийнетлеринде баянланған география салмақлы орын тутады.

Ғазна қаласында алымымыз тәрәпинен 1030-жылы жарыққа шығарылған хәм Жер жүзи илими менен пүткил адамзат мәдениятында көрнекли орын тутатуғын мийнет «Ҳиндстан» (толық аты «Ақылға муўапық келетуғын ямаса бийкарланатуғын Ҳиндлерге



тийисли тәлиमतларды түсиндириў») деп аталады. Бул kitapты жазыў ушын материалларды алым Ҳиндстанға болған сапарында, сондай-ақ Махмуд Ғазнаўийдин әскерлерине тутқынға түскен илимпазлардан, әскербасылардан хәм басқа да сауатлы адамлардан жыйнаған. Бул ҳаққында Әл-Беруний «Мен мүмкиншилигине қарай өзимнің барлық күшимди ҳинд kitapларын табыўға хәм сол kitapлар жасырылған орынларды билетуғын адамларды излеўге жумсадым» деп жазады.

Ҳинд илими менен мәденияты жер жүзи илими менен мәдениятының раўажланыўына әйем заманлардан берли өзиниң унамлы тәсирин тийгизип келди. Солардың ишинде, мысалы, ҳәзирги ўақытлары пүткил жер жүзинде қабыл етилген араб цифрлары деп аталатуғын цифрлар (тоғыз цифрға хәм нолге тийкарланған онлық система) шын мәнисинде VII әсирлерде толық қәлиплескен, соңынан деслеп арабларға, кейиншелик европалыларға таралған ҳинд цифрлары болып табылады.

Әл-Берунийдин «Ҳиндстан» мийнетинде Ҳиндстанның руўхый мәдениятының өзгешеликлерин баянлаў тийкарғы орынды ийелейди. Бул жерде автордың ҳиндлердин географиялық хәм космологиялық көз-қараслары менен толық таныс екенлиги қәлеген оқыўшыны таңландырады. Kitapтың 80 бабының хәммесинде де Әл-Беруний өзиниң улыўма ескертиўлеринен кейин көп сандағы ҳинд авторларының жумысларынан үзиндилер келтирип, оларды мусылманлардың, әйемги греклердин, иранлылылардың, қытайлылардың хәм басқа да халықлардың теориялары хәм өзиниң жеке пикирлери менен салыстырады. Усындай жоллар менен илимди түсиндириўдин, басқа халықларға жеткизиўдин әҳмийетин ҳеш нәрсе менен салыстырып болмайды.

Әл-Беруний «Ҳиндстан» kitaby менен бир қатарда 1029-жылы «Жулдызлар ҳаққында илим» деген мийнетин де жазып питкерди. Бул kitap астрономия менен астрологияны үйрениўшилер ушын оқыў қуралы болып табылады хәм сол ўақытлары әҳмийетли болған 530 сораўға жуўапты өз ишине қамтыйды. Ең қызығы соннан ибарат, автор бул мийнетин өзиниң ана тили болған хорезм тилинде емес, ал араб хәм парсы тиллеринде жазған хәм олар бизиң дәўиримизге шекем толығы менен келип жеткен. Әл-Беруний усы kitapтың кирисиў бөлиминде «Әл-Беруний айтты: оқыў хәм қайталаў арқалы әлемнің дүзилисин билиў хәм аспанның, Жердин фигурасы қандай, олар арасында не бар екенлиги үйрениў жулдыз санаў өнери ушын жүдә пайдалы. Өйткени усындай жоллар менен тәлим алған адам ғана бул өнер менен шуғылланыўшылардың пайдаланатуғын тилин үйренеди хәм сөзлериниң мәнисине түсинеди. Бул өнердин хәр қандай себеплерин хәм дәллилеўлерин үйренип оған еркин ой жуўыртыў арқалы қатнас жасайды. Сонлықтан бул kitapты әл-Ҳасанның қызы хорезмли Райханға оның өтиниши бойынша түсиниў жеңил болыўы ушын сораў-жуўап түринде дүздим...» деп жазған.

Оқылыўы жеңил бул kitapта алымның данышпанлығы айрықша дәрежеде көринеди. Kitap «Геометрия», «Арифметика», «Астрономия», «География», «Астрологиялық астрономия», «Астрология» хәм басқа да бөлимлерден турады және өзиниң көрсетпелилиги менен хәр бир оқыўшыны таңландырады. Мысал ретинде «Қус жолы деген не?» деген мазмундағы 167-сораўды алып қараймыз. Жуўапта Қус жолының сыртқы формаларының қандай екенлигин хәм қандай жулдызлар топары арақалы өтетуғынлығын айта келип «Аристотель Қус жолын түтин түринде шашыраған оғада көп сандағы жулдызлардан турады деп есаплады, оларды хаўадағы думанлар хәм бултлар менен салыстырды» деп жазады. Бул мысал данышпан алымымыздың ҳақыйқатлықты дурыс көре хәм баҳалай алғанлығын айқын дәлилледейди.

1030-1037 жыллар Әл-Беруний өмириниң дөретиўшилик дәўириниң ең жоқарғы шыңы болып табылады. Бул дәўирде тахтта Махмудтың улы Масъуд отырды. Елде Әл-Берунийге деген исеним хәм ҳүрмет артты. Оған жемисли мийнет етиўи ушын толық жағдайлар жаратылды. Усы ўақытлары ол өзиниң ҳеш қашан әҳмийетин жоғалпайтуғын астрономия хәм математика бойынша энциклопедиялық мийнет болған «Масъуд канон» ын жаратты. Әлбетте, 1030-жылы 57 жасқа шыққан алымның өзи астрономиялық хәм басқа да өлшеўлер менен тиккелей шуғыллана алған жоқ. Ол бул дәўирде тийкарынан

өзинің заманына шекемги илимди (кітапта 490 алымның бул тараўдағы жұмыслары ҳаққында мәлимлеме келтирилген), жас ўақытларында алған илимий нәтижелерин улыўмаластырды ҳәм келеси әўладлар ушын кітаплар түрінде мәңги мийрас болатуғын естеликлер қалдырды.

Дүньялық илимий әдебиятта адамзат тарийхында тәбияттаныў бойынша шыққан ҳәм оның буннан былай раўажланыўына өзинің тиккелей тәсирін тийгизген ең әҳмийетли еки-үш мийнеттиң биреўи грек илимпазы Клавдий Птолемейдиң бизиң эрамыздың II әсиринде жазылған «Алмагест» кітабы болып есапланады деп айтыў қабыл етилген. Бирақ, әдиллик ушын «Масъуд каноны» ның «Алмагест» тен мазмунының тереңлиги, келтирилген илимий нәтижелердиң кеңлиги, анықлығы ҳәм дәллиги бойынша анағурлым жоқары туратуғынлығын айрықша атап өтемиз. Соның себебинен, мысалы, арадан 200 жыл өткеннен кейин дүньяға белгили араб географы Якут «Масъуд каноны» ның жер бетиндеги математика ҳәм астрономия бойынша барлық кітапларды алмастырғанлығын, ал авторының әҳмийетиниң Птолемейдиң жер жүзи илиминде тутқан әҳмийетинен де асып кеткенлигин дәлиллеп көрсетти.

Кітаптың кирисиў бөлиминде автор былай жазады «Мен барлық ўақытта математиканың бир тараўы менен (астрономия менен - Б.Ә.) тығыз байланыста болдым, оған жармастым, оған өзимди бағышладым. Бул тараў мени дүньяға келиўимнен баслап-ақ үзликсиз қызықтырды. Сонлықтан өзимди даналық мөри басылған Масъудтың кітаплар байлығына хызмет етиўимди, Масъудтиң абырайлы, бийик аты менен аталатуғын астрономия өнери бойынша канонды дүзиў керек деп таптым... Бул кітап басқа жазба естеликлер арасында ең көп жасайтуғын ҳәм егер ығбал алып бара қойған жағдайларда Жер жүзиндеги ҳәмме орынларда пайдаланыўға жарайтуғын қолланба болады.

... Ҳәр кимге өз тараўы бойынша не ислеўи керек болса мен де сол жол менен жүрдим. Өзиме шекемги илимпазлардың мийнетлерин ҳүрмет пенен қабыл еттим, қәтеликлери табылған жағдайларда тартынбай дүзеттим.... Мен уллы ҳәм мәртебели Алла-таалаға усы нийетимниң әмелге асыўында мени қоллаўын ҳәм дурыс жол көрсетиўин сорап табынаман. Ҳәр бир инсанның тәбиятына тән болған қәтеликлер жиберийден сақлағай деп Аллаға сыйынаман».

Кітапта тийкар етип алынған көз-қарас бойынша «Дүнья тутасы менен алғанда ишки бөлими қозғалмайтуғын шекли сфера тәризли дене... Шеңбер бойынша қозғалатуғын дүньяның бөлимин жоқары дүнья, ал туўры сызық бойынша қозғалатуғын дүньяны төменги дүнья деп атаўға болады... Шеңбер бойынша қозғалыўшы денелердиң жыйнағын улыўма түрде эфир деп атаймыз... Эфир жети планета бойынша бири бирине тийип туратуғын жети сфераға бөлинеди. Жети сфераның үстинде барлық қозғалмайтуғын жулдызлар орналасқан сегизинши сфера жайласады.

Ҳәр бир планета дүньяны тәртипке салып турыўшы жаратыўшының қүдиретлилиги ҳәм даналығы менен дөретилген ҳәм өзлери ушын анықланған ўазыйпаларды орынлаў ушын дүньяда орнатылған ызамалар бойынша қозғалып жүреди», - деп жазады алымымыз.

Әл-Беруний барлық мийнетлеринде, соның ишинде айрықша «Масъуд каноны» кітабында өзине шекем қәлиплекен төмендегидей космологиялық жағдайларды толық қабыл еткен: аспан өзиниң пишинлери бойынша да, қозғалысы бойынша да сфералық, Жер өзиниң формасы бойынша сфера тәризли, Жердиң орайы пүткил Әлемниң орайына сәйкес келеди, аспан сферасының өлшемлерине салыстырғанда Жердиң өлшемлери сезилерликтей үлкен емес, Жердиң өзи ҳеш қандай қозғалысқа қатнаспайды, аспанда батыстан шығысқа қарай ҳәм шығыстан батысқа қарай болған қозғалыслардың еки түри әмелге асады.

Әлбетте, ҳәзирги заман көз-қараслары бойынша биразы надурыс болған бундай космологиялық жағдайлардың алым тәрәпинен қабыл етилиўи физика илиминдеги қозғалыс ызамаларының ол дәўирде еле ашылмағанлығының себебинен болып табылады.

Бул ызымлар Өл-Беруний заманынан алты эсирден соң белгили астрономлар Н.Коперниктиң гелиоорайлық системасы және И.Кеплердиң аты менен аталатуғын планеталардың қозғалыс ызымлары табылғаннан кейин XVII эсирде И.Ньютон тәрәпинен толық ашылды хәм пүткил тәбияттаныўды дурьс жолға салды. Бирақ, бундай жағдай алымның буннан дерлик мың жыл бурын жазылған мийнетиниң қунын, гөззаллығын, адамларды өзине тарта алыў қәбилетлилигин хеш қандай төменлете алмайды.

Ғазнаўийлер мәмлекети қулағаннан кейинги 1040-1048 жыллары Өл-Беруний Ғазна қаласын таслап кеткен жоқ. Бул ақырғы дәўир оның дәрәтиўшилиқ энергиясының төменлеў, кекселиктиң басланыў, денсаўлығының, эсиресе көзлериниң көриўиниң пәсейиў дәўири болды. Алым астрономия илими менен шуғылланыўды пүткиллей тоқтатты, ал оның орнына минералогия хәм фармакогнозия бойынша жумысларға тийкарғы дыққатты қаратты. Нәтийжеде Өл-Беруний бул ўақытлары адамзат тарийхының өлмес естеликлери болып қалған «Минералогия» (толық аты «Қымбат бахалы затларды таныў ушын арналған мәлимлемелердиң жыйнағы») хәм «Фармакогнезия» («Медициналық дәрилер ҳаққында китап») мийнетинлерин дәрәтти. Алым шапакер болған жоқ, соның менен бирге дәрилиқ қәсийетлери болған өсимликлердиң, басқа да затлардың адам организминде тәсири ҳаққында пикирлерин жазған жоқ. Ал «Фармакогнезия» болса Өл-Беруний заманына шекемги дәрилиқ затлар ҳаққындағы жер жүзлиқ тәлиматты қамтыйтуғын энциклопедиялық мийнет болып табылады.

Өмириниң ақырғы күнлерине шекем Өл-Беруний 140 тан асламырақ мийнет жазды. Солардың ишиндеги 113 мийнеттиң дизимин 1036-жылы өзи жазып қалдырды хәм бул дизим бизиң дәўиримизге шекем жетип келди. Хәзирги әўладтың қолларына келип жеткен мийнетлериниң саны 26 хәм олар алымның ең әҳмийетли шығармаларын курайды. Хәзирги күнлери Өл-Берунийдиң мийрасларын излеп табыў және қайта тиклеў жумыслары жер жүзи масштабында жүргизилип атыр.

Өл-Беруний 60 жылдай жемисли мийнетинен кейин 1048-жылы декабрь айында Ғазна қаласында 75 жасында Масъудтың улы Мәўдиттиң кишкене ғана сарайында қайтыс болды. Алымның өмириниң ақырғы саатлары ҳаққында төмендегидей тарийхый мағлыўматлар бар.

Хәзирги жыл есаплаў бойынша 1048-жылы 11-декабрь күни кеште оның жағдайлары төменлеген хәм усыған байланысly сарай хызметкери Әбиў Фазылға Әбиў Хәмидти тез шақырыўды сораған. Ол ақыл-хушын жоғалтпай, толық санасында қайтыс болған. Әтирапындағылардың жыллы жүзлиқ пенен атларын айтып, оларға жақсы тилеклер тилеген. Өл-Берунийдиң алақанына шекесин тийгизген қазы Әбиў Хасан Ыәлўәлийжийден «Хийлекерлик жоллар менен табылған пайданы есаплаў усыллары ҳаққында сен маған бир ўақытлары не айтқан едиң?» деп сораған. Усы сораўды еситкен Әбиў Хасан Ыәлўәлийжий «Усындай аўхалда турып сорап атырсаң ба?» деп таңланған. Ал Өл-Бериўний болса «Усы нәрсени билип болып бул дүньядан кетиў дүньядан надан болып кеткеннен жақсы ғо». Алымның усы гәпин еситип хәмме күлген, ал Өл-Беруний болса көзин ақырғы рет жумған.

Өмириниң ақырында оның бийтаплық хәм аўыр ҳалынан хабардар болғандай илимпаздың я бала-шағасы, я ағайын-туўғаны болған жоқ. Алымымыздың қәди-қымбатын билген аз сандағы сарай илимпазлары, басқа да алдыңғы қатар адамлар оны ең ақырғы жолға шығарып салды хәм басына елеспесиз мақбара орнатты. Ыақыттың өтиўи менен бабамыздың қәбири умытылды.

Солай етип бизиң аты әлемге белгили алымымыз ақырғы деми жеткенше өзін илимге бағышлады. Оның несийбесине аўыр өмир тийди. Жаслық шағы киси есигинде, өмириниң қалған бөлегиниң дерлик барлығы патшалар, ханлар сарайларында өтті. Сонлықтан да Өл-Беруний бабамыз кейинги әўладқа өзиниң китапларынан басқа хеш нәрсе де қалдыра алмады.

### Улығбектің Самарқандтағы илимий мектебі хәм академиясы

Бир ярым әсирдей хұкимлик еткен монгол татарларының аўхалы XIV әсирдің орталарында бираз қурамаласты. Мәселен, тарийхый дереклерден биз усы әсирдің 40-жыллары Мавереннахрда монгол татарларынан Қазан ханды ушыратамыз. Бул хан өзиниң үстемлигин арттырыў барысында урыў хәм тайпалардың басшылары менен душпаншылығын күшейтти. Усындай жақдайларға байланыслы 1346-жылы Қазан Қазаған басшылығындағы урыста өлтирилди. Ол Мавереннахрға үстемлик ете баслады. Ал бурынғы Шақатай мәмлекетиниң қалған бөлеги дулатлар урыўының басшысы болған басқа әскербасының қол астына өтті. Бул адамлар Шыңғысханның урпақларынан емес. Сонлықтан да, жоқарыда аты келтирилген адамлардың мәмлекет басына келиўин монгол татарларының хұкимлигиниң Мавереннахрдағы ақыры деп қараўымызға болады.

Қазаханның өзи күйеў баласы тәрәпинен 1358-жылы өлтириледі. Буннан кейин хұкимлик оның баласы Абдуллаға өтті. Мавереннахрдың пайтахты Самарқандқа көшиўи Абдулланың аты менен байланыслы. 1362-жылы монгол ханы Тулук-Тимур Мавереннахрды қайта басып алыў мақсетинде шабыўыл жасады. Болажақ әмир Тимурдың биринши сәтли әскерий хызметлери басланды хәм ол Шахрисабз бенен Қаршының хәкими етип тайынланды. Қазақанның ақлығы болған Хусейн менен Тимур биргеликте хәрекет етти, биресе бир-бирине қарсы гүрес жүргизди. Усындай хәрекетлердің нәтийжесинде Тимур 1370-жылдан баслап пайтахты Самарқанд болған Мавереннахрдың әмири дәрежесине жетти.

Тимур тәрәпинен хәкимшилик етилген мәмлекет мусылман хәм парсы мәдениятларының элементлери бар, түрк-монгол әскерий дүзимге ийе мәмлекет еді. Алтын орданы қыйратыўы. Иранға, Кавказ еллерине, Индияға, Киши Азияға болған басып алыўшылық топылысларының нәтийжесинде Тимур мәмлекетиниң шегаралары әдеўир кеңейди хәм күдирети асты. Самарқанд қаласында үлкен архитектуралық әхмийетке ийе болған сарайлар, оқыў орынлары салынды. Соның менен бирге Мавереннахрдың пайтахтының экономикалық хәм мәдений турмысына Индия, Қытай, Иран, Шығыс Европа менен болған тығыз қатнас әдеўир унамлы тәсирин жасады.

Улуғбек (Тимурдың баласы Шахрухтың улы) 1394-жылы 22-март екшемби) күни Султанияда Тимурдың Иранға хәм Киши Азияға болған екінши бес жыллық шабыўылы ўақтында туўылды. Балаға Мухаммед Тарақай аты қойылды (Тарақай Тимурдың әкесиниң аты). Кишкене ўақтынан баслап болажақ илимпаз әмир Тимурдың үлкен хаялы Сарай-Мүлик ханымына тәрбияға бериледи. Улуғбек 1405-жылы 18-февраль күни Тимур қайтыс болғанға шекем дерлик барлық ўақытлары атасы жүргизген шабыўылларда бирге алып жүриледі, әмирдің шет ел елшилерин қабыллаў салтанатларына қатнасты. Бираз жыллардан кейин Тарағай кем-кемнен Улуғбек (Мырза Улуғбек) аты менен алмастырылды.

Тимур қайтыс болғаннан кейин оның балалары арасында әкеден қалған мийрасты бөлиўге хәм сиясий үстемшиликке байланыслы үлкен жәнжеллер, урыслар басланды. Соңғы бес жыл ишинде мәмлекет тийкарынан екиге бөлінди. Мавереннахрда 1409-жылы тахт басында 15 жасар Улуғбек келди. Пайтахты Герат болған Тимур мәмлекетиниң түслик бөлими Улуғбектің әкеси Шахрухтың қол астына өтті.

Улуғбектің қандай билим алғанлығы хаққында тарийхта дерлик хеш нәрсе қалмаған. Оны жаслық ўақытында тәрбиялаған Сарай-Мүлик ханым да, қамхорлық еткен Шах-Мелик те саўатлы адамлар болмаған. Бирақ Улуғбектің әкеси Шахрух кітаплар оқығанды, жыйнағанды жақсы көрген. Ол Герат қаласында сол ўақытлардағы ең бай кітапхана дүзди. Улуғбек бул кітапханада көп жумыс иследи. Жоқарыда келтирилген Платонның, Аристотель, Гиппарх, Птоломей, ал-Ферганий, Әл-Беруний, Әбиў-Әлий ибн-Сино, ал-Хорезмий хәм Омар Хайямның жумыслары менен танысты.

1417-жылы Улуғбек Самарқандта медресе салыўды баслады. Бул қурылыс үш жылда питти. Медресениң оқытыўшыларын Улуғбектиң өзи таңлап алған. Мысал ретинде олардан Мухаммед-Хавафиди (медреседеги биринши лекцияны оқыған адам), математик хәм астрономлар Салахутдин-Муўса-бин-Махмудты (Қазызада деп те аталады), Ғияс-ад-дин Жәмшид бин-Масъудты (бул киси 1416-жылдың өзінде астролябия ҳаққында трактат жазды), Муин-ад-дин-ди, оның улы болған Мансур-Қашыны, Улуғбек мийнетлериниң түсиндириўшиси Әлий-ибн-Мухаммед Биржанжийди көрсетиўге болады. Медреседе тийкарғы дин таныў менен бирге математика хәм астрономия оқытылған.

Мавереннахрдың эмири болыўдың барысында Улуғбек көплеген шәкиртлер де таярлады. Олардың ишиндеги ең көрнеклилеринен Әлеўәтдин Әлий-ибн-Мухаммед Қусшыны, кейин ала Улуғбектиң мийнетлерин халықлар арасында кеңнен таркатыўға үлес қосқан Марям Шалабийди атап өтемиз.

Гейпара тарийхый дереклер бойынша Улуғбектиң 1417-жылы астрономиялық бақлаўлар жүргизиў ушын обсерватория салыўға бағышланған кеңес өткергенин билемиз. Бул ҳаққында мәселен Улуғбектиң заманында жасаған Әбдиразак Самарқандий былай деп жазады. “...Усы мақсетте ол (Улуғбек) өзлериниң ислерин жақсы билетуғын тәжирийбели математиклерди, геометрлерди, астрономларды, қурылысшыларды шақырды. Кеңесте сол ўақыттың Платоны Салхутдин-Муўса Қазызада, сол ўақыттың Птоломейи Әлий Қусшы, Ғияс-ад-дин Жамшид, Муўин-ад-дин ... лер қатнасты” (кейинге екеўи басқа жерлерден шақырылған). Улуғбек алдыңғы қатар илимпазлардың бул жыйналысында сол ўақытларға шекем астрономия илимине үлес қосқан Бағдад, Дамаск, Исфахан, Мараге обсерваториялары ҳаққында гәп еткен. Ғияс-ад-дин Жамшид бин-Масъуд сол ўақыттағы астрономиялық әсбаплар ҳаққында баянат иследи. Кеңес қатнасыўшылары болажақ обсерваторияда исленетуғын изертлеў жумысларының зәрүрлигин де атап көрсеткен. Усы жерде Орта әсирлердеги Орайлық Азия халықларының илимпазларында өзлеринен бурынғы ойшыллар қалдырған мийрасларға үлкен хұрмет пенен қараў, мийнетлеринде өзлеринен бурынғылардың исенимли етип тексерилген нәтийжелерин келтириў дәстүрлериниң бар болғанлығын айтып өткенимиз орынлы болады.

1417-жылғы кеңесте астрономиялық обсерваторияның қурылыўының, оның қандай болыўының керекли екенлиги ҳаққындағы мәселелер шешилген. Усы шешим бойынша обсерваторияда сол ўақытлардағы ең дәл өлшеўлер жүргизилиўиниң кереклиги, бундай өлшеў жумысларының әсирлер даўамында алып барылыўының зәрүрлиги мойынланған. Тарийхый дереклер обсерваторияның да үш жылда питкерилгенлигин айтады.

Жоқарыда келтирилген мысаллардың барлығы да Улуғбектиң илимдеги жалғыз изертлеўши болмағанын, ал оның өзиниң этирапына көплеген илимпазларды топлағанын, илимди, мәдениятты раўажландырыў мақсетинде медреселер, обсерваториялар салдырғанлығынан дерек береді. Соның менен бирге медреселерде, обсерваторияда көплеген китаптар жыйналған. Адамзат тарийхында бундай әмир-илимпазды биринши мәртебе ушыратамыз.

Обсерваторияның қурылыс ҳаққында гәпти кейинирекке қалдырамыз хәм Улуғбек, оның илимий хызметкерлери тәрәпинен алынған нәтийжелерди баянлаймыз.

Улуғбек басқарған илимий жумыслардың ең тийкарғы нәтийжелер “Улуғбек Зиджи” ямаса “Қурағаний Зиджи” деп аталатуғын астрономиялық кестелерде берилген (Қурағаний аты Улуғбектиң кейин журтына байланыслы келип шыққан хәм оның заманласлары тәрәпинен гейде Улуғбек Қурақоний деп те аталған). Жигирмалаған жыл ишинде жүргизилген бақлаўлардың нәтийжедерин өз ишине алатуғын бул мийнет кирисиўден хәм астрономиялық кестелердиң өзинен турады. Улуғбектиң 4 бөлимнен туратуғын кирисиўиниң теориялық хәм методологиялық әхмийети уллы.

Кирисиўдиң биринши бөлимінде греклердиң, сириялықлардың персиялықлардың, Қытай халықларының, уйқурлардың календардары, жыл, ай хәм олардың бөлимлери ҳаққында терең мағлыўматлар берилген. Текст Шығыс илимпазлары тәрәпинен алынған нәтийжелерди басқа астрономлардың аңсат қоллана алыўы ушын көпсанлы кестелер

менен байытылған. 22 баптан туратуғын екінші бөлімі астрономия илиминің усылларын тәрийплеўге бағышланған. Үшінші бөлімнің 13 бабы Қуяштың, Айдың хәм планеталардың аспан сфферасында анықлаў усылларын баянлайды. Қалған еки бап Қуяш пенен Айдың тутылыўларын өз ишине алады.

Кирисиўдің кейинги 4-бөлімі астрологияға бағышланып аспан денелеринің жайласыўларының адам тәғдирине тәсирин тийкарлаўды қамтыйды. Усы жерде астрологиялық мәселелерди шешиўдің Улуғбек хәм оның заманласлары ушын ең тийкарғы мәселелердің бири болғанын аңғарыўымыз керек.

Улуғбектің жүргизген илимий жумысларының динге қайшы келмегенлигин де айтып өтиўимиз керек. Бул ҳаққында жоқарыда аты келтирилген ибн-Юнус былай жазған “Аспан денелерин изертлеў динге жат емес. Тек усы изертлеўдің нәтийжелери ғана намаз оқыўдың ўақтын, ораза пайынтында аўқат жеўге, суў ишиўге болмайтуғын ўақытта билемиз. Қуяш, Ай тутылғанда қудайға өз ўақытында сыйыныў ушын қашан тутылыў болатуғынлығын алдын-ала билиў керек. Бундай изертлеўлер намаз оғылғанда адам жүзин қаратып турыў ушын Қабаның қайсы тәрәпте екенлигин билиў ушын зәрүрли... “.

Улуғбектің кестелеринде астрономияның тийкарғы турақлылары берилген. Мәселен Улуғбек бойынша жулдызлық жылдың узынлығы 365 күн 6 саат 10 минут 8 секунд (хәзирги күнлери қабыл етилген мәнисинен 1 минут 2 секундқа көп). Улуғбек бойынша Сатурн планетасы жылына 12 градус 13 минут 39 секундқа аўысады (хәзир қабыл етилгенинен 3 секундқа артық). Бундай масылларды көплеп келтириў мүмкин. Олардың барлығы да Улуғбектің жүргизген өлшеўлеринің қандай дәрежеде дәл болғанлығын көрсетеди.

Улуғбек фундаменталлық әҳмийетке ийе дәл жулдызлар кестесин дүзиўдеги Гиппархтан кейинги астроном болып табылады. Бул кесте 1018 жулдызды өз ишине алады. Солардың 900 инің узынлығы (долгота) хәм 878 инің кеңликлери (широта) Улуғбек обсерваториясында өлшенген (солардың ишинде 700 жулдыздың еки астрономиялық координатасы болған узынлық хәм кеңлик обсерватория хызметкерлери тәрәпинен толық қайта өлшенген). Қалған жулдызлардың узынлықлары хәм кеңликлери сол ўақытқа шекем белгили болған кестелерде көрсетилген жулдызлардың узынлықлары менен кеңликлерине дүзетиўлер киргизиў жолы менен пайдаланылған. Улуғбек ушын Әбдирахман Суфийдің жулдыз кестеси тийкарғы болып табылды. Өз гезегинде бул кестедеги нәтийжелердің басым көпшилиги Птоломей кестесинде бар болып шықты. Улуғбек кестелери дәлліги жағынан сол ўақытқа шекемги ең дәл болған Гиппарх кестелеринің дәллігинен жоқары турып Тихо Браге (1546-1601) заманына шекем бириншиликти қолдан бермеди (Тихо Браге тәрәпинен алынған дәл нәтийжелер Кеплер тәрәпинен пайдаланылып, белгили үш ызамның (Кеплер ызамларының) ашылыўының себепшиси болды).

Улуғбек кестелерде келтирилген математикалық изертлеўлер хәзирги күнлерге шекем әҳмийетин жоғалтқан жоқ. Кестелердің тригонометриялық кестелерге бағышланған бөлімі синус, косинус хәм олар арасындағы қатнастарды тәриплеў менен басланады. Улуғбек бул жерде минутлардың синусларының келтирилгенлигин, ал секундлардың синусларының интерполяцияның жәрдемінде есаплаўдың мүмкинлигин жазады. “Синуслардың хәм саялардың (тангенслер менен котангенслер) кестесин есаплаў, - деп жазды Улуғбек, - усы ўақытқа шекем ҳеш ким исенимли етип анықланбаған бир градустың синусына тийкарланған“. Нәтийжеде бир градустың синусы ушын 0,017 452 406 437 283 571 шамасы алынды. Бундай дәл есаплаўларды жүргизиў ушын қанша есаплаўшылардың қатнасканын айтыў қыйын. Хәзирги ўақытлары көпшилигимиздің қолларымызда есаплаў машиналары бар болғанлықтан жоқарыда келтирилген мысалдың дурыс екенлигин тексерип көриўди оқыўшыларға усыныс етемиз.

Өзинің мийнетлеринде Улуғбек өзине шекем қабыл етилген Птоломей системасы тийкарындағы көз-қарасларда турады. Оның алған нәтийжелери (өлшеў дәллігинің еле де жеткиликсизлиги), сол замандағы көз-қараслар Улуғбекке гелиоорайлық системаға

өтиу бойынша революциялық пикирлер айтыуға мүмкіншілік бермеді. Бірақ қалай деген менен Улуғбек кестелерін, оның менен бірге ислескен илимпазлардың мийнеттерін оқығанымызда дүняның орайындағы Жерди Қуяш пенен алмастырғанда да сезилерліктей өзгерістердің болмайтуғынлығы хақында пикирлерді табамыз. Мәселен, жоқарыда айтылған Қазызада өзинің «Шарх Жагмини» шығармасында «... айырым илимпазлар Қуяшты планеталардың орбиталарының ортасында жайласқан деп есаплайды. Өстерек қозғалатуғын планета Қуяштан үлкенирек қашықтықта турады». Усы мийнеттің өзінде былай да жазылған «Жер қозғалмайды. Оның орайы Әлемнің орайына сәйкес келеді. Усындай гипотеза үлкенирек итималлыққа ийе. Бірақ басқа да гипотеза бар. Қай жерде орналасқанлығына қарамастан аұыр дене Жердің орайына қарап қозғалатуғын болғанлықтан Жердің орайы тек ғана Жердің этирапындағы аұыр денелердің ғана орайы болып табылады. Сонлықтан Жердің орайының хәм усы орай менен биргеликте Жердің өзи де қозғалады деп санауға болады. Бундай гипотеза да дым жақсы.» Усындай пикирлерді биз Улуғбектің ең жақын жәрдемшилерінен болған Әлий Қусшының «Теологияның тезислеріне түсиниклер» мийнетінде де табамыз. Жоқарыда келтирилген тарихый деректердің барлығы да Улуғбектің гелиоорайлық системадан қашық болмағанын дәлиллейді.

Зидждың дүзилю барысында Улуғбектің ең жақын жәрдемшилерінен Гияс-ад-дин Жәмшид 1429-жылы, Салахутдин-Муұса Қазызада 1435-жылы қайтыс болды.

1449-жылы 27-октябрь күні Улуғбек баласы Абдулләтиф тәрәпинен өлтириледи. Усының менен бірге Орта әсирлердегі Орайлық Азиядағы астрономияның рауажланыуы да тамам болды. Улуғбектің садық досты Әлеуәтдин Әлий-ибн-Мухаммед Қусшы кәрұан дүзип Самарқандтан жулдызлар кестеси менен көплеген қолжазбаларды алып кетип үлгерді. Ол Стамбулға жетип сол жердегі жоқары оқыу орнының дәслепп оқытыушысы, кейинен ректоры болып ислеңи хәм өмиринің ақырына шекем (1474-жыл) Улуғбектің илимий мийрасларын хәр қандай еллер арасында тарқатыу менен шуғылланды.

Улуғбек кестелерінің екінші нұсқасы Герат қаласына жеткен хәм Алишер Науаиының заманында көширип жазыулар арқалы парсы хәм араб тиллеріне аударылып, көп жерлерге таратылған.

Улуғбектің жулдызлар кестеси 1665-жылы Оксфордта, 1843-жылы Лондонда басылды. Кестеге кирисиу Париж қаласында 1853-жылы жарық көрди. Ал Вашингтон қаласында Улуғбек кестелері бойынша жүргизилген изертлеу жұмыстарының нәтижелері 1917-жылы баспадан шықты.

Улуғбектің жулдызлар кестесінде келтирилген астрономиялық шамалардың дәллігінің жоқарылығы соңғы уақытта жасаған астрономларда Улуғбектің өзинің, обсерваториясының ХҮ әсирде дүняда болғанлығы хақында гүмән пайда етти. Әсиресе XVIII хәм XIX әсирдің астрономлары соншама дәрежедегі жоқары дәлліктің XV әсирде алыныуының мүмкін емеслігін дәлиллеуге тырысты.

Хақыйқатында да Улуғбек қайтыс болыудан оның обсерваториясы талам-тараж етилди, қолға илингендей нәрселерінің бәрі де урланды, 1499-жылы Тимурдың душпаны болған Шейбаны-хан тәрәпинен кек алыудың бир түрі ретінде обсерватория пүткиллей қыйратылды. Кейин ала обсерваторияның турған жери билинбей кеткен хәм сонлықтан оның бар болғанлығының өзи әсиресе илимпазлар арасында гүман туудырды.

Обсерваторияның бар болғанлығы хақында Улуғбектің заманласлары хәм оннан кейингі бир қанша тарихшылар жазба түрде мийраслар қалдырған. Улуғбектің киши заманласы, обсерваторияны өз көзі менен көрген Әбдиразак Самарқандий өзинің “Еки бахытлы жулдызлар топарының тууылыуы” шығармасында былай жазады: “астрономиялық бақлаулар жүргизиу үшін (қурылған) әсбаптарды тексерип хәм жетилистирилип болғаннан кейин (Улуғбек) кестелерді дүзиу хақында буйрық берди... Бина беккем етип салынған еди... (Илимпазлар) жыйналысы бинаны узақ уақыт, мәңгі сақланыуы, аұыспауы, тербелмеуі үшін беккем етип салыныуының кереклігі хақында қарар шығарды. Соның салдарынан бийик, дөңгелек тәризли сарай салынды... Кейиннен

Қуяштың, жұлдызлардың қозғалыстарын бақылауға бұйрық берілді, анықлығы хәм дәллігі менен айрылатуғын Қуяштың хәм жұлдызлардың қозғалыстарының кестесинин дүзилиуі басланды“.

XV әсирдин ақырының тарихшысы Мирхонд былай жазады: «Соның менен бирге шебер усталардың обсерваторияның қурылысына кирисиуі ушын уллы бұйрық шықарылды. Бул иске астрономия илиминин сүйениши, екінши Птоломей Ғиясаддин Жамшид хәм илимди өзине сыйдырыушы мырза Низамаддин ал-Қашылар қатнасты. Қурылыс тырысулардың, пұхталықтың хәм табан тиреушиликтиң салдарынан тез арада питти». Мирхондтың бул мийнети Алишер Науаиының усынысы бойынша жазылған деген тарихый дереклер бар.

Улуғбек өлгеннен кейин обсерваторияны Захреддин Бабур (ең атаклы Тимуридлердин бири хәм моголидлер мәмлекетинин тийкарын салыушы) барып көрген хәм XVХ әсирдин басында «Бабурнамада» былай жазады «...обсерватория үш басқыштан (қабаттан) турады. Бул жерде Улуғбек хәзир пүткил дүньяда қолланылып атырған «Қурағаний кестелерин» дүзди. Басқа кестелер кем қолланылады... Пүткил дүньяда жети ямаса сегиз обсерватория қурылған болса керек. Солардың ең уллысы Улуғбек обсерваториясы болып табылады».

Улуғбек обсерваториясы 1908-жылы Самарқанд археологы В.Л.Вяткин тәрәпинен Самарқанд қаласының арқа-шығыс тәрәпинде Ташкент жолына жақын жерде Қуақ төбелигинин басынан табылды. Төбеликтің бийиклиги 21 метр болып оның басына шыққан адамға кең горизонт ашылады. Обсерваторияны излеу жұмыстары тарихый хұжетлер тийкарында өткерилди. Археологиялық қазылмалар буннан кейин 1914-, 1941- хәм 1948-жыллары жүргизилди хәм обсерватория хәм онда қолланылған бас әсбап хакқында бир қанша толық мағлыұматлар алынды. Қазба жұмыстарының барысында обсерваториядан 6000 куб метрдей кулап қалқан қурылыстың қалдықтары ашылды. Бул шама Улуғбектин қандай үлкенликтеги жайды салдырғанлығы хакқындағы дәслепки мағлыұматларды береді.

Архитектор-археологлардың тастыйықлауы бойынша Улуғбек обсерваториясы цилиндр тәризли болып оның тырнағының диаметри 48-50 метрге, бийиклиги 29 метрге тең болған. Обсерваторияға орнатылған бас әсбап секстант (айырым изертлеушилердин пикири бойынша квадрант) шама менен 40 метрлик радиуска тең. Оның бираз бөлеги жер астында жайласқан болып доғасының узынлығы секстант болған жағдайда кеминде 42 метрге тең. Бундай жағдайда доғаның хәрбир 701,85 миллиметрине 1 мүйешлик градус сәйкес келеді. Бул секстант меридиан бойынша (арқадан түсликке) дәл бағытланған болып, оның жәрдемінде Қуяштың, Айдың, планеталардың, жұлдызлардың меридиан сызығы арқалы өткен пайытындағы координаталары жоқары дәлликте өлшенген.

Жоқарыда келтирилген мағлыұматлар Улуғбек тәрәпинен сол дәуирге шекем болмаған илимий обсерватория салынғанлығынан дерек береді. Бундай ис сол уақытлары тек ғана құдиретли мәмлекет басшысы хәм ең алдыңғы қатар алымның қолынан келиуі мүмкин еді.

Тилекке қарсы, Улуғбек заманында кеңнен орын алған диний фанатизм, Жерди Әлемнің орайы деп есаплау дәстүри бизин Уллы жерлесимизге системасыздың орайында Қуяш жайласқан деп есаплайтуғын гелиоорайлы астрономияға батыл түрде өтиуге мүмкиншилик бермеді.

Мусылман еллеринин, соның ишинде Орайлық Азия еллердин астрономиясы Улуғбектен кейин айтарлықтай табысқа ериспеди. Улуғбек бул еллерди астрономиялық хәм математикалық билимлер менен төрт әсирдин дауамында толық тәмийинледи.

### **Европада орта әсирлердеги илимнин рауажланыуы**

Ең ертедеги Орта әсирлерде (VII-XI асирлер) Шығыс мәмлекетлери Европа мәмлекетлеринен экономика хәм мәдениеттің рауажланыуы бойынша жүдә алға кеткен еді. Мысалы XI әсирдин басында Беруний Жердин радиусын анықлап, дүняның



гелиоорайлық системасы хаққында ойлар жүргізгенде, «Ұиндистан», «Геодезия», «Масъуд каноны» сыяқлы оғада әхмийетли энциклопедиялық мийтнетлер жазған дәуирде Европада Жерди океанда қалқып жүрген, төбеси аспан гүмбези менен бастырылған шелпек тәризли нәрсе деген надан көз-қараслар хұкимлик қылды. Бул жерде католик ширкеуириң тәсири оғада күшли болып, олар илимпазларды, алдыңғы қатар билимли адамларды куўдалады, оларды «кудайсызлар», «сыйқырлы адамлар», «жин-шайтанлар менен байланысы бар» деп айыпплап, көпшилигин азаплаў жолы менен жоқ етти (буның айқын мысалы Джордано Бруно). Католик ширкеуиниң белгили адамларының бири блаженный Августин Блаженный («Блаженный» сөзи қарақалпақ тилине шадлы, масайраған, жайнап жаснаған, самсамырақ, жиллилеў, жилли, самсам деген мәнислерди аңлатады. Августинниң масайраған адам ямаса жилли екенлиги бул жерде әхмийетке ийе емес) антиподлар (Антиподлар – Жер шарының қарама-қарсы тәрепинде жасаўшы адамлар. Қарақалпақстанлылар ушын антиподлар жоқ, себеби Жер шарындағы Туран ойпатына қарама-қарсы территория Тыныш океанында жайласқан) хаққындағы көз-қарасларды биймәнилик деп есаплады. Ал католиклердиң екинши уллы ўәкили Фома Аквинский «Философия дин тәлиматының хызметкери» деп дағазалады.

Биз бул жерде христиан дини уламалары тәрепинен билимли адамлардың, илимпазлардың кең түрде оғада жаўызлық пенен куўдаланғанлығын және бир рет қайталаймыз. Бундай куўдалаўлар XVII әсирлердиң басларына шекем даўам етти хәм ширкеўден ең ақырғылар қатарында Галилео Галилей жәбир көрди. Ал XVII әсирлердиң орталарынан баслап христиан дини бундай куўдалаўларды пүткиллей тоқтатты. Мысалы Исаак Ньютонның жумыс ислеўине христиан ширкеуи хеш қандай тосқынлық жасамады.

X әсирден баслап Европа менен Шығыс мәмлекетлери арасында экономика хәм мәденият тараўында тығыз байланыслар дүзиле баслады. Бундай өзгерислердиң жүзеге келиўинде XI әсирдиң екинши ярымынан баслап белгили Крест атланыслары уллы орынды ийеледи. Олар европалықларға жаңа экономикалық, техникалық хәм мәдений мағлыўматларды алып келди.

Европадағы өнерметншилик пенен саўда ислериниң раўажланыўы экономика менен мәдениятқа жан ендирди. Биринши университетлер пайда болды. Олардың бириншисиниң Испаниядағы Кордовадағы университет екенлигин атап өткен едик. Бундай университетлер кейинирек Италияда, Парижде, Англияда пайда бола баслады. Орта әсирлердеги Европадағы университетлер хәзирги университетлерден үлкен айырмаға ийе еди. Бирақ сол университетлерде болған доктор хәм магистр илимий дәрежелери, профессор хәм доцент илимий атақлары, билим бериўдиң тийкарғы формасы болған лекциялар оқыў, университеттиң бөлими сыпатындағы факультетлер усы ўақытларға шекем сақланып келмекте. Соның мен бирге сол ўақытлары кең түрде қолланылған диспутлар, илимий дискуссиялар хәм семинарлар өткериў де усы ўақытларға шекем сақланып келди хәм әмелде кең түрде қолланылмақта.

Орта әсирлер университетлериндеги лекция (латынша *lectio* оқыў деген мәниде) билим бериўдиң тийкарғы формасы болды. Себеби бул ўақытлары китаптар аз хәм қымбат еди. Сонлықтан диний хәм илимий мийнетлерди оқыў хәм оларға комментарийлер (түсиниклер) бериў информацияның әхмийетли формаларының бирин курады. Католик храмларындағы кудайға сыйыныў сыяқлы лекциялар да латын тилинде оқылды. XVIII әсирге шекем латын тили халық аралық илимий тил болып келди. Өзиниң илимий жумыслары латын тилинде Коперник, Джордано Бруно, Кеплер, Галилео Галилей, Ньютон Ломоносов хәм басқалар жазды.

Усы ўақытларға шекем Европа университетлеринде салтанатлы шығып сөйлеўлер хәм дипломлар латын тилинде жазылады, салтанатлы актлерде профессорлар орта әсирлердеги докторлар мантиясында хәм бас кийиминде шығады. Бул орта асирлердеги университетлерден қалған дәстүрлер болып табылады.

XVIII әсирге шекем илимий тил латын тили болды.

Илимнің рауажланыуына алып келген екінші жағдай техниканың рауажланыуы болып табылды. Механикалық саат, көз әйнек, кітап басып шығару, қағаз өндірісі тәбиғаттаныудың рауажланыуында ұллы орынды иелеледі. Цивилизацияның рауажланыуында компас белгілі бір әхмийетке иіе болды. XI ғасырдың өзінде қытайлыларға магниттік қасиетке иіе жиішіске сабаққа илдірілген заттардың түсілік пенен арқа тәрептерді көрсететуғандай бағытта бурылатуғынлығы белгілі еді. Араб теңізде жүзіушілері компасты XII ғасырдың басынан бастап пайдалана бастады. Ал Еуропаға компас XII- XIII ғасырларда енеді.

Еуропадағы илимнің рауажланыуына алып келген үшінші жағдай әйемгі илимий мйраслар менен танысуы еді. XII ғасырда Евклидтің «Бастама» ларының, Архимед, Птолемей хәм басқа да грек илимпазларының мйнетлерінің латын тилиндегі аудармалары пайда болды. Тап сол уақыттары Әл-Хорезмий, Алхазеннің мйнетлерінің де араб тилинен латын тилине аударылған варианттары Еуропа мәмлекетлеріне тарқала бастады. Бул алға жылжулардың барлығы да христиан шіркеуінің қатаң түрдегі бақлауы астында алып барылды. Пікірлері христиан динінің идеологиясына сәйкес келмейтуғын илимпазлар қатаң түрде жазаланды, көпшілігі қуудаланды. Бундай унамсыз уақыялар әсіресе XIV ғасырдан бастап хәуіж алды.

Орта ғасырлардағы Еуропада илимнің рауажланыуына үлеслерін қосқан айырым илимпазлар хақында гәп етеміз.

Еуропадағы тәжірийбеге сүйенетуғын тәбиғаттаныудың бірінші тәрепдары монах Роджер Бэкон (1214-1294) Англияда туылған. Париж хәм Оксфорд университетлерінде оқыған, әйемгі хәм араб қолжазбаларын терең үйренген. Түрмеде 20 жылдан астам уақыт отырған хәм 74 жасында қамақ жазасынан азат етілген.

Бэкон хақыйқый билим тәжірийбеден алынады деп оқытты. «Билим алыудың екі усылы бар: аргументтер арқалы хәм тәжірийбе арқалы. Аргумент жуумақ шығаруға хәм мәселе хақында шешім қабыл етуге алып келеді. Бірақ ол адамның хақыйқатлықты таптым деп тынышланыуы үшін гүуалық бермейді хәм хақыйқатлық тәжірийбеде табылғанша пайда болған гүманларды жоқ ете алмайды».

Бэконның өзі шаршамай эксперименттер өткереді. Ол порохтың курамын, фосфорды, магнийді, висмуты алыу усылларын табады, пуудың тәсірін үйренеді. Ол Оптика мәселелері менен көп шуғылланған, кішкене тесіктердің тәсірін (камера-обскураның принципін) билген, сфералық айналардың тәсірін үйренген. Ол бундай айналарда шағылысқан нурлардың бір ноқатта кесіліспейтуғынлығын, яғный сфералық абберрация кубылысын ашты. Ол радуганың пайда болуын жамғыр тамшыларындағы жақтылықтың сынуынан деп түсіндірді, ал көзі әззі көріуші адамларға көздің алдына бір тәрепті дөңес линзаны қойуға кеңес берді. Бэкон илимий эксперименттердің рауажланыуы ұллы техникалық ойлап табуларға алып келеді деп есептеледі.

### **Николай Коперник**

Илим тарихында поляк Николай Коперник (Copernik, Copernicus) дүнианың гелиоорайлық системасын дәретікен хәм усыған байланыссыз пүткіл тәбиғаттаныуда революциялық өзгеріс пайда еткен илимпаз сыпатында белгілі. Оның 1543-жылы жарық көрген папа Павел III ке арнап жазылған хәм дерлік 30 жыллық астрономиялық бақлауларының нәтижесі болған «Аспан сфераларының айланыулары хақында» («De revolutionibus orbium coelestium») мйнеті католик шіркеуі тәрепінен 1616-жылдан 1828-жылға шекем қадаған етілді. Н.Коперник дерлік екі мың жыл хұкім сүрген Аристотель, К.Птолемей, Әл-Берунийлердің мйнетлерінде тийкарғы орынды алған дүнианың геоорайлық системасын толық бийкарлады.

Н.Коперник Польшадағы Торун қаласында 1473-жылы 19-февраль күні Краков саудагері шаңарағында туылды. Көп уақыттар дауамында Н.Коперниктің поляк ямаса

немис болғанлығы хаққында бирден бир пикир болмады. Бирақ кейинирек оның фамилиясы Падуа университетинде оқыған поляк студентлериниң дизиминде табылды. Тоғыз жасында әкес қайтыс болған хәм сонлықтан анасы тәрәптен ағасы каноник Ватцельрод тәрәпинен тәрбия берилген. Коперник 1491-жылы Краковский университетине оқыўға түседі. Бул жерде ол математиканың, медицинаны хәм қудайтаныўды үйренеди. Курсты тамамлағаннан кейин ол Германия менен Италияда көп саяхатларда болған, хәр қыйлы университетлерде лекциялар тыңлаған Италияда он жыл жасағаннан кейин Ферраре қаласында докторлық дәрежесин алады. Ол математика, астрономия, хуқық, медицина, философия хәм тиллер бойынша терең билимлерге ийе болып елине қайтады. 1512-жылдан баслап Фромборк қаласында каноник лаўазымында ислейди

1530-жылы ол өзиниң «Киши комментарий» деп аталатуғын қол жазба түриндеги китабында өз теориясының тийкарғы мазмунын баянлады. Әлемниң курылысы хаққындағы мағлыұматлар Ватикаға, Папаның этирапындағыларға шекем тез арада жеткен. Усының салдарында 1536-жылы кардинал Шонберг Коперникке хат жоллап, теорияның толық баянламасын хәм планеталардың аўхалларын есаплаў ушын зәрүр болған кестелерди жиберіўди сораған. Бирақ жаңа теорияның биринши тәрәпдары Виттенберг университетиниң математика профессоры Георг Иоханн Ретик болып табылады. Виттенберг қаласы протестантлар (протестантизм христиан дининдеги бир бағдар болып табылады) жасайтуғын қала еди. Ретик болса Цюрих қаласында оқыған. Бул жерде уллы реформатор Цвингли де оқыған хәм жасаған еди. Солай етип протестантлар католик тәрәпинен дөретилген жаңа тәлиматты тарқатыўда әхмийетли орынды ийеледи. 1539-жылы Ретик тәрәпинен Коперник системасының толық баянламасы баспадан шығарылды. Соның менен бирге Ретик шаршамастан Коперникти мийнетип басып шығарыўды усында хәм ақыр-аяғында оннан баспада шығарыў ушын теорияның қолжазбасын ала алды. Ол китапты Нюрнберг қаласында басып шығарыўды мақул көрди (себеби бул қалада үлкен баспахана бар еди). 1542-жылы бәхәр айларында ол Нюрнбергке келеди хәм китапты басып шығарыў менен шуғылланды. Усының менен бирге ол қолжазбаның биреўин Нюрнберг математиги хәм Лютеран уламасы Осиандерге жумысты ақырына жеткизиў ушын берди.

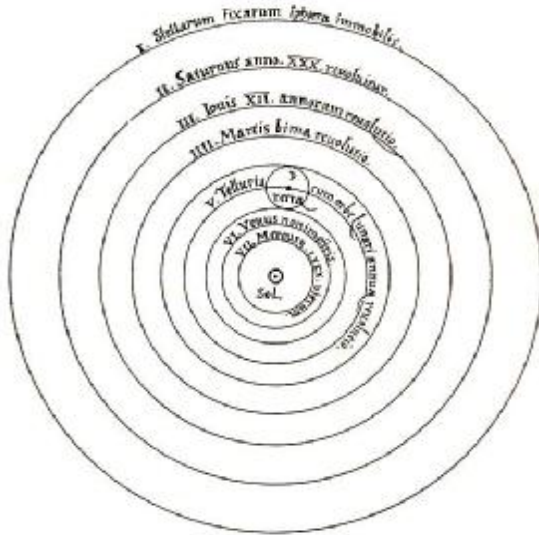
Осиандер да Коперниктиң теориясының революциялық әхмийетин, соның менен бирге христиан ширкеўи тәрәпинен келетуғын қәўипти де жақсы түсинди хәм китапқа қорғаў мақсетинде алғы сөз жазды. Осиандер Коперниктиң теориясын планеталардың қозғалысын аңсат түсиндириў ушын арналған математикалық гипотеза деп дағазалады. Ол бул «гипотезаның дурыс болыўы шәрт емес, ең баслысы бақланыўшы шамалар менен дәл келетуғын есаплаўды берсе болғаны» деп түсиндирди.

Н.Коперник 1543-жылғы 24-май күни Торн қаласында кәраматлы (святой) Янның костелинде (католик храмының поляк тилиндеги аты) қайтыс болды. Ал «Аспан сфераларының айланыўлары хаққында» деп аталатуғын оның өлмес мийнетин авторға өлимге бир күн қалғанда алып келип көрсеткен. Бирақ аўыр кеселленип, өлим алдында жатырған Н.Коперник китабының жарық коргенлигин түсинбеген де болса керек. Тек XIX әсирде ғана оған Варшавада, Краковте, Торнде хәм Регенсбурта естеликлер салынды. Коперник шығармаларының толық жыйнағы Варшава қаласында 1854-жылы латын хәм поляк тиллеринде басып шығарылды.

Коперниктиң «Аспан сфераларының айланыўлары хаққында» китабы алты китаптан турады. Бул китаптарда гелиоорайлық (гелиос куяш деген мәнисти аңлатады) ямаса коперниклик деп аталыўшы дүньяның жаңа системасы баянланған (сүўретте келтирилген). Бул теорияның тийкарында мына тастыйықлаўлар турады:

1. Дүньяның орайында Куяш турады,
2. Жер хәм басқа да планеталар Куяштың дөгерегинде бир бағытта айланады, соның менен бирге Жер өз көшери дөгерегинде де айланады. Те Ай Жердиң дөгерегинде айланады.

3. Бундай қозғалыстар траекториялары шеңбер тәрізлі орбиталар бойынша болып табылады.
4. Планеталар қуяштың дөгерегінде тең өлшеулі қозғалады, яғни шеңбер тәрізлі орбиталар бойынша қозғалыс тезлиги тұрақты.



Коперник бойынша  
дүнианың гелиоорайлық  
системасы

Өзінің кітабында Коперник әйемгі философтардың жұмыстарын «олардың ишінде бизің мектептерде үйретилип жүрген қозғалыстардан басқа да қозғалыстардың бар екенлігін болжаған илимпаздың бар яки жоқлағын анықлау мақсетінде» терең үйренгенлігін атап өтеді. Бул ұсындай пікірлер менен танысып болғаннан кейін «Жерді қозғалады деп есаплайтуғын хәм хақыйқатлыққа жақынырақ келетуғын» түсіндіріулерді табыуға тырысқанлығын, ал буннан кейін ол өзінің кітабында былай жазады:

«Солай етип кітапта мен Жер ұшын қозғалыстардың қандай екенлігін болжап ең ақырында көп санлы хәм көп жыллық бақлаулардан кейін егер Жердің шеңбер тәрізлі қозғалысы менен басқа қозғалатуғын жақтыртқышлардың қозғалысын салыстыратуғын болсақ хәм хәр бир жақтыртқыштың айланыу дәуирін есапласақ, онда тек сол жақтыртқышларда бақланатуғын кубылыстарды ғана емес, ал жақтыртқышлардың избе-излігін хәм олардың сфераларының өлшемлерін анықлауға болады. Соның менен бирге аспанның өзі менен өзі тығыз байланысқанлығы, барлық Әлемде хәм оның бөлімлерінде алжасықтардың орын алмаслығы ұшын оның бир бөлімнен екінші бөлімне хеш нәрсені де алып қойыуға болмайтуғынлығы келип шығады. Аристотель менен Птолемейдің аргументтерін талқылап келеип ол «Жер тек өзінің үстіндегі суу менен ғана емес, ал хауаның да киші емес бөлегі хәм Жерге қатнасы бар барлық нәрселер де Жер менен бирге айланады». Жердің Қуяштың дөгерегінде қозғалысынан жұлдызлардың ауысуының бақланбайтуғынлығы таң қаларлық нәрсе емес. Себеби «Дүнианың өлшемлери жүдә үлкен. Жер менен Қуяштың арасындағы қашықтық қалеген планетаның сферасының өлшемлеріне қарағанда жеткиликлі дәрежеде үлкен болса да қозғалмайтуғын жұлдызлардың сферасына салыстырғанда сезілмейтуғындай киші». Сонлықтан «Жерді дүнианың орайында жайласқан деп шексиз көп санлы сфералар менен басты қатырып отырғаннан усы болжауды қабыл еткен дурыс болады». Солай етип «қозғалмайтуғын жұлдызлар» сферасының радиусы Жер орбитасының радиусынан салыстырмас дәрежеде үлкен. Тап сол сыяқты Н.Коперник бойынша Әлемнің өлшемлери де Жердің өлшемлерінен салыстырмас дәрежеде үлкен.

Астрономияда Коперник бирінші рет Қуяш системасының қурылысының дурыс планын берді. Жер менен Қуяш арасындағы қашықтықты 1 ге тең деп қабыл етип ол Қуяш пенен Меркурийдің, Венераның, Марстың, Юпитердің, Сатурнның ара

кашықлықтарының сәйкес 0,376, 0,723, 1,52, 5,217 хәм 9,184 шамаларына тең екенлигин тапты (хәзирги ўақытлары қабыл етилген шамалар 0,387, 0,723, 1,524, 5,204, 9,580).

Аспанның суткалық айланысын Коперник Жердиң өз көшери дөгерегинде айланыўы, ал Қуяштың эклиптика бойынша жыл даўамындағы қозғалысын Жердиң Қуяш дөгерегиндеги айланыўы менен түсиндирди. Ал планеталардың көзге көринетуғын курамалы қозғалысын Коперник еки ҳақыйқый қозғалыс болған Жердиң Қуяштың дөгерегиндеги хәм планеталардың Қуяштың дөгерегиндеги қозғалысларының қосындысы сыпатында түсиндирди.

Дүньяның системасын ислең шыққанда Коперник Жерди хәм планеталарды Куяштың дөгерегинде шеңбер тәризли орбиталар бойынша тең өлшеўли қозғалады деп есаплады. Сонлықтан планеталардың эклиптикадағы курамалы қозғалысларын түсиндириў ушын 48 эпициклдан туратуғын системны ойлап табыўға туўры келди. Тек И.Кеплердиң жумысынан кейин Н.Коперниктиң системасы эпицикллардан қутылды хәм эпиўайы түрге енди.

Коперниктиң тәлиматы тек астрономияда емес, ал пүткил адамзат ойлаўында ҳақыйқый революциялық өзгерислерге алып келди. Коперник «Жерлик» хәм «Аспанлық» кубылыслар арасындағы парқты өширди. Кейинирек христиан ширкеўи Коперниктиң тәлиматының қандай дәрежеде қәўипли екенлигин анық түсинди. Бул тәлиमतтың ҳақыйқый нәсиятлаўшысы Джордано Бруно Рим қаласында 1600-жылы отта өртелди. Ал Коперник тәлиматының дурыслығының айқын дәлили болған Венераның фазаларын ашқан Галилео Галилей болса, өзиниң пикирлеринен қайтыўға мәжбүр болды. Бирақ илимниң үлкен пәтлер менен раўажланыўын ҳеш ким тоқтата алмады.

### **Джордано Бруно**

Коперниктиң тәлиматы илимниң алдына көп проблемаларды қойды. Коперник дүзген планеталардың Қуяштың дөгерегинде айланыўы модели дурыс па, ямаса қәте ме? Жаңа теорияның дурыслығын дәлиллеў ушын фактлер керек болды. Бул дәлил биринши гезекте планеталардың қозғалыяының Коперниктиң теориясына сәйкес келиўи ямаса келмеўи болып табылады. Сол ўақытлары астрономлар аспан денелерин астролябиялардың, визирлердиң, диоптрлардың жәрдемінде тиккелей көз бенен бақлады. Ал мағлыўматларды есаплаў арқалы қайта ислеў ушын ҳәтте эпиўайы арифметикалық техника да болған жоқ. Соның менен бул ўақытлары онлық бөлшеклер де, логарифмлер де болған жоқ. Олар тек XVII әсирдиң басында математикаға енди. Дүрмийин менен телескопрлпр да XVII әсирдиң басында пайда болды. Узынлықларды (астрономиялық координата) анықлаў ушын астрономлар дәл санларға ийе болған жоқ. Астрономиялық илим де, навигациялық әмелият та оптикалық әсбапларға, дәл саатларға, жаңа есаплаў қуралларына мүтәж болды. Усы мүтәжлик илимниң алдына мәселелерди қойды.

Коперник теориясы кинематикалық схеманы физикалық жақтан тийкарлаўға да мүтәж болды. Куяш пенен планеталарды, Жер менен айды не байланыстырады? Қозғалыслардың себеби, ал платеталарды куяштың дөгерегинде қандай күшлер тең өлшеўли қозғалтады? Усындай сораўлардың көплег пайда болыўы тәбийий нәрсе. Сонлықтан астрономия илиминде механикаға, әййемги кинематикалық механикаға емес, ал қозғалыс механикасы болған жаңа динамикағы зәрүрлик пайда болды. Коперник теориясының дәретилиўи эксперименталлық хәм математикалық тәбияттаныўдың раўажланыўы ушын илимий программа дәретти.

Коперник системасы ушын гүрес узақ ўақыт хәм қыйын болады. Бул гүресте илимде азап көрген жазыўшы, илимпаз, талантлы оратор хәм лектор, XVI әсирдиң екнши ярымының аты өшпес перзенти Джордано Бруноның аты тарийхта қалды. Ол 1548-жыл Италияның Неаполь қаласына жақын жерде туўылады хәм оған Филиппе аты қойылды. Неапольде өзиниң ағасының оқыў пансионында мектепти пикерип 16 жасында монахлықты баслайды хәм өзине Джордано атын сайлап алады. Усы ат пенен ол илим

тарийхына кирди. Усы дәуірден баслап ол системалы түрде илимий, әдебий билим ала баслайды. Грек, араб илимлерин, философияны үйренеди. 24 жасында Кампанье қаласында руханий (священник) дәрежесине жетеди. Усы жерде ол гуманистлердің кітаптары хәм Коперниктің мийнетлери менен танысады. Доминиканшылардың монахлық ордени ағзалары арасында Бруноның пикири жөнінде унамсыз гүман пайда болады. Олар бул жөнінде Римге билдиреди. Айыплаулардан қутылыу үшін дәслепп Генуяға кейин Венецияға, Милан, Турин, Шамбериларға қашып, ақырында Италиядан Женеваға барады. Брунодағы қайтпас пикир Женева қаласында жұмыс ислеитұғын бир протестант философтың пикирине қарсы болғанлықтан бул өкпелеген философ оның қамаққа алыуына ериседи. Түрмеден азыт етилгеннен кейин ол Швейцарияны таслап кетеди.

Көп дауам еткен гезиулерден кейин Д.Бруно Тулуза университетинде профессор болып жұмысқа киреди хәм еки жыл дауамында лекциялар оқыйды. Ол лекцияларында Аристотель тәлиматын кескин түрде әшкаралайды. Бул жағдай университеттің басқа профессорлары тәрәпинен наразылықты пайда етеди. Усының нәтижесинде Бруно Тулузадан Парижге көшиуге мәжбүр болады. Бул жерде ол өзинің сауатлығы, феноменологиялық есте сақлау қәбилетлиги менен айрылып турады. Францияның королінде Бруноға қызығыушылық пайда болады хәм ол XIII асирде Раймонд Лулла тәрәпинен ислепп шығылған логикалық «Уллы искусство» машинасын үйрениуде усынады. Дәслепп Бруно бул машинаға хәм Лулланың идеяларына үлкен қызығыушылық пенен қараған, бирақ соңғы уақытлары оны әхмийети жоқ машина деген пикирге келген (Бизің күнлеримиз логикалық машиналар заманы болып табылады. Ал Лулла дөреткен машина сол машиналардың ең дәслеппкилеринің бири еди). Ол Лулланың искусствосына өзинің бир қатар шығармаларын бағышлады (солардың биреуін король Генрих III ке арнап жазды). Алғыс ретінде король Бруноны Париж университетинің экстраординаторлық профессоры лауазымына тастыйықлады.

Илимпаздың мәмекетлер арасындағы гезиуі усының менен тамам болған жоқ. Париждан ол Оксфордқа (Англия), Оксфордтан Лондонға, Лондоннан қайтадан Парижге, Парижден Германияға көшеди. Германияның дерлик барлық жерлерин аралапп шығыпп Швейцариядағы Цюрих қаласына келеди. Бул жерде ол Мочениго деген Венециялы дворянның шақырыуы менен Италиядағы Венеция қаласына келеди.

Бул гезиулер барысында Джордано Бруно шаршамастан дөретіушилик жұмыслар иследи. Ол лекциялар оқыды, кітаптар жазды, Оксфордтағы, Париждеги хәм басқа да университетлердеги схоластикалық илимлер уәкиллери менен диспутларға қатнасты. Ол дүньялардың көплиги хаққындағы уллы тәлимаатты рауажландырады (Биз Коперниктің жулдызларға жеткиликли дәрежеде итибар бермегенлигин атап өтемиз. Ал Джордано Бруно болса хәр бир жулдызды Қуяш системасы сыяқлы система деп дағазалады). Бурлық жерлерде де Коперниктің тәлиматын нәсиятлайды хәм бул тәлимаатты рауажландырыудың зәрурлигин атап көрсетеди.

1584-жылы «Күлдеги Пир», «Әлемнің шексизлиги хәм дүньялар хаққында» деген диалогларын жазды. Бул мийнетлерінде ол Қуяш системасы сыяқлы көп санлы дүньялардан туратуғын Әлемнің шексизлиги хаққындағы өзинің тәлиматын баянлады. Ол Коперникке жоқары баха берди хәм оны «Птолемейден де, Гиппархтан да хәм олардың излерин дауам еттириушилердің барлығынан да жоқары турады» деп есаплады.

Философиялық пикирлери бойынша Д.Бруно Демокрит пенен Эпикур философиясына сәйкес келеди. Ол Аристотельдің дүньяның шеклиги хаққындағы тәлиматын бийкарлайды. Бруно тәлиматы бойынша Әлемнің бөлимлери хәм атомлары хеш кандай тоқтамайтуғын ағыста хәм қозғалыс халында турады, формасы бойынша да, ийелеп турған орынлары бойынша да шексиз көп өзгерислерге ушырайды. Қозғалыс тек басқа денелерге салыстырғанда ғана болады: «Теңиздің ортасындағы кораблдеги адамлар суудың ағысын ямаса жағаларды көрмесе кораблдің қозғалыпп баратырғанлығын сезбейди».

Солай етип Әлемнің шексизлиги хәм механикалық қозғалыстың хәм тынышлықтың салыстырмалығы Бруно тәлиматының орайында жайласады екен.

Биз 1591-жылға қайтып келемиз. Венециялы Мочениго Бруноны оның «Уллы искусство» кітабын оқып көріп, бул кітап хәккында оғада жақсы пикирлерде қалғанлығы себепли хәм Бруноны алтынды бөліу хәм алхимияның басқа да сырларын биледи деп өзине шақырған еди. Сонлықтан ол Брунодан алхимиядан сабақ бериўди өтиниш етти хәм берген сабақлары ушын оған жасаў ушын жай, басқа да зәрүрли болған нәрселерди берди. Бруноның берген сабақларының Моченигоға унамағанлығы өз-өзинен түсиникли, ал Бруноның еркин хәм кең түрдеги көз-қараслары Венециялықты қорқытты. Бруно өзиниң қәтелигин тез түсинди хәм Мочениго менен хошласып Фаркфуртка қайтпақшы болды. Бирақ Мочениго тез хәрекет етти хәм Бруноны уалсп турды хәм оның үстинен инквизицияға шағым арза жазды [ИНКВИЗИЦИЯ (латын сөзи inquisitio – излеў дегенди билдиреди) католик ширкеўирдеги 13-19 әсирлердеги әдеттеги хәкимликтен ғәрезсиз ширкеў юрисдикциясының айрықшы судлары]. 1592-жылы 23-май күни Бруно инквизиция тәрөпинен камаққа алынды. Ол дәлсөп Венеция түрмесинде, кейин Рим түрмесинде отырды хәм хәр кыйлы азаплаўларға, қыйнаўларға ушырады.

Жети жыллық камақтан кейин 1600-жылы 17-февраль күни инквизиция судының хәкими менен Римнің Гүллер (Кампо дель Фиоре) майданында өртөледи. Хәзир ол жерде оның естелиги тур.

### Тихо Браге

Даниялы уллы астроном Тихо Браге (Tycho Brahe) 1546-жылы 14-декабрь күни туўылған хәм 1601-жылы 55 жасында қайтыс болды. 13 жасынан баслап Копенгаген университетинде оқый баслайды. Бул жерде астрономлар болжап айтқан 1560-жылы 21-август күни болып өтетүгын Қуяштың тутылыўы онда үлкен тәсир қалдырды хәм ол өзін астрономияға толығы менен бағышлаўды мақул көрди. Бирақ оның бул пикирин ата-аналары мақулламады. Олар Брагениң тек юридикалық хәм мәмлекетлик илимлер менен шуғылланыўын талап етти. Сонлықтан Т.Браге өзиниң сүйикли жумыслары менен купыя түрде тек түнде ғана шуғыллана алды. Үлкен емес аспан глобусын сатып алып аспандағы жулдызларды таба алды хәм ағаш циркульди пайдаланып олар арасындағы қашықлықларды есаплады. Браге ушын бирден бир сабақлық хәм мағлыўматлар дереги қалтасындағы ақшаға сатып алған кітаплары еди. Усындай қолайсыз жағдайларға қарамастан ол 1563-жылы Сатурнның Юпитер арқалы өтиўин бақлады хәм Коперниктиң есаплаўларында жиберилген қәтелерди тапты. 1565-жылы Данияға қайтып келгенде үлкен мийрасқа ийе болды хәм сол ўақытлардан баслап өзи сүйген илимге берилип ислеўге мүмкиншилик алды. 1572-жылы ол Кассиопея шоқ жулдызында жаңа жулдызды ашты, ал еки жылдан кейин ол жулдыз жоқ болып кетти. Бул жулдызды хәр 12 сааттан бақлап ол бул жулдыздың басқа жулдызларға салыстырғандағы орнын алмастырыўын бақламақшы болды. Бирақ еки жыл даўамында бул жулдыз орнынан сезилерликтей қозғалмады. Буннан Т.Браге бул объектке шекемги қашықлықтың айға шекемги қашықлықтан әдеўир алыс деген пикирге келди. Усы пикир менен ол аспанның шекли хәм өзгериссиз қалатуғынлығы хәккындағы Аристотельдиң тәлиматына берилген соққы берди. Бул хәккындағы өзиниң ойларын ол «Жаңа жулдыз хәккында» деп аталатуғын кітабында баянлады.

Аристотельдиң пикири бойынша кометалар Жер атмосферасының жоқарғы қабатларындағы қойыўласыўлар болып табылады. Бирақ бундай жағдайда олардың (кометалардың) жулдызларға салыстырғандағы суткалық аўысыўлары үлкен мәнислерге ийе болыўы керек. Тихо Браге сол аўысыўларды жоқары анықлықта өлшели хәм хеш қандай суткалық аўысыўды таба алмады. Буннан ол кометаларға шекемги аралық Жерден айға шекемги аралықтан кеминде алты есе үлкен деп жуўмақ шығарды. Басқа сөз бенен айтқанда кометалар Ай хәм планеталар сыяқлы аспан объектлери болып табылады екен.

1573-жылы Дания королі Фридрих II ниң усынысы менен ол Копенгаген университетинде математикадан лекциялар оқыды, буннан кейин Германида, Швейцарияда хәм Италияда және де саяхатларда болды. Дания королы оған Швециядағы Базель атаўын, оның математикалық хәм химиялық сабақлары ушын инструментлер берди, жыллық айлық белгиледи. Солай етип 1580-жылы Гвееен атаўында оғада қолайлы илим-изертлеў орны Ураниенбург пайда болды. Бул жерге эсбап-үскенелер сатып алыў ушын Т.Браге өзиниң қалтасынан көп ақша жумсады. Бул оныдағы эсбап-үскенелер оның «*Astronomiae instauratae mechanica*» (Вандсберг, 1598-жыл). Көп мәмлекетлердиң илимпазлары, көп патшалар (солардың ишинде Англиялы король Иаков I де бар еди) Брагени оның Базель атаўына барып көрди. Бирақ Фридрих II ниң орнына келген, Христиан IV ниң дәўиринде Тихо Браге Гвееенде хәм буннан кейин Копенгагенде тура алмады. Ол 1597-жылы өзиниң шанарағы менен ўатанын пүткиллей таслап кетиўге мәжбүр болды. Еки жылдан кейин ол император Рудольф II ге хызметке кирди хәм Прага қаласының қасында императордың Бенак қорғанында, кейин басқа жайда жасады. Бул жайды Рудольф жаңа Ураниенбургқа айландырмақшы болды. Бирақ 1601-жылы 24-октябрь күни Тихо Браге қайтыс болды.

Тихо Браге өз эсиринің ең белгили илимпазалары қатарына киреди хәм оның астрономиялық өлшеўлерин кең түрде пайдаланып өзиниң белгили нызамларын ашқан Иоганн Кеплер де оған қарыздар. Оны практикалық астрономияның тийкарын салыўшы деп атаўға болады хәм өзиниң өлшеўлериниң дәллиги бойынша ол өзинен бурынғы илимпазлардың барлығынан да озып кетти.

### Иоган Кеплер

Иоган Кеплер 1571-жылы 27-декабрь күни Германияда туўылды. Тәбияттаныў илимлерине уқыплы екенлигин жас ўақытларынан баслап-ақ көрсетти. Ол 1593-жылы аттестат алды хәм Грац қаласындағы училищеге математика хәм философия оқытыўшысы лаўазымына қалдырылды.

Грац қаласында Кеплер тек оқытыўшылық пенен емес, ал календарларды хәм гороскопларды дүзиў хәм илимий жумыслар менен шуғылланды. Ол усы ўақытлары астрология менен көп шуғылланды хәм астрологияны ол күн көриўи ушын тийкарғы қәрежет табатуғын ис деп билди. Оның пикири бойынша «астрология астрономияның нызамсыз қызы болып табылады хәм сонлықтан ол өзиниң анасын асыраўы керек, болмаса ол аштан өледі».

Сол жыллардың өзінде Кеплерди планеталардың орбиталары арасындағы санлық қатнаслар идеясы қызықтырды. Сол ўақытлардағы белгили планеталардың саны Жерди де қосқанда алтаў еди. Сонлықтан олар арасындағы санлық қатнасларды табыў кыйын еместей болып көринди. Кеплер «усы кантаслар үстинде ислеп мен планеталардың қашықлықларын хәм айланыў ўақытларын жақсылап ядлап алдым» деп жазады. Ол 1597-жылы «Космографиялық сыр» деген китабын жазады. Ол өзиниң китабының бир нускасын Тихо Брагеге, ал екінши нускасын Италияға Галилео Галилейге жибереди. Тихо Браге болса сол ўақытлары Коперниктиң тәлиматын қабыл етпеген еди хәм сонлықтан Кеплердиң тийкаргы идеясына салқынлық пенен карады. Бирақ ол Кеплердиң уқыплы есаплағыш екенлигин билди хәм өзине жумыска шақырды. Ал Галилей болса Кеплерде өзиниң пикирлесин, дүньяға жаңа көз-қарастағы заманласын тапты.

Соясий жағдайлардың курамаласыўының нәтийжесинде Кеплер Грац қаласында кала алмады, ол 1601-жылы Прага қаласына усы жылы 24-октябрь күни қайтыс болған Тихо Брагеге жумска келеди. Нәтийжеде ол Тихо Браге менен ислесе алмады. Бирақ оың отыз жыл даўамында топлаған астрономиялық мағлыўматлары жазылған журналлары Кеплердиң қолына түсти хәм ол гороскоплар дүзиў бойынша ислеп жүрген жумысларын тоқтатпай мағлыўматларды қайта ислеўди баслады.

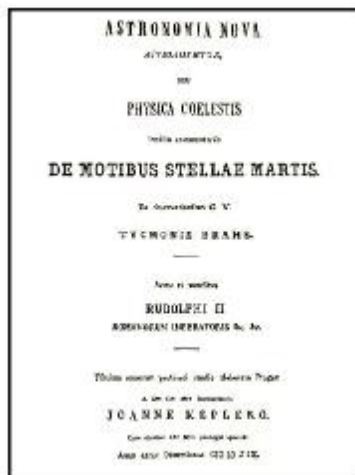


Биринши гезекте Кеплер Брагениң мағлыұматларына рефракцияға байланыслы болған дүзетиўлерди киргизиўди мақул көрди. Сонлықтан ол оптиканы үйренди ҳәм усының нәтийжесинде биз Кеплердиң оптика бойынша бир қатар жумысларды орынлағанлығын, камера-обскура теориясын жетилистиргенлигин, адамның көзиниң көриўи бойынша Алхазен жиберген қәтеликлерин сапластырғанлығын жақсы билемиз. Кеплер хрусталиктиң линзаның орнын ийетейтуғынлығын, ал сүүреттиң сетчаткада пайда болатуғынлығын көрсете алды (Алхазен болса сүүрет хрусталикте пайда болады деп есаплаған еди). Кеплер жақыннан көрғишликти ҳәм алыстан көрғишликти дурыс түсиндире алды ҳәм бундай кемшиликти сапластырыў ушын хрусталиктиң иймеклигин өзгертиў керек деп үйретти.

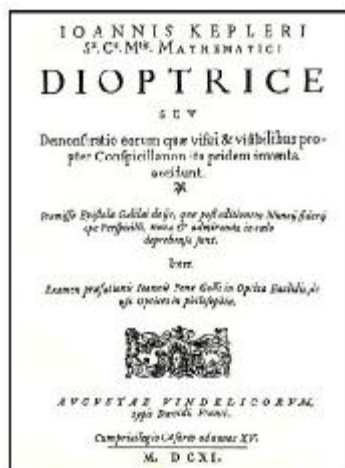
Рефракцияны есапка алыў Кеплерге Марстың орбитасын есаплағанда революциялық жаңалық ашыўға алып келди. Ол дәслепп Коперник сыяқлы Марстың орбитасын шеңбер тәризли деп есаплады. Бул ҳаққында ол «бул қәтелик барлық философлардың бир аўыздан айтқан пикирине сүйенген зыянлы қәтелик еди» деп жазды.

Буннан кейин Кеплер оғада көп есаплаўлардан кейин Марстың орбитасының эллипс тәризли екенлигин ҳәм бул эллипстиң бир фокусында Қуяштың туратуғынлығын тапты. Усының менен бирге планета эллипс бойлап майданлар нызамына сәйкес тең өлшеўли емес, ал Қуяшқа жақынлағанда тезирек, ал алыслаганда әстерек қозғалатуғын болып шықты. Бул есаплаўлардың барлығын, Птолемей менен Тихо Брагениң теорияларына критиканы ол өзиниң Прага қаласында 1609-жылы шыққан «Жаңа астрономия Тихо Брагениң бақлаўлары бойынша Марс планетасының қозғалысына комментарийлерге ийе Аспан физикасы» («Новая астрономия или Небесная физика с комментариями на движение планеты Марс по наблюдениям Тихо Браге») кітабында баянлады. Кітаптың титул бетиниң сүүрети берілген.

Кеплердиң есаплаў жумысларының көлеми оғада уллы еди. Өзиниң кітабында үлкен ҳәм қурамалы есаплаўларды орынлап ол оқыўшыға мынадай қаратпа сөзлерди келтиреді: «мен бул есаплаўды 70 рет қайталадым ҳәм усының салдарынан Марстың теориясы үстинде мениң бес жыл ислегениме таңланбаңыз».



Кеплердиң «Жаңа астрономия» кітабының титуллық бети.



Кеплердиң «Диоптрикасының» титуллық бети.



Галилейдиң «Жұлдыз хабаршысы» кітабының титуллық бети.

Илим тарийхында И.Кеплер тийкарынан өзиниң аты менен аталатуғын планеталардың Қуяштың дөгеретин айланыў нызамларын ашқанлығы менен белгилі. Биз бул нызамларды толығы менен береміз.

1) *хәр бир планета эллипс бойынша қозғалады, эллипстиң бир фокусында Қуяш жайласады;*

2) планета радиус-векторы теңдей уақытлар аралығында бірдей майданларды басып өтеді;

3) планеталардың Қуяш дөгерігін айланып шығуы дәуірлерінің квадраттарының қатнастары эллипс тәрізлі орбиталардың үлкен ярым көшкерлерінің кубларының қатнастарындай болады.

Биринші екі ызама Кеплер тәрәпинен 1609-жылы, үшіншісі 1619-жылы жәрияланды. Кеплер ызамаларын итибар менен оқыған оқыушылар олар арасында қандай да бир байланыстың бар екенлигин сезбейди. Ғақыйқатында да жоқарыда баянланған үш ызама арасында байланыс бар ма ямаса жоқ па деген сорауға жууап беріу өз уақытында үлкен данышпанлықты талап етти хәм бул мәселени XVII әсирдің екінші ярымында Исаак Ньютон шешти хәм нәтийжеде пүткил тәбият таныу илиминде оғада уллы орынды ийелейтуғын пүткил дүньялық тартылыс назымын ашты.

Кеплердің биринші ызамынан планета траекториясының тегис екенлиги келип шығады. Материаллық ноқаттың импульс моменти менен секторлық тезлиги арасындағы байланыстан планетаны туйық орбита бойынша қозғалыуға мәжбүрлейтуғын күштин Қуяшқа қарап бағытланғанлығын аңлаймыз.

Кеплердің уллы жаңалықлары (ызамалары) оның турмысын жақсыламады. 1610-жылы оның хаялы хәм улы қайтыс болда хәм оның өзи еки баласы менен қалды. Сол жылы ол Галилей тәрәпинен Юпитердің төрт жолдасының ашылғанлығын хәм көриу трубасының дөретилгенлигин биледи. Усыған байланыслы Кеплер басқа планеталарда да жолдаслардың бар екенлиги хәққында ойға кетеди. Ол Марстың еки жолдасының, ал Сатурнда алты ямаса сегіз жолдастың бар екенлигин болжайды. Бул болжаулардың дурыслығы кейинирек дәлилленди.

Кеплердің дыққаты қайтадан оптикаға қаратылады. 1611-жылы оның оптика бойынша жаңа шығармасы «Диоптрика» жарық көреді (титул бетинің сүүрети берилген). Бул жумысында ол телескоптың (Кеплер трубасының) конструкциясын тәрәптейди, линзилірдағы хәм линзалар системасындағы нурлардың нурлардың жолын қарайды. Усының нәтийжесинде жақтылықтың оптикалық тығызлығы жоқарырақ орталықтан оптикалық тығызлығы киши болған орталыққа өткенде толық ишки шағылысыудың орын алатуғынлығы хәққындағы жуумаққа келеди.

1611-жылы оның үшінші ызамы келтирилген «Дүньялық гармония» шығармасы жарық көреді.

Илимпаздың өмиринің ақырғы жыллары оғада қыйыншылық пенен өтеди. Линц қаласындағы жумысын қойып ол күтилмеген айлақлар менен күн көреді, ал 1628-жылы ол белгили әскербасшы Валленштейнге гороскоп дүзиуши сыпатында жумысқа алынады. Әскербасшыны оның дүзген гороскоплары қанаатландырмайды хәм усының ақыбетинде илимпаз Линц қаласына қайтып келеди. 1630-жылы ала алмай жүрген айлықтарын алыу мақсетинде Регенсбург қаласына барғанда ол аязлап ауырады хәм 1630-жылы 15-ноябрь күни 59 жасында қайтыс болады.

### **Салыстырмалық принципі. Галилео Галилей**

1888-жылы тууылып 1925-жылы 37 жасында қайтыс болған уллы рус математиги хәм геофизиги Арександр Александрович Фридман 1922-жылы жазылған «Дүнья кеңислик хәм уақыт сыпатында» мийнетинде (Бул мийнет «Мысль» журналында шығарыу ушын жазылған) Федот Кузьмич Прутковтың жазып қалдырған мынадай уақыясын келтиреді: «Бир уақытлары түн басланып киятырғанда үйинің алдындағы баспалдақта отырған атақлы француз философы Декартқа өтип баратырған бир адам келип «Айтыңызшы билимли адам, аспанда неше жулдыз бар?» деп сораған. Бул сорауға Декарт «Оңбаған (мерзавец). Қушақлауға болмайтуғын нәрсени хеш ким қушақлай алмайды» деп жууап берген». Буннан кейин А.А.Фридман мыналарды жазады:

«...Декарт пенен өтип баратырған адамның хәзир ғана келтирилген әңгимесинен кейин өтип баратырған адам «ақылланды» хәм тынышланды. Бирақ хақыйқатында адамзат тарийхында «жұлдызларды санаў», басқа сөз бенен айтқанда дүньяның картинасын дөретиў билим дәрежеси қанша киши болса да барлық ўақытлары ойлаўшы адамзат арасында болды...

XX әсирде адам усы ўақытларға шекем тәбияттаныў дүнья хаққында топланған мағлыўматлар тийкарында дүньяның эпийайыластырылған хәм схема түриндеги улыўмалық картинасын дөретиўге умтылды... «Жұлдызларды санаўға» хәм дүньяның улыўмалық картинасын дөретиўге тырысыў өзиниң мазмунына аз сәйкес келетуғын «салыстырмалық принципи» атына ийе».

«Жұлдызларды санаўға» хәм дүньяның улыўмалық картинасын табыўға мүмкиншилик беретугын усы «салыстырмалық принцип» дөреткен адам Галилео Галилей болып табылады.

Уллы Италиялық Галилео Галилей 1564-жылы 15-февраль күни Пиза қаласында туўылған. Әкеси оның шыпакер болыўын тилеп оны медицина факультетинде оқыўға мәжбүрлеген. Бирақ математикаға оғада жақсы қәбилетлик көрсеткенликтен ол кейинирек философия факультетине көшкен. 22 жасында ол өзи соққан гидростатикалық тәрәзи хаққында киши шығарма жазған. Бул оқыў орнын питкерип ол Пиза қаласындағы өзи оқыған университетте профессор орнын алады хәм математика менен философиядан лекциялар береді.

Галилейдің Пиза қаласындағы өткерген өмири ишинде оның маятниктиң тербелисиндеги изохронизмди (хәр бир маятниктиң тербелис жийилигиниң турақлылығын) ашты хәм оның дәслепки антиаристотеллик жумыслары басланды. Оның биринши изертлеўлерин шама менен 1590-жылы жазылған «De motu» («Қозғалыс хаққында») китабында көриўге болады (бул мийнет латын тилинде жазылған болып, Александр хәм Доминиктиң диалогынан турады).

Бирақ ол көп узамай Падуя қаласында көшиўге мәжбүр болады (сол ўақытлардағы Венеция республикасы).

Падуя қаласында Галилей 18 жыл ислеп 1592-жылдан 1610-жылға шекем оған дүньялық даңқ алып келген бир қатар жаңалықлар ашты. Усы жерде ол Коперник системасы тәрәпинде турып гүрести баслады. 1597-жылы ол төмендегилерди жазды:

«Коперниктиң пикирлерине мен бир неше жыл бурын-ақ келген едим. Бул пикирлерден мен әдеттеги гипотезалар менен түсиндириўге болмайтуғын тәбияттың көп қубылысларының себеплерин таптым. Көп пикирлер хәм қарсы аргументлерге бийкарлаўлар жаздым, бирақ оларды жәриялаўға қәлбим жетпеди, себеби устаз Коперниктиң қорқынышлы тәғдири таныс еді. Ол көплеген адамларда өлмес даңқа бөленди, бирақ ақмақлардың саны шексиз көп еді».

Галилей гүрестің қыйын екенлигин түсинип, алдында турған тартысқа материал топлады. Ол астрономия хәм механика сораўлары үстинде ой жуўыртты, ашық гүрестің басланыўы ушын қолайлы моментти күткен ҳалда, өзиниң дослары менен илимий проблемаларды талқылады. Сол қолайлы момент Галилейдің Падуя қаласында ислеў дәўириниң ақырында келди.

1608-жылы Голландияда көриў трубасы ислеп шығылды. Бул хаққында еситкен Галилей, трубаның мүмкин болған конструкциясын ойлап, бир жыл ишинде дөңес хәм ойыс линзалар жыйнағынан турыўшы трубаны соғып алды. Венеция сенаты Галилейдің бул жумысларын жоқары баҳалады. Себеби көриў трубасының Жерде де көп хызметти атқара алатуғын еді. Галилей болса бириншилерден болып көриў трубасын илимий мексетте қолланды. Трубаны жетилистирип хәм оны аспанға қаратып Галилей дәрхәл көринетуғын хақыйқый картинаның Аристотель схемасының сәйкес келмейтуғынын көрсетти. Айдың бети ойлы-бәлентлик пенен қапланған, ал Кус жолы болса сол ўақытларға шекем белгисиз болған оғада көп санлы жұлдызлардан турады екен. 1610-жылы январдың басларында ол Юпитер планетасының жолдасларын ашады. Бул жағдай

Коперник системасының планеталардың Куяштың дөгерегиндегі қалай айланатуғынлығына сәйкес келіуіші көргізбелі моделі еді. Өзинің жаңалықтары хаққындағы адамларды толғандыратуғын әңгимені Галилей «Жулдыз хабаршысы» деп атады. Сол ұақытларда орын алған дәстүрлер бойынша Галилей өзинің бул мийнетін Тосканиялы уллы герцог Козимо II Медичиге бағышлады. Усының менен ол Тосканияға қайтыуға жол таярлады. Галилей Флоренцияда уллы герцог оған қәуендерлік етеді хәм илимий жұмысларды іслеуіге үлкен мүмкіншиликлер жаратып береді деп ойлады.

1610-жылдан баслап Галилейдің өмиріндегі ең қыйын хәм драмалық дәуірлер басланады. Ол болжаған гүрес аұыр гүрес болып шықты. Ески тәліматлардың тәрепдирлары жаңа фактлер алдында пикирлеринен қайтпады хәм ашықтан-ашық гүреске шықты. Коперник пенен Галилейдің тәліматлары (диний) кәраматлы кітаптарға сәйкес келмейді деп дағазаланды.

Коперниктің тәліматы 1616-жылы 5-март күні қадаған етилді, ал Жердің қозғалатуғынлығы хаққындағы тәліматлар кәраматлы кітапқа қайшы келеді деп дағазаланды.

Пиза қаласында болған ұақытлары Галилей дененің еркін түсіуі тезлигинің дененің салмағына пропорционал емес екенлігін дәлилледі. Пиза қаласындағы қыя минардан тасланған бірдей өлшемлердегі шойын хәм ағаш шарлар жердің бетіне бір ұақытта келіп жеткен. Усыған байланысly Галилей айырым денелердің жерге хәр қандай тезліклер менен келіп жететуғынлығының себебинің хаўаның қарсылығы екенлігін толық түсіндіре алды. Тәжірийбелер өткергенде дыққатты ең баслы мәселеге қаратыу мақсетінде Галилей бірдей өлшемлерге хәм бірдей формаларға ийе денелерді алды. Солай етип Галилейдің бул әпіуайы тәжірийбесі эксперименталлық илимнің басланғыш нәқаты болып табылады. Ол өткерген тәжірийбелерін көп қайталады, денелердің өлшемлер менен формаларды өзгертіп көрді. Тәжірийбелерді лабораторияда, басқа да орынларда өткерді. Бул тәжірийбелердің нәтижелері хәм оларды теориялық таллау механиканың тийкарын курады хәм Галилейдің атын жаңа тәбияттаныудың баслаушысы ретінде мәңгіге қалдырды. Галилейдің механика, астрономия, материаллардың қарсылығы, акустика, оптика бойынша жұмыслары бір мақсетке қарай – жаңа илимді хәм жаңа дүньяға көз-қарасты пайда етіуіге қаратылған.

Коперниктің тәліматы қадаған етилгеннен 14 жыл кейін Галилей өзинің баслы шығармасы болған «Дүньяның екі системасы болған Птолемей хәм Коперник системалары хаққында диалог» кітабының қол жазбасын пикерді<sup>6</sup> хәм оны басып шығаруы үшін рұқсат алыуға Римге алып келді. Бул ұақытларда папа престолында (тахтында) Урбан VIII отырған еді. Ол кардинал ұақтында Галилейге жақсы қатнаста еді хәм хәтте оған латын тилиндегі қосықларын да бағышлады. Галилей «климат жумсарады» деп есаплады. Ең бас цензор кітаптың басып шығарылуына қарсылық билдирмеді, Коперниктің теориясы тек математикалық гипотеза деп түсіндіріуші алғы сөзді қосыуды ұсынды<sup>7</sup>. Галилей ұсындай алғы сөзді жазды хәм Коперниктің тәліматы тек гипотеза сыпатында пайдаланылады деп дағазалады.

Галилейдің кітабы 1632-жылы 2-август күні Флоренцияда жарық көрді. Кітап Сальвиати, Сагредо хәм Симпличио деген Венециялық үш адамның диалогы түрінде жазылған.

Филиппо Сальвиати (1582-1614) хәм Джован Франческо Сагредо (1571-1620) Галилейдің Венециялық дослары, ал Симпличио болса ески көз-қараслардың тәрепдары хәм ойлап табылған персонаж. Олардың диалогларының барысында денелердің қозғалысы хәм инерция нызамы хаққында гәп етиледі. Диалог бір неше күн дауам етеді.

«Бирінші күн» тийкарынан аспанның өзгермейтуғынлығы хаққындағы тәліматты бийкарлауға бағышланған. Галилей бойынша жаңа жулдызлар хәм Куяштың бетіндегі

<sup>6</sup> Рус тилинде «Диалог о двух системах мира – Птолемеевой и Коперниковой»

<sup>7</sup> Осиандер тәрепинен Коперниктің кітабына да тап ұсындай алғы сөздің жазылғанлығын еске түсіреміз.

дақлар аспан денелерінің өзгеретуғынлығын хәм шексиз емес екенлигин тастыйықлайды. Перипатетиклердің<sup>8</sup> Куяштың бетіндегі дақлардың Куяшқа қатнасы жоқ, ал Куяштың дөгерегінде пайда болатуғын мөлдир емес денелердің тәсири деген пикирлерін пикирлерін әшкаралайды. Екинши тәрептен Айдың бетіндегі таулар бизің жолдасымыздың, тап сол сыяқлы басқа да аспан денелерінің физикалық қурылысының Жердің физикалық қурылысындай екенлигинен дерек береді.

Диалогтың екінши күні Жердің қозғалысын талқылауға бағышланған. Бул жерде Галилей Жерді қозғалмайды деп есаплаушыларға қарсы хәзирги динамиканың еки тийкарғы принциптерін қояды. Бул принциптер инерция принципі хәм классикалық салыстырмалық принципі болып табылады.

Инерция принципі ұзын тарийхқа ийе. Бирақ Галилейге шекем хеш ким бул принципті анық етип түсіндіре алған жоқ. Көп сыншылар Галилейди инерция принципине улыұмалық түрдегі анықламаны бермеді деп есаплайды. Бирақ Галилейдің бул принципті барлық ўақытта дәл қолланғанлығын оның инерция принципін толық билгенлигинен дерек береді.

Биз Сальвиатидің гәплерінде оғада әхмийетли физикалық принцип болған салыстырмалық принципін табамыз. Бул принцип бойынша хеш бир механикалық тәжірийбе усы тәжірийбе өткерилген системаның тынышлықта турғанлығын ямаса туўры сызықты тең өлшеўли қозғалып баратырғанлығын анықлай алмайды.

Перипатетиклердің Жердің қозғалатуғынлығына қарсы болғанының себеби Жер бетінде турған хеш бир нәрседен Жердің қозғалып баратырғанлығын билиўге болмайды. Басқа сөз бенен айтқанда Жер бетіндегі барлық механикалық процесслер Жер қозғалмай турғандағыдай болып өтеді. Ушып жүрген қуслар олардың астындағы Жерден қалып қоймайды. Ал егер Жер өз көшери дөгерегінде айланғанда қуслар артта қалып қойған болар еді. Пушкинаны батыс тәрепке қарай атқанда снаряд қандай қашықтыққа барып түсетуғын болса, оны шығыс тәрепке қарай атқанда да тап сондай қашықтыққа барып түседі. Салмақты денелер вертикаль бойынша Жердің бетине курап түседі (қыя бағытта қулап түспейді). Усындай мысалларды көплегі келтириўге болады хәм олардың барлығы да Жердің тыныш турғанлығын дәлиллейді. Бул сынлардың барлығы да Галилей классикалық салыстырмалық принципі менен жуўап береді<sup>9</sup>:

«Сиз досларыңыздың бири менен қандай да бир корабльдің палубасының астындағы өжиреде басқалардан аўлақта қалыңыз, ол жерде шыбынлар, гүбелеклер хәм басқа да ушыўшы насекомалар болсын, мейли өжиреде сизде суўы бар үлкен ыдыс та болсын. Бул ыдыста кишкене балықлар жүзип жүрсин, өжиреге ишинде суўы бар, асты жиңишке шеге менен тесилген шелекти илдирип қойыңыз хәм бул шелектен аққан тамшылардың қуйылыўы ушын полдың үстине иши бос басқа шелек қойыңыз. Корабль тынышлықта турған ўақытлары ушыўшы жәнликлердің барлық бағытлар бойынша бирдей тезликлер менен ушытуғынлығына, суўы бар ыдыстың ишиндегі балықлардың да барлық бағытлар бойынша бирдей тезликлер менен жүзетуғынлығына, жоқарыдағы шелектен төмендегі шелекке суўдың тамып турғанлығын жақсылап бақлап алыңыз... Корабль тынышлықта турғанда сол қубылыстардың тап сондай болып өлетуғынлығына көз жеткериңиз. Буннан кейин корабльди қәлеген тезлик пенен қозғалыўға мәжбүрлеңиз (қозғалыстың тең өлшеўли болыўы, бир тәрепке, кейин екінши тәрепке қарай аўдаңламаў керек) жоқарыда айтылған қубылыстарда сиз хеш қандай өзгеристи бақлай алмайсыз хәм сол қозғалыстардың хеш биреўи де корабльдің қозғалып баратырғанлығын сизге билдирмейди»

Бул үзиндинің мазмунын хәзирги ўақытлары былайынша баянлайды: қандай да бир системада механикалық қубылыстар усы системаның тынышлықта турғанлығынан ямаса

<sup>8</sup> Перипатетиклер – Аристотель дүзген философиялық мектептің ўәкиллери. Ола Аристотель тәлиматын қоллаған.

<sup>9</sup> Галилейдің бул гәплери түсиникли болыўы ушын хәзирги тилге сәйкес аўдарылды.

тең өлшеулі туұры сызықлы қозғалып баратырғанлығынан ғәрезсиз бирдей болып өтеди. Басқа сөз бенен айтқанда бир бирине салыстырғанда тең өлшеуі хәм туұры сызықлы қозғалатуғын барлық системаларда механикалық қубылыслар бирдей болып өтеди. Бир системада аңлатылған қозғалыс ызыамларынан екінши системадағы қозғалыс ызыамларына аналитикалық өтиу жыйнағы Галилей түрлендириулері деп аталатуғын әпиуайы формулалардың жәрдемінде өткериледи. Демек салыстырмалық принципі механиканың ызыамларының Галилей түрлендириулеріне қарата инвариант екенлигин билдиреди.

«Үшінши күн» 1604-жылы бақланған жаңа жулдыз хаққындағы узын дискуссиядан басланады. Буннан кейин әңгиме Жердің бир жыл дауамындағы қозғалысы хаққында жүреди. Планеталардың қозғалысларын, Венераның фазаларын, Юпитердің жолдасларын, Куяш дақларын бақлау нәтижелерінің бириншиден Аристотель тәлиматының астрономиялық бақлауға сәйкес келмейтуғынлығын көрсетеди (бул сөзлер диалогта Сальвиати ауызы менен айтылады). Екіншиден геометриялық хәм динамикалық көз-қараслардан дүньяның гелиоорайлық системасының мүмкиншилигин аңлатады.

Диалог жақтылықтың тезлиги хаққындағы репликалар менен питеди. Бул жерде галилей Сальвиатидің ауызы менен жақтылықтың тезлигинің шеклі ме ямаса шексиз бе екенлигин анықлау бойынша әпиуайы шыраларды пайдаланыу жолы менен өткерилетуғын экспериментти усынады. Бул экспериментте қолларында шыралары бар еки адам бир бирине салыстырғанда шыралардың жақтысы көринерликтей кашықтықта турыуы керек. Биринши адам шыраның бетин ашады хәм буны көрген екінши адам да өзинің шырасының бетин ашып биринши адамға хабар береді. Бирақ жақтылық тезлигинің жүдә үлкен болыуына байланысly Галилей эксперименти хеш қандай нәтижени бермеді.

Галилейдің «Дүньяның еки системасы болған Птолемей хәм Коперник системалары хаққында диалог» шығармасы христиан дини уәкиллерінің арасында үлкен қарсылық пайда етті. Китап шыққаннан кейин көп узамай Галилей «исенимлі дереклерден иезуитлердің<sup>10</sup> басшыларының шешім қабыл ететуғын айрықша адамға китаптың қорқынышлы, ал ширкеу үшін Лютердің де, Кальвиннің де шығармаларына қарағанда да әдеуір зиянлы екенлигин билдирді». Папаның бұйрығы менен Галилейге қарсы жынаят ислері қозғалады хәм оны Римге шақырады. Наұқас ғарры Римге келиу мүддетін созыуды сорайды, ал инквизиция Галилейдің Римге тез жетип келиуін талап етип, егер ол бул бұйрықты орынламаса кисен салынып сақшылар менен алып келинеди деп қорқытқан. 1633-жылы февраль айында Галилейди зәмберде (носилкада) Римге алып келеди. Галилей процессі 1633-жыл 2-апрелден 22-июнге шекем дауам етті. Хүким 22-июнь күні оқып еситтирилди. Бул хүким бойынша Галилейдің өз тәлиматынан бас тартуы керек болды. Инквизиция Галилейди еретик<sup>11</sup> деп дағазаламады (егер бундай болғанда оны да Джордано Брунодай отқа жаққан болар еди), ал «ересте күшли гүман туудырыушы» деп айып таққан.

Өз тәлиматынан бас тартқан Галилей Флоренцияның қасындағы Арчетри қаласында инквизицияның бақлауында жасады. Ол картайды, күш-қуаты теусилди, көзі көрмейтуғын болып қалған. Бирақ усы жағдайға карамастан ол жумыс ислеуін дауам еткен. Суд процессінен 5 жылдан соң 1638-жылы «Еки жаңа илим хаққындағы әңгимелер» деп аталатуғын оның ең бас шығармасы жарық көрди. Стивен Хокингтің айтыуы бойынша «Оның усы китабы Коперникти қоллағанына қарағанда хәзирги илимнің тууылыуына көбірек себеп болды».

### **Стивен Хокинг Галилео Галилей хаққында:**

<sup>10</sup> Иезуитлер – Иисус жәмийеті, 1537-жылы дүзилген.

<sup>11</sup> Ересь, еретиклер деп рәсімий христиан дининен бас тартып, басқа бағдардағы динге исениуші христианды айтады.

Галилей басқа айырым адамларға қарағанда хәзирги заман илиминің тууылыында көбірек жууапкер. Католик Ширкеуі менен болған атақлы бәсекелесіу Галилейдің философиясындағы орайлық орынды ийеледи. Өйткени ол бириншилерден болып дүньяның қурылысын түсиниуіге адамда үмит бар деп дағазалады, оннан қала берсе бизиң хақыйқый дүньямызды бақлау арқалы сол түсиниуіге жетиу мүмкин деп есаплады. Галилей дәслеппен-ақ Коперниктің теориясына исенди (планеталардың Қуяштың дөгерегінде айланатуғынлығы хаққында), бирақ Коперник теориясының дурыслығын тастыйықлағаннан кейин ғана бул хаққында көпшиликке айта баслады. Коперник теориясына арналған жұмысын ол италия тилинде жазды (сол уақытлары қабыл етилген академиялық латын тилинде емес) хәм оның көз-қараслары университетлер шеклеринен узақларға тарқалды. Бул Аристотельдің тәлиматын дауам еттириушилерине унамады хәм олар Католик Ширкеуін Коперниктің тәлиматына қарсы қойып Галилейге қарсы бирлести. Булардан тәсирленген Галилей ширкеуде ислеитугын абырайлы адамлар менен кеңесіу ушын Римге қарай жол алды. Ол Библияның максетлери илимий теорияларды қандай да бир сәуленедириуден ибарат емес, дурыс ақылға қарама-қарсы келген Бибиядағы жазылғанларды аллегория сыпатында қабыл етиу керек деп дағазалады. Бирақ протестантлар менен гүресте кесент бериу мүмкин болған даудан қорыққан Ширкеу репрессивлик шаралар көриуіге өтти. 1616-жылы Коперниктің тәлиматы «жалған хәм қәте» деп дағазаланды, ал Галилейге бул доктринаға сүйениуіге ямаса оны жақлауға мәңги тыйым салынды. Галилей келисим берди.

1623-жылы Галилейдің ески досларының бири Рим Папасы лауазымына сайланды. Галилей дәрхәл 1616-жылғы пәрманның бийкарланыуы ушын хәрекет етти. Ол сәтсизликке ушырады, бирақ Аристотельдің теориясын да, Коперниктің теориясын да талқылайтуғын китап жазыуға руқсат алды. Оның алдына еки шәрт қойылды: ол хеш бир тәрепти қабыл етиу хақықына ийе болған жоқ хәм адам хеш қашан дүньяның қалай қурылғанлығын биле алмайды, себеби Қудай адамның ақылына сыймайтуғын усыллар менен бирдей эффектлерди шақыра алады, адам Қудайдың кудиретине шек қоя алмайды деп есапланды.

Галилейдің «Дүньяның еки бас системасы хаққында диалог» деп аталатуғын китабы цензураның толық мақуллауында 1632-жылы питти хәм баспадан шықты. Бул китап пүткил Европада әдебий хәм философиялық айрықша жақсы шығарма сыпатында атап өтилди. Кейин көп узамай папа китаптың Коперниктің теориясын қоллап-қууатлайтуғынлығын түсинди хәм оны баспадан шығарыуға руқсат бергенлигинен пәнт жеди. Папа цензураның рәсимий руқсатына қарамастан Галилейдің 1616-жылғы пәрманды бузғанлығын дағазалады. Галилей судқа берилди хәм өмиринің ақырына шекем үй қамағына, көпшилик алдында Коперник тәлиматынан уаз кешиуіге хуким етилди. Галилей және де келисимге келиуіге мәжбүр болды.

Берилген католик болып қалғанлығына қарамастан Галилей илимнің ғәрезсизлиги хаққындағы исеними алдында тербелмеди. Өлиминен төрт жыл бурын, 1642-жылы ол Голландиядағы баспаға «Еки жаңа илим» деп аталатуғын екінши үлкен китабының қолжазбасын купыя түрде жиберди. Оның усы китабы Коперникті қоллағанына қарағанда хәзирги илимнің тууылыуына көбірек себеп болды.

### **Исаак Ньютон** **Механика**

Классикалық механиканың хәзирги заман түрине келтирилиуі Англия математиги, механиги, физиги, астроном, классикалық механиканың дәретиушиси, Лондонлық король жәсийетинің ағзасы (1672-жылдан баслап) хәм президенти (1703-жылдан баслап) Исаак Ньютонның аты менен байланысly. Фундаменталлық мийнетлери «Математикалық философияның математикалық басламалары» («*Philosophiae naturalis principia*

mathematica», 1687-жылы жарық көрді) хәм «Оптика» (1704-жылы жарық көрді). Г.Лейбництен ғәрезсиз дифференциаллық хәм интеграллық есаплауды ислеп шықты. Ол Вулсторп қаласында 1642-жылы 25-декабрь күни тууылған (Англияда 1752-жылға шекем Юлиан календары пайдаланылған еди. Хәзирги ўақытлары қабыл етилген Григориан календары бойынша бул шама 1643-жылдың 5-январы сәйкес келеди), ал 1727-жылы 31-март күни Лондонда 85 жасына қарағанда қайтыс болған.

Дәслепки ўақытлары жас Ньютон оптика менен, әсиресе эксперименталлық оптика менен қызықты. Жыллардың өтиўи менен оның экспериментлер өткерийўге қызығыўшылығы төменледи хәм усының менен бир қатарда оның теория мәселелерине қызығыўшылығы артты. Ньютон әсте-ақырынлық пенен оптикадан механика мәселелерине өтті. Оның механика бойынша биринши китабы 1687-жылы, ал оптика бойынша биринши китабы кейинирек 1704-жылы ғана шыққанлықтан биз Ньютонның мийнетлерин баянлауды механикадан баслағанды қолайлы деп есаплаймыз.

Галилей хәм Гюйгенс Жердің бетиндеги денелердің механикасын раўажландырды. Ал Ньютонның жумыслары болса инерция принципін хәм күш түсинигин улыўмаластырыў, масса түсинигин киргизийў хәм механиканың нызамларынның қолланылыў областларын пүткил Әлем ушын тарқатыў менен айрылады.

Архимед механикасында итибарға алынбаған дүньяға бирлик хәм үзликсизлик берген бул кейинги улыўмаластырыў Ньютон тәрәпинен ойлаў, пикирлеў қағыйдалары (правила рассуждения) арқалы әмелге асырылды. Бул пикирлеў қағыйдалары (regulae philosophandi) оның үш китаптан туратуғын «Натурал философияның математикалық басламалары» («Philosophiae naturalis principia mathematica») китабының (бул китаптың атын қысқалық ушын ендигиден былай «Басламалар» деп атаймыз) үшінши китабында жайластырылған болса да оның механика бойынша барлық изертлеўлерин толық характерлейди.

**Биринши қағыйда:** қубылысларды түсиндирийў ушын жеткилики болған себеплерден басқа себеплерди қабыл етпеў керек.

**Екинши қағыйда:** бир бирине сәйкес келиўши қубылысларды барлық ўақытта да бир себеп пенен байланыстырыў керек. Мысалы асхана ошағындағы жақтылық пенен Куяш жақтысы бирдей болыўы керек.

**Үшинши қағыйда:** денелердің қәсийети деп олардың сондай қәсийетин есаплаў керек, бул қәсийетлердің күшеймеўи де, хәлсиремеўи де хәм усы қәсийетлер үстинде биз экспериментлер өткерийў мүмкиншиликлерине ийе болыўымыз шәрт. Бул Ньютонның индукция қағыйдасы болып табылады.

**Төртинши қағыйда** (бул қағыйда «Басламалар» дың үшінши басылып шығыўында пайда болды): индукцияның жәрдемінде тәжирийбеден алынған қәлеген тастыйықлауды усы тастыйықлауды шеклеўши ямаса бул тастыйықлаўға қарама-карсы келетуғын басқа бир қубылыс табылмағанша дурыс деп есаплаў керек.

Үшинши қағыйда Ньютон тәрәпинен универсал болған пүткил дүньялақ тартылыс нызамының ашылыўына алып келди: егер барлық денелер Жерге тартылатуғын болса, теңиз Айға карай тартылатуғын болса (бул тасыўлар менен қайтыўларда анық көринеди), ал планеталар Куяшқа тартылатуғын болса, онда барлық денелер бир бири менен тартысады. Бул нызамды дағазалап Ньютон тартысыў себеплерин анықлаў нийетинде болмайды:

«Бул қәсийетлердің себепин мен усы ўақытларға шекем қубылыслардан келтирип шығара алмадым, ал гипотезаларды усыныўды ойлап табыў менен шуғылланбайман. Бирақ қубылыслардан келип шықпайтуғын барлық ждағдайлар гипотеза болып табылады, эксперименталлық философияда метафизикалық, физикалық механикалық гипотезаларға, жасырын қәсийетлерге орын жоқ. Бундай философияда усыныслар қубылыслардан келтирилип шығарылады хәм индукция жәрдемінде улыўмаластырылады. Усындай жоллар менен денелердің сиңиргиш емеслиги (непроницаемость), қозғалшаңлығы (подвижность) басымы, қозғалыс нызамлары хәм тартылыс үйренилди. Тартылыстың хақыйқатында бар екенлиги хәм биз баянлаған нызамлар тийкарында



тәсірлесетуғынлығы аспан денелери менен теңіздің барлық қозғалыстарын түсіндіріу үшін толық жеткілікті».

Ньютон оптикалық тәжірибелерді қойғанда данышпанлық хәм хәр тәрептемелик көрсеткен болса, оның механика бойынша қойған тәжірибелери әпиұайы еди хәм олардың көпшилиги белгили фактлерді тексерип көріу үшін орынланды. Механикада Ньютонның данышпанлығы өзинен бурынғы илимпазлардың жұмыстарын тәртіпке салыудан хәм дара жағдайлар үшін белгили (мысалы инерция ызамаы) болған ызамларды улыұмаластырыудан ибарат.

**Масса.** «Басламалардың биринши 17 бети (Ньютонның ұатанындағы үшінши басылыұының) классикалық механиканың тийкарғы түсиниклери менен аксиоматикасынан турады. Бул китаптың сегиз анықламадан, қозғалыстың үш ызамынан, олардың келип шығатуғын нәтижелерден хәм бир кеңестен (поучение) турады<sup>12</sup>.

Биринши анықламадан келтирилип шығарылған масса түсиниги биринши рет Ньютон тәрепинен пайдаланылған жоқ. Улыұма қабыл етилген пикирден айырмасы бул анықлама бир неше әуладлар заманында қәлиплести. Масса түсинигиниң излери Аристотельге тийисли деп есапланатуғын «Механика машқалалары» китабында да, Геронның механикасында да табылады. Декарт пенен Гюйгенс салмақ пенен массаны шатастырған. Салмақ пенен масса арасындағы биринши болып берилген анық айырманы биз Джован Баттиста Бальянидің Генуя қаласында 1638-жылы жарық көрген «Аұыр денелердің тәбийй қозғалысы ҳаққында» китабында табамыз. Ол бул туұралы былайынша жазады: «денениң салмағы тәсир етиуши баслама, ал заттың өзи пассив баслама сыпатында хәрекет ететуғын болғанлықтан аұыр денелер өзиниң салмағының өзиниң затына қатнасынан ғәрезли қозғалады, демек олар карсылықсыз вертикаль бағытта (еркин) түсетуғын болса, онда олар бирдей тезликлерде түседі, сонлықтан аұырырақ денелер көбирек затқа ямаса заттың муғдарына ийе болады»<sup>13</sup>.

Бальяни 1646-жылы жарық көрген төртинши китабында бул түсиниктиң ең ақырғы формулировкасын береди:

«Аұыр денелердің тәбияты сондай, олардың салмағы зат пенен байланысқан: салмақ қандай болса оның тәсир етиу қәбилетлиги де, заттың муғдары да, карсылық та сондай болады».

Бул жерде Бальяниға тек масса емес, ал оның салмаққа пропорционал болғанлығы да түсиникли болған.

Бирақ Ньютон алдыға кетти: ол бул түсиникти тек киргизип ғана қоймастан, бул түсиниктиң механикалық процесслердеги фундаменталлық орнын да атап көрсетти. «Басламалар» дың өзи массаның анықламасынан басланады:

**Биринши анықлама:** «Материяның муғдары оның тығызлығы менен көлемине пропорционал түрде анықланатуғын өлшем»<sup>14</sup>.

Бул анықламағы анықлық киргизиу үшін Ньютон материя муғдарын «дене» хәм «масса» сөзлери менен де айтатуғынлығын, материя муғдарын денениң салмағы бойынша да анықлауға болатуғынлығын атап өтеди. Себеби ол маятниклер менен өткерген жоқары дәлликтеги тәжірибелердинде денелердің салмағының олардың массасына пропорционал екенлигине исенди.

<sup>12</sup> Орыс (рус) тилиндеги «поучение» сөзи «кеңес» деп карақалпақ тилине аударылған (бул орыс сөзиниң карақалпақша мәнисі үйретиу, оқытыу, ақыл, ақыл-нәсийхат, кеңес.

<sup>13</sup> «Өзиниң салмағының өзиниң затына қатнасынан ғәрездли қозғалады» деген сөзди былайынша түсиниуимиз керек: салмақ – күш, ал зат – заттың муғдары, демек салмақтың затқа қатнасы күштиң массаға қатнасы – тезлениуге сәйкес келеди. Бул Ньютонның екнши ызамының ең дәслепки көринислери еди.

<sup>14</sup> Хәзирги ўақытлары «Туұры мүйешликтің майданы оның ултаны менен бийиклигиниң көбеймесине тең» деп айтылатуғын анықлама Ньютон заманында «Туұры мүйешликтің майданы оның ултаны менен бийиклигине пропорционал түрде анықланатуғын өлшем» деп айтылған.

Жүз жыллардан аслам ұақытлар дауаында Ньютон тәрeпинен массаға берилген анықлама күшли хәм кескин дискуссияларды пайда етти. Бул жағдайдың себеби пүткиллей айқын: масса тығызлық түсинигиниң жәрдеминде анықланады, ал тығызлық болса көлем бирлигиндеги масса болып табылады. Бирақ биз анық емес ямаса жеткиликли дәрежеде анықланбаған түсиниктиң түсиниксиз болыуының шәрт екенлигин атап өтемиз. Көп жағдайларда түсиникти анықлау ушын бул түсиниктиң жеткиликли дәрежеде анық емеслиги емес, ал бул түсиниктиң жүдә жақсы белгили екенлиги кесент жасайды (хәтте оған анықлама бериу ушын оннан да әпиұайырақ түсиниклерди табыу мүмкин емес дәрежеде жақсы белгили). Ньютон ушын пүткиллей айқын хәм ол дурыс пайдаланған масса түсиниги усындай түсиник болып табылады.

Биз бул жерде XX әсирдиң басларында Эйнштейнниң салыстырмалық теориясының дөретилгеннен кейин «релятивистлик масса» түсинигиниң пайда болғанлығын атап өтемиз. Бул түсиник классикалық физика менен салыстырмалық теориясында формулаларды бирдей формада жазыуға тырысулардың ақыбетинде пайда болды. Хәқыйқатында да классикалық механикада импульс  $p = mv$  формуласы жәрдеминде есапланады. Ал салыстырмалық теориясында болса импульс ушын  $p = \frac{mv}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$  формуласы ислетиледи. Көпшилик авторлар бул формуланы  $p = mv$  түринде жазып массаны  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$  деп қабыл етип, оны тезликке байланысly өзгеретуғын шама деген жуумақ шығарған. Бундай көз-қараслар бойынша  $m_0$  денениң «тынышлықтағы массасы» болып табылады. Әлбетте бул пикир пүткиллей дурыс емес. Масса релятивистлик инвариант шама болып табылады, сонлықтан оның мәниси тезликтен ғәрезли емес. Ал денениң импульсы да, энергиясы да тезликтен ғәрезли (олар релятивистлик инвариант емес).

**Күш.** «Басламалар» дың екнши анықламасы қозғалыс муғдарын келтирип шығарады.

**Екнши анықлама.** Қозғалыс муғдары тезлик пенен массаға пропорционал етип алынған шаманың өлшеми.

Ньютон тәрeпинен бирнши болып қабыл етилген «Қозғалыс муғдары» түсиниги де «Материя муғдары» түсинигине сәйкес келеди. Бирақ бул түсиник хәзирги ұақытларға шекем сақланып келди.

Биз инерция деп атайтуғын түсиникти үшінши анықлама береди:

**Үшінши анықлама.** Материяның өзине тән күши оның қарсылық етиу қәбилетлиги болады. Сонлықтан айырып алынған қәлеген дене өзиниң тынышлық халын ямаса тең өлшеули қозғалыс халын сақлайды.

Бизлер «инерция» деп нени атайтуғын болсақ, оны Ньютон материяның *vis insita* («тәбийий күши») ямаса *vis inertiae* («инерция күши») деп атады (хәзирги ұақытлары «инерция күши» деп басқа күшлерди, мысалы Кориолис күшин айтады).

Төртнши анықлама тезлениуди анықлаушы *vis impressa* «тәсир етиуши күш»ти келтирип шығарады.

Күш түсинигин қозғалыстың себеби сыпатында Кеплер киргизген еди. Бирақ ол күшти тезликтiң жәрдеминде өлшеди. Галилейде күш салмаққа эквивалент еди хәм ол тезлениуге байланысly пайда болған күшти өлшеди (яғный тезлениу пайда етиуши күшти өлшеди). Ньютонда болса бул хәққында Галилейдегидей анық көз алдыда елеслетиу болмады. Оның төртнши анықламысы былай дейди:

**4-анықлама.** Сырттан түсирилген күш денениң тынышлық халын ямаса тең өлшеули тууры сызықлы қозғалысын өзгертетуғын тәсир болып табылады.

Буннан кейин бул анықламаға былайынша анықлық киргизиледи:

«Күш тек тәсир етиу барысында ғана көринеди, ал тәсир тамам болғаннан кейин денеде қалмайды. Буннан кейин дене тек инерцияның салдарынан дене өзиниң жаңа халын сақлауды дауам етеди. Тәсир етиуши күштиң келип шығуы хәр қыйлы болыуы мүмкин: сокқыдан, басымнан, орайға умтылыушы күштен».

Бесиншиден сегизиншиге шекемги келеси анықламалар орайға умтылыўшы күшлерге тийисли. Бул жерде Ньютон абсолют күшти, тезлендириўшы күшти хәм қозғалтыўшы күшти бир биринен айырады. Орайға умтылыўшы күшке мысал ретинде Ньютон салмақ күшин, магнит күшин, тәбиятының қандай болыўына қарамастан планеталарды иймек сызықлы орбиталарда услап турыўшы күшти, тасты бурғандағы қол тәрәпинен тәсир ететугын күшти келтиреди. Бул мысаллардан оған Жердиң жасалма жолдасларын келтирип шығарыў мүмкиншилиги менен бир қатар (егер жеткиликли тезликлер менен қозғалатуғын болса) Жерден ылақтырылған денелердиң аспан кеңислигинде шексиз көп ўақытлар даўамында қозғалыў мүмкиншиликлери келип шығады. Усы еки мүмкиншилик те үш әсирден кейин ғана ҳақыйқатлыққа айланды.

**Ўақыт хәм кеңислик.** Сегизинши анықламадан кейин әҳмийети оғада уллы болған «кеңес» бериледи. Бул кеңес дәслеп философлар (Канттан баслап) ушын, ал өткен әсирден баслап физиклер арасында үлкен дискуссияларды келтирип шығарды. Бул кеңесте абсолют ўақыт пенен абсолют кеңислик постулат түринде киргизиледи. Ньютоннан баслап XIX әсирге шекемги барлық физикасы тийкарланған бул түсиниклер метафизикалық түсиниклер болып табылады. Биз бул түсиниклерден үзиндилер келтиремиз:

1. *Абсолют ҳақыйқый математикалық ўақыт өзинше хәм өзиниң маңызы бойынша, сырттағы ҳеш бир нәрсеге қатнасыз бир текли өтеди хәм ўақыт бойынша узықлық деп аталады* (Орыс тилиндеги «длительность» сөзи қарақалпақ тилине анығырақ болыўы ушын «ўақыт бойынша узақлық» деп аўдарылған. Мысалы «длительность рабочего времени» сөзлери қарақалпақ тилине рәсимий түрде «мийнет күниниң узақлығы» деп аўдарылады). *Салыстырмалы, сыяқлы болып көринетугын (кажущееся), әдеттеги (обыденное) ўақыт дәл ямаса өзгерислерге ушырайтуғын ўақыт болып, әдеттеги турмыста ҳақыйқый ямаса математикалық ўақыттың орнына қандай да бир қозғалыслар тийкарында сезимлеримиз арқалы анықланатугын ўақыт болып табылады хәм бундай ўақытлар сыпатында саатты, күнди, айды, жылды көрсетиў мүмкин.*

2. *Абсолют кеңислик өзиниң маңызы бойынша ҳеш бир нәрсеге салыстырмалы емес, барлық ўақытта бирдей хәм қозғалыссыз болып қалады. Салыстырмалық оның өлшеми ямаса оның қандай да бир қозғалатугын бөлими болып табылады. Бул қозғалыўшы бөлим оның базы бир денелерге салыстырғандағы аўхалы бойынша бизиң сезимлеримиз арқалы анықланады хәм бизиң әдеттеги турмысымызда қозғалатугын кеңислик сыпатында қабыл етиледі...*

*Ўақыт жүдә дәл өлшенетугын (тәбиятта) сондай тең өлшеўли қозғалыстың болмаўы мүмкин. Қәлеген қозғалыстың тезлениўи де, әстелениўи де мүмкин, бирақ абсолют ўақыттың өтиўи (өтиў тезлиги) өзгериске ушырай алмайды...*

*Ўақыт хәм кеңислик өзлериниң хәм басқа барлық нәрселердиң орны (жайы) болып табылады. Ўақыт бойынша бәрше избе-излик мәнисинде жайласады, ал ўақыт бойынша аўхалларының (ийелеп турған орынларының) тәртиби бойынша жайласады. Өзлериниң тийкаргы маңызлары бойынша олар орынлар болып табылады, ең дәслепки орынды қозғалады деп есаплаў биймәнилик болып табылады. Тап усы орынлар абсолют орынның маңызын қурайды хәм усы орыннан басланған қозғалыслар абсолют қозғалыслар болып табылады ...*

*Ҳақыйқый хәм (сондай) сыяқлы болып көринетугын қозғалыслардың келип шыгыў себеплери өзиниң маңызы бойынша денелерди усылай қозғалыўға мәжбүрлейтуғын (сол денелерге) тәсир ететугын күшлер болып табылады. Ҳақыйқый, абсолют қозғалыс қозғалыўшы денеге тиккелей тәсир ететугын*

*күшсиз пайда болмайды ямаса өзгеріске ұшырай алмайды, ал салыстырмалы қозғалыс бұл денеге күш тәсір етпесе де пайда бола алады, өзгере де алады.*

Солай етип Ньютон тәліматында *күш абсолют элемент болып табылады, ал қозғалыс болса абсолют есапқа системасының жоқ болуына байланысты тек ғана салыстырмалы характерге ийе.*

**Қозғалыс ызыамлары.** Анықтамалардан кейін қозғалыстың хәзіргі ўақытлары бәршеге белгилі болған төмендегидей үш ызыамы баянланады: инерция ызыамы, күштің тезленіўге туўры пропорционаллық ызыамы хәм тәсір хәм қарсы тәсір ызыамы. Бул ызыамларды биз толығы менен береміз:

**I ызыам:** *Қалеген дене усы денеге сырттан оның халын өзгертіўге мәжбүрлейтуғын күшлер тәсір етпесе, онда ол өзинің тынышлық халын ямаса тең өлшеўлі туўры сызықты қозғалыс халын сақлайды*<sup>15</sup>.

Таслап жиберілген дене өзинің қозғалысын сақлайды, себебі хәўаның қарсылығы оны әстелендірмейді хәм салмақ күші денени төменге қарай мәжбүрлемейді. Айырым бөлімлері бекитілген зырылдаўықта сол бөлімлер зырылдаўықтың туўры сызықты қозғалыўына мүмкіншилиқ бермейді, сонлықтан ол (тең өлшеўлі) айланысын тоқтатпайды, себебі бул айланыс хәўаның қарсылығы менен әстеленбейді. Планеталар менен кометалардың үлкен массалары еркін кеңісликте киші қарсылықларға жолығып өзинің илгерилемелі де, айланбалы да қозғалысларын көп ўақытлар даўамында сақлайды.

## **II ызыам:**

*Қозғалыс муғдарының өзгерісі күсірілген қозғалтыўшы күшке туўры пропорционал хәм бул өзгеріс күш тәсір еткен сызықтың бағыты бойынша болады.*

Егер қандай да бір күш базы бір қозғалыс муғдарын пайда ететуғын болса, онда бір ўақытта хәммеси ямаса хәр қайсысы өз алдына ізбе-із тәсір ететуғын екі есе үлкен күш екі есе үлкен, ал үш есе үлкен күш үш есе үлкен болған қозғалыс муғдарын пайда етеді. Барлық ўақытта да күштің бағытында болатуғын бул қозғалыс муғдары егер дене сол күштің бағытында күш тәсір етпестен бурын қозғалып киятырған болса, онда пайда болған қозғалыс муғдары денениң бурынғы қозғалыс муғдарына қосылады, ал дене күш тәсір етпестен бурын сол күштің бағытына қарама-қарсы бағытта қозғалған болса, онда пайда

<sup>15</sup> Қозғалыстың тийқарғы ызыамларының әхмийетін есапка алып биз оның Ньютон тәрөпинен латын тилинде жазылған хәқыйкый анықтамаларын береміз:

I ызыам былайынша жазылған: «Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare».

II ызыам: Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimatur.

III ызыам: Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.

Биринші ызыам дәл аўдарыў ушын «perseverare» хәм «nisi quatenus» сөзлеріне байланысты базы бір қыйыншылықларды туўдырады. «perseverare» сөзі «турақлылық», «беккемлік» ямаса «бір нәрсенің сақланыўы» мәнісін береді. Соның менен бирге бул сөз «сақланыўдың ямаса бір орында болыўдың (ўақыт бойынша) узаклығы» деген мәністі де береді. Тап усындай мәністе, анығырақ айтқанда усы сөзге сәйкес келіўші атлық «perseverantia» Ньютон тәрөпинен абсолют ўақыт хәқкындағы түсиникке анықлық беріўде пайдаланылған хәм былайынша жазылған: «duratio seu perseverantia existentiae», яғный «бар болыўының (существование) ўақыт бойынша узаклығы ямаса даўам етіў узаклығы (продолжительность)». Усындай джағдайларды көппе келтиріўге болады. Сонлықтан биз Ньютонның жазып қалдырған мийрасларын қарақалпақ тилине хәзіргі замандағы айтылыўларына сәйкес, мазмунын толық сақлаған түрде, ал усыған сәйкес оригиналда қолланылған сөзлерге дәл емес етип аўдарамыз.

болған қозғалыс мұғдары дененің бұрынғы қозғалыс мұғдарынан алынады, егер күш қыя бағытта тәсір етсе, онда қозғалыс мұғдарлары да қыя қосылады.

### **III нызам.**

*Тәсірге барлық ұақытта бағыты қарама-карсы, ал шамасы тең қарсы тәсір бар, басқа сөз бенен айтқанда екі дене бір бири менен шамасы бойынша бір бирине тең, ал бағыттары бойынша қарама-карсы күшлер менен тәсір етиседи.*

Жоқарыда келтирилген сөзлердің барлығы да Ньютонның «Натурал философияның математикалық басламалары» кітабынан келтирилген. Биз сонлықтан оларды тийкарғы текстен ажыратылған халда бердик.

Ньютон заманында өзінің кітаптарында өзінен бұрынғы ізертлеушілерге құрмет көрсетіу дәстүрге толық айланған жоқ еді. Бірақ соған қарамастан Ньютон илимге өзінен бұрын жол салған адамдар хакқында «Басламалар» да былайынша жазады:

«Усы ұақытларға шекем менен математиклер тәрәпинен қабыл етилген хәм дурыслығы көп санлы тәжірийбелерде дәлилленген басламаларды баянладым. Биринши екінши нызамды хәм биринши екі нәтийжелерди (күшлерди қосыу хакқындағы) пайдаланып Галилей денелердің түсіуінің ұақыттың квадратына пропорционал, ылақтырылған денелердің қозғалысының парабола бойынша болатуғынлығын тапты. Бұл тәжірийбелерде тастыйықланды, себеби бундай қозғалыстар хаўаның қарсылығынан әстеленбейди...<sup>16</sup> Усы екі нызамнан хәм үшінши нызамнан бизің дәуириміздің уллы геометрлері кавалер Христофор Рен, қудай тәлиматы докторы Иоанн Уэллис хәм Христиан Гюйгенс соққы хәм денелердің шағылысуы нызамларын келтирип шығарды хәм дерлік бір ұақытта Король жәмийетінде хабарлады, оның үстине олардың барлығының да нәтийжелері бір бирине сәйкес келеди».

«Басламалар» дың екінши кітабында сұйықтықтың қозғалысы, акустика мәселелері орын алған.

**Пүткіл дүньялық тартылыс.** «Басламалар» дың үшінши кітабы «Дүнья системасы хакқында» («О системе мира») деп аталып «Физикадағы ой жуўмағын шығарыудың қағыйдалары» (бұл хакқында жоқарыда айтылды), «Қубылыстар», «Усыныстар», «Ай орбитасының түйінлерінің қозғалысы хакқында» деп аталатуғын төрт темадан турады. Бұл үшінши кітаптағы ең фундаменталлық орынды пүткіл дүньялық тартылыс нызамы ийелейди. Биз дәслепп бұл ашылыудың тарийхый жолын қысқаша айтып өтеміз. Биз биринши гезекте Кеплер өзінің мийнетлерінде мысал ретінде келтирген алманың үзіліп түсіуі бұл пүткіл дүньялық тартылыс нызамының ашылыуы ушын хеш қандай себеп бола алмайтуғынлығын көрсетеміз. Ньютонның туўысқанлары хәм дослары бұл ұақыя хакқында көп айтып берген, ал Вольтер болса оны көпшиликке тарқатқан. Бірақ егер хакыйкатында да алма үзіліп Ньютонның басына түскенде де нызамның ашылыуын басқаша көз-қараста қарап шығыу керек.

Бір бирине ұқсас нәрселердің бір бири менен биригюге тырысуы қубылысы әйемги грек илимпазлары тәрәпинен де жазып қалдырылды (Эмпедокл, Анаксагор, Демокрит). Бұл идея орта әсирлерде де, ояныу дәуірлерінде же бар еді. Бұл идеяның орын алыуына әсиресе магнитлик тартылыс себеп болды. Магнитлердің бір бирине тартылысы тартылыстың дәлиллі ямаса көргизбелі түрдегі сәулелеленуі деп қаралды. Теңізлердің тасуы менен қайтыуына Ай менен Қуяштың тәсірін байланыстыруы теориясы да әйемги дәуірде қәлиплести (бизің эрамыздан бұрынғы III әсирлерде). Ояныу дәуірінде де теңізлердің суткасына екі рет тасуы хәм екі рет қайтыуы көп илимпазлардың дыққат орайында болды (Кардан, Скальеро, Порта, Кеплер).

<sup>16</sup> Әлбетте хаўаның қарсылығынан барлық механикалық қозғалыстар әстеленеди. Ньютон өзінің шығармасында әдетте хаўаның қарсылығынан үлкен өзгеріске ушырамайтуғын шойынның, қорғасынның хәм сол сыяқлы денелердің қозғалыстарын нәзерде туталды.

Бул проблема<sup>17</sup> гелиоорайлық система қабыл етилгеннен кейин айрықша әхмийетке ийе бола бастады. Биз жоқарыда Кеплердің 1609-жылы планеталардың қозғалысы бойынша еки эмперикалық ыызамды, ал 1618-жылы үшінши ыызамды ашқанлығын көрген едик. Бул ыызамларды ашпастан бурын-ақ Кеплер «не себепли планеталар Қуяштың дөгерегинде айланады» хәм «қандай себеплерге байланыслы Ай Жердің дөгерегинде айланады» деген сораўға жуўап бериў ушын басын қатырған. Биз бул жерде бул сораўларға Әл-Беруний, Улуғбек ушын жуўап бериўдің дым аңсат болғанлығын еске түсиремиз. Олар «кудай тәрeпинен орнатылған ыызамлар бойынша планеталар Жердің дөгерегинде айланып жүреди» деп түсиндирген. Өзиниң 1596-жылы жарық көрген «Әлемниң сыры» китабында Кеплер Айдың қозғалысын Жердің тартыўы менен байланыстырады хәм «қәлеген материяға тынышлыққа қарай тырысыў қәсийети тән, ал қозғалыстың себеби материяның инерциясына қарсы гүресетуғын *vis immateriata*» деп тусиндирди.

Кеплер бойынша планеталардың қозғалысындағы себеп Қуяшта болып, бул «себеп» жақтылық тәризли барлық тәрeплерге барлық тәрeплерге бирдей болып тарқалмайды, ал Қуяш экваторының тегислигинде ғана тарқалады, сонлықтан ол (себеп) қашықлыққа байланыслы кери пропорционал кемейеди. Кеплердің бул ойлары оның 1609-жылы жарық көрген «Жаңа астрономия ямаса аспан физикасы» китабында анығырақ сәўлелендирилген. Бул жерде денениң салмағы барлық денелердің бир бири менен биригиў тенденциясына сәйкес келеди хәм магнит тартысыўына уксас. Егер Әлемди тек еки тас бар болғанда бул еки тас бир бири менен бириккенге шекем бир бирине қарай қозғалған болар еди. Сонлықтан егер Айды орбитасында қандай да бир басқа күш услап турмағанда Жер де, Ай да бир бирине қарай қозғалған болар еди, бирақ Айдың тартыў күши Жерде тасыўлар менен қайтыўларды пайда етеди, егер Жер океанлар менен теңизлердің суўларын услап турмағанда, олар Айға кетип калған болар еди.

Ньютон өзиниң пүткил дүньялық тартылыс ыызамын дөреткенде Кеплердің мийнетлеринен хабарсыз болған болса керек (Ньютон да, Галилей де аз оқыйтуғын адамлар қатарына кирген). «Басламалар» да Ньютон Измаэль Бульо, Борелли хәм Гуклардың жумысларына сүйенеди. Измаэль Бульо өзиниң 1645-жылы жарық көрген «Түсиникли баян етилген астрономия» («Популярная астрономия») китабында Кеплердің пикирлери менен айтысыў (тартысыў) барысында «Қуяштан экватор тегислигинде күш шығады» деген пикирге қарсы шығып «егер Кеплердің пикири дурыс болғанда, онда күш жақтылық сыяқлы бир беттен екінши бетке қарай шашыраған хәм усыған сәйкес Қуяштан қашықлықтың шамасының квадратына кери пропорционал өзгерген болар еди» деп атап өтеди.

Ньютон ушын Бореллидің ескертиўи тәсирлирек болды. Ол орайға умтылыўшы күш пенен гравитация күшин математикалық жақтан дәл келтирип шығарғанда олар планеталардың қозғалысының бирден бир теориясына айланған болар еди деп есаплады (демек планеталардың қозғалыс ыызамын келтирип шығарыў ушын тартылыс күши менен орайға умтылыў күши арасындағы анық математикалық қатнасты анықлаў керек деген сөз).

Гук пенен Ньютон арасындағы қатнаслар курамалырақ хәм хәзирге шекем толық түсиникли емес. Бул қантаслар хаққында тоқтап өтемиз. 1666-жылы Гук Король жәмийетинде өзиниң магнитлик тәсирлесийўлерге сәйкес денениң салмағының бийикликке ғәрезлигин изертлеў бойынша ислеген жумысының нәтийжелери хаққында баянат иследи. Кейинирек бул идеяны ол планеталардың қозғалыслары ушын қолланыўға тырысты. Ол планеталарға үзликсиз түрде базы бир күш тәсир етеди деп есаплады. 1674-жылы бул жумыслардың нәтийжелери болған «Жердің қозғалысы хаққында этюд» шығармасын баспадан шығарады. Бул шығарманың ақырында ол былай жазған:

<sup>17</sup> Биз «проблема» сөзин қарақалпақ тилине аўдармаймыз (яғный «машқала» деген сөзди қолланбаймыз).

*«Усы ғақытларға шекем белгили болған системалардан өзгеше болған, бирақ механиканың улыўмалық ыызамлары менен сәйкес келетуғын әлем системасын усынаман. Бундай система үш гипотезаға тийкарланған: 1) барлық аспан денелери тартысады ямаса бизиң Жерде көргенимиздей олар өзиниң бөлеклериниң бир биринен узықласыўына жол бермей тек өзиниң бөлеклерин ғана тартпастан олардың тәсир етиў сферасында жайласқан басқа да аспан денелерин тартатуғын мәнисте сол аспан денелери орайға қарай умтылады. Буннан тек Қуяш пенен Ай Жердиң формасына ҳәм қозғалысына тәсир етип қоймастан, меркурий де, Венера да, Марс та, Юпитер де, Сатурн да өзиниң тартыўы менен Жердиң қозғалыўына тәсирин тийгизеди... 3) тартылыс күшиниң шамасы денениң тартыў орайына қанша жақын болса, соншама үлкен болады.*

1680-жылы Гук өзиниң Ньютонға жоллаған хатында әпиўайы кери пропорционаллық ыызамынан бас тартып, оны қашықлықтың квадратына кери пропорционаллық байланыс пенен алмастырыў зәрүрлиги ҳаққындағы пикирге келеди. Ньютон өзиниң «Басламалар» ын Король жәмийетине алып келип көрсеткенде Гук усы ыызамды ашқанлығы ҳаққындағы приоритетин мойынлаўды талап еткен. Бирақ бул талапқа Ньютон жүдә кескин түрде кери квадратлар ыызамын жигирма жылдан бери билемен, бул ҳаққында мен Король жәмийетиниң секретары Ольденбург арқалы Гюйгенске хабарладым, Гук кери квадратлар ыызамы ҳаққында сол хаттан билген деп жуўап берген. Усының менен бирге Ньютон Гуктың үстинен күлип, оны барлық жаңалықларын Бореллиден алды деп айыплаған (Стивен Хокингтиң Ньютон ҳаққында жазғанларын оқыңыз). Кейинирек Галлейдиң<sup>18</sup> дослық тәсириниң нәтийжесинде «Гуктың хатларының бири маған паленталардың қозғалысларын есаплаў ушын себеп болды» деп мойынлады ҳәм «Басламалар» да оның атын келтириўге келисим берди. Ньютонның Гук ҳаққындағы пикирлери жүдә қатал (суровый) еди. Ал Гуктиң характери де әпиўайы емес еди, бирақ онда жүдә сийрек гезлесетуғын ойлап тапқышлық (изобретательский) талант (оның жүзден аслам ойлап тапқанлары бар еди) пенен данышпанлық интуиция бар еди. Бул данышпанлық интуиция оған Қуяш системасын басқаратуғын тийкарғы динамикалық ыызамларды табыўға мүмкиншилик берди. Бирақ оларды Гук характериниң турақлы емеслиги ҳәм математикалық билимлерге жеткиликли түрде ийе емеслиги себепли системалы түрде баянлай алмады.

Солай етип кери квадратлар ыызамы Ньютоннан бурын да белгили еди деп жуўмақ шығара аламыз. Биз усындай гәплерден кейин Ньютонның «Басламалар» ының үшінши китабына қайта келемиз.

Ньютон дәслепп бақлаўлар тәрәпинен табылған планеталардың, айдың, Юпитер менен Сатурнның жолдасларының қозғалыс ыызамларын баянлайды. Биринши китаптың нәтийжелерин пайдаланып Ньютон ҳәзирги ғақытлардағы китаптарда көрсетилип жүргениндей етип бул ыызамлардың динамикалық интерпретациясын береді ҳәм барлық жағдайларда да орайлық жулдыз ямаса орайлық планета дөгерегинде айланыўшы денелерге сол денелерге шекемги қашықлықтың квадратына кери пропорционал күш пенен тәсир етеди деген жуўмаққа келеди. Үшинши китапта орайлық орынды IV усыныс ийелейди. Бул жерде Айды орбитасында ушлап турыўшы күштиң денелерди Жерге кулап түсиўге мәжбүрлейтуғын, тек қашықлыққа байланыссы шамасы киширейген күш екенлигин дәлиллейтуғын есаплаўды келтиреді.

Жоқарыда келтирилген мағлыўматлардың Ньютон тәрәпинен жүдә кеш баспадан шығарылғанлығын билдиреди. Буның себеплериниң бирин 1927-жылы Ньютонның

<sup>18</sup> Эдмунд Галлей (1656-1742) – англиялы астроном ҳәм астрофизик, түслик аспанның жулдызлар каталогын дүзди ҳәм жулдызлардың меншикли қозғалысын ашты, 20 дан аслам кометалардың орбиталарын есаплады, 1682-жылы көринген кометаның 1758-жылы қайтадан көринетуғынлығын болжады. Бул болжам дурыс болып шықты, сонлықтан 1758-жылы көринген кометаға «Галлей кометасы» аты берилди. Э.Галлей Жер магнетизмин де изертледі.

баспада басылып шыкпаған хатларын хәм шығармаларын терең үйренген америкалы астроном Адамс анықлады. Ньютон көп ўақытларға шекем сфера формасына ийе денениң бетинен сыртта турған ноқаттың усы денеге қалайынша тартылатуғынлығын биле алмаған. Бирақ кейинирек Ньютон сфера менен сол ноқат арасындағы тартылыс күшиниң шамасының массасы сфераның массасындай болған хәм сол сфераның орайында жайласқан ноқат пенен сфераның бетиниң сыртында орналасқан ноқат арасындағы тартылыс күшиндей екенлигин анықлаған (яғный гравитациялық тәсирлесіўлерди есаплағанда сфера тәризли денелерди массасы усы сфераның массасындай хәм сол сфераның орайында жайласқан ноқат пенен алмастырыўға болады екен).

Усындай есаплаўларды орынлап Ньютон VII усыныста мына жуўмаққа келеди:

*«Тартылыс бәрше денелерге тән хәм олардың ҳәр кайсысының массасына туўры пропорционал».*

Бирақ, егер тартылыс ҳәр бир денеге тән болса, онда неликтен биз күнделикли турмыста биз оны ушыратпаймыз? Усындай сораўдың туўылатуғынлығын Ньютон көре алған хәм усыған байланыслы ол былайынша жазады:

*«Егер кимде ким бул нызам бойынша бизиң қолымыздағы барлық денелер бир бири менен тартысыўы керек, бирақ бундай тартысыў пүткиллей сезилмейди деп қарсылық билдирсе, онда мен оларға бул денениң массасы Жердиң массасынан қанша есе киши болса, усы денеге қарай тартылыс та сонша есе киши болады, сонлықтан бундай тартылыс сезилерликтей тартылыстан анағурлым киши болады деп жуўап беремен».*

VIII усыныс өзиниң ишине оғада белгили болған теореманы алады. Бул теорема бойынша концентрлик бир текли қатламлардан туратуғын еки шар бир бири менен олардың массалары шарлардың орайында жайласқан ноқатлардай болып тартысады. XXIV усыныста теңиздиң тасыўы менен қайтыўы Ай менен Қуяштың биргеликлеги тәсирлеринен болатуғынлығы тастыйықланады. Келеси XXV усыныста Ньютон заманынын баслап усы ўақытларға шекем математиклерди көп ҳәлекшиликке салған, кейинирек «үш дене мәселеси» деп ат алған мәселе қойылады<sup>19</sup>. Мәселениң мазмуны тартысыўға байланыслы үш денениң қозғалысын анықлаўдан ибарат (Ньютонда Жер, Ай хәм Қуяш).

Оғада терең хәм қыйын болған «Басламалар» жарыққа шыққаннан кейин математик Лейбниц<sup>20</sup> хәм картезианшылар<sup>21</sup> тартылыс түсинигине қарсы саўаш баслады. Олар денелердиң базы бир аралықтан тәсир етисиўи ҳаққындағы жуўмақларды схоластикалық илимниң жасырын қәсийетлерине сәйкес келеди деп есаплады. Бул қарсылық көрсетиўлерге «Басламалар» дың екинши хәм үшінши басылыўларында келтирилген алғы сөзде Рождер «бар екенлиги тәжирийбеде пүткиллей айқын анықланатуғын себепти жасырын себеп деп айтыўға болмайды» деп көрсетти. Бул кескин хәм инандырарлық жуўап еди. Эйнштейнге шекем гравитация илимниң догматы, себебин таўып болмаитуғын қубылыс болып келди. Ньютонның өзи де аралықтан тәсирлесіўди мәниссиз деп есаплады, бирақ салмақ күшиниң тәбияты ҳаққындағы бул пикирин көпшилиқ алдында айтыўдан бас тартты.

Ньютонның заманласы Дэвид Грегоридиң 1705-жылы 21-декабрьде жазылды деп белги қойылған, бирақ 1937-жылы ғана жарық көрген мақаласында Ньютонның бул проблема бойынша шешим тапқанлығын баянлайды. Бул мистикалық-диний шешим еди<sup>22</sup>. «...қозғалыўшы денелерге барлық жерде де бола алатуғын қудайдан ҳеш қандай қарсылық көрсетилмейди»; «қудай барлық жерлерде, хәтте денелердиң ишинде де бола алады». Солай етип, егер биз Дэвид Грегоридиң жазып қалдырған мағлыўматларына исенетуғын болсақ, онда Ньютонның шешиминиң мәниси мынадай болыўы керек:

<sup>19</sup> Бундай мәселени 1743-жылы Клеро қойған еди.

<sup>20</sup> Готфрид Вильгельм Лейбниц (Leibniz) (1646-1716) – немис философы, логик, математик хәм тилши.

<sup>21</sup> Картезианшылар - Р.Декарттың изин даўам еттириўшилер, XVI-XVIII әсирлердеги философия менен тәбияттаныўдағы ағым. Олар Дүньяны бир биринен ғәрезсиз еки субстанцияға бөлген.

<sup>22</sup> Бундай шешимлер «Басламалар» хәм «Оптика» китапларының аң ақырынында да орын алған.



аралықтан тәсірлесіуідегі араға түсіуіші (тәсірлесіуіди жеткеріп бериуіші деген мәністе) денедерден еркін болған кеңістікте де, денелердің ишінде де бола алатуғын қудай болып табылады.

Бұл физикалық ямаса метафизикалық гипотеза емес, ал таза теология<sup>23</sup> болып табылады! Сонлықтан айырым хәзіргі заман физиклери (Дюгас, Луи де Бройль) Ньютонды уллы қыялшыл (әрманшыл) деп атайды хәм оған «дөретиуі бойынша қыялшыл» (оның қыялы тек дөретиуі деген мәністе) гәпти қосып қояды.

Бирақ уллы Ньютон пүткил дүньялық тартылыс нызамын толық ашты хәм оның физикалық мәнісин толық түсінди. Ньютон бойынша еки дене бир бири менен массаларының көбеймесине тууры пропорционал, ал ара қашықтығының квадратына кері пропорционал күш пенен тәсір етиседи хәм хәзіргі белгилеулер жәрдемінде былайынша жазылады<sup>24</sup>:

$$F \sim \frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

Бұл аңлатпада  $r$  арқалы массалары  $m_1$  хәм  $m_2$  болған денелер арасындағы қашықтық белгіленген. Бұл формулада гравитациялық тұрақты болған  $G = (6,67259 \pm 0,00085) \cdot 10^{-11}$  Н·м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup> шамасы жоқ. Себеби Ньютон заманында оның пүткил дүньялық тартылыс нызамының дурыслығы тек планеталардың хәм олардың жолдасларының қозғалыстарын астрономиялық бақлаулар тийкарында тастыйықланды. Жер шараятларында бұл нызамның дурыслығы хәм гравитациялық тұрақтының мәніси 1798-жылы Г.Кавендиш (1731-1810) тәрәпинен анықланды.

### Исаак Ньютон. Оптика

Ньютонның өмирін изертлеушілер (Ньютонның биографлары) бир аўыздан оның оптикаға болған қызығушылығының әсиресе 1664-жылдан ямаса 1665-жылдан басланғанлығын атап өтеди. Усы жылы ол «белгили реңлер кубылысы үстінде тәжірийбелер өткеріуі» ушын призма сатып алды. Бұл бойынша биринши жетіскенліклерге ол 1665-жылдан 1667-жыллар орталығында (усы дәуірлерде Англияда чума эпидемиясы жайылған еді) жетти. Усы ўақытлары чумадан қашып ол Вулстроптағы тыныш аўылда жасаған еді. 1668-жылы Ньютонның мұғаллими Исаак Барроу оны оптика бойынша жеткиликли билимге ийе деп есаплады хәм оған өзинің кейинирек Лондонда 1674-жылы жарық көрген «Оптика менен геометрия бойынша лекциялар» кітабын оқыуға исенип тапсырды. Ньютон тәрәпинен Барроудың реңлер хәкқындағы ескеріп қалған көз-қарасларын қалай комментарийлер бермей өткеріп жибергенлиги таң қалдырады. Бирақ усы жағдай тийкарында 1668-жылға шекем Ньютонның реңлердің тәбияты бойынша бирде бир фундаменталлық нәтиже алмағанлығы хәкқында жуўмақ шығарыуға болады. Екинши тәрәптен басқа автордың жумысын оқып көріу ондағы көз-қарасларды өзинің көз-қараслары менен алмастырыу дегенди аңлатпайтуғынлығына нәзер аударыу керек.

1669-жылы Барроу Кембриждегі кафедрасын басқарыуы Ньютонға тапсырды<sup>25</sup> хәм оның өзи оптика бойынша лекциялар оқый баслады. Усы дәуірге оның 1729-жылы (қайтыс болғаннан кейін) жарық көрген «Оптика бойынша лекциялар» мийнети киреди<sup>26</sup>. Ньютонның реңлердің тәбияты бойынша ашқан жаңалығы хәкқында илимпазлар 1672-жылы баспадан шығған баянатынан билди хәм бұл жумыз бир қатар илимпазлар, соның

<sup>23</sup> Теология – қудайдың мәніси хәм хәрекетлери хәкқындағы диний илим.

<sup>24</sup> Бұл формула Ньютонның «Басламалар» ында жоқ.

<sup>25</sup> Бир ўақытлары Ньютон, ал бираз кейін П.А.М. Дирак басқарған бұл кафедраны Стивен Хокинг басқарады.

<sup>26</sup> Қараңыз: Исаак Ньютон. Лекции по оптике. Перевод, комментарии и редакция академика С.И.Вавилова. Издательство Академии Наук СССР. 1948. 296 с. Книга еки бөлімнен тұрады. Биринши бөлім «Жақтылық нурларының сыныуы хәкқында», екінши бөлімі «Реңлердің пайда болуы хәкқында» деп аталады.

ишінде Гук тәрәпинен қатаң түрде сынға алынды. Буннан кейін узық дауам еткен айтыстар орын алды. Бул айтыстар қызба, ашыушақ хәм сезгир Ньютонды жүдә қапа қылды. Нәтижәде Ньютон өзиниң лабораториясына кирип алып, иштен кулыпты урып өзиниң оптика бойынша фундаменталлық жумысларын жуўмақлау ушын отырды. Бул жумыслардың жуўмақлары Лондон қаласында 1704-жылы «Оптика» («Optics») аты менен баспадан шықты. Бул ўақытлар Ньютон ушын ең қолайлы момент еди, Себеби бир жыл бурын 1703-жылы Гук қайтыс болды. Китаптың алғы сөзинде Ньютон бул мийнеттиң басым бөлегиниң 1675-жылы жазылғанлығын хәм Король жәмийетиниң секретарына мәжилисlerde оқып беріу ушын жибергенлигин, 12 жылдан кейін теорияны толық қылу мақсетинде бул жумысқа ол қосымшалар киргизгенлигин жазады. Буннан да кейін Ньютон еки кітаптан турған «Оптика» ға үшінши кітапты да қосты. Ньютон қайтыс болмастан бурын бул кітап екінши рет 1717-жылы, үшінши рет 1721-жылы жарық көрди. Жумстың авторының келісими менен «Оптика» Кларк тәрәпинен латын тилине, ал 1720-жылы Кост тәрәпинен француз тилине аударылды. XVIII әсирде кітаптың латын тилиндеги аудармасы кең түрде тарқалды хәм бир неше рет баспадан шықты.

«Оптика» үш кітаптан турады. Биринши кітапта жақтылықтың шағылысуы хәм дисперсиясы баянланған (реңлерди анализлеу хәм синтезлеу). Екінши кітапта жука пленкалардың реңлери қарап шығылады. Ең кейінги үшінши кітап дифракцияны қысқаша эксперименталлық изертлеуден турып теориялық характердеги 31 сорау менен питеди.

Кітап эксперименталлық усулларға садықлықты хәм гипотезалар келтирип шығармай кубылыстарды тәриплеуді салтанатлы түрде жәриялаудан басланады:

*«Бул кітаптағы мениң нийетим, - деп ескертеди автор, - жақтылықтың қәсийетлерин гипотезалар менен түсиндиру емес, ал оларды ойлау хәм тәжирийбелер менен дәлиллеу хәм баянлау болып табылады. Буның ушын мен келеси анықламлар менен аксиомаларды алдын ала келтиремен».*

Бирақ Ньютонның усы программаға сүйенгенлиги ҳаққында гәптиң болыуы да мүмкин емес. Усы сөзлерден кейін дәрхәл келтирилген анықлама оқыушыны таң қалдырады. Бул анықлама ҳеш нәрсени де аңғартпайды ямаса теорияның анық корпускулалық характерде екенлиги ҳаққында айтады:

*«Жақтылықтың нурлары дегенде мен оның бир сызық бойлап избе-из нәубетлесуинен ямаса ҳәр қандай сызықлар бойынша бир ўақытта тарқалуынан ибарат жүдә киши болған бөлимин түсинемен».*

Ал «жақтылық нуры – бул оның ең киши бөлими» деген тастыйықлау нени аңғартады? Бул жерде Ньютонда жақтылық нурының әйемги греклердиң түсингениндей траектория емес, ал бул анықламаға берилген түсиникте былайынша жазылған:

*«бир өзи басқа жақтылықтарсыз қалдырылған ... ең киши жақтылық яки жақтылықтың бөлегиниң бир өзи тарқалады, яки оның бир өзи басқа жақтылық басынан кеширмейтуғын ямаса басқа жақтылықта орын алмайтуғын бир нәрсени басынан кеширеди».*

Әлбетте бул түсиниксиз гәплер Ньютонның көп экспериментаторларға тән иллюзияның қурбаны болғанлығын билдиреди: тек фактлерге сүйениу хәм ҳәр қандай теорияны ылақтырып таслау тилегин билдирип, бирақ усының менен бир қатар өзиниң экспериментлериниң жуўмақларын жақтылық нурларының жаңа теориялық концепциясын дәретиу ушын тийкар етеди. Бул концепция корпускулалық концепция, ал ҳәзирги заман тили менен айтқанда квантлық концепция еди. Демек биз тек усы фактлерди есапқа алатуғын болсақ, онда Ньютонды өзиниң жасаған дәуиринен 3 әсир алға кеткен данышпан деп атауымыз керек. Бирақ биз XVII әсирдиң ақырында усынылған жақтылықтың корпускулалық концепциясын үлкен адасуу деп те есаплауымыз мүмкин. Себеби сол дәуірлердеги көп экспериментлер жақтылықтың толқын екенлигин айқын көрсетти хәм усы жағдайларды Ньютонның заманласы Нидерландиялы илимпаз Христиан Гюйгенстиң (1629-1695) жақсы түсингенлигин атап өтеміз хәм бул бойынша Гюйгенс

принципи деп аталатуғын усы ўақытларға шекем кеңнен қолланылатуғын принципти усынғанлығын билемиз. Ол 1678-жылы жақтылықтың толқынлық теориясын дөретти хәм өзиниң жумысларының жуўмақларын 1690-жылы баспадан шығарды. Бирақ Ньютонның сол ўақытлардағы илимдеги үлкен абырайы жақтылықтың толқынлық концепциясының кең тарқалыўына кесент жасады (басқа сөзлер менен айтқанда Ньютонның абырайы оптиканың дурыс раўажланыўына кесент жасады). Егер Ньютон жақтылықтың толқын екенлигин дәлиллегенде оны оптика бойынша да ҳақыйкый данышпан илимпаз деп атаған болар едик (бирақ оны биз данышпан илимпаз деп атаймыз). Ал жақтылықтың ҳақыйкатында да толқын екенлигин француз физиги Огюстен Жан Френель (1788-1827) 1818-жылы жақтылықтың дифракциясының теориясын дөретиў (Гюйгенс-Френель принципи) менен толық дәлилледиди. Егер Ньютон жақтылықтың корпускулалық теориясын емес, ал толқынлық теориясын ислеп шыққанда, онда өз заманындағы оптиканың кескин раўажланыўын тәмийинлеген болар еди.

Буннан кейин «Оптика» китабында биринши анықлама сыяқлы түсиниксиз сегиз анықлама хәм сегиз «аксиома» баянланады. Олардың барлығы да сол ўақытлардағы геометриялық оптиканың тийкарғы жуўмағы болған шағылысыў хәм сыныў нызамлары, сүүретлердиң пайда болыў нызамларын баянлайды.

**Жақтылықтың дисперсиясы хәм реңлердиң тәбияты.** Китаптың буннан кейинги экспериментлерге байланыслы болған бөлими ўақыт сынағынан табыслы өтти хәм ҳазирги физикалық оптиканың тийкары дәрежесине жетти. Проблеманы қойыўдағы данышпанлықты, оны шешиўдеги шеберликти, өлшеўлердеги дәлликти атап өтиў артық болмаған болар еди. Ньютонның жумысларының тәсиринде призмадағы сыныўды изертлеў жумысларындағы алға илгерилеўге дыққат аўдарыў жеткиликти. Сол ўақытлары бундай жумыслар менен көп изертлеўшилер шуғылланды.

Тәжирийбелердиң ең әпиўайы болған биринши топарында призма арқалы еки реңли (қызыл хәм көк) Қуяштың жақтысы менен жақтыландырылған қағаз бақланды. Бул тәжирийбе Ньютонды мынадай фундаменталлық жуўмаққа алып келди:

*«Реңи бойынша ҳәр қыйлы нурлар сыныў дәрежеси бойынша да бир биринен айрылады».*

Әлбетте бул тастыйықлаў жүдә жаңа тастыйықлаў емес. Себеби бундай пикир 1648-жылы Марко Марчи (1595-1667) тәрәпинен де айтылған еди. Бирақ Ньютонға ең соңғы тастыйықлаўларды берген кейинги экспериментлердиң толық комплекси пүткиллей жаңа еди. Сонлықтан бул комплекстиң басқалар тәрәпинен сезилмей қалыўы мүмкин емес еди. Қараңғы өжирениң айнасында үлкен емес дөңгелек тесик тесип усы тесиктен өткен жақтылық дәстесиниң үлкен дисперсияға ийе призмаға түсиўин әмелге асырды. Ал «спектр» ди екинши тәрәптеги бир неше метр қашықтықтағы дийўалға түсирди. Призманы өзиниң көшери дөгерегинде бурыў арқалы эксперимент нәтийжелериниң ең жақсы көриниў шараятлары анықланды. Жүдә муқиятлы түрде өткерилген тәжирийбелер Ньютонды реңлердиң Қуяш нурында болатуғынлығын, ал призманың тек сол нурларды бөлетуғынлығын исендирди. Солай етип бул тәжирийбелер (призманың) сындырыў дәрежеси менен рең арасында бир мәнисли сәйкесликтин бар екенлигин дәлилледиди. Бул Декарттың сыныў нызамына бир қанша дүзетиўлер менен сәйкес келди: қәлеген түсиў мүйеши ушын сыныў көрсеткишлери ҳақыйкатында да еки берилген орталық ушын турақлы шама болып табылады, бирақ рең өзгергенде өзгериске ушырайды. Буннан түсиўши нурда қанша рең болса линзаның да соншама фокусының болатуғынлығы келип шығады. Буны И.Ньютон ҳазирги ўақытлары мектеплерде қойылып жүрген тәжирийбелердиң жәрдемінде дәлилледиди.

Бул жерде Ньютон спектрдиң тазалығы ҳаққындағы мәселени сын көз-қарас пенен изертлейди хәм линза менен призмадан туратуғын хәм Фраунгофер спектроскопының коллиматоры болып табылатуғын әсбапты тәриплейди. Бундай жағдайда «неликтен Ньютон Қуяш спектриндеги қара жолақларды аңғармады?» деген сораў бериледи. Буған Ньютонның көзиниң көриўиниң әззилигинен ямаса тәжирийбелерди ассистенттиң

өткерлігінен хәм оның бул кубылысқа итибар бермегенлігінен деп жууап бериу керек. Бирақ қара жолақтың дыққаттан тыста қалғанлығын сәтсізлік деп емес, ал жақсы болған деп есаплау керек. Себеби ондай жолақтың бақланыуы мәселени қурамаластырған болған хәм Ньютон бул проблеманы аңсатлық пенен шеше алмаған болар еди.

Тәжірийбелердің екінші сериясында Ньютон жақтылықты призманың жәрдемінде хәр қыйлы реңдеги жақтылықтарға жиклейди (бөледі) хәм спектрди жиңишке саңлағы бар экранға түсиреди. Буннан кейін саңлақтан өткен бул нурды екінші призмаға түсиреди. Бул призма да нурдың бағытын өзгертеди (ауыстырады), бирақ хәр қыйлы реңдеги нурларға бөлмейди. Спектроскопия ушын фундаменталлық әхмийетке ийе болған тәжірийбелердің бул топары Ньютонды бир текли жақтылық түсинигине алып келди:

*«Қалеген бир текли жақтылық оның сыныу дәрежесине сәйкес келиуши өзине тән реңге ийе болады хәм усындай рең шашырауларда, сыныуларда өзгериске ушырай алмайды».*

Усындай жоллар менен Декарттың реңлердің тәбияты хаққындағы болжаулары оғада айқын түрде эксперименттерде тастыйықланды: жақтылық түсип турған денелер реңди шығармайды хәм нурлар өзінше реңін өзгертпейди, нурлар бизде анау ямаса мынау реңди сезиуди қоздыруу қасийетине ийе. Көп әсирлер дауамында қәлиплескен дәстүрлер бойынша Ньютон ақ пенен қара реңди есапқа алмаған халда ақ жақтылықтың қурамындағы жети реңдеги жақтылықты бир биринен айырады (қызыл, қызғылт-сары, сары, жасыл, аспан рең, көк, фиолет).

Ньютонның тәжірийбелеринің және бир сериясында бир призма жәрдемінде спектрге жикленген жақтылық екінші призманың жәрдемінде қайтадан дәслепкидей жақтылыққа айландырылған. Буннан ақ реңдеги жақтылықтың хәр қыйлы реңдеги жақтылықтардың қосындысынан туратуғынлығы дәлиллendi.

**Айналы телескоп.** Биз жоқарыда айтып өткен «Оптика» ның биринши китабын таллауларда автордың қызықлы кейін шегиниуін атап өтпедик. Атанақластырылған призмалар менен өзіннің әжайып тәжірийбелерін қойып Ньютон «Басламалар» да усынылған гипотеза тийкарында түсиндириуге тырысты. Бул гипотеза оған дисперсия сыныу дәрежесине пропорционал деп жууақ шығаруға алып келди. Бул көпшиликке белгили болған «Ньютонның қәтеси» болып табылады. Егер Ньютон эксперименттер нәтийжелерине сүйенгенде бундай қәтеликке жол қоймаған болар еди. Сол ўақытлары Ньютонның өзи өткерген тәжірийбелер де, 1676-жылы Бельгиялы Лукас өткерген тәжірийбелер де дисперсияның сыныу көрсеткишине пропорционал емес екенлігін көрсетти. Бирақ Ньютон бул жағдайға жүдә хийлекерлік пенен қарсылық билдирди, хәтте Лукастың тәжірийбелеринің дәллігине гүманланыу менен қарады. Ньютонның бул қайсарлығының себеплерін түсиндириу дым қыйын.

Егер дисперсия сыныу әрежесине пропорционал болғанда, онда ахромат линзалар менен призмалардың болыуы мүмкин емес. Линзалар тәрeпинен пайда етилген сүүретлер олар менен бирге жүриуши хәр қыйлы реңлердің қатнасыуы (Ньютонның сөзи менен айтқанда «реңли гедиргилер», бизің хәзирги ўақытлардағы тилимиз бенен айтқанды хромат абerrация менен барлық ўақытта да бузылған. Сол ўақытлары сфералық абerrацияның диафрагмалардың жәрдемінде киширейтилиуі мүмкин еди, ал хромат абerrацияның киширейтилиуі мүмкин емес еди.

Усы айтылғанларға байланыслы Ньютон айналы көриу трубалары<sup>27</sup> менен жұмыс ислей баслады. Бул әсбапта ойыс айнаның жәрдемінде пайда етилген объекттиң сүүрети үлкейтиуши линза арқалы көриледі. Бундай типтеги әсбапқа өз ўақытында Сарпи хәм Порталар жақынласқан еди. Бундай әсбаптар хаққында Галилей өзіннің оқыушылары менен айтқан. Бундай әсбап хаққындағы унамсыз пикирди Кавальери айтты. Телескоп Николо Цукки (1586-1670) тәрeпинен оның 1652-1656 жыллары жарық көрген «Философиялық оптика» китабында да тәрипленген еди. Усындай көриу трубаларының

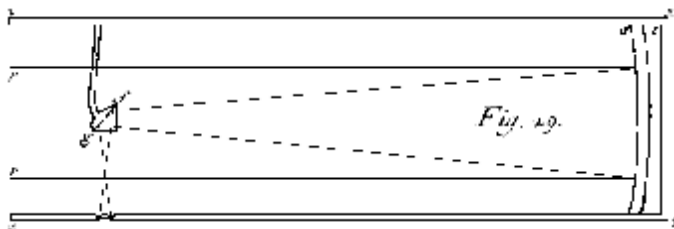
<sup>27</sup> Хәзирги ўақытлары биз бундай көриу трубаларын телескоптар деп атаймыз.

бири 1616-жылы соғылган болууы да мүмкин. Цуккидің телескопында үлкен сфералық металл айнадан шағылысқан нурлар коаксиаллық шийше айнаға келип түседі, буннан кейін үлкен айнаның орайында жайластырылған линза арқалы бақлаушыға жеткерилип бериледи.

Мерсенн Цукки телескопын екі айнаны да парабодалық етип линзаны жоқ қылып модификацияға ушыратты. Киши айна тәрәпинен пайда етилгшен сүүрет үлкен айнадағы тесик арқалы көринетуғын болған. Джемс Грегори тәрәпинен 1663-жылы ұсынылган телескоптың іслеуі де ұсы принципке тийкарланған.

Бирақ Ньютон жбулардың хеш қайсысын да билмеген болса керек. Ол 1668-жылы өзинің изертлеулеринің нәтийжелери тийкарында өзинің телескопын соқты. Бул телескоп конструкциясы бойынша өзинен бурынғы телескоплердан жүдә әпиұайы, бирақ тапкарлық пенен табылған өзгешелиги менен айрылады. Телескоплардың бурынғы вариантларында үлкен айнадағы тесиктің бар болууының ақыбетінде телескопқа түсіуши нурлардың ең тәсирли бөлими пайдаланылмаған еди. Ньютон болса ойыс айнадан сүүретти телескоптың көшерине жайластырылған хәм ұсы көшерге салыстырғанда  $45^\circ$  қа бурылған айнаға карай бағытлады. Усының салдарынан сүүретти ол телескоптың қапталында орналастырылған линзаның жәрдеминде бақлады. Әлбетте бул бейимлестирілген курал жүдә әпиұайы хәм соның менен бирге пайдаланыу ұшын қолайсызлау еди.

Ең биринши соғылган ұсындай трубаның ұзынлығы 15 см, ал айнасының радиусы 25 мм еди. Бул объектлердің сүүретин 40 есе үлкейтти. Бундай үлкейтиуде Юпитердің жолдасларын көриу мүмкин. Бирақ алынған сүүрет анық емес еди. Телескопты жетилистириу ұшын Ньютон 15 жылдан кем емес ўақытын жумсады, айнаы соғыу ұшын көп сандағы куймаларды изертледи хәм айнаны полировкалаудың жаңа ұсылларын изледи. 1671-жылы ол үлкен өлшемлерге хәм дәслепки телескопқа салыстырғанда әдеуір анық сүүретлер беретугын телескопты соқты. Бул телескопты ол король Карл II ге саўға ретінде жиберди. Ал Карл II өз гезениде телескопты Король жәмийетине карап шығыу ұшын жиберди. Бул жәмийет телескоптың әхмийетин дәрхәл көрди хәм Ньютонды жәмийеттің ағзасы етип сайлады. Бул ўақия жоқарыда айтылып өтилгениндей 1672-жылы болған еди.



Ньютонның толық ишки  
шағылысыўға ийе призмалы  
телескопы.  
(I. Newton, Optice, 1740)

Айналы телескопты изертлеу Исаак Ньютонның илимий искерлигинің басланғыш нокаты еди. Усының менен бирге Гершель (1728-1822) тәрәпинен 1789-жылы жетилистирилген бул әсбап бизің күнлеримизге шекем инструменталлық астрономияның прогресси менен бирге қәдем қоймақта.

Ньютон айналы микроскопты да іслеп шығыу менен шуғылланды. Бирақ бул изертлеулер бойынша ол айтарлықтый жетискенликлерге ересе алмады.

**Ньютонның «Оптика» китабындағы сақыйналар.** «Оптика» ның екінши китабы төрт бөлимнен турады. Сол төрт бөлимнің бириншисінде оғада шеберлик пенен өткерилген хәм кейинирек класскалық тәжирийбелер қатарына кирген тийкарғы тәжирийбелердің сериясы баянланған. Бул жерде Ньютон Гук тәрәпинен басланған жука катламлардың реңдерин изертлеуді жаңадан баслайды. Бирақ Гук сол ўақытлары турақлы қалыңлыққа ийе болған қатламларды изертлеген еди хәм оны тиккелей өлшеймен деп бийкар хәлекленди. Ньютон болса Бойлдің дурыс идеясынан пайдаланды хәм

тәжірийбелерінде үзлексіз өзгеретуғын қатламларды изертледі. Ньютон тәрәпинен пайдаланылған классикалық дүзиліс бәршеге мәлім: жүдә киши қыйсықллыққа ийе бир тәрәпи дөңки линза өзиниң тегис тәрәпи менен басқа еки тәрәпи де дөңки линзаға тийгизиледи. Линза бетине ақ жақтылық келип түскенде Ньютон (оған шекем Бойль), оннан кейин физиканы үйренип атырған барлық студентлер жақтылық түскен тәрәптен карағанда еки линзаның тийискен жерінде қара дақты, ал бул қара дақтың дөгерегинде биринен соң бири гезеклесетуғын радуганың реңи бар концентрлик жақты хәм қараңғы сақыйналарды (Ньютон сақыйналары) көрди.

Ньютон бул кубылысты тек ақ жақтылықта емес, ал монохромат жақтылықта да көрди. Сапалық жақтан еки жағдайда да бирдей кубылыс бақланды. Бирақ ақ жақтылықта сегиз ямаса тоғыз сақыйна көринетуғын еди. Ал монохромат нурда бир неше онлаған сақыйна көринди. Егер ақ жақтылықтан алынған сақыйналар призма арқалы бақланған жағдайда хәр бир радуга сақыйна бир бирине салыстырғанда жылысқан хәр қыйлы реңлердеги сақыйналардың шексиз көп системасынан туратуғыны көринген.

Бул оғада әжайып кубылыс үстинде өткерилген көп санлы тәжірийбелер хәм дәл өлшеулер Ньютонға хәзирги күнлерде де дурыс болып есапланатуғын хәр қыйлы нызамлықларды ашыуға мүмкиншилик берди: қара хәм жақтылы сақыйналардың радиуслары олардың тәртип санының (нешинши екенлигиниң) квадрат түбирине пропорционал өседі екен, яғный төртинши сақыйнаның радиусы биринши сақыйнаның радиусынан еки есе, ал тоғызыншы сақыйнаның радиусы үш есе үлкен болады. Жақтылықтың сыныу дәрежеси қаншама үлкен болса, сақыйна да соншама жақын жайласады, яғный қатар саны бир болған (номери бир болған) сақыйналардың радиуслары қызыл реңнен фиолет реңге өткенде бир қәлипте киширейеди. Соың менен қараңғы сақыйналардың да қандай орынларда пайда болатуғынлы анықланды.

Бул изертлеулердің барлық комплекси хәр бир рең ушын характерли болған базы бир дәуирликтің бар екенлиги хәққында мағлыұмат береді. Сонлықтан Ньютон рәсмий түрде базы бир түсиниклерди бериуға мәжбүр болды. Усы мақсетте ол ең дәслеп материяны (думанның хауа менен қоршалған суу тамшыларынан туратуғынлығындай) айырым түйиртпеклерден туратуғын жүдә «майда геуекликлерге» ийе қурылысқа ийе деп есаплады. Буннан жақтылықтың шашырауын жақтылық бөлекшелериниң заттағы серпимли соққысының нәтийжеси деп есаплауға болмайды хәм Ньютонның пикири бойынша көплеген оптикалық кубылыстар бул көз-карасты тастыйықлайды. Онда жақтылықтың шағылысыуын қалай түсиндириу керек? Әлбетте корпускулалық көз-караста тұрған Ньютон бул сорауға дурыс жууап бере алған жоқ.

Солай етип хәзирги заман физикасының атасы Ньютон классикалық физиканы дөретті. Оның мийнетлериниң тийкарғы жууақтары, ол ашқан нызамлар, оның анықламалары, аксиомалары, гипотезалары хәм үйретиулері «Натурал философияның математикалық басламалары» хәм «Оптика» кітаптарында келтирилген. Галилей менен Ньютонның дәуиринен баслап физика илим болып қәлиплесті.

### **Стивен Хокинг Ньютон хәққында:**

Исаак Ньютонды жағымлы адам деп айтыуға болмайды. Басқа илимпазлар менен жаман қатнасы арқасында кеңнен танылды хәм өмириниң кейинги жылларын ол тийкарынан хәр қыйлы урыс-жәнжеллер менен өткерди. Физика бойынша жазылған барлық кітаптар ишиндеги сөзсиз ең тәсирлиси болған «Математикалық баслама» деп аталыушы кітап жарық көргеннен кейин Ньютонның абырайы тезден көтерілді. Ол Король жәмийетиниң президенти болып тайынланды хәм рыцарлық атаққа миясар болған биринши илимпаз болды. Көп уақыт өтпей ол «Математикалық басламалар» ушын мағлыұматлар беріп тұрған Король астрономы Джон Флэмстид пенен мәлеллесіп қалды. Енди ол Ньютонға зәрүрли болған мағлыұматларды бериуді иркинишке түсире баслады. Ньютон болса бул аұхал менен келисе алмады хәм өзи өзін король обсерваториясының

басшыларының қатарына қосты хәм кейин нәтийжелердиң дәрхәл баспадан шығарыуына еристи. Ақыр-аяғында оған Флэмстидтиң жумысын өзлестириўдиң хәм оны баспадан шығарыу ҳаққында Флэмстидтиң душпаны болған Эдмонд Галлей менен келисиўдиң сәти түсти. Бирақ Флэмстид исти судқа берди хәм суд урланған жумысты тарқатыўды қадаған етип мәселени оның пайдасына шешти. Бундай шешим Ньютонның қәхәрин келтирди хәм «Басламалардың» кейинги басылымларынан Флэмстидтиң жумысларына болған барлық ссылқаларды алып таслады.

Буннан да бетер қаттырақ жәнжел Ньютон менен немец философы Готтфрид Лейбниц арасында болып өтті. Ньютон хәм Лейбниц бир биринен ғәрезсиз хәзирги заман физикасының үлкен бөлиминиң тийкары болған дифференциал есаплаў деп аталатуғын математиканың областын раўажландырды. Ньютонның бул есапты Лейбництен бир неше жыл бурын ашқанлығы менен өзиниң нәтийжелерин Лейбництен кейин жәриялағанлығын биз хәзир жақсы билемиз. Кимниң биринши болғанлығы ҳаққында үлкен жәнжел басланды. Илимпазлар еки таласыўшыны да үлкен хәўес пенен жақлады. Ньютонды қорғап жазылған мақалалардың барлығы да Ньютонның өзи тәрәпинен жазылып, оның досларының атынан жәрияланғанлығы жүдә қызық. Талас қатты қызды, бирақ усы жерде Лейбниц Король жәмийетине қарсылықты шешип беріў ҳаққында хабарласып үлкен қәтеликке жол қойды. Усы жәмийеттиң президенти сыпатында Лейбництиң арзасын талқылаў ушын Ньютон «қызығыўшылығы» жоқ «тосыннан» тек ғана Ньютонның досларынан туратуғын комиссия дүзди. Бирақ ис буның менен питкен жок; кейин Ньютонның өзи Лейбницти рәсимий түрде плагиатта айыпплап комиссияның есабын жазды хәм бул есапты баспадан шығарыўға жәмийетти мәжбүрледі. Буннан да қанаатланбаған Ньютон бул есаптың қысқаша мазмунын ишине алатуғын мақаланы атын көрсетпей Король жәмийетиниң газетасында жәриялады. Лейбниц қайтыс болғаннан кейин Ньютон «Лейбництиң жүрегин жарыўға» сәти түскенликтен үлкен қанаатланыў алдым деп айтқан деген гәп бар.

Усы еки диспут жүрип атырғанда Ньютон Кембриджи де, кафедраны да таслап кетти. Ол дәслеп Кембридж университетинде католик динине қарсы хәрекетте тепериш түрде қатнасты. Кейин бундай хәрекетте парламентте көзге түсти хәм усының нәтийжесинде хошаметлеў ретинде Король монеталық двoryның сақлаўшысы лаўазымына тайынланды. Бул жерде ол жалған монеталар соғыўшыларға қарсы кең масштаблы компания өткерип өзиниң жаўызлығы менен кекшилигин социаллық жақтан ақлай алды хәм хәтте олардың бир қаншаларын дарға асыў арқалы өлим жазасына жиберди.

### Он сегизинши асир. Механика

**Синтезге тырысыў.** XVIII әсирдиң ең уллы илимпазы Рожер Боскович (1711-1787) синтезге қарай үлкен қәдем қойды. Оның көз-қараслары оның бир неше китабында баянланған. Сонлардың ишинде ең әҳмийетлиси сыпатында 1759-жылы жарық көрген хәм көп қайтадан басылған «*Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicum Icgem viriurn in nntwa exislentium*» («Тәбиятта бар күшлердиң бирден-бир нызамына алып келинген натурал философияның теориясы») китабын көрсетиўге болады.

Бул жумыс үш бөлимнен турады. Биринши бөлимінде материяның динамикалық интерпретациясы баянланған. Босковичке сәйкес материя Ньютон механикасының үш нызамына бағынатуғын киши физикалық материаллық ноқатлардан турады. Хәр бир еки материаллық ноқат арасында тартылыс ямаса ийтерилис күши тәсир етеди, бул күштиң шамасы олар арасындағы қашықлықтан тербелмели характерде байланқан. Дәлирек айтқанда үлкен қашықлықларда ноқатлар бир бири менен тартысады, тартысыў күши ноқатлар бир бирине жақынласқан сайын максимумға жеткенше үлкейеди, буннан кейин нолге шекем хәлсирейди хәм буннан кейин ийтерилис басланады. Ийтерилис те тартылыс сыяқлы қашықлықтың кемейиўи менен максимумға шекем өседі, буннан кейин тез хәлсирейди хәм оның мәниси нолге жеткеннен кейин қайтадан тартылыс басланады хәм

бул кубылыс бир неше рет қайталанады. Ең киши қашықтықтарда ийтерилис күшлери хуким сүреді, бул күшлер сырттан қандай қысым болса да еки материаллық ноқаттың бир бирине тийисіуіне мүмкиншилик бермейді.

Боскович өз жумысының екінши хәм үшінши бөлимлерінде усы теорияның жәрдемінде барлық механикалық хәм физикалық кубылыстарды қалай түсиндириуіге болатуғынлығын көрсетеді: сиңиргишликтің болмауы (непроницаемость), денелердің белгили бир өлшемге ийе екенлиги (протяженность), урылыулар, салмақ, илинисиу (сцепление), қаттылық, тығызлық, капиллярлық, оптикалық кубылыстар, химиялық тәсирлер хәм басқалардың барлығы. XVIII әсирде Босковичтің жумысы көпшиликти таң қалдырған болса да, бул исти дауам еттириушилерге ийе болмады. XIX әсирде Босковичтің көз-қарастары физиклерге үлкен тәсир тийгизди хәм хәзирги заман атомистикасының басламашысы деп қаралды.

XVIII әсирде жүргизилген изертлеулердің бас бағыты пүткиллей басқа хәм бул изертлеулер синтетикалық емес, ал аналитикалық еди. Бул әсир жыйнау (топлау), системаға түсириу хәм сын көз-қарас пенен өзгешеликке ийе. Физикалық лабораториялар шөлкестирилди, әсбаптардың конструкциялары жетилистирилди, бурын алынған эксперименталлық нәтижелер тексерилди, бир әсир бурын усынылған көпшилик арасында тарқады. XVII әсирге салыстырғанда XVIII әсир табыссыз әсир бола алмады; бул әсир бирде бир уллы идеяны бермеді Галилей, Гюйгенс ямаса Ньютонға усыған бир де бир уллы илимпазды келтирип шығармады.

XVIII әсирдің тийкарғы мәселеси математикалық анализдің усылларын системалы түрде пайдаланыу арқалы айырым илимий жетискенликлерди байланысқан хәм тәртиплескен системаға алып келиу болды. Бул илимнің буннан былай рауажланыуына XVIII әсирдің қосқан бас үлесі болып табылады.

Егер XVIII әсирдің табыстарын қысқаша айқын түрде айтатуғын болсақ, онда биз былай деймиз: бул әсирде механика геометриялық механикадан аналитикалық механикаға айланды; аспан механикасы менен бир қатарда оның нәтижесі сыпатында математикалық физика пайда болды; термометрия жетилистирилди хәм калориметрия пайда болды; Ньютон оптикасы бул областта айтарлықтай прогрессиз-ақ илимге толық енді; әсирдің екінши ярымында жаңа илим – электр ҳаққындағы илим пайда болды.

**Даламбер принципі.** Ньютон механикасының геометриялық тилде баянланғанлығын биз айтып өтип едик. Илимпазлардың узық хәм ауыр мийнетлеринен кейин XVIII әсирде геометриялық баянлау әсте-ақырын аналитикалық баянлауға өтті. Ньютон принциптері қәлеген мәселени шешиу ушын қолайлы болған болса да механиканың рауажланыу процессінде мәселелердің базы бир классларын қолайлы түрде қарап шығу ушын дара нызамларды киргизиумақсетке мууапық болды (салмақ орайы қозғалысының, қозғалыс муғдарының, қозғалыс ммоментинің муғдарының, тири күштің хәм басқалардың сақланыуы). Бул нызамлардың ишинде дыққатқа ең әхмийетлилері Даламбер принципі менен ең киши тәсир принципі (принцип наименьшего действия) болып табылады. Усы еки принципті биз баянлауға өтемиз.

Жан Батист Даламбер (1717-1783) илимпаз сыпатында белгили адам болып табылады. Соның менен бирге ол Дени Дидро (1713-1784) менен «Энциклопедия» үстинде бирге ислескен қәниге сыпатында да көпшиликке белгили. Бирақ оның атын мәңгиге қалдыратуғын ең уллы мийнети динамикаға бағышланған. Оның бул бойынша тийкарғы мийнети 1743-жылы жарық көрген, классикалық китапқа айланған «*Traite de dynamique*» («Динамика бойынша трактат») болып табылады. Бул китап кеңейтилген хәм дүзетилген түрде автор тәрәпинен 1758-жылы қайтадан жарық көрді.

Китаптағы алдын-ала ескертиулерде Даламбер өзинің философиясын (механика философиясын) баянлайды. Даламбер бойынша механика таза түрдеги рационал илимлерге, яғнай ҳақыйқый принциплерге (физикалық принциплерге ямаса гипотезаларға емес) тийкарланған илимлерге жатады жатады. Таза рационал илим сыпатында механика эксперименталлық мазмунға ийе принциптерден тазаланыуы керек. Ол ең улымалық



болған зәрүрли хәм аз сандағы толық тийкарланған болыуы шәрт. Принциплердің санын кемейтү, олардың қолланылуы областларын кеңейтү Даламбер механикасының программасы болып табылады.

Ньютонның кеңіслік хәм уақыт түсиниклерін қабыл етип Даламбер күтін тезлениуге пропорционаллығы нызамын сынға алды. Оның пикирі бойынша «бул нызам думан тәризлі аксиомаға тийкарланған, себеп нәтижеге пропорционал. Екинши тәрептен бул нызамның дурыс ямаса дурыс емеслигинен ғәрезсиз бул нызам керек емес нызам болып табылады. Сонлықтан бул нызамды 1742-жылы Париж Илимлер Академиясына баянлаған басқа нызам менен алмастыру керек». Даламбер байланысларға ийе механикалық системаның улыўмалық жағдайын қарады хәм усы механикалық системаның қозғалуы ушын керекли болған системаға түсирілген ҳақыйқый күшлер менен усы байланыслар болмағандағы усы механикалық системаның тап сондай болып қозғалуы ушын керекли болған күшлер арасында эквивалентликтің бар екенлигин көрсетти. Егер сәйкес шәртти жазатуғын болсақ, онда бул жазу «Даламбер принципін хәм сонлықтан ол » турады. Бундай жағдайда мәнислери белгисиз болған байланыслар күшинің тәсири жоқ етиледі. Буннан динамиканың хәр бир мәселесинің базы бир мәнисте тең селмақлық мәселесине, яғный статикаға алып келину керек.

Ғақыйқатында бул принцип физикалық маятникти қарағанда 1703-жылы Якоб Бернулли (1054-1705) тәрепинен пайдаланылған еди хәм Ньютон механикасынан келтирилип шығарылады. Даламбердің хызметі соннан ибарат, ол бул принциптің оғада жемисли екенлигин көрди хәм өзинің динамикасын усы принципте қурды (инерция принципінде хәм күшлер параллелограммы принципінде). Даламбер тәрепинен шешилген көп мәселелердің ишинде тири күшти пайдаланбай шешилген соқлығысыу ҳаққындағы мәселени көрсетиуге болады. Бул есаплаулар Эйлер тәрепинен 1745-жылы Даламбер принципін пайдаланбай шешилген еди.

**Ең киши тәсир принципі.** Жақтылық тығызырақ орталықта үлкенирек тезлик пенен тарқалады деп есаплайтуғын Ньютон теориясын қабыл етиу Ферма принципін әшкаралауға алып келиу керек еди. Ферма принципі тығызырақ орталықта жақтылықтың киши тезликте тарқалатуғынлығын болжады. Солардың ишинде Лейбниц 1682-жылы тәбият барлық уақытта да ең жеңил жолды сайлап алады деген принципке бул жолардың ең қысқа хәм ең жоқары тезликлер менен өтилетуғын жоллар емес деген тийкарда Ферма принципін бийкарлады. Бул тартысқа XVIII әсирде 1745-1753 жыллары Берлик Илимлер Академиясының Физика бөлиминің президенти болып ислеген Пьер Луи Моро де Мопертюи (1698-1759) қатнасты.

1740-жылғы Париж Илимлер Академиясында ислеген баянатында ол жақтылықтың тарқалуы ҳаққындағы Ферманың ойларын дәл ядына түсире алмады хәм усының салдарынан Ньютон теориясы Ферманың барлық қурыуларын қыйратты деп есаплады. Ферманың көз-қарасына қарсы Ньютонның сақланыу нызамына сәйкес келиуши тәбияттағы басқа бир эконолау принципін тапқысы келди. Бундай принципти ол ҳақыйқатында да таба алды, қала берсе бундай жуўмақарға метафизикалық талқылаулар арқалы келди.

Жақтылық сынғанда ең қысқа, яғный туўры сызықлы жол менен жүрмейтуғын болса, онда неликтен ол ең тез жүрип өтилетуғын жол менен жүриу керек? Не себепли уақыт кеңіслік алдында артықмашлыққа ийе болады? Жоқ жақтылық ең қысқа жол менен де, ең тез өтилетуғын жол менен де жүрмейди.

*«Жақтылық ҳақыйқый экономлы жолды сайлап алады: жақтылық жүрип өтетугын жол тәсирдің (действиенің) мәниси минимум болатугын жол».*

«Тәсирдің мәниси» деп Мопертюи денениң қозғалыс муғдарының өтилген жолға көбеймесин түсинди. Егер жақтылық бир орталықтың А ноқатынан екинши орталықтың В ноқатына тарқалатуғын болса, онда оның жолында тәсир минималлық мәниске ийе, сонлықтан еки орталықтың шегарасында сынуу Декарт нызамы бойынша болады, ал үлкен тезлик көбирек сындыратугын орталықта орын алады. Мопертюи туўры сызық

бойынша тарқалғанда да, шағылсықанда да жақтылықтың ең киши тәсир принципине бағынатуғынлығын көрсетти.

Берлик Илимлер Академиясы тәрәпинен баспадан шығарылған буннан кейинги баянатларының биринде Мопертюи ең киши тәсир принципін еки денениң туұрыдан-туұры соқлығысыуына қолланады. Буны улыұмаластырыу әпиұайы, бирақ табыс Мопертюиди улыұмалық принципті салтанатлы түрде жәриялады: тәбиятта қандай да бир өзгерис жүз берсе, усы өзгериске алып келетуғын қозғалыс муғдарының өзгериси барлық ўақытта да ең киши мәниске ийе болады.

Ең киши тәсир принципі дағазаланғаннан кейін айтыслар басланды. Бул айтысларда тек физикалық мәселелер емес, ал метафизикалық мәселелер де көтерілді (ақырғы себеп, қудайдың бар екенлиги). Бул айтысларда ең киши тәсир принципін авторы Эйлер деп есапланды. Бирақ Эйлердің өзи буны бийкарлады. Соның менен бирге Эйлердің өзи метафизикадан тазаланған ең киши тәсир принципін әмелде пайдалана баслады. Ол бул принциптің қолланылыұының универсаллығын көрсетті хәм 1744-жылдан баслап оны механиканың хәр қыйлы мәселелерін шешиў ушын қоллана баслады (снарядлардың қозғалысы орайлық қозғалыс хәм тағы басқалар). Хәкыйқатында «ең киши» тәсир принципін аты Ферманың «ең киши ўақыт» түсинигиниң аты сыяқлы дурыс емес. Бирақ усы жағдайға қарамастан «ең киши» ямаса «минималлық» терминлери усы күнлерге шекем сабақлықларда сақланып келди.

**Аналитикалық механика.** 1836-жылы Леонард Эйлердің (1707-1783) «*Mechanica, sive motus scientia analytice exposita*» («Аналитикалық түрде берилген механика ямаса қозғалыс хәкқындағы илим») китабы жарық көрди. Бул китаптың атының өзи программа болып табылады. Ал оның авторы Леонард Эйлер болса XVIII әсирдеги илимдеги ең көрнекли фигуралардың бири болып табылады. Ол механиканы рационал илим сыпатында аз сандағы анықламлар менен аксиомаларға тийкарланып баянлаўды өзиниң алдына мақсет етип қойды.

Рационал механикасын жетилистириўге бағышланған XVIII әсирде өткерилген барлық жумыслардың нәтийжелери Лагранждың (1736-1813) 1788-жылы жарық көрген «*Mechanique analytique*» («Аналитикалық механика») китабында баянланған. Бул китапта (трактата) бирден-бир принциплерден механиканың барлық бөлимлери болған статика хәм гидростатика, динамика хәм гидродинамика раўажландырылады. Галилей, Гюйгенс, Ньютонның түсиниклерин хәм постулатларын қабыл етип, өзиниң заманласларының жумысларын үйренип Лагранж өзиниң алдына мақсет қояды – бул принциплердің бәрін бириктирип, оның тийкарында механикалық мәселелерди шешиўдің улыұмалық аналитикалық усылын ислеп шығыў. «Алғы сөз» де Лагранж өзиниң мақсетлери хәкқында былай дейди:

*«Мениң алдымда механиканың теориясын хәм оған тийисли болған мәселелерди шешиўди улыұмалық формулаларға алып келиў тур, бул формулаларды әпиұайы түрдеги деталластырыў қәлеген мәселени шешиў ушын зәрүрли болған барлық теңдемелерди береді... Екинши тәрәптен бул мийнет хәзирги ўақытлары механикалық мәселелерди шешиўде қолланылып жүрген хәр қыйлы принциплерге бир көз-қарастан қараў ушын пайдалы, олардың байланысын хәм өз-ара байланысқанлығын көрсетеди хәм дәллиги хәм улыұмалығы бойынша баҳа бериў ушын оларды тәртипке салады».*

Бирақ Лагранждың алдындағы ең баслы машкала геометриялық көз-қарасларға болған барлық ссылқаларды алып таслаў болды:

*«Бул жумыста сиз сўўретлерди таба алмайсыз. Мениң баянлайын деп атырған усылларым ушын сўўретлер салыўды, геометриялық ямаса механикалық характердеги талқылаўларды талап етпейди, ал қатаң хәм бир текли қағыйдаларға бағынатуғын алгебралық операциялар керек болады. Математикалық таллаўды жақсы көретуғынлар таллаўдың бир бөлимине айланғанлығын көреді хәм оның қолланылыў областының усындай кеңейтилгенлиги ушын маған миннетдар болады.*

Лагранждың математикалық таланты хәм оның идеяларының айқынлығы алдына қойылған мақсетлерге классикалық механика бойынша дерлик жетилискен мийнетинде жеткизди. Механикадағы Лагранж усылы усы ўақытларға шекем кеңнен қолланылады хәм жоқары оқыў орынлары ушын дөретилген сабақлықларда орын алған<sup>28</sup>. Ньютон механикасын толық түрде ислеп шығыў жумыслары Лагранждың аналитикалық механикасының дөретилиўи менен питти. Бул аналитикалық механика релятивистлик механика менен квант теориялары дөретилгенше физика илиминде ҳүкимлик етти.

## 16-§. Он тоғызыншы асир. Механика

**Жердиң суткалық айланыўы.** XIX әсирде механика ҳәр қыйлы нәтийжелер менен байыды, дидактикалық жақтан жетилисти, «бул әсирдиң екінши ярымы ушын тән болған механиканың принциплерин критикалаўдың салдарынан өзиниң фундаменталлық түсиниклерин дурыс түсине баслады».

Физиканың тарийхы ушын дара түрдеги нәтийжелер ишинде Гюстав Гаспар Кориолистиң (1792 -1843) 1831- хәм 1835-жыллары келтирилип шығарылған тезлениўдиң қураўшылары ҳаққындағы еки теоремасы хәм Жердиң өз көшери дөгерегинде айланатуғынлығын экспериментте дәлиллеўши Фуко тәжирийбеси болып табылады. Хәзирги ўақытлардағы сабақлықларда Кориолистиң орайдан қашыўшы күши Фуко тәжирийбеси ҳаққындағы мәселелер бир ўақытта баянланады. Бирақ тарийхый жақтан еки эффе́кте бир биринен ғәрезсиз: Кориолистиң теоремалары математикалық характерге ийе хәм ол Фуконың тәжирийбесине тәсирин тийгизе алмады. Фуко өз дәўириниң ең уллы экспериментаторларының бири еди, өз жумысларында ол математиканы аз пайдаланды хәм сонлықтан 1851-жылы өзиниң «Жердиң өз көшери дөгерегинде айланатуғынлығы ҳаққындағы өзиниң тарийхый жумысын» усынганда Кориолистиң жумыслары ҳаққында ҳеш нәрсе билмеди.

Фуко маятниктиң тербелис тегислигиниң өзгериссиз қалатуғынлығы қубылысынан пайдаланды. Усығна байланыслы егер биз Жердиң полюсинде оның айланыў көшеринде маятник илдирип қойған болсақ, онда кеңисликте оның тербелиў тегислиги өзгериссиз қалған болар еди.

Егер полюстен бизиң кеңлигимизге карай жылыссақ бақланатуғын қубылыс қурамаласады. Себеби Жердиң берилген ноқатындағы горизонт бағытындағы тегислик Жердиң көшерине салыстырғанда еңкейген, сонлықтан вертикал бағыт өзиниң дөгерегинде айланбай, конустық бетти сызады. Бул конустың төбесиниң мүйеши полюстен экваторға жақынлаў барысында үлкейеди. Фуко орта кеңликлерде де бул қубылыстың сапалық жақтан полюстегидей болатуғынлығын, ал санлық жақтан базы бир өзгерислерге ушырайтуғынлығын болжады. Бул жағдайлардың барлығы ол дерлик интуицияның жәрдемінде нызам түринде келтирип шығарды, ал кейинирек бул нызамның дурыслығы математиклердиң есаплаўларында тастыйықланды.

Фуко дәсле́п өз тәжирийбелерин подвалда иследи, кейинирек Арагоның жәрдемінде ол тәжирийбелерди Париж астрономиялық обсерваториясының залына хәм буннан кейин тамашағөйлер менен толы болған Париж Пантеонына көширди. Маятниктиң шарының салмағы 28 килограмм, ал оны илдирип қойған жиптиң узынлығы 67 метр еди.

Тербелиўши маятник өзиниң төменги ушы менен полға жайып қойылған материалдың бетинде из қалдыратуғын етип исленген. Тәжирийбелер маятниктиң төменги ушының биз сызықтың үстинен жүрмейтуғынлығын көрсетеди, ал саат стрелкасы бағытында бирдей шамаларға бурылып барлық ўақытта да жаңа сызықларды сызады.

Фуко тәжирийбеси оғада үлкен табысқа еристи. Бул тәжирийбе өткерилгеннен кейин оны түсиндиретуғын оғада көп санлы математикалық характердеги жумыслар исленди.

<sup>28</sup> Қараңыз. Б.Абдикамалов. Механика курсы бойынша лекциялар текстлери. Нөкис. 2008-жыл.

Бирақ усы табысларға қарамастан Фуко Жердің суткалық айланысын буннан да исенимликерек етип көрсетпекши болды хәм келеси 1852-жылы гироскопты ойлап тапты. Оның техникада бирден кең түрде қолланыла баслады хәм усының нәтийжесинде оның қандай мақсетте ойлап табылғанлығы умытыла баслады.

Жердің суткалық айланысын дәлиллеудің екінши эксперименталлық дәлили еркин түсіуші денелердің шығыс тәрепке қарай ауысуы болып табылады. Бул қуылысты қатаң түрде түсиндириу үшін Кориолистің қурамалы түрге ие болған орайдан қашушы күшін есапқа алу керек болады. Бундай ауысуының орын алатуғынлығын Борелли де интуициялық ойлау арқалы болжап айтқан еди. Бул бойынша дәл тәжірийбелер Фердинанд Райх (1799-1882) тәрәпинен 1833-жылы Фрейбург шахтасында исленди: 158 метрлик бийикликтен еркин түскенде дене орташа 28,3 миллиметрге шығыс тәрепке қарай ауысқан (өткерилген тәжірийбелер саны 106).



Фуконың Париж  
Пантеонындағы тәжірийбеси.

**Ньютон принциптерін әшкаралау.** XIX ғасырдың екінши ярымы Ньютон механикасының фундаменталлық түсиниклери (күш, масса, инерция, тәсир хәм қарсы тәсир) үстінде қызғын түрде дискуссиялар менен характерли. Өсирдің басында-ақ Лазар Карно Ньютон күшинің метафизикалық тәбиятын атап айтқан еди. 1851-жылы Барре де Сен-Венан (1797-1886) Сади Карноның критикасын дауам етти. 1861-жылы француз математиги хәм экономисти Антуан Курно (1801-1877) күш түсинигине басқа характер берди.

Кирхгоф 1876-жылы кеңислик, уақыт хәм материя түсиниклеринің жәрдеминде күшти аналитикалық жоллар менен анықлады. Математикалердің номинализмге болған тенденциясына берилип ол «тезлетіуші күш» деп оның физикалық мәніси менен қызықтастан анық бир математикалық аңлатпаны атайды.

XIX ғасырдың ақырында физиклерге Эрнест Махтың (1838-1916) жұмыстары күшті тәсір етті. Эйнштейн Давид Юм (1711-1776) менен Махтың философиялық жұмыстарын үйреніуі оның сын көз-қарас пенен өткерген изертлеулерін «әдеуір жеңилестірді» деп есеплады.

Мах денеге түсірілген күштің ұсы күштің салдарынан дене алатуғын тезленіуіге қатнасы түрінде алыналуғын тұрақты шама болған масса түсинигинен баслайды. Мах шын мәнісінде мынадай қарсылық билдирді: Масса түсиниги хәр қыйлы күшлердің тәсірінде алыналуғын хәр қыйлы тезленіулерден ғәрезли. Бир күш хәр қыйлы денелерге тәсір етип хәр қыйлы тезленіулер пайда ететуғынлығынан масса түсиниги анықланады. Ұсыған байланыслы механикадағы масса түсинигинің әхмийети соннан ибарат, бир дененің белгили бир күштің тәсірінде қалай қозғалатуғынлығын билип ұсы күштің хәр қыйлы денелерге қозғалтыу түсірін анықлай аламыз.

Буннан кейін Мах симметрия принципін қолланыу арқалы масса түсинигін келтирип шығарыуға умтылады: егер қандай да бир **A** денеси тезленетуғын болса, онда бул тезленіу қандай да бир **B** денесинің тәсірінде жүзеге келеди. Ұсының нәтижесінде бул **B** денеси де өз гезегінде **A** денесинің тәсірінде тезленіу алады. Бул принципті ол Ньютоннан басланған еки қалқы пайдаланылатуғын мысалда көрсетеди, бир қалқы магнит, ал екінші қалқы темирдің бир бөлегі. Олар бир бири менен тийіскенде қозғалыссыз қалады.

Буннан кейін Мах орайдан қашыушы машина менен өткерилетуғын тәжірийбелердің басқа сериясына өтеди. Еки **A** хәм **B** денелери жип пенен байналысқан, ал бул жип стержень арқалы өткерилген болсын. Орайдан қашыушы машинаның қәлеген айланыу тезлигінде де ұсы еки дене тең салмақтықта қалады. Бундай жаңдайда  $a$  хәм  $a'$  тезленіулері көшерге шекемги аралықтардан кери пропорционал. Ал егер  $a$  хәм  $a'$  тезленіулеринің кери қатнасын алатуғын болсақ (яғный дәслеп қашықтықтардың қатнасына байланыссы  $\frac{a}{a'}$  қатнасы алынған болса, онда бул жағдайда  $\frac{a'}{a}$  қатнасы алынады), онда бул қатнас сол денелердің массаларының қатнасындай болады. Буннан мынадай айқын түрдеги анықлама келип шығады: еки дененің массаларының қатнасы деп ұсы денелер бир бирине беретуғын тезленіулердің кери қатнасындай шамаға айтамыз. Хәқыйкатында Мах дененің массасын анықлаудың орнына «еки дененің массаларының қатнасы» түсинигине келеди (яғный масса түсинигине абстракция арқалы анықлама береді). Әлбетте бундай анықлама беріу ұшын орайдан қашыушы машинаның хеш қандай кереги жоқ.

Мах өзи ұсынған анықламаны хеш бир теория қолланбайлы деп қанаатланыу менен атап өтеди хәм Ньютон айтқан «заттың муғдары» түсинигинің пүткіллей кереги жоқ деп жуумақ шығарады. Бул анықламадан тәсір менен қарсы тәсірдің теңлиги принципін де кереги болмай қалады. Себеби бул принцип тек жоқарыда келтирилген фактти ғана аңлатады.

Мах Ньютон механикасын кескин түрде критикалыушылардың бир болды. Оның тийкаргы принципі экономлау принципі еди. Махтың пикиринше хәр бир илимнің тәжірийбени экономлау принципін басшылыққа алыуы хәм оны факутлердің ойдағы сәулененіуі менен алмастырыуы керек. Бул жағдайлардың барлығы да Махтың философиялық критикасының механиканың рауажланыуына түпкиликли түрде тәсір етпегенлигін көрсетеди.

Анри Пуанкаренің классикалық механика хәққындағы әшкаралық көз-қарастары көбірек белгили (бул көз-қарастар оның 1906-жылы жарық көрген «Илим хәм гипотеза» китабында айқын түрде баянланған) Пуанкаре «механика салыстырмалы қозғалыстарды үйренетуғын болса да, ұсы қозғалыстарды ол абсолют кеңісликке хәм абсолют ўақытта жайластырады» деп атап өтип бул жағдайдың шәртли түрде алынған жағдай екенлигін еске алады. Классикалық механика инерция принципін қабыл етеди, бун принцип эксперименталлық факт емес, ал әйемги грек механиклері бул принципсиз-ақ өздеринің жұмыстарын ислеі алды. Екінші тәрептен күш қозғалыстың себеби сыпатында

метафизикалық түсиник болып табылады. Ал күшти өлшеуі үшін тәсір менен қарсы тәсірдің тең екенлігін нызамынан пайдаланыуға тууы келеді. Ал бұл нызамның тәжірийбеде анықланған нызам емес, ал анықлама екенлігі мәлім. Ал пүткіл дүньялық тартылыс нызамына келсек, ол тәжірийбеде бийкарланыуы мүмкін гипотеза болып табылады.

Солай етип классикалық механикадан не қалады? Бұл қаққында Пуанкаре өзінің «Илим хәм гипотеза» мийнетінде үлкен шеберлік пенен баянлаған.

### Альберт Эйнштейн

XX әсирдің ең ұллы физиги. Хәзирги заман физикасының тийкарын салыушылардың бири. 1999-жылы «Times» газетасының дағазалауы бойынша XX әсирдің ең ұллы адамы.

Биз егер энциклопедияларға ямаса хәр қыйлы биографиялық мағлыұматлар қорларына қарасақ Альберт Эйнштейннің өмири хәм мийнетлери қаққында тийкарынан мыналарды оқыймыз:

1879-жылы 14-март күни Германиядағы Ульма қаласында киши коммерсант Герман Эйнштейннің шаңарағында тууылған. Әкеси курғынырақ жасау мақсетінде көбирек табыс табаман деген мақсетте бир қаладан екінши қалаға, бир елден екінши елге көп көшип өткен. Усының салдарынан Альберт тамамланған орта билим ала алған жоқ хәм 16 жасқа шыққанда Швейцариядағы Цюрих қаласындағы Жоқары политехникалық мектепке оқыуға түсиуге тырысқан. Бирақ кириу имтиханларын тапсыра алмай, ол сол елдеги Аррау қаласындағы кантоналық мектепке оқыуға кирген. Бұл мектепти 1896-жылы 20 жасында тамамлап 16 жасында кире алмаған политехникалық мектептің педагогика факультенине оқыуға кирген. Бұл мектепте ол айырым пәнлер бойынша айрықша бақаларға, ал айырым пәнлер бойынша төмен бақаларға оқыған. А.Эйнштейнде политехникалық мектептің оқыу планларына кирген мәжбүрий пәнлер аз қызықтырған, ал ол өзін қызықтыратуғын мәселелер менен көп шуғылланған. Мектепти питкергенлиги қаққындағы дипломын ол 1900-жылы 1-август күни алған. А.Эйнштейн үшін қыйын уақытлар басланды. Сол уақытлары оның ата-анасы Италияда туратуғын еди хәм олар баласының буннан былай оқыуы үшін қәрежет пенен тәмийинлей алмады. Ал 1902-жылы болса оның әкеси қайтыс болады. Сонлықтан ол 1901-жылы 22 жасында Винтертур қаласындағы мектепте математикадан сабақ берген. Сол жылы ол «Капиллярлық қубылыстардың нәтийжелери» деп аталатуғын биринши илимий мийнетін баспадан шығарды (итибар беремиз, ол өзінің биринши илимий мийнетін 22 жасында баспадан шығарды).

Биз 1899-жылдан 1907-жылға шекемги А.Эйнштейннің өмир жолы қаққындағы мағлыұматларды беремиз:

1899-жыл – А.Эйнштейн Швейцария пукаралығын алыу үшін рәсмий түрде арза жазады.

1900-жыл. 27-июль күни имтихан кеңеси басқалар қатарында Гроссман менен Эйнштейнге диплом бериуге усыныс етеди. 28-июль күни бұл усыныс орынланады.

- гүздің күнлери: политехникумда ассистент лауазымын алыу үшін нәтийжесиз (бийкар) хәрекет етиу.

13-декабрь күни Эйнштейн Цюрихтен «Annalen der Physik» журналына өзінің биринши жумысын жибереді. Бұл оның «Капиллярлық қубылыстардың нәтийжелери» деп аталатуғын биринши илимий жумысы еди.

1901-жылы 21-февраль күни Швейцария пукаралығын алады; 13-март күни ден саулығына байланысly әскерий хызметти атқаруға жарамайды деген шешим шығады.

Март-апрель айларында Лейпциг қаласындағы Оствалдта, Лейден қаласындағы Камерлинг-Оннесте жумысқа орналасуы бойынша нәтийжесиз хәрекетлер исленеди.



17-май күні Эйнштейн Цюрих қаласынан кетиуі хақында билдиреди.

19-майдан 15-июлге шекем Винтертур қаласындағы техникалық мектепте математика пәни оқытыушысы лауазымында ислейди. Винтертур қаласында ол 14-октыбрге шекем қалады.

Сентябрден 1902-жылдың январы – Шафхаузен қаласында муғаллим сыпатындағы уақытша жұмыс ислейди.

18-декабрь күні Берн патент бюросына жұмысқа алыуға өтиниш қылып арза жазады.

1902-жыл. 21-февраль күні Эйнштейн Берн қаласына көшеди. Дәслеп ол ата-анасы тәрешинен жиберилген ақшаға хәм математика менен физикадан жеке сабақлар оқытқаны ушын түскен ақшаға күн көрди.

16-июнь күні Швейцарияның Федераллық Кеңеси Эйнштейнди сынап көриу мүддети менен Берн патентлер бюросының үшінши класс эксперти лауазымына тастыйықлайды хәм оған жылына 3500 франк муғдарында айлық белгиленди. Ол бул жұмысқа 23-июнь күні кириседи.

10-октябрь күні Милан қаласында әкеси қайтыс болады.

1903-жылы 6-январь күні (24 жасында) Милева Маричке үйленеди.

Конрад Габихт, Морис Соловин хәм Эйнштейн «Олимпия Академия» сының тийкарын салады.

5-декабрь күні Эйнштейн Берннің тәбият изертлеушилериниң жамийетиниң мәжилисинде «Электромагнит толқынларының теориясы» темасында баянат жасайды.

1904-жылы 14-май күні оның биринши улы Ганс Альберт тууылады (Америка Курама Штатларының Калифорния штатының Беркли қаласында 1973-жылы қайтыс болған).

16-сентябрь күні сынау мүддетиниң тамам болууына байланысly Эйнштейн менен турақлы контракт дүзиледи.

1905-жыл. 17-март күні жақтылық квантлары хақында гипотеза баянланған мақаланы жазыу үстиндеги жұмыслар жуумақланады.

30-апрель күні «Молекулалардың өлшемлерин жаңа анықлау» атлы диссертациясы үстинде ислеген жұмысларын жуумақлайды. Бернде басылған хәм Цюрих университетине усынылған диссертация июль айында қабыл етиледи. Диссертацияда «Мениң достым доктор М.Гроссманға бағышланған» деп жазылған.

11-май күні «Annalen der Physik» журналының редакциясы Броун қозғалысы хақындағы биринши мақаланы алады.

30-июнь күні «Annalen der Physik» журналының редакциясына арнаулы салыстырмалық теориясы хақындағы Эйнштейннің биринши мақаласы келип түседи.

27-сентябрь күні «Annalen der Physik» журналының редакциясына арнаулы салыстырмалық теориясы хақындағы Эйнштейннің  $E = mc^2$  формуласы келтирилген екінши мақаласы келип түседи.

19-декабрь күні «Annalen der Physik» журналының редакциясы Броун қозғалысы хақындағы екінши мақалан келип түседи.

1906-жылы 1-апрель күні Эйнштейн лауазымы үлкейеди. Ол екінши класс эксперти лауазымына өтеди хәм оған жылына 4500 франк муғдарындағы айлық белгиленеди (жыллық айлық мың франке көбейеди).

Ноябрь айында каты денелердің салыстырмалы жыллылық сыйымлығы хақындағы мақаласы баспада шығарыуға таяр болады (қатты денелердің квант теориясы бойынша биринши мақала).

1909-жыл 6-июль күні патент бюросынан 15-октябрден баслап жұмыстан шығуға арза береди. Усы жылы 6-июль күні Женева университетинен биринши хұрметли доктор атағын алады (кейинирек бундай атақларды ол көплеген университетлерден алды). 15-октябрь күні Эйнштейн экстраординар профессоры лауазымын алады хәм оған дәслеп жылына 4500 франк ис хақысы белгиленеди.

Бундай хронологиялық мағлыұматларды келтире беріуге болады. Себеби Эйнштейннің өмири хәм илимий хызметлери хақында оғада көп санлы китаптар,

мақалалар бар [Биз А.Пайстың (Abraham Pais, Rockefeller университети) «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна» деп аталатуғын инглиз тилинен аударылған кітапты оқыды ұсыныс қыламыз. «Наука» баспасы, Москва. 1989. 568 бет].

Эйнштейннің дәлелі илимий жұмыстары молекулалық физика, термодинамикаға хәм статистикалық механикаға бағышланды. Жоқарыда атып өтилгеніндей ол биринши мақаласын 1900-жылдың ақырында жазды. Буннан кейин физиканың бул областы үстінде 25 жылдай жұмыс ісledi хәм шама менен 40 мақала жазды. Ең биринши табысқа ол 1905-жылы Авагадро турақлысын анықлаудың үш түрлі ұсылын ісlep шығып еристи.

**Физикадағы тәртіплескен өтиулер хәм революциялық дәуірлер.** Пүткіл физика тарихында 1895-жылдан баслап 1905-жылған шекемги он жыл аралықтағыдай күтилмеген, хайран қаларлықтай дәуір болып көрген жоқ. Биз сол дәуірде ашылған жаңалықларды жоқарыда келтирилген хронологияда келтирип өттик. Бирақ сонда да биз және бир рет сол таң қалдырыушы хәм күтилмеген ұақыяларды еске түсирип өтеміз:

1895-жылы рентген нурларының (X-нурларының) ашылыуы;

1896-жылы Зееман эффектіннің ашылыуы, радиоактивліктің ашылыуы;

1896-жылы электронның ашылыуы, инфрақызыл спектроскопияның 3 тен 60 мкм толқын ұзынлығы диапазонына өтиуі;

1900-жылы квант теориясының тууылыуы;

1905-жыл арнаулы салыстырмалық теориясының дөретилиуі.

Бул ашылыулардың барлығын да физикалық теориялардың ең тийкарларын қайтадан қарап шығыуды талап етти. Новаторлық теориялық концепцияларға жолды еки адам ашты: Макс Карл Эрнст Людвиг Планк, Берлин университетінің профессоры хәм екіншиси бир өзи басқалардан ажыралған халда халды жұмыс ісlegen Альберт Эйнштейн, Швейцарияның патент бросының үшінши класс техникалық эксперти. Олар пүткіллей хәр қыйлы адамлар болған (алған тәрбиясы бойынша да, жасаған жағдайлары бойынша да, илимий стилери бойынша да). Бирақ гармонияға тырысулар олардың илимий өмирине пүткіллей сінген еди. Сонлықтан олар бирин бири мақтаныш етти.

Солай етип 1895-1905 он жыллығының ақырында жаңа фундаменталлық теория болған арнаулы салыстырмалық теориясы дөретилди. Ал квант теориясына байланысly болған аұхал қандай еди? Сол ұақытлары квант теориясы фундаменталлық та, конструктивлік те теория емес еди. Истің мәніси бойынша ол теория да емес еди. Планк пенен Эйнштейннің қара денелердің нурланыуы бойынша биринши нәтижелери классикалық физиканың тийкарларында қандай да бир жетилиспеушиликлердің бар екенлігін көрсетти. Бирақ бул тийкарлар арнаулы салыстырмалық тооеиясындағы дай дәрхәл өзгертилген жоқ. Петер Дебай мына жағдайды еске түсирип өткен еди: баспадан шыққаннан кейин Планктің жұмысы Ахенде талқыланды. Сол ұақытлары Дебай бул жерде Зоммерфельдтің қарауында жұмыс ісleуігын еди. Планк нызамы эксперименталлық нәтижелерди қанаатландырды, бирақ «квантлардың фундаменталлық жаңа нәрсе ме ямаса жаңа нәрсе емес па» екенлігін олар билмеген.

1900-жылы квант теориясының, 1905-жылы арнаулы салыстырмалық теориясының дөретилиуін бирлестиретуғын және бир нәрсе, олардың хеш қайсысының дөретилгенін ғалаба хабар қуралларында болып, халық арасында болып ямаса илим тарихында жаңа эраның басланғанды деп басқа да бир жоллар менен дағазаланбады. Усы жерде еки теорияның күсаслығы тамам болады. Арнаулы салыстырмалық теориясы салыстырмалы түрде тез хәм бир тегіс қабыл етилди. Бирақ Хендрик Антон Лоренц хәм Анри Пуанкаре сыяқлы ұллы ой ийелери бул теорияны конструктивлік динамикалық теория емес деп есаплагысы келмеді хәм бул теорияны жаңа фундаменталлық кинематикалық теория деп қыйыншылық пенен қабыл етти. Бул теория философлардың арасында бийтәреплик пайда етти. Бирақ ұсы жағдайца қарамастан үлкен жастағы адамлар, олар менен бирге Планк, соның менен бирге жас теоретиклердің жаңа қәуими арнаулы салыстырмалық теориясының Эйнштейннің 1905-жылы шыққан мақаласындағы еки принциптің жәрдемінде анықланатуғынлығын мойынлады. Қалғанларының бәри де бул теориялық



принциптердің тиркемелері болып табылады. Арнаулы салыстырмалық теориясы дәрхәл «таяр түрде» пайда болды. «Ески» арнаулы салыстырмалық теориясы хеш уақытта да болған жоқ.

1900-жылдан 1925-жылларға шекем дөретілген «ески» квант теориясы «принципсиз» арнаулы қағыйдаларды хәр қыйлы жоллар менен киргизиў арқалы раўажланды. Төменде келтирилген төрт теңлема квант тоериясының раўажланыўын жақсы сәўлелендиреди.

Нурланыўдың квант теориясының биринши теңлемеси:

$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \frac{1}{\exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1}. \quad (1)$$

Бул аңлатпа қара денениң тең селмақлық нурланыўының спектраллық тығызлығы  $\rho(\nu, T)$  шамасының жийилик  $\nu$  менен абсолют температура  $T$  дан ғәрезлигин көрсететуғын Планк формуласы болып табылады. Бул формуладағы  $h$  Планк турақлысы,  $k$  Больцман турақлысы, ал  $c$  жақтылықтың ваккумдеги тезлиги. Бул нурланыўдың квант теориясының ең биринши теңлемеси. Ески квант теориясының қара денениң нурланыўы сыяқлы курамалы проблемаларды таллаўдан келип шыққанлығын дыққатқа турарлық уақыя болып табылады. 1859-жылдан 1926-жылға шекем бул формула теориялық физиканың, дәслеп термодинамиканың, буннан кейин электромагнетизм теориясында, кейин ески квант теориясында, ең ақырында квант статистикасында ең алдыңғы қатарында орын алды.

Екинши теңлема 1905-жылы Эйнштейн тәрөпинен жийилиги  $\nu$  ге тең болған жақтылықтың тәсиринде металдың бетинен шығарылған электронның (фотоэлектронның) энергиясы  $E$  ушын формула болып табылады:

$$E = h\nu - P. \quad (2)$$

Бул теңлемедө  $P$  арқалы электронлардың метал бетинен шығыў жумысы белгиленген.  $E = h\nu - P$  теңлемеси нурланыў менен зат арасындағы квантлық тәсирлесіўдің биринши теңлемеси болып табылады.

Үшинши теңлема Эйнштейн тәрөпинен 1906-жылы алынған идеал кристаллық қатты денениң бир грамм-атомы ушын салыстырмалы жыллылық сыйымлығы  $c_V$  ушын келтирилип шығарылған теңлема болып табылады:

$$c_V = 3R \left(\frac{h\nu}{kT}\right)^2 \frac{\frac{h\nu}{e^{kT}}}{\left(\frac{h\nu}{e^{kT}} - 1\right)^3}. \quad (3)$$

Бул аңлатпада  $R$  арқалы универсаллық газ турақлысы белгиленген. Бул формуланы келтирип шығарғанда Эйнштейн кристаллық пәнжерениң барлық түйинлери (кристалдың барлық атомлары) тек бирдей жийиликлер  $\nu$  менен тербеледи деп есапланған (бундай жуўықлаў жокарыдағы дурыс емес  $c_V \sim \frac{1}{T^2}$  формуласына алып келди, ал ҳақыйқатында  $c_V \sim \frac{1}{T^2}$  нызамының орынланыўы керек). Бул қатты денелердің квант теориясының биринши теңлемеси болып табылады.

Ең ақырға төртинши теңлема 1913-жылы Нильс Бор тәрөпинен усынылған атомның қурылысының квант теориясының теңлемеси болып табылады:

$$Ry = \frac{2\pi^2 e^4 n}{h^3 c}. \quad (4)$$

Бул аңлатпада  $Ry$  арқалы Ридберг турақлысы,  $e$  арқалы элементар заряд,  $n$  арқалы квант саны белгиленген.

Бул теңлемелерди қолланыўдағы табыслар квант теориясының бар екенлигин айқын көрсетти.

Ески квант теориясы физикадағы 25 жыл ишинде болып өткен революцияны өз ишине қамтыйды. Бул дәўир ишинде классикалық физиканың ески көз-караслары қыйратылды. Бундай мәнисте арнаулы салыстырмалық теориясының да, улыўмалық салыстырмалық теориясының да дөретилиўи революциялық өзгерислерге алып келген жоқ. Олардың

пайда болыуы хеш нәрсени де дәрхәл тамырынан қозғаған жоқ. Бул теориялар бар көз-қараслардың жана областларға тарқалыуы, билиудің шегараларының кеңейіуі еди.

Бул жағдайды әпиұайы мысалда көрсеткен қолайлы. Арнаулы салыстырмалық теориясына сәйкес бір бағыттағы еки  $v_1$  хәм  $v_2$  тезликлериниң физикалық қосындысы мына аңлатпа менен бериледи:

$$\sigma(v_1, v_2) = \frac{v_1 + v_2}{\left(1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}\right)^{\frac{1}{2}}}. \quad (5)$$

(5)-аңлатпа 1905-жылы Пуанкаре хәм Эйнштейн тәрәпинен бир биринен ғәрезсиз алынды. Теңлеме шеклик мәниске ийе. Яғный  $\sigma(v_1, c) = c$ . Бул нәтийже пүткиллей жаңа нәтийже болып табылады. Буннан тезликтің қәлеген мәниси ушын  $\sigma(v_1, v_2) = v_1 + v_2$  классикалық аңлатпаның улыұма жағдайларда дурыс емес екенлиги келип шығады. Бирақ жақтылықтың вакуумдеги тезлиги  $c$  ның шамасы секундына үш жүз мың километр жүдә үлкен шама болып табылады. Сонлықтан Жер бетиндеги тезликлер ушын  $\sigma(v_1, v_2) = v_1 + v_2$  классикалық тезликлерди қосыұ формуласынан пайдалана беріуҗе болады. Бул салыстырмалық теориясының сәйкеслик принципи болып табылады. Демек Галилейден баслап Ньютонға хәм Максвелге шекемги басламашылардың даңққа бөленип жата беріуіне болады.

Квант теориясында болса аұхал басқаша еди. Эйнштейн тәрәпинен салыстырмалы жыллылық сыйымлығы ушын жоқарда келтирилген аңлатпа алынғаннан баслап бул аңлатпаның жоқары температураларда әлле қашан Дюлонг хәм Пти тәрәпинен алынған аңлатпаға сәйкес келетуғынлығы мәлим болды (яғный 6 кал/моль). Жоқарыда келтирилген Планк формуласы менен классикалық Рэлей-Джинс формуласының арасындағы сәйкесликти көріу ушын тек бес жыл ғана кетти (Бул формула  $h\nu \ll kT$  шәрти орынланатуғын жағдайлар ушын дурыс нәтийже береді), Бул еки нәтийже классикалық статистикалық тарқалыұ нызамларының салыстырмалы жоқары температураларда дурыс нәтийжелерди беретуғынлығын көрсетеди, бундай температураларда квантлық хәм классикалық нызамлар арасында сәйкеслик орын алады.  $E = h\nu - P$  хәм  $Ry = \frac{2\pi^2 e^4 n}{h^3 c}$  теңдемелери ушын сәйкес шеклик мәнислер жоқ. 1925-жылға шекем ең фундаменталлық көз-қараслар тийкарында да хеш нәрсени дәлиллей мүмкин болмады. Квант механикасы, квант статистикасы хәм майданның квант теориясы дөретилгеннен кейин ғана бул еки аңлатпа теориялық тийкарларға ийе болды.

### Дәслепки жол салған адамлар (басламашылар)

Эйнштейн нени билген еди? XIX әсирдің ақырларындағы электромагнетизмнің теориясының тарийхын изертлегенлердің көпшилигинде көрнекли физик-теоретик хәм экспериментатор Генрих Рудольф Герц тәрәпинен айтылған «Максвелл теориясы дегенимиз Максвелдің теңдемелер системасы болып табылады» деген сөзлер өзлеринің жумысларында келтирген. Максвелл менен Эйнштейннің ортасындағы дәуірде электродинамика дегенимиз Максвелл теңдемелер системасы плюс усы теңдемелерги кириұши зарядлар менен тоқлардың тығызлығы ушын жазылған аңлатпалар плюс дүньялық эфирдің бар екенлиги хәққындағы гипотеза деп есапланды. Бул анықламаны кесте түрінде беремиз:

| Электродинамика:              |  |   |
|-------------------------------|--|---|
| Максвелл теңдемелер системасы | Максвелл теңдемелер системасындағы зарядлар менен тоқлардың тығызлығы ушын жазылған аңлатпалар | Дүньялық эфирдің бар екенлиги хәққындағы гипотеза |

Максвелл теориясында орайлық орын майдан концепциясына берилди. Бул теорияда эпийайы түрде болса да эфирдің қатнасыуы дауам еттирилди. Бирақ кеңислик үш ямаса төрт рет эфир менен толтырылған жоқ еди. 1893-жылы Кельвиннің жазғанындай, XIX әсирде көп сандағы мийнеткешлер менен ойшылар жақтылықты, жыллылықты, электрди хәм магнетизмди алып жүриўши «пленум» түсинигин енгизиўге жәрдем берди. Бирақ XIX әсирде бул бирден бир эфир атағына кандидатлардың саны көп еди, олардың бир қаншасы Максвелге шекем-ақ пайда болды. Френель, Коши, Стокс, Нейман, Мак-Кулаг, Кельвин, Планк хәм басқа да эфирлер бар еди. Олар бир биринен бир теклилик дәрежеси, қысылыўшылығы, Жердің қозғалыуы нәтийжесинде Жер менен бирге қосылып жүриўи хәм басқа да қәсийетлери менен айрылатуғын еди. Усы жағдай толығы менен болмаса да Максвелден кейинги «Максвелл теориялары» ның пайда болыуына алып келди: Герц, Лоренц, Лармор, Вихерт, Кон хәм басқалардың теориялары.

Герцтиң бул теориялардың барлығын да билиўи тәбийий. Себеби оның өзине де өзиниң Жердің қозғалыуы менен бирге алып жүрилетуғын эфир түсинигин киргизди. Оның афоризми былайынша айтылады: «Максвелл теориясы Максвелл теңлемелери системасы болып табылады. Теңлемелердің усы системасына алып келетуғын, усыған сәйкес сол мүмкин болған қубылысларды тәриплейтуғын қәлеген теорияны мен Максвелл теориясының варианты ямаса дара жағдайы деп қараған болар едим».

Эфирлер теориялары менен «Максвелл теорияларын» дәретиўшилердің алдында турған ең әҳмийетли мәселе жақтылық аберрациясын, Френелдің алып жүриў теориясын, кейинирек Майкельсон-Морли тәжирийбесин динамикалық түсиндириў болды. Кең мәнисте айтқанда олар Эйнштейн ушын басламашылар (предшественниклер) болды. Шын мәнисинде олар алдында турған бул мәселениң шешилмейтуғын мәселелер екенлигин, қала берсе бундай мәселени қойыўдың кереги жоқ деген жуўмақларға келди. Герцтиң түсиниўи бойынша Эйнштейн теориясы тек бир Максвелл теориясы емес. Оның теориясы хәммесин өз ишине қамтыйтуғын жаңа кинематиканың шеклериндеги қозғалыўшы денелердің электродинамикасының қыйыншылықтарын шешиўге мүмкиншилик берди. Лоренц хәм Пуанкареден алға кетип ең тийкарғы мәселе етип XIX әсирдеги көз-қараслар бойынша өлшеўлер проблемаларын фундаменталлық қайта қарап шығыўды ол биринши болып усынды. Эйнштейн екнши рет квант механикасында да тап усындай нәрсени иследи.

Биз хәзир Лоренц пенен Пуанкаренің жумысларын қарап шығамыз. Дәслеп Лоренц түрлендириўлериниң келтирилип шығарыуы хәм оларға мәни бериў менен шуғылланамыз:

$$x' = \gamma(x - vt), \quad L1$$

$$y' = y, \quad L2$$

$$z' = z, \quad L3$$

$$t' = \gamma\left(t - \frac{vx}{c^2}\right), \quad L4$$

$$\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \quad L5$$

Бул түрлендириўлер  $(x', y', z', t')$  кеңислик-ўақыттың бир координаталар системасын оған салыстырғанда  $v$  тезлиги менен қозғалатуғын  $(x, y, z, t)$  системасы менен байланыстырады. Әлбетте эпийайылық ушын тек  $x$  көшери бағытындағы қозғалысты қараймыз.

Бизиң әңгимемиздің тийкарғы хәрекет етиўши қахарманлары Лоренц түрлендириўлерин биринши болып жазған Фогт, қозғалыс бағытында денелердің қысқартуғынлығы хәққындағы биринши гипотезаны усыңған Фицджералд, Лоренц, қозғалыс бағытында денелердің қысқартуғынлығы туўралы биринши гипотеза менен Лоренц түрлендириўлерин байланыстырған Лармор хәм Пуанкаре болады. Соның менен бир қатар 1900-жылға келе бир қатар изертлеўшилер материаллық сыпатында эфир түсинигинен бас тартыў керек деген пикирлерге келе баслады. Мысалы Пауль Друде

1900-жылы былай деп жазды: «Егер бир тынышлыкта турған эфир дегенде кандай да бир субстанцияны емес, базы бир физикалык қасиетке ийе кеңісликті түсінетуғын болсақ, онда усындай эфир концепциясы ең әпийәйи хәм тәбийий түрге ийе болады». 1901-жылы болса Эмиль Кон: «Усындай орталық бизиң кеңіслигимиздиң барлық участкаларын толтырып турады; бундай орталықтың кандай да бир салмаққа ийе субстанция болыуы да, вакуум болыуы да мүмкин».

Эйнштейннің өзи салыстырмалық бойынша биринши мақаласында тек Максвеллдің, Герцтиң хәм Лоренцтиң атларын келтиреді. Ол 1905-жылы Лоренцтиң 1895-жылға шекем жазған мақалаларын билемен деп бир неше рет жазды. Усыған байланысly Эйнштейннің көп биографлары 1905-жылы оның 1904-жылы келтирилип шығарылған Лоренц түрлендириулері хәққында хеш нәрсе есипегенлигин атап өтеді. Ол бул түрлендириулерди (қайтадан) өзи келтирип шығарды (Яғный Лоренц тәрепинен 1904-жылы келтирилип шығарылған түрлендириулерди 1905-жылы Эйнштейн қайтадан келтирип шығарды). Сол ўақытлары Эйнштейн салыстырмалық проблемалары толық түрде қарап шығылған Пуанкаренің де мақалалары менен де таныс емес еді.

**Фогт.** Вольдемар Фогт 1887-жылы

$$\square \varphi = 0,$$

F1

$$\square \equiv \partial^2 / \partial x^2 + \partial^2 / \partial y^2 + \partial^2 / \partial z^2 - \partial^2 / c^2 \partial t^2$$

түриндеги аңлатпаның жаңа кеңісликлик-ўақытлық өзгеріушілерге өткенде

$$\begin{aligned} x' &= x - vt, \\ y' &= \frac{y}{\gamma}, \\ z' &= \frac{z}{\gamma}, \\ t' &= t - vx/c^2 \end{aligned}$$

түринлендириулерин пайдаланғанда өз формасын сақлайтуғынлығын дәлилледі. Бул масштаблық көбейтиушиге шекемги дәлликтеги Лоренц түрлендириулері болып табылады. Бул хәққында Фогт Допплер эффекти хәққындағы мақаласында жазды. Бул теңдемелер жәрдемінде Фогт Допплер аўысыўларын  $v/c$  тәртибиндеги бурыннан-ақ белгили болған ағзаларға шекем есаплады. Оның бул усылы хәзирги ўақытларға шекем қолланылады. Бунда тегис жақтылық толқынының фазасының кейинги алынған түрлендириулерге қарата инвариантлығы пайдаланылады. Лоренц Фогттың бул жумысы хәққында билмегенлигин тек 1909-жылы ғана үлкен өкиниш пенен атап өтеді хәм оның түрлендириулеринің өзи ашқан түрлендириулерге эквивалент екенлигин атап өткен.

Физиклердің ушырасыўларының биринде 1908-жылы Герман Минковский Фогттың 1887-жылға мақаласын айрықша атап өтип 1887-жылы «кейинирек электромагнетизм теориясы тийкарында келинген бир қатар нәтийжелер алынған еді» деп жазған.

**Лоренц.** Биз қарап атырған жағдайларға байланысly Лоренц биринши мақаласын Майкельсон хәм Морли тәжирийбелерине шекем 1886-жылы жазды. Бирақ сол ўақытлары Майкельсон хәм Морлидің тәжирийбелеринің нәтийжелерине толық исенбеген Лоренц «Френель гипотезасының экспериментте бийкарланыуы менде гүман туўдырады» деп жазған.

1892-жылы Лоренц өзинің электромагнетизмнің атомистлик теориясы бойынша биринши мақаласын жәриялады. Усы ўақытларға шекем Майкельсон хәм Морлилер Лоренцте үлкен тынышсызланыу пайда еткен тәжирийбелерин өткерип үлгерді. Ол «Көп ўақытларға шекем бул тәжирийбенің нәтийжеси мениң ушын жүмбақ болып қалды. Ақыр аяғында менен бул нәтийжелерди Френель теориясы менен жарастырыудың бир усылын ойлап таптым. Дәслепп Жердің козғалысы бағытына параллель болған қатты денениң еки ноқатын байланыстырыушы сызықтың  $90^\circ$  қа бурылғанда дәслеппки узынлығын

сақламайды деп есаплауды ұсынаман» деп жазды. Егер ұсы ұзындық кейінгі аўхалда  $l$  ге тең болған болса, онда Френелдің эфир гипотезасын сақлап қалыу ұшын оның дәслепки ұзындығы

$$l' = l(1 - v^2/c^2)$$

L6

шамасына тең болыуы керек. Хәзирги ўақытлары биз жоқарыдағы теңлемени  $v/c$  га карата екінші тәртіпті Фицджеральд-Лоренц қысқарыуы деп атаймыз. Бул нәтижени түсіндіргенде Лоренц молекулалар аралық тәсірлесиу күшлерин электромагнитлик тәсірлесиу күшлериндей болып «... эфир арқалы тәсір етеди» хәм  $v^2/c^2$  тәртібиндеги қысқарыу тәртібин белгили эксперименталлық нәтижелер тийкарында есаплаулардан алып таслауға болмайды деп есаплады.

Бул жуўмақлар Фицджеральдтың ең биринши болжаулары менен сәйкес келеди. Ал Фицджеральдтың мақсети эфирди сақлап қалып, оған молекулалық күшлерге динамикалық тәсір етиу қасиетин бериу еди. Бирақ 1892-жылы Лоренц Фицджеральдтың сол жумысы хақында хеш нәрсе билмеди.

1894-жылы гүздің күнлери Лоренц Фицджеральдқа хат жазып 1893-жылға Лодждың мақаласынан оның қысқарыу гипотезасын билгенлигин айтады. Бул хата Лоренц ұсындай жуўмаққа 1892-жылы келгенлигин хәм оған сүйениу ұшын Фицджеральддың мақаласының қай жерде шыққанлығын жазыуды өтинеди. Бир неше күн өткеннен кейин Фицджеральд «Мен мақаланы «Science» журналына жибердим, бирақ бул мақаланың басылып шыққанлығын ямаса шықпағанын билмеймен... Сизиң жумысыңыздың мениң жумысымнан бурын шыққанлығына хеш қандай гүманым жоқ» деп жуўап қайтарған. Фицджеральд өз хатында Лоренцтиң оның пикири менен келискенлигине қанаатланғанын билдирген. Себеби оның пикири бойынша ұсыған шекем оның идеясы үстинен адамлар «кеўилли түрде күлискен».

Ұсы моменттен баслап Лоренц барлақ ўақытта да қысқарыу идеясына Фицджеральд пенен бир ўақытта бир биринен ғәрезсиз түрде келгенлигин жасырған жоқ. 1895-жылы ол бул гипотезаны Фицджеральд таксыр ұсынды, ал бул хақында мен кейинирек билдим деп жазған. Бул жумыс Лоренцтиң өзиниң аты менен аталатуғын түрлендириуді келтирип шығарыу бойынша ислеген жумысларының алды болып табылады.

1895-жылғы мақаласында Лоренц «сәйкес халлар теорема» сын ислеп шықты. Магнитлик емес заттың эфирге салыстырғанда тынышлықта турған  $(x, t)$  координата системасына салыстырғандағы тарқалыуын карайық.  $\mathbf{E}, \mathbf{H}$  хәм  $\mathbf{D}$  арқалы сәйкес электр, магнит майданларының кернеуликлерин хәм электр поляризациясын белгилеймиз;  $\mathbf{D} = \mathbf{E} + \mathbf{P}$ , бул аңлатпада  $\mathbf{P}$  арқалы электр поляризациясы белгиленген. Биринши  $(x, t)$  координаталар системасына салыстырғанда  $v$  тезлиги менен қозғалатуғын  $(x', t')$  координаталар системасын караймыз. Бундай жағдайда  $v/c$  бойынша биринши тәртіпті ағзаларға шекемги дәлликте биринши системада  $\mathbf{E}, \mathbf{H}$  хәм  $\mathbf{D}$  шамалары менен  $x, t$  шамалары арасында қандай қатнастар орын алатуғын болса онда екінши системада  $\mathbf{E}', \mathbf{H}'$  хәм  $\mathbf{D}'$  шамалары менен  $x', t'$  шамалары арасында тап сондай қатнастар орын алады. Бул жерде

$$x' = x - vt, \quad \text{L7}$$

$$t' = t - \frac{vx}{c^2}, \quad \text{L8}$$

$$\mathbf{E}' = \mathbf{E} + v \times \frac{\mathbf{H}}{c}, \quad \text{L9}$$

$$\mathbf{H}' = \mathbf{H} - v \times \frac{\mathbf{E}}{c}, \quad \text{L10}$$

$$\mathbf{P}' = \mathbf{P}. \quad \text{L11}$$

Фогт сыяқлы Лоренц бундай түрлендириулерди  $O(v/c)$  ағзаларына шекемги дәлликте Жерде өткерилген оптикалық экспериментлердің Жердің қозғалысынан ғәрезсизлигин көрсететуғын қолайлы математикалық ұсыл деп қарады.  $x' = x - vt$  теңлемеси менен

Лоренц бұрыннан-ақ таныс еді, ал  $t' = t - \frac{vx}{c^2}$  теңлемесі оған оғада әхмийетли болған жаңа терминологияның усынылыуына алып келді. Лоренц  $t$  ны улыұмалық ұақыт, ал  $t'$  шамасын жергиликли ұақыт деп атауды усынды. Бирақ Лоренц ушын тек  $t$  шамасы хақыйқый ұақыт еді. Бул дәўирде қозғалмайтуғын эфирдің бар екенлиги хаққындағы мағлыұматлардың жоқлығын Лоренц тәрәпинен түсиндириұ базы бир гибриден турды: ол биринши тәртипли ағзалар ушын электродинамиканы пайдаланды, ал екнши тәртипли ағзалар ушын L6 теңлемеси менен аңлатылатуғын арнаұлы гипотезаны усынды.

Оның 1895-жылғы мақаласында келтирилген және бир жаңалықты атап өтеміз. Бул мақалада заряды  $e$  ге тең хәм  $v$  тезлиги менен қозғалып баратырған ионға (ямаса ноқатлық электр зарядына)

$$\mathbf{K} = e \left( \mathbf{E} + \mathbf{v} \times \frac{\mathbf{H}}{c} \right) \quad \text{L12}$$

күши тәсир етеді. Бул аңлатпадаға  $\mathbf{K}$  Лоренц күши болып табылады (Лоренцтің өзи бул күшти»электр күши» деп атады).

1905-жылы Эйнштейнге Лоренцтің тек 1895-жылға мақаласы белгили еді. Солай етип Эйнштейн мыналарды билді:

1. Лоренцтің Майкельсон-Морлилердің тәжирийбелеринің жуұмақлары бойынша тынышсызланыұ;

2. Лоренцтің «биринши тәртипли» түрлердириұлері ( $x' = x - vt$  хәм  $t' = t - \frac{vx}{c^2}$  аңлатпалары);

3. Биринши тәртипли ағзаларға шекемги оптикалық бақлаұлар хаққындағы тастыйықлаұдың дәлили;

4. Бул дәлиллеұге қысқарыұ гипотезасын қосымша түрде киргизиұ;

5. Лоренц күшин постулат түринде киргизиұ.

Енди Лоренцтің 1905-жылға шекем шыққан басқа үш мақаласы хаққында мағлыұматлар келтиремиз.

1898-жылы Дюссельдорфта өзи ислеген жумыслар хаққында айтып берген. Бул оның 1895-жылы жазылған мақалаларының резюмеси болып табылады.

1899-жылы Лоренц өзинің бұрынғы теориясының әпиұайыластырылған вариантын усынады. Бес жылдан кейин ол бул жумысын былайынша тәриплеген: «Хәр қыйлы тәртиптеги ағзаларды есапқа алмай-ақ базы бир фундаменталлық болжаұлардың жәрдемінде көпшилик электромагнит кубылысларының системаның қозғалысынан пүткіллей ғәрезсиз екенлигин көрсеткен мақсетке муұапық келген болар еді. Бир неше жыл бұрын мен усындай теорияны дәретиұге тырыстым. 1899-жылы ол

$$x' = \varepsilon \gamma (x - vt), \quad \text{L13}$$

$$y' = \varepsilon y, \quad \text{L14}$$

$$z' = \varepsilon z, \quad \text{L15}$$

$$t' = \varepsilon \gamma \left( 1 - \frac{vx}{c^2} \right) \quad \text{L16}$$

түрлендириұлерин жазды. Бул түрлендириұлер  $\varepsilon$  масштаблық көбейтиұге шекемги дәлликтеги L1-L5 Лоренц түрлендириұлері болып табылады.

1904-жылы Лоренц L1-L5 түрлендириұлерин жазды. Электронның сыртқы майдандағы қозғалыс теңлемелерин түрлендириұлерди қарап шығыұдың нәтийжесінде ол  $\varepsilon$  шамасын 1 ге тең етип алыұ мүмкин деген жуұмаққа келді. Максвелл-Лоренцтің теңлемелері ушын сәйкес халлар теоремасын (Лоренц-ковариантлық) дәлиллеұге тырысты. Тезликлер ушын теңлемелерди түрлендиргенде ол қәтеликке жол қойды хәм



усының нәтижесінде  $v/c$  ның биринши тәртібинен жоқары тәртіплери ушын ковариантлықты ала алмады.

**Пуанкаре.** 1898-жылы Пуанкаре «Ұақытты өлшеу» деп аталатуғын дыққатқа турарлық мақаласын баспадан шығарды. Бул мақалада ол «...ұақыттың еки ұақыт аралығының теңлигиниң тиккелей интуициясына биз ийе емеспиз. Егер кимде ким усындай интуицияға ийемен деп ойласа, ол иллюзия менен алданған». Буннан кейин ол «Бир ұақытлықтың сапалық проблемасын ұақытты өлшеудің санлық проблемасынан айырып алыу оғада қыйын; бул жағдайда хронометрди ямаса алып беріу тезлигин, мысалды жақтылықтың тезлигин пайдаланыудың парқы жоқ, өйткени ұақытты өлшемей турып тезликті өтлеу мүмкин емес». Бир ұақытлықтың бурынғы анықтамларының кемшилигиниң бар екенлигин таллап Пуанкаре «..еки ұақыяның бир ұақытта болыуы»<sup>29</sup> ямаса сол ұақыялардың избе-излиги масса олардың биринен соң екиншисиниң жүзеге келиуі, еки ұақыяның дауам етиу ұақытларының теңлиги тәбийий нызамлардың формулировкасы мүмкин болғанынша ең әпиұайы түрде болатуғын жағдайға сәйкес анықланыуы керек. Басқа сөз бенен айтқанда бул қағыйдалардың барлығы да, бул анықтамалар да мәнисин түсинбей-ақ қолайлылыққа умытылыудың жемиси болады». Бул қатарлар ең бас программа түрінде хауаз шығарады. Жети жыл өткеннен кейин бул программа иске асты. Бул мақаладан оның сол жыллары кең түрде талқыланып жүрген ұақыт интервалын өлшеуге бағышланғанлығы көринеди. Пуанкаре бул дискуссияға жаңа элемент қосты – ол бир ұақытлық түсинигиниң мазмунының объективлигине гүман туудырды.

1898-жылы Пуанкаре электродинамика проблемаларына итибар бермеді; электродинамика ҳаққында ол 1900- хәм 1904-жыллары шыққан еки мақаласында гәп етти. Бул мақалалар да ҳәрекет етиу программасы сыпатында жазылған еди. Бул мақалаларда орайлық орын эфирге берилген. Пуанкаре 1900-жылы Париж конгрессиниң ашылыуында «Ал бизиң эфиримиз ҳақыйкатында бар ма?», - деп сорау қойды. «Оның бар екенлигине исенимниң қайдан пайда болғанлығы белгили. Алыстығы жулдыздан жақтылықтың бизге жетип келиуі ушын бир неше жыл талап етиледі. Усы жыллар ишинде жақтылық жулдызда да емес, Жерде де емес, ал екеуи арасындағы орталықта жайласады»<sup>30</sup>. Демек базы бир орында деген сөз базы бир материаллық алып жүриуши бар деп есаплау керек болады». Пуанкаре Физо тәжирийбесинде «...сиз эфирге бармағыңызды тийгизгениңиздей» сезим пайда болады деп атап өтти. Теория мәселелеринде ол «...бизиң қолымызда барлардың хәммесинен де қанаатландыарлығы Лоренц теориясы болып табылады» деп көрсетти. Бирақ ол оптикалық қулылыслардың Жердиң қозғалысынан ғәрезсизлигиниң биринши хәм екинши тәртіпли ағзаларға байланыслы хәр қыйлы түрде түсиндирилетуғынлығын кемшилик деп есаплады. «еки жағдай ушын да бир түсиндириу табыу керек».

1904-жылы Сент-Луис қарасындағы халық аралық искуства хәм илимлер конгрессинде шығып сөйлегенинде ол және де усы мәселеге программалық руұхта қайтып келди. «Эфир дегенимиз не, оның молекулалары қалай жайласқан, олар бир бири менен тартыса ма ямаса ийтерисе ме?» Усының менен бир қатарда оны абсолют тезлик түсиниги тынышсызландырды: «Анау ямаса мынау өлшеуди орынлап биз: бул абсолют тезлик емес, ал егер бул эфирге салыстырғандағы тезлик болмаса, онда бул тезлик биз кеңисликти толтыра алатуғын қандай да бир еле белгисиз суйықлыққа салыстырғандағы тезлик болып табылады деп айтамыз». Буннан кейин ол жумсақ түрде Лоренцти «гипотезаларды дым көбейтип жибергенлигинде» айыплайды хәм жергиликли ұақытты физикалық концепция түрінде қарап алға қарай кәдем қояды. Пуанкаре бир бирине салыстырғанда тең өлшеули

<sup>29</sup> «Одновременность двух событий» деген сөзди «еки ұақыяның бир ұақытта болыуы» деп аударамыз.

<sup>30</sup> «Жайласады» сөзи жақтылық ушын туұры келмейди. Себеби ол бир орында турмайды, ал жақтылықтың тезлигиндей тезлик пенен қозғалыста болады. Сонлықтан «жайласады» сөзин бул жерде «жулдыздан Жерге қарай қозғалыста болады» деп түсиниу керек.

қозғалатуғын хәм жақтылық сигналлары жәрдеминде өзлериниң саатларын синхронлаытырыўға талапланып атырған еки басқлаўшыны қарайды. Ол «усындай жоллар менен дүзетилген саатлар ҳақыйқый ўақытты емес, ал жергиликли ўақытты көрсетеди» деп жуўмақ шығарды. «Хәр бир бақлаўшыға басқаларда барлық қубылыслар әстелеў өтетуғындай болып көринеди, қала берсе бундай әстелениў барлық ўақыялар ушын да бирдей, - деп көрсетеди Пуанкаре, - хәм ... салыстырмалық принципи бойынша (бақлаўшыда) тынышлықта ямаса абсолют қозғалыста екенлигин билетуғын ҳеш қандай қурал болмайды». Пуанкареге салыстырмалық теориясын дәретиўге тек бир адым атыў ғана қалды. Бирақ ол бундай адымды атпады: «Бул, тилекке қарсы, жеткиликли емес, қосымша гипотезалар зәрүр, қозғалыўшы денелер қозғалыў бағытында бир текли қысылады деп есаплаў керек». Қосымша гипотезаларды айтыў салыстырмалық тооеиясының еле дәретилмегенлигин көрсетеди.

Өзиниң шығып сөйлеген сөзиниң ақырында Пуанкаре алдын-ала көре алыўшылықты және бир демонстрация қылды: «Мүмкин ... пүткиллей жаңа механиканы дәретиў керек болатуғын шығар, бул механиканың бар екенлигин биз ҳәзир емески сеземиз, бундай механикада жақтылықтың тезлиги өтип кетиўге болмайтуғын шек болып табылады... Биз еле буған жете алғанамыз жоқ...».

Солай етип анықсызлық нотасында Эйнштейнниң басламашылары (жол салған адамлар) ҳаққындағы әңгимелер питеди. Лоренц түрлендириўлери алынды; бир ўақытлылық түсинигиниң дурыслығына гүман қойылды. Жақтылықтың тезлигиниң ең үлкен шеклик тезлик екенлиги ҳаққындағы болжаўлар айтылды. Бирақ усы жағдайларға қарамастан 1905-жылға шекем салыстырмалық теориясы дәретилген жоқ. Буннан кейин Пуанкарениң Эйнштейнниң басламашысы емес, ал оның менен бир ўақытта ислеген илимпаз сыпатында не ислегенлери менен танысып өтемиз.

### Пуанкаре 1905-жылда

Жоқарыда қарап өтилген үш мақала да өзиниң характери бойынша сапалық мақалалар еди. Математика менен математикалық физика бойынша өз дәўириниң ҳақыйқый жолбасшы Пуанкаре электромагнетизмди майда-шүйдесине шекем билди. 1899-жылы ол оптика бойынша, ал 1901-жылы электромагнетизм теориясы бойынша китапларын баспадан шығарды. 1895-жылы Пуанкаре «Максвелл теориялары» бойынша мақалалар сериясын жарыққа шығарды, ал 1897-жылдан 1900-жылға шекемги дәўирде Лоренц теориясы бойынша бир неше мақала жазды. Оның 1905-жылы питкерилген еки мақаласы да кульминациялық мақалалар болып табылады. Еки мақала да «Электронның динамикасы ҳаққында» деп аталады. Бул жумыслардағы «динамика» сөзи есте қаларлықтай әҳмийетке ийе. Мына хронология да есте қаларлықтай: 1905-жылы 5-июнь күни Пуанкаре Парижде Илимлер Академиясында сол еки мақаланың биреўи бойынша баянат ислеиди; 1905-жылы 30-июнь күни «Annalen der Physik» журналының редакциясына Эйнштейнниң салыстырмалық теориясы бойынша биринши мақаласы келип түседи; 1905-жылдың июль айында Пуанкаре екинши мақаласын жазыўды тамам қылады, бул мақала 1906-жылы жарық көреді.

Пуанкарениң биринши мақаласы мазмуны бойынша оның көлеми бойынша үлкен болған екинши мақаласының қысқаша жуўмағынын (резюмеден) турады. Оның бир бөлеги кинематикаға, бир бөлеги динамикаға бағышланған. Биз ҳәзир кинематикалық бөлимин таллаймыз.

Пуанкарениң июнь айындағы мақаласы жақтылықтың аберрациясы хәм оған байланыслы болған эффектлердиң, Майкельсон тәжирийбесиниң Жердиң абсолют қозғалысы ҳаққында туўрыдан-туўры мағлыўматты бере алмайтуғынлығынан басланады. «Тәжирийбелер өткерий жолы менен Жердиң абсолют қозғалысын анықлаўдың мүмкин емеслиги көринип турғанындай тәбияттың улыўмалық нызамы болып табылады». Буннан кейин Пуанкаре қыскарыў гипотезасы ҳаққында және Лоренцтиң 1904-жылғы мақаласын



еске алады. Пуанкаренің пикири бойынша бул мақалада Лоренцке бул гипотезаны өзгертіудің сәті түскен: «...бул (гипотеза) абсолют қозғалысты анықлаудың мүмкін емеслігі менен толық сәйкеслікке келтірілген». Бундай тастыйықлау толық дурыс емес. Себеби жоқарыда айтып өтілгеніндей Лоренцке Максвелл-Лоренцтің бир текли емес теңлемелерінің ковариантлығын дәлілдеудің сәті түскен жоқ. Июль айында Пуанкаре бул проблемаға қайтадан қайтып келди. Бирақ июнь айында тезликлерди түрлендириуши дурыс аңлатпаларды ол билди, ал Лоренц болса буны ислей алмады.. «Мен тек (Лоренц тәрепинен берілген талқылаудың) түрін өзгертіуге хәм оларды толықтырыуға умтылдым», - деп атап айтты Пуанкаре.

Оннан кейин Пуанкаре L13-L16 түрлендириулерине өтті хәм оларды «бизлер Лоренц түрлендириулері деп атаймыз» деп атап өтті хәм «Бул түрлендириулер барлық кеңісликлик айланыулар менен бирге топарды (группаны) пайда етиуі керек; бирақ оның ушын  $\varepsilon = 1$  болыуы шәрт; солай етип биз  $\varepsilon = 1$  болыу зәрүрлігине келемиз, бул Лоренцтің басқа жоллар менен алған жуўмағы болып табылады».

Ең кейинінде мақалада тартылыс проблемасы талқыланады. Лоренцтің динамикалық жақынласыуының изинен жүріп Пуанкаре улыўмалық хәм абстрактлық аргументлер тийкарында барлық күшлер бирдей болып Лоренц түрлендириулерине бағыныуы лазым, демек Ньютон ызымларын да өзгертіу керек хәм жақтылықтың тезлиги менен тарқалатуғын гравитациялық толқынлардың бар болыуы шәрт деп жуўмақ шығарды! Ең ақырында ол Ньютон ызымларына сәйкес дүзетиулер  $O\left(\frac{v^2}{c^2}\right)$  тәртібинде болыуы керек, ал астрономиялық бақлаулардың дәллігі бундай эффектлерди регистрация қылуға мүмкіншилик береді деп жуўмақ шығарды.

Июль мақаласында Пуанкаре көп сандағы басқа да мәселелерди қарады. «Лоренц түрлендириулері» деп аталатуғын биринши параграфта электродинамиканың ковариантлығының толық дәлилі бериледи: «Бул жерде мен Лоренц пенен биринши айырмашылықты атап өтемен», - деп жазды Пуанкаре. 4-параграфта «биз Лоренц группасы деп атайтуғын» үзлексіз Лоренц группасы қарап шығылады. Жоқарыда келтірілген аңлатпаларда неликтен  $\varepsilon = 1$  деп қабыл етілгенлігін түсіндіреді.  $x' = \varepsilon \gamma (x - vt)$ ,  $y' = \varepsilon y$ ,  $z' = \varepsilon z$ ,  $t' = \varepsilon \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2}\right)$ ,  $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$  теңлемелерін тийкары етип алып бул түрлендириулердің айланыуын (обращениесін) қараймыз, яғни  $v \rightarrow -v$  аўмастырыуын қараймыз.

$$\varepsilon(v)\varepsilon(-v) = 1$$

екенлігі түсиникли.

$y$  көшери дөгерігінде  $180^\circ$  қа бурыудан

$$\varepsilon(v) = \varepsilon(-v)$$

теңлігінің орынланатуғынлығы келип шығады. Усының нәтижесінде

$$\varepsilon(v) = 1$$

екенлігіне ийе боламыз. Буннан

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2$$

шамасының өзгермейтуғынлығы келип шығады.

Лоренц түрлендіріулерінің группалық қасиетінен келип шығып Пуанкаре еки түрлендіріудің көбеймесінің (біріншиси  $v_1$  тезлиги, екіншиси  $v_2$  тезлиги) Лоренцтің және бір түрлендіріуіне алып келетуғынлығын итибарға алады. Бул түрлендіріуде тезлик

$$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + v_1 v_2 / c^2}$$

түріндеги аңлатпа жәрдеминде бериледи. Пуанкареде басқа биреудің буннан бир неше хәпте бурын Лоренц түрлендіріулерінің группалық қасиетін атап айтқанлығы хәм Лоренц түрлендіріулерін тап сондай жоллар менен келтирип шығарғанлығы туұралы әлбетте гүмән болған жоқ (Биз Эйнштейнди нәзерде тутып атырмыз).

### Эйнштейн 1905-жылға шекем

Эйнштейннің дәретиушилик мийнетінің бірінши дәуирин оның мектепте оқыған ўақыты менен байланыстырыу керек. Усы ўақытлары ол өзінше өзлик индукция кубылысын ашты. Әлбетте бул илимий ашылуы Эйнштейнге тийисли емес. Эфирлик самалды өлшеу мәселесінде онда кемінде еки рет жаңа эксперименталлық усыл хәкқында пикир пайда болды. Бул тәжірийбелерди оның өзи ислеп көрмекши болды, бирақ муғаллимлердің келисими болмағанлықтан ямаса бос ўақыттың болмауы себепли бул тәжірийбелерди ол ислей алмады. Ол эфирдің бар екенлигине 1901-жылға шекем исенди. 1895-жылдан 1896-жылға шекем Эйнштейн жақтылықты тоқтатыуға болмайды деп есаплады. Ол Майкельсон-Морли тәжірийбеси хәкқында билди, бирақ бул тәжірийбе бірінши тәртипли эффектлер болған жақтылықтың аберрациясы хәм эфирдің алып жүрилиуі сыяқлы арнаулы салыстырмалық теориясының дәретилиуінде хеш қандай әхмийетке ийе болған жоқ. Ол Лоренцтің 1895-жылғы Майкельсон-Морли тәжірийбеси толық талқыланған жумысын билди. Ол Лоренц түрлендіріулері менен таныс емес еди.

Бирақ 1905-жылға шекем Эйнштейн Пуанкаренің 1900-жылға Париж қаласындағы шығып сөйлеуін билген болыуы керек. 1905-жылға шекем Эйнштейн өзинің (Олимпия Академиясы) бойынша дослары менен Пуанкаренің улыўмылқ характерге ийе болған бир қанша мийнетлерін оқыды: «Бернде бизлер К.Габухт хәм Соловин менен бирге кешелер өткерип туратуғын едик. Бул кешелерде философлардың шығармаларын, солардың ишинде ең баслысы Юмның шығармаларын оқыдық хәм талқыладық. Юмды, соның менен бирге Пуанкарені хәм Махты оқыу мениң раўажланыуыма анық тәсирин тийгизди» деп жазды Эйнштейн.

### Жаңа кинематика. 1905-жылдың июнь айы: Арнаулы салыстырмалық теориясының дәретилиуі хәм Лоренц түрлендіріулерінің келтирилип шығарылуы

**Салыстырмалық теориясының эстетикалық түбирлери.** Хаўа болмағанда сести есите алмаған болар едик. Тап сол сыяқлы сәйкес алып жүриуши орталығы болмаса биз жақтылықты көре алмаған болар едик. XIX әсирде физиклердің дерлик бәри усындай ақылға муўапық келетуғын пикирге ийе еди. Бирақ жақтылықтың тәбияты түсиникли болған сайын алып жүриуши орталықтың (эфирдің) қасиетлери шеклене баслады. Ең сәтлиси қозғалмайтуғын эфир түсиниги еди. Бул эфир арқалы өзинің бетинде жасаушы адамлар менен Жер үлкен тезлик пенен қозғалады. Жақтылық толқынларының көлденең екенлиги анықланғанда эфир квазисерпимли орталық деп дағазаланды.

Арнаулы салыстырмалық теориясы эфирди оның тийкарғы механикалық қасиеті болған абсолют тынышлық қасиетінен айырды. Усының менен бирге эфирдің абсолют

тынышлығының кереги болмай қалды. 1905-жылы июнь айында редакцияға тапсырылған (Zur Elektrodynamik der lewegter Korper. Ann. Phye., 1905, 17, 891-921) мақаланың кирисий бөлімінде Эйнштейн былай жазды: ««жақтылық тасыушы эфир» түсиниги керек емес болып қалады. Себеби усынылып атырған теорияда айрықша қасиетлерге ийе «абсолют тынышлықтағы кеңіслік» түсиниги қолланылмайды хәм соның менен бирге электромагнит процесслер жүретуғын бос кеңісліктің хеш бир ноқатына хеш бир тезлик векторы жазылмайды». Арнаулы салыстырмалық теориясының дөретилюи электромагнетизмди түсиндириу үшін керекли болған механикалық картинадан бас тартыуға алып келди. Усының менен бирге абсолют тынышлықта турған айырып алынған бирден-бир есаплау системасының кереги болмай қалады. Оның орнын инерциал болған шексиз көп санлы айырып алынған системалар ийелейди. Анықламасы бойынша олардың қалеген екеуи бир бирине салыстырғанда тууры сызықлы тең өлшеули қозғалыс халында болады. Салыстырмалы қозғалыстың айрықша түри болған тең өлшеули тууры сызықлы қозғалысты усындай етип бөлип алыу салыстырмалық теориясына арнаулы салыстырмалық теориясы қылады.

1905-жылы бәхәрде арнаулы салыстырмалық теориясы бойынша жұмыстарын питкерместен бурын Эйнштейн өзинің досты Конрад Габиخته жазған хатында былай деди: «Төртінши жұмыс (яғный Эйнштейн тәрәпинен 1905-жылы баспадан шығарылған төртінши мақала) еле толық питкен жоқ. Бул жұмыста қозғалыушы денелердің электродинамикасы хәкқында гәп етиледі хәм кеңіслік пенен уақыт хәкқындағы дәстүрлерге айланған көз-қараслар бар қанша өзгереді. Сени оның кинематикалық бөліми сөзсиз қызықтырады». Эйнштейннің достының нәзерин кинематикаға ауларғанлығы таң қаларлық емес. Тутасы менен алғанда сол мақала кирисийден, кинематика бойынша бес бөлімнен, динамика бойынша бес бөлімнен турады; бул жұмыста ссылқалар пүткиллей жоқ, тек бир алғыс айтыу орын алған. Кинематикалық бөлімде арнаулы салыстырмалық теориясының постулатлары келтирилген.

### Экспериментте тастыйықланыуы

Өзинің теорияларын дөреткенде Эйнштейн өзинің алдына олардың дурыслығының эксперименттерде тастыйықланыуын мақсет етип қойған жоқ. Эйнштейн үшін теорияның логикалық жақтан дурыслығы ең әхмийетли көрсеткіш болып табылды. Соның менен бирге биз мына жағдайларға итибар береміз:

1. Арнаулы салыстырмалық теориясының нәтижелерин экспериментте дәлиллеу үшін үлкен, жақтылық тезлигине шамалас тезликлер керек.
2.  $E = mc^2$  формуласының дурыслығын дәлиллеу үшін жоқары энергиялар керек. Бундай жоқары энергиялар тек ядро физикасы менен элементар бөлекшелер физикасының жетіскенліклерине байланысly алыныуы мүмкин (биз Эйнштейннің 1905-жылғы «Денениң инерциясы усы денеде топланған энергиядан ғәрезли ме?» мақаласындағы «Энергиясы үлкен дәрежеде өзгеретуғын затлар үшін теорияны тексерип көриу мүмкиншилиги жоқ емес (мысалы радий дузлары үшін)» деген сөзлерин еске аламыз.
3. Улыұмалық салыстырмалық теориясының дурыслығын экспериментте тексерип көриу үшін күшли гравитация майданлары керек. Әдеуір күшли гравитациялық майданын Қуяш дөрете алады. Ал гравитациялық майданның күшли ямаса хәлсиз екенлигин скаляр гравитациялық потенциал деп аталатуғын шама көрсете алады. Бул еки энергияның қатнасынан турады: бириншиси пүткил дүньялық тартылыс ызамындағы гравитациялық энергия  $E_N = G \frac{m_1 m_2}{r}$ , екіншиси Эйнштейннің

$$E_E = mc^2. \text{ Бул шамалардың қатнасы } \varphi = \frac{E_N}{E_E} = \frac{G \frac{m_1 m_2}{r}}{m_2 c^2} = G \frac{m_1}{rc^2}. \text{ Бул аңлатпада } m_2$$

арқалы гравитация майданын пайда ететұғын денениң массасы белгиленген. Қуяш ушын  $\varphi$  диң шамасы  $10^{-6}$  ны, ал нейтрон жулдызлары ушын  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  ти курайды. Сонлықтан улыўмалық салыстырмалық тоериясының дурыслығын тексерип көриў ушын скаляр гравитациялық потенциалы үлкен болған денелердиң қасийетлерин үйрениў керек болады. Ал бундай денелер болса ХХ асирдиң екннши ярымында ашыла баслады (пульсарлар, басқа да астрономиялық объектлер).

Қуяштың салыстырмалы түрдеги күшли гравитация майданы Эйнштейнниң улыўмалық салыстырмалық тоериясының айырым нәтийжелерин тексерип көриўге мүмкиншилик берди (Эйнштейнниң 1916-жылғы мақаласында қандай экспериментлерди өткеріўдиң керек екенлиги бар).

Энергия базы бир массаға эквивалент болғанлықтан ҳәм инерт масса салмақ масса болып табылатуғынлығынан тартылыстың энергияға да тәсир ететуғынлығы келип шығады (Эйнштейнниң улыўмалық салыстырмалық тоериясы бойынша гравитация майданын тек масса емес, ал энергия да, басым да пайда етеди). Сонлықтан гравитация майданы арқалы өтип баратырған жақтылық нурының бағытының өзгериўи керек. Жақтылық нурының бағытының тартылыс майданында өзгеретуғынлығы Ньютонға тийисли болған жақтылықтың корпускулалық тоериясынан да келип шығады. Сәйкес есаплаў 1804-жылы Зольднер тәрeпинен орынланды. Ол салыстырмалық тоериясы жәрдемннде есапланған шамадан еки есе киши мәнисти алды. 1919-жылы 29-май күни ҳәм 1922-жылы 21-сентябрь күни толық Қуяш тутылыў барысында өткерилген өлшеўлер салыстырмалық тоериясының жуўмақларының журыслығын санлық жақтан тастыйықлады (бул ҳаққында астрономлар арасында толық келисиў орын алған жоқ).

Қуяштың қапталынан өткенде жақтылық нурларының бағытың өзгертетуғынлығы арнаўлы салыстырмалық тоериясында жоқ. Себеби арнаўлы салыстырмалық тоериясы тек гравитациялық майданлар болмаған жағдайларда ғана (басқа сөз бенен айтқанда тек инерциаллық есаплаў системалары ушын) дурыс. Арнаўлы салыстырмалық тоериясы улыўмалық салыстырмалық тоериясына салыстырғанда жуўық түрдеги тоерия болып табылады. Тап сол сыяқлы классикалық механика арнаўлы салыстырмалық тоериясына салыстырғанда жуўық тоерия болып табылады. Бул гәплердиң барлығын биз басқаша түсиндиремиз. Классикалық механика арнаўлы салыстырмалық тоериясының (киши тезликлердеги) дара жағдайы, ал арнаўлы салыстырмалық тоериясы болса улыўмалық салыстырмалық тоериясының (тезлениў нолге тең болған жағдайдағы) дара жағдайы болып табылады. Сонлықтан рус тилинен алынған «арнаўлы салыстырмалық тоериясы» деген ат сәтли қойылған ат емес, егер оның орнына «дара салыстырмалық тоериясы» деп атағанда өзиниң мазмунына толық сәйкес келген болар еди. Ҳақыйқатында да Эйнштейн өзиниң 1905-жылғы мақаласы ҳаққында гәп еткенде барлық ўақытта да «арнаўлы салыстырмалық тоериясы» ның «улыўмалық салыстырмалық тоериясы» ның дара жағдайы екенлигин атап өтеди.

Улыўмалық салыстырмалық тоериясының екннши тастыйықланыўы планеталардың қозғалысын изертлеўлердиң барысында тастыйықланды. Бул тоериядан планеталардың эллипс тәризли орбиталарының туйық емес екенлиги келип шығады. Усның нәтийжесинде эллипс тәризли орбитаның ўақыттың өтиўи менен Қуяштың дөгерегинде айланыўы керек. Астрономияда бул қубылыс орбитаның пергелийиниң бурылыўы түринде белгили. Қуяш системасында бул эффект Меркурий ушын бақланады. Ньютонның пүткил дүньялақ тартылыс нызамында жоқ бул эффект жүдә ҳәлсиз. Мысалы Меркурийдиң эллипс тәризли орбитасының Қуяштың дөгерегинде бир рет толық айланып шығыўы ушын үш миллион жыл керек болады.

Меркурий планетасының орбитасының айланыуы (бул кубылыс астрономияда орбитаның перигелийининң аұысыуы деп аталады) астрономлар тәрәпинен бақланған еди хәм олар бул кубылысты басқа планеталардың тәсири сыпатында түсиндириўге хәрекет етти. Бирақ өткерилген есаплаў жумысларының нәтийжелери басқа планеталардың тәсиринен орбитаның бурылыуы астрономиялық бақлаўларда алынған шамалардан әдеўир киши екенлигин көрсетти. Бундай айырманы Ньютон механикасы шеклеринде түсинлириўдин мүмкиншилиги болмады. Улыўмалық салыстырмалық теориясының көз-қараслары бойынша мәселе 1915-жылы Эйнштейн тәрәпинен (жоқарыда келтирилген Эйнштейнниң мақаласын қараңыз) тәрәпинен қарап шығылды хәм 1916-жылы немис илимпазы Шварцшильд тәрәпинен толық шешилди. Улыўмалық салыстырмалық теориясы бойынша өткерилген есаплаўлардың жуўмақларының астрономиялық бақлаўлар нәтийжелери менен сәйкес келиўи илимпазларға үлкен тәсир етти. Солай етип Меркурий планетасының перигелийининң аұысыуы арнаўлы салыстырмалық теориясының туўрыдан-туўры нәтийжеси болып табылады екен

Улыўмалық салыстырмалық теориясының дурыслығын тастыйықлаўшы үшінши эффект «Эйнштейн эффекти» деп аталады хәм бул эффект жулдызлардан шыққан жақтылықтың спектр сызықларының қызыл тәрәпке қарай аұысыуынан турады. Жоқарыда айтылғанындай салмақ майданындағы саатлардың әстерек жүретуғынлығы айтылып өтилген еди. Тербелмели қозғалыслардың сааттың жүриўине сәйкес келетуғын болғанлығынан теория салмақ майданы бар орынларда жақтылықтың жийилигининң киширейиўин болжап көрсетеди. Буннан жулдыз шығарған жақтылықтың спектрлик сызықларының жердеги дереклер шығарған жақтылықтың спектрлик сызықларына салыстырғанда қызыл тәрәпке қарай аұысатуғынлығы келип шығады. 1925-жылы Адаме Сириус жулдызының хәм оның жолдасының спектрлерин сүүретке түсириў жолы менен қызылға аұысыўды бақлады.

Хәзирги ўақытлары қызылға аұысыў кубылысы (биз буны гравитациялық қызылға аұысыў кубылысы деп атаймыз) лазерлердин жәрдемінде лабораториялық шараятларда да бақланбақта.

Солай етип улыўмалық салыстырмалық теориясының дурыслығы экспериментлерде тастыйықланды.

### Космология

Биз дәслепп космология ҳаққында қысқаша түсиниклер беремиз. Кирилл хәм Мифодийдинң энциклопедиясы бойынша *космология* (космос хәм logos - сөз, тәлимат) Әлемди тутасы менен изертлейтуғын физикалық тәлимат. Бул тәлимат Әлемниң астрономиялық бақлаўлар жәрдемінде изертлеў мүмкин болған бөлиминдеги ең улыўмалық қәсийетлерине (бир теклилик, изотроплық, кеңейиў) тийкарланады.

Космология хәзирги заман астрофизикасының ең тез пәтлер менен раўажланып атырған бөлими болып табылады. Космологияның физика илими ушын әхмийети энергияның Планк мәнисине шекемги ( $\sim 10^{19}$  ГэВ) мәнислериндаги фундаменталлық физикалық нызамларды бақлаў мағлыўматларын теориялық болжаўлар менен салыстырыў арқалы тексериў мүмкиншилигининң бар екенлигинде болып табылады. Бул мәселелерди қарап шықпастан бурын исенимли түрде тексерилген физикалық нызамлар менен бақланған фактларға тийкарланатуғын әпиўайы классикалық космологиялық моделди қарап шығамыз.

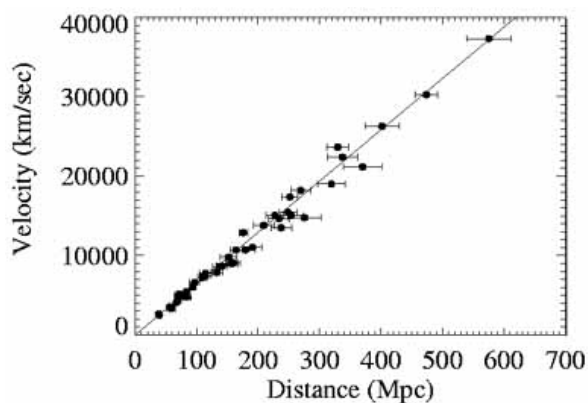
**Классикалық космология. Космологиялық принцип.** Физикада жақтылықтың тезлигинің турақлылығы, эквивалентлик принципі (бул принцип улыұмалық салыстырмалылық теориясының тийкарында жатады) хәм сол сыяқлы басқа да принциплердей принциплердің бар екенлигин билемиз. Тап сол сыяқлы ақылға муўыпық келетуғын космологиялық моделлердің тийкарында Әлемде айрықша бақлаўшылардың болыўы мүмкин емес деген мазмундағы космологиялық принцип бар. Гейде бул принципті «Коперник принципі» деп те атайды (Коперниктің илим тарийхында биринши болып дүньяның геоорайлық системасынан бас тартқанлығын билемиз). Бул принцип бойынша турақлы ўақыттың гипербетинде жайласқан қәлеген ноқатта турған бақлаўшы үшін Әлемнің глобаллық характеристикалары бирдей болады. Хәзирги ўақытлары бул принцип оғада үлкен дәлликте астрономиялық бақлаўлар жәрдеминде [Әлемдеги үлкен масштаблардағы (>100 Мпк) қәлеген материяның тарқалыўының бир теклиги хәм Әлемнің изотропиясы (айрықша бағытлардың болмаўы)] менен тастыйықланған. Тек усы жағдайдаң өзи Әлемди тәриплейтуғын көп санлы математикалық моделлердің ишинен айырымларын сайлап алыўға мүмкиншилик береді.

**XX космологиясының қысқаша тарийхы.** Биз бақлаў хәм теориялық жоллар менен ашылған жаңалықлардың тарийхын келтиремиз:

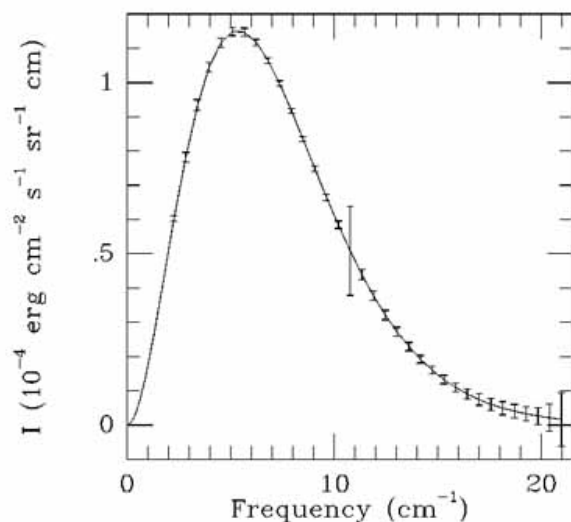
1910-1922 жыллар. Слайфер галактикалардың спектриндеги қызылға аўысыўды ашты:

$$z = \frac{\lambda_{obs} - \lambda_{em}}{\lambda_{em}}$$

бул аңлатпада  $\lambda_{em}$  хәм  $\lambda_{obs}$  арқалы дерек пенен бақлаўшының меншикли координаталар системасындағы нурланыў ұзынлықлары белгиленген.



1a типіндегі аса жаңа үшін Хаббл диаграммасы (км/с лардағы галактикалардың қашықласыў тезлигинің Мпк лердегі қашықлықтан ғәрезлиги). Қыялық мүйешинің тангенсі Хаббл турақлысының хәзирги заманлардағы мәнісін береді:  $H_0 = 64$  км/с/Мпк.



Космослық микротолқынлық (реликтивлик) нурланыўдың спектри. Тутас сызық арқалы температурасы  $T=2.728$  К болған абсолют қатты дене үшін Планк функциясы.



1916-жылы А.Эйнштейн, Улыұмалық салыстырмалылық теориясын дөретти. 1922-1924 жыллар А. Фридман, Эйнштейн теңлемелерининң стационар емес шешимлерин (Фридманның космологиялық моделлери) тапты.

1929-жылы Э. Хаббл, қашықласыұшы галактикалар ушын  $v = H_0 r$  нызамы ашылды. Қашықласыұшы галактикалардың тезликлери қызылға аұысыұды Допплер эффекти деп интерпретациялаұ жолы менен анықланады: Киши  $z$  лерде

$$z = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}.$$

Хаббл турақлысының мәнисин биринши рет өлшенди (сұұретте келтирилген) 1933-жылы Ф. Цвикки, галактикалар жыйнақларындағы жасырын массаның бар екенлигин тапты.

1949-жылы Алфер, Бете, Гамов – «Ыссы Әлем гипотезасын» усинды хәм температурасы  $T \sim 5 \text{ К}$  болған реликтив нурлардың бар екенлигин болжады.

1965-жылы А. Пензиас, Р. Вилсон температурасы шама менен  $3 \text{ К}$  болған космослық изотроп микротолқынлық фонның (реликтив нурлардың) бар екенлигин экспериментте болжады.

1979-80 жыллары А. Гус, А.А. Старобинский, А.Д. Линде, Д.А. Киржниц «инфляциялық» (үрлениұши) Әлем гипотезасын усинды.

1992-1993 жыллар. «Реликт» (Россия) хәм «COBE» (АҚШ) космослық экспериментлеринде реликтив нурланыұдың флуктуациялары бакланды. 2006-жылы «COBE» проектининң басшылары Джон К.Мазер хәм Джордж Ф.Смут халық аралық Нобель сыйлығын алыұға миясар болды.

1998-жыл. Реликтив микротолқынлық нурланыұдың флуктуацияларының мұйешлик спектри өлшенди.

2001-жылы 30-июнь күни реликтив микротолқынлық нурланыұды изертлеұ мақсетинде Жердин WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) деп аталыұшы жасалма жолдасы ушырылды. Дәслепки болжаұлар бойынша бул аппараттың 27 ай даұамында ислеұи керек еди. Кейинирек оның ислеұи 2009-жылы сентябрь айына шекем созылды. Бул аппарат төмендегидей мағлыұматларды берди:

1. WMAP берген мағлыұматлар Үлкен партланыұдың теориялық моделин, буннан кейинги инфляция стадиясының бар екенлигин хәм Әлемде жасырын энергияның басым екенлигин тастыйықлады.

2. Әлемдеги энергияның (хәм массаның) тығызлығының критикалық тығызлыққа қатнасының  $1.02 \pm 0.02$  шамасына тең екенлигин берди.

3. Әлемниң материясының курамына «әдеттегидей» барионлық зат киреди. Оның Әлемдеги үлеси  $0.044 \pm 0.004$ ; жасырын масса – үлеси  $0.22 \pm 0.04$ ; жасырын энергия - үлеси  $0.73 \pm 0.04$ . Жеңил нейтринолардың үлесине улыұма массаның  $0.015$  бөлими тийисли, ал сол нейтринолардың массасы  $0.23 \text{ эВ}$  тан үлкен емес.

4. Егер космологиялық ағза  $\lambda$  ниң шамасы қызылған аұысыұ  $z$  тиң мәнисинен ғәрезсиз болса, онда Хаббл турақлысының мәниси  $H_0 = 71 \pm 4 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}$  шамасына тең.

5. Әлемниң жасы Үлкен партланыұ моментинен баслап  $13.7 \pm 0.2$  млрд жылға тең.

6. Ең кейинги шашыраұ моменти  $z = 1089 \pm 1$  қызылға аұысыұына хәм  $379 \pm 8$  мың жылға тең.

7. Затлардың реионизация моменти  $z = 20 \pm 10$  қызылға аұысыұына хәм 100 ден 400 млн жылға тең (ең итимал мәнис  $180$  млн жыл).

**Эйнштейн хәм Мах.** 1916-жылы Эйнштейн УСТ («Улыұмалық салыстырмалық теориясы» деп жазыұдың орнына ендигиден былай УСТ белгисин қоямыз) өзиниң биринши шолыұ мақаласы бойынша жұмыс ислеп атырғнада Эрнст Мах

дүнядан өтті. Эйнштейн өзінің тийкарғы жумысын тоқтатты хәм Мах хаққында киши мақаласын жазды. Бул мақала «Naturwissenschaften» журналының редакциясына «Annalen der Physik» журналының редакциясына УСТ бойынша шолыу мақаласы келип түспестен бир хәпте бурын барып түсти. Мах хаққындағы мақала әдеттегидей емес некролог еди. Бул мақалада Эйнштейнде илимпаздың портретин оны терең түсиниу, оның хызметлерин, ол ислеген ўақытты тәриплеу, оның табысларын да, кемшиликлерин де әдалатлық пенен баҳалау қәбилетлигиниң бар екенлигин айқын көринди.

Эрнст Мах дәслеп математика, кейин экспериметаллық физика, ал ең ақырында философия профессоры болды. Некрологта Эйнштейн Махтың көп тараўлардағы хызметлерин атап көрсетиу менен оның механиканы тарийхый хәм сын көз бенен таллаўын жоқары баҳалады. Махтың бул жумысы (E.Mach. Die Mechanic in Ihrer Entwicklung. Historish-Kritisch Dargestellt. – Leipzig: Brokheus, 1883) Эйнштейнге студентлик дәўирлерде үлкен тәсирин тийгизген еди. Эйнштейн бул китапты Берн қаласында «Олимпия Академиясы» бойынша және де үйренди. 1909-жылы ол Махқа хат арқалы оның мийнетлериниң ишинде «Die Mechanic in Ihrer Entwicklung. Historish-Kritisch Dargestellt» мийнетиниң оғада үлкен тәсир еткенлигин жазды. Дәслепки ўақытлары Мах салыстырмалық теориясына жақсы нийет пенен қатнас жасады. Усыған байланыслы 1909-жылы оған және «Сизге салыстырмалық теориясының унағанлығына мен жүдә куўанышлыман» деп жазды. Өз мақаласында Эйнштейн Махтың Ньютонның абсолют кеңислиги хәм абсолют ўақыт концепциясына берген белгили болған ескертиўлеринен толық үзиндилер келтирди хәм: «Келтирилген қатарлар Махтың классикалық механиканың эззи таманларын айқын түрде түсингенлигин билдиреди хәм улыўмалық салыстырмалық теориясына келиўге алыста болмады. Булардың барлығы да улыўмалық салыстырмалық теориясы дәретилместен ярым әсир бурын болды!». Өзиниң классикалық мийнетинде Мах Ньютонның абсолют хәм салыстырмалық айланбалы қозғалысын түсиндириўин әшкаралады. «Мен бундай көз-қарас пенен келисе алмайман. Мениң пикирим бойынша тек салыстырмалы қозғалыс бар хәм сонлықтан мен айланбалы қозғалыс пенен илгерилемели қозғалыс арасындағы хеш қандай айырманы көрмеймен», - деп жазды Эйнштейн (жоқарыда келтирилген мақаланың екнши бөлимин қараңыз).

1910-жылы Мах Лоренцтиң, Эйнштейнниң хәм Минковскийдиң мийнетлерине унамлы баҳа берди. 1913-жылы Эйнштейн Махқа оның жаңа теория болған Эйнштейн-Гросман теориясына кызығыўшылық билдиргенин жүдә жағымлы болды деп жазды. Билақ кейинирек Мах салыстырмалық теориясын өзиниң қатнасын өзгертти. 1913-жылы июль айында Мах «Мени релятивизмниң басламашысы деген пикирди бийкарлайман хәм хәзирги ўақытта тарқалып атырған атомистлик исенимди мақулламайман» хәм оның пикири бойынша салыстырмалық теориясы ўақыттың өтиўи менен «... көбирек догмалық болып баратыр» деп жазды. Бул фразалар оның 1921-жылы шыққан китабында орын алған. Бирақ усы жағдайларға қарамастан Эйнштейн Махты жоқары баҳалаўды даўам етти. «Махтың усындай реакциясының оның жасының үлкенлигинде екенлигинде хеш қандай гүман жоқ, - деп жазды Эйнштейн 1930-жылы, - «бундай жасларда оның қабыл етиўшилиги төменлейди, ал Махтың бул теориясын таллаўының барысынан биз оны улыўмалық салыстырмалық теориясының басламашысы деп есаплаўға бизиң ҳуқықымыз бар». Қайтыс болмастан еки хәпте бурын берген интервьюинде Эйнштейн өзиниң Мах пенен ушырасыўын үлкен қанаатланыў менен еске түсирген хәм барлық ўақытта да мақтаныш етип келген төрт илимпаз Ньютонды, Лоренцти,



Планкти хәм Махты атап көрсеткен. Тек сол төртеўин хәм Максвелди (басқаларды емес) Эйнштейн өзиниң ҳақыйқый басламашылары деп есаплады.

Махтың Эйнштейнге тәсири неден ибарат екенлигине тоқтап өтемиз.

Бириншиден Мах қәлеген қозғалыстың салыстырмалығына айрықша дыққат аўдарды. Бул Эйнштейнде үлкен қызығыўшылық пайда етти.

Екиншиден Махтың философиясын, анығырағы оның илимий методологиясын атап өтемиз. Махтың философиялық концепциясы ҳаққында «Мах XIX әсирдеги физикадағы догматизмге қарсы гүреси хәм оны жеңди», деп жазды Эйнштейн. 1922-жылы философиялық конференцияда Эйнштейн: «Махтың системасы эксперименталлық мағлыўмалар арасындағы өз-ара байланысты үйрениў; Мах бойынша илим усы өз-ара байланыслардың жыйнағынан турады. Бул жарамайтуғын көз-қарас; ҳақыйкатында Мах усыңған нәрсе система емес, ал каталог. Мах механикада қандай дәрежеде жақсы кәниге болса, тап сондай дәрежеде жаман философ еди. Илимге болған усындай жақыннан көргишликтен ол атомлардың бар екенлигин бийкарлады. Егер Мах усы күнлерге шекем тири болғанда, онда ол пүткиллей басқа пикирде болған болар еди». Эйнштейнниң Махтың философиясына болған кери қатнасы да хәм Махтың механикасына таң қалаў менен қараўы да жыллардың өтиўи менен хеш өзгермеди.

Үшиншиден Махтың инерцияның динамикалық пайда болыў гипотезасы Эйнштейнди космология бойынша жумысын жазыўға алып келди. 1917-жылы жарық көрген бул жумыс қарақалпақ тилине аўдарылды хәм ол усы мақаланың ақырында толығы менен бериледи.

**Эйнштейн хәм Мах принципи.** Махтың механикасындағы тийкарғы жаңалық инерция нызамын келтирип шығарыўда абсолют кеңислик түсинигинен бас тартыў болып табылады. Бун нызамды былайынша жазамыз: хеш бир күш тәсир етпейтуғын система  $X$  қа салыстырғанда тынышлықта ямаса тең өлшеўли туўры сызықлы қозғалыс ҳалында турады. Онда

Ньютон бойынша:  $X$  = абсолют кеңислик (« $X$  дегенимиз абсолют кеңислик» деп окыймыз).

Мах бойынша:  $X$  = қозғалмайтуғын жулдызлардан туратуғын қатты (деформацияланбайтуғын) идеалластырылған система.

Басқа сөз бенен айтқанда Ньютон бойынша хеш бир күш тәсир етпейтуғын система абсолют кеңисликке салыстырғанда тынышлықта ямаса тең өлшеўли туўры сызықлы қозғалыс ҳалында турады, ал Махта болса хеш бир күш тәсир етпейтуғын система қозғалмайтуғын жулдызлардан туратуғын қатты (деформацияланбайтуғын) идеалластырылған системаға салыстырғанда тынышлықта ямаса тең өлшеўли туўры сызықлы қозғалыс ҳалында турады екен.

Мах былай деп жазды: «Биз базы бир дене қозғалысының барысында кеңисликте тезлигин де, қозғалыс бағытын да өзгертпейди деп айтатуғын болсақ, онда усы қысқаша тастыйықлаўдың барлық Әлем ушын тийисли екенлигин түсинемиз». Буннан кейин ол «пүткил Әлемге салыстырғанда» деп айтыўдың орнына үлкен қашықлылардағы үлкен массалы денелер менен шеклениўге болады деп тастыйықлады. Бундай үлкен массалы денелер сол қозғалмайтуғын жулдызлардан

туратуғын қатты системаны пайда етеди. Ал жақын денелерге салыстырғандағы орны алмастырыулар бір бирин компенсациялайды.

Буннан кейін Мах жаңа проблеманы алдыға қояды. Ньютонның инерция нызамы абсолют кеңістікке салыстырғандағы тең өлшеулі қозғалыстарға тийіс; бұл нызам кинематиканың аксиометриялық принципі болып табылады. Махтың пикирі бойынша инерция нызамы қозғалмайтуғын жұлдызларға салыстырғандағы қозғалыс нызамы болып табылады. Усыған байланысты (планеталардың орбиталарының динамикалық түсіндіріліуі ямаса электродинамика түсіндіретуғын зарядланған бөлекшелердің салыстырмалы қозғалысы сыяқлы) усындай қозғалыстың динамикалық түсіндіріліуі келип шықпай ма? Бұл Махтың жұмыстарына келтирилген цитата емес, ал Мах қойған мәселенің мәнісі болып табылады: «Егер аспан тутасы менен қозғала басласа, жұлдызлар болса тәртіпсіз хәрекетке кирісе инерция нызамы қандай болған болар еді? Бундай жағдайда инерция нызамын қалай пайдаланамыз? Бұл нызам қандай түрге ийе болады?... Егер Әлем хәр қандай бөлеклерге бөлінсе, онда барлық денелердің инерция нызамының орынланыуы ушын әхмийетлі екенлігін биз түсінеміз». Махтың кітабында хәр бір дененің үлесін әмелде қалай есапқа алыудың мүмкін екенлігін айтылмаған; инерция нызамын жаңаша талқылыудың динамикалық схемасы усынылмаған. Ол Махтың инерция нызамын ашты, бірақ Мах принципі ашқан жоқ. Махтың кітабын оқып отырып кәраматлы кітапты (диний кітапты) оқығандай тәсир алыу мүмкін. Текст жеткілікті дәрежеде түсінікті, сөздер жасырын хәм терең мәніске ийе сыяқлы болып көрінеді. Бундай тәсирдің өзі қәте болыуы мүмкін. Сонлықтан Махтың бұл сөзлерін Эйнштейннің қалай түсінгенлігін көріп өтеміз.

Эйнштейн Прага қаласына көшіп келгеннен көп уақыт өтпестен кейін тартылыс проблемасы менен шуғыллана бастайды хәм «Электромагнит индукция сыяқлы гравитациялық тәсірлесіу бар ма?» деп аталатуғын мақаласын жазды. Бұл жұмысында Эйнштейн егер иші қыуыс үлкен массаға ийе сфера оның орайы арқалы өтіуші көшер бағытында тезленетуғын болса, онда сфераның орайында жайласқан нокаттың инерт массасы үлкейеді.

Бұл жерде сахнаға Мах шығады.

Өзінің кішкене мақаласында Эйнштейн: «Бұл материаллық нокаттың инерциясының басқа барлық массалардың қандай да бір тәсірлесіудің салдарынан пайда етілетуғынлығы хәққындағы ойға алып келеді... Бұл Махтың усы мәселе бойынша өткерген зйреклік пенен изертлеулеріндегі көз-қарасқа толық сәйкес келеді» деп жазды. Усы моменттен бастап Мах хәққындағы усындай пикир айтыу бір неше рет қайталанайды. Эйнштейн менен Гроссманнның мақаласында мыналарды оқыймыз: «[бизің теориямыз] инерцияның себебі қарап атырылған нокаттың қалған барлық массалар менен тәсірлесіуі деген Махтың батыл пикирі менен сәйкес келеді. 1913-жылы июнь айында Эйнштейн Махқа индукция эффекті хәм жақтылық нурларының бағытын өзгертіуі хәққында жазып, егер бұл эффектлер экспериментте табыла қойған жағдайда, онда олар «механиканың тийкарларын Сизің усталық пенен өткерген таллауыңыздың әжайып тастыйықланыуы болып хызмет етеді» деп атап өтті. 1913-жылы Вена қаласында оқыған лекциясында Эйнштейн Махтың инерцияны қалай түсіндіргенлігін айта келип ол оны (инерцияның салыстырмалығы гипотезасы» деп атады. Буннан кейін бұл гипотеза да, инерция проблемасы да Эйнштейннің жұмыстарында 1917-жылдың февралына шекем еске алынбайды. Ал 1917-жылы февраль айында Эйнштейн физикадағы изертлеулердің жаңа обласы болған релятивистлік космологияны ашқан мақаласын жазып пикерді.

Бул мақаланы Пруссия Илимлер Академиясына усыныстан бір неше күн бұрын Эйнштейн Эренфестке жазған хатында мыналарды билдирді: «Мен ... тартылыс теориясында сондай бір нәрсеге дуушакерлестім, ұсының салдарынан мени жиллиханаға жатқарыуға болады». Мақаланың өзінде Эйнштейн «Буннан былай оқыушыға мен тегіс емес хәм ийрек-ийрек жол менен жүріуді ұсынаман» деп ескертті. Жаңа дәуірдің космологиялық модели болған изотроп, бір текли, шексиз, бірақ кеңіслікте туйық болған космологиялық моделге жетемен дегенше Эйнштейнге «тегіс емес хәм ийрек-ийрек жол менен жүріуге» тууры келді. Бул теорияны дөретиу үшін Эйнштейн әдеуір көп уақтың сарплаган болса керек. Себеби 1916-жылы сентябрь айының өзінде де Ситтер Эйнштейн менен аңгимесінде у «инерцияның толығы менен материалдық келип шығуы», бул идеяны әмелде дүнианың «зәрүрлік бойынша туйық болатуғынлығы» хақында гәп еткенлигин айтып өткен.

Эйнштейннің бул мақаланы жазыуға Махтың идеяларының рухландырғанлығына гүман жоқ. Бірақ мақала баска мәселени – Ньютон бойынша стационар Әлемди қарап шығуға пайда болатуғын қыйыншылықларды таллаудан басланады. Мақаланың басында Эйнштейн

$$\Delta\varphi = 4\pi G\rho \quad K1$$

Ньютон-Пуассон теңлемесине сәйкес орташа тығызлық  $\rho$  ның  $r \rightarrow \infty$  шегінде  $1/r^2$  қа салыстырғанда тезірек кемейуінің керек екенлигин атап өтеді. Бундай болмағанда гравитациялық потенциалдың шамасының шексиз үлкен, ал бөлекшеге Әлемнің барлық массалары тәрәпинен тәсір ететуғын күштің шамасы анық емес болып шығады (бірақ кейинірек бундай жуумақ дурыс емес деген пикирге келді). Бірақ Эйнштейн үлкен  $r$  лерде  $\varphi$  дің мәнісі шекли болып қалса да қыйыншылықтардың пайда болатуғынлығын көрсетті. Оның атап өтиуінше Әлемнің бар болыуынан бери өткен шексиз үлкен уақыттың ишінде жұлдызды шексизлікке шекем көширіу үшін (усындай көширіудің барысында бул жұлдыз көплеген жұлдызлар менен соқлығысады) зәрүрли болған энергиядан олардың толық энергиясы үлкен болса, онда тең салмақтық Больцман тарқалыуын пайдаланыуға болмайды. Ұсының менен бір қатар

$$\Delta\varphi - \lambda\varphi = 4\pi G\rho \quad K2$$

Теңлемесін жазатуғын болсақ, онда (бул формулада  $\rho$  арқалытең өлшеули тарқалған тығызлық белгиленген)

$$\varphi = -(4\pi G/\lambda)\rho \quad K3$$

шешимін динамикалық жақтан қолланыуға болатуғынлығы келип шығады.

Бірақ бул шешімди физикалық жақтан қолланыуға бола ма? Тығызлық  $\rho$  ның тұрақтылығы изотроп хәм бір текли Әлемге сәйкес келеді. 1917-жылы илимпазлар Әлемди тек бизің галактикамыздан хәм оның этирапындағы бослықтан турады деп болжады. Сол уақытлары Андромеда думынлығының Қус жолынан сыртта жайласқанлығы белгили емес еді<sup>31</sup>. Әлемнің изотроплығы менен бір теклиги хақындағы болжау киргизгенде Эйнштейн физикалық фактлерге сүйенбеди, ал оның пикири бойынша ол ұсынған моделде инерцияның салыстырмалық принципін бирінші рет реализациялауға мүмкиншилик берді. Моделдің

<sup>31</sup> Бизің галактикамызды «Қус жолы» деп атайтуғынлығын ұмытпаймыз.

статикалығы сол дәуір ушын тәбйийй еди. Себеби сол ўақытлары (1917-жыллары) галактикалардың үлкен масштаблардағы орын алмастырыўлары ҳаққында ҳеш нәрсе де белгили емес еди.

Биз ҳазир (K1) теңлемесинен (K2) теңлемесине өтиўге қайтып келемиз. Эйнштейннің жумысында үш тийкарғы моментти айырып көрсетиўимиз керек. Бириншиден ол УСТ да тап сондай өтиўди әмелге асырады ҳәм

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = -\kappa T_{\mu\nu} \quad K4$$

теңлемесиниң орнына

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \lambda g_{\mu\nu} = -\kappa T_{\mu\nu} \quad K5$$

теңлемесин жазады.

Екиншиден ол (K5)-теңлемениң Ньютон шексизлигин шешетуғын шешимин береді. Үшиншиден Эйнштейн инерцияның салыстырмалығы принципиниң динамикалық реализациясын береді. Оның шешимин бизлер ҳазирги ўақытлары Эйнштейн Әлеми деп атаймыз. Бир неше жыл өткеннен кейин бул шешимнен бас тартыўға туўры келди. Бирақ усы жағдайға қарамастан бул жумыз дүньяның тутасы менен алғандағы жаңа топологиясы жөниндеги биринши болжаў болып табылады. Сонлықтан Эйнштейннің 1917-жылғы жумысы релятивистлик космологияға байланыслы үлкен әҳмийетке ийе. Усы шешимге Эйнштейннің қалай келгенлигин көремиз.

Эйнштейн үлкен қашықлықларда кеңисликтиң метрикасын тегис деп есаплап (K4) теңлемесин планеталардың қозғалысына қолланды. Бул шегаралық шәртти пүткил Әлем ушын қолланыўға болмайтуғынлығының еки себебин усынды. Бириншиден ески Ньютон шексизлиги проблемасы шешилмей қалады, екиншиден (бул жерде және Мах алдыға шығады) кеңисликтиң майыспағанлығы (қыйсық емеслиги) предполагает, что «...шекли қашықлықларда турған материя [денениң] инерциясына тәсирин тийгизсе де бул инерцияны пайда етпейди. Егер тек бир материаллық бөлекше бар болатуғын болса «ол инерцияға ийе болған болар еди ... бирақ салыстырмалық теориясында инерцияны «кеңисликке» қатнасы бойынша анықлаўға болмайды, бирақ массалардың инерциясын бир бирине қатнасы бойынша анықлаўға болады»». Усылай етип Эйнштейн Мах идеяларына айқын форма бере баслады:  $g_{\mu\nu}$  шамалары инерцияның тәсирин сәўлелендиретуғын болғанлықтан олардың өзлери ( $g_{\mu\nu}$  шамалары) Әлемдеги массалардың тарқалыўы бойынша анықланыўы керек. Эйнштейн (K4)-теңлемени қалай қолланыўды ҳәм усының менен бирге алдыға қойған мақсетке қалай жетиўди билмеди. Ал (K5) теңлемеси болса

$$\lambda = \frac{1}{r^2} = \frac{1}{2} \kappa \rho c^2 = 4\pi G \rho / c^2 \quad K6$$

теңлеги орынланатуғын болғанда

$$g_{ik} = \delta_{ik} + x_i x_k \left( r^2 - \sum_i x_i^2 \right), \quad g_{i4} = 0, \quad g_{44} = -1$$

( $i, k = 1, 2, 3$ ) шешиминің алдыға қойған мақсетке жеткеретуғныдай болып көринди. Бул аңлатпада  $\rho$  арқалы турақлы тығызлық белгиленген.

Эйнштейн әлемінде Ньютон шексизлиги машқала пайда етпейди. Себеби бундай шексизлик жоқ – үш өлшемлі кеңіслік сфералық туйық хәм оның радиусы ўақыттан ғәрезли емес (радиусы турақлы шама). Усының менен қатар материя болмаса инерция да жоқ, яғный егер  $\rho = 0$  болса нолге тең болмаған  $\lambda$  ушын (K5)-теңлеме орынланбайды. Әлбетте бундай шешим инерцияны узықтағы жұлдызлар менен байланыстырмайды. Жумыслардың бундай болып басланыўы Эйнштейнге унады.

Сол ўақытлары Эйнштейн инерцияның салыстырмалық принципине сондай исенди, соның нәтийжесинде 1918-жылы қанаатландыарлықтай тартылыс теориясының дәретилюи ушын төмендегидей бирдей әхмийетке ийе үш принципти жәриялады:

- 1) улыўмқалық ковариантлыққа киргизилген салыстырмалық принципи;
- 2) эквивалентлик принципи;
- 3) Мах принципи: «G-майдан<sup>32</sup> денелердің массасы бойынша толық анықланады», яғный  $g_{ik}$  шамалары денелердің массалары, улыўма жағдайда  $T_{\mu\nu}$  тензоры менен толық анықланады. 1922-жылы Эйнштейн басқа илимпазлардың бул критерийди пайдаланбай-ақ алға қарай жылжыўға таяр екенлигин аңғарды хәм «алдымыздағы әўладларға бундай талап етпеўшилиқ түсиниксиз болады» деп жазды.

Кейинирек Эйнштейн Мах принципине дыққат аўдарыўды кемейтти хәм ақыр-аяғында оннан пүткиллей бес тартты.

Енди биз Эйнштейннің космология бойынша ислеген жумысларының хронологиясын келтиремиз.

1917-жылы Эйнштейн дурыс теңлемелер материя болмағна жағдайдарда шешимлерге ийе болмайды деп болжады (бул ҳаққында ол айқын түрде жазып қалдарған жоқ, ал оның жумысларынан оның усындай пикирде болғанлығын сезиўге болады). Бирақ Эйнштейннің мақаласы жарық көргеннен кейин де Ситтер  $p = 0$  болған ( $p$  арқалы бесым белгиленген) жағдай ушын (K5) тиң шешимге ийе болатуғынлығын тапты. Солай етип космологиялық ағзаның «кеңіслікке салыстырғандағы инерцияны» бийкарланбайтуғынлығы табылды. Әлбетте бундай шешим Эйнштейнди қапа қылды хәм сонлықтан ол бул шешимди бийкарламақшы болды. Бирақ көп узамай де Ситтердің шешиминің дурыс екенлигине Эйнштейннің көзи жетти.

1919-жылы Эйнштейн электр зарядлары менен зарядланған бөлекшелердің бир бири менен тартылыс күшлеринің тәсиринде байланысып турады деп болжады. Ол (K5) теңлемесинен баслады хәм  $T_{\mu\nu}$  тензоры тек электромагнетизм менен байланысly деп болжады. Сонлықтан  $T_{\mu}^{\mu} = 0$  хәм буннан из (след) ушын  $\lambda = \frac{F}{4}$  шәртинің келип шығатуғынлығын көрсетти. Бул жумысты Эйнштейннің бирден бир майдан теориясын дәретиў бағдардағы биринши қәдеми деп есаплаў керек. 1927-жылы ол бул

<sup>32</sup> Яғный гравитация майданы.

моделдің математикалық қасиеттері хаққындағы киши мақаласын жазды хәм усының менен бул бағдардағы оның хәрекеттері тоқтады. Бундай жағдай Эйнштейн ушын әдеттегидей жағдай еди: оның басына қандай да бир ой келсе дәрхәл сәйкес мекала баспадан шығады хәм буннан кейин идея изсиз жоғалады.

1922-жылы А.А.Фридман (K4)-теңлемениң изотроп хәм бир текли Әлем ушын стационар емес шешімге ийе екенлигин, бул шешімнің кеңейиўши Әлемге сәйкес келетуғынлығын көрсетти. Эйнштейн А.А.Фридманның жумысын дәслепп дурыс емес деп есаплады, ал кейин өзиниң қарсылық билдириўлеринде қәтеликтиң бар екенлигин тапты.

1922-жылы Вейль хәм Эддингтонлар де Ситтер дүньясына орналастырылған сынап көрилиўши бөлекшелердиң бир биринен қашатуғынлығын тапты. Усының нәтийжесинде Эйнштейн Вейльге «егер квазистатикалық дүнья болмаса, онда космологиялық ағза жоқ болсын» деп жазды.

1931-жылы Фридманның «бақланып атырған фактлерден ғәрезсиз алынған» теориялық нәтийжелерин хәм Хабблдың экспериментте ашқан жаңалығын еске алып Эйнштейн сол нәтийжелер менен «улыўмалық салыстырмалық теориясы (яғный  $\Lambda$  ағзасыз) сәйкес келеди» деп жазды. 1932-жылы Эйнштейн хәм де Ситтер усындай жуўмаққа келди. Буннан кейин Эйнштейн хеш ўақытта да  $\Lambda$  ағзаны пайдаланбады.

1954-жылы Эйнштейн өзиниң кәсиплеслериниң бирине «... Мах принципи хаққында енди айтыўдың кереги жоқ» деп жазды.

### Улыўмалық салыстырмалық теориясының алтын әсири

Шама менен 1960-жылдан 1975-жылларға шекемги дәўирди улыўмалық салыстырмалық теориясының алтын әсири деп атайды. Бул дәўирде УСТ бойынша изертлеўлер теориялық физиканың тийкарғы бағдарына айланды. Усы дәўирдиң ишинде биз жасап атырған Әлемнің тәбияты хаққындағы бизиң көз-қарасларымызды пүткиллей өзгерте алатуғын көп сандағы түсиниклер менен терминлер кирип келди. Бул терминлер қара құрдымлар хәм кеңислик-ўақытлық сингулярлық түсиниклери айрықша орында турады. Усының менен бир қатар космология әхмийетли, салдамлы илимлер қатарына кирди, ал үлкен партланыў теориясы болса бәрше тәрәпинен қабыл етилген теорияға айланды. Алтын әсирдиң ақыры деп Стивен Хокинг тәрәпинен «Хокинг нурланыўы» деп аталатуғын нурланыўдың ашылыўын айтады.

Усы дәўирде бақлаў астрономиясында төмендегидей бир қатар әхмийетли ашылыўлар жүз берди:

- Квазарлар. Өлшемлери бойынша Қуяш системасының өлшемлериндей. Бир неше жүз галактика нурландыратуғындай энергияны нурландырады, квазарлардан бизге жақтылық нурлары бир неше миллиард жылда жетеди;
- Пульсарлар (кейинирек пульсарлардың айланыўшы нейтрон жулдызлары екенлиги белгили болды);
- Қара құрдымларға биринши кандидат Ақ-қуў Х-1;
- Үлкен партланыў менен оннан кейинги Әлемнің кеңейиўиниң белгиси болған реликтив нурлар (космослық микротолқынлық нурланыў).

#### Алтын әсирдеги ўақыялардың избе-излиги:

- 1956-жылы Джон Лайтон Синг салыстырмалық теориясы бойынша геометриялық усыллардың хәм Минковскийдиң кеңислик-ўақытлық диаграммаларының әхмийети атап өтилген биринши текстти баспадан шығарады;

- 1957-жылы Феликс Пирани гравитациялық нурланыуды изертлеу үшін гравитациялық майданлардың Петров классификациясын пайдаланады;
- 1959-жылы Пуанд-Рибки эксперименти – гравитациялық қызылға ауысуының бірінші дәл тесті;
- 1959-жылы Луис Бел Бел-Робинсон тензорын хәм Риман тензорын Бел таркатыуын усында;
- 1959-жылы Артур Комар «Комар массасы» түсинигин киргизеди;
- 1960-жылы Шапиро эффекти экспериментте тастыйықланды;
- 1960-жылы Томас Мэттьюз хәм Алан Сандаж ЗС 48 (бул квазардың белгиси) астрономиялық объектинің оптикалық диапозондағы ноқатлық сүүретин алады хәм деректің өлшеминің 15 жақтылық минутынан үлкен емес екенлигин көрсетти;
- 1960-жылы Карл Бранс хәм Роберт Дике Бранс-Дике теориясын усында. Бул теория анық физикалық мотивацияларға ийе альтернативлик гравитация теориясы болып табылады;
- 1962-жылы Паскаль Иордан хәм Юргенс Элерс уакытқа мегзес траекториялардың кинематикалық жайылыуын ислепп шықты;
- 1962-жылы Роджер Пенроуз хәм Ерза Ньюман Ньюман-Пенроуз формализмин усынады;
- 1962-жылы Элерс хәм Вольфганг Кундт Рр-толқынлар кеңисликлеринің симметриясын классификациялады;
- 1962-жылы Джошуа Голдберг хәм Райнер Сакс Голдберг-Сакс теоремасын дәлилледі;
- 1962-жылы Элерс Эйнштейн теңдемелеринің шешимлеринің генерациясының жаңа усылы болған Элерс түрлендириулерин усынады;
- 1962-жылы Корнелиус Ланчос Вейль тензоры ушын Ланчос потенциалын келтирип шығарды;
- 1962-жылы Р.Арновитт, Стенли Дезер хәм Чарльз Мизнер Эйнштейн теңдемелеринің АДМ-формализмин ислепп шықты хәм глобаллық гиперболалық түсинигин енгизди;
- 1962-жылы Озват хәм Энглберт Шуклинг шеңбер тәризли поляризацияға ийе монохромат гравитациялық толқынларды екінші рет ашты;
- 1962-жылы Ханс Адольф Бухдал «Бухдал теоремасы» деп аталатуғын теореманы дәлилледі;
- 1962-жылы Герман Бонди «Бонди-Сакс массасы» түсинигин киргизди;
- 1963-жылы Рой Керр өзинің аты менен аталатуғын метриканы ашты. Бул метрика вакуумдеги мүйешлик моментке ийе қара құрдым ушын Эйнштейн теңдемелеринің шешими болып табылады;
- 1963-жылы ЗС 273 хәм басқа квазарлар ушын қызылға ауысуыды өлшеулер олардың оғада уақтағы, соның менен бирге оғада кууатлы объектлер екенлигин көрсетти;
- 1963-жылы Ньюман, Т. Унти хәм Л. А. Тамбуринолар Ньюман-Унти кеңислигин усында;
- 1963-жылы Роджер Пенроуз «Пенроуз диаграммалары» деп аталатуғын диаграммаларды хәм «Пенроуз шеклери» деп аталатуғын шеклерди усында;
- 1964-жылы Р. В. Шарп хәм Мизнер «Мизгер-Шарп массасы» түсинигин киргизди;
- 1964-жылы Роджер Пенроуз сингулярлық хакқындағы бірінші теореманы дәлилледі;
- 1964-жылы М.А.Мелвин «Мелвин электровакуумын» ашты («Мелвиннің магниттик әлеми» деп те аталады).
- 1965-жылы Ньюман хәм басқалар Керр-Ньюманның электровакуумлық шешимин тапты;
- 1965-жылы Пенроуз тегис гравитациялық толқын континуумындағы жақтылық конусларының қурылысын изертледі;



- 1965-жылы Керр хэм Альфред Шильд «Керр-Шильд кеңислик-ұақытын» ұсынды;
- 1965-жылы Чандрасекар шешімлердің стабиллиги критерийін анықлады;
- 1965-жылы Арно Пензиас хэм Роберт Вильсон реликтив нурланыўды (космослық микротолқынлық нурланыўды) ашты;
- 1966-жылы Сакс хэм Рональд Кантовски Кантовски-Сакстиң шаңлық шешимін тапты;
- 1967-жылы Джоселин Белл хэм Энтони Хьюиш пульсарларды ашты;
- 1967-жылы Роберт Бойер хэм Р. Линдквист Керр вакуумы үшін Бойер-Линдквист координаталарын ұсынды;
- 1967-жылы Вернер Израэль «қара құрдымларда шаштың жоқ екенлиги» ҳаққындағы теореманы дәлилледі;
- 1967-жылы Кеннет Нордтведт параметрлестірилген постньютонлық формализмді іслеп шықты;
- 1967-жылы Ханс Стефани «Стефанидің шаңлық шешими» деп аталатуғын шешимін тапты;
- 1967-жылы Брайс Де Витт каноникалық квант гравитациясы ҳаққындағы биринши жұмысын баспадан шығарады;
- 1968-жылы Ф.Эрнст «Эрнст теңлемеси» деп аталатуғын теңлемени ашты;
- 1968-жылы Б. Кент Гаррисон «Гаррисон түрлендириўлері» деп аталатуғын түрлендириўлерді тапты. Бул дәл шешімлерді генерациялаўдың жаңа усылы болып табылады;
- 1968-жылы Б.Картер Керр-Ньюмен электровакуумындағы геодезиялық сызықлар үшін теңлемени шешеді;
- 1968-жылы Хьюго Д. Вальквист идеал сұйықлықлы «Вальквист шешимін» тапты;
- 1969-жылы Джозеф Вебер гравитациялық толқынды экспериментте бақлағанлығын билдирди (тастыйықланбаған хэм шамасы қәте билдириў);
- 1969-жылы Уильям Боннор «Боннор жақтылық нұрын» ұсынды;
- 1969-жылы Пенроуз космослық цензура гипотезасын (хәлсиз гипотезасын) хэм «Пенроуз процесси» деп аталатуғын процессти ұсынды;
- 1969-жылы Стивен Хокинг қара құрдымның бетиниң киширеймейтуғынлығы ҳаққындағы теореманы дәлилледі;
- 1970-жылы Франко Зерилли өзиниң аты менен аталған теңлемени ұсынды;
- 1970-жылы Владимир Белинский, Исаак Халатников хэм Евгений Лифшиц «Белинский-Лифшиц-Халатников» гипотезасын ұсынды;
- 1970-жылы Чандрасекар постньютонлық жақынласыў  $5/2$  тәрибиндеги дәлликке жетти;
- 1970-жылы Хокинг хэм Пенроуз тутып алынған бетлердің қара құрдымларды пайда ететуғынлығы ҳаққындағы теореманы дәлилледі;
- 1970-жылы Киннерсли-Уокер фотон ракетасы ұсынылды;
- 1970-жылы Питер Шекерес соқлығысыўшы тегис толқынларды ұсынды;
- 1970-жылы Мартин Крускаль хэм Питер Шекерес бир биринен ғәрезсиз Шварцшильд метрикасы үшін Крускал-Шекерес координаталарын ұсынды;
- 1971-жылы Вильям Пресс қара құрдымлардың осцилляцияларын санлы ұсыллар менен изертледі;
- 1972-жылы Джейкоб Бекенштейн энтропияның кемеймейтуғынлығы нызамы қара құрдымлар үшін да орынланатуғынлығы ҳаққындағы жағдайды киргизди, қала берсе бундай жағдайда энтропияның орнын горизонттың майданы ийелейди;
- 1972-жылы Картер, Хокинг хэм Джеймс Бардин қара құрдымлар термодинамикасының төрт нызамын тийкарлайды;
- 1972-жылы Сакс оптикалық скаляр түсинигин киргизди;
- 1972-жылы Райнер Вайсс гравитациялық толқынлардың интерферометрлик детекторы идеясын ұсынды;



- 1972-жылы Джозеф Хафеле хэм Ричард Китинг салыстырмалық теориясын тексерип көріу үшін атомлық саатлар менен «Хафеле-Китинг эксперименти» деп аталыушы экспериментти орынлады;
- 1972-жылы Ричард Прайс есаплау экспериментинің жәрдеминде гравитациялық коллапсты изертледі;
- 1972-жылы Саул А. Тьюколски «Тьюколски теңлемеси» деп аталатуғын теңлемени келтирип шығарды;
- 1972-жылы Яков Зельдович гравитациялық нурланыудың электромагнит нурланыуға, электромагнит нурланыудың гравитациялық нурланыуға айланатуғынлығын болжады;
- 1973-жылы П.Вайдья хэм Л.К.Пател изотроп шаң ушын Керр-Вайдья шешимін ұсынды.
- 1973-жылы Чарльз Мизнер, Кип Торн хэм Джон Уилер фундаменталлық мийнет болған *Gravitation* атлы кітабын баспадан шығарды (рус тилинде «Гравитация» кітабы үш том түрінде 1977-жылы баспадан шықты), бул кітап хәзирги ўақытлардағы салыстырмалық теориясы бойынша стандарт сабақлыққа айланды;
- 1973-жылы Стивен Хокинг хэм Джордж Эллис «*The Large Scale Structure of Space-Time*» («Кеңіслик-ўақыттың үлкен масштаблардағы қурылысы» кітабы рус тилинде 1977-жылы шықты) кітабы баспадан шықты.
- 1973-жылы Герох «Герох-Хелд-Пенроуз» формализмін ұсынды;
- 1974-жылы Рассел Халсе хэм Джозеф Тейлор PSR B1913+16 қос пульсарын тапты;
- 1974-жылы Джеймс Йорк хэм Нил О Мурчадха (Niall Ó Murchadha) басланғыш мағлыұматлар мәселесін таллауын ұсынады хэм оның шешімлеринің стабиллигин изертледі;
- 1974-жылы Р.О.Хансен «Хансен-Герохтың мультиполлық моментлерін» ұсынды;
- 1974-жылы Туллио Редже «Редже есаплауы» деп аталатуғын есаплауды іслеп шықты;
- 1974-жылы Хокинг «Хокинг нурланыуы» деп аталатуғын нурланыуды ашты;
- 1975-жылы Чандрасекар хэм Стивен Детвайлер қара құрдымлардың квазинормал модаларын есаплады;
- 1975-жылы Шекерес хэм Д.А.Шафрон (D.A.Szafron) «Шекерес-Шафрон шаң шешими» деп аталатуғын шешімді тапты;
- 1976-жылы Пенроуз «Пенроуз шеклери» деп аталатуғын шеклерді киргизді (хәр бир геодезиялық сызық псевдориман көп түрлигинде (многообразие) тегіс толқын қәсийетине ийе болады)
- 1978-жылы Белинский хэм Захаров Эйнштейннің теңлемелерін шашыраудың кері мәселесі сыпатында шешіудің мүмкін екенлигин көрсетті (биринші гравитациялық солитонлар);
- 1979-жылы Ричард Шон хэм Шинг-Тунь гравитациялық майданның энергиясының мәнісинің оң екенлиги ҳаққындағы теореманы дәлилледі.

### Стивен Хокинг Эйнштейн ҳаққында:

Эйнштейннің ядролық қуралға тийкарланған сиясат пенен қандай байланыста болғанлығы жақсы белгили: ол президент Рузвельтке өзинің белгили хатын жазды. Бул хат Қурама Штатларға аўхалды дурыс баҳалауға мәжбүрледі. Ал урыстан кейин ол ядролық урыстың алдын алыу бойынша ҳәрекетке қатнасты. Бул сиясатқа тартылған илимпаздың өмиринің айырым эпизодлары емес. Өзинің сөзлери бойынша Эйнштейннің өмири «сиясат пенен теңлемелер арасында өтти».

Эйнштейннің дәслепки сиясый активлиги Биринші дүнья жүзилик урыс ўақтында Берлинде профессор болып іслеп жүргенде пайда болды. Адамлардың өмирлеринің

пайдасыз үзілгенлігіне қәхәрленген ол антиәскерий демонстрацияларға қатнасты. Оның гражданлық халықты қорғау бойынша шығып сөйлеулері, армияға барыудан бас тартқанларды жұртшылықтың алдында қоллап-қуатлауы өзінің кәсіпкеслері арасында оның абырайын көтере алмады. Урыстан кейін Эйнштейн өзінің күшін тәрепкердің жарасыуына, халық аралық қатнастардың жақсыланыуына қаратты. Усындай хәрекеттер де Эйнштейннің адамлар арасындағы абырайын көтермеді хәм бираз уақыттан кейін оған Қурама Штатларға барып лекциялар оқыуға қыйын болып қалды.

Эйнштейннің өмиріндегі екінші әхмийетли ис сионизм болды. Келип шығыуы бойынша еврей болса да Эйнштейн Қудайдың Библиялық идеясын бийкарлады. Биринши дүнья жүзилик урыстан бурынғы хәм оннан кейінги кем-кемнен күшейип баратырған антисемитизм толқыны Эйнштейнди еврейлердің жәмәетине теңлестіріуге алып келди хәм ол сионизмнің толық тәрепдарына айланды. Бул жағдайда да белгилілігінің төменлеуі Эйнштейнге өзінің пикирлерін пашықтан-ашық айтыуда тоқтата алған жоқ. Оның теориясының даңқы көтерілди, хәтте антиэйнштейнлик шөлкем де пайда болды. Бир адам Эйнштейнди өлтиріуге шақырғанлығы ушын судқа берилди (хәм барлығы болып алты доллар жәрийма салынған). Бирақ Эйнштейн сабырлылық көрсетти, ал «Эйнштейнге қарсы жүз автор» кітабы шыққан уақытта ол «Егер менің ислерім дурыс болмағанда биреуі-ақ жеткиликли болған болар еди» деп жууап берди. 1933-жылы мәмлекет басына Гитлер келди. Усы уақытлары Америкада болған Эйнштейн Германияға қайтпайтуғынлығын дағазалады. Нацистлик әскерлер оның үйін қоршап алғанда, ал оның банктегі есабы конфискацияланғанда Берлинде шығатуғын газеталардың биринде «Жақсы хабарлар - Эйнштейн қайтып келмейди» деген үлкен хәриплер менен жазылған сөзлер пайда болды. Нацистлик кәуәтердің ақыбетінде Эйнштейн пацифизмнен узақласты хәм немец илимпазларының атом бомбасын соғыуынан қорыққанлығынан ақыр-аяғында Қурама Штатларға өзінің меншикли атом бомбасын дәретиуди усынды. Бирақ бириши атом бомбасының партланыуынан бурын-ақ ол ядролық урыстың қәуипилигі хәққында жұртшылықты алдын ала ескертти хәм ядролық қуралларды халықаралық қадағалауды шөлкемлестіриуди усынды. Эйнштейннің барлық өмиринің барысындағы оның жарастырыушылық тырысулары оған белгилі бир беккем нәтийжелерди бермеді хәм оның досларының санын арттырмады. Бирақ оның сионизмди жақлау бойынша көпшилик алдындағы шығып сөйлеулері ылайықлы баҳаланды хәм 1952-жылы оған Израилдың Президенти лауазымы усынылды. Эйнштейн өзін сиясатта дым наданман деп дағазалап бул лауазымнан бас тартты. Бирақ бас тартыудың хәқыйқый себеби басқа болса керек. Онын және бир цитата келтиремиз: «Менің ушын теңлемелер әхмийетлирек, себеби сиясат бүгинги күн ушын, ал теңлемелер мәңгиге керек».

### Герман Минковский

1908-жылы немец математиги хәм физиги Герман Минковский (1864-1909) физика хәм математика илимлерине *төрт өлшемлі дүнья (четырёхмерный мир)* түсинигін киргизди. Минковскийдің төрт өлшемлі дүньясында үш өлшем кенисликлик, ал төртінши өлшем уақыт болып табылады. Бул жағдайда хәр бир бир заматлық уақыя  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $t$  төрт саны менен тәріпленеди.

Интервал

$$s_{21}^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2 - c^2(t_1 - t_2)^2$$

ды жазғанда толық симметриялықты сақлау ушын Минковский төмендегидей белгилеулерди усынды:

$$x_1 = x, \quad x_2 = y, \quad x_3 = z, \quad x_4 = ict.$$

Бул аңлатпада  $i = \sqrt{-1}$ . Соның менен бирге бир бирине жақын еки ўақыяны қарағанда координаталардың айырмасын дифференциалдың белгиси менен белгилеу ұсынылды. Мысалы  $x_2 - x_1 = dx$ ,  $ic(t_2 - t_1) = icdt$ . Ўақыялар арасындағы интервал  $ds$  пенен белгиленеди. Олай болса

$$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2 = \dot{\mathbf{a}} \sum_{i=1}^4 dx_i^2.$$

Солай етип  $ds$  шамасын (ямаса  $s_{21}$  ди) төрт өлшемлі дүньядағы қашықтық сыпатында, ал бир координаталар системасынан екінші координаталар системасына өтиўди төрт өлшемлі дүньядағы координаталар көшерлерин «бурыў» сыпатында қараўға болады.

Төрт координата  $x_1, x_2, x_3, x_4$  лердің жыйнағын Минковский дүньялық ноқат деп атады. Берилген есаплаў системасындағы белгилі бир денениң турған орнын тәриплейтуғын усындай координаталардың үзликсиз катарын дүньялық сызық деп атаймыз (қандай да бир дене менен байланысқан ўақыялардың избе-излиги).

Мысал ретинде Жердің дүньялық сызығын сызамыз. Жер орбитасы тегис болғанлықтан оның дүньялық сызығы винтлик сызық, ал усы винтлик сызықтың орбита тегислигине түсирилген проекциясы эллипс болады.

Егер  $l^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2$  хәм  $\tau^2 = (t_1 - t_2)^2$  деп белгилесек мына жағдайлардың орын алатуғынлығын көреміз: 1)  $l < c\tau$ , 2)  $l > c\tau$  хәм 3)  $l = c\tau$ .

$l < c\tau$  жағдайындағы интервал ўақытқа мегзес интервалға сәйкес келеди: бул жағдайда  $t_1$  хәм  $t_2$  ўақыт моментлеринде  $x_1$  хәм  $x_2$  ноқатларында болған ўақыялар арасындағы қашықтық  $\tau = t_2 - t_1$  ўақыты аралығында жақтылық сигналы басып өтетуғын жолдан киши. Еки ўақыя арасындағы қашықтық нолге айланатуғын есаплаў системасы да болады. Бирақ координаталар системаларын сайлап алыў жолы менен бул ўақыяларды бир ўақытта жүз беретугын ўақыяларға айландырыў мүмкин емес. 1-ўақыя 2-ўақыяның себеби болыўы мүмкин. Соның менен бирге ўақыялардың бундай избе-излиги барлық инерциаллық системаларда бирдей болады.

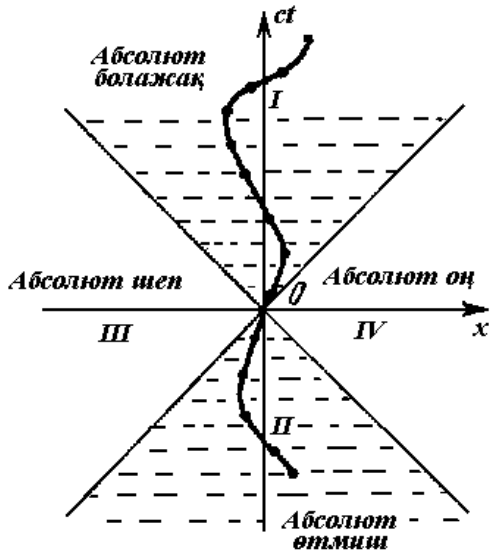
Егер  $l > c\tau$  болса еки ўақыя арасындағы қашықтық жақтылық нуры  $\tau$  ўақыты ишинде өтетуғын жолдан үлкен. Сонлықтан 1-ўақыя 2-ўақыяның себеби бола алмайды. Бундай интервалды кеңисликке мегзес интервал деп атаў қабыл етилген. Бундай жағдайда еки ўақыя да бир ўақытта жүзеге келетуғын есаплаў систмасын сайлап алыўға болады. Бирақ еки ўақыя бир ноқатта жүзеге келетуғын есаплаў системаларын сайлап алыў мүмкин емес. Бул жерде ўақыяның орнын да өзгертиў мүмкин емес: бир системдағы «иен тәреп» басқа системаларда да «иен тәрепте» жайласады. Солай етип «абсолют иен» пенен «абсолют оң» ды бир биринен ажыратыў мүмкин.

Егер  $l = c\tau$  болса еки ўақыя арасындағы қашықтық  $\tau$  ўақыты ишинде жақтылық жүрип өтетуғын жолға тең. Бул жақтылыққа мегзес интервал болып табылады.

Сүүретте  $x$  көшери бағытында шамасы бойынша да, бағыты бойынша да өзгермели тезлик пенен қозғалыўшы базы бир денениң дүньялық сызығы келтирилген.  $x=0$  хәм  $t=0$  нокатында жүзеге келген  $O$  ўақыясына итибар береміз. Усы ноқатқа салыстырғанда I участканы пайда етияши  $O$  ўақыясынан ўақытқа мегзес интерваллар менен қашықлаған ўақыялар болып табылады. Бул ўақыялар  $O$  ўақыясынан кейин жүзеге келеди (бул жуўмак координата системасын сайлап алыўдан ғәрезли емес). Ал II участкасында болса  $O$  ўақыясына салыстырғанда «абсолют өткен» ўақыялар жайласады.

$x$  көшериниң үстинде жайласқан  $x = \pm c\tau$  туўрылары жақтылыққа мегзес интервалларға –  $x$  көшери бағытындағы жақтылық сигналларының тарқалыўына сәйкес келеди. Бул сигналлар  $t=0$  ўақыт моментинде  $x=0$  ноқатынан мүмкин болған еки бағытта жиберилген.

III хәм IV участкалардағы қәлеген ноқат  $O$  ўақыясынан кеңисликке мегзес интервал менен қашықласқан (яғный бул ноқат  $O$  ўақыясынан абсолют қашықласқан).



Денениң дүньялық сызығының Минковский тегислигиндегі сүүрети. Дене X көшери бағытында шамасы бойынша да, бағыты бойынша да өзгермели тезлик пенен қозғалады.

### Салыстырмалық теориясының басқа илимпазлар тәрәпинен қабыл етилиуі

Биз мысал ретінде Россияда 1920-жыллары А.Эйнштейннің улыұмалық салыстырмалық теориясын қалай қабыл етилгенлиги ҳаққында қысқаша мағлыұмат беремиз. Бул мағлыұмат В.Фредерикстин «Эйнштейннің салыстырмалығының улыұмалық принципи» («Общий принцип относительности Эйнштейна») мақаласында айқын түрде берилген<sup>33</sup>. менен танысуы оның авторының салыстырмалық теориясы қандай дәрежеде терең билгенлигинен дерек береді. Ол мақаласын былай баслайды:

«Эйнштейннің салыстырмалықтың принципи бойынша ең биринши жумысы ретінде 1914-жылы Берлин Илимлер Академиясының протоколларында пайда болған „Die formale GrundSagen der allgemeiner Relativitatstheorie“ (Улыұмалық салыстырмалық теориясының формал тийкарлары) (Berlin. Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenscften. 1914. T. XLI) жумысын қабыл етиу керек. Бир қанша дүзетиулер қосымшалар киргизилген бул жумыс 1916-жылы Annalen d.Physik журналында жарық көрди. Мақаланың оттисклери сатыуға таркатылды. Усының салдарынан Эйнштейннің жумысы көпшиликке белгили болды. 1915-1916 жыллары Лейденде салыстырмалылық теориясы бойынша лекциялар оқыған Lorentz бул теорияны «Эйнштейннің тартылыс теориясы», математик Hubert 1915-1916 жыллары жарық көрген мақалаларын «Die Grundlagen der Physik» (Физика тийкарлары), ал математик Weyl 1918-жылы шыққан хәм бул теорияға бағышлаған китабын „Raum, Zeit, Malerie“ (Кеңислик, ўақыт, материя) деп атады. Усы атлардың өзи Эйнштейн тәрәпинен дәретилген теорияның барлық физиканы қамтыйтуғынлығын көрсетеди, ал бундай теорияның үлкен қызығыұшылықты пайда етпеуі мүмкин емес. Сонлықтан бул теория пайда болыўдан оның менен Lorentz, Hubert, Weyl усаған атақлы физиклер менен математиклер шуғыллана баслады. Бирақ теорияны белгили бир дәрежеде толық хәм тийкарлы етип баянлау физиклер ушын үлкен қыйыншылық пайда ететуғын жүдә курамалы математикалық аппаратты талап етеди. Бул теорияны көпшилик ушын баянлау оның қаншама жақсы жазылғанлығына қарамастан түсиниксиз, дәл емес, думан тәризли образларды ғана бере алады. Бул мақала да қысқа болғанлығына байланыслы Эйнштейннің теориясына жеткиликли дәрежеде толық түсиник бере алмайды. Оның мақсети тийкарғы жағдайларды анықлау хәм соларды еки

<sup>33</sup> Бул мақала «Успехи физических наук» журналының 1921-жылғы екінши санында бар. Кейин 1999-жылы усы журналдың 12-санында қайтадан басылды (1339-1350 бетлер). Бул жерде «Статья впервые опубликована в журнале «Успехи физических наук» 2 162 (1918)» деген белги қойылған. Бирақ биз 1918-жылғы мақаланы таба алғанмыз жоқ.

Мақала қарақалпақ тилине де аударылған хәм оны [www.abdikamalov.narod.ru](http://www.abdikamalov.narod.ru) web-бетинен алыуға болады.

ямаса үш салыстырмалы эпиұайы мәселелерди шешиў ушын қолланыў болып табылады (мысалы дәслепки ўақытлары көп шаўқым пайда еткен Меркурийдің перигелийиниң қозғалысы хәм Қуяштың тартылыс майданындағы жақтылық нурының бағытының өзгериси). Эйнштейнниң басшылыққа алған тийкарғы жағдайларын дурыслығы тастыйықланған хәм гүман пайда етпейтуғын теоремалардан дедуктивлик усыл менен келтирип шығарыў мүмкин болған теоремалар деп қараўға болмайтуғынлығы өз-өзинен түсиникли. Теорияның тийкарларын түсиндириў усы теорияның дәретилийине себеп болған жағдайларды хәм усы жағдайлардың не себепли тийкарғы екенлигин түсиндириў (дурысырағы сол жағдайларды избе-изликте атап өтиў) болып табылады. Теорияның дурыслығына дәлилди а priori де емес (алдын ала емес), ал а posteriori де (алынған нәтийжелери бойынша) излеў керек. Бирақ Эйнштейнниң теориясында нәтийжелериниң эксперименталлық тастыйықланыўы ямаса усы теория тийкарында усы ўақытларға шекем белгисиз болған қубылыстарды болжаўлар әхмийетке ийе болмайды. Эйнштейн теориясының тийкарлары оғада үлкен принципиаллық мәниске ийе, усы мәнистен теорияның ең баслы қадирлигин излеў керек. Ал Эйнштейн теориясын тастыйықлайтуғын бир неше тәжирийбелер (бул тәжирийбелер қаншама әжайып түрде өткерилген болса да) принципиаллық мәниске ийе емес.»

Мақаланың буннан кейинги бөлими «Геометрия хәм физика» деп аталып, онда автор мына жағдайға итибар қаратты: «Эйнштейнге шекем геометрия менен физика хәр қыйлы болған еки илим сыпатында қабыл етилип келди. Физикада геометрияға физикаға қатнасы бойынша сыртқы бир нәрсе сыпатында қаралды. Физиканың хақыйқый мазмуны тәжирийбеде, тек тәжирийбеде берилди. Үш өлшемли кеңисликтің Евклид геометриясы тек ғана рамка (зәрүрли болған рамка) хызметин атқарды. Себеби барлық физикалық қубылыстар усы қубылыстарға пүткиллей байланыссыз болған кеңисликте өтеди. Бирақ хәзирги ўақытлары «дара (гейде арнаўлы) салыстырмалылық теориясы» деп аталатуғын теорияда (1905-жыл) Minkowski Евклид геометриясының барлық белгилерине ийе емес 4 өлшемли кеңисликтің геометриясынан пайдаланды. Бул геометрия физика менен усы геометрияға кириўши жақтылықтың тезлигине тең турақлы шама менен байланысқан. Бул геометрияда узынлық элементи  $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2$  аңлатпасы жәрдемінде анықланады. Бул аңлатпадағы  $x, y, z$  кеңислик координаталарын аңлатады,  $t$  ўақыт, ал  $c$  жақтылықтың тезлиги. Бул Евклид геометриясы емес, себеби Евклид геометриясында болса  $ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + dc^2 t^2$  аңлатпасына ийе болған болар едик. Буннан басқа бул геометрияда жақтылықтың тезлиги  $c$  қатнасатуғын болғанлықтан физика менен байланысқан деп есаплаймыз. Бирақ Minkowski геометриясына формал характерге ийе нәрсе сыпатында қаралды ( $\sqrt{-1}$  ге қараған сыяқлы) хәм физика менен геометрия арасында тығыз байланыс еле де орын алған жоқ.» екенлигин көрсетиў менен бирге «Эйнштейнниң «арнаўлы» принципінде ўақыт кеңисликтеги өлшемлер менен тығыз байланысқан хәм олардан айрылмайтуғын шама сыпатында қаралады. Сонлықтан төрт өлшемли кеңисликке ийе боламыз хәм бул жағдайда ўақыт координаталардың биреўиниң орнын ийелейди. Хәр бир физикалық қубылыс усы қубылыс жүз берген орын (үш кеңисликлик координата) хәм қубылыс жүз берген ўақыт моменти менен анықланады (ўақыт координатасы). Бул төрт координаталардың өсиминен узынлық элементи ушын аңлатпа алынады:

$$ds^2 = \sum a_{ik} dx_i dx_k, \quad i, k = 1, 2, 3, 4;$$

Бул аңлатпадағы төрт координата да бирдей орынды ийелейди. Бирақ ўақыт (айтайық  $x_4$  арқалы белгиленген болсын) кеңисликлик  $x_1, x_2, x_3$  координаталары менен бир емес. Hilbert тәрәпинен барлық теорияларда да ўақыт координатасы өзине тән қәсийетлерге ийе болыўы ушын  $a_{ij}$  шамалары қанаатландыратуғын шәртлер анықланды.»

Буннан кейин В.Фредерикс А.Эйнштейннің төмендегидей төрт қәдесін келтиреді<sup>34</sup>:

**Эйнштейннің бірінші қәдесі.** Солай етип Эйнштейннің бірінші қәдесінің мәнісі төмендегіден ибарат: Узынлық элементи

$$ds^2 = \sum_{ik} a_{ik} dx_i dx_k, \quad i, k = 1, 2, 3, 4$$

формуласы жәрдемінде анықланады хәм  $a_{ij}$  функциясының мәнісінің неге тең екенлигин тәжірийбе анықлайды.

**Эйнштейннің екінші тийкарғы қәдесі.** Солай етип Мах парадоксын қарап Эйнштейн бір туұры сызықлы хәм тең өлшеулі координаталар системасынан екінші туұры сызықлы хәм тең өлшеулі координаталар системасына өтиудің мүмкін екенлиги менен бір қатар барлық координаталық түрлендириулердің мүмкін екен деген жуұмаққа келди (буған қозғалыс та киретуғын болғанлықтан жаңа  $x'_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$  координаталары төрт  $x_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$  координаталарының ықтыярлы функциялары бола алады).

**Эйнштейннің үшінші тийкарғы қәдесі.** Эквивалентлик принципін қарап Эйнштейн мына жуұмаққа келеди: *Физикалық кеңісликтің қасиетлерін анықлаушы доға элементи, яғный*

$$ds^2 = \sum_{ik} g_{ik} dx_i dx_k \quad i, k = 1, 2, 3, 4$$

өз ишине 10 дана  $g_{ik}$  функцияларын алады. Берілген координаталар системасындағы геометрияның формасы да, тартылыс майданы да усы функциялардан ғәрезли болады.

**Эйнштейннің төртінші тийкарғы қәдесі.** Жоқарыда келтирилген тийкарында механика менен физиканы дүзиу үшін және де бир ескертиуді есапқа алыу керек. Егер координаталар системасын сайлап алыу ықтыярлы түрде жүргизилетуғын болса, онда оның жәрдемінде тәбиятты қалай тәриплеймиз? Биз тәрептен ықтыярлы түрде жүргизилген ислерден ғәрезсиз болған нәтижелерди қалай аламыз? Тәбияттың ызыамлары бизің ықтыярымыздан ғәрезсиз ғо. Бул сорауларға жууап өз өзіннен бериледи: тәбияттың ызыамлары бизің ықтыярымыздан ғәрезсиз болғанлықтан, ол ызыамлар да биз тәрептен сайлап алынған координаталар системаларынан ғәрезсиз болыуы керек. Математика тилинде тәбияттың ызыамлары қәлеген координаталық түрлендириулерге қарата инвариант болыуы керек. Данышпан Эйнштейнге координаталар системасын сайлап алыудан ғәрезсиз хәм инвариант болған физика менен механиканың ызыамларын табыудың хәм дүзиудің сәти түсти. Механика менен физиканың тийкарғы теңлемелерін тәриплейге биз хәзир өтемиз. Усыған шекем айтылғанлардың Эйнштейн тәрепинен жүрип өтилген жолды ғана түсіндиреди. Ал оның қәделерінің дурыс екенлигин көрсетиу хызметін атқара алмайды (Эйнштейннің тастыйықлаулары Ньютон механикасының сәйкес тастыйықлаулары алдында айқын артықмашлықларға ийе болса да).

Буннан кейін автор А.Эйнштейннің гравитация майданы үшін дүзилген теңлемелерін келтирип шығарады хәм үлкен массалы денелердің кеңісликті майыстыруы бойынша жуұмақлар шығарады.

### Поль Адриен Морис Дирак

Өтип баратырған XIX әсирдің ең ақырғы жылының ақырында Макс Планк өзіннің нурланыу теориясы бойынша көпшиликке белгили баянаты бойынша шығып сөйлегенде усы уллы илимий ашылыудың болажақ нәтижелери хаққында хеш ким де ойлаған жоқ еди. Арадан шөрек әсир өтті хәм дерлик барлығы да XX әсирдің басында тууылған жас физиклердің бир топары жаңа физиканы – квант механикасын дөретти. Жаңа

<sup>34</sup> Эйнштейннің өзіннің мақалаларында бундай етип айырылып келтирилген қәделер жоқ.

революциялық идеяның дурыслығына тек аз сандағы физиклер түсине алған болса да, бир неше жыл ишінде квант механикасы толық дөретілген форманы қабыл етті.

Квант механикасын әдетте еки образда дөреді деп айтады. Макс Планкты жақтылықтың квантлық қасиетин ұсынғаны үшін айрықша сыйлайды. Луи де Бройль бөлекшелердің толқынлық қасиетинің бар екенлигин түсинді. Бирақ Планкта да, де Бройлда да конкурентлер болмады. Бирақ олар керекли ўақытта жасады хәм дәрхәл болмаса да олардың идеялары адамлар тәрәпинен қабыл етилди.

Бир бирине қарама-қарсы болып көринетуғын көз-қарасларды бириктириў үш төменде атлары келтирилген физиктиң хызмети болып табылады:

Вернер Гейзенберг (1901-1976),

Эрвин Шредингер (1887-1961),

Поль Адриан Морис Дирак (1902-1984).

Бул дизимге Вольфганг Паули ди (1900-1958) киргизиўге болады.

Жоқарыда келтирилген дизимде Дирак айрықша орында турады. 30 жасқа шыққанда оның данқы Жер жүзине жайылды. Өзиниң илимий басламашыларының (предшественниклениниң) физикалық идеяларына сүйенип ол тек Гейзенбергтиң квант механикасы менен Шредингердің толқын механикасын бириктирип қоятуғын ғана емес, ал хеш ким ойламаған жаңа кубылыслардың орын алатуғынлығын көрсетиўши математикалық аппаратты дөретти. Бул оғада таң қаларлық еди. Белгили бир тийкарлардың жәрдемінде ол теңлемелер дүзди, ал бул теңлемелер илимге оғада көп нәрселерди берди.

Өмиринен қысқаша үзиндилер:

1902-жыл 8-август күни Англиядағы Бристоль қаласында туўылды. Әкеси орта мектепте хәм техникалық колледжде француз тили муғаллими болып иследи. Дирак усы мектепте оқыды. Бул дәўирде ол салыстырмалылық теориясы менен танысады (оқытыўшысы Брод), математикаға қызығады хәм Кембридж университетине кириўге умтылады. Бирақ стипендия ала алмағанлықтан ол Бристоль қаласына кайтып келеди. Соның менен бирге ол бул жердеги математика факультетинде бийпул лекциялар тыңлаўға руқсат алады.

Оның оқытыўшылары ишінде Петер Фрезер бар еди. Ол оқыўшылары ишінде математикаға күшли қызығыў пайда ете алды, геометрияның (соның ишінде проективлик геометрияның) гөззаллығын айқын көрсетти.

1918-жылы Бристоль қаласындағы университеттиң электротехникалық факультетине оқыўға түсти. Бул университет пенен Дирак оқыған мектеп бир бинаның ишінде орналасқан еди. Университетти ол 1921-жылы питкереди хәм инженерлик қәниге алды. Инженерлик практика өткен фирманы Дирак қызықтырмады. Ал усындай сәтсиз инженердің көп жыл өтпей уллы илимпазға айланыўы кәрамат сыпатында көринеди. Бирақ бул кәраматты аңсат түсиндириўге болады. Балалық шағындағы шараятлар, Бристолдеги оқыў жыллары Кембрижде жуўмақланды. Баска жерлерде болғанда Дирактың мүмкиншиликлери толық жүзеге келмес еди деп болжаўға болады.

Университетти питкергеннен соң тек еки жылдан соң 1923-жылы Дирак үлкен емес стипендия алып Кембрижде аспирантураға (postgraduate) түседи. Кембридж данышпанның туўылыўындағы ең кейинги этап болып саналады. Ярым жылдан кейин ол статистикалық механика бойынша өзиниң еки мақаласын баспадан шығарады. Бул жумыслар оның басшысы болған Ральф Говард Фаулердің (Ralf Howard Fowler) мәплерине сәйкес келетуғын еди.

1925-жылы ол Вернер Гейзенбергтиң пионерлик жумысында усынылған жаңа квант механикасы менен танысады (Heisenberg W. Über die quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen // Ztschr.Phys. 1925. Bd.33. S. 879-893).

Ал 1925-жылы болса оның атақлы релятивистлик толқынлық теңлемеси бар жумысы жарық көреді. Хәзирги ўақытлары бул теңлеме «Дирак теңлемеси» деп аталады (The

fundamental equations of quantum mechanics (Фундаментальные уравнения квантовой механики)// Proc.Roy.Soc. London. A. 1925. Vol.109. P. 642-653).

Бұл мақала баспаға Фаулер тәрәпинен 7-ноябрь күні ұсынылған, ал 1-декабрь күні жарық көрген.

Гамильтон ұсылына тийкарланған, Гейзенбергтің квант теориясы менен Шредингердің толқын механикасын бирлестиретуғын бұл жұмыс квант динамикасына жол ашып берді!

Кембриджде ХХ ғасырдың 20-жыллары мына илимпазлар ісledi: Эрнст Резерфорд – ядро физикасының патриархы, ойлап тапқыш П.Л.Капица, астрофизиклер А.Эддингтон менен А.Милн, математикалық физиканың виртуозлары Ч.Дарвин, Р.Фаулер хәм Д.Харди. Кембриджде іслеушілер дүньядағы барлық лабораторияларда нелердің ісленип атырғандығын толық билип отырды.

Европа менен АҚШ тағы физиклердің дерлік барлығы өзлери алған нәтижелерди сөйлеп беріу үшін Кембриджге келип турды. Усылардың барлығы да Дирак үшін керек еді.

1925-жылы 28-июль күні Кембриджге Вернер Гейзенберг келди. Бұл жердегі «Капица клубында» ол «Зееман-эффектиндегі аномалиялар» баянатын жасады. Бұл баянатта ол атомның жаңа динамикалық теориясының зәрүр екенлигин атап өтті.

Фаулер менен гүрриңлесиу барысында Гейзенберг өзінің жаңа нәтижелери хәкқында да айтты хәм ол 1925-жылдың августының ортасында Фаулерге почта аркалы жиберди. Фаулер болса бұл жұмысты таллау үшін Диракқа тапсырды.

Дирак бойынша өзгериушілердің коммутатив емеслиги Гейзенбергтің идеяларындағы ең ұллы триумф болып табылады (ал Гейзенбергтің өзі буны теорияның қыйыншылығы деп есаплады). Гейзенберг өзінің мақаласында былай жазды: «Классикалық физикада  $y(t) \cdot x(t)$  көбеймеси барлық уақытта  $x(t) \cdot y(t)$  көбеймесине тең, ал квант теориясында болса ұлыма жағдайда бұл орын алмайды». Кейинирек Дирак өзінің лекциясында «Коммутативликтің жоқлығы Гейзенберг теориясының ең тийкарғы характеристикасы сыпатында көрдим. Сонлықтан мен өзімнің дыққатымды коммутативлик емес идеясына хәм ұсы идеяны пайдаланыу үшін әдеттегі динамиканы қалай өзгertiу керек деген мәселеге аудардым» деп айтты.

Гейзенбергтің баянламасында жаңа ұсыл шеклерге ийе сыяқлы болып көринди. Гейзенбергтің биринши теориясы бир өлшемлі ангармоникалық осцилляторға тийисли еді. Келеси тийкарғы мәселе болған водород атомының қәдилерин есаплау үшін Паули арнаулы ұсылды ойлап тапты. Тек Шредингердің жұмысларында (бұл жұмыслар 1926-жылы жарық көрди) ықыярлы түрде алынған потенциалда қозғалыушы бөлекше хәкқндағы мәселени қалай шешиудің мүмкин екенлиги түсиндирилди.

Солай етип Дирак өз алдына Гейзенберг теориясын хәқыйқый динамикалық теорияға айландыруу ұазыйпасын қойды.

Гейзенберг теориясына әдеттегидей емес координаталар хәм импульслер кирди. Бұл шамалар санлар емес, ал ерсилеу көринетуғын шамлар еді. Кейинирек бұл координаталар менен импульслерди М.Борн матрицалар сыпатында идентификациялады. Олар М.Борн хәм П.Иордан тәрәпинен биринши рет жазылған мынадай шәртке бағынды:

$$pq - qp = -\hbar/2\pi.$$

Классикалық физикада бундай аңлатпаға ұсаған аңлатпа болған жоқ еді.

Бұл мәселени шешиу идеясы Диракқа 1925-жылы сентябрь айында келди. Дирак Пуассон қаўсырмаларын еске түсирди хәм бұл хәкқында кейинирек «Мен Уиттекердің аналитикалық динамикасында Пуассон қаўсырмаларын көрип, маған керек нәрсенің ұсы екенлигин таптым» деп жазды. Бұл қаўсырма коммутаторға жүдә ұқсас еді. Пуассон қаўсырмасы үшін дәл формула мынадай түрге ийе:



$$[u, v] = \sum_r \left( \frac{\partial u}{\partial q_r} \frac{\partial v}{\partial p_r} - \frac{\partial u}{\partial p_r} \frac{\partial v}{\partial q_r} \right).$$

$q$  менен  $p$  шамалары динамикалық системаны тәріптей ушын Гамильтон өзгериушілеринің жыйнағын курайды, ал сумма барлық еркінлік дәрежесі бойынша исленеди. Квант механикасында болса Пуассон қаўсырмалары былайынша жазылады:

$$\frac{i\hbar}{2\pi} \sum_r \left( \frac{\partial u}{\partial q_r} \frac{\partial v}{\partial p_r} - \frac{\partial u}{\partial p_r} \frac{\partial v}{\partial q_r} \right).$$

Дирақтың «Квант механикасының тийкаргы теңлемелери» деп аталатуғын мақаласы Фаулер тәрепинен 1925-жылы 7-ноябрь күні «Король жәмийетинің хабарлары» («Известия Королевского общества») журналына усынылды хәм бир айға бармай, сол жылы 1-декабрь күні жарық көрди.

Сол ўақытлардағы хәр қыйлы қалаларда жасаған физиклердің жемисли жұмыс ислеуи ушын олардың тығыз бирге ислескенлигин, почта хызметинің тез хәрекет еткенлигин хәм журналларда мақалалардың тез ўақытлар ишинде басып шығарылғанлығын атап өтемиз. Бул сол дәуірлердеги физиклердің эффетивли түрде жұмыс ислеуинің ең әхмийетли хәм зәрүрли болған шәрти болып табылады.

Дирақтың бул жұмысы тек ғана Гейзенбергтің теңлемелерин улыўмаластыруў болып қалмай, XIX әсирде классикалық механикадағы Гамильтон тәрепинен раўажландырылған усылдың улыўмалық характерге ийе екенлигин де көрсетти.

Солай етип Дирақтың жеңил қолынан квант механикасының Гамильтонлық формасы бәрше тәрепинен қабыл етилген формаға айланды.

1928-жылы Дирак электрон ушын релятивистлик теңлемени келтирип шығарды. Бул теңлеме электронда спиннің барекенлиги ҳаққындағы жуўмаққа алып келди хәм водород атомларының энергия қәддилеринің жуқа қурылысы ушын дәл мәнис берди. Бирақ Дирак теориясында «плюс-минус қыйыншылығы» деп аталатуғын жағымсыз жағдай да бар еди. Салыстырмалық теориясында энергия ушын

$$E^2 = m^2 c^4 + p^2 c^2$$

формуласы орын алады. Буннан

$$E = \pm \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2}$$

екенлигине ийе боламыз.

Әдетте минус белгиси физикалық мәниске ийе емес деп есапланып алынып тасланады. Оң белгиге ийе энергия областы менен терис белгиге ийе энергия областы арасындағы қашықлық шекли  $mc^2 - (-mc^2) = 2mc^2$  мәнисине ийе. Классикалық физикада энергияның мәнислери үзликсиз өзгеретуғын болғанлықтан энергияның терис мәнислери таслап кетиледи. Ал квант теориясында болса терис мәнисли энергиядан оң мәнисли энергияға өтиў мүмкин. Сонлықтан бул жағдайда терис мәнисли энергияны итибарға алмай кетиўге болмайды.

Усы жағдайдан шығыў мақсетинде Дирак ерси болып көринетуғын идеяны усынды. Оның болжамы бойынша Әлемдеги барлық электронлар Паули принципине сәйкес терис мәнисли қәддилерди толтырады хәм олар бақланбайтуғын фонды пайда етеди. Тек оң мәнисли энергияға ийе электронларды бақлаў мүмкин. Дирак «электронлар пүткил дүнья бойынша хәр бир ноқатта үлкен тығызлық пенен тарқалған. Пүткиллей бос бослық терис энергияға ийе халлар ийеленген область болып табылады... Терис энергиялы ийеленбеген (толтырылмаған) халлар оң энергиялы базы бир халлар болып табылады, себеби бундай халды электрон менен толтыруў ушын терис энергиялы бир электронның жоғалыуы керек. Бизлер терис энергияға ийе ийеленбеген халларды протонлар деп болжаймыз».

Дирақтың бул теориясына онша исеним болмады, себеби бул теория «протонлар менен электронларға қарата жүдә симметриялы» еди.

Бирақ протон электроннан заряды менен емес, ал массасы менен де айрылады<sup>35</sup>. Позитронның ашылуы Дирактың теориясына қайтадан дыққат аудартты<sup>36</sup>. Демек терис мәнисли ийеленбеген қаддиге оң энергиялы электрон өтсе, онда энергиясы  $2mc^2$  болған гамма-квант нурланады деген сөз. Ф.Жолио-Кюридің айтыуы бойынша «Егер оң энергияға ийе электрон еркин ямаса әззи байланысқан терис энергиялы электрон менен соқлығысса, онда олар карама-карсы бағытларға қарай ушып кететуғын еки фотонды пайда етеди. Хәр бир фотонның энергиясы  $0,5 \cdot 10^6$  эВ ты курайды, ал бул энергиялардың қосындысы  $10^6$  эВ еки электронның массаларының аннигиляциясына тен».

Кери процесс болған фотонлардың «материяласуы» да орын алады. Жеткиликли дәрежедеги энергиясы бар фотон аўыр ядро менен соқлығысса оң энергиялы электронлардың дәретилюи мүмкин. Ядро менен тәсирлескен фотон зарядларының белгилери карама-карсы болған еки электронды пайда етеди (басқа сөз бенен айтқанда терис зарядлы әдеттеги электрон менен оң зарядлы әдеттеги позитронды пайда етеди).

Дирактың квантлық сөзлиги:

Кет-векторлар, белгилениуи  $\rangle$  . Мысалы  $|A\rangle$ .

Бра-векторлар, белгилениуи  $\langle$  . Мысалы  $\langle A|$ .

$\delta$ -функция.

Коммутация.

c-сан, q-сан.

Фермионлар хәм бозонлар.

### Матвей Петрович Бронштейн

Биз төменде үзиндилер беретугын 1930-жылы «Релятивистлик космологияның хәзирги жағдайы» («Современное состояние релятивистской космологии») мақаласын «Успехи физических наук» журналы ушын жазған Матвей Петрович Бронштейн 24 жаста ғана еди<sup>37</sup>. Ол узақ жасай алмады. Репрессияның ақыбетинде уллы илимпаз 1938-жылы 32 жасында қайтыс болды. Биз дәслеп оның өмири хәққында қысқаша мағлыұматлар беремиз<sup>38</sup>.

1906-жылы 2-декабрь күни Винница қаласында шыпакер шаңарағында туўылған. Оның балалық дәуири биринши жер жүзилик, революция хәм гаржданлық урыс дәуирлерине туўры келди. Нәтийжеде ол мектепте дерлик оқый алған жоқ хәм мектеп программасы бойынша билимди өз бетинше алды. Бронштейннің рентген нурларының спектрине бағышланған биринши илимий жумысы 1925-жылы 19 жасында электромеханикалық техникум оқыўшысы дәуиринде сол ўақытлары Жер жүзине белгили болған Германиядағы илимий журналда жарық көрди [Zur Theorie des kontinuierlichen Röntgenspektrums // ZP. 1925. Bd. 32. S. 881-885.]. Усы 1925-жылы М.П.Бронштейннің үш, ал 1926- жылы да үш мақаласы жарық көрди [мысалы Bemerkung zur Quantentheorie des Laue-Effektes // Ibid.S. 886-893; Über die Bewegung eines Elektrons in Felde eines festen Zentrums mit Berücksichtigung der Massenveränderung bei der Ausstrahlung // ZP. 1926. Bd 35. S. 234, 863; Bd. 39. S. 901; Zur Theorie der Feinstruktur des Spektrallinien // ZP. 1926. Bd. 37. S. 217-224].

<sup>35</sup> 2008-жылдағы мағлыұматлар бойынша протонның массасының электронның массасына қатнасы  $1836,15267247(80)$  шамасына тең. Қараңыз: С.Г.Каршенбойм. Новые рекомендованные значения фундаментальных физических постоянных (КОДАТА 2006). Успехи физических наук. **178** 1058 (2008).

<sup>36</sup> Шын мәнисинде бул теория протонның бар екенлигин емес, ал позитронның бар екенлигин көрсеткен еди.

<sup>37</sup> Бул мақаланың қарақалпақ тилиндеги аудармасын [www.abdikamalov.narod.ru](http://www.abdikamalov.narod.ru) web бетинен алыўға болады.

<sup>38</sup> М.П.Бронштейннің өмири хәм илимий жумыслары хәққында толық түрде оқыў ушын Г.Е.Горелик пенен В.Я.Френкельдің «Матвей Петрович Бронштейн: 1906-1938» кітабын усынамыз. Москва. «Наука» баспасы. 1990-жыл. 272 бет.

1929-жылы жұлдызлардың атмосферасына бағышланған астрофизика бойынша бир қатар илимий жумысларды орынлады.

1930-жылы Ленинград университетин тамамлағаннан кейин Ленинград физика-техникалық институтта ислеген (хәзирги ўақытлардағы А.Ф.Иоффе атындағы физика-техникалық институт). Ленинград политехникалық институты менен Ленинград мәмлекетлик университетиниң профессоры болды. 1935-жылы 29 жасында «Гравитациялық майданды квантлаў» темасында диссертация жақлап, физика-математика илимлериниң докторы илимий дәрежесин алған. Өзиниң диссертациясында ол биринши рет, қала берсе избе-из, жеткиликли дәрежеде квант механикасының усылларын сәйкес өзгертиў хәм улыўмаластырыў жолы менен тартылыс майданын квантлады.

1932-жылы ярым өткизгишлер теориясы бойынша жумысларын баспадан шығарды. 1935–1936 жыллары эззи магнит майданының квант теориясын ислеп шықты. 1937-жылы Бронштейн «Фотонлардың спонтан түрде бөлеклерге бөлиниўи» атлы жумысын баспадан шығарды. Бул жумыста фотонлардың бөлеклерге бөлиниўиниң мүмкин емес екенлиги дәлилленди хәм Әлемниң кеңейиўи тийкарланды. Соның менен бирге бул жумыс элементар бөлекшелер физикасы менен космология арасындағы тығыз байланысты көрсетиўши биринши ҳақыйқый нәтийже еди. Усындай байланыс тийкарында космологиялық бақлаўлардан элементар бөлекшелердиң қәсийетлери анықланады, ал космологиялық моделлер элементар бөлекшелер теориясы тийкарында дүзиледи.

М.П.Бронштейн «Дон-Кихотты» испан тилинде, ал айырым физикалық мақалаларды япон тилинде оқый алған. Әййемги Римлик шайыр Катулдың латын тилинде жазылған хәм Украина шайырларының шығармаларын рус тилине аўдарған.

М.П.Бронштейн тийкарсыз репрессияға ушыраған хәм 1937-жылы 6-август күни Киев қаласында гезектеги мийнет дем алысы ўақытында әке-шешесиниң үйинде қамаққа алынған. СССР Жоқарғы судының Әскерий коллегиясы тәрәпинен өлим жазасына ҳүким етилген хәм 1938-жылы 18-февраль күни атылған. 1957-жылы 9-май күни СССР Жоқарғы судының Әскерий коллегиясы тәрәпинен ақланған.

Көпшиликке арналған бир қатар илимий китаплардың авторы. Солардың ишинде рус тилинде жарық көргенлери мыналар:

Солнечное вещество. Москва, 1936-жыл (гелийдиң ашылыўы ҳаққында). Екинши рет Москвада 1957-жылы, үшінши рет Москвада 1990-жылы басылды. 164 бет (үшінши басылыўына оның «Лучи икс» хәм «Изобретатели радиотелеграфа» китаплары да киргизилген).

Атомы, электроны, ядра. Москва. 1936-жыл. Элементар бөлекшелер ҳаққындағы бул китап 1980-жылы Москвада қайтадан басылып шықты (152 бет).

Лучи Икс. Москва-Ленинград, 1937-жыл (рентген нурларының ашылыўы ҳаққында).

### **Атом физикасының қәлиплесиўи Радиоактивликти изертлеўдиң тийкаргы нәтийжелери**

1913-жылы радиоактивлик қубылысларын изертлеў менен үш жерде шуғылланды: Парижде Мария Кюридиң басшылығында, Манчестерде (Англия) Э.Резерфорддың басшылығында хәм Вена қаласында С.Мейер, Г.Петтерсон хәм Г.Киштың

басшылығында. Ең әхмийетлирек нәтийжелер Э.Резерфорддың лабораториясында алынды. Бул лабораторияда радиоактивли затлардың қасиетлерин пайдаланып затлардың қурылысын терең үйрениў мәселеси қойылды. Атомлардың ядролық қурылысы менен элементлердің изотопларының ашылыўы бул лабораторияның ең әхмийетли нәтийжелеринен болып табылады.

Радиоактивлик ҳақындағы тәлиматтың раўажланыўындағы жаңа басқыш басланды. Буннан алдыңғы изертлеўлер бириншиден радиоактивликтин атомлардың өзи-өзинен ыдыраўы екенлигин, екиншиден бул спонтан процесстин атомның ядросында локализацияланғанлығы, ал ядроның атомның орайлық, жүдә киши ҳәм салмақлы бөлеги екенлиги мәлим болды. Усының менен бирге ҳәр бир химиялық элементке ҳәр қыйлылықтың базы бир санының сәйкес келетуғынлығы анықланды. Изертлеўлердің жаңа этапы «нурландырыў қәбилетлигин» иң улыўмалық характерин үйрениўден турған жоқ, ал физиканың жаңа бөлими болған атом ядросы физикасының басланғанлығын билдирди.

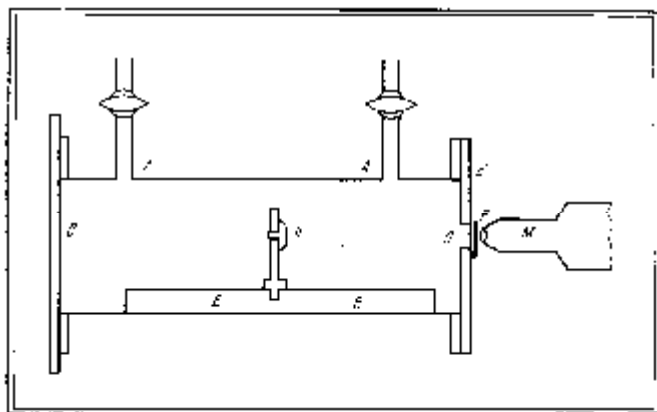
### **Турақлы элементлердің ядроларының жасалма түрде айланыслары**

1914-жылы альфа бөлекшелердің газ тәризли водород арқалы өтиўин изертлеў барысында Резерфордтың қараўында ислеўши илимий хызметкер Э.Марсден альфа бөлекшелериниң еркин жүриў жолынан алыслаў жайластырылған күкиртли цинктен исленген экрандағы эззи жылтылдап жақтылықтың шығатуғынлығын (жақтылықтың сцинтилляциясы) бақлады. Альфа бөлекшелериниң водород атомының ядросындағы орайлық соққы ушын исленген есаплаўлар ядроның альфа бөлекшелерине салыстырғанда 1,6 есе үлкен тезлик алатуғынлығын көрсетти. Ҳақыйқатында да протонлардың тәжирийбеде бақланған еркин жүриў жолы 10 метрден де узын еди (бул шама Н.Бор тәрепинен 1913-жылы усынылған альфа бөлекшелериниң затларда жутылыў теориясы тийкарында Ч.Дарвин тәрепинен орынланған есаплаўлардың нәтийжелерине толық сәйкес келди). Бул тәжирийбелерде альфа бөлекшелердің дереги сыпатында жуқа шийше найдағы радий эмонациясы (Радон элементиниң биринши аты) пайдаланылды. Буннан кейин Марсден сцинтилляцияның эксперименталлық дүзилесте водород болмаған жағдайда да, альфа дереги жайласқан найдың материалынан ғәрезсиз бақланатуғынлығын көрсетти. Солай етип радиоактивли радон **Rn** ниң өзиниң протонларды шығаратуғынлығы мәлим болды.

Резерфорд дәрхәл бул мәселени тексерип көриўге киристи. Бирақ оның айтыўы бойынша «сол жыллары экспериментлерди өткериўде үзилiske түсиўлер жийи болып турды, урыс пенен байланыслы болған ўазыйпалар олардың көп ўақытын алды, бир қанша ўақытларда экспериментлерди өткериў узық ўақытларға кейинге қалдырылды». Сонлықтан Резерфорд ойлаған тәжирийбелер тек төрт жылдан кейин ғана өткерилип болынды.

Резерфорд өзиниң төмендеги сөзлери менен жүдә көп мийнети талап ететуғын тәжирийбелерин тәрипледи: «Бундай экспериментлерди өткериў ушын еки бақлаўшы керек болады: бириншиси нурланыў дерегин бир орыннан екинши орынға көшириў ҳәм ҳәр қыйлы дүзетиўлер (регулировкалар) ушын, ал екиншиси сцинтилляцияларды санаў ушын зәрүрли. Есаплаўды басламастан бурын бақлаўшы көзлерин үйретиў ҳәм дем алдырыў ушын толық қараңғы өжиреде ярым саат турыўы, ал есаплаўлар жүргизилген ўақытта жақтылықтың жүдә эззи болыўы керек. Экспериментлер үлкен қараңғылатылған өжиреде өткерилди, бул өжиреде кишкене қараңғы камера бар еди. Қандай да бир өзгерислер киргизиў ушын жақтылық берилгенде бақлаўшы усы камераның ишине барып отыратуғын еди. Сцинтилляцияны есаплаў ушын ең қолайлы ўақыт 1 минут болды, буннан кейин және бир минут дем алыс ушын берилди, ўақытты ҳәм нәтийжелерди жазыўды ассистент орынлады. Әдетте көзлер бир сааттан кейин шаршады, бир сааттан көбирек ўақыт өткерилген тәжирийбелерде көзлер әбден шаршады ҳәм есаплаў нәтийжелери қәте

хәм итибарға алыў ушын жарамсыз болып шықты. Бундай тәжирийбелерди күниге бир сааттан артық өткермеў керек, соның менен бирге тәжирийбелерди хәптесине бир неше рет ғана өткеріў керек болады». Әдетте хәр минутта 15-40 жылтылды (сцинтилляция) есапқа алынды.



Радон дерегинен шыққан нурланыўдың күкиртли цинк экранындағы сцинтилляциясын бақлаў ушын Резерфордтың пайдаланған эксперименталлық дүзилиси.

Эксперименталлық дүзилистің схемасы сүүретте келтирилген. Бул сүүретте *A* арқалы туўры мүйешли латуннан (жезден) исленген куты, *D* арқалы радиоактив зат пенен капланған диск, *C* арқалы шийше пластинка, *E* арқалы орайында тесиги бар мумланған латуннан исленген пластинка белгиленген. Бул пластинка ортасындағы тесик гүмис, алюминий ямаса темир пластинка менен жабылған (олардың альфа бөлекшелериниң ҳаўаға салыстыргандағы тормозлаўшы қәбилетлиги 4 тен 6 ға шекем өзгереді). Күкиртли цинктен исленген экран *F* ыдыстан сыртта жайласқан, *M* арқалы микроскоп белгиленген. Бақлаўға кесент беретугын бета нурларын шетке бурыў ушын ыдыс күшли электромагниттің полюслары ортасына жайластырылды. Альфа нурлардың дереги сыпатында  $\text{RaC } (^{214}\text{Bi})$  қолланылды.

Экспериментлерди өткеріў барысында ең дәслеп вакуумде альфа нурланыў дерегиниң протонларды да шығаратуғынлығы мәлим болды. Бул протонлардың деректиң курамындағы водородтан шығатуғынлығы итимал. Егер яшике курғақ кислород ямаса  $\text{CO}_2$  киргизилсе, онда сцинтилляция берилген газдиң тормозлаўшы қәбилетлигине сәйкес шамаға кемейеди.

Резерфорд былай жазды: «Күтилмеген эффект ыдысқа курғақ ҳаўа киргизилгенде бақланды. Кемейиўдиң орнына сцинтилляция саны көбейди, қалыңлығы 19 см ҳаўа ушын бул шама вакуум ушын алынған шамадан еки есе үлкне болды». Жүдә пукталық пенен өткерилген экспериментлерде узыкка ушы аратуғын Н-бөлекшелердиң (протонлардың) альфа бөлекшелериниң азот пенен соқлығысканда пайда болатуғынлығы алықланды. «Егер жағдай ҳақыйқытында да тап усындай болатуғын болса, онда биз тез ушыўшы альфа бөлекшелери менен соқлығысканда үлкен күшлердиң тәсиринде азоттың ыдырайтығынлығы хәм усының нәтийжесинде бөлинип шығатуғын водород атомының азоттың курамлық бөлими екенлиги ҳаққында жуўмақ шығарамыз» деп жазды Резерфорд.

Буннан бурынырақ альфа бөлекшелериниң азот хәм кислород атомлары менен соқлығысканда хәм бул атомлардың жүрип өтиў жолларын өлшегенде Резерфорд «оғада таң қаларлық фактке, ҳаўадағы азот атомларының еркин жүриў узынлығының кислород атомларының еркин жүриў узынлығындай екенлигине, ал есаплаўлар бойынша олар арасындағы айырманың 19% болатуғынлығына» дыққатын аўдарды. Егер азоттың тез ушатуғын атомларына хәм усының менен бирге водород ушып шығатуғын соқлығысыўларда бундай 19 процентлик айырманы еки система арасындағы энергияның тарқалыўының есабына жатқарыў керек. Резерфорд «Жеңил атомлардың көпшилигиниң атомлық салмағының  $4n$  ямаса  $4n + 3$  формуласы менен аңлатылатуғынлығы, ал тек жалғыз азот атомының салмағының  $4n + 2$  формуласы менен аңлатылатуғынлығын



атап өтиу қызықлы (тарқалы пүтин сан белгиленген). Радиоактивлик бойынша мағлыұмтатлар тийкарында азоттың ядросының хәр қайсысының массасы 4 ге тең үш гелий ядросынан хәм массасы 2 ге тең бир ямаса еки водород ядросынан туратуғын туратуғынлығы белгили. Егер Н-ядролар массасы 12 ге тең бас системаның жолдаслары болғанда, онда усындай байланысқан Н-ядролар менен жақыннан соқлығысыұлар сыны еркин ядролар менен жақыннан соқлығысыұлар санынан киши болып шығады. Себеби альфа бөлекше соқлығысқанда Н-ядро менен орайлық массаның комбинациялық майданына келип киреди. Бундай жағдайларда альфа бөлекше тек тосыннан Н-ядроға максималлық тезлик беретуғын аралыққа шекем жақынласыуы мүмкин (көп жағдайларда альфа бөлекше оған орайлық массадан бөлекленип кететуғындай муғдардағы энергияны бериуи мүмкин). Усындай көз-қарас азоттан алынған тез ушатуғын водородтың санының олардың еркин водородтағы санынан, соның менен бирге тез ушатуғын азоттың санынан киши екенлигин түсиндире алды. Тийкарғы нәтижелер еркин халда бөлинип шығатуғын Н-ядролардың тийкарғы массаның орайынан шама менен еки электронның диаметриндей ( $7 \cdot 10^{-13}$  см) кашықлықта туратуғынлығын көрсетти. Усындай киши кашықлықлардағы күшлер нызамын билмей турып Н-ядроның бөлинип шығыуы ушын зәрүрли болған энергияның шамасын хәм бөлинип шыққан Н-атомға берилетуғын тезликти бахалау қыйын» деп жазды.

Резерфордтың жоқарыда келтирилген пикирлери сол дәуирлерде (1919-жыллары) хукимлик еткен ядролар протонлар менен электронлардан турады, ал бөлекшелердің соқлығысыуы серпимли орайлық соққыға сәйкес келеди деген көз-қарасқа тийкарланған еди. Бул изертлеуди баянлауды жуумақлдый келип Резерфорд: «Егер радий-С тәрепинен шығарылған альфа бөлекшесиниң оғада үлкен энергиясын итибарға алтуғын болсақ, онда усындай альфа бөлекшесиниң жеңил атом менен соқлығысыуын ядроны қыйратыу ушын қолайлы курал болып табылады. Усындай жүдә жақын соқлығысыұларда пайда болатығын күшлер бизиң қолымызда бар болған усыллардың жәрдемінде алынатуғын күшлердің ишиндеги ең үлкени болса керек. Бул жерде орын алатуғын оғада үлкен күшлерди есапқа алатуғын болсақ, онда альфа бөлекшесиниң өзи өзиниң кураушыларына қыйрағанына қарағанда азот ядроларының ыдырайтуғынлығы таң қаларлық емес. Улыұма алғанда нәтижелер үлкен энергияға ийе альфа бөлекшелерин ямаса соған уқсас болған снарядлар алынған жағдайларда биз көплеген атомлардың ядролық курылысларын қыйратыуымыз итимал». Солай етип бул жумыста Резерфорқа биринши рет экспериментлерде атом ядросының жасалма түрдеги айланысын жүзеге келтириу сәти түсти (бул 1919-жылы орын алған еди). Биринши Жер жүзилик урыстың себебинен бир неше жылған кешиккен бул уллы илимий ашылыу атом әсириндеги оғыры үлкен жетискенлик болып табылады.

Альфа бөлекшелериниң затлар менен тәсирлесиуин буннан кейинги изертлеулер альфа бөлекшелери менен бомбалағандағы жасалма түрдеги айланыслардың азоттан басқа бор, фтор, натрий хәм алюминий ядроларында да жүретуғынлығын көрсетти. Қала берсе, бириншиден, алюминий тәрепинен шығарылған Н-бөлекшелердің еркин жүриу жолы азот тәрепинен шығарылған усындай бөлекшелердің еркин жүриу жолынан еки есе үлкен екенлиги, екншиден алюминийден альфа бөлекшелериниң барлық бағытларда бөлинип шығатуғынлығы анықланды. Бул жағдай Резерфордта Н-бөлекшесиниң алюминий ядросынан ушып шығыуы «атом ишиндеги партланыу сыпатында, усы партланыуда альфа бөлекшесиниң энергиясы детонатордың орнын ийелейтуғынлығы» хақкындағы жуумақ пайда етти. Соның менен бирге энергияның басым бөлеги ядродан алынады. Бирақ ядродан ушып шығыушы Н-бөлекшениң энергиясының ядроны бомбалаушы альфа-бөлекшениң энергиясына пропорционаллығы бул фактке қайшы келди.

Солай етип альфа бөлекшесиниң ядро менен соқлығысыу процесси әдеттеги классикалық көз-қараслар менен үйлеспейди екен. 1924-жылы Резерфордтың Чадвик пенен жетилистирилген әсбап-үскенелерде өткерген тәжирийбелеринде Ne, Mg, Si, S, Cl, Ag хәм К ядроларының ыдырауын бақлады. Бирақ ыдырау водород Н, гелий He, литий Li,

углерод С хәм кислород О ядроларында, соның менен бирге аўыр элементлер болған никель Ni, мыс Cu, цинк Zn, селен Se, криптон Kr, молибден Mo, палладий Pd, гүмис Ag, қалайы Sn, ксенон Xe, алтын Au хәм уран U ядроларында бақланбады.

Резерфордтың өткергениндей изертлеулер бир қанша өзгертилген халда Вена қаласындағы радийди изертлеу институтында С.Мейер, Г.Петтерсон, Г.Кирш хәм олардың қараўында ислеітуғын хызметкерлер тәрөпинен өткерилди. Олар алған нәтийжелер Резерфордтың топары алған нәтийжелер менен айырым жағдайларда сәйкес келмей қалды. Бирақ биргеликте өткерилген талқылаўлардың нәтийжесинде еки топардың да нәтийжелерин бир бирине сәйкес келтириўдиң сәти түсти.

### Альфа ыдыраўдың квант-механикалық теориясының дөрөтилиўи

Резерфорд тәрөпинен альфа бөлекшелериниң ядролар менен соқлығысыўына классикалық көз-қараслардың қолланылыўы қарама-қарсылықларға алып келди. Усындай қарама-қарсылықлар буннан бурын да орын алған еди. Мысалы 1911-1912 жыллары Гейгер хәм Нэттол тәрөпинен ашылған альфа ыдыраўдың турақлысы  $\lambda$  менен альфа ыдыраўдың энергиясын байланыстыратуғын нызамды классикалық физиканың көз-қараслары менен түсиндириў мүмкин емес еди.

Резерфордтың затлардағы тез ушатуғын альфа бөлекшелериниң шашыраўын изертлеу бойынша ислеген жумысларында киши қашықлықларда Кулон нызамының дәл орынланбайтуғынлығы хәм ядродағы күшлер хаққында хаққында мағлыўматлар алынды. Усының менен бир қатарда жүдә тез ушатуғын альфа бөлекшелери  $T_{\alpha C}^{(212Po)}$  менен уран атомларын бомбалағанда Кулон нызамының орынланбаў факти бақланбады (есаплаўлар бул экспериментлерде альфа бөлекшелериниң уран атомларының ядроларына  $3 \cdot 10^{-12}$  см ге шекем жақынласатығынлығын көрсетти). Бул факт альфа-бөлекшелери менен аўыр ядро арасындағы тартысыў күшиниң әдеўир киши қашықлықларда тәсир ете баслайтуғынлығын көрсетти.

Бул фактлерди талқылап Г.А.Гамов (1904-1968) 1931-жылы былай деп жазды: «Уранның ядролары өзинен  $6,6 \cdot 10^{-6}$  эрг энергияға ийе, яғный энергиясы  $T_{\alpha C}^{(212Po)}$  шығарған альфа бөлекшелериниң энергиясынан еки есе киши альфа бөлекшелерин шығарады. Сонлықтан егер альфа бөлекшеси өзиниң алдындағы бийиклигиниң шамасы альфа бөлекшесиниң толық энергиясынан да үлкен болған потенциал дийўал арқалы өтиўи керек болса, онда қандай жоллар менен олар ядродан шығып кете алады? Егер усы дийўал арқалы өтетуғындай энергиясы болмаса альфа бөлекшеси ядрода мәңги қалыаы керек. Классикалық физикада түсиндириў мүмкин емес бул парадокс квант механикасы көз-қарасларында жоғалады. Усындай дийўал арқалы өтиў фактиниң парадокслық екенлиги факти жаңа механикасынң толқынлық характери менен түсиндириледи хәм өзиниң аналогиясын жақтылықтың толқынлық теориясында табады». Гамов бул жерде толық ишки шағылысыў қубылысында бақланатуғын жағдайды нәзерде тутқан (көпшиликке мәлим болған еки орталықтың шегарасына толық ишки шағылысыў мүйешинен үлкен мүйеш пенен түскенде жақтылықтың бир бөлиминиң екінши орталыққа өтиў факти хаққында гәп етилмекте). «Тек усндай жоллар менен радиоактивли ядродан альфа бөлекшесиниң ушып шығыўын түсиндириў мүмкин», - деп жазды Г.А.Гамов өзиниң илимий мийнетлериниң биринде (Гамов Г. А. Структура атомного ядра хәм радиоактивность. М.- Л., 1932, с. 50.)

Герни хәм Кондон (Gurney R. W., Condon E.- Nature, 1928, 122, p. 439.), олардан фәрезсиз Г.А.Гамов (Gamow G.- Z. Phys., 1928, 51, S. 204; 1928, 52, S. 510; Nature, 1928, 122, p. 805.) 1928-жылы атом ядроларының квант-механикалық теориясын дөрөтти.

## Ядролық нурланыулардың спектрлері хәм бета ыдырау машқаласы

Жоқарыда гәп етилген дәуірдеги өткерилген жұмыстардың басым көпшилик бөлеги радиоактив затлар тәрәпинен шағарылатуғын альфа, бета хәм гамма нурларының энергиясының бөлистирилиулерин изертлеуге бағышланған еди.

Сол дәуірде өткерилген изертлеулер бир радиоактивли нурландырыушы (радиоактивли ядро) тәрәпинен шығарылған альфа бөлекшелериниң берилген нурландырыушы ушын бирдей еркин ушыу жолына хәм бирдей басланғыш тезликке ийе болатуғынлығы анықланды. Демек белгили бир ядродан энергиясы тек белгили бир мәниске ийе болатуғын альфа бөлекшелери ушып шығады деген сөз.

Гамма нурларының энергиясы тийкарынан усы нурлардың тәсиринен ушырылып шығарылатуғын бета нурларының энергиясын өлшеу жолы менен анықланады (яғный әдеттеги фотоэффект, гамма нурлары келип түскенде атомның ишки электронлық қабықларынан электронлар ушырылып шығарылыуы). Атом ишиндеги фотоэффекттиң салдарынан пайда болатуғын электронлар гамма нурларының спектрине сәйкес бирдей дискрет тезликлерге ийе болып шықты. Айырым затлар ушын бундай спектрлер оғада қурамалы. Эллис, Скиннер хәм Блэк усы мағлыұматлар тийкарында хәр қыйлы ядролардың гамма нурларының термлериниң схемасын дүзиуге тырысты. Ал ядродан шыққан дәслепки бета нурларының энергиялар бойынша бөлистирилиуин изертлеулер ядролардан шыққан электронлардың хәр қыйлы тезликлерге ийе болатуғынлығын көрсетти. Бул тезликлердиң шамасының нолден электронларды нурландыратуғын ядроның өзгешелигне байланыслы базы бир шекли тезликке шекем үзликсиз түрде өзгеретуғынлығы анықланды.  $RaE$  (бул  $^{210}_{83}Bi$  тың радиоактивли изотопы) сыяқлы затлар бета нурларын шығарғанда гамма нурлары нурланбайды. Бундай затлар шығарған бета нурлары да үзликсиз спектрге ийе болып шықты. Бул нәтийжелердиң барлығы да бета бөлекшелердиң спектриниң үзликсизлигиниң гамма нурларының пайда болыуы менен байланыслы емес екенлигин көрсетти.

Эллис ядродан электронлардың базы бир диапазондағы хәр қыйлы үзликсиз тезликлер менен ушып шығатуғынлығы хаққында болжауды усынды. Бул гипотезаға Л.Мейтнер (хаял адам) пүткиллей қарсы шықты. Ол альфа хәм гамма спектрлерди үйрениудиң нәтийжелери бойынша радиоактивли айланыстың хәр бир актиниң ядроның базы бир энергияның қаддинен екінши бир анық қаддиге өтиу менен байланыслы екенлигин дәлилледі. Бета ыдыраудың ерси болған қәсийетлерин түсиндириу мақсетинде еки түрли түсиндириу усынылды: Биринши түсиндириуде базы бир ядролық процесслерде энергияның сақланыу нызамы өзиниң мәнисин жоғалтады (нызам орынланбайды). Екинши түрли түсиндириуде ядро тәрәпинен бета бөлекшеси нурландырылғанда еле белгисиз жол менен энергияның нурланыуы орын алады.

Бул мәселени шешиуде Эллис хәм Вустер  $RaE$  ниң бета ыдырауында бөлинип шығатуғын жыллылықтың муғдарын экспериментте изертледі. Есаплағышлардың (счетчиклердиң) жәрдемінде өткерилген оның тәжирийбесинде ядроның хәр бир ыдырау актинде бир электронның шығарылатуғынлығы мәлим болды. Егер барлық бета бөлекшелер (электронлар) ядродан тек бирдей энергия менен ушып шығатуғын болса, бирақ ядродан шыққаннан кейин электронлар энергиясын басқа процесслер ушын жумсайтуғын болса, онда калориметр жәрдемінде хәр бир ыдырау акти ушын өлшенген энергияның муғдары бета бөлекшелериниң энергиясының жоқарғы шегарасына сәйкес келиуи керек. Егер экспериментлерде бақланған бета бөлекшелериниң энергиясы олардың ядродан шыққан моменттеги энергияға сәйкес келетуғын болса, онда калориметр жәрдемінде хәр бир ыдырау акти ушын өлшенген энергияның муғдары бета бөлекшелериниң энергиясының тәжирийбеден алынған орташа шегарасына сәйкес келиуи керек. Эллис хәм Вустер тәрәпинен өлшенген хәр бир ыдырау ушын энергияның мәниси 344 кэВ бета спектрдиң орташа энергиясына дәл сәйкес келди. Бета спектрдиң жоқарғы энергиясы 1 МэВ еди. Бул шама экспериментлер тәрәпинен пүткиллей бийкарланды.



Лиза Мейтнер бул экспериментлердің нәтижелерінің дурыслығына исенбеді. Сонлықтан ол жетиліскен аппаратура (арнаулы дифференциалдық калориметр) жәрдеминде өткерілген тәжірибелерді дәрхәл қайталады. Мейтнер менен Ортманның өлшеулері орташа жыллылық үшін 337 кэВ шамасын алды (яғный Эллис пенен Вустердің алған нәтижелерін қайтадан алды). Усының менен бирге Эллис тәрәпинен болжанған үзлексіз энергияға ийе гамма нурларының болмайтуғынлығын тастыйықлады. Усындай жоллар менен қатаң түрде тексерилип көрілген нәтижелерді түсіндириу үшін екі мүмкіншилик ұсынылды:

1) бета радиоактивлікке алып келетуғын тәсірлесіулерде энергия тек статистикалық жақтан сақланады;

2) энергияның сақланыуы ызамамы хәр бир ыдырау актинде қатаң түрде орынланады, бірақ электрон менен бирге электрлік жақтан нейтрал болған бөлекшелерден туратуғын үлкен сиңиушилик қәсийетине ийе нурланыу шығарылады.

Биринши мүмкіншилик Бор тәрәпинен, ал екінши мүмкіншилик Паули тәрәпинен ұсынылды. Бор бул жерде 1924-жылы Бор, Крамерс хәм Слэтер тәрәпинен ұсынылған болжауды қайталады.

1930-жылдың декабрінде нейтрон ашылмастан бұрын<sup>39</sup> Паули электрлік жақтан нейтраллық бөлекшениң бар екенлиги хәққындағы идеяны ұсынды. Ол бул бөлекшени Резерфорд сыяқлы «нейтрон» деп атады. Паули бойынша «бул бөлекше электр зарядына ийе емес, бірақ  $\frac{1}{2}$  ге тең спинге ийе, массаға ийе, оның массасы электронның массасы менен салыстырарлықтай, хәр қандай халда протонның массасының жүзден бир үлесинен үлкен емес». Паулидің бул батыл идеясының мәніси мынадан ибарат: бундай бөлекшениң бар болыуы N хәм  $Li^{26}$  ядролары үшін Бозе-Эйнштейн статистикасының орынланатуғынлығын түсіндириу үшін да және радиоактивли ядролардың бета спектриниң үзлексізлигин түсіндириу үшін да зәрүрли. В.Паули Тюбинген қаласындағы өткерілген сипозиумның қатнасыушылары үшін жазылған ашық хатында былай жазды: «Егер ядроның бета ыдырауында электрон менен бирге нейтрон да ушып шығатуғын болса, усы нейтрон менен электронның энергияларының қосындысы турақлы шама болып қалатуғын болса, онда бета спектрдің үзлексізлиги түсиникли болған болар еди». 1930-жылы декабрь айында В.Паули өзиниң идеясының дурыс екенлигине толық исенген болса да, бул жумысты баспада жәрияллауға асықпады.

1931-жылы июнь айында В.Паули бул идеяны Америка физикалық жәмийетиниң мәжилисінде аұызша баянлады. Сол жылы ол бул машқаланы Ферми менен талқылады. Ферми бул идеяны толық қоллап-қуұатлады. Паули тәрәпинен ойлап табылған, массасы электронның массасындай болған бул бөлекшени массасы протонның массасындай болған Резерфорд излеп атырған бөлекшеден айырып көрсетиу үшін «нейтрино» деп атауды ұсынды<sup>40</sup>. Нейтрон болса 1933-жылы октябрь айында Чадвик тәрәпинен ашылды, В.Паули өзиниң нейтрино хәққындағы гипотезасы хәққындағы мақаласын баспаға жиберди. Бул мақаласында Паули Бордың энергия менен импульстиң сақланыу ызамының бузылатуғынлығы хәққындағы альтернативлик гипотезасын үзил-кесил бийкарлады.

Бул мақалада Паулидің гипотезасы дәслепки гипотезадан бир қанша өзгеше баянланды. Ол енди нейтриноны атомның ядросының қурамына киреди деп тастыйықламады. Мақалада «бета бөлекшелериниң шығарылыуы усы ўақытларға шекем табылмаған затлар арқалы жүдә өткиш нейтрал бөлекшелер менен бирге әмелге асырылады» деп жазды Паули өз мақаласында (В.Паули. Рус тилиндеги шығармаларының жыйнағы. 393-бет). Бор менен дискуссиясы хәққында баянлау барысында ол «Бета ыдырау процессинде энергияның сақланыуы ызамының орынланатуғынлығын ол (Бор) тек 1936-жылы ғана мойынлады» деп жазды.

<sup>39</sup> Нейтрон 1932-жылы ашылды.

<sup>40</sup> Италия тилиндеги «neutrino», «нейтрино» деген сөз карақалпақша «кишкене нейтрон» деген мәністи аңғартады.

Усының менен бир қатарда Э.Ферми өзінің көпшилікке белгили болған бета ырыдарудың теориясын дөретті. Бул теория ядрода нейтронның протонға электронды хәм нейтриноны (массасы оғада киши, спини  $\frac{1}{2}$ қа тең хәм сонлықтан Ферми-Дирак статистикасына бағынатуғын массасы оғада киши хәм электрлик жактан нейтрал бөлекше) шығарыу тийкарында дөретилген. Бета ыдырау менен электр заряды менен зарядланған бөлекшениң жоқарырақ квант қаддинен төменирек квантлық қаддиге өтиўиндеги фотонның шығарылыуы арасында уқаслық бар. Фотон атомда жоқ, ал квантлық өтиўде пайда болады. Тап сол сыяқлы жеңил бөлекшелер болған электронлар менен нейтринолар нуклонның бир квантлық ҳалдан (бундай ҳалда ол нейтрон болып табылады) екінши квантлық ҳал болған протон ҳалына өткенде пайда болады. Бирақ бундай концепция сол ўақытлары ерси көринди хәм усының нәтийжесинде Ферми өзінің мақаласын «Nature» журналына жибергенде бул журналдың редакциясы «мақала бул журналға толық сәйкес келмейди» деген сылтаў менен мақаланы авторға қайтарған..

### Нейтронның ашылыуы

1920-жылы март айында Харкин хәм сол жылы сәл кейинирек Резерфорд тәрәпинен «нолинши элемент» тиң бар болыуының мүмкиншилиги болжанды. Бул болжаў бойынша «нолинши элемент» ноллик зарядқа ийе болыуы хәм Менделеев кестесинде водородтан бурын турыуы, соның менен бирге бул элемент протон менен электронның комбинациясынан, яғный бул комбинация  $10^{-12} - 10^{-13}$  см ге шекем қысылған водород атомынан турыуы керек. Глассон водород атмосферасындағы электр разрядында нолинши элементти табыуға умтылды. Себеби бундай орталықта жеткиликли муғдарда еркин протонлар да, электронлар да бар. Бирақ өткерилген тәжирийбелер унамлы нәтийжелерди бермеді, «нолинши элемент табылған жоқ.

1930-жылы немец физиклери Боте хәм Беккер альфа бөлекшелери менен жеңил элементлерди, әсиресе бериллийди бомбалағанда затлар арқалы үлкен өткишлик қәсийетке ийе нурланыуды тапты. Альфа бөлекшелериниң дереги ретинде шийше пластинкаға жабыстырылған полоний алынды. Деректиң алдына изертленетуғын дене орнатылды. Заттан қатты нурланыудың шығыуы Гейгер-Мюллер есаплағышының жәрдемінде регистрацияланды. Изертленип атырған заттан шыққан нурланыудың жутылыуын үйрениу ушын зат пенен есаплағыштың ортасына қалыңлығы бир неше см болған қорғасын қойылды. Бериллийди бомбалағанда есаплаулардың саны максималлық мәниске ийе болды, бирақ сезилерликтей нурланыу литий менен борды бомбалағанда да бақланды. Изертлеулер Бериллийден шыққан нурланыудың қалыңлығы 2 см лик қорғасын арқалы өткенде өзиниң интенсивлигин тек 13 процентке ғана жоғалтатуғынлығын көрсетти.

Сол тәжирийбелер өткерилгенге шекем гамма нурларының әдеўир қалыңлықтағы қорғасын арқалы өтетуғынлығы белгили еді. Сонлықтан өткерилген жумыстың авторлары да қалыңлығы 2 см болған қорғасын арқалы өтетуғын нурланыуды гамма нурланыу деп болжады. Болжанған гамма квантлары ушын энергияны дәл өлшеулер хәр бир квантқа сәйкес келиуши энергияның 7 МэВ ке тең екенлигин көрсетти. Усының салдарынан бериллийдиң ядролары тәрәпинен альфа нурлары услап қалынады, ал артық энергия гамма нурлары түринде шығады деп жуўмақ шығарылды.

Көп ўақыт өтпей Ирэн Кюри хәм Фредерик Жолио сол болжап айтылған гамма нурларының таң қаларлық қәсийетлериниң бар екенлигин тапты. Олар энергияның муғдары анықланған ионластырыушы камераға курамында водород бар парафин сыяқлы затларды киргизсе ионизацияның дерлик еки есе артатуғынлығын анықлады. Бул артыудың ионизациялық камерада үлкен кинетикалық энергияға ийе протонлардың пайда болыуы менен байланысly екенлиги мәлим болды. Усындай протонлардың ҳаўадағы еркин жүриу жолы 25 см. Бундай тез қозғалыушы протонлардың пайда болыуын И.Кюри

хәм Ф.Жолио изертленип атырған гамма нурларының водород ядроларындағы комптон-эффект пенен байланыслы деп есаплады. Гамма квантының протон менен тәсирлесіуі протонға квант энергиясын берилиуіне алып келеди. Солай етип тез қозғалыушы протонлар берилиу атомлары (атомы отдачи) сыпатында қаралды. Комптон эффектинің теориясының жәрдеминде протонлардың тезлигин билип бериллий тәрепинен шығарылатуғын гамма квантларының энергиясын анықлау мүмкин еди. Протонлардың еркин жүріу жолының ұзынлығы бойынша олардың тезлиги  $3 \cdot 10^9$  см/с, ал болжанып атырған гамма квантларының энергиясы 55 МэВ болып шықты. Бірақ бул нәтиже Вебстердің нәтижелеринен жоқары болып шықты хәм оны түсиндириудің мүмкиншилиги болмады.

И.Кюри хәм Ф.Жолиолардың бул таң қаларлық нәтижелери менен танысып Чадвик Кембридже буннан кейинги изертлеулерди дәрхәл баслап жиберди хәм олардың тәжірийбесин азот пенен аргонның атмосферасында өткерди. Бериллий тәрепинен шығарылатуғын нурланыудың тәсиринде азота да, аргонда да үлкен кинетикалық энергияға ийе бөлекшелер пайда болады екен. Азоттың тех қозғалатуғын атомларын да берилиу атомлары деп есапласақ, онда болжап айтылған гамма квантларының энергиясы 90 МэВ, ал аргон жағдайында гамма квантының энергиясы 150 МэВ болып шықты. Басқа сөз бенен айтқанда «бериллий» нурланыуын гамма квантлары деп есаплау айқын түрдеги қарама-қарсылыққа алып келди.

Бул гипотезаны бийкарлап Чадвик бериллий Be, литий Li хәм бор B тәрепинен оларды альфа нурлары менен бомбалағанда бөлиніп шығатуғын нурланыуды өлшемлери атом ядросының өлшемлеринде, массасы протонның массасына тең, бірақ электр зарядына ийе емес бөлекшелердің ағысы деген жуумаққа келди. Бул гипотеза бақланған факутлердің барлық жыйнағын бирден бир көз-карастан түсиндириуге мүмкиншилик берди. Бул бөлекшелерди Чадвик нейтронлар деп атады. Чадвиктің мақаласында келтирилген мағлыұматлар (Chadwick J. - Proc. Roy. Soc. London, 1932, A136, p. 692, қараңыз, рус тилиндеги аудармасы: УФН, 1932, 12, с. 557) ерли-зайыплы Жолио-Кюри тәрепинен толық түрде майда-шүйдесине шекем қалдырмастан тексерилип шығылды хәм тастыйықланды. Бул мына мақалада баянланған: Curie I., Joliot F.- J. phys. et rad., 1933, 4, p. 21, 278 (рус тилиндеги аудармасы: Жолио-Кюри Фр. хәм Ирэн. Избранные труды. М., 1957, с. 199).

Резерфордтың ең жақын хызметкерлеринен болған Чадвиктің нейтрон хаққындағы ойға келиуі тосыннан болған жоқ. Бул бөлекшени Кембридже излеу 1920-жыл Резерфорд тәрепинен усындай бөлекшениң бар екенлигинің мүмкиншилиги болжап айтылғаннан бери хеш тоқтаған жоқ. Нейтронның ашылуы менен атом ядролары протонларда хәм ядро ишиндеги электронлардан турады деген көз-қарас толық қыйратылды.

1930-жылдың өзінде В.А.Амбарцумян хәм Д.Д.Иваненко ядроның ишинде электронлар болмайды деген пикирди айтқан еди. Нейтронлардың ашылуы менен Д.Д.Иваненко «ядрода индивидулық бөлекшелер сыпатындағы электронлар пүткиллей жоқ хәм ядролар тек протонлар менен нейтронлардан турады» деген идеяны усынды. Бул идея кейинирек В.Гейзенберг тәрепинен қарап шығылды хәм хәзирги замандағы атом ядроларының қурылысы теориясының тийкарына кирди.

### **Космослық нурлар хәм позитронның ашылуы**

Космослық нурлар 1904-жылы ашылды хәм көп жыллар дауамында астрономлар менен геофизиклердің изертлеу предмети болды. Бірақ бул изертлеулер көп жылларға шекем физиклердің дыққатын өзине тарта алмады.

Космослық нурлардың ашылуы атмосфералық хауаның спонтан түрде ионласыуының себеплерин излеу менен байланыслы еди. Дәслеп бул нурларды Жер бети шығаратуғын радиоактив нурлар менен хауда радиоактивли газлердің бар екенлигинің

ақыбети деп саналды. Бірақ 1910-1914 жыллары бул кубылысты аэростатларда изертлеген бир қатар изертлеушілер атмосфераның спонтан ионизациясының бийикликке байланыслы өсетуғынлығын тапты. Солай етип жоқарыдан келетуғын хәм атмосфераның тәсиринде хәлсирейтуғын нурлар хаққындағы көз-қараслар қәлиплести. Соның менен бирге көпшилик изертлеушілер космослық нурларды гамма нурлары деп есаплады.

Биринши жер жүзлик урыстың барысында изертлеулер толық тоқтады хәм тек 1922-1925 жыллары ғана Р.Милликен хәм Г.Боуэн тәрәпинен қайта басланды. Бул изертлеушілер регистрациялаушы аппаратлар орнатылған 15,5 км бийикликке шекем көтерілетуғын шар-зондлардың жәрдемінде изертлеулер жүргизди. Буннан кейин изертлеулер тау көллериниң терең жерлеринде хәм басқа да хәр қыйлы шараятларда орынланды. Бундай изертлеулер космослық нурлардың интенсивлигиниң бийикликке ғәрезлигиниң графигин дүзиуге мүмкиншилик берди. Бул изертлеулер теңиз бетинен 28 км бийикликте интенсивликтиң өсиуиниң тоқтайтуғынлығын көрсетти. Графиктеги иймеклик усындай бийикликте максимум арқалы өтеди.

1929-жылға шекем бул изертлеулердиң барлығы да ионизациялық камераның жәрдемінде өткерилди хәм космос кеңислигинен Жерге жетип келиуши космослық нурларды қатты гамма нурлары, ал бул нурлар Жер атмосферасында бета нурларды пайда етеди есаплады. Бул көз-қарас радиоактивлик кубылыслары тийкарында айтылды.

Усы ўақытларға шекем дәслепки (биринши) хәм буннан кейинги екинши космослық нурлардың болатуғынлығы хаққында дурыс көз-қараслар қәлиплести. Биринши космослық нурлар космос кеңислигинен (космостан) келеди хәм олар Жер атмосферасы менен тәсир етисип екинши космослық нурларды пайда етеди. Бірақ сол нурлардың тәбияты хаққында анық мағлыұматлар жоқ еди. Бірақ усы жағдайларға қарамастан Милликэн хәм оның қарауында ислеитуғын хызметкерлер космослық нурлардың пайда болыуы хаққында әхмийетли гипотезаны усынды. Олар болжап айтылған гамма нурлар протонлардан хәр қыйлы элементлер синтезленгенде пайда болады деп болжады.

Д.В.Скобелъцын ең биринши болып космослық нурларды магнит майданына қойылған Вильсон камерасының жәрдемінде изертледі. Бул жумыс атмосфераның бақланатуғын ионизациясының гамма нурларының тәсиринде жүзеге келмейтуғынлығын, ал үлкен тезлик пенен космос кеңислигинен келетуғын электронлардың тәсиринде жүретуғынлығын анықлады. Бул электронлардың энергиясының шамасы  $2 \cdot 10^8$  эВ қа шекем жетуғынлығы да анықланды. Бул жумыстың нәтижелерин билген изертлеушілердиң исленген жумысларында да Скобелъцынниң нәтижелериниң дурыс екенлиги тастыйықланды. Буннан кейинги изертлеулер бул бета нурларының Жер атмосферасының жоқарғы қатламларында тийкарынан протонлардан туратуғын биринши космослық нурлардың тәсиринде пайда болатуғынлығын көрсетти. Усы дәуирде жоқарыда келтирилген бета нурларын Вильсон камерасының жәрдемінде интенсивли түрде изертлеулер басланды. 1932-жылы гүз айларында америкалы физик К.Д.Андерсон Скобелъцын усылына сәйкес магнит майданына жайластырылған Вильсон камерасының жәрдемінде түсирілген фотосүўретлерде тосыннан оң зарядқа ийе айырым электронларды тапты. Бул бөлекшелердиң треклери әдеттеги терис зарядлы электронлардың треклериндей еди, бірақ магнит майданы оларды қарама-қарсы тәрәпке қарай аўыстырды. Андерсон бул бөлекшелерди «позитронлар» деп атады. Шамасы, ол өзиниң нәтижелерине толық исенбеген болса керек хәм сонлықтан бул нәтижелерде физикалық журналда басып шығарыуға асықпады. Тез арада Англияда исленген Блэккет пенен Оккиалинидиң кишкене мақаласы жарық көрди хәм онда олар оң электронлар болған позитронлардың бар екенлиги анық көрсетти. Бул изертлеулеринде Вильсон камерасы менен Гейгер-Мюллер есаплағышын бириктирип пүткиллей жаңа эксперименталлық усулды қолланды. Бул усулдың тийкарында мынадай идея тур еди:

Вильсон камерасының қасында сәйкеслик схемасы (схема совпадений) бойынша ислеитуғын еки ямаса бир неше Гейгер-Миллер есаплағышы (счетчиги) орнатылды. Сәйкеслик схемасы бойынша жумыс ислеу деген сөз бул есаплағышлардың

барлығындағы разрядлардың ұақыты бір бири менен сәйкес келгенде ғана ислеиди дегенди аңлатады. Усы есаплағышлар арқалы өткен бөлекше камераның бақланатуғын бөлиминен де өтиўи керек. Солай етип камера усы камера хәм барлық есаплағышлар арқалы бир ямаса бир неше бөлекше өткен жағдайда ғана ислеиди. Басқа сөз бенен айтқанда бөлекше камера арқалы өткенде «өзин өзи фотосүўретке түсиреди». Бундай автоматластырылған усыл жүдә нәтийжели болып шықты. Камераның жумыс ислеўиниң 50 циклинде Андерсон тек ғана бир сүўрет алған болса, Блэккет пенен Оккиалиниге камера арқалы өтиўши бөлекшелердиң 80 процентиниң сүўретин түсириўге мүмкиншилик туўды. Бул усыл ядро физикасы эксперименти техникасының раўажланыўындағы қойылған үлкен қәдемлердиң бири еди.

Позитронның ашылыўы терис энергияға ийе электронлық халлардың физикалық мәниси мәселесине дыққатты жоқарылатты. Бундай жағдайдың бар екенлиги Дирак тәрепинен келтирилип шығарылған электронлар ушын релятивистлик толқын теңдемесинен келип шығады.

Ленинград қаласында 1933-жылы болып өткен Пүткисоюзлық ядролық конференцияда Дирак былай деди: «жақында өткерилген позитронлар (оң зарядланған электронлар) менен өткерилген тәжирийбелерди терис кинетикалық энергияға ийе электронлық халлар хәкқындағы мениң ески теориямның эксперименталлық тастыйықланыўы деп айтыўға болады. Бул теория позитронлардың бар екенлигин болжап айтты». Буннан кейин Дирак «позитронды терис энергияға ийе халдағы электрон деп караўға болама ма? Бирақ тәжирийбелер позитронның қәлеген басқа бөлекше сыяқлы оң мәнисли кинетикалық энергияға да ийе болатуғынлығын көрсетти. Сонлықтан бундай көз-қарасты пүткиллей дыққаттан алып таслаў хәм позитронның барлық қәсийетлери келип шығатуғын басқа көз-қарасты табыў керек.

Бундай етип талқылаў буннан бир неше жыл бурын ислеген жумысымда берилген еди (*Dirac P. A. M.* - *Pioc. Roy. Soc. London*, 1930, A126, p. 360; *Ann. Inst. H. Poincare*, 1930, p. 391). Мейли биз билетуғын дүньяда терис энергиялы барлық электронлық халлар электронлар тәрепинен ийеленген болсын. Энергияның терис қәддинде отырған бул электронлардың жыйнағы өзиниң бир теклилизине байланыслы бизиң сезиў органларымыз хәм өлшеўши әсбаплар тәрепинен қабыл етиле алмайды хәм тек электронлар тәрепинен ийеленбеген терис энергияға ийе қәддилер бир теклиликтин бузылыўы сыпатында олардың қатарына кирмейди хәм сонлықтан оларды биз оң энергиялы электронлардың халлары сыпатында бақлаймыз. Терис энергиялы ийеленбеген хал, яғный терис энергиялы электронлардың тарқалыўындағы «тесик» биз тәрепинен оң энергияға ийе бөлекше сыпатында қабыл етиледиди; себеби терис кинетикалық энергияның жоқлығы оң кинетикалық энергияның бар екенлиги менен тең күшке ийе хәм минус минус плюсти бередиди. Сыртқы электромагнит майданындағы «тесик» тиң қозғалысы әдеттеги оң энергиялы электрон жағдайындағыдай әдеттеги толқын функциясы менен тәриплиениўи мүмкин. Сонлықтан бундай «тесик» ти позитрон менен теңлестириў ақылға муўапық келеди (*Дирак П. А. М.* Теория позитрона. «Атомное ядро» китабында. Москва-Ленинград. 1934, 133-134).

1932-1933 жыллары хәр қыйлы изертлеўлердеги позитронның қалдырған излерин үлкен пәт пенен излеўлер басланды хәм ондай излер хәкыйқатында да табылды. Қатты гамма нурлары аўыр элементлердиң ядролары менен тәсирлескенде позитронлардың пайда болатуғынлығы анықланды. Бул жағдайларда электрон-позитрон жубы пайда болады екен. Бул ұақытлары физиклердиң көпшилиги бундай экспериментлерде «энергияның» (гамма квант) материяға (электрон-позитрон) айланыўы орын алады деп есаплады. Сонлықтан бундай процесс «материалласыў» деп аталды. Бул әлбетте надурис трактовка еди. Хәкыйқатында материаллық гамма фотонлардың материаллық электрон хәм позитронға айланыўы орын алады. Тап сол сыяқлы электрон менен позитронның еки гамма фотонға айланысы табылды. Бул процессти «аннигиляция» деп атайды.

Жуплардың пайда болуының ашылуы менен бирге позитронның альфа бөлекшелер менен нейтронлардың ядролар менен тәсірлескенінде де пайда болатуғынлығы анықланды. Солай етип жүдә қысқа уақытлар ишінде табиғатта электронлар менен бир қатарда антиэлектронлардың да (позитронлардың да) бар екенлігі анықланды.

### **Жасалма түрде тезлетілген зарядларданған бөлекшелердің атом ядросына тәсири**

Базы бир жеңі атом ядроларының альфа бөлекшелер менен тәсірлескендегі жасалма түрдегі айланыстарының жуымағын шығарып 1919-жылы Резерфорд «Егер экспериментте энергиясы буннан да жоқары альфа бөлекшелери ямаса соған ұқсас болған снарядлар алына қойған жағдайда биз көплеген жеңіл элементлердің ядролық қурылысын қыйратқан болар едик» деп жазды (*Rutherford E. - Philos. Mag., 1919, 36, p. 581* Қараңыз рус тилиндегі аудармасы: *Резерфорд Э. Строение атома хәм искусственное превращение элементов. М. 1972, с. 291*)).

1920-жыллары тезлетілген зарядланған бөлекшелерді алуың эксперименталлық ұсыларын ізлеу басланды. 1922-жылы СССР физиги Л.В.Мысовскийдің идеясы менен хәм оның басшылығында тесла-трансформаторды ионларды тезлетиу ұшын хәрекетлер исленди. Бирақ бул жұмыс техникалық характердегі үлкен қыйыншылықларға дуушакерлесті хәм сонлықтан көп узамай тоқтатылды.

1927-жылдан 1929-жылға шекем немис физиклери А.Браш хәм Ф.Ланге ионларды тезлетиу ұшын таулы жерлерде гүлдирмама уақытында пайда болатуғын табиғий жоқары потенциалларды пайдаланыу ұшын хәрекетлер иследи. Бул тырысулар да жоқары кернеулер дерегинің турақлы емес хәм оны ретлеуге (азыйтыуға хәм көбейтиуге) болмайтуғын болғанлықтан көп узамай тоқтады. Бирақ ұсы жұмыстың барысында жүдә жоқары импульслик кернеуге төтепкі бере алатуғын трубканы конструкциялауға мүмкиншилик берди. Бундай трубканың жәрдемінде кейинирек энергиясы 900 кэВ болған протонлар алынды.

1924-жылы Изинг бөлекшелерді көп қайтара тезлетиудің резонанслық ұсылын тапты. 1930-жылы Берклиде Э.О.Лоуренстің басшылығындағы бир топар физиклер еки варианттағы (сызықлы хәм магнитлик циркулярлық) резонанслық тезлеткишлерді ислеп шығу менен шуғыллана баслады. 1931-жылдың өзінде магнитлик резонанслық циркулярлық тезлеткиште (кейинирек бундай тезлеткишти циклотрон деп атай баслады) амплитудасы 980 вольтлик жоқары жийиликті кернеудің жәрдемінде энергиясы 80 кэВ болған водородтың бир зарядлы молекулалық ионлары алына баслады. 1932-жылдың басында Лоуренстің лабораториясы циклотронға ийе болды. Бул циклотронда протонлар 1,22 МэВ энергияға ийе болғанға шекем тезлетилди. Бул циклотронның электромагнитти 28 см лик полюске ийе еди. Усы дәуірде электромагнитти 74 тонна, ал оның полюси 1,14 м болған циклотронды монтажлау жұмыстары басланды.

Усының менен бир қатарда 1931-жылы Америкалы физик Ван де Грааф жоқары вольтли электростатикалық генераторды ислеп шықты. 1932-жылы жаз айлары биринши ұсы типтегі үлкен генератордың жәрдемінде 1 МэВ болған турақлы кернеуде ислейтуғын вакуум трубка иске түсірилди. Бул трубкада орнатылған сфералық электродтың диаметри 2 м еди.

Бирақ ұсы қуатлы дүзилістерде тез қозғалатуғын бөлекшелерді алу бойынша өткерілген экспериментлерден бурын Резерфордтың лабораториясында Кокрофт хәм Уолтон тәрәпинен салыстырмалы әпиуайы конструкцияға ийе турақлы жоқары кернеуде (кенетронлы туурылағыш жәрдемінде) ислейтуғын дүзилис иске түсірилди. Бул дүзилистің жәрдемінде ~2 мкА тоқта энергиясы 300 кэВ болған протонлар алынды. Бул протонлар менен ядроларды бомбалау бойынша экспериментлер басланды. 1932-жылы болса олар протонлардың энергиясын 700 кэВ ке шекем жеткерди. Бул дүзилистің жәрдемінде оғада белгили болған нәтиже алынды: бул дүзилісте жасалма түрде

тезлетілген протонлардың тәсирінде өтетұғын ядролық реакция,  ${}^7_3\text{Li}^{70}$  тың мына схема бойынша бөлеклерге бөлинуі бақланды:



Буннан кейін Кокрофттың хәм Уолтонның бор, фтор хәм алюминийдің ядроларын бөлекшелерге (жоңқаларға) бөлиуі бойынша экспериментлери басланды.

Бирақ тезлетиуіш дүзиліслердің тийкарғы типі Лоуренстің циклотроны болып қалды. Бул циклотрон зарядланған бөлекшелердің энергияларын әдеир үлкейтиуге мүмкиншилик берди. Сол жыллары қурылған ең үлкен циклотронлар диаметри шама менен 1,5 метр хәм салмағы 200 тонна болған полюслерге ие еди. 1941-жылы Лоуренс тәрәпинен циклотронды қуруу ойлап табылғанда, онда энергиясы 100 МэВ ке шекем болған дейтронларды алыу мүмкин еди. Бул циклотрон ушын зәрүрлі болған параметрлер мынадай болып шықты: полюсиниң диаметри 4,7 м, улыұмалық салмағы 4000 т, керек электр энергиясы 2900 кВт. Солай етип циклотронларды қолланыу ядролық изертлеулер ушын оғада көп мағдардағы ақша қаржыларының талап етилетуғынлығын көрсетти.

### Нейтронлардың атом ядроларына тәсири хәм уранның бөлинуі

Альфа бөлекшелер менен бомабалағанда бериллийден нейтронлардың бөлинип шығауы физиклерге ядроларға нейтронлар менен жасалма түрде тәсир етиудің мүмкиншилигін жаратып берди. Нейтронның зарядының жоқлығы олардың қалеген, соның ишінде ауыр ядроларға кире алыу мүмкиншилигиниң бар екенлигін көрсетти. Бирақ зарядтың жоқлығы тәжірийбе өткеріушіге қалеген шамаға шекем тезлетілген нейтронларды алыуға мүмкиншилик бермеді. Усы жағдайға қарамастан нейтронлардың қурамында водород бар затлардан протонларды жулып алыуы бойынша исленген тәжірийбелер қалеген шамаға шекем әстеленген нейтронларды алыудың мүмкин екенлигін көрсетти. Солай етип экспериментаторлардың қолында массасы протонның массасына тең, атом ядроларына жеңіл кирип бара алатуғын, тезликлери шама менен 10 МэВ энергияға сәйкес келиуіш тезликтен нолге шекемги тезликлерге ие бөлекшелер болды.

Нейтронлар ашылғаннан кейін дәрхәл усындай изертлеулер кең масштабларда өткериле баслады. Биз төменде 1934-1935 жыллары Э.Ферми хәм оның хызметкерлери менен нейтронлардың ауыр элементлердің ядролары менен тәсирлесіуін үйрениу бойынша өткерілген тәжірийбелерін қарап өтеміз.

Бул изертлеушілер тәрәпинен нейтронлардың гүмис, родий хәм басқа да элементлердің ядролары менен тәсирлесіуін үйрениу бойынша өткерілген тәжірийбелери егер алдын-ала парафин ямаса суу қатламы менен өткерилип әстелетілген жағдайларда нейтронлардың бета активликти жоқарылататуғынлығын көрсетти. Усының менен бирге әстелетілген нейтронлар менен нурландырылған ядролардың бир қаншаларының сол элементлердің радиоактивли қәсийетке ие изотопларының пайда болатуғынлығы, гейпара жағдайларда келеси элементлердің пайда болатуғынлығы анықланды. Мысалы  ${}^{12}_{12}\text{Mg}$  ядролары  ${}^{27}_{27}\text{Al}$  ге, ал  ${}^{31}_{15}\text{P}$   ${}^{32}_{16}\text{S}$  ке айланатуғынлығы мәлим болды.

Әсте қозғалыушы нейтронлар<sup>41</sup> менен уранды нурландырғанда Ферми хәм оның хызметкерлери ярым ыдырау уақытлары 10 с, 40 с, 13 мин хәм 100 мин болған бир неше радиоактивли затлардың пайда болатуғынлығын тапты. Ярым ыдырау уақыты 13 хәм 100 минут болған затлардың химиялық қәсийетлерін үйрениу сол элементлердің биреуиниң атомлық номери 82 менен 92 ниң арасындағы элементтиң болыуының мүмкин емес екенлигін көрсетти. Жеңилірек элементтерди изертлеулердің барысында алынған

<sup>41</sup> «Медленные нейтроны» сөзлери «әсте қозғалыушы нейтронлар» деп аударылған.



мағлыұматларға сүйенген халда олар бул жағдайда атомлық номери 92 ден үлкен болған изотоп пайда болды (яғный трансурани элементи пайда болды) деген жуұмаққа келди.

Буннан кейинирек толық изертлеу О.Ган (1879-1968) хәм Л.Мейтнер тәрәпинен орынланды. Олар трансурани элементлериниң бар екенлигин тастыйықлады хәм «13 минутлық заттың» эка-рений болыуының ( $Z = 93$ ), ал «100 минутлық заттың» эка-осмий ( $Z = 94$ ) болыуының мүмкин екенлигин көрсетти. Изертлеулерди дауам етип, олар жаңа ярым ыдырау дәуірлерине ие затлардың пайда болатуғынлығын көрсетти. Олардың бир қаншалары тез ушатуғын нейтронлар менен нурландырыудың нәтийжесинде, ал гейпаралары әсте ушатуғын нейтронлар менен нурландырыулардың жәрдемінде, ал гейпаралары еки түрли нейтронлар менен нурландырыудың нәтийжесинде алынды.

1938-жылы Л.Мейтнер, Г.Штрассман хәм О.Ган уранды нейтронлар менен бомбалағанда араласпадан барий менен бирге төрт бета радиоактивли элементтиң отыратуғынын хабарлады. Олар бул төрт элементти эка-рений, эка-осмий, эка-иридий хәм эка-платина ( $Z = 93, 94, 95, 96$ ) менен теңлестирди. Барий радийдиң гомологы болғанлықтан олар алынған затларды актиний менен радийдиң изотоплары деп болжады. Бирақ радийдиң пайда болыуы ушын (атомлық номери 88) урана-92 де еки рет альфа ыдыраудың орын алыуы керек. Бирақ өзиниң схемасы менен көбирек қызыққан авторлар буған әхмийет бермеди. Тап усы ўақытлары И.Кюри хәм П.Савич нурландырылған ураннан алынған жасалма радиоэлементлердиң бирин муқиятлы түрде химиялық анализ жасағанда оның актинийдиң изотопы емес екенлигин анықлады (ал Мейтнер, Штрассман хәм Ган актинийдиң изотопы деп есаплаған еди). Бул элемент лантанның ( $Z = 57$ ) қәсийетине ие еди. Бирақ бул нәтийже де итибарға алынбады хәм жумыстың авторлары тәрәпинен раўажландырылмады.

Бирақ Ган хәм Штрассман өзлериниң изертлеулерин қайтадан баслады хәм ақыр-аяғында таң қаларлық нәтийжеге келди: олар тәрәпинен ашылған барлық радиоактивли изотопларды барийдан айырыуға болмайды, ал торийдиң изотопы болған радиоторийден айрылады екен (бул 1939-жылы жүз берди).

Ядроның ири сынықларға бөлину процесси көп жыллардан бери ядролық процесслер менен шуғылланатуғын физиклердиң көпшилиги ушын күтилмеген ўақия болды. Сол ўақытлары физиклер арасында ядроны альфа бөлекшелерден және артықмаш нуклонлардан желимленген қатты дене деп қарау әдетке айланған еди. Сырттан ушып келген бөлекшениң ядро менен соқлығысыуын ядродан альфа бөлекшени ямаса нуклонды ушырып шығаратуғын процесс сыпатында қаралды. Резерфорд ең бастан баслап усындай пикирде болды хәм бундай көз-қарас экспериментте алынған нәтийжелерге қарама-қарсы келмеди.

Тек 1936-жылы Н.Бор усындай көз-қарастың дурыс емес екенлигине итибар берди хәм бомбалаушы бөлекше менен ядро арасындағы тәсирлесиюди есапқа алыу зәрүрлигин көрсетти. Ол ядроға ушып бөлекшениң ядро менен бирликте курамалы ядроны пайда ететуғынлығын атап көрсетти. Бундай жағдайда ушып келиушы бөлекше өзиниң кинетикалық энергиясын ядроның бөлекшелерине береді. Усы энергияның ядродан ушып шығатуғын бөлекшеде жыйналыуы ушын базы бир ўақыттың өтиуи керек болады.

Уранның бөлинуи ашылыудан бир қатар изертлеушилер бөлинудиң бир неше нейтронлардың шығарылыуы менен жүретуғынлығын тапты. Бул нейтронлар уранның ядросына түсип жаңа бөлину процессин жүзеге келтире алатуғын болып шықты. Усыннан биринши рет ядролық шынжырлы реакцияның алыныяының мүмкиншилиги хаққындағы идея қәлиплести. Ядролық партланыу реакциясының алынуы ушын айқын шараятларды анықлауға бағдарланған теориялық жумыслар дәрхәл пайда болды. Ең әхмийетлирек нәтийже Я.Б.Зельдовичтиң хәм Ю.Б.Харитонның жумысында алынды: «Уранның шынжырлы түрде партланыуына шараят туудырыу ушын нейтронларды әстелетиу ушын аўыр водород ямаса аўыр суў яки тутыудың жеткилики дәрежеде киши кесе-кесимин тәмийинлейтуғын басқа қандай да бир зат керек... Басқа мүмкиншилик



уранды 235 изотоп пенен байытыу арқалы пайда етиледі. Уранның бөлиніуінің ашылыуы ядролық физика дәуірінің басланыуы болып табылады.

### Ядро ишіндегі күшлер машқалалары хәм мезонлардың ашылыуы

Ядроның электрон-протонлық қурылысы көз-қарасы бойынша протонлар менен электронлар ядрода бир бири менен электростатикалық тартылыс күшлери тәсиринде уласып турады деген пикир де қолланыуға болмайтуғын болып шықты. Хәр қыйлы ядролардың массаларының пүтин санға жақын келиуі қурамалы ядролар тек альфа бөлекшелеринен турады деген болжауға алып келді. Массалық саны  $4n$  нен ( $n$  арқалы пүтин сан белгиленген) өзгеше ядроларда артық 1, 2 хәм 3 протон ямаса бир артық электрон бар деп есаплады. Бирақ  $4n$  типине кириуши ядролардың оң зарядланған альфа бөлекшелери арасында қандай да бир айрықша тартылыс күш болғанда ғана орнықты ядроны пайда етеді. Қала берсе бундай күшлердің шамасы электростатикалық ийтерилис күшлеринің тәсиринен үлкен болыуы хәм тек жүдә киши қашықтықларда тәсир етиуі керек.

Солай етип протонлар менен электронлар арасындағы электростатикалық тартылыс күши атом ядроларының орнықтылығының себеплерин түсіндире алмады. Хәқыйкатында гелий ядроларындағы альфа бөлекшелеринің шашырауын изертлеу барысында ядролық тартылыс күшлеринің бар екенлиги анықланды (*Rutherford E., Chadwick J.* - Proc. Phys. Soc., 1924, 36, p. 417). Бул тартылыс күшлеринің тәбияты көп ўақытларға шекем түсиниксиз болып қалды. Бул мәселени 1931-жылы Гамов қарап шығып, ол биринши болып ядроны қашықтыққа байланыссы тез кемейетуғын күшлер менен байланысқан бирдей бөлекшелердің жыйнағы сыпатында қарап, оны атомдағы электронлары системасынан пүткиллей басқаша екенлигине дыққат аударды. «Бундай жыйнақтың халы суйықтықтың кишкене тамшысына жүдә ұқсас, - деп жазды Гамов, - бул тамшының ишіндегі тәсир етиуши күшлер дерлик теңлеседи, ал тамшының бети жанында бөлекшелердің тамшыдан шығып кетиуине қарсылық жасайтуғын (бет керими сыяқты) үлкен күшлер пайда болады ... Бундай моделдің көлеми шама менен ондағы бөлекшелердің санына пропорционал болады, ал ядроның радиусы атомлық салмақтың кублық түбирине байланыссы өзгереді» (*Гамов Г. А. Строение атомного ядра хәм радиоактивность. М.- Л., 1932, с. 28.*). Бул зор жуўмақ тәжірийбелерде тастыйықланды. Усындай етип кейинирек жүдә жемисли болған ядроның тамшылық модели пайда болды.

1932-жылы ядроның протонлар хәм нейтронлардан туратуғынлығы белгили болғаннан кейин бул бөлекшелер арасындағы тәсир ететуғын ядролық күшлердің тәбиятының әхмийети пүткиллей күшейди. Бул мәселе дәслепп классикалық физикадағы электростатика шеклеринде қаралды. Электростатикалық күшлер жағдайындағы «электр зарядлары» сыяқты ядролық күшлерге «ядролық заряд» ойлап табылды. Усындай күшлер еки зарядланған бөлекше ушын жазылған

$$U = -g^2 \frac{e^{\alpha r}}{r}$$

формуласынан келип шыққан халда жазылыуы мүмкин (протонлар ямаса нейтронлар ушын да). Бул аңлатпадағы  $g$  менен  $\alpha$  базы бир константалар.  $g$  константасы зарядтың бирлигине ийе, қала берсе ядролық зарядты тек бир белгиге ийе болады хәм сонлықтан барлық зарядлар ушын тартылыс күши орын алады деп есаплады.  $1/\alpha$  шамасы ядролық күшлердің тәсир етиу радиусын тәрипплейди (тәжірийбелерден бул күшлердің тәсир етиу аралығы  $10^{-13}$  см екенлиги белгили).

Э.Ферми бета ыдырау теориясын дөреткеннен кейин И.Е.Тамм 1934-жылы ядролық күшлердің санлық теориясын раўажландырды. Бул теорияны раўажландыру барысында ол аўыр бөлекшелер (протон хәм нейтрон) бир бири менен тәсирлескенде бир бири менен жеңил вируаллық бөлекшелер (электронлар хәм нейтрино) менен алмасады деп есаплады

(бундай идеяны Д.Д.Иваненко да болжаған еді). Бул жууық моделде былай болжау басшылыққа алынды: протон өзинен позитрон хәм нейтрино шығарып нейтронға айланады, ал нейтрон болса бул жеңил бөлекшелерди жутып протонға айланады. Усындай электр заряды менен алмасыудың нәтийжесинде протон хәм нейтрон бир бири менен тәсир етиседи (тартысады). Бундай тәсирлесиу квант электродинамикасындағы еки электронның бир бири менен виртуаллық фотон менен алмасыу аркалы тәсир етискениндей көриниске ийе. Электромагнитлик жағдайда фотонлар менен алмасыудың орнына толқынлық көз-қараслардан келип шығуы мүмкин. Бундай көз-қарас бойынша электрон өз дөгерегинде басқа электронға тәсир етиуши майдан пайда етеди. Ядролық күшлер жағдайында болса нейтрон өзиниң дөгерегинде электронлық-нейтринолық майдан пайда етип, бул майдан протонға тәсир етеди.

Бирақ бул теория дурыс нәтийжелерди бермеди. Электронлық-нейтринолық гипотезаға тийкарланған күшти есаплау тәжирийбелерде бақланып жүрген күшлерден  $10^{10}$ - $10^{12}$  есе киши болып шықты.

Бирақ қалай деген менен ядро ишиндеги күшлерди «ядро майданының квантлары» аркалы жүзеге келетуғын тәсирлесиудың виртуаллық күшлери ҳаққындағы идея принципінде дурыс болып көринди. Япония физиги Х.Юкава мәселени шешуи мақсетинде 1935-жылы нуклонлар арасындағы тәсирлесиуди еле белгисиз болған ядро майданының гипотезалық квантлары аркалы әмелге асады деп болжады. Бул бөлекшелердиң тәбиятын дыққаттан сыртта қалдырып ол сол бөлекшелердиң массасы  $m_0$  менен ядролық күшлердиң тәсир етиуиниң радиусы  $a$  арасындағы санлық қатнасты тапты. Бул қатнастың түри жүдә әпиуайы болып шықты:

$$m_0 = \hbar / 2\pi sa$$

$a \cong 10^{-13}$  см екенлигин бул формулаға қойып Юкава  $m_0 = (200 - 300)m_e$  екенлигин тапты (бул жерде  $m_e$  аркалы электронның массасы белгиленген). Басқа сөз бенен айтқанда гипотезалық Юкава бөлекшесиниң массасы электронның массасынан 200-300 есе үлкен екен. Усындай бөлекшениң тәбиятта бар екенлиги еле белгисиз еді. Юкаваның ядролық күшлер теориясында гәп жууық түрдеги схема ҳаққында гәп етилди хәм сонлықтан усындай ауыр электронның тәбиятта бар екенлиги ҳаққында анық айтыу алдыға мақсет етип қойылмады. Бирақ Юкаваның жумысы баспада жарық көргеннен еки жыл өткеннен кейин Америка физиклери Андерсон хәм Неддермейер космос нурларында массасы шама менен  $207m_e$  болған бөлекшени тапты (бул шама электронның массасы менен протонның массасының орталарында жайласқан, сонлықтан олар «мезон» лар ямаса «мезотрон» лар деп атала басады).

Кейинирек  $\mu$ -мезонлар ямаса мюонлар деп аталған бул бөлекшелердиң физикалық қәсийетлерин үйрениу бул бөлекшелердиң Юкава болжап айтқан бөлекшелерге усамайтуғынлығын көрсетти. Олар нуклонлар менен күшли тәсирлеспеди хәм сонлықтан ядролық күшлер ушын жууапкер бөлекшелер бола алмады.

Арадан 12 жыл өткеннен кейин 1947-жылы Англиялы физиклер Латтес хәм Оккиалини космос нурларында массасы 273 электронның массасына тең мезонлардың және бир типин тапты. Бул бөлекшелерди  $\pi$ -мезонлар ямаса пионлар деп атайды. Бул бөлекшелерди атом ядролары күшли жутады екен. 1948-жылы  $\pi$ -мезонлар Беркли қаласындағы фазотронда хәр қыйлы ядроларды 400 МэВ энергияға шекем тезлетилген альфа бөлекшелери менен бомбалаудың нәтийжесинде жасалма түрде алынды. Солай етип Юкава теориясында болжап айтылған бөлекшелер тәбиятта ҳақыйқатында да бар екен. Х.Юкава тәрәпинен мезонлық ядролық күшлердиң ашылыуы илимий интуицияның жетискенликлери тарийхында уллы орынды ийелейди.

## **Ўзбекистанда физик таълимотлар ҳам физикалық изертлеулердин қәлиплесиўи, физикалық орайлар ҳам олардың раўажланыўы**

1. Ўзбекистанда физика илиминде орны алған ҳалатлар.
2. Ўзбекистан Илимлер Академиясының шөлкемлестирилиўи. Физикалық илим изертлеулердин бағдары ҳам раўажланыўы.
3. Физикалық изертлеу орайларының Ўзбекистанда шөлкемлестирилиўи.

1. 1929-1930 жыллары Украина физика-техника институты, 1931-жылы «Урал физика техника институты», «Сибир физика-техника институты», Горький физика-техника институтлары, кейинирек СССР қурамындағы республикаларда, соның ишинде Ўзбекистанда да мәмлекетлик университетлери 1920-жылы Самарқанд мәмлекетлик университети ҳам Ташкент мәмлекетлик университети шөлкемлестирилди. Кейинирек областларда да педагогикалық институтлар, илимий изертлеу институтлари шөлкемлестирилди. Улыўма илимди раўажландырыў, миллий кадрлар таярлаў ҳам жаңа илимий изертлеу жумысларын жолға қойыў ушын:

- 1) Мектеплерде таълим-тәрбияслерин алып бориў ушын Ўзбекистан таълим ҳам билимлендириў ислери министрлиги;
- 2) Жоқары ҳам орта арнаўлы билим министрлиги;
- 3) Ўзбекистан Илимлер академиясы шөлкемлестирилди.

Хәзирги күнлери республикада 60 тан аслам жоқары оқыў орынлары бар болып, хәр бир жоқары оқыў орнында физика бойынша қәнигелер таярлаў (бакалавриат ҳам магистратура) шөлкемлестирилген. Бул оқыў орынларында 3000 ға жақын илим докторлары менен илим кандидатлары таълим-тәрбия ҳам илим-изертлеу жумысларын алып бармақта.

2. Илимий изертлеу жумысларын басқариў ушын Ўзбекистан Илимлер академиясы шөлкемлестирилген. Бул академия қасында Астрономия институты, физика-техника институты, жыллылық физикасы, автоматика ҳам энергетика, электроника, кибернетика, ядро физикасы ҳам механика илимий изертлеу институтлары шөлкемлестирилген. Бул илимий изертлеу институтларына физиканың хәр қыйлы тараўлары бойынша (механикадан ядро физикасына шекем ҳам кибернетикалық машиналар проблемалары бойынша) илимий ислер алып барылады.

Ядро институтында хәзир хәр қыйлы изотоплар таярлаў ҳам оларды халық хожалығында пайдаланыў бағдарында, жүдә төмен температураларда затлардың физикалық қәсийетлерин аныклаў ҳам тезлеткишлерден пайдаланып үлкен энергиялы бөлекшелер пайда етип элементлер изотопларын пайда етиў жумыслары алып барылмақта.

Қуяш нурланыўы энергиясынан пайдаланыў бағдары бойынша Физика-техника институтыда Қуяш ошағы жәрдеминде жоқары температураларға шыдамлы затлардың физикалық ҳам химиялық қәсийетлерин үйрениў бойынша илимий ислер алып барылмақта. Бундай Қуяш ошағы хәзир еки мәмлекетте, Франция ҳам Ўзбекистанда қурылған. Қуяш ошағының тийкарғы бөлимин параболоид формасындағы концентраторлардың фокал тегислигинде жайласқан орын пайда етеди. Бул орында изертленилетуғын зат жайластырылғанда температура бир неше мыңлаған градусларға шекем көтеріледи. Қуяш үйлери, Қуяш ыссыханалары ҳам Қуяш нуры жәрдеминде ислейтуғын дүзилеслер менен, Қуяш энергиясын электр энергиясына айландырыў, Қуяш нуры тәсиринде аўыл хожалығы өнімлериниң сапасын ҳам өнімдарлығын жоқарылатыў ҳам басқа да усыған жақын бағдарлар бойынша илимий изертлеу жумыслары алып барылмақта.

Қатты денелер физикасы, ярым өтказғышлер физикасы, оптоэлектроника бағдарлары бойынша, илимпаз Е.И.Адирович ислеп, люминесцент кристаллардағы зоналар теориясы, қатты денелердеги нурланыўсыз жүретуғын электронлық өтиўлер, «салкын партланыў »

қубылысы бойынша илимий ислерди алып барди хэм физика-техника инстутының бир бөлиmine басшылық қылды.

Жоқары энергия хэм космослық нурлар физикасы бағдарлары бойынша С.А.Азимов илимий ислер алып барды. Космослық нурлардың жумсақ қураўшысы да электронлық-ядролық қубылысларды жүзеге келтиреді. Протон хэм ионлардың өз-ара тәсирин хэм өз-ара байланысларын анықлайтуғын параметрлердің дәллігін жоқарылатыўға қатнасты. Космослық нурлардың  $2 \cdot 10^{11}$  дан  $2 \cdot 10^{12}$  эВ энергиялы ядролар менен өз-ара тәсирин үйренип, байланыс ызыамларын анықлады.

Электронлар физикасы, қатты денелер бетинің электроникасы, ядро хэм радиациялық физика хэм гелиотехника тараўларында әхмийетли илимий ислерди У.Арифов орынлады. Металлар бетиндеги стационар емес процессларди үйренип, беттеги ионизация коэффициентин, адсорбция хэм десорбция коэффициентлерин анықлаў усылын дөретти. Терис зарядланған ионлардың бүркілетуғын беттен шығыўын жоқарылатыў жолларын басқарыў усылларын дөретти. Беттің қасийетлерин белгили бағытта өзгертиў процессин зарядланған бөлекшелер менен жоқарылатыў мүмкинлигин көрсетти. Диаметри 3 м болған Қуяш ошағы соғылды.

Оптика хэм молекуляр физика тараўында А.К.Атоходжаев жедел түрде илимий ислер алып барды. Суйықлықлар анизотропиясын, релаксация ўақытын анықлаўдың спектроскопиялық усылын тапты хэм бул усылды суйықлық пенен еритпелерде молекулалардың жыллылық қозғалысларын үйрениў ушын қолланды. Суйықлық молекулаларының айланбалы қозғалысының жылжыўы молекулалардың тек өлшемлерине емес, ал олардың формасыны да ғәрезли болатуғынлығын анықлады. Молекулалардың трансляциялық секириўлери менен молекулалар қозғалысының бағдарлары арасындағы қатнасты да анықлады.

Физикалық электроника, радиациялық физика, қатты денелердің радиациялық физикасы, дозиметрия тараўларында илимий ислер С.В.Стародубцев басшылығында алып барылды. Адсорбциялық қубылысларда екиншилик электрон хэм ион эмиссиялары қубылысларын үйрениўде пайдаланылатуғын модуллестириў хэм екиншилик модуллестириў усылын дөретти. Оның басшылығында Өзбекстанда биринши рет нейтрон генераторы проекти ислеп шығылды, иске түсирилди хэм тексеріўлерден өтті. Ядролардың электр майданы тәсиринде гамма нурлардың резонанслы шашыраўын анықлады. Ядроларда электромагнитлик өтиўлер итималлықларының санлық мәнислери кестесин үлкен дәлликлерде дүзди. Үлкен поляризация дәрежесине ийе болған поляризацияланған нейтронларды пайда етті. Радиациялық өзгерислерди жоқары дәлликтеги изертлеў усылын тапты. Ядро хэм радиациялық физикасы бағдарында ислеитуғын мектепти шөлкемлестирди.

Атом физикасы хэм Қуяш нурланыўы энергиясынан халық хожалығында пайдаланиў тараўында Г.Е.Умаров үлкен илимий ислер алып барды. Оның басшылығында Қуяш концентраторлары, Қуяш ошағы, төмен температуралы Қуяш дүзилеслери (Қуяш батареялары, фокуслаўшылары, аккумуляторлары, ыссылық бериўди дүзилеслери, салқынлатқышлары, двигателлери хэм басқалар) тараўлары бойынша илимий мектеп шөлкемлестирилди. Бул усынылған проектлердің айырымлары хәзир ислеп тур. Аўыл хожалық өсимликлеринің туқымларына хәр қыйлы Қуяш нурлары тәсир еттирилгенде олардағы физикалық қасийетлердің өзгериси хэм бул өзгерислерди өсимликлардың раўажланыўына тәсири бағдарында үлкен масштабтағы тәжирийбелар өткизилди хэм тийисли жуўмақлар шығарылды.

Аўыл хожалық өнимлерин қайта ислеўдің жаңа технологиясы, пахта хэм басқа да техникалық өнимлерди қайта ислеўдің жаңа технологиясын ислеп шығыўдың физикалық таманларының илимий тийкарланыўы ең әхмийетли мәселе болып табылады. Усы тараўда да физик илимпазлар республикадағы аўыл хожалық инстутларында арнаўлы реже тийкарында илимий ислер алып бармақта.

Физиклер алдында өсимликлерен дәри-дармақлар таярланғанда бул өсимликлердин физикалық қасиетлериниң қандай өзгерислерге ушырайтуғынлығын үйрениў де әҳмийетли талаптардың бири болып есапланады. Бул тараўда физиклар, химиклер хәм биофизиклердин өз-ара бирге ислесиўи талап етиледи. Соның ушын бәрше илимий ислер бир орайда емас, ал хәр қыйлы орынларда, областларда шөлкемлестириледи. Районларда болса локаллық илимий орайлар шөлкемлестириў дәўир талаптарының бири болып табылады.

### **«Физика тарийхы» пәни бойынша семинар сабақлары ушын зәўрли болған оқыў материаллары**

#### **I семинар. Әйемги грек цивилизациясы хәм илими**

Әйемги дүнья (бул дүньяда илимлер тараўларға бөлинбеген еди) илимлери кул ийелеўшилиқ жәмийетинде раўажланып, өзине тән мәдениятқа ийе болды. Бул дәўир эрамыздан бурын 3 мыңыншы жылдан эрамыздың бесинши әсирине шекем даўам етти. Илимниң раўажланыўы Нил дәрйясы әтирапында, Тигр хәм Евфрат (Ассирия хәм Вавилонияда), кейинирек Инда хәм Ганга (Ҳиндистан), Хуанхе, Янцзи шегараларида тарқалып, буннан кейин Жер орта теңизи мәмлекетлерине (Италия, Греция) хәм Рим империясы шегаралары ишинде де тарқалды. Илимниң бул тарқалыўы Африка хәм Азия, Ҳиндистан хәм Қытайке шекем даўам етти.

Илим хәм техника әйемги Шығыс мәмлекетлеринде пайда болып, кейинги раўажланыўға үлкен тәсир етти. Бул тәсир әйемги дүнья дәўириниң орайы Александрия қаласындағы эллинстик дәўирине шекем даўам етти. Усы этаптардан баслап кул ийелеўшилиқ жәмийетинде физиканың тарийхы да басланады.

Илимниң раўажланыўына салмақлы үлес қосқан илимпаз Аристотель болып табылады. (бизиң эрамыздан бурынғы 384-322 жыллар) Бул илимпазды Шығыс мәмлекетлеринде Арасту деп атайды. Аристотельдың устазы идеалист Платон (бизиң эрамыздан бурынғы 427-347 жыллар) «хакыйқый зат (болмыс) – идея болып табылады, затлар болса идеялардың адам мийиндеги сәўлеси» деп есаплады. Платон тәлиматы идеяға (пикирлеўге) тийкарланған, пикирлеў болса адамлар ишки организмниң – адам мийи хызметиниң нәтийжеси. Демек, хакыйқый болмыс, хакыйқатлық адам санасының жемиси, егер сана болмаса хакыйқатлық та жоқ депдеп логикалық пикирлеў мүмкин. Платон тәлиматы әмелий логикаға тийкарланған критикаға дурыс жуўап бере алмайды.

Аристотелдин жумыслары Демокрит хәм Платоннан кейин да даўам етилди. Усы дәўирде Греция мәмлекети хәм мәдениятының ең жоқары шоққыларына жетискен ўақытлары еди. Усы дәўирден баслап Греция мәдениятының жеделлик менен басқа еллерге тарқалыўы әмелге асты. Бул тарқалыў ең даслеп эллинлер дәўиринде, яғный жақын Шығыс, орта Шығыс хәм арқа Африка мәмлекетлеринде айқын сезилди. Басқаша сөзлер менен айтканда Греция мәденияты ең даслеп жақын хәм орта Шығыс мәмлекетлери - эллинистик мәмлекетлерге үлкен тезликлер менен менен тарқалды. Буған себеп Александр Македонскийдың (Шығысда Искандар Зулқарнайн деп айтады) әскерий жүрислериндеги жеңислеринен кейин пайда болған эллинистлик мәмлекетлердин Грецияға ғәрезли болып қалғанлығының нәтийжеси болып табылады. Александр Македонскийдин устазы Аристотель, философия мектебин раўажландырыў ушын Македонскийден турақлы түрде экономикалық жәрдем алып туратуғын еди. Усы дәўирден баслап Александрлық ямаса эллинистлик мәденият зародышлары жайыла басланды.

Аристотель төмендегидей әҳмийетли ислерди орынлады:

- өзинен алдыңғы данышпалардың орынлаған жумыслары улыұмаластырды хәм жуұмақлады, ҳақыйқый илимий энциклопедияны дөретти. Соның ушын Аристотелди биринши энциклопедист илимпаз деп атайды.

- данышпанлар жумысларын илимий жақтан анализлеп (таллап) логика илимин дөретти. Усы еки мийнетинен кейин Аристотелдиң абырайы кескин түрде өсти хәм оның тәлиматы бир неше әсир даўаида энциклопедияқ ўазыйпасын орынлады. Аристотелдиң идеяларын төмендеги тәртипте көрсетиў мүмкин:

а) Атомистлер хәм ионийлар идеяларын қабыл қылмады хәм тәбиятта болатугын барлық өзгерислерди бир бирине қарама-карсы болған төрт сапаның өз-ара гүресиниң нәтийжесинде әмелге асады деп есаплады. Бул сапалар жыллылық хәм қурғақлық, жыллылық хәм ығаллық, салқынлық хәм ығаллық, салқынлық хәм қурғақлық кўринислеринде болыўы мүмкин. Бул сапаларға төрт элемент: жалын, ҳаўа, суў хәм топырақ сәйкес келеди. Аристотелдиң пикирлеўинше ең дәслепки сапаларды өзгертип элементларди бузиў хәм өзгартиў мүмкин (яғный, элементларге айландырыў мүмкин). Дүньяда өзгермейтуғын хәм бир түрден екнши түрге айланбайтуғын абсолют затлар жоқ. Аристотель металлларды металл емеслерге хәм металл емеслерди металлларға айландырыў мүмкин (яғный тәсир етиа араластырыў жолы менен хәр қандай элементти пайда етиў мүмкин деген идеяны усынды). Бул идея алхимиклер ушын теориялық тийкар болып хызмет етти. Хәзирги күнлерге шекем айырым алхимиклер араластырыў хәм хәр кыйлы жоллар менен қайта ислеў жолы менен сап алтын ямаса платина дөретиў мәселеси үстинде басларын катырмақта (биз химиялық усыл менен алтын алыўдың мүмкин емес екенлигин атап өтемиз, себеби алтын пайда етиў ушын элемент ядросындағы нуклонлар санын өзгертиў лазым. Бундай өзгерислерди жүзеге келтириўдиң химиялық жоллар менен жүриўиниң мүмкин емес екенлигин алхимиклер елеге шекем түсиндейди).

б) қозғалыс - бул улыұмалық өзгерис деп, оны Аристотель төмендегидей түрлерге бөлди:

- 1) пайда болыў хәм жоғалыў,
- 2) сапалық өзгерислер,
- 3) муғдарыды өзгертиў (көбейиў менен кемейиў);
- 4) жылжыў (көшиў).

в) Ыақыт ҳақыйқый процесслер менен байланысқан. Аристотель ўақытты процесстин даўам етиўин билдиретуғын өлшем деп есаплады. Усындай көз-қарасларға ийе болған Аристотель узақ ўақытлар даўамында жүргизилген астрономиялық бақлаўлар нәтийжелерин улыұмаластыра алды хәм оның аты менен аталатуғын дүньяның системасын геоорайлық ислеп шықты..

г) Дүнья элементлери менен аспан дүньясын айырады. Аристотелдиң тәлиматы бойынша жердеги элементлердиң барлығы да аспан дүньясы хәм бесинши элемент болған квантессенциядан пайда болған. Квантессенция айрықша күшке ийе болып, ол өзгермейди хәм жаратыўшы орнын ийелейди.

д) Жер хәм аспан дүньясын таллап Аристотель жасалма түрде соғылған аспан денелериниң болыўы мүмкин емес деген жуўмаққа келди.

е) Қозғалыстың ең идеал болған формасы тегис айланбалы қозғалыс болып, бундей идеал қозғалыс тек аспан денелерине тән. Бул идеал қозғалыс басланғыш двигатель тәсиринде пайда етилген. Дүньядағы бар қозғалысларды (ҳақыйқый бар қозғалысларды) еки топарға ажыратыў мүмкин: тәбийий хәм мәжбүрий. Тәбийий қозғалыс тәбийий басланғыш тәсирлер астында жүзеге келеди. Мәселен, аўырлық хәм жеңилликтинң басланыўы. Аўырлық (салмақ) денелердиң дүньяның орайына калай умтылыўы, жеңиллик болса жалынның орайдан кашыўға умтылыўы. Басқа қозғалыслардың бәршеси де мәжбүрий қозғалыслар катарына киреди.

ж) Денелер өз өзинен қозғалысқа келе алмайды. Аристотель денени қозғалтыў ушын ийтериў ямаса басқаша тәсир етиў керек деп есаплады. Бундай пикирлеў инерция ызыамының биринши бөлиmine сәйкес келеди. Бирақ Аристотель қозғалысты даўам

еттириу үшін да күш талап етіледі деп есептеледі. Бұндай жуу мақты төмендегі мысалда түсінуге мүмкін: Жер бетінде қозғалып баратырған денеге күштің тәсірі етіуі тоқтатылса дене тоқтайды. Бірақ оқ жай менен атылған оқ оқ жайдың тәсірі жоғалғаннан кейін де қозғалысын дауам етеді. Бұндай жағдайдан шығу үшін Аристотель «Тәбиғат бослықтан қорқады» деген идея тийкарында оқ жай атылғанда оқтың орны бос болып қалады, бұл бослыққа хауа киреди, ал бұл хауа оқты қозғалыуға мәжбүрлейді, бұл мәжбүрлеудің тәсірі азайғанда оқтың ушыуы тоқтайды деп болжады (хауасыз орында да оқ жайдың оғы қозғалады ғо, бұндай жағдайда «түрткі» беріуші болып не хызмет атқарады? деген сорауға Аристотель жууап бере алмады).

к) Жерге қарай еркин түсіуші денелердің тезленіуі менен қозғалатуғынлығын сезган Аристотель «Денелердің түсіуі тезлігі олардың салмағына пропорционал» деген жуу маққа келді. Демек Аристотель бойынша салмағы үлкен болған дене үлкен тезлік пенен, ал массасы киші болған дене киші тезлік пенен Жер бетіне келип түседі. Бұл надурис логикалық жуу мақ болып табылады. Аристотель дәуірінде тәжірийбелер өткерілмейтуғын, ал жуу мақлар ойлаудың нәтижелері бойынша шығарылатуғын еді. Бірақ Аристотельдің жокары абырайына байланыссы жокарыда айтылған қәте жуу мақ Галилео галилей замканына шекем сақланып келді хәм хуқим сүрді. Бірақ сонда да денелердің еркин түсіуі хаққындағы таллауларды Аристотелдің бириншілер катарында өткеріуі тарийхый әхмийетке ийе үлкен илимий мийнет болып табылады.

м) «Физика» атлы китапты биринші болып Аристотель жазды. Бұл китаптың өзі алты китаптан турады хәм Аристотелдің тәбиғатқа байланыссы болған философиялық көз-карасларын баянлайды. Жокарыда атап өтилгеніндей Аристотелдің «Физика» китабы (1056 бет) рус тилинде 1999-жылы Харьков қаласында басылып шықты. Хазирги уақытлары Internet тармағынан бийпул жазып алыу мүмкін.

Соны атап өтиу лазым, көплеген авторлар Аристотельді физика илиминің ең биринші атасы деп есептейді. Бірақ бұл пикир хақыйқатлыққа сәйкес келмейді. Себеби оның тәжірийбелердің нәтижелеріне тийкарланбаған, ал логикалық таллау тийкарында жазылған «Физика» мийнети хақыйқатында тәбиғаттаныу хаққындағы китап емес, ал философиялық трактат болып табылып, оның философиялық пикирлерінің белгилі бир системасын қамтыйды. Усы жағдайға қарамастан Аристотельдің бұл мийнетінің аты физикалық илимнің атына айланды. Бұл китапты оқыу оғада қыйын. Себеби бұл китаптың ең басланғыш тийкарын биз билмеймиз, китапты оқыу барысында Аристотельдің баянлап атырған жағдайының қайдан алынғанлығы түсиниклі түсиниклі емес болып қалады. Бірақ Аристотель хәм оның оқыушылары үшін бұл жағдайлар толық түсиниклі болған болыуы керек.

Китаптағы Аристотелдің иынадай пикирлері дыққатты өзине тартады: тәбиғат хаққындағы илим тәбиғаттың «биринші себептерін», оның «ең дәслепкі басламасын» хәм «элементтерін» изертлеуі керек. Бұл сөзлерді хазирги тилде айтсақ тәбиғат хаққындағы илим (физика) тийкарғы ызыамлықтарды (дәслепкі себептер), тәбиғаттың принциптерін (ең дәслепкі басламалар) хәм оның «элементтерін» («элементар бөлекшелерді») изертлеуі керек. Солай етип физика фундаменталлық ызыамларға хәм тийкарғы элементтер көз-карасларына тийкарланған тәбиғаттың улыумалық теориясы болып табылады. Хазирги уақытлардағы теоретик-физиклер Аристотелдің бұл пикирлерін мақулайды.

Қалай деген менен Аристотелдің «Физика» китабында физика илими баян етилген жоқ, онда бир де физикалық формула жоқ. Бұл китап тәбиғат хәм тәбиғат кубылыстары хаққындағы философиялық трактат болып табылады. Физика бойынша биринші илимий мийнет сыпатында И.Ньютонның 1678-жылы жарық көрген «Натурал философияның математикалық басламалары китабын көрсетиу мүмкін.

## II семинар. Аристотелден кейинги эллинлер дәуіріндегі физика илиминин раўажланыуы

Аристотелдің «Физика» мийнетін тәбият хақында жазылған өзине тән философиялық мийнет сыпатында қарау мүмкін. Бул кітапта көп санды улыұмалық пикирлер топланған хәм тәбияттың мәніси хақындағы айырым түсиниклер әшкаралық көз-караста талланған.

Аристотелдің ұстазы, белгили философ Платон (бизің эрамыздан бурынғы 427-347 жыллар) «хақыйқый болмыс ямаса хақыйқатлық идеялардың жыйындысы, затлар болса идеялардың адам мийіндегі сәўлеси» - деп үйретти. Бундай физика тәбият кубылыстарын идеяға байланыстырып, хақыйқатлықты инсанның ишки қәсийетлери менен байланыстырды еди. Тарқалмаған әйемги илимлер дифференциялана басланды, яғный улыұмалық философия ямаса физика илимлеринен астрономия, механика, математика хәм медицина бөлимлери ажыралып шығып, олар өз алдына илимлерге айланды. Философия хәм басқа илимлерге Аристотель тәлиматының тәсири жүдә кушли еди. Диний хәм мифологиялық тәлиматлардың тәсири хәмме тараўда айқын сезилип турды. Илим хәммеге бирдей болып қалмастан, тек айырым қатламтағы адамлар ушын, яғный «жәмийеттегі халы» жоқары адамлар ушын несип етилген еди. Жаңа илимнің орайы Афинадан енди Александрияға өтті. Александрия академиясы шөлкемлестирилди, бунда тарийхый музей, жүдә бай кітапхана (бул кітапханада пүткил дүньядағы әдебиятлар бар еди) хәм жұмыс ислеу ушын жақсы шараятлар жаратылған еди. Бунда астрономиялық бақлаулар, айырым есаплау жұмыстары хәм илимий тәжірийбелар алып барылды. Академия жұмысын бай адамлар, Птолемейдің әуладлары хәм әскер басшы Александр Македонскийдің жақын-жууықлары ақша менен тәмийенледі. Усы дәуірде бул академияда математика хәм айрықша геометрияға талап жүдә жоқарылады, геометрия жерди өлшеу илиминен логикалық жақтан айрықша шырайлы илимге айланды.

2. Александриялик белгили илимпаз Евклид (бизің эрамыздан бурынғы III әсир) жұмысларынан кейін геометрия анық илим сыпатында балгили болды. Евклид «Оптика» хәм «Катоптрика» атамалары менен жазылған кітаптарында оптикани тийкарлады. Оптикада жақтылық хақындағы тәлиматтың перспективалары хақында, катоптрикада жақтылықтың шағылысуы нызамын ашқанлығын баянлайды:

а) Жақтылық нурлары көзден шығады, денеге барып түседі хәм шағылысып, кейін қарай қайтады. Шағылысқан нурлар арқалы биз денелерди көремиз деп есаплады. Бул пикирлеулерди, яғный көзден жақтылық нурының шығатуғынлығы хақындағы идеяны Пифагор тәрепдарлары хәм Платон да қабыл қылды.

б) Дөңес хәм ойық линзаларда нурлардың сынуы хәм бир нокатта жыйналыуын (фокусланыуын) сызуы усылында көрсетіуге тырысты.

в) Евклид жақтылықтың сынуы кубылысын суу менен толтырылған кубтың түбинде жайласқан дене мысалында көрсете алды. Куб түбинде жайласқан (куб ишида суу бар хәм суу түбинде қалқа жайласқан) халқаны адамның көзи көрмейди, себеби кубтың дийуаллары нурдың келип түсиуине тосқынлық қылады. Егер көздің қарау бағытын өзгертпестен кубтың ишин суу менен толтырса қалқа көрине баслайды.

Александриялық Герон (бизің эрамыздан бурынғы 120-жыллар) жақтылық кубылыстарын үйреніп, жақтылық нуры шағылысуы нызамына мууапық қозғалып кери бағытта қайтканда сондай жолды жүреді, бул жол бойынша жүриу уақыты ең киши болады деп көрсетти. Клеомед (бизің эрамыздан бурынғы 50-жыллар) жақтылық нурының тығызлығы кем болған орталықтан тығызлығы үлкенірек болған орталыққа өткенде түсиу нокаты арқалы жүргизилген нормалға таман ауысатуғынлығын, ал нур кери бағыттағы жолды жүргенде нормалдан узақласатуғынлығын көрсетти. Тап усы кубылыстың Қуяш батканда нур атмосферадан өткенде де бақланатуғынлығын да, усыған байланыссы барлық орынларда бирден қараңғы түспейтуғынлығын атап көрсетти.



Бизің эрамызға шекем дәл илимге айланған астрономияның Европадағы рауажланыуы астроном-математик Клавдий Птоломейдің (бизің эрамыздың 90-168 жыллары) жумысларында ең жоқары дәрежеге жетті (Бул параграфтағы жыллар бизің эрамызға тийисли. Бизің эрамыздан бурынғы жыллар атап өтиледі). Оның 13 кітаптан туратуғын «Астрономия бойынша математикалық трактаты» атлы мийнети адамзат мәдениеті тарихының ең ұллы естеликлерінің биі болып табылады. Дәслеп бул кітап автордың жазыуы бойынша «Мегале синтаксис» деп аталады. Ҳәзирги уақыттағы бул кітаптың аты «Альмагест» араб астрономларының тәсірінде пайда болған. Типографиялық усыл менен бул мийнет биринши рет латын тилинде араб тилинен аударма ретінде қайтадан басылды. Немец тилинде «Альмагест» Лейпцигте 1912 хәм 1963 -жыллары басылды.

«Альмагест» рус тилине де аударылды хәм 1998-жылы жарық көрді (Москва. «Наука» баспасы. 1998-жыл. 672 бет). Бул аударма интернет тармағында еркин тарқатылмақта.

«Альмагест» тің автордың өмірбаяны хақында мағлұматлар жүдә кем. Тек ғана оның Египетте туылғанлығы, 127-141 жыллары Александрияда бақлаулар жүргізгени хәм шама менен 168-жылы қайтыс болғаны белгили. Сонлықтан көпшилик авторлар К.Птоломейди Александриялы илимпаз деп те атайды.

«Альмагест» те автор өзінің Рим императорлары Адрианның (117-138) хәм Антонин Пийдің (138-161) басқару дәуірлеріне бақлаулар жүргізгенлігін жазады. Олардан ең дәслепкілері 127-жыл 26-март күні, ал ең кейінгиси 141-жылы 2-февраль күні өткерилген. «Альмагесттен кейін де К.Птоломей бир неше кітаптар, соның ишінде «География» хәм «Оптика» мийнеттерін жазған (бул кітаптарды жазу үшін оған кемінде 20 жыл керек болды). Бул мағлыұматтар Птоломейдің Рим императоры Марк Аврелий (161-180) дәуірінде де тиі болғанлығын көрсетеді. Александриялы философ Олимпиодордың (бизің эрамыздың VI әсірі) қалдырған мағлыұматтары бойынша Птоломей Ниль дәрйясының батыс тәрәпинде жайласқан Каноп қаласында (хәзирги уақытлардағы Абукир қаласы) 40 жыл астроном болып іслеген. Бул мағлыұматқа Птоломейдің «Альмагест» кітабына киргизилген барлық бақлаулар Александрия қаласында қаласында жүргізді деген мағлыұматтар қайшы келеді. Птоломей атының өзі оның египетте келип шыққанлығынан дерек береді, ол шамасы Египеттегі эллинисттик мәдениетті қоллайтуғын греклерге киретуғын болса керек. Ал «Клавдий» латын аты онда Рим пукаралығы болды деп болжау айтыуға тиікар береді. Әйіемги дәуірлерден хәм орта әсірлерден қалған тарихый деректерде Птоломейдің өмірі хақында көп санлы мағлыұматтар бар. Бірақ олардың дурыслығын тастыйықлауға да, бийкарлауға да болмайды.

Птоломейдің әтирапындағы илимий адамлар хақында да анық бир нәрсені айтыу мүмкин емес. «Альмагест» хәм оның және де бир қатар шығармалары («География» хәм «Гармоника» шығармаларынан басқасы) қандай да бир Сирге бағышланған. Бул ат биз қарап атырған дәуірдегі элленлик Египет үшін тән нәрсе. Си хақында басқа хеш қандай мағлыұматтар жоқ. Оның астрономия менен шуғылланғанлығы хақында да хеш қандай мағлыұмат сақланбаған. Соның менен бирге Птоломей өзінің кітабында қандай да бмр Теон тәрәпинен 127-132 жыллары алынған астрономиялық мағлыұматтарды пайдаланған. Бірақ сол Теон хақында да исенимлі мағлыұматтар сақланбаған. «Альмагест» ти жазу үшін Птоломейге көп сандағы жәрдемшілердің керек болғанлығын атап өтиүиміз керек. Себеби бул кітаптағы астрономиялық кестелерді есаплап шығу үшін оғада үлкен көлемдегі есаплау жумысларының іслениуі талап етиледі. Птоломейдің дәуірінде Александрия қаласы еле ірі илим орайы болып турды. Бул қалада көп санлы илимий кітапханалар бар еді. Шамасы Птоломей кітапхана хызметкерлері менен тығыз байланыста болған хәм сол хызметкерлер оған зәрур болған қол жазбаларды алып келип беріп турған.

Айіемги грек астрономлары (Египет хәм Вавилон астрономлары да) аспан денелерінің қозғалыстарының тең өлшеулі емес екенлігін аңғарған (мысалы олар

сыртқы планеталар болған Марс, Юпитер хәм Сатурнның гейпара ўақытлары кери бағытта да қозғалатуғынлығын бақлаған). Усыған байланысly Птолемейге шекемги астрономиядағы әхмийетли кәдем эксорайлар менен эпицикллардың ойлап табылыўы болып табылады. Эксорайлар менен эпицикллардың жәрдемінде астрономлар тең өлшеўли хәм шеңбер тәризли қозғалыслар тийкарында неликлен аспан денелериниң қозғалысының тең өлеўли емес екенлигин, ал гейде кери бағыттағы қозғалыстың бақланатуғынлығын түсиндире алды. Бул исте бизиң эрамыздан бурынға II асирде жасаған Гиппарх әдеўир үлкен жетискенликлерге еристи. Ол эксорайлар хәм эпицикллар модели тийкарында Қуяштың хәм Айдың қозғалыс теорияларын дәретти. Бул теориялардың жәрдемінде қәлеген ўақыт моментиндеги Қуяш пенен Айдың координаталарын есаплаў мүмкиншилиги пайда болды. Бмрақ Гиппархқа усындай теорияларды планеталар ушын дүзе алмады. Себеби планеталар ушын бақлаў мағлыўматлары жеткиликсиз еди.

Биз усы жерде Гиппархқа астрономиядағы оғада уллы жетискенликлердиң тийисли екенлигин атап өтемиз. Олар мыналар: прецессияның ашылыўы, жулдызлар каталогының дәретилиўи, Айдың паралаксын өлшеў, Қуяш пенен Ай арасындағы қашықлықты анықлаў, Ай тутылыўдың теориясын ислеп шығыў, астрономиялық әсбапларды конструкциялаў (мысалы армилляр трубаны), усы күнлерге шекем әхмийетин жоғалтпаған көп санлы бақлаўларды өткерий хәм басқалар.

Птолемейдиң мийнети дәслеп «13 китаптан туратуғын математикалық шығарма» деп аталды. Әйемги дәўирдиң ең ақырғы дәўирлери бул китапты «Уллы шығарма» ямаса «Ең уллы» деп атай баслады (себеби сол дәўирлери әйемги астрономия бойынша «Киши топлам» бар еди хәм сол топламға салыстырғанда «Альмагест» ҳақыйқатында да «Уллы» ямаса «Ең уллы» еди). IX әсирде «Математикалық шығарманы» араб тилине аўдарғанда «Ең уллы» грек сөзи «ал-меджисти» түринде аўдарылған. Буннан шығарманың латын сөзлерине ұқсас «Альмагест» аты пайда болған.

Бул жерде мына жағдайды атап айтыў мақсетке муўапық келеди. Птолемейдиң «13 китаптан туратуғын математикалық шығарма» сы жазылғаннан кейин көп узамай Европада жоқ болып кеткен болса керек. Шығарманы араблар өз тилине аўдарып алған хәм көп әсирлер даўамында мусылман еллеринде кеңнен тарқалған. Буны биз Әл Бериунидиң шығармаларынан да билемиз. Ал кейинирек Европалықлар өз тилине «Альмагестти» араб тилинен аўдарған.

«Альмагест» он үш китаптан турады. Шығарманы китапларға бөлиўди Птолемейдиң өзиниң жүргизгенлигине гүман жоқ. Ал китапларды бапларға бөлиў кейинирек басқа авторлар тәрәпинен орынланған.

«Альмагест» биринши гезекте теориялық астрономия бойынша оқыўлық болып табылады. Бул китап Евклидтиң геометриясын, сфериканы хәм логистиканы билетугын таярлығы бар оқыўшы ушын арналған. «Альмагест» теги тийкарғы шешилиўи керек мәселе визуаллық бақлаўлар мүмкиншиликлери дәллигинде жақтыртқышлардың аспан сферасындағы ийелеп туратуғын орынларын қәлеген ўақыт моменти ушын алдын ала есаплаў болып табылады (мысалы «Альмагест» тиң жәрдемінде Венера планетасының 2008-жылы 1-октябрь күни аспан сферасының кай нокатында туратуғынлығын есаплаў мүмкин). «Альмагест» те шешилетуғын екинши әхмийетлик мәселе жақтыртқышлардың қозғалыўына байланысly бақланатуғын айрықша кубылыслардың (Айдың, Қуяштың тутылыўлары, паралаксты анықлаў, планеталар менен жулдызлардың шығыўы хәм батыўы, Қуяш хәм Айға шекемги қашықлықларды есаплаў, басқа да кубылыслар) қашан болатуғынлығын хәм басқа да параметрлерин алдын ала есаплап шығарыў болып табылады. Усы мәселелерди шешиўде Птолемей бир неше этапларды өз ишине қамтыйтуғын стандарт методиканы қолланады. Олар төмендегилер:

4. Алдын-ала өткерилген (дәл емес) бақлаўлар нәтийжелери жәрдемінде жақтыртқыштың қозғалысындағы характерли болған өзине тән жағдайлар есапка алынады хәм бақланыўшы моделге ең жакын келетугын кинематикалық молеь сайлап алынады.

Бірдей итималлыққа ийе моделлер арасынан айқын бір моделди сайлап алыу «эпиуайылық принципі» тийкарында жүргизиледи.

5. Қабыл етилген модель тийкарында, өзиниң хәм өзинен бурынғылардың бақлауларын пайдаланып Птолемей мүмкин болғанынша жоқары дәлликте жақтыртқыштың қозғалысының дәуирин, модельдиң геометриялық параметрлерин (эпицикл радиусы, эксцентриситет, узынлықты апогейди хәм басқаларды), жақтыртқыштың қозғалысын хронологиялық шкалаға байланыстырыу ушын жақтыртқышлардың кинематикалық схеманың ықтыярлы түрде белгиленип алынған ноқатлары арқалы өтиўин анықлайды.

6. Кинематикалық моделдиң геометриялық, тезликлик хәм ўақытлық параметрлерин анықлап болғаннан кейин Птолемей кестелерди дүзиўге өтеди. Бул кестелердиң жәрдемінде ықтыярлы ўақыт моментиндеги жақтыртқыштың координаталары есапланады. Бундай кестелер тийкарында сызықты хәм бир текли ўақыт шкаласы түсиниги тур. Бундай ўақыттың басланғын ноқары ретинде Набонассар эрасының басы қабыл етилген (-746-жыл, 26-фераль, хақыйқый түс). Кестеде келтирилген қалеген шама қурамалы есаплаулардың жәрдемінде есапланады. Бул жерде Птолемей Евклид геометриясын, логистика қағыйдаларын оғада жақсы билгенлигин көрсетеди. Ең акырында кестелерди пайдаланыу қағыйдалары берилген, ал айырым орынларда есаплаулар мысаллары да келтирилген.

«Альмагест» те материалларды баянлау қатаң логикалық характерге ийе. I китаптың басында дүньяның тутасы менен алынғандағы қурылысына байланысly болған улыўмалық мәселелер хәм оның ең улыўмалық математикалық модели берилген. Бул жерде Жер менен аспанның сфера тәризли екенлиги, Жердиң орайда екенлиги хәм оның тынышлықта туратуғынлығы, аспанның өлшемлерине салыстырғанда Жердиң өлшемлериниң оғада киши екенлиги дәлилленген. Асап сферасында еки тийкаргы бағыт болған экватор менен эклиптика сайлап алынады. Бул тегисликлерге параллель бағытта аспан сферасының суткалық айланысы хәм жақтыртқышлардың дәуирлик қозғалыслары жүзеге келеди.

II китап тутасы менен сфералық астрономия мәселелерине бағышланған. Бул мәселелерди шешиу ушын жақтыртқышлардың координаталарын ўақыттың функциясы сыпатында билиу талап етилмейди.

III китапта Қуяштың қозғалыс теориясы баянланған. Бул теория Қуяш жылының узынлығын, кинематикалық моделди сайлап алыуды хәм тийкарлауды, оның апарметрлерин анықлауды, Қуяштың узынлығын (долгота) есаплау ушын кестелерди дүзиуди өз ишине алады. Ең акыргы бөлимде ўақыт теңлемеси түсиниги изертленеди. Қуяш теориясы Ай менен жулдызлардың қозғалысын үйрениудиң тийкары болып табылады. Ай тутылыу ўақытлардағы Айдың узынлығы Қуяштың белгили болған узынлығы тийкарында есапланады. Жулдызлардың координаталарын да тап сондай жоллар менен есапланады.

IV-V китаптар Айдың узынлық хәм кеңлик бойынша қозғалыу теориясына бағышланған.

VI китап толығы менен Ай хәм Қуяш тутылыулары кубылысының тоериясына бағышланған.

VII хәм VIII китаптарда жулдызлар каталогы бар хәм қозғалмайтуғын жулдызларға байланысly болған бир қатар мәселелер қарап шығылған. Бул кесте 1022 ден 1030 ға шекем жулдыздың дизиминен турады деп айтыу мүмкин. Егер кестеде келтирилген барлық жулдызды санасаңыз 1027 келип шығады. Бирақ солардың бесеуи белгили жулдызды еки рет қайталаудан пайда болған. Кейинирек және бесеуиниң жулдыз емес, ал думанлық (галактика) екенлиги мәлим болды. Сонлықтан хәзирги ўақытлары Птоломейдиң жулдызлар кестесинде 1017 жулдыз бар деп анық айта аламыз.

Птоломей кестесиндеги жулдызлардың көпшилиги жоқарыда айтылған Гиппарх бақлады. Сонлықтан кестениң тийкаргы авторы ретинде Гиппархты қабыл етиуимиз

керек. Екіншіден, Птоломей өзі бақлаған жұлдызлардың координаталарын өлшегенде тийкарғы салыстырыу үшін қабыл етилген жұлдыздың координаталары ретінде қәте санларды қабыл етті. Үшіншіден, Птоломей Гиппарх тәрәпинен анықланған жұлдызлардың ұзынлық координатасына прецессия кубылысына киргизилетуғын дүзетиу ретінде тийкарсыз 1 мүйешлик градустан қосып шықты. Бул астрономия тарийхында исленген үлкен қәтелик еди. Бундай қәтеликлер биринши рет Птоломей тәлиматы бойынша 509-жылы 17-июль күни бақланыуы керек болған Марс пенен Юпитердің бир-бириниң артына жайласыуының 13-июль күни бақланғанлығынан табылды. Бирақ усындай жағдайларға қарамай Птоломейдің абыройының себебинен мыңлаған жыллар дауаында «Альмагест» те келтирилген санлар дурыс деп қабыл етилип келди.

IX-XIII ытапларда планеталардың ұзынлық хәм кеңлик бойынша қозғалысларының теориясы баянланған. Планеталардың қозғалыслары бир биринен ажыратып алынған түрде қарап шығылады. Соның менен бирге ұзынлық бойынша қозғалыс өз алдына, кеңлик бойынша қозғалыс өз алдына қаралады. Ұзынлық бойынша қозғалысларды тәриплегенде Птоломей Меркурий, Венера, жоқары планеталарға сәйкес үш кинематикалық моделди пайдаланады. Бул жерде эквант ямаса эксцентриситет биссекциясы деп аталыушы әхмийетли жетилистириу пайдаланылған. Бул есаплау нәтийжелери дәллигин әпиуайы эксорайлық моделдің дәллигинен үш есе жоқарылатқан.

«Альмагест» те баянланған планеталардың қозғалыс теориясы Птоломейдің тек өзине тийисли екенлигин атап өтемиз.

Солай етип Клавдий Птоломей дүньяның геоорайлық системасы тийкарында өзиниң астрономиялық изертлеулерин жүргизди. Ол өзинен бурынғы астрономлардан үлкен мийрас алды, бизиң эрамызға шекем астрономиялық әспаблар (тийкарынан мүйешти өлшейтуғын) бираз жетилистирилди.

Птоломей бойынша хәр бир планета эпицикл деп аталатуғын киши шеңбер бойынша тең өлшеули қозғалады (сүўретте келтирилген). Эпициклдың орайы өз гезегинде деферент деп аталатуғын үлкен шеңбердің бойы бойынша қозғалады. Усындай жоллар менен Птоломей планеталардың Жерден қарағанда бақланатуғын қурамалы қозғалысларын түсиндирди.

Биз грек астрономиясындағы тийкарғы ызамлардың физикалық емес, ал геометриялық ызамлар болғанлығын атап өтемиз. Грек илимпазлары, олардың ишинде Клавдий Птоломей де аспан денелери белгили бир геометриялық моделлер бойынша қозғалады деп есаплады. Ал XXI әсирде жасап атырған биз аспан денелердиниң қозғалысын анық физикалық ызамлар басқарады деп есаплаймыз.

Биз анықлық үшін және де бир қанша пайдалы мағлыұматлар беремиз.

Астрономиядағы бәршеге ең анық көринип туратуғын қозғалыс Жердің әтирапындағы аспанның суткалық айланысы болып табылады. Бундай қозғалыс бизге күн менен түнди алмастырып турады. Буннан кейинги сезилетуғын қозғалыс Айдың Қуяшқа салыстырғандағы қозғалысы болып табылады. Бул қозғалыстың салдарынан биз ай фазаларының избе-излигин көремиз: жаңа туўылған Ай, ярым Ай, толық Ай, буннан кейин буган қарама-қарсы избе-излик кетеди. Бул қозғалыс Қуяштың жұлдызларға салыстырғандағы қозғалысына қарағанда әдеуир көзге түсерлик, айқын қозғалыс болып табылады.

Егер Айды Жердің дөгерегинде айланады деп қабыл етсек, онда бул болжау Ай фазаларының өзгерислерин аңсат түсиндиреди. Бундай айқын түрдеги түсиндириу ертеден баслап Грек астрономиясында қабыл етилди, хәзирги күндери биз де усындай жағдайды дурыс деп қабыл етемиз. Бирақ басқа барлық қозғалыслардың барлығы да грек илимпазлары арасында үлкен айтыс-тартысты пайда етті. Бул тартыс хәзирги ўақытлары биз қабыл еткен моделге қарама-қарсы моделди қабыл етиу менен питти (Яғный Әлемниң орайы шар тәризли Жердің орайы деген моделди).

Грек илимпазлары астрономияда тек салыстырмалы қозғалыстың ғана әхмийетли екенлигин әдеуир ерте түсинди. Суткалық қозғалысты түсиндирип, олар Жерди

қозғалмайды, ал аспан денелери Жердің дөгерегінде айналады деп есаплауға да, аспанды қозғалмайды деп, ал Жерді өз көшери дөгерегінде айналады деп есаплауға да болатуғынлығын мойындады. Топ сол сыяқты мынаны айтыуға болады: Қуяш қозғалмайды, ал Жер оның дөгерегінде бір жылда бір рет айналып шығады ямаса Жер қозғалмайды, ал Қуяш оның дөгерегінде бір жылда рет айналып шығады [Айналуының да екі түрі бар екенлігін еске саламыз. Біріншіден Жердің өз көшери дөгерегіндегі суткалық айналып шығуының салдарынан Қуяш Жердің дөгерегінде бір суткада бір рет айналатуғындай болып көрінеді. Бұндай айналысты орысша әдебиеттерде «вращение» деп атайды. Ал соның менен бірге Қуяштың дөгерегіндегі Жердің айналуы да (қозғалыстың салыстырмалылығы принципі бойынша біз Жердің дөгерегінде Қуяштың айналуының салдарынан деп те айта аламыз) бар. Орыс тіліндегі әдебиетте бұндай айналуы «обращение» деп атайды. Гәп хәзір Қуяштың дөгерегіндегі Жердің ямаса Жер дөгерегінде Қуяштың айналуы хақында айтылып атыр]. Бұл пикирдің қалған бөлігі сәйкес астрономиялық құбылысты түсіндіреді.

Жердің қалай қозғалатуғынлығын әйемгі гректердің қалай көз алдына келтіргендігін түсіндіріу үшін хәзіргі заман илими үшін әһміетлі болған кинематика менен динамика арасындағы айырманы еске салып өтейік. Кинематика илимнің қозғалысты тәріптеу менен шығылланатуғын бөлімі. Ал динамика болса қозғалыс пенен күш арасындағы қатнасты үйренетуғын илим. Егер биздің динамика қызықтыратуғын болса, онда биз Жер Қуяштың дөгерегінде айналады деп есаплаймыз. Егер биз тек кинематика менен қызығатуғын болсақ, онда хәтте хәзіргі заман астрономиясында да биз Қуяш Жердің дөгерегінде айналады деп есаплаймыз. Бұл қозғалыстың салыстырмалық принципіні атап көрсетеді. Бұл принцип әйемгі гректерден келіп шықты. Солай етіп биз ең әһміетті тәріптеуді (модельді) сайлап алуға еркін екенбіз, ал әһміетті түсіндіріудің болса өзі біздің негізінен ісін деп атырғанлығымыздан ғарезлі.

Көпшілік грек философтары хәм астрономдары үшін астрономия хәм физика бір бирінен күшті айырмасы бар еді. Себебі астрономияның ең ақырғы мақсәті тәріптеу, ал физиканың ең ақырғы мақсәті хақықаттықты табу болып табылады. Сонлықтан грек астрономиясы грек физикасына салыстырғанда оғада үлкен жетіскенліктерге ересті. Астрономияға аспанда көрінетуғын барлық құбылыстарды жыйнау хәм сол құбылыстарды әһміетті түрде тәріптеу мәселесі жүкленді. Бизлер құбылыстарды жеткілікті дәрежеде жақсы түсіндіреді алмауғын болғанлықтан хәм Жер тынышлықта тұр ма ямаса қозғалыста ма мәселесінен шыға отырып Жердің қозғалысы хақындағы, оның өзінің көшери дөгерегінде айналатуғынлығы ямаса айналуының мәселесінің астрономиялық мәселе емес екенлігіне ісенеміз. Бұл мәселе физиканың мәселесі болып табылады.

Өзлерінің мейнеттерінде көплеген грек философтары өзлерінің қудайға терең ісенетуғынлығын билдірді хәм сонлықтан оларда жоқарыда қойылған Жер айнама, Жер тынышлықта тұр ма деген сорауларға жуап беріуде хеш бір қыйыншылыққа дуушақерлеспеді. Олар Жерді толық тынышлықта, Әлемнің орайында жайласқан деп әһміетті ғана жуап берді.

Қалай деген менен К.Плотомей өзінің «Альмагест» шығармасы менен астрономия тарихында үлкен естелік қалдырды. Әділдік үшін адамзат тарихында тәбиғаттың бойынша шыққан ең әһміетті екі-үш мейнеттің ішіндегі біреуінің «Альмагест» екенлігін айтып өтіуіміз керек.

Птоломей астрономиясы сол уақытқа шекемгі астрономияның шыңы болып табылады. Оның аты менен әйемгі Грециядағы аспан денелерінің қозғалыс нызамлықтары хақындағы илим питеді. Биздің әсіриміздің басында хәуіж алған христиан діні Европада илимнің бұннан былайғы рауажлануына үлкен зиянын тигізді.

Астрономияның буннан былай рауажланыуы Араб елдерине хәм Орайлық Азияға өтти.

Жуўмақлар:

1. Греклер өз дәуирларинде белгили болған тәбият хәм жәмийет ҳаққындағы әйемги (антик) илимлерни улуўмаластырды. Тәбият философиясы қәлиплести (тәбиятқа болған философиялық көз-қарас қәлиплести).

2. Астрономия, математика, механика хәм медицина илимлерының ең дәслепки зародышлары пайда етилди.

3. Александрия академиясында атомистик теория зародышларының пайда болыуына тийкар салынды, логика илиминин тийкарлары дәретилди хәм геоцентрлик (геоорайлық) система (Аристотель менен Птолемей) илимий тәлипат сыпатында көзге көринди.

### III Семинар. Рим-Византия дәуири

1. Эллинлер илиминин кризиске ушырауы.

2. Шығыста халифалықтың биринши илимий орайы Бағдат Ал-Мәмун академиясы (Байт ул Хикма). Мәдениат хәм илиминин рауажланыуының мәмлекетлик әҳмийетке ийе иске айланыуы.

3. Шығыс ислам мәдениатының хәм илиминин дәретилиуинде ислам дининин хәм халық аралық араб илимий тилинин туткан орны.

Эллинистлик тәлипат шеклериндеги илимий пикирлеулар Афина данышпанларынан кейин әстелик пенен өз тәсирин жоғалта баслады. Атомистлик пикирлеулар дүнья дүзилиси ҳаққындағы геоцентрлик (геоорайлық) теория, Эпикурдың физикалық тәлиматы, Архимед хәм Герон тәлипатлари әсте ақырынлық пенен өз тәсирин тийгизиуин жоғалта баслады. Илимий орайлар хәм илимий мектеплерде тийкарынан идеалистлик тәлим болған Аристотель хәм Платон идеялары көбирек талықлана баслады. Бирақ К.Птолемейдин китабы «Алмагест» атамасында ҳинд тилине аударылғаннан кейин оның идеялары басқа мәмлекет территорияларына тарқала баслады. Соның ишинде бул китап Шығыс мәмлекетлерине үлкен тәсир қалдырды. Бизин эрамыздан бурынынғы I әсирден бизин эрамыздың VI әсирине шекем дүнья илимде сезилерликтей хәм импульс бериуши өзгерислер жүзеге келмеген болса да Қытайда (бизин эрамыздан бурынғы I әсир) Хан империясы дәуиринде Орта Азия хәм Қытай аралығында сауда байланыслары орнатылды. Бул сауда байланыслары бәршеге белгили «жипек жолы» арқалы әмелге асырылды. Бул сауданың рауажланыуы бул мәмлекетлерде өнерментликтин, илим менен көркем-өнердин рауажланыуына айқын түрде тәсирин тийгизди. 105-жылы Сай Лун дүньяда биринши болып кийимлердин қалдықларын хәм тереклердин талларынан пайдаланып қағаз таярлау технологиясын дәретти. Қытайдан қағаз Корея, Япония, Орта Азия хәм Иранға өтти. XII әсирлерде болса Қытай қағазы Европа мәмлекетлерине келип жетти.

2. Қағаз таярлау пайда болмастан бурын Қытайда жазыулар, текстлер тасларға ойылып жазылатуғын еди. Ал қағаз пайда болғаннан кейин бул текстлер қағазларға өткерилди. Усының нәтийжесинде литография рауажлана баслады. VII әсирде ойылған қәлиптерден қағазға басыу усылын пайдаланыу ислери басланды хәм 1041-48 жылларда темирши Би Шин шрифт усылында китап басып шығару технологиясын дәретти.

X әсирде Қытайлықлар порохты фейерверклерде пайдаланыу хәм XI әсирде порохты әскерий ислерде қопарыушылық мәқсетлерде пайдаланыу технологиясы дәретилди. Кеме соғыушылық өнери теңизлерде сүзиу өнерин жоқары дәрежеге көтерди. Тан династиясы (618-906 жыллар) дәуиринде ипак, қағаз, сүүретлер темир буйымлар Қытайдан Орта Азия, Корея, Япония хәм Ҳиндистанға экспорт қылына баслады. III әсирде Ма Сзюн алып жүриуге болатуғын компасты ашты. Усы ўақытларда жүрген жолды өлшеуши әсбап та ашылды. Эрамыздан бурынғы II хәм I әсирлерде Шжан Сзи хәм Сзин Шоу-шан атлы Қытай математиклери биринши дәрежели теңлемелер системасын шешиу усылын тапты

хэм терис санлар менен математикалық әмеллер ислеў усылын да баянлады. Олар квадраттан, кубтан түбир шығарыў жолларын хэм геометриялық қәсийетлерге ийе мәселелерди квадрат теңleme дүзиў усылы менен анықлаў методын да тапты хэм өз шығармаларында баян етти.

Бизиң эрамыздан бурынғы IV әсирден VII әсирге шекем Хиндистанда математика, астрономия, медицина хэм басқа тараўларда жүдә көп санлы жаңалықлар ашылды. Бул Хиндистанның тек өзи ушын емес, ал дүньялық илимди раўажландырыў ушын үлкен әхмийетке ийе болды. Данышпан Вайшик мектебинде атомизм идеясы пайда болды. Бул идея Демокрит идеясына сәйкес келетугын еди. Хинд математиклериниң «Суря Сиддханта» (IV-V әсирлер) атамасындағы китапда хэм Ариабхата (476 жылы жазылған), Бсахқара (1114 жылы жазылған) шығармаларында сәўлеленген нол санын пайдаланыў жолы менен тәртиплеў (номерациялаўды) ислеп шығылды. Квадрат хэм куб теңлемелер системаларының түбирлерин табыў усылын билди. Арифметикалық қатардың қосындысын анықлаўды, геометриялық прогрессия қатары қосындысын хэм екінши дәрежели квадрат квадратик теңлемелерди шешиў усылын ислеп шиқты. Суря Сиддханта китабында синуслар кестеси келтирилген хэм  $\pi = 3,1416$  шамасы келтирилген. Ариабхата идеясы бойынша Жер шар формасында болып, өз көшери этирапында айналады. Хәр қыйлы географиялық кеңликлердеги түн менен күндизги ўақыттың узынлығын хиндлер есаплай алған. Ассирия хэм Римдағы өткерилген астрономиялық бақлаўлардың нәтийжелеринен де да хабардар болған.

Бизиң эрамыздан бурынғы I әсирден баслап әстелик пенен Уллы жипек жолының тәсиринде дүньялық илим орайы Александриядан Шығыс мәмлекетлери - Қытай, Хиндистан хэм Орта Азияға өте баслады. Усыған байланыслы дүньялық илим хэм мәденияттың раўажланыўына Орайлық Азия хэм айрықша хәзирги Өзбекстан территориясындағы илимпазлардың илимге тәсири айқын көринип турыпты.

3. IX әсирде Маврда пахташылық пенен жипекшилик, Зарафшан хэм Қашқадәрья оазислеринде будайшылық, арпашылық хэм салы жетистириў жақсы раўажланған болып, Фергана ойпатында таскомир, темир, мыс қазып алыў раўажланды. Бул дәўирде Фарганада мыстан таярланған әскерий кураллар хэм буйымларды Уллы жипек жолы арқалы экспорт етилди. Саўда-сатық ислери раўажланды. Орта Азиядан Иран, Қытай, Бағдат хэм Волга бойы мәмлекетлерине қатар-қатар кәрўанлар зат тасыйтугын еди. Бул саўда-сатықлар Марв, Бухара хэм Самарқанд қалаларының раўажланыўына хэм гөззалланыўына өзиниң кескин тәсирни көрсетти. Бул қалалар сол ўақытлары дүньялық әхмийетке ийе болған илим хэм мәденият орайлари еди. Бул қалаларда әжайып сарайлар, кәраматлы машит хэм медреселер, көркем-өнер хэм илими орынлар, жүдә бай китапханалар (Бухарада), Үргениш, Самарқанд, Бухара хэм Марвда обсерваториялар хэм астрономиялық мектептар шөлкемлестирилген еди. Орта Азия мәмлекетлери бул дәўирде толық араблар тәсиринде болып, бул жерлерде Ислам дини руўхый взық еди. Бул дәўирде Ислам дининиң тийгизген унамлы тәсири ҳаққында айтпаў мүмкин емес. Орта Азия территориясында бул дәўирде Ислам динин толық қабыл қылып ғана қоймай, Ислам динин раўажландырыўшы, бул динге комментарийлер бериўши уллы данышпалар да пайда болған еди, Имам әл Бухарий, Абу Алий ибн Сино, Мухаммед бин Муса ал Хорезмий, Абу Райхан әл Беруний, Фарабий сыяқлы белгили алымлар усы дәўирде Орта Азия территориясында өмир сүрди. Орта Азияға дүньялық илим орайларының тәсир етиўине төмендегидей тийкарғы себеплар болған:

1) Уллы жипек жолы арқалы саўда жумысларының раўажланыўы менен мәденият, көркем-өнер хэм илимий өз-ара тәсир етисиўлер жеделленген. Александриядағы эллинлер мәдениаты менен араб мәдениаты хэм басқа да мәмлекетлар мәдениятлары, илимлери хэм көркем-өнерлери Орта Азияда жыйнала баслаған еди.

2) Ислам дининиң унамлы тәсири. Ислам дини Орта Азия халқларының тәбият, жәмийет ҳаққындағы философиядық көз-карасларын әста-акырынлық пенен болса да түпкиликли түрде өзгертти.

Усы дәуірде Ирак, Иран, Азербейжан мәмлекетлерінде да илим хәм мәдениет тарауларында сезилерликтей өзгерістер жүз берді. Иранлық Омар Хайямның (1048-1131 жыллар) тийкары аты Абдулфатқ Омар ибн Иброҳим Хайям болып, ол Нишопур қаласында тигиушілер шаңарағында тууылған. Ол Балх қаласында жаслығын өткізіп, Бағдат қаласындағы Бағдат академиясында илимий істерди майда-шүйдесине шекем үйренген хәм философия, математика, астрономия тарауларында әхмийетли істерди орынлаған шайыр, философ хәм илимпаз дәрежесине жеткен. Исфакон обсерваториясында Абул Аббос Лукорий, Абдуракман Хазинийлар менен бирге Иран Куяш календарын дүзді. Бул календарда жылдың орташа узынлығы 365,24 суткадан ибарат болған. Бул календар соншама анық (дәл) болып хәр 4500 жыл дауамында топланатуғын қәтеликтің шамасы бир суткадан аспайды. Хайямның заманласы Мухаммед Бақдодийдың жазыуынша Хайям Ибн Синоның белгили шығармасы «Аш-шифо» ны толық үйренип шыққан хәм бул хәкқындағы өзиниң алған тәсірлерин өзиниң қосықларында жазып қалдырған.

Физика тарийхында әжайып Мысыр илимпази Ибн ал Хайсамның (965-1039 жыллар) жұмыслары айрықша әхмийетке ийе. Бул илимпаз батыс мәмлекетлерінде Алгазен аты менен мәлим. Алгазен көзди физикалық аспап деп есаплап, көздеги хрусталда сүүрет пайда боладыдеген пикирди алға қойды. Жақтылықтың сыныу нызамын аниклап, бул хәкқындағы Птоломейдің жиберген қәтесин көрсете алды. «Данышпанлық хәкқындағы китап» та Ибн ал Хайсамға тийисли.

Солай етип

1) Бизің эрамыздан бурынғы I әсирден ерамиздың V-VI әсирине шекем физика тарауларында рауажланыу әстелик пенен жүрди.

2) Араблардың басып алыулары нәтийжесинде эллинлер хәм араблар мәдениеті басқа мәмлекетлерге ислам дини менен бир уақытта тарқалып бул еллердің рауажланыуына унамлы тәсір етті.

3) Илимий орайлар Бағдатта, Бухарада, Самарқандда, Үргениште, Марвда пайда болып, бул орайларда дүньялық илимер бирлестіріу жұмыслары басланды.

#### **IV семинар. Шығыстың Илимлер Академиялары хәм университетлери**

1. Илимий орайлар хәм мектептердың пайда булуы.

2. Обсерваториялар менен үлкен китапханалардың пайда болуы.

Дүньялық илим орайы Шығыс мәмлекетлерине, әсіресе Уллы жипек жолы хәм Ислам дини пайда болғаннан кейін тезлік менен көше баслады. Бул мәмлекеттерде, әсіресе халифалық пайда болғаннан соң, илим-мәдениет хәм көркем-өнер тезден рауажланды. Илим орайлары Бағдат, Бухара, Хорезм хәм Марвға көшті. Илимий академиялар (данышпанлар үйі) Бағдат, Бухара, Үргениште шөлкемлестірилді. Бундай рауажланыуға тийкары себептардың және бири халифалик хәкімдарлығы дәуірінде ислам дини талап қылатуғын дәрежеде илим хәм мәдениет жұмысларың алып барлылығы да ислам дининиң мәнісин түсіндіріу үшін зәрурли болған.

Илим орайы Орта Шығыс - Бағдатқа көшті. VIII әсирдің ақырларында әл Мамун академиясы пайда болды. Бул дәуірде араблардың тәсіри Хиндистанның батыс-арқасынан Африкадың арқа территориялары хәм Испанияға шекем созылған еді. Мәмлекетлик тил де, илим тили де араб тили еді. Әл-Мамун академиясына Орта Азиядан Мубәршед Хорезмий, Ахмад Ферганий, Аббос Жавхәрий келип ісledi. Бул дәуірде Греция хәм Хиндистанның белгили илимпазлары шығармаларын үйрениуге, оларды басқа тиллерге аудару хәм тарқатуға үлкен зәрурликлер пайда болған еді. Мәселен Евклидтің «Негизлер», Архимеддің «Шар хәм цилиндр хәкқында», «Майданды өлшеу» шығармалары, Птоломейдің «Алмагест» шығармасы араб тилине аударылды хәм комментарийлер (түсіндіріулер) жазылды. Хорезмийдің оқыушысы Сабит ибн Хурра



шағармаларды аударыуға үлкен үлес қосты. Архимедтің «Жети мүйеш хаққында» хәм «Леммалар» шығармасының тек арабша нұсқалары ғана, Евклиддің «Негизлар» шығармасының тек арабша нұсқасы ғана бизге шекем жетип келди.

Байтул Ҳикмет академиясында ислеген илимпазлардан: хоразмлик Мубәршед Хорезмий (783-850), Әбиұ Райхан әл Беруний (973-1048), Хожандий (10 әсирде жасаған), Бухаралық Әбиұ Әлий ибн Сино (980-1037), Фороблик (Арис дәрьясының Сырдәрьяға қуятуғын жери) Әбиұ Насыр Фарабий (873-950), Тобористанлық (Каспий теңизиниң түслик тәрәпинен) әл Куний (X әсир), Нишапурлық Омар Ҳайям (1048-1131 жыллар), Хураандағы Туе қаласынан Насреддин Тусий (1201-1274 жыллар), Мирза Улуғбек (1394-1449 жыллар) хәм олардың басшылығындағы илимий мектеплердиң ўәкиллерин айтыў лазым.

Халифа Мамун (Абу-ль-Аббас Абд-Аллах аль-Мамун, 786—833 жыллар, Харун аль-Рашидтің улы) хұкимдарлығы дәўиринде Бағдатда шөлкемлестирилген «Байтул ҳикмет» ине көп илимпазлар (400 ден де көбирек) жыйналған хәм бул үлкен илимий орайға айланды. Әбиұ Абдулла Мубәршед ибн Муўса әл Хорезмий (783-850 жыллар) илим менен актив түрде шуғылланыў мақсетинде Бағдатқа келеди. Кейинирек бул илимпаз усы жерде шөлкемлестирилген обсерваторияға хәм жүдә үлкен китапханаға басшылық қылды. Хорезмий математика, астрономия, география хәм тарийх илимлери тараўында шығармалар жазып, тез арада илимпазлар арасында жүдә жокары дәрежеге еристи.

Хорезмий алгебра пәни бойынша ең биринши болып «Ал-жабр вал муҳобала» китабын жазды. Китапда бул илимниң ўазыйпасы, түсиниклери хәм қағыйдалары илимий тийкарланған. Бул шығарма латын тилине де аударылғанлығы себепли Европада «Алгебра» аты менен тарқала баслады хәм бул китаптан тийкарғы қолланба сыпатында пайдаланды. Математиклерден Фибоначчи, Тарталя, Феррари (европалықлар) бул шығармадан өзлериниң лекцияларында пайдаланған. Хорезмий «Ҳинд есабы хаққында қысқаша китап» атлы китапты араб тилинде жазды хәм латын тилине де аударылды. Бул шығармада хәзирги ўақытлардағы оглық позициялық санаў системасы хаққында жүдә түсиникли комментарийлер берилген. Хорезмий обсерваторияда ислеген ўақытларында «Астрономиялық кестелер» дүзген, бирақ бул китаптың тийкарғы нұсқасы бизге шекем жетип келмаген. Бул шығарманы испаниялық Маслама ал-Мажрити 1007-жылы қайта ислеп шыққан варианттың 1126-жылы латын тилине аударылған варианты бар. Бул шығарма Шығыс хәм араб мәмлекетлеринде астрономия пәни бойынша тийкарғы қолланба болып келген. Китапдың ақырғы варианты 1914-жылы Копенгаген қаласында латын тилинде хәм 1962-жылы англиз тилинде басып шығарылды. Шығарманың үш бабын Ю.Х.Копсевич латын тилинен рус тилине аударды хәм 1964 жылы Ташкент қаласында Хорезмийдиң арифметика хәм алгебра шығармалары менен бирге жарыққа шықты.

Хорезмий Птоломейдиң география бойынша жазған шығармасын толықтырып «Китапус-суратул-арз» атамасындағы жаңа китабын жазды.

Хорезмий өзиниң оқыўшылары менен бирликте барлық геометриялық мәселелерди шешиў қағыйдалары бойынша сол дәўирлерде белгили болған барлық мағлыўматларды китап түринде жазды (бундай китаптарды әдетте энциклопедиялар деп атайды). Булардың барлығы да «Ал-жабр вал-муҳобала» китабының екнши бөлиминде киргизилген.

Солай етип:

1) Ал Хорезмий «Байтул ҳикмат» академиясының тийкарын салыўшылардың бири болып, сол дәўирдеги астрономиялық кестелерди дүзди, Жер меридианының узынлығын анықлады хәм Жердиң картасын соқты,

2) Хорезмий алгебра пәниниң пайдав болыўының тийкарын салды.

Бағдат академиясы Хорезмийге усаған көп санлы илимпазлардың жетисип шығыўына себепши болып, пүткил дүнья илими менен мәдениятының раўажланыўына үлкен үлес қосты.

## **V семинар. Хорезмшах Мамун II дәуіріндегі илим менен мәдениеттің раўажланыуы**

1. Хорезмшах Мамун II тәрәпинен «Мамун академиясы»дың өлкемлестиріліуі.
2. Илимий іслердің жолға салыныуы.

Хорезмшахлар дәуірінің тарихы туўралы Интернеттегі <http://ru.wikipedia.org/wiki/Хорезм> web-бетінде оқыўға болады.

X әсирдің ақыры хәм XI әсирдің биринши ярымы Орайлық Азияда бириншиден мәдениеттің гүллениуі, екиншиден хәр қандай мәмлекетлер арасындағы басып алыўшылық бағдарындағы урыс-жәнжеллердің күшейіуі менен сыпатланады. X әсирдің екинши ярымына келип пайтахты Гурганж (хәзирги Гөне Үргениш) қаласы болған арқа Хорезм хәм пайтахты Кәт қаласы болған қубла Хорезм мәмлекетлери биртеккли раўажланыуға еристи. Кәт қаласында IX әсирде тийкары салынған Баныў Ирак династиясына киретуғын Хорезмшах, ал Гурганжды болса Орайлық Азия мәмлекетлерин VII әсирде басып алған араблар тәрәпинен қойылған әмирлер басқарды.

995-жылы Гурганжли әмир Мамун ибн Мухаммед Кәт қаласын бағындарып, Хорезмнің барлық бөлимлерин бириктирди, Хорезмшах өлтирилди, өзін Хорезмшах, ал Гурганж қаласын болса Хорезмнің пайтахты деп дағазалады. Усы дәуірден баслап Гурганжда X әсирдің үлгисинде ири сарайлар қурыла баслады, қалада мәдений орайлар қәлиплести хәм бул жерлердегі өткерилген мәжилисlerde XI әсирдің ең ири илимпазлары жыйналды. Хорезм аймағында мәдениеттің гүллениуінде Мамун ибн Мухаммедтің улы хәм оның ақлығы Әлий ибн Мамун хәм Әбиў-л-Аббас Мамунлар үлкен орын ийеледи.

Бул ўақытлары Хорезм бир жағынан Самарқандлы Илекханның, екинши тәрәптен қүдирети өсип баратырған Махмуд Ғазнаўийдің қәўпи астында турды. Усының ақыбетінде, әсиресе Махмуд Ғазнаўийдің Хорезмдегі болып атырған мәдений хәм экономикалық гүллениуі көре алмаўынан 1017-жылы бәхәрде Ғазарасп қаласындағы Мамунның әскерлери менен тил бириктирип, көтерилис шөлкемлестиріу нәтийжесинде Хорезмшах өлтирилди. Тахтқа Махмудтың аталасы Абдул-Харис Мухаммед ибн Әлий отырғызылды. Бирақ оның хәкимлик етиуі үш-төрт айдан аспады, 1017-жылы жаз айларында Хорезм ғәрезсизликтен айырылды хәм толық Ғазнаўийлердің қол астына өтті.

Тийкарынан басқа еллерди басып алыўшылық, талаў менен өзіннің сиясатын жүргизген хәм Ҳиндстан, Иран, Орайлық Азияның бир қанша аймақларын бағындырған Махмуд Ғазнаўий 1030-жылы қайтыс болады. Оның орнына әкесинен тек кемшиликли тәрәплерин өзине мийрас етип алған улы Масўуд тахтқа келеди. Басып алыўшылық сиясаты Ғазнаўийлер мәмлекетин хәлсиретип, 1040-жылы Селжуклар тәрәпинен қулатылады. Усының себебинен Хорезм қайтадан толық ғәрезсизликке ериседи.

Мамун академиясы қашан шөлкемлестирілген еди деген айқын сораўға жуўап бериўге тырысамыз.

Көп санлы изертлеўшилер (соның ишинде С.П.Толстов, Н. Нигматов, А.Абдуллаев хәм басқалар) тарихшы Йакуттың «Иршад ал-ариб» кітабынан алынған мағлыўматларға сүйенип Академияның дәретилиуін 1010-жылы әл Берунийдің Каспий теңизинің түслик тәрәпинде жайласқан Журжан (Гурджан) қаласынан Үргениш (Гөне Үргениш) қаласына қайтып келиуі менен байланыстырады. Бирақ сол «Иршад ал-ариб» кітабында Абу-л-Аббас Мамун II нің әл Берунийди салтанатлы түрде қүтип алғанын хәм оны «илимпазлар жыйналысы» ның басшысы етип таярлағанын жазылған. Демек Хорезмшахлар сарайында «илимпазлар жыйналысы» ының Беруний Үргенишке қайтып келместен бурын-ақ болған деген жуўмақ шығарыу керек. Мамун Академиясының қашан пайда болғанлығы хаққында басқа да дереклер бар. Мысалы Захириддин ал-Байхаки өзіннің «Татимма Сиван алхикма» шығармасында былай жазған: «Саманидлердің іслери қурамаласқаннан кейин пайда болған зәрүрлик оның (яғный Ибн Синоның) Бухараны таслап Үргенишке, Хорезмшах

Мамунға кетиуіне алып келди... Сол ўақытлары илимди қоллап-қуўатлаўшы Абу-л-Хасан ас-Сахли сарайда ўәзир болып ислеитұғын еди ... Оған өзіне жеткиликли болған муғдарда айлық берилди.

Саманидлердің мәмлекетиниң ыдыраў дәўиринде Ибн Сино 1002 – 1004 жыллары Хорезмге жол алды. Хорезмшах оны Академияның ҳақыйқый хәм хұрметли ағзасы сыпатында қабыл етти. Ол клиникалық хызметин даўам еттириў ушын үлкен мүмкиншиликлерге ийе болды хәм өзиниң «ал-Канун фи-т-тибб» хәм «ал-Китаб-аш-шифа» kitapларын жазыў ушын көп сандағы материалларды топлады.

Академияның бар екенлигин ас-Саълиби өзиниң «Тарихи Маъсуди» китабында да жазған. Абу-л-Фазла Байхаки болса 997-1002 жыллары Хорезмде болғанын хәм Хорезмшахтың хұрметине бир неше kitapты жазғанлығын жазып қалдырған.

Солай етип көп санлы дереклерге сүйенип мамун Академиясының 997 – 999 жыллары шөлкемлестирилген деген жуўмаққа келе аламыз. Усы дәўирлерде Хорезмди Абу-л-Хасана Али б.Маъмун басқарған. Соның менен бирге Академия 1017-жылы 16-мартқа шекем Хорезмди Махмуд Газнавийдің жаўлап алғанынша бар болған.

Академияның шөлкемлестириўшиси де, басқарыўшысы да ўәзир ас-Сахли болған толық аты Абу-л-Хусайна Ахмада ас-Сахли).

Берунийдің шама менен 10 жумысы, Ибн Синаның оннан аслам трактатлары ўәзир ас-Сахли ушын арнап жазылған еди.

Ас-Сахлидің басшылығында Академияның хызмет етиўине төмендеги илимпазлар катнасты:

- поэзия, әдебиаттаныў тараўлары бойынша бурынғы ўәзир Мухаммад ат-Тожир, шайыр, елши, астролог Абдуллах Раккоший, шайыр Абу Абдуллах Махаммад б. Хамид, шайыр Ахмад б. Абу Зиргом, шайыр, әдебиатшы хәм алым ас-Саълиби.

- тәбиятты изертлеўшилер, медиклер, математиклер, астрономлар, логиклер, философлар, историклар Абу Райхан әл Беруни, Шайх-ур-Раъис, Ибн Сино, Абу Сахл Масихи, Абу-л-Хайр ал-Хасан ал-Хаммар, Абу Али б. Абу-л-Хайр, Абу Наср Ирак (Берунийдің муғаллими), Абу-л-Хасан Али б. Маъмун б. Али Абдуллах Махаммад, Абу-л-Аббас.

Хорезмшах Али ибн Маъмунның өзи Бағдаттан христиан ойшылы Букрот-ус-саниды (Гиппократ) хәм оның улын, христиан илимпаз ал-Хаким Абу-л-Фарадж б. ат-Таййиба Джассаликты шақырып алды. Олар көп санлы илимпазлардың өсип шығыўына өзлериниң салмақлы үлеслерин қосты.

Орта әсирлердеги дереклердің берген мағлыўматлары бойынша Хорезм Академиясында төмендегилер жумыс ислеген: Абу Али Иса б. Ахмад б. Зурр'а; Абу Али Мухаммад б. Хасан б. ал-Хайсам; Ал-Хаким и Ал-Адиб Абу-л-Фарадж Али ал-Хасайн б. Хинду; мағ Бахманйар ал-Азарбайджани; Абу Убайд Абдулвохид Жузжоний; Ибн Зайла, Маъсуми, Илаки, Хараки хәм басқалар.

Бул илимпазлар илимниң медицина, химия, ботаника, зоология, физика, математика, геодезия, геология, фармакология, ветеринария, астрономия, поэзия, әдебиат, философия, тарийх, ҳуқық, этика, дипломатия, экономика хәм басқа да тараўлары бойынша жемисли мийнет етти.

## **VI семинар. X-XII әсирлердеги илим менен мәдениеттың шығыс мәмлекетлеринде раўажланыўы**

1. X-XII асирлерде илим хәм мәдениетдың Шығыста үлкен пәтлер менен раўажланыўы

2. Мусылман Ояныў дәўирине үлкен үлес қосқан Хорасан хәм Мәўеренахр илимий орайлары хәм оларда ислеген белгили илимпазлар.

Шығыста илимий билимлердің, мәдениет хәм көркем-өнердің таркалыуы хәм раўажланыуына араб илимпазларының тәсири жүдә үлкен болған. Орта асирлерде араблар ҳақыйқый мәдениетти көшириўшилер болған деп айта аламыз, себеби араб тили аркалы эллинистик мәдениет, ҳинд мәдениети, Орта Азия халықлары мәдениети хәм араб халықлары мәдениетлары өз-ара диффузияланған деп айта аламыз. Араб тили хәм дини, хәм саўдалары да илимий мақолаларды окыяды талап ететуғын еди (хәзирги инглиз тилидей). Араблар Александрияны басып алғаннан кейин әйемги дүньядағы илимлер менен танысу мүмкиншилигине ийе болды. Орта Азияны бағындырғанда да Шығыс мәмлекетлери илимпазлары менен танысып алған. Нәтийжеде әйемги хәм Шығыс илимлери араласпасы хәм тарийхта араб илимлери атамасы менен белгили болған илимий атамалар қәлипести.

Араб илиминиң орайы араблар Испанияны бағындырғаннан кейин Европаға көшти Кордовада университет ашылды. Орта асирлердеги европалықлар араб тилиндеги китапларды, қағаз, компас, порох, ҳиндлердің онлық есаплаў системасын, астрономия, хоразмликлер математикасын, Аристотель хәм Птоломейдің жумысларының араб тилиндеги аўдармаларын Авиценнаның (Әбиў Али ибн Синоның) медицинасы менен танысты.

Компастың қәсийетлери ҳаққында XII әсирдеги араб жазыўшысы «Мен бир рет теңизде жүзип жүргенимде бирден бул басты хәм күшли самал болды, аспан булутлар менен қапланды, толқынлар хәм олардың шаўқымлары күшейди, кемедеги жолаўшылар бүлгинге ушырады. Капитан жолдан адасты. Усы ўақытда капитанның жәрдемшиси калтасынан балық формасындағы иши бос темирди шығарып ишинде суўы бар табаққа таслады. Балық тәризли темир тынышланып Кәба (түслик) тәрепке бурылды. Капитан усы мағлыўматларға тийкарланып бағытты анықлады. Буннан соң мен сорап анықласам, маған егер темирди магнит тасы менен ыскыласа таслы магнит өзиниң тәсирин темирге бериў қәсийетине ийе болады деп түсиндирди. Бундай темир «балық» Кәбаға қарай бурылғанда гана тынышланады деди. Мен бул нәрсени сынап көргенимде ҳақыйқатында да сондай болады екенлигине исендим. Оның сырын еле ҳеш ким де билмейди деп бир данышпан түсиндирди» деп ажзып қалдырған.

Европалықлар араблардан «сырлы илимлер» болған алхимияны, астрологияны хәм сол сыяқлы илимлерди үйренди. Бундай илимлердің барлығын да бизлер хәзирги ўақытлары жалған илимлер деп есаплаймыз.

Тарийхта Алгазен номи менен белгили миср-араб илимпази Ибн-ал-Хайсам (965-1039) көз оптикасын толығырақ үйренди. Көз төрт бөлимнен турады. Солардың ишиндеги ең әҳмийетлиси хрусталик (гәўхары) болып, хрусталиклиң жәрдемінде сүүрет пайда болады деп көрсетти.

а) Еки көз бенен бир сүүреттиң пайда болыуының себебин түсиндириўге тырысты.

б) Деректен шығып көзге түсетуғын ноқаттың кай орнында жайласқанлығын анықлаў бойынша мәселе дүзген (Алгазен мәселеси).

в) Жақтылықтың сыныў нызамын тәриплеп сыныў мүйеши түсиў мүйешине туўры пропорционал емас деп Птоломейдің қәтесин көрсете алған.

г) Биринши рет камера-обскураның жәрдемінде сүүреттиң пайда болыуын түсиндириўге тырысты.

е) Өзиниң қолында бар әпиўайы әсбаплар жәрдемінде атмосфераның бийиклигин анықлады. Бул жумысында Алгазен атмосфераның тығызлығы бәрше орында бирдей деп есаплады. Кейинирек Кеплер бундай болжаўдың қәте екенлигин дәлилледди.

Ал-Хазин 1121-жылы жазған «Данышпанлық тәрезиси ҳаққындағы китап» деп аталатуғын китабында араблардың сол дәўирлердеги механика ҳаққындағы көз-қарасларын баянлады.

Натурфилософия тараўында Аристотель шығармаларының комментаторы Ибн-Рашид (Аверроес, 1126-1198 жыллар) дүнья менен материяның бәрхәма жасайтуғынлығы болжады. Ол Птоломей системасының туўрыслығына гүман бар деп дағазалады.

Орта әсірлерде Бағдатта Мамун тәрәпинен шөлкемлестірілген Байтул Хикмат академиясы дүньялық ислердің орайы болып қалды. Араблар тәсирінде араб тилинде өзіне тән араб илими пайда болды, раўажланды хәм өсти.

Грециядан, Ҳиндистаннан, басқа еллердеги араблар, Орта Азияның белгили илимпазлары хәр қыйлы илимий шығармаларды үйрениў ушын Бағдатқа баратуғын еди. Илимий тил сыпатында хәр қыйлы миллетлер ўәкиллери болған алымлар өзлериниң илимий шығармаларын жазатуғын еди. Бул илимий мийнетлердің көпшилиги бизиң күнлеримизге шекем жетип келди. Усы академияда Евклиддиң «Негизлер», Архимеддиң «Шар хәм цилиндр хаққында», «Дөңгелекти өлшеў», Птоломейдиң «Алмагест» шығармалары араб тилине аўдарылды хәм бул шығармаларға комментарийлер жазылды. Собит ибн Хурра, Яхья ибн Мансур, Синд ибн Ади, Хабаш ал Тәниб, Марвозий, Ҳамид Абдумалик, ал Марворуддий, Әбиў Аббос ал Жавхарий, Ахмад ибн Мубәршед ибн Касир әл Ферғаний, Али ибн Иса ал Астурлабий, ал Баттанийлер Орта Азиядан Бағдатқа келип дөретиўшилиқ мийнет етти хәм көп санлы илимий китапларды аўдарды. усындай аўдарыў ислеринен кейин араб тили арқалы бул илимлер Европаға, биринши гезекте Испанияға хәм оннан кейин пүткил дүньяға тарқалди.

Усы мектеп илимпазлары тәрәпинен:

- 1) биринши болып көп миллетли илимлер академиясы шөлкемлестірилди;
- 2) илим әйjemги илимнен дифференцияланып хәр қыйлы анық илимлерге бөлинди;
- 3) усы мектеп тәсиринде илимий тийкарда музыка, география хәм басқа илимлер қәлиплести;
- 4) мусылман дүньясында астрономиялық кестелер дүзиў ислери шөлкемлестірилди;
- 5) Хорезмде Мамун академиясының пайда болыўына Бағдат академиясының тәсири жүдә үлкен болды. Мусылманлар барлық миллетлердың ўәкиллерин бирден бир Ислам дини идеяларына тийкарланды. Ислам дин мәмлекетлердің раўажланыў бағдарларын бир бирине жакынластырды. Бул дин тәсиринде ислам мәмлекетлери қәлиплести.

Солай етип:

- 1) Эллинлер дәўиринен кейин Шығыс мәмлекетлери болған Бағдат, Бухара, Самарқанд, Үргениш (Хорезм) екинши дүньялық илимий орай дәрежесине жетти.
- 2) Бул дәўирде физика дифференцияланды: механика, минерология, астрономия хәм арифметика, алгебра-геометрия илимлерине ажыралды.
- 3) Геоцентрлик (геоорайлық) теория тийкарында дәл болған есаплаў жумыслары орынланды хәм гелиоцентрлик теория элементлери пайда болды.
- 4) Араб тили арқалы физикалық мағлыўматлар Европа хәм басқа мәмлекетлерге тарқалды.

Демек, физиканың раўажланыўының тарийхы эллинистик дәўирлерден Орта Азияға, буннан кейин араб халифалығы хәм бул халифалықтан соң Европаға хәм пүткил дүньяға тарқалыў процесси менен характерленеди деп айта аламыз.

## **VII семинар. Улығбектиң Самарқандағы илимий мектеби хәм илимий Академиясы**

Улуғбек (Тимурдың баласы Шахрухтың улы) 1394-жылы 22-март екшемби) күни Султанияда Тимурдың Иранға хәм Киши Азияға болған екинши бесжыллық шабыўылы ўақтында туўылды. Балға Мухаммед Тарағай аты қойылды (Тарағай Тимурдың әкесиниң аты). Кишкене ўақтынан баслап болажақ билимпаз әмир Тимурдың үлкен хаялы Сарай-Мүлик ханымызға тәрбияға бериледи. Улуғбек 1405-жылы 18-февраль күни Тимур қайтыс болғанға шекем дерлик барлық ўақытлары атасы жүргизген шабыўылларда бирге алып жүриледі, әмирдің шет ел елшилерин қабыллаў салтанатларына қатнасты. Бираз жыллардан кейин Тарағай кем-кемнен Улуғбек (Мырза Улуғбек) аты менен алмастырылды.

Тимур қайтыс болғаннан кейін оның балалары арасында әкеден қалған мийрасты бөліуге хәм саясий үстемшиликке байланыслы үлкен жәнжеллер, урыслар болды. Соңғы бес жыл ишинде мәмлекет тийкарынан екиге бөлінди. Мавереннахрда 1409-жылы тахт басында 15 жасар Улуғбек келди. Пайтахты Герат болған Тимур мәмлекетиниң түслик бөлими Улуғбектиң әкеси Шахрухтың қол астына өтті.

Улуғбектиң қандай билим алғанлығы хақында тарийхта дерлик хешнәрсе қалмаған. Оны жаслық ўақытында тәрбиялаған Сарай-Мүлик ханым да, ғамхорлық еткен Шах-Мелик те саўатлы адамлар болмаған. Бирақ Улуғбектиң әкеси Шахрух китаплар оқығанды, жыйнағанды жақсы көрген. Ол Герат қаласында сол ўақытлардағы ең бай китапхана дүзди. Улуғбек бул китапханада көп жумыс иследи. Жоқарыда келтирилген Платонның, Аристотель, Гиппарх, Птоломей, ал-Ферганий, Ал-Беруний, Әбиў-Әлий ибн-Сино, ал-Хорезмий хәм Омар-Хайямның жумыслары менен танысты.

1417-жылы Улуғбек Самарқандта медресе салыўды баслады. Бул қурылыс үш жылда питти. Медресениң оқытыўшыларын Улуғбектиң өзи таңлап алған. Мысал, ретинде олардан Мухаммед-Хавафиди (медреседеги биринши лекцияны оқыған адам), математик хәм астрономлар Салахуддин-Муўса-бин-Махмудты (Қазызада деп те аталады), Ғияс-ад-дин Жәмшид бин-Масъудты (бул киси 1416-жылдың өзінде астролябия хақында трактат жазды), Муин-ад-дин-ди, оның улы болған Мансур-Қашыны, Улуғбек мийнетлериниң түсиндириўшиси Әлий-ибн-Мухаммед Биржанжийди көрсетиўге болады. Медреседе тийкаргы дин таныў менен бирге математика хәм астрономия оқытылған.

Мавереннахрдың эмири болыўдың барысында Улуғбек көплеген шәкиртлер де таярлады. Олардың ишиндеги ең көрнеклилеринен Әлеўәтдин Әлий-ибн-Мухаммед Қусшыны, кейін ала Улуғбектиң мийнетлерин халықлар арасында кеңнен тарқатыўға үлес қосқан Марям Шалабийди атап өтемиз.

Гейпара тарийхый дереклер бойынша Улуғбектиң 1417-жылы астрономиялық бақлаўлар жүргизиў ушын обсерватория салыўға бағышланған кеңес өткергенин билемиз. Бул хақында мәселен Улуғбектиң заманында жасаған Әбдиразак Самарқандий былай деп жазады. “..Усы мақсетте ол (Улуғбек) өзлериниң ислерин жақсы билетуғын тәжирийбели математиклерди, геометрлерди, астрономларды, қурылысшыларды шақырды. Кеңесте сол ўақыттың Платоны Салхутдин-Муўса Қазызада, сол ўақыттың Птоломейи Әлий Қусшы, Ғияс-ад-дин Жәмшид, Муўин-ад-дин ... лер қатнасты” (кейінге екеўи басқа жерлерден шақырылған). Улуғбек алдыңғы қатар илимпазлардың бул жыйналысында сол ўақытларға шекем астрономия илимине үлес қосқан Бағдад, Дамаск, Исфакан, Мараге обсерваториялары хақында гәп еткен. Ғияс-ад-дин Жәмшид бин-Масъуд сол ўақыттағы астрономиялық әсбаплар хақында баянат иследи. Кеңес қатнасыўшылары болажақ обсерваторияда исленетуғын изертлеў жумысларының зәрүрлигин да атап көрсеткен. Усы жерде Орта әсирлердеги Орайлық Азия халықларының билимпазларында өзлеринен бурынғы ойшыллар қалдырған мийрасларға үлкен хұрмет пенен қараў, мийнетлеринде өзлеринен бурынғылардың иснеимли етип тексерилген нәтийжелерин келтириў дәстүрлериниң бар болғанлығын айтып кеткенимиз орынлы болады.

1417-жылғы кеңесте астрономиялық обсерваторияның қурылыўының, оның қандай болыўының керекли екенлиги хақындағы мәселелер шешилген. Усы шешим бойынша обсерваторияда сол ўақытлардағы ең дәл өлшеўлер жүргизилиўиниң кереклиги, бундай өлшеў жумысларының әсирлер даўамында алып барылыўының зәрүрлиги мойынланған. Тарийхый дереклер обсерваторияның да үш жылда питкерилгенлигин айтады.

Жоқарыда келтирилген мысаллардың барлығы да Улуғбектиң илимдеги жалғыз изертлеўши болмағанын, ал оның өзиниң этираапына көплеген билимпазларды топлағанын, илимди, мәдениятты раўажландырыў мақсетинде медреселер, обсерваториялар салдырғанлығынан дерек береді. Соның менен бирге медреселерде, обсерваторияда көплеген китаплар жыйналған. Адамзат тарийхында бундай әмир-билимпазды биринши мәртебе ушыратамыз.

Обсерваторияның құрылыс хақында гәпти кейинирекке қалдырамыз хәм Улуғбек, оның илимий хызметкерлері тәрәпинен алынған нәтижелерди баянлаймыз.

Улуғбек басқарған илимий жумыслардың ең тийкарғы нәтижелер “Улуғбек Зиджи” ямаса “Қурағаний Зиджи” деп аталатуғын астрономиялық кестелерде берілген (Қурағанийаты Улуғбектиң кейин журтына байланысly келип шыққан хәм оның заманласлары тәрәпинен гейде Улуғбек Қурағаний деп те аталған). Жигирмалаған жыл ишинде жүргизилген бақлаўлардың нәтижедерин өз ишине алатуғын бул мийнет кирсиўден хәм астрономиялық кестелердиң өзинен турады. Улуғбектиң 4 бөлимнен туратуғын кирисиўиниң теориялық хәм методологиялық әхмийети уллы.

Кирисиўдиң биринши бөлимінде греклердиң, сириялықлардың персиялықлардың, Қытай халықларының, уйғурлардың календарлары, жыл, ай хәм олардың бөлимлери хақында терең мағлыўматлар берілген. Текст Шығыс билимпазлары тәрәпинен алынған нәтижелерди басқа астрономлардың аңсат қоллана алыўы ушын көпсанлы кестелер менен байытылған. 22 баптан туратуғын екнши бөлими астрономия илиминиң усылларын тәрийплеўге бағышланған. :шинши бөлимниң 13 бабы Күнниң, Айдың хәм планеталардың аспан сфферасында анықлаў усылларын баянлайды. Қалған еки бап Күн менен Айдың тутылыўларын өз ишине алады.

Кирисиўдиң кейинги 4-бөлими астрологияға бағышланып аспан денелериниң жайласыўларының адам тәғдирина тәсирин тийкарлаўды қамтыйды. Усы жерде астрологиялық мәселелерди шешиўдиң Улуғбек хәм оның заманласлары ушын ең тийкарғы мәселелердиң бири болғанын аңғарыўымыз керек.

Улуғбектиң жүргизген илимий жумысларының динге қайшы келмегенлигин де айтып өтиўимиз керек. Бул хақында жоқарыда аты келтирилген ибн-Юнус былай жазған “Аспан денелерин изертлеў динге жат емес. Тек усы изертлеўдиң нәтижелери ғана намаз оқыўдың ўактын, ораза пайынтында аўқат жеўге, суў ишиўге болмайтуғын ўакытта билемиз. Күн. Ай тутылғанда қудайға өз ўакытында сыйыныў ушын қашан тутылыў болатуғынлығын алдын-ала билиў керек. Бундай изертлеўлер назам оқылғанда адам жүзин қаратып турыў ушын Қабаның қайсы таманда екенлигин билиў ушын зәрүрли...”.

Улуғбектиң кестелеринде астрономияның тийкарғы турақлылары берілген. Мәселен Улуғбек бойынша жулдызлық жылдың узынлығы 365 күн 6 саат 10 минут 8 секунд (хәзирги күнлери қабыл етилген мәнисинен 1 минут 2 секундқа көп). Улуғбек бойынша Сатурн планетасы жылына 12 градус 13 минут 39 секундқа аўысады (хәзир қабыл етилгенинен 3 секундқа артық). Бундай масылларды көплеп келтириў мүмкин. Олардың барлығы да Улуғбектиң жүргизген өлшеўлериниң қандай дәрежеде дәл болғанлығын көрсетеди.

Улуғбек фундаменталлық әхмийетке ийе жулдызлар кестесин дүзиўдеги Гиппархтан кейинги астроном болып табылады. Бул кесте 1018 жулдызды өз ишине алады. Солардың 900 иниң узынлығы долгота хәм 878 иниң кеңликлери широта Улуғбек обсерваториясында өлшенген (солардың ишинде 700 жулдыздың еки астрономиялық координатасы болған узынлық хәм кеңлик обсерватория хызметкерлері тәрәпинен толық қайта өлшенген). Қалған жулдызлардың узынлықлары хәм кеңликлери сол ўакытқа шекем белгили болған кестелерде көрсетилген жулдызлардың узынлықлары менен кеңликлерине дүзетиўлер киргизиў жолы менен пайдаланылған. Улуғбек ушын Әбдирахман Суфийдиң жулдыз кестеси тийкарғы болып табылды. Өз гезегинде бул кестедеги нәтижелердиң басым көпшилиги Птоломей кестесинде бар болып шықты. Улуғбек кестелери дәллиги жағынан сол ўакытқа шекемги ең дәл болған Гиппарх кестелериниң дәллигинен жоқары турып Тихо Браге (1546-1601) заманына шекем бириншиликти қолдан бермеди.

Улуғбек кестелерде келтирилген математикалық изертлеўлер хәзирги күнлерге шекем әхмийетин жоғалтқан жоқ. Кестелердиң тригонометриялық кестелерге бағышланған бөлими синус, косинус хәм олар арасындағы қатнастарды тәрийиплеў менен басланады. Улуғбек бул жерде минутлардың синусларының келтирилгенлигин, ал секундлардың синусларының интерполяцияның жәрдемінде есаплаўдың мүмкинлигин жазады.

“Синуслардың хәм саялардың (тангенслер менен котангенслер) кестесин есаплаў, - деп жазды Улуғбек, - усы ўақытқа шекем ҳешким исенимли етип анықланбаған бир градустың синусына тийкарланған“. Нәтийжеде бир градустың синусы ушын 0,017 452 406 437 283 571 шамасы алынды. Бундай дәл есаплаўларды жүргизиў ушын қаншама есаплаўшылардың қатнасканын айтыў қыйын. Ҳәзирги ўақытлары көпшилигимиздің қолларымызда есаплаў машиналары бар болғанлықтан жоқарыда келтирилген мысалдың дурыс екенлигин тексерип көриўди оқыўшыларға усыныс етемиз.

Өзиниң мийнетлеринде Улуғбек өзине шекем қабыл етилген геоорайлық системасының көз-қарасында турады. Оның алған нәтийжелери, сол замандағы көз-қараслар Улуғбекке гелиоорайлық системаға өтиў бойынша революциялық пикирлер айтыўға мумкиншилик бермеди. Бирақ қалай деген менен Улуғбек кестелерин, оның менен бирге ислескен илимпазлардың мийнетлерин оқығанымызда дүнъяның орайындағы Жерди Күн менен алмастырғанда да сезилерликтей өзгерислердің болмайтұғынлығы ҳаққында пикирлерди табамыз. Мәселен, жоқарыда айтылған Қазызада өзиниң “Шарх Жагмини“ шығармасында “.. айырым билимпазлар Күнди планеталардың орбиталарының ортасында жайласқан деп есаплайды. Әстерек қозғалатуғын планета Күннен үлкенирек қашықлықта турады“. Усы мийнеттиң өзінде былай да жазылған “Жер қозғалмайды. Оның орайы Әлемниң орайына сәйкес келеди. Усындай гипотеза үлкенирек итималлыққа ийе. Бирақ басқа да гипотеза бар. Қай жерде орналасқанлығына қарамастан аўыр дене Жердиң орайына қарап қазғалатуғын болғанлықтан Жердиң орайы тек ғана Жердиң этирапындағы аўыр денелердиң ғана орайы болып табылады. Сонлықтан Жердиң орайының хәм усы орай менен биргеликте Жердиң өзи де қозғалады деп санаўға болады. Бундай гипотеза да дым жақсы. “ Усындай пикирлерди биз Улуғбектиң ең жақын жәрдемшилеринен болған Әлий Қусшының “Теологияның тезислерине түсиниклер“ мийнетинде де табамыз. Жоқарыда келтирилген тарийхый дереклердиң барлығы да Улуғбектиң гелиоорайлық системадан қашық болмағанлығын дәлиллейди.

Зидждың дүзилиў барысында Улуғбектиң ең жақын жәрдемшилеринен Ғияс-ад-дин Жәмшид 1429-жылы, Салахутдин-Муўса Қазызада 1435-жылы қайтыс болды.

1449-жылы 27-октябрь күни Улуғбек баласы Абдулләтиф тәрәпинен өлтириледі. Усының менен бирге Орта әсирлердеги Орайлық Азиядағы астрономияның раўажланыўы да тамам болды. Улуғбектиң садық досты Әлеўәтдин Әлий-ибн-Мухаммед Қусшы кәрўан дүзип Самарқандтан жулдызлар кестесин, көплеген қолжазбаларды алып кетип үлгерди. Ол Стамбулға жетип сол жердеги жоқары оқыў орнының дәслепп оқытыўшысы, кейинен ректоры болып иследи хәм өмириниң ақырына шекем (1474-жыл) Улуғбектиң илимий мийрасларын халықлар арасында таратыў менен шуғылланды.

Улуғбек кестелериниң екінши нұсқасы Нерат қаласына жеткен хәм Алишер Наўайының заманында көширип жазыўлар арқалы парсы хәм араб тиллеринде көп жерлерге таратылған.

Улуғбектиң жулдызлар кестеси 1665-жылы Оксфордға, 1843-жылы Лондонда басылды. Кестеге кирисиў Париж қаласында 1853-жылы жарық көрди. Ал Вашингтон қаласында Улуғбек кестелери бойынша жүргизилген изертлеў жумысларының нәтийжелери 1917-жылы баспадан шықты.

Улуғбектиң жулдызлар кестесинде келтирилген астрономиялық шамалардың дәллигиниң жоқарылығы соңғы ўақытта жасаған астрономларда Улуғбектиң өзиниң, обсерваториясының XV әсирде дүнъяда болғанлығы ҳаққында гүмән пайда етти. Әсиресе XV888 хәм X8X әсирдиң астрономлары соншама дәрежедеги жоқары дәлликтиң XV әсирде алыныўының мумкин емеслигин дәлиллеўге тырысты.

Ҳақыйқатында да Улуғбек қайтыс болыўдан оның обсерваториясы талам-тараж етилди, қолға илингендей нәрселериниң бәри де урланды, 1499-жылы Тимурдың душпаны болған Шейбаны-хан тәрәпинен кек алыўдың бир түри ретинде пүткиллей қыйратылды. Кейин ала обсерваторияның турған жери билинбей кеткен хәм сонлықтан оның бар болғанлығының өзи әсиресе илимпазлар арасында гүман туўдырды.



Обсерваторияның бар болғанлығы хақында Улуғбектің заманласлары хәм оннан кейинги бирқанша тарийхшылар жазба түрде мийраслар қалдырған. Улуғбектің киши заманласы, обсерваторияны өз көзі менен көрген Әбдиразак Самарқандий өзиний “Еки бахытлы жулдызлар топарының туўылыўы” шығармасында былай жазады` “астрономиялық бақлаўлар жүргизиў ушын (қурылған) әсбапларды тексерип хәм жетилистирилип болғаннан кейин (Улуғбек) кестелерди дүзиў хақында буйрық берди... Бина беккем етип салынған еди... (Билимпазлар) жыйналысы бинаны узақ ўақыт, мәңги сақланыўы, аўыспаўы, тербелмеўи ушын беккем етип салыныўының кереклиги хақында қарар шығарды. Соның салдарынан бийик, дөңгелек теризли сарай салынды... Кейнинен Күннің, жулдызлардың қозғалысларын бақлаўға буйрығ берилди, анықлығы хәм дәллиги менен айрылатуғын Күнний хәм жулдызлардың қозғалысларының кестесиниң дүзилиўи басланды“.

XV әсирдің ақырының тарийхшысы Мирхонд былай жазады` “Соның менен бирге шебер усталардың обсерваториялық қурылысына кирисиўи ушын уллы буйрық шығарылды. Бул иске астрономия илиминиң сүйениши, екинши Птоломей Гиясаддин Жамшид хәм илимди өзине сыйдырыўшы мырза Низамаддин ал-Қашылар қатнасты. Қурылыс тырысыўлардың, пухталықтың хәм табан тиреўшиликтиң салдарынан тез арада питти“. Мирхондтың бул мийнети Алишер Наўайының усынысы бойынша жазылған деген тарийхый дереклер бар.

Улуғбек өлгеннен кейин обсерваторияны Захреддин Бабур (ең атаклы Тимуридлердің бири хәм моголидлер мәмлекетиниң тийкарын салыўшы) барып көрген хәм XV8 әсирдің басында “Бабурнамада” былай жазады... “обсерватория үш басқыштан (қабаттан) турады. Бул жерде Улуғбек хәзир пүткил дүньяда қолланылып атырылған “Қурағоний кестелерин“ дүзди. Басқа кестелер кем қолланылады... Пүткил дүньяда жети ямаса сегиз обсерватория қурылған болыўы керек. Солардың ең уллысы Улуғбек обсерваториясы болып табылады“.

Улуғбек обсерваториясы 1908-жылы Самарқанд археологы В.Л.Вяткин тәрәпинен Сасарқанд қаласының арқа-шығыс тәрәпинде Ташкент жолына жақын жерде Қуҳақ төбелигиниң басынан табылды. Төбеликтің бийиклиги 21 метр болып оның басына шыққан адамға кең горизонт ашылады. Обсерваторияны излеў жумыслары тарийхый хўжетлер тийкарында өткерилди. Археологиялық қазылмалар буннан кейин 1914-, 1941- хәм 1948-жыллары жүргизилди хәм обсерватория хәм онда қолланылған бас әсбап хақында бирқанша толық мағлыўматлар алынды. Қазба жумысларының барысында обсерваториядан 6000 куб метрдей кулап қалған қурылыстың қалдықлары ашылды. Бул шама Улуғбектің қандай үлкенликтеги жайды салдырғанлығы хақындағы дәслепки мағлыўматларды береді.

Архитектор-археологлардың тастыйықлаўы бойынша Улуғбек обсерваториясы цилиндр тәризли болып оның тырнағының диаметри 48-50 метрге, бийиклиги 29 метрге тең болған. Обсерваторияға орнатылған бас әсбап секстант (айырым изертлеўшилердің пикири бойынша квадрант) шама менен 40 метрлик радиуска тең. Оның бираз бөлеги жер астында жайғасқан болып доғасының узынлығы секстант болған жағдайда кеминде 42 метрге тең. Бундай жағдайда доғаның хәрбир 701,85 миллиметрине 1 мүйешлик градус сәйкес келеди. Бул секстант меридиан бойынша (арқадан қублаға) дәл бағытланған болып, оның жәрдемінде Күннің, Айдың, планеталардың, жулдызлардың меридиан сызығы арқалы өткен пайытындағы координаталары жоқары дәлликте өлшенген.

Жоқарыда келтирилген мағлыўматлар Улуғбек тәрәпинен сол дәўирге шекем болмаған илимий обсерватория салынғанлығынан дерек береді. Бундай ис сол ўақытлары тек ғана құдиретли мәмлекет басшысы хәм ең алдыңғы қатар алымның қолынан келиўи мүмкин еди.

Тилекке қарсы, Улуғбек заманында кеңнен орын алған диний фанатизм, Жерди Әлемнің орайы деп есаплаў дәстүри, бизиң Уллы жерлесимизге системасыздың орайында

Күн жайласқан деп есаплайтуғын гелиоорайлы астрономияға батыл түрде өтиўге мүмкиншилик бермеди.

Мусылман еллериниң, соның ишинде Орайлық Азия еллердиң астрономиясы Улуғбектен кейин айтарлықтай табысқа ериспеди. Улуғбек бул еллерди астрономиялық хәм математикалық билимлер менен төрт әсирдиң даўамында толық тәмийинледи.

### **VIII семинар. Орта әсирлердеги Мусылман шығысындағы физика-математика илимлериниң раўажланыўы**

1. VII-XII асирлерде мусылман Шығысында Физика-математика илимлериниң раўажланыўы.

2. Математика пәни турли бағдарлардың тийкарын салыўшылар хәм даўам еттириўшилер.

3. Ең раўажланған хәм көпшиликк мәлим болған физика-математика илимлери.

XII әсирге келип Европада да жәмийеттеги ислеп шығарыўдың жаңа фазасы пайда бола баслады. Аўыл ххожалығы жумыслары қәлиплести хәм мийнет өнимдарлығы жоқарылады, өнерментшилик ислери аўыл хожалығынан ажыралып шықты. Өнерментшилер кәрханалары хәм саўда орайлары пайда болды, экономикалық раўажланыў хәўиж алып, жәмийеттиң басшылары хәм руўханийлер бир биринен бөлине баслады. Бул еки топар арасындағы идеялық гүрес тезлик пенен раўажланды. Университетлер пайда болды. Университетлерде Аристотель тәлиматы, соның ишинде оның «Физика» мийнети оқытыла баслады. Бул дәўирде:

1) «Реалистлар» идеясы Платон идеясына тийкарланған болып, идея ҳақыйкатлық деген тәлиमत көбирек орын алды.

2) «Номиналистлар» улыўмалық түсиниклер. Бунда тек атамалар анық нәрселердин белгиси болып, ҳақыйқый жеке ҳақыйқатлықты сәўлелер ғана пайда етеди деп үйретти. Олардың пикирлеўинише еки түрли ҳақыйқатлық бар: 1) Алла-тала тәрәпинен белгиланген ҳақыйқатлық – бундай ҳақыйқатлықты сыпатлаўға болмайды; 2) Адамның дәретиўшилик ислериниң нәтийжесинде пайда болатуғын ҳақыйқатлық. Кейинги ҳақыйқатлық биринши ҳақыйқатлық пенен бирдей болмаўы мүмкин. Бул еки ҳақыйқатлық илим хәм философия, номиналистлер арасындағы қарама-қарсылықты сыпатлайтуғын еди. Бул қарама-қарсылық ҳақыйқатлықты анықлаўға жақынластырды.

2. Орта асирлерде Европаның мәденияты менен илиминиң раўажланыўы менен байланыслы үлкен ашылыўлар айрықша әҳмийетке ийе. Шығыс мәмлекетлериндеги ашылыўлардың Европа еллерине импорт етелиўи (компас XII әсирде, порох XI-XII әсирде, қағаз XII-XIII әсирде, механикалық саат) үлкен унамлы тәсирлерин көрсетти.

XII әсирде грек хәм араб илимпазлары болған Евклид, Архимед, Птоломейдиң жумыслары, Хорезмийдың алгебрасы, Алгазен оптикасы, Авиценна медицинасы, Беруний хәм Улуғбек жумыслары латын тилине аўдарылғаннан хәм баспадан шыққаннан кейин европалықлардың руўхий дүньясы және де байыды хәм бул жаңа ашылыўларжың жүзеге келиўине импульс берди. Нәтийжеде төмендегидей өзгерислер хәм раўажланыўлар айқын көрине баслады;

а) XII-XIV асирлерде механикалық сааттың жетилискен варианты соғылды хәм Европа қалаларындағы жайларға, минарларға орналастырылды;

б) XIII әсирде көзәйнек ашылды;

в) 1440-жылы китап басып шығарыў ислери ойлап табылды;

г) Оксфорд университетинде кинематика мәселелери Н.Орем (1323-1382 жыллар) басшылығында ислеп шығылдырақ. Денелердиң тегис хәм тегис емес қозғалыслары үйренилди. Қозғалысты графикалық сүўретлеў усыллары ислеп шығылды;

д) Петр Маракура 1269-жылы өзиниң «Магнит ҳаққындағы идеялар» китабын жазганда сол дәўирдиң алдыңғы ойшылларының бири Роджер Бэкон адамларға «әжайып

экспериментаторлар» деп баға берди. П.Маракура биринши болып арқа хәм түслик полюс түсиниклерин енгизди. Магнит пенен темирдің бир бирине тартылысы, денелерге тиккелей тийиў ямаса белгили бир кашықлықлардан да тәсир етиў мүмкинлиги, полюслардың бөлинбеслиги анықлады.

е) Магнит полюслериниң өз-ара тәсирлерин толық билмейтуғын болса да, бул тәжирийбеге тийкарланған магнетизм тараўындағы биринши тәжирийбелық физиканың нәтийжеси еди.

ХІІІ әсирде Роджер Бэкон (1214-1294 жыллар) тәжирийбелық тәбияттаныўға үлкен ықлас қойған, Ол Оксфорд университетин питкерген, оқымыслы, әйjemги илимлер менен араб қолжазбаларын дыққат пенен оқыған илимпаз болып табылады. Оның тийкарғы идеяларының мәниси төмендегидей:

а) илимий жумысларды алып барыўда үлкен абырайға ийе болған илимпазларға сыйынбаў керек, ал олардың жумысларына критикалық көз-қарас пенен қатнас жасаў керек деп үйретти. Солай етип Р.Бэкон бойынша Аристотель хәм басқа да илимпазлардың тәлиमतларын ҳақыйқатлық деп есаплаўға болмайды;

б) ҳақыйқат илим тәжирийбе жуўмақлары тийкарында дәретиледи, дәлиллеўлер де тәжирийбелерге сүйенген болыўы шәрт. Дәлиллер жуўмақлар шығарыўға алып келеди;

в) Р.Бэкон тәжирийбелер өткерий барысында порохтың курамын анықлады, фосфор, магний, висмутларды алыўдың усылын ислеп шықты;

г) суўдың ағысының тәсиринен пайдаланып механик жумыс орынлаў мүмкинлигин анықлаў мақсетинде тәжирийбелер өткерди;

д) Обскура камерасыда (камера-обскура) нурлардың жолын хәм сүўреттиң пайда болыўын тәжирийбеде үйренди. Сфералық шийшелер менен тәжирийбелар өткерди хәм сондай сфералық шийшелерде нурлар шағылысқанда бир ноқатта жыйналмайтұғынлығын дәлилледі (бундай кубылысты сфералық аберация деп атаймыз);

е) жақтылық нурлары суў тамшылары аркалы өткенде бақланатуғын оптикалық кубылысларды тәжирийбеде үйренди;

ж) көрийди жақсылаў ушын адамларға хәр кыйлы линзалардан (көз әйнеклерден) пайдаланыўды усинды.

Бэкон илимниң раўажланыўының унамлы тәсирлерине, перспективаларына жүдә исенди хәм бул тараўда кунт пенен ислеўдің лазымлығын көпшиликке тарқатты. Ол жоқары лаўазымдағы адамларды қатаң түрде әшкаралады хәм соның ушын 20 жыл қамақта отырған. Қамақтан шыққаннан кейин де ол илимниң әхмийети, перспективалары ҳаққындағы өзиниң пикирлерин көпшиликке, әсиресе жасларға ашық түрде айтатуғын еди.

Р.Бэкон ХІІІ әсирдеги фантастка усайды. Бирақ хәзир оның барлық ойлары менен ислери әмелге асырылды. Сол ХІІІ әсирде физика тәжирийбелик илим болыўы лазым деген идея Европадағы илимниң буннан былай раўажланыўына өзиниң унамлы тәсирин тийгизди.

3. ХІІІ хәм ХІV асирлерде Европа мәмлекетлеринде үлкен өзгерислер жүзеге келди:

1) феодаллық қатнасықлар ыдырай баслады хәм капиталистлик системаның зародышлары пайда бола баслады. Ислеп шығарыўды раўажландырыў ушын ушын илим хәм техниканың раўажландырыўдың зәрүрлиги айкын көринип турды;

2) 1492-жылы Испаниялы теңизде жүзийши Христофор Колумб (Christophorus Columbus, 1451-1506) Америкаға, 1498-жылы Португалиялық Васко да Гама (Vasco da Gama; 1460 ямаса 1469—1524) Хиндистанға саяхатқа жол алды. 1519-1522 жыллары Португалиялы хәм Испан теңизде жүзийшиси Фернан Магеллан (Ferdinandus Magellanus, 1480-1521 жыллар) Жер шарын айланып шығыў бойынша саяхатқа шықты.

3) Илим бойынша хәмме Европа мәмлекетлеринде, соның ишинде айрықша астрономия, механика, оптика тараўларында үлкен өзгерислер жүз берди. Коперник, Галилей, Бэкон, Декарт, Кеплер, Гюйгенс хәм Ньютонлар тәрeпинен теориялық хәм әмелий әхмийтке ийе ислер орынланды, илимий ислердің резонансы бақланды.

Көриу трубаларының (телескоптың), микроскоптың ұатаны болған Голландияда XVII әсирде (Испания хәм Англия менен бәсекеде болыу дәуири) белгили художник Рембрандт (Рембрандт Харменс ван Рейн, 1606-1669), философ Бенедикт Спиноза (1632-1677), Х.Гюйгенс (Christiaan Huygens, 1629-1695), Виллеброд Снеллиус (1580-1620) сыяқлы илимпазлардың жумыслар үлкен ашылыуларға алып келди. Олар жақтылықтың сыныу хәм шағылысыу ызымларын билмесе де көриу трубаларын, микроскопты дөретти. Россияның патшасы Петр I кеме соғыу жумысларын үйрениу хәм меңгеруі үшін Голландияға келген еди.

Германияда Иоган Кеплердің планеталардың Куяш дөгерегиндеги қозғалыслары хақындағы үш ызымның ашылыуы илимдеги үлкен рауажланыулардың белгиси еди. Әсиресе Галилео Галилейдің (Galileo Galilei, 1564-1642) инерцияның биринши ызымын, салыстырмалық принципін, барлық денелердің Жер бетине бирдей тезлениуі менен түсетуғынлығын ашыуы хақықый физика илиминің өз алдына илим сыпатында қәлиплескенлигин көрсетти.

Италияда уллы художник, скульпторлар Микеланджело (Микеланджело де Франческо де Нери де Миниато дель Сера и Лодовико ди Леонардо ди Буонарроти Симони, 1475-1564), Леонардо да Винчи (Леонардо ди сер Пьеро да Винчи, 1452-1519), Рафаел Сантилар (Raffaello Sant, 1483-1520) өз елинің атын шығарды.

Англияда 1642-1648 жыллары пуқаралар урысында король Карл I өлтирилди. 1649-жылы Англия республика деп дағазаланды. Усы дәуірде Англия ең күшли хәм белгили теңиз мәмлекети болып дүньялық сауда тарауларында тийкарғы мәселелерди шешиуши хуқықына ийе еди. XVII әсирде дүнья әдебиятына салмақлды үлес қосқан Уильям Шекспир (William Shakespeare, 1564-1616), шайыр Жан Милтон, философ Фрэнсис Бэкон (Francis Bacon, 1561-1626) хәм Джон Локклар (John Locke, 1632-1704) Англияда илимнің рауажланыу бағдарларын көрсетти. Усы тәжірийбелерге тийкарланған жол бойынша инглиз илимпазлары, У.Гилберт, Р.Бойл, Р.Гук хәм И. Ньютонлар басшылығында физика - математика тарауларында илимпазлар әжайып ашылыулар қылды.

Францияда «Илимлер академиясы» шөлкемлестирилди. Академияның буйыртпасы тийкарынд Корнел, Расин хәм Мольерлар драмалар жазды. Академияда ислеуге Гюйгенс, Рёмерлер шақырылды. Бирақ усы ўақытда Рене Декарт Францияны таслап кетип Голландияға барып ислей баслады хәм Швецияда қайтыс болды. Философ хәм физик Паскаль, физик Мариотт усаған илимпазлар Франция илимлер академиясында көп жыллар даўамында мийнет етти.

Россияда XVII әсирдің ақырларына таман Петр I принципери әмелге асырылды. Оның басламасы менен сиясатшы философлар И. Болотников, С. Разин, К. Минин, Д. Пожарский, Б.Хмельницкийлер Россияның территориясын кеңейтуге еристи. Усының менен бирге Россияда Меркатордың «Космография», Генемийдың «Селенография» хәм Коперниктің илимий жумыслары рус тилинде аударылды. Жоқары оқыу орынлары хәм С.Полоцкийдің (1629-1680) проекти тийкарында Петр I дің көрсетпеси менен «Россия илимлер академия» сы шөлкемлестирилди. Усы илимлер академиясына Швециялик физик-математиклер Леонард Эйлер, ағалы-инили И.Бернулли хәм Д.Бернуллилер жумысқа шақырылды. Усы илимпазлардың басшылығында Россияда Илимлер академиясы рауажланады.

Солай етип:

1) Европада дүньялық илим орайы ең дәслеп Испанияға, кейинирек басқа мәмлекетлерге көшти хәм тәжірийбеге тийкарланған, физика илими тәбияттаныу илимлеринің ишиндеги әхмийти ең жоқары болған илимлер қатарында танылды.

2) Коммуникация қуралларының рауажланыуына байланысly илимпазлар арасындағы байланыслар хәм бирге ислесиулер жаңа дәрежелерге көтерилди.

# **IX семинар. Жыллылық кубылыстары физикасына, сақланыуы ызыамлары хэм электромагнетизмге, илимниң басқа да тарауларына байланыслы болған көз-караслардың XVIII-XIX әсирлердеги рауажланыуы**

1831-1900 жыллардағы физикалық тәлиматтың рауажланыуы өзгешеликлерин төмендегише сәулелендириу мүмкин:

- физика эмпирикалық дәлиллер менен эмпирикалық формулалардан әсте ақырынлық пенен теориялық тийкарға ийе болған тәжирийбелик илимге айланды;

- энергиядың сақланыуы хэм бир түрден екнши түрге айланиуы ызыамының ашылыуы пүткил физикалық процессларди анализлеудиң тийкарғы илимий усылына айланды;

- тәбиятты өзгертюдиң механикалық картинасын сәулелендириу, XIX әсир ақырында оның электромагнитлик көрисин сүүретлеу менен бирге алып барыу дәстүрге айланды;

- XIX әсир ақырында хэм XX әсирдиң басындағы ашылыулар классикалық физиканың ыдырауына және оның терең кризисине алып келди;

- жаңа техникалық термодинамика хэм жыллылық техникасы илимлери пайда болады;

- электромагнитлик индукция кубылысының ашылыуы электротехника өнди́рисин пайда қылды хэм бул жағдайлар Максвелл хэм Герц жұмысларынан кейин радиотехниканың пайда болыуына себеп болды;

- спектраллық анализ усылының пайда болыуы химия хэм металлургия санаатының рауажланыуына үлкен тәсир қылды, илимий орайлар хэм илимий мектептер саны тез арта баслады, илимий лабораториялар хэм илимий изертлеу институтлары саны кескин түрде артты;

- мәмлекетлер аралық илимий байланыслар күшейди хэм илим ислеп шығарыу күшлерине, мәмлекетлердиң хұрмети менен халық аралық жағдайын белгилеуши көрсеткишке айланды. (мысалы 1870-71 жыллары Германияда илимниң жоқары рауажланғанлығына байланыслы Францияны урыста жеңди);

- усы дәуирлерде Г.Гельмгольц, Людвиг Больцман, М.Планк хэм К.Рентгенлер өзлериниң илимий мийнетлери менен уллы илимпазлар катарына кирди;

- илими тарауында Германия Франциядан алда еди. Бул кемшиликлерди жоғалтыуышын 1882-жылы Парижда физика хэм химия мектеби ашылды. Бул мектепте Пьер Кюри сабақ беретугын еди (Пьер Кюри хәзирги заман кристаллофизикасының тийкарын салыушылардың бири). Усы мектепте кейинирек Нобель сыйлығын алыуға миясар болған Поль Ланжевен, Фредерик Жолио-Кюри, Анри Беккереллер оқыды;

- Англияда «Рауажланыуға Британ ассоциациясының ғамхорлық жәрдеми» жәмийети хэм Кавендиш лабораториясы (Кембридж университетиниң физика факультети хэм физика илими мектебиниң бир бөлими, адреси <http://www.phy.cam.ac.uk/>) 1874-жылы ашылды. Бул лабораторияда ислеген 29 илимпаз кейин халық аралық Нобель сыйлығын алыуға миясар болды. Олардың дизимин келтиремиз (қаўсырма ишинде илим тарауы аты хэм Нобель сыйлығы берилген жыл жазылған):

лорд Релей (физика, 1904)

сэр Дж. Дж. Томсон (физика, 1906)

лорд Резерфорд (химия, 1908)

сэр Уильям Брэгг (физика, 1915)

Чарлз Гловер Баркла (физика, 1917)

Фрэнсис Астон (химия, 1922)

Чарлз Вильсон (физика, 1927)

Артур Комптон (физика, 1927)

Оуэн Ричардсон (физика, 1928)

Джеймс Чедвик (физика, 1935)

Джордж Томсон (физика, 1937)

Эдуард Виктор Эплтон (физика, 1947)

Патрик Блэккетт (физика, 1948)  
 Джон Кокрофт (физика, 1951)  
 Эрнест Уолтон (физика, 1951)  
 Фрэнсис Крик (физиология и медицина, 1962)  
 Джеймс Уотсон (физиология и медицина, 1962)  
 Макс Перуц (химия, 1962)  
 Джон Кендрю (химия, 1962)  
 Дороти Ходжкин (химия, 1964)  
 Брайан Джозефсон (физика, 1973)  
 Мартин Райл (физика, 1974)  
 Энтони Хьюиш (физика, 1974)  
 Невилл Мотт (физика, 1977)  
 Филип Андерсон (физика, 1977)  
 Капица, Пётр Леонидович (физика, 1978)  
 Аллан Кормак (физиология и медицина, 1979)  
 Аарон Клуг (химия, 1982)  
 Норман Рамзей (физика, 1989)

- Россияда Д.И.Менделеев, П.Л.Шебишев, А.М.Ляпунов, Н.Е.Жуковский, А.Г.Столетов, Н.А.Умов, П.Н.Лебедев сыяқлы алымлар усы дәуірде хызмет етті;

- Америка Құрама Штатларында Самуил Морзе (1791-1872), Томас Алва Эдисон (1847-1931) сыяқлы илимпазлар жоқары жетіскенліклерге еристи хәм бар қатар мәселелерде Еврованы артта қалдырды.

-1868 жылы Японияда университет ашылды хәм 1897 жылы магнетизм тарауында Хантаро Нагаока (1865-1950) үлкен құрметке ийе болды;

-Англия колониясы болған Хиндистанның Бомбей, Калькутта хәм Мадрас қалаларында 1857-жылдан баслап коллеж хәм университетлар ашыла бастады. XIX әсирдің ақырында калькутталық белгили физик Шатъендранат Бозе (Satyendra Nath Bose, 1894-1974) белгили болды. Аделан (1872), Сидней (1850), Мельбурн (1853) қалаларында хәм Жаңа Зеландияда университетлар ашылды. Жаңа Зеландиялық белгили физик Эрнест Резерфорд (Ernest Rutherford, 1871-1937) уллы физик илимпазлар қатарына қосынды.

Басқа Шығыс мәмлекетлери, Орта хәм жақын Шығыс, Африка мәмлекетлеринде усы дәуірде физика илими бойынша орынларнған жұмыслар хаққында әдебиетларда мағлыұматлар келтирилмеген. Бул мәмлекетлердің барлығында да физика илими XVIII-XIX әсирлерде айтарлықтай рауажланыуға ериспеди.

XVIII-XIX әсирлердеги физика илиминде болып өткен илимий ашылыұлар адамзаттың буннан былайғы экономикалық хәм социаллық рауажланыуы ушын оғада үлкен тәсирин тийгизди. Бул ашылыұлар төмендегилер болып табылады:

2. Электромагнит индукция құбылысын уллы инглиз физиги Майкл Фарадей (1791-1867) ашты. 1831-жылдан баслап ол өзинің электромагнетизмди изертлеу бойынша алған илимий нәтижелерин системалы түрде баспадан шығара бастады. Олардың барлығы үш томлық мийненни пайда етті хәм «Электр бойынша эксперименталлық изертлеулер» түрдеги улыұмалық атамаға ийе болды.

М. Фарадей 1791-жылы 12-март күни Лондон темиршисинің шаңарағында тууылды. Әкесинің тапқан қәрежетлери шаңарақ ағзаларының күн көриуі ушын ғана жететуғын еди. Сонлықтан ол хәтте толық билим алыу мүмкиншилигине де ийе болған жоқ. Басланғыш классларда ол оқыұды, жазыұды, арифметиканың басын үйрениу мүмкиншилигин алды. Кейин ол китап түплеушиге шәкирт болып жұмысқа кирди. Бул жерде ол билиминің жетпей турған бөлімлерин толтырды. Химия менен электрге байланысly тәліматлар менен қызықты хәм китапларда тәрипленген тәжірийбелерди өткере бастады.

Санаат революциясы көп санлы инглизлерде илимге болған қызығыұларды пайда етті. Лондон қаласында бәршеге арналған лекциялар шөлкемлестириле бастады. 1800-

жылы шөлкемлестірілген Король институты қалған адамлардың тыңлауы мүмкін болған кешкі лекцияларды тұрақты түрде өткеріп барды. Фарадей дәуірінде химия бойынша лекцияларды белгілі химик Г.Дэви оқыды. Бұл лекциялар Фарадейде оғада күшті қызығуларды пайда етті. Ол лекцияларды мұқият пенен жазып алды хәм оларды түплер Г.Дэвидің өзіне жіберді. Дэвиге жәрдемші керек болған уақытта ол Фарадейди есіне түсирді хәм оны ассистент сыпатында институтқа жұмысқа алды хәм усы жерде ол қайтыс болғанға шекем мийнет етті (1867-жыл 25 август).

Фарадейге дүньялық даңқты оның электр хәм магнетизм бойынша орынлаған жұмыслары алып берді.

Фарадей 1821-жылы өзінің бирінші электродвигателин иске түсирді. Тап сол күні ол өзінің күнделік дәптерине «магнетизмди электрге айландыруы» деп жазды. Бұл мәселени шешіу шама менен он жылды талап етті. 1831-жылы ол электромагнитлик индукция ызымын, ал 1832-жылы электрохимиялық ызымларды ашты.

Г.Дэвидің актив түрдегі қарсылық көрсетуіне қарамастан 1824-жылы 1824-жылы Король жәмийетінің ағзасы болып сайланды.

Петербурглы академик Э.Х.Ленц (1804-1865) индукциялық токтың бағытын анықлау қағыйдасын тапты.

- Джоуль-Ленц токтың жыллылық тәсірін, яғный ток өткенде өткізгіштен шығатуғын жыллылық мұғдарының формуласын тапты хәм бұл жағдайдағы энергияның бир түрден екінші түрге айланыу хәм сақланыу ызымын да тәріпледі.

- Америкалы физик Джозеф Генри (1799-1878) Фарадейден ғәрезсіз өзлик индукция кубылысын ашты. Бирақ ол алған нәтижелери хәкқындағы мақаласын баспадан шығаруға асықпады. Усының нәтижесінде электромагнитлик индукция кубылысын ашыу Майкл Фарадейге тийісли болып қалды. Д.Генри Лейден банкасында электр тербеліслерін пайда ете алды. 1845 жылы Фарадей хәм Ленц жұмысларын улыўмаластырып Ф.Нейман (1798-1895) индукция ызымының

$$V = - \frac{\partial A}{\partial t}$$

түріндегі математикалық формуласын келтіріп шығарды. Бұл формуладағы минус белгиси индукциялық токты алыу үшін энергияның сарыпланатуғынлығын билдиреди.

1853 жылы У.Томсон (Лорд Кельвин, William Thomson, 1824-1907) электр тербеліслер теориясын тербеліс контурлары үшін дәретті хәм электр резонансын бақлады.

3. Фарадей жұмыслары, Юлиус Роберт Майер хәм Г.Гельмгольц (Гермен Людвиг Фердинанд Гельмгольц, 1821-1894), Джемс Прекотт Джоуль (1818-1889) жұмысларынан кейін энергияның сақланыу хәм бир түрден екінші түрге айланыу ызымының, кинетикалық хәм потенциал энергия түсініклерінің хәм Майер формуласы деп аталатуғын  $c_p - c_v = R$  формуласының мәніслери толық анықланды.

Еркін энергия, жасырын жыллылық мұғдары хәм жыллылық сыйымлығы, салыстырмалы долик жыллылық сыйымлығы, термодинамика ызымлары толық анықланды.

Механика бөлімі бойынша төмендегі әхмийетлі жаңа илимий усыллар хәм ашылыулар жүзеге келді:

- механикада вариациялық есаплау принципі ирландиялық физик, математик хәм астроном У.Р. Гамильтон (Hamilton William Rowan, 1805-1865), Б.С.Якоби (1804-1851), М.К.Остроградский (1801-1861) тәрепинен іслеп шығылды, қозғалыста уақытты ең кем жумсау принципі, аналитикалық механика бөлімі Лагранж хәм Гамильтон бойынша қозғалыс теңлемелери, Гамильтон хәм Лагранж теңлемелери, лагранжиан хәм гамильтониан түсініклері хәм олардың математикалық формулалары, ең киші тәсір принципі, оның  $\delta S = 0$  түріндегі математикалық аңлатпасының физикалық мәніслери толық анықланды.

- Джозеф Лармор (1857-1942) тәрәпинен 1895-жылы прецессиялық қозғалыстың жийилигі үшін  $\omega_L = eH/2mc$  формуласын келтиріп шығарды.

Г.Кирхгофф (1824-1887) «Механика бойынша лекциялар» кітабында механиканы әпіуайы халда тәріплеу принципін ұсында хәм тап сондай етип тәріплеуге ұмтылды.

Философ Эрнст Мах (1838-1916) Кирхгофф илимди бизнеске айландырмақта деп оны әшкаралады. Герц пенен Мах илимнен күш түсинигін пүткиллей алып ласлау керек; кеңіслік, уақыт, қозғалыс хәм энергия түсиниклери жеткіліклі деп оқытпақшы болды. Герц бойынша ғәрезсіз материаллық системаның хәр қандай тәбійий қозғалысы соннан ибарат, система өзіннің тууры сызықлы қозғалыс жолларының бири бойынша турақлы тезлік пенен қозғалады. Мах уақытты абстракция, ал абсолют кеңіслік жоқ деп есаплады. Көплеген физиклер Махтың философиялық пикирлерін әшкаралап, Ньютон физикасы тәрәпинде қалды.

Жабысқақлық куши орын алғандағы қозғалыс теңлемесін англиз физик-теоретиги Джордж Габриель Стокс (1819-1903) келтиріп шығарды хәм қарсылық күшинің мәнісін есаплады. Гидродинамикадағы ийрим, циркуляция, вихрлар жәрдемінде эфирди тәріплекмекши болды. Д.Г.Томсон хәтте ийримли атомлар түсинигін киргизди. Ийрим болғанлықтан атомлар беккем болады деп түсіндірмекши болды. Уқсаслық критериясын киргизіп Рейнольдс (1842-1912), Н.Петров (1836-1920) хәм басқалар аэродинамика мәселелерін шешпекши болды. Өзгеріуши массаға ийе денелер механикасы теориясы Россияда Иван Всеволодович Мещерский (1859-1935) хәм Константин Эдуардович Циолковскийлер (1857-1935) тәрәпинен рауажландырылды.

4. Физикаға жыллылық қубылысларын таллауығын жаңа бөлім жыллылық физикасы, термодинамика тийкарлары сыяқлы жаңа бөлімлер, түсиниклер хәм атамалар киргизилди. Газлерди суйылтуу технологиясы, аса аққышлық хәм аса өткізіушилік қубылыслары ашылды, Дюар ыдысы соғылды, салқынлататугын машиналар ойлап табылды. Клаузиус, Джоул, Р. Майер хәм басқа илимпазлардың жұмыслары нәтижесінде термодинамика нызамларының физикалық тийкарлары анықланды. Энтропия, энталпия, еркин энергия түсиниклери киргизилди. Жыллылық диаграммалары, нурланыу нызамлары, Планктың жыллылық нурланыуы нызамы, «квант» түсиниги пайда болды. Теориялық физиканың тийкарғы элементлери пайда болды.

Акустика хәм оптика тарауларында тербеліслер физикасы бөліми пайда болды. Допплер қубылысы, сес тезлігі, толқынлардың дисперсиясы, интерференциясы, дифракциясы қубылысларының физикалық тийкарлары түсиниклі болды. Кирхгофф нызамлары, инфрақызыл, ультрафиолет нурлар, спектроскопия, дисперсия, толқынлардың поляризациясы қубылыслары ашылды. Фотография, техникалық оптика (хәр кыйлы жақтылық машиналары) өндириси пайда болды. Жақтылықтың группалық хәм фазалық тезліклері хәм жақтылықтың электромагнит тәбияты белгилі қубылыслар қатарына кирди.

Электродинамика илими қәлиплести. Бунда Фарадейден кейін магнитлердің өз-ара тәсірлесіуі, магнетиклерге магнит майданларының тәсірі, электрлік хәм жыллылық анизотропиясы қубылыслары, магнит майданы тәсірінде поляризация тегіслігінің бурылыуы (Фарадей эффекті), электр хәм магнит майданларының өз-ара байланыслы екенлігі, тартылыс хәм нурланыу майданларының физикасы, өлшеу бірліклері системалары, Максвелл теңлемелери, Умов-Пойнтинг векторы, ауысу тоғы, электромагнит толқынларын жасалма түрде пайда етіу, бойлық хәм көлденең толқынлар физикасы менен электромагнетизм хәққындағы тәлімат толықтырылды. Ұсы дәуірлерде жоқарыда айтылғанлардан басқа төмендегідей жаңа ашылыулар жүзеге келди:

1) 1875-жылы А.Лоренц жақтылықтың шашырау хәм сыну нызамлары үшін Френель формуласын Максвелл теңлемелери системасынан келип шыққан халда тәріпледі;



2) Лоренц Максвелл теңдемелерінен пайдаланып сыныұ көрсеткішлерінің затлардың электрлік хәм магниттік қасиеттерінен ғәрезілігін анықлап «электронлар теориясы» ның дәретіліуіне тийкар салды;

3) 1879-жылы Холл эффекті ашылды. Бул эффектти 5 жылдан кейін Г.Лоренц теориялық жол менен Лоренц күші тийкарында келтиріп шығарды;

4) 1895-жылы Голландиялық физик П.Зееман магнит майданының натрий атомларының нурланыуына тәсірін үйреніу барысында «Зееман эффекті» кубылысын ашты. Бул эффектте магнит майданының тәсірінде жақтылық спектрі сызықтары бір неше сызыққа (ямаса кураушыға) ажыралады;

5) Ирландия физигі Стоней атомның зарядын «электрон» деп атады. Томсон катод нурлары бөлекшелерінің массасының водород атомы массасынан кемінде 1000 есе киші зарядлы бөлекше екенлігін тапты;

6) 1895-жылы немис физигі В.К.Рентген (1845-1923) «Рентген нурлары» деп аталатуғын нурларды ашты. Томсон атомның бирінші моделин усинды;

7) А.Беккерель (1852-1908) радиоактивтік кубылысын ашты;

8) 1887-жылы Герц, ал Столетов 1888-жылы фотоэффект кубылысын ашты;

9) Нурланыу ызамлары ашылды хәм атом физикасы дәуірі басланады;

10) М.Планк (1858-1947) жыллылық нурланыуында энергияның порциялар түрінде шығарылатуғынлығын хәм жутылатылатуғынлығын болжады хәм қара дененің нурланыуы үшін өзінің белгілі формуласын 1900-жылы келтиріп шығарды.

### **Х семинар. Классикалық физиканың тийкаргы бағдарларының қәлиплесіуі хәм рауажланыуы. Жыллылық кубылыстары хаққындағы көз-қарастардың рауажланыуы**

1. Жыллылық кеңейіуі. XVIII әсирде өткерілген жыллылық кеңейіуі кубылысын эксперименталлық изертлеулер түсиніклердің өзине тән алжасықтарына алып келді. Бундай алжасықтар XIX әсирдің орталарына шекем жетіп келді. Мысалы «сынап тең өлшеулі кеңейеди» деп есаплады. Бирақ қандай эталонға салыстырғанда сынаптың кеңейетуғынлығын айтыуға умытты. Усы жағдайға қармастан өлшеу үшін сынапты пайдаланыу дауам етіле берді. Себебі теңдей температуралар интервалында сынап теңдей шамаларға кеңейетуғын еді. Сонлықтан «сынап тең өлшеулі кеңейеди» деп айтыу мәніске ийе болмай қалады.

XVIII әсирдің басларында-ақ Дэвидің тәжірийбелерінде жыллылық кеңейіуі үшін эталонлық шкаланы пайдаланыудың зәрүрлігі анық болды. Дэви хәр кыйлы термометрлерді соқты (сынаплы, спиртлі, таза суулы, дузлы суулы термометрлер). Хәр бир термометрді екі турақлы ноқаттың жәрдемінде (мысалы муздың еріу хәм суудың кайнау температуралары) Цельсия шкаласы бойынша градуировкалады. Қолында бар термометрлердің көрсетіулерін салыстырғанда күтілмеген нәтижелер алынды. Сынаплы термометр  $50^{\circ}\text{C}$  ны көрсеткенде спиртлі термометр  $43^{\circ}\text{C}$  ны, таза суулы термометр  $25,6^{\circ}\text{C}$  ны, ал дузлы суулы термометр  $45,37^{\circ}\text{C}$  ны көрсетті.

Дюлонг хәм Птилер 1815-жылы сынап хәм хауа термометрлерінің көрсетіулерін дәл салыстырып көргенде егер сынапты температураға байланыссы тең өлшеулі өзгереді деп есапласа хауа тең өлшеулі өзгермейтуғынлығын, ал хауаны тең өлшеулі кеңейеди деп есапласа, сынаптың тең өлшеулі кеңеймейтуғынлығын анықлады. Бирақ бул идеялардың толық сәулесі Уильям Томсонның (лорд Кельвиннің) 1848-жылы жарық көрген кітабында тапты. Бул кітапта пайдаланылатуғын термометрлік дененің тәбиятынан ғәрезсіз температуралық шкаланы пайдаланыу усынылған. Бундай шкаланы «абсолют шкала» деп атай баслады.

Дюлонг хәм Пти жоқарыда атап өтілген жұмысында екі сынап термометрдің барлық уақытта да температураның бирдей мәнісін көрсететуғынлығын көрсете елді. Бирақ 1808-жылы Анджело Беллани (1776 — 1852) бундай жуумақтың дурыс емес екенлігін

көрсете алды. Бул қәтелик сынап қуйылған шийшеден соғылған ыдыстың сыйымлығының температураға ғәрезли өзгеретуғынлығынан болып шықты. Бул жағдай термометрлер соғыу ушын қәлеген шийшени қолланыуға болмайтуғынлығын көрсетти хәм буннан кейинги эксперименттерде термометрлик дене орналастырылған денелердің өзлериниң де жыллылық кеңейіуине ушырайтығынлығы есапқа алынды. Усыған байланысly жыллылық кеңейіуиниң абсолют мәнисин өлшеу мүмкиншилиги пайда болды.

Сынаптың абсолют жыллылық кеңейіуиниң мәнисин билиу Дюлонг хәм Птилерге басқа да суйықлықлардың хәм қатты денелердің жыллылық кеңейіуин физика курсы китапларында келтирилген усыллардың жәрдемінде изертлеуге мүмкиншилик берди. Барлық изертлеулер сынаптың жыллылық кеңейіуине салыстырғанда басқа қатты хәм суйық денелердің жыллылық кеңейіуиниң тесператураның өзгериуине байланысly тең өлшеули емес екенлигин көрсетти. Соның менен бирге затлардың ериу нокатына жақынласқанда жыллылық кеңейіуінде аномалиялардың бақланатуғынлығы мәлим болды. Бул мағлыұматлардың барлығы да хәр бир қатты ямаса суйық дене ушын температураның хәр бир мәниси ушын жыллылық кеңейіуиниң мәнисин теориялық есаплаудың, ал хәр кыйлы температуралар интервалы ушын экспериментте анықлаудың зәрүрлиги келип шықты. Усы жағдайларды есапқа алған ҳалда Фридрих Вильгельм Бессель (1784—1846) 1820-жылы салыстырмалы салмақларды анықлағанда хәм барометрлик есапларды дүзгенде температураны есапқа алыу ушын арнаулы кестелерди дүзиудің керек екенлигин атап көрсетти.

Қатты денелердің жыллылық кеңейіуин изертлеу областында Эйльгард Мичерлих (1794 — 1863) 1825-жылы кублық емес кристаллардың барлығының да хәр кыйлы бағыт бойынша хәр қыйлы бағытларда хәр қандай шамаларға кеңейетуғынлығын көрсетти. Солай етип кристаллық (монокристаллық) денелердің температура өзгергенде формасының өзгеретуғынлығы белгили болды. Бул жуўмақтың дурыс екенлиги Френель тәрәпинен 1864—1869 жыллары Ньютон сақыйналарын пайдаланып өткерилген тәжирийбелерде тастыйықланды. Френель қолланған дәл оптикалық усыл кристаллық денелерди изертлеу ушын да жарамлы болып шықты. Сонлықтан Халық аралық өлшемлер хәм тәрәзилер комитети усы усылды эталонлық метр стержениниң деформациясын өлшеу ушын қолланыу мақсетинде қабыл етти. Затлардың өлшемлери өзгергенде сол затларда пайда болған Ньютон сақыйналарының өзгериуин пайдаланатуғын бул оптикалық усылды Физо пайдаланып, суў менен бир катарда басқа да затлардың да (мысалы алмаз, изумруд хәм басқалар) тығызлығының базы бир температураларда максимумға жететуғынлығын анықлады.

Суўдың тығызлығының  $4,04^{\circ}$  и  $4,07^{\circ}$  C аралығында максимумға ийе болатуғынлығын 1868-жылы Франческо Россетти (1833—1881) көрсетти. 1892-жылы болса Карл Шеель (1866 — 1936) сұдың тығызлығының ең үлкен мәниске  $3,960^{\circ}$  C температурасына, ал буннан бир жыл кейин Хапниус бул шаманың  $3,98^{\circ}$ C шамасына тең екенлигин көрсетти. Физика китапларындағы  $4^{\circ}$  C шамасы жокарыда келтирилген шамалардың орташа мәниси болып табылады.

Температураның маятниктиң тербелис жийилигине тәсирин 1670-жылы Пикар көрсетти.

2. Газ тәризли затлардың жыллылық кеңейіуи. Газ тәризли затлардың жыллылық кеңейіуи XVIII әсирдің физиклери тәрәпинен века орынланды (Делягир, Станкари, Хоксби, Соссюр, Делюк, Ламберт, Монж, Бертоле, Вандермонд хәм басқалар тәрәпинен. Бирақ олардың алған мағлыұматлары бир бирине сәйкес келмеди. биреулері хаўа тең өлшеули кеңейеди, ал екиншилери тең өлшеули емес кеңейеди деген жуўмақларға келди. Қала берсе жуўмақлар арасындағы айырма жүдә үлкен еди.

Вольта жуўмақлардың хәр қыйлы болып алынғанлығының себебин экспериментаторлардың қурғақ хаўа менен емес, ал ығал хаўа менен ислегенлигинен екенлигин көрсете алды. Хаўада суў пуўларының болыуы эксперименттердің нәтийжелерине үлкен тәсир еткен.

Вольтының жумысы көпшиликке белгили болмаған «Annali di chimica» журналында басылып шыққан еди. Вольтаның өзи де жумысының кең тарқалыуына тырысқан жоқ. Себеби сол ўақытлары оның Гальвани менен келиспеўшилиги қызғын түрде жүрип атыр еди.

Гей-Люссак (1778—1850) ушын Вольтынаң жумысы белгисиз еди. Ол 1802-жылы газлердиң жыллылық кеңейиўин изертлей баслады хәм бул жумыслар кейинирек классикалық жумыслар катарына кирди. Оның мақаласының тарийхый кирисиўинен он бес жыл бурын Жак Шарлдиң (1746—1823) бул мәселе бойынша исленген жумысларын еске алады. 1783-жылы Париждың қасында ең бириншилерден болып водород толтырылған шарды ҳаўаға көтергеннен кейин Шарлдиң абырайы әдеўир жокарылаған еди (водород Кавендиш тәрәпинен 1776-жылы ашылған еди). Шарлден бурын шарды ҳаўаға көтериў ушын ыссы ҳаўа қоланылған еди.

Гей-Люссақтың жумысы бойынша Шарль кислородтың, азоттың, углекислый газдың хәм ҳаўаның  $0^0$  тан  $100^0$  интервалында бирдей болып кеңейетуғынлығын тапқан. Гей-Люссак Шарлдиң жумысын толықтырып хәм улыўмаластырып мынадай жуўмақларға келди:

«Егер көлемниң толық үлкейияин градуслар санына бөлсек жүз градуслық шкаланың хәр бир градусында көлемниң бирдей шамаға үлкейетуғынлығына ийе боламыз».

1927-жылы сентябрь айынша Комо каласында шақырылған физиклердиң халық аралық конгресси (бул конгресс Вольтаның қайтыс болғанына 100 жол толыў мүнәсибети менен шөлкестирилген еди) газлердиң жыллылық кеңейиўи нызамын «Вольтынаң ҳаўа ушын жыллылық кеңейиў коэффициентиниң турақлығы нызамы» хәм «Гей-Люссақтың барлық газлер ушын жыллылық кеңейиў коэффициентиниң тирдей екенлиги ҳаққындағы нызам» деп аталыўшы еки нызамға бөлиўди усынды. Бирақ Вольтаның мийнетлерин еске алыў ушын исленген бул усыныс тез умытылды.

Жыллылық кеңейиўи ушын Гей-Люссак тәрәпинен алынған кеңейиў коэффициенти болған  $1/266,66 = 0,00375$  шамасының дурыслығы Био тәрәпинен тастыйықланды хәм Лаплас тәрәпинен қабыл етилди. Буннан кейинги 35 жыл ишинде 0,00375 шамасы ең дәл физикалық константа ретинде танылды. Бирақ 1837-жылы Фридрих Рудберг (1800—1839) бул турақлыға жаңа анықламаны қабыл етип оның ушын киширек болған мәнисти алды. Усыған байланыслы Магнус Гей-Люссақтың тәжирийбелерин қайталады хәм оның жиберген қәтелерин тапты. Соның нәтийжесинде Рудбергтиң мағлыўматларына сәйкес келетуғын мағлыўматларды алды.

Бирақ 1841-жылы Магнус өз жумысларын орынлағанда жыллылық кеңейиўи коэффициенти ушын 0,0036706 шамасын алған Реньоның классикалық жумысы жарық көрди. Бул шама бизиң күнлеримизге шекем дерлик өзгерген жоқ.

1842-жылдан кейин өткерилген жоқары дәлликтеги экспериментлер газлердиң жыллылық кеңейиў коэффициентлериниң турақлы емес екенлигин көрсетти.

1789-жыллардан баслап Вольта хәм басқа да илимпазлар пуўдың қәсийетлерин изертлеў менен шуғыллана баслады. 1816-жылы Гей-Люссак дальтон нызамын пуўлардың араласпасы ушын қолланды. 1836-жылы Магнус Дальтон нызамының тек араласпайтуғын суйықлықлар (мысалы суў менен май) пуўлары ушын дурыс екенлигин тапты. Бул нәтийжелер кейинирек Реньо тәрәпинен тастыйықланды хәм раўажландырылды.

**Термодинамика принципери.** Жыллылықтың механикалық теориясының тәрәпдарлары сыпатында Пьер Маккени (1718—1784), Дэвиди, Румфордты, Юнгты, Амперди хәм басқаларды атап өтемиз.

Сүйкелистиң салдарынан жыллылықты алыў көп заманнан бери белгили. Соның менен бирге газлерди қысқанда хәм кеңейткенде қызатуғынлығы ямаса саклықлайтуғынлығы да белгили еди. Тап усы дәўирлерде теплород түсиниги көпшилик тәрәпинен қабыл етилди. Олар апельсиндеги мок сыяқлы барлық газде теплород та бар деп есаплады. Олар апельсинди қыссаң сок бөлинип шығады, тап сол сыяқлы газды қассаң да жыллылық бөлинип шығады хәм температура жоқарылайды деп есаплады. Бундай көз-

караслар ұзақ уақыт жасады. Бірақ 1829-жылы Био өзінің оқылуының екінші басылымында сүйкелисте жыллылықтың бөлініп шығуы себебінің еле белгисіз екенлігін атап өтті.

Карно принципі. XIX асирдің бірінші ярымында жыллылық кубылыстарын үйрениу тийкарынан пуу машиналарының характеристикаларын жокарылатыу ушын исленди. Дальтон илимий изертлеулердің бундай багыттағы рауажланыуын катан түрде ашкаралады хам оларды техникалық изертлеулер деп есаплады. Джеймс Уатт болса мәселени әмелий тәрептен келтирип шыгарды: балгили бир жұмыс ислеу ушын қаншама көмир талап етиледі хам жұмыстың берилген муғдарын орынлау ушын сарпланатуғын жанар майдың муғдарын қалайынша минимумға жеткеріу мүмкін?

Бул әмелий машкаланы изертлеу менен жас инженер Сади Карно (1792—1832) шуғылланды. Ол өзінің жұмыстарының нәтижелерін 1824-жылы «*Reflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres a developper cette puissance*» атамасында шыққан жұмысында жууақлады. Жұмысының тийкарында С.Карно мәңгі двигателді соғыудың мүмкін емеслігі принципін қойды.

Өзінің изертлеулерін С.Карно пуу машиналарын мақтаудан баслайды хам жұмысы жарыққа шыққаннан кейін ол теплород теориясынан бас тартты хам жыллылықтың механикалық теориясы көз-қарастарына өтті.

Румфордың дәуирінен баслап 1842-жылға шекем термодинамика бойынша дыққатқа ылайық жұмыс баспадан шыққан жоқ.

Көз-қарастардың өзгерістері академилық дөгереклерден алыста болған жас илимпазлар арасында орын алды. Буның себебі ретінде жыллылық пенен жұмыс арасындағы эквивалентліктің рәсімий илим менен байланыссы болмаған көп санлы илимпазлар тәрепінен бир уақытта табылғанлығын атап отиу жеткиликлі: олар отыз жастағы әскерий индженер С.Карно, жигирма сегіз жасар немис врачы Роберт Майер (1814—1878) хам Лондон қаласындағы пиво қайнатыушы заводтың ийеси жигирма бес жасар Джеймс Джоуль (1818—1889) еди. Олардың катарына Карл Фридрих Морды (1805—1879), Людвиг Август Кольдингті (1815—1888) хам Марк Сегенди (1786—1875) қосыу мүмкін.

1843-жылы Майердің жұмыстарынан бийхабар болған Джеймс Джоуль жыллылықтың механикалық эквивалентін анықлады.

**Энергияның сақланыу нызамы.** Физиклердің эквивалентлік принципін мойынлауы ушын Майер менен Джоулдің жұмыстарын соң бир неше жыл керек болды. 1847-жылы Герман Гельмгольц (1821—1894) Майердің жұмыстары хаққында хеш нәрсе билмей туып «*Ober die Erhaltung der Kraft*» деп аталатуғын даңқлы жұмысын баспадан шыгарды. Өзінің мақаласында Гельмгольц тек механикалық хам жыллылық күшлерін қарап қоймастан, энергияның басқа да түрлерін қарайды.

Майер, Джоуль, Кольдинг, солар менен бир катарда С.Карноның өзі термодинамика принциптерінің тийкарын салушылар болып есапланады (Карно жыллылықтың тәбияты менен қызықсынған да жоқ еди). Олар жыллылық белгили бир шараятларда жұмысқа айланады хам жұмыс жыллылыққа айланады деп тастыйықлау менен шекленди. Жыллылықтың механикалық теориясының фундаменталлық көз-қарастары буннан алға илгерилемеди. Теорияның тийкарын салушылар механикалық процесслер менен жыллылық кубылыстары арасындағы ишки байланыс хаққындағы мәселени көріп шығуының зәрүрлігі жоқ деп есаплады.

Гельмгольц өзінің 1847-жылғы жұмысында жылылық пенен жұмыстың бир бирине айланыуының себебін жыллылық кубылыстарын механикалық кубылыстарға алып келиу, яғнай басымның пайда болуына алып келиу менен түсиндириу мүмкін деген жууаққа келди. Усындай жууақтың дурыслығын дәлиллеу ушын жол 1856-жылы Август Крөниг (1822—1879), ал бир жылдан соң Клаузиус тәрепінен табылды.

Бернуллі бойынша жыллылық молекулалардың тербелмели қозғалысының сыртқы көриниуі. Бул гипотезаның тийкарына Даниил Бернуллі ыдыстың дийуалларын газдың

басым түсіріуі молекулалардың ыдыс дийұалларына келип урылыуының нәтижесі деген болжауды қойды. Бундай теория Бернуллиден кейін де көр рет ұсынылды. 1848-жылы Джоуль Бернулли ұсылы тийкарында газдің басымын түсіндірді. бірақ бұл илимпазлар мәселені тек сапалық жақтан қарады.

Газлердің кинетикалық теориясы. Крөниг бойынша газ молекулалардың жыйнағынан тұрады. Ұар бир солекуланы ол идеал серпимли шарикке теңеди. Бул шариклер абсолют тәртипсиз қозғалады (молекулалық хаос). Крөниг молекулалардың көлеми газ ийелеп турған көлемнен салыстырмас дәрежеде киши деп еспалады. Сонлықтан молекулалар арасында тәсир етисиу болмайды. Ұзликсиз қозғалысларының нәтижесинде молекулалар бир бири менен хәм ыдыстың дийұалы менен соқлығысады хәм өзлериниң тезликлерин өзгертеди. Ұсы гипотезаның жәрдемінде хәм Авагадро нызамын қолланып Крөнигке Бойль нызамын түсіндириудің сәти түсти.

Кинетикалық теория көп қубылысларды түсіндире алды (диффузия, ериу, жыллылық өткізгишлик хәм басқалар). Максвелл 1866-жыллары молекулалардың дәслепп салыстырмалы тезликлерин, кейін орташа тезликлериниң абсолют мәнислерин есаплауға еристи. Ұсылардың жәрдемінде ұақыт бирлигиндеги молекулалардың соқлығысуларының орташа мәнисин табылды (әдеттегидей жағдайдарда шама менен секундына 5 миллиард рет).

Буннан кейін статистикалық нызамлардың ашылыуы ушын толық тийкарлар пайда болды.

### **XI семинар. Классикалық физиканың тийкарғы бағдарларының қәлиплесиуі хәм рауажланыуы. Электродинамиканың пайда болыуы**

Шама менен 1860-жылға келип Нейманның, Вебердің, Гельмгольцтиң хәм Феличлердің жұмысларынан кейін электродинамика белгили бир шегараларға ийе системаға түсирілген илим деп есапланды. Ендиги өткерилетуғын тийкарғы изертлеулер электродинамиканың нәтижелерин изертлеуге хәм оларды әмелде пайдаланыуға байланысly болыуы керек деген болжаулар да айтылды.

Бирақ ұсындай әрқайын жұмыс ислеудің перспективаларын жас шотланд физик Джеймс Кларк Максвелл (1831—1879) бузды. Ол электродинамиканың қолланылыуының жүде кең областларының бар екенлигин көрсетти.

Максвелл өз дәуирінде оншама әхмийетли деп есапланбаған изертлеулер менен шуғылланды деп айтыуға болады. Фарадейдің оригиналлық идеялары көплеген илимпазлар ушын түсиниксиз еди. Лаплас, Пуассон хәм Ампердің тәсирінде тәрбияланған жас физик-теоретиклер ушын Фарадейдің идеялары қолайлы емес, ал физик экспериментаторлар ушын дым абстракт болып көринетуғын еди. Фарадей алған билим бойынша математик емес еди, ол базы бир математикалық ұсылды ислепп шығыудың зәрүрлигин түсінди. Максвелл буны айқын түрде аңғарды.

Фарадей идеяларын математикалық форма бериу ушын Максвелл диэлектриклердің электродинамикасын дөретиуден баслады. Максвелл теориясы Мосотти теориясы менен тиккелей байланысly. Фарадей өзиниң диэлектриклик поляризация теориясында электрдің тәбияты мәселесин ашық қалдырған еди. Ал Франклин идеяларының тәрәпдары болған Мосотти электрди бирден бир флюид сыпатында қабыл етти хәм оны эфир деп атады. Мосотти эфир барлық молекулаларда да бар деп болжады. Молекула инерция күшиниң тәсирінде қозғалғанда эфир молекуланың бир тәрәпинде концентрацияланады, ал екінши тәрәпинде сийрексийди, ұсының салдарынан молекуланың бир тәрәпинде оң мәнисли күш, ал екінши тәрәпинде терис мәниске ийе күш пайда болады. Максвелл бул концепцияны толығы менен қабыл етти.

Диэлектриклер теориясын тийкарлап Максвелл оның түсиниклерин зәрүрли болған қосымшалар менен магнетизмге көширди хәм электромагнит индукциясы теориясын дөретти. Өзиниң барлық теориялық дүзилислерин ол бир неше теңлемде (Максвеллдің

алты теңлемесінде) жуўмақлады. Бул теңлемелер хәзирги заман физикасының (электродинамикасының) ең атақлы теңлемелерине айланды.

Бул теңлемелер механиканың теңлемелеринен күшли парық қылады, Максвелл теңлемелери электромагнит майданының курылысын анықлайды. Механиканың нызамлары материя жайласқан кеңисликтің областларына тийисли болса, Максвеллдің теңлемелери кеңисликтің өзине тийисли теңлемелер болып табылады (бул кеңисликте денелердің ямаса электр зарядларының болыяы шәрт емес). Теңлемелер майданның өзгерисин анықлайды. Ал механиканың теңлемелери материаллық бөлекшелердің өзгерислерин анықлайды. Ньютон механикасы кеңислик хәм ўақыттағы тәсирдің үзликсизлигинен бас тартты, ал Максвелл теңлемелери болса кубылыслардың үзликсизлигин көрсетеди. Теңлемелер кеңислик хәм ўақыт бойынша шегаралар ўақыяларды байланыстырады: майданның «усы орындағы» хәм «хәзирги» берилген халы бойынша тиккелей жақын орынлардағы хәм ўақыттың жақын моментлериндеги майданның халы анықланады. Майданды тап усындай етип түсиндириў Фарадей идеяларына сәйкес келеди, бирақ еки әсир хәким сүрген көз-қарасларға сәйкес келмейди. Сонлықтан дәслепки ўақытлары Максвелл теңлемелери ушын көплеген физиклер тәрепинен қарсылық көрсетилди. Бирақ XIX әсирдің орталарында Г.Герц тәрепинен 1890-жылы усынылған төмендегидей тезиске мүйенди: Максвелл өзиниң теңлемелерин алыў ушын пайдаланған таллаўлар менен есаплаўлар қәтелер менен толған екен хәм оларды бизлер дурыслай алмайды екенбиз, онда оның алты теңлемесин биз дәслепки гипотеза сыпатында кабыл етиўимиз хәм электромагнетизмнің теориясы сүйенетуғын постулатлар сыпатында кабыл етиўимиз керек. Герц «Максвелл теориясындағы ең баслысы – оның теңлемелери», - деп жазды.

**Жақтылықтың электромагнитлик теориясы.** Бир бирине салыстырғанда қозғалатуғын еки зарядланған бөлекше арасындағы тәсирлесіў күшин аңғартатуғын Вильгельм Эдуард Вебер тәрепинен табылған формулада базы бир тезликтің мәнисиндей мәниске ийе коэффициент бар. Тезликлери  $v_1$  хәм  $v_2$  болған бир бирине салыстырғанда  $v$  тезлиги менен қозғалатуғын  $q_1$  хәм  $q_2$  зарядлары арасындағы тәсирлесіў күши  $F$  тиң шамасы былайынша жазылады:

$$F = \frac{q_1 q_2}{r^2} \left( \frac{v}{c} \right)$$

Бул формулада  $r$  аркалы зарядлар арасындағы қашықлық белгиленген.  $c$  болса мәниси анықланыўы керек хәм тезликтің өлшем бирлигине ийе коэффициент. Усы тезликтің мәнисин Вебердің өзи хәм Кольрауш 1856-жылғы классикалық жумысқа айланған жумысында анықлады. Тезликтің мәниси жақтылықтың тезлигиниң шамасынан азмаз үлкен болып шықты. Келеси 1857-жылы Кирхгоф Вебер теориясынан қарсылығы жоқ сым бойынша электродинамикалық индукцияның таркалыў нызамын дәретти. Егер сымның қарсылығы нолге тең болса электр толқынының таркалыў тезлиги сымның кесекесиминен, сымның тәбиятынан хәм электр зарядларының тығызлығынан ғәрезсиз болып шықты. Соның менен бирге бул тезликтің мәнисиниң жақтылықтың вакуумдағы таркалыў тезлигине дерлик тең екенлигин белгили болды. Вебер өзиниң 1864-жылға теориялық –экспериметаллық жумысында Кирхгофтың алған нәтийжелериниң дурыс екенлигин тастыйықлады хәм электр толқынларының таркалыў тезлиги менен жақтылықтың таркалыў тезликлери арасындағы тезликлердің бирдей екенлигиниң сол еки кубылыс арасында тығыз байланыстың бар екенлигин аңғартады деп болжады.

Максвелде болса электр толқынлары менен жақтылық толқынларының тәбиятларының бирдей екенлигине ҳеш кандай гүман болған жоқ. Себеби ол Фарадейдің идеяларынан пайдаланған еди.

1864-жылы Максвелл өзиниң теңлемелеринен келип шығып хәм бир қанша түрлендириўлерден кейин бослықта көлденең аўысыў тоқларының жақтылықтың тезлигиндей тезлик пенен тарқалатуғынлығын көрсетти. Усыған байланысly «бул жақтылықтың электромагнитлик теориясын тастыйықлайды» деп жазды Максвелл.

Электромагнит толқынлар. Лейден банкасының разрядының тербелмели характерге ийе екенлиги көп уақыттардан бери белгили. Бул кубылысты 1858-жылдан 1862-жылға шекем Вильгельм Феддерсен (1832—1918) тәрепинен дыққат пенен анализленди. Ол егер конденсатордың еки астары үлкен емес қарсылық пенен туйықланған болса, онда разрядтың (зарядтың жоғалыуының) тербелмели характерге ийе болатуғынлығын бақлады. Тербелислер дәуиринің мәніси конденсатордың сыйымлығының квадрат түбирине пропорционал екен. 1855-жылы Томсон бул нәтижелердің дурыслығын тастыйықлады. Ең ақырында 1864-жылы Кирхгоф тербелмели разрядтың теориясын дөретти. Ал 1869-жылы Г. Гельмгольц тап сондай тербелислерди ушлары конденсатордың астарларына тутасқан индукциялық түтениң жәрдемінде де алыуға болатуғынлығын көрсетти.

1884-жылы гельмгольцтың бурынғы оқыушысы Генрих Герц (1857—1894) максвелл теориясын үйрениуді бастады. 1887-жылы ол Гельмгольцтың тәжірийбесин еки индукциялық түтениң жәрдемінде қайталады. Бир неше тырысулардан кейин ол өзинің классикалық тәжірийбеге айланған тәжірийбесин өткерди. «Генератор» хәм «резонатор» дың жәрдемінде Герц экспериментте тербелмели разрядтың кеңісикте бир бирине перпендикуляр поляризацияланған электр хәм магнит тербелислери түрінде тарқалатуғынлығын дәлилдеди. Герц бул толқынлардың шағылысуын, сынуын хәм интерференцияға ушырайтутынлығын көрсете алды хәм бул тәжірийбелердің барлығын Максвелл теориясы тийкарында түсиндириу мүмкин екенлигин көрсетти.

## **ХІІ семинар. Хәзирги заман физикасының қәлиплесиуи. Атом хәм ядро физикасының пайда болыуы хәм рауажланыуы. Квант физикасы, толқынлар механикасы**

1. Атом структурасы (ишки дүзиліси) хаққындағы физикалық көз-қараслардың рауажланыуы.
2. Нейтронлардың ашылыуы хәм ядро моделлеринің дөретилиуи.
3. Ядролық күшлер.
4. Ядролық реакция. Элементар бөлекшелер, тезлеткишлер. Атом хәм термоядролық бомбалардың дөретилиуи хәм физикада жаңа жағдайлардың қәлиплесиуи.

1. Биринши дүнья жүзи урысынан кейин 1919 жылы Э.Резерфорд басшылығында Кавендиу лабораториясы қайтадан иске түсти. Бул жерде жаңа изертлеулер өткеріу нәтижесінде биринши ядро реакциясы бақланды. Бул тәжірийбелерден кейин Резерфорд, «атомлар ядролары сондай беккем, оларды тек  $\alpha$  бөлекшелери (жоқары энергияға ийе энергия дереги) менен бомбалағанда ғана бақланады», деп жазды. Егер бизиң ықтыярымызда  $\alpha$  бөлекшелеринің энергиясынан (тәжірийбе уақтында  $\alpha$  бөлекшелеринің 2 МэВ еди) онлаған есе үлкенірек энергияға ийе бөлекшелер болғанда биз атомлардың бәршесинің ядроларының қурылысына кирип атом ядроларының бузылыуына ерискен болар едик деп әрман етти. Резерфордтың бул әрманын жоқары зарядлы бөлекшелердің жоқары энергиялы тезлеткишлери болғанда биз атомларды бөлеклерге бөлип таслаған болар едик деген мәніс келип шығады. Буннан кейин бул бағдардағы жумыслар үлкен пәтлер менен дауам етти.:

- Томсонның оқыушысы Френсис Астон 1919-жылы масс спектрограф соғып алып бул әсбап арқалы ионлар дәстелерин электр хәм магнит майданлары арқалы өткізиу арқалы бөлекшелердің салыстырмалы зарядына байланысly бир биринен бөлип алды. Усындай жоллар менен неон, хлор, криптон, сынап, литий, бар хәм басқа да элементлардың изотопларының бар екенлигин анықлады. Егер кислород атомының массасын 16 ға тен деп қабыл етилсе басқа бәрше элементлердің массалары пүтин сан есе парық қылатуғынлығын тапты. 1920-жылы инглиз ассоциациясының қарары менен протон сөзи илимге киргизилди. Протон водород атомының ядросы болып табылады.

Енди атом еки бөлімнен хәм оның тийкарғы бөліми болған ядроның өзи де бир неше бөлекшелерден туратуғынлығы, атомның тийкарғы массасының оның атомлық салмағына жақын болыуы хәр бир изотоп ушын мәлим болды.

2. Ядроның заряды ондағы протонлар санына тең болыуы керек. Водород ушын протонлар саны ядродағы бөлекшелер санына тең. Бирақ ядроның массасы протонлар массасынан үлкен болғанлықтан физиклердің алдына және бир проблема келип шықты. Ядродан электронлар шыгатуғын болғанлықтан  $\alpha$  ыдырау ўақытында физиклер алдында ядро протон хәм электронлардан дөретилген деген гипотеза пайда болды.

Бул гипотезаны Томсон модели деп атайды. Бул модель нур шығарыу менен нур жутыу хәм басқа да бир қатар кубылысларды түсіндире алмады. Сонлықтан бул модель кризиске ушырады.

1926 жылы Харкинс бир ядро менен бир электроннан туратуғын бөлекшени нейтрон деп атауды усинды. Резерфордтың оқыўшысы Шедвиг алюминийди  $\alpha$  бөлекшелер менен бомбалау жолы менен нейтрон алыуды усинды хәм Кембрижда нейтронды бақлады. 1931-1932 жыллары  $\alpha$  бөлекшелер менен бериллий бомбаланғанда жүдә үлкен энергияның нурланатуғынлығы мәлим болды. Бул бөлекшени 1932-жылы Шедвиг нейтрон деп атады. Иваненко 1933-жылы бул еки бөлекше протон хәм нейтронның екеўиниң де элементар бөлекше екенлигин, егер протон нейтрон менен позитронға ажырала алса, нейтрон да протон хәм электронға ажыралыаы мүмкин деп болжады. Боннан кейин протон хәм нейтронды бир ядролық бөлекше болған нуклонның еки изотоплық халы деп түсине баслады.

Сол 1932-жылдың өзінде космослық нурлардың магнит майданындағы қозғалысларын бақлап олардың траекториялары үйренилди. Усының нәтийжесинде Андерсон (АҚШ) позитрон деп аталатуғын элементар бөлекшени ашты. Бул Дирак теориясының дурыс екенлигинен дерек берди. Дирак теориясынан электромагнит майданы энергиясы жеткликли муғдарда жутылғнада электрон-позитрон жубы пайда болыуы келип шығады. Электрон-позитрон жупларының пайда болыуы Фредерик Жолио-Кюри тәрөпинен тәжирийбеде анықданды.

Космослық нурлардың жутылыуы космослық селлер (сел жаўын) пайда болыуын түсіндирди. Космослық нурлардың еки қураўшыға ажыратады: 1) «киши энергиялы, жумсақ» - қалыңлығы 10 см болған қорғасын арқалы өте алатуғын нурлары; 2) «қатты» - қалыңлығы 10 сантиметрден қалдың болған қорғасыннан өте алатуғын нурлары. «Жумсақ» компонентаның позитрон, электрон хәм фотонлардан туратуғынлығы анықланды. Нейтронның ашылыуы ядро теориясын дөретиўге үлкен тәсир етти. Жокарыда гәп етилгендей ядро протон хәм электронлардан турады, сның менен бирге ядроның қурамына беккем  $\alpha$  бөлекшелри де киреди деп есаплаған еди. 1928-жылы Георгий Гамов хәм Герни биринши болып ядролар ушын квант механикасын пайдаланды. Бул теорияға сәйкес, (Гамов хәм Герни теориясы бойынша) ядродағы  $\alpha$  бөлекше беккем жайласқан, оның энергиясы «потенциал барьер» бийиклигинен киши болса да ядродан «туннел эффекти» не сәйкес сыртқа ушып шыға алады. Ядродағы  $\alpha$  бөлекшесин түсіндириў кейинирек әмелге асты. Ядродан ушып шыққан  $\phi$  бөлекшелериниң энергияларының хәр қыйлы, бирақ белгили бир энергиядан кем болатуғынлығы мәлим болды. Энергияның бул максималлық мәниси  $\alpha$  бөлекшесиниң энергиясы менен ядро энергиясының айырмасына тең болыуы керек. Бирақ ушып шыққан  $\alpha$  бөлекшелериниң энергиясы максималлық энергиядан кемирек болғанлықтан базы бир энергия қайда кетти деген сорау пайда болады. Бул сорауға Паули хәм Ферми 1932-жылы нейтрино бөлекшесының пайда болыуы ушын жумсалады деп жуўап берди.

1932-жылы Д.Иваненко хәм В.Гейзенберг ядроның протон-электронлық моделинен бас тартып ядрода электрон жоқ деген жуўмаққа келди. Олардың тәлиматы бойынша нейтронның протон менен электронға айланыуының нәтийжесинде электрон пайда болады. Бул кубылыста энергия хәм спинниң сақланыуы ызымларының дәл



орынланатуғынлығы Э.Ферми көрсете алды. Ферми бул процессте квант механикасын пайдаланып ядроның  $\alpha$  ыдырау теориясын дөретти.

3. Ядро теориясының тийкарғы ұазыйпасы ядролық күшлердің тәбиятын анықлау еди. Бул тарауда Д.Иваненко, И.Тамм ядро күшлери ядродағы нуклонлардың бир бирине алмастыру нәтийжеси деп карау мүмкин деген идеяны берди. Япониялы физик Юкава 1935-жыл нуклонлардың өз-ара тәсирлерин массасы электрон хәм протон массалары арасында болған жаңа бөлекшелер - мезонлар арқалы болыуы керек деген гипотезаны усында. Андерсон хәм Неиермер космослық нурлар курамында хақықатында да мезонлардың бар екенлигин тапты. Бирақ бул бөлекшелердің ядролар менен тәсирлеспегенлиги ушын ядро күшлерине жууап бере алмайтуғынлығы белгили болды.

1937-жылы Майорана ядролық кушлардың тойыныу халына келетуғынлығын, 1935-жылы Вейцеккер ядролар ушын байланыс энергиясының жууық түрдеги формуласын, 1936-жылы Я.И.Френкел хәм Н.Бор ядроның тамшы модели теориясын дөретти. Бул идеялар дәл өлшеулерди талап етти. Фастон усындай мақсетлерде жетилискен хәр арнаулы масс спектрографты дөретти. Нәтийжеде водород, уран изотоплары, дейтерий хәм уран-235 изотоплары анықланды.

Грейнахер, Кокрофт, Уолтоном, Ван-де-Грааф, Лоуренс, Еделфсен хәм басқалар 1930-1933 жыллары сызыклы хәм циклик тезлеткишлер (циклотронлар) соғып 17 МэВ ке шекем энергияға ийе болған  $\alpha$  бөлекшелерин пайда етиуге еристи. 1939-жылы Лоуренс өзи дөреткен циклотронында энергиясы 40 МэВ ийе болған бөлекшелерди алды.

4. Ерли-зайыплы Ирен хәм Фредрик Жолио-Кюрилар  $\alpha$  бөлекшелер менен алюминий фолгасын бомбалағанда нейтрон хәм позитронның ажыралып шығатығынлығын анықлады. Бул кубылыста пайда болған протон бөлеклерге бөлинип нейтрон хәм позитронға ажыралды, деп айтыу мүмкин еди. Бирақ 1919-жылы Кюрилар полоний узакластырылғаннан кейин (бул  $\alpha$  бөлекшелердің дереги еди) нейтронлардың пайда болыуы тоқтайтуғынын, бирақ позитронлардың ажыралып шығуы радиоактивлик ыдырау нызамына сәйкес кемейетуғынлығын көрсетти. Буннан алюминий менен бомбалау нәтийжесинде позитронлы активлик менен жасалма радиоактивлик кубылысының нәтийжесинде фосфор изотопы пайда болды деп әхмийетли жуумақ шығарды. Усындай жоллар менен жасалма радиоактивлик кубылысы ашылды.

1934-жылы Энрико Ферми бир неше басқышлы тәжирийбелар өткерип атом энергиясын жокаратты. Ол узынлығы 1,5 см болған ампуланы нейтронлар дереги сыпатында пайдаланды. Ампула бериллий менен толтырылған еди. Ампулаға мәлим муғдарда радий эманациясын (нейтронлар дерегин) киргизди, белгили бир уақыт өткеннен кейин нейтронлар жолына алюминий, темир ямаса басқа да бир пластинка қойылғанда жасалма радиоактивлик пайда болады. Бул тәжирийбелерде нурланыушы хәм бөлекшелер дереклери арасында парафин жасйластырылғанда радиоактивликтің кескин түрде тезленетуғынлығын сезип Ферми бул кубылысты әсте нейтронлардың (энергиясы киши нейтронлар) көбейиуі нәтийжесинде болатуғын эффект деп түсіндирди. Әсте нейтронлар менен тәжирийбелар өткерип И.Кюри, Л.Мейтнер, Ган, Штрасманлар ядролардың бөлинетуғынлығы анықлады. 1934-жылы уран ядросының бөлинип бөлинип шама менен еки бөлек радий хәм радонға бөлинетуғынлығы мәлим болды. Уран ядросының бөлиниуін Ф.Ж.Кюри Вилсон камерасында өткерилген тәжирийбелеринде айкын түрде көрсете алды. Г.Флеров хәм Петржак уранның спонтан (өз-өзинен) бөлиниу кубылысын ашты. Я.И.Френкел, Н.Бор хәм Уиллер бул бөлиниу кубылысының теориясын ислеп шықты. Ж.Кюри шынжырлы реакция бир нейтронның урылыуы нәтийжесинде үш нейтронның хәм бул нейтронлардың хар биринің үш нейтроннан шығаратуғынлығын хәм нейтронлар санының геометриялық прогрессия бойынша жоқарылайтуғынлығы тапты. Бул реакцияның ақыбетинде партланыу жүз береді, бирақ бул партланыу процессин басқариу мүмкин деп көрсетти. Партланыу процессинде ажыралып шыққан энергияны хәр қыйлы мақсетте: қопарыушылық (ядро куралы) хәм тынышлық мақсетлеринде пайдаланыу мүмкин деп көрсетти.

Екинши дүнья жүзи урысы хәм оннан кейинги дәўирлерде АҚШ та пүткил дүньяның ең талантлы физиклары топланды. Нәтийжеде бул жерде биринши атом бомбасы жөретилди. 1942-жылы 2 декабр күни Чикагода Э.Ферми басшылығында алдын куўаты 0,5 Вт, кейин 12 декабрда 200 Вт куўатқа ийе ядро реакторы иске түсирилди. Лос Аламосда Роберт Опенгеймер басшылығындағы әскерий лабораторияда 1945-жылы 16 июлда биринши атом бомбасы партлатылды. Сол жылы 6-август күни Хиросима хәм үш күн өткеннен кейин Нагасаки қалаларында АҚШ хукимети биринши рет атом бомбасын әмелде әскерий мақсетлерде пайдаланды. Бул Япон халқы ушын үлкен трагедия еди.

Россияда А.Столетов фотоэффект кубылысын, П.Лебедев жақтылықтың басымын, А.А.Фридман кеңейиўши әлем теориясын, И.Е.Тамм релятивистик электродинамиканы, Я.И.Френкел кристаллик пәнжерелердеги электрлик кубылысларды, П.П.Лазеров биофизика кубылысларын, Д.Блохинцев атом электростанциялары тараўларында жүдә әҳмийетли ислерди орынлады. А.Андронов басшылығында үлкен илимий орайлар шөлкемлестирилди: 1934-жылы еки физика институтлары, СССР Илимлер академиясы ташкил етилади. В.Фок, Л.Ландау, Д.Иваненко, И.Е.Тамм сыяқлы белгили физиклер усы дәўирде квант физикасы тараўында жемисли түрде мийнет етти. Вавилов-Шеренков эффекти 1935-жылы ашылды. К.Е.Циолковский өзгериўши массаға ийе денелер механикасы теориясын дөретти. Бул теорияның раўажланыўы нәтийжесинде 1957-жылы 4 октябрь дүньяда Жердиң биринши жасалма жолдасы ушырылды хәм дүньяда биринши космонавт Ю.А. Гагарин 1961-жылы 12 апрел күни космос кеңислигине көт ерилди хәм Жер әтирапын бир рет айланып шықты.

Е.Теллер басшылығында АҚШ та термоядролық реакция, яғный водород бомбасын дөретиў ислери урыстан кейин басланады, 1952-жылы биринши водород бомбасы «Майк» атамасы менен сынақтан өтти. 1953-жылы СССР да ядро заряды сынап көрилди.

Илимпазлар жаңа элементлерди ашты, ҳазир химиялық элементлер саны 110 нан да асып кетти. Элементар бөлекшелер саны 1960-жылларда 30 ға жақын еди, ҳазир бундай бөлекшелер менен антибөлекшелер саны бир неше жүзди курайды.

Қадағалаў ушын берилетуғын сораўлар:

1. Атомның дүзилиси ҳаққындағы көз-қараслардың раўажланыўы нелерден ибарат?
2. Нелердиң себебинен нейтрон ашылды.
3. Ядролық күшлердиң тәбияты нелерден ибарат деп айтқанда нелерди түсинесиз?
4. Атом ядросы теориясының раўажланыўы қандай ақыбетлерге алып келе алады?

ХІ семинар. Қатты денелер физикасы, элементлери. Ярым өткізгішлер физикасы. Лазер физикасы. Атом реакторы физикасы.

### **ХІІІ семинар. Салыстырмалық теориясы. Дүньялық эфир проблемасы хәм арнаўлы салыстырмалық теориясы**

**Салыстырмалық теориясының физика илиминде тутқан орны.** А.Эйнштейн тәрәпинен 1905-жылы арнаўлы салыстырмалық теориясының, ал 1915-жылы улыўмалық салыстырмалық теориясының дөретилиўи физика илиминдеги әҳмийети оғада үлкен болған революциялық өзгерислердиң бири болды (Инглиз тилинде *general theory of relativity*). Усының нәтийжесинде адамзаттың кеңислик, ўақыт, гравитация майдан ҳаққындағы көз-қараслары пүткиллей өзгерди. Арнаўлы салыстырмалық теориясы кеңислик пенен ўақыт арасындағы әсирлер даўамында қәлиплескен үйреншикли болып қалған айырманы жоқ етти. Улыўмалық салыстырмалық теориясы болса инерциал емес есаплаў системалары менен гравитация майданы арасындағы эквивалентликтің бар екенлигин тийкар қылып алды хәм физиканың барлық теңлемелериниң барлық есаплаў

системаларына қарата инвариантлығын (математикалық терминлерде айтқанда теңдемелердің улыұмалық коваринатлығын) тастыйықлады.

Эйнштейннің улыұма салыстырмалық теориясы бойынша ең биринши жумысы ретінде 1914-жылы Берлин Илимлер Академиясының протоколларында пайда болған „*Pie formale GrundSagen der allgemeiner Relativitatstheorie*“) (Улыұмалық салыстырмалық теориясының формал тийкарлары) (Berlin. Sitzungsberiehte der Preussischen Akademie der Wissenscften. 1914. T. XLI) жумысын атап өткенимиз дурыс. Бир қанша дүзетиўлер қосымшалар киргизилген бул жумыс 1916-жылы *Annalen d.Physik* журналында жарық көрди. Мақаланың оттисклери сатыўға тарқатылды. Усының салдарынан Эйнштейннің жумысы көпшиликке белгили бола баслады. 1915-1916 жыллары Лейденде салыстырмалық теориясы бойынша лекциялар оқыған Lorentz бул теорияны «Эйнштейннің тартылыс теориясы», математик Hubert 1915-1916 жыллары жарық көрген мақалаларын «*Die Grundlagen der Physik*» (Физика тийкарлары), ал математик Weyl 1918-жылы шыққан хәм бул теорияға бағышлаған китабын „*Raum, Zeit, Malerie*“ (Кеңислик, ўақыт, материя) деп атады. Усы атлардың өзи Эйнштейн тәрөпинен дөрөтилген теорияның барлық физиканы қамтыйтуғынлығын көрсетеди. Ал бундай теорияның үлкен қызығыўшылықты пайда етпеўи мүмкин емес. Сонлықтан бул теория пайда болыўдан оның менен Lorentz, Hubert, Weyl усаған атақлы физиклер менен математиклер шуғыллана баслады.

Салыстырмалық теориясы тийкарында релятивистлик физика өсип шықты.

XX әсирдің 20-жыллары квант механикасы қәлиплести. Ал сол 20-жыллардың ақырында П.Дирак тәрөпинен релятивистлик квант механикасының тырнақлары қаланды хәм бирден-ақ антибөлекшелердің бар екенлиги, хәзирги ўақытлардағы қатты денелердің зоналық структурасының тийкарын курайтуғын терис мәнислерине ийе болған энергияның қәддилери хәққындағы көз-қараслар пайда болды. Ядро, элементар бөлекшелр физикасының пайда болыўы хәм раўажланыўы салыстырмалық теориясы менен тиккелей байланыслы. Егер салыстырмалық теориясы болмағанда антибөлекшелер, ядролық энергетика хәққында хеш қандай дурыслы билимлердің пайда болыўы мүмкин емес еди. Бөлекшелер менен физикалық майдан арасындағы айырманы жоқ еткен квант теориясы әдетте релятивистлик квант теориясы деп аталады.

Астрономия менен астрофизикада болса релятивистлик объектлер деп аталатуғын объектлер (қара курдымлар, пульсарлар, квазарлар хәм басқалар) пайда болды.

XX әсирдің орталарына келип салыстырмалық теориясы және де үлкен пәт пенен раўажлана баслады. Сонлықтан 1960-1975 жылларды салыстырмалық теориясының Алтын әсири деп атайды. Бул жыллары жүз берген ашылыўлардың көп санлы авторлары халық аралық Нобель сыйлығын алыўға миясар болды. Мысаллар келтиремиз:

1963-жылы Рой Керр мүйешлик моментке ийе (өз көшери дөгерөгинде айланыўшы) қара курдымды тәриплейтуғын Эйнштейн теңдемелерининң вакуум ушын шешимин ашты.

1963-жылы ЗС 273 хәм басқа да квазарлардың қызылға аўысыўының бул объектлердің оғада алыста жайласқанлығын, соның менен бирге оғада куўатлы дерөклер екенлиги ашылды.

1965-жылы Хиндистан физиги Чандрасекар шешимлердің стабиллик критерийин тапты. Усы жылы Арно Пензиас хәм Роберт Вильсон реликтив нурланыўды тапты.

1967-жылы Джоселин Белл хәм Энтони Хьюиш пульсарларды ашты. Усы жылы Брайс Де Витт каноникалық квант гравитациясы бойынша биринши жумысты баспадан шығарды.

1969-жылы Пенроуз космослық цензура хәм Пенроуз процесси деп аталтуғын гипотезаларын усинды, ал Стивен Хокинг қара курдымның бетининң майданының кемеймейтуғынлығы хәққындағы теореманы дәлилледи.

1971-жылы Ухуру спутниги жәрдемінде қара курдымға биринши кандидат Cygnus X-1 объекти ашылды.

1972-жылы Джейкоб Бекенштейн энтропияның киширеймеуі ызымының қара курдымлар ушын да орынланатуғынлығы, ал бул жағдайда энтропияның орнын горизонттың майдан ийелетуғынлығы хаққындағы гипотезаны усынды. Усы жылы Картер, Хокинг хэм Джеймс Бардин қара курдымлардың торемодинамикасының төрт ызымының тийкарларын тапты.

1973-жылы Чарльз Мизнер, Кип Торн хэм Джон Уилер фундаменталлық мийнет болған *Gravitation* (Рус тилинде 1977-жылы «Гравитация» аты менен жарық көрди) китабы жарық көрди. Бул китап хәзирги заманлардағы салыстырмалық теориясы бойынша ең кең тарқалған стандарт оқылық болып табылады.

1974-жылы Стивен Хокинг қара курдымлардың нурланатуғынлығын тапты (Хокинг нурланыуы). Усы жылы PSR B1913+16 қос пульсарын ашқанлығы ушын Р.Халс хэм Д.Тейлор 1993-жылы Нобель сыйлығын алыуға миясар болды.

Бул дизимди узақ даўам ете беріуге де, толықтырыуға да болады. Солай етип салыстырмалық теориясының раўажланыуы менен адамзаттың пүткил дүньяға болған көз-қараслары раўажланып барды хэм физика илиминде оғада әхмийетли болған өзгерислер жүз берди. Физиканың басқа хеш бир теориясы XX әсирдеги физиканың, хәтте пүткил тәбияттаныудың түпкиликли глобаллық өзгерислерин болдыра алған жоқ.

Жоқарыда айтылғанлардың барлығы да салыстырмалық теориясының адамзат тарийхында тутқан орнының оғада уллы екенлигин көрсетеди. Бирақ усы жағдайларға қарамастан жоқары оқыу орынларында, орта арнаулы, кәсиплик билимлендириу оқыу орынларында физика курсын оқытқанда бир қанша кемшиликлер орын алып атыр. Бул кемшиликлердің тийкарғы екеуін атап өтеміз:

1. Салыстырмалық теориясы ушын ажыратылған саатлардың көлеми аз. Мысалы улыуа физика курсының «Механика» бөлими оқытылғанда салыстырмалық теориясына 2 саат ғана ажыратылады. «Оптика» бөлиминде салыстырмалық теориясы тийкарынан жақтылықтың вакуумдеги тезлигиниң универсаллық физикалық турақлы шама екенлигин атап өтиу ушын ғана гәп етиледі. «Электр хэм магнетизм» бөлиминде де усындай жағдай Максвелл теңлемлер системасын үйрениу ушын қолланылады.

2. Соның менен бирге сол курслар ушын жазылған оқыу қолланбаларының дерлик барлығында оқыушыларды дурыс емес жолға салыушы «егизеклер парадоксы», «массаның тезликке ғәрезлиги», «релятивистлик масса» сыяқлы керек емес, хәтте пүткиллей дурыс емес болған түсиниклерге кеуил берилип келмекте. Салыстырмалық теориясын үйренгенде әдетте саатларды синхронизация мәселесине дыққат аударылады, ал бул мәселе болса улыұмалық харектерге пүткиллей ийе емес. Соның менен бирге салыстырмалық теориясы болса электромагнитлик кубылыслар ушын кеңислик хэм ўақыттың бирден бир псевдоевклидлик геометриясын ашыу хэм оны гипотеза сыпатында метрияның барлық формалары ушын қолланыу болып табылады.

**Евклидлик емес геометрияның дөретилиуінің қысқаша тарийхы.** Евклид өзиниң «Элемент» леринде бир неше анықтамалардың, аксиомалардың хэм постулатлардың тийкарында геометрияны дүзиуе болатуғынлығын көрсетти. Оның болжаулары тийкарынан нокатлардың, сызықлардың хэм фигуралардың ең тийкарғы фундаменталлық қәсийетлерине бағышланған. Оның болжаулары хәзирги ўақыттағы оқыушылар менен студентлер хэм бизиң эрамыздан бурынғы III әсирдеги грек математиклери ушын өзинен-өзи келип шығатуғынлығы көзге көринип турғандай болып сезиледи. Бирақ Евклидтың тастыйықлауларының бири басқаларына қарағанда басқашарак мазмунға ийе хэм сонлықтан оны өзи-өзинен түсиникли деп айтыуға болмайды. Евклидтиң бесинши постулаты былай дейди: «Егер еки туўрыны кесип өтиуши туўры бир тәрәпинде қосындысы еки туўры мүйештен киши ишки мүйешлерди пайда етсе, онда усы тәрәпте сол еки туўры ушырасады (кесилиседі)» (Рус тилине бул постулат былайынша аударылған: «Если прямая, падающая на две прямые, образует внутренние и по одну сторону углы, меньше двух прямых, то продолженные эти две прямые неограниченно

встретятся с той стороны, где углы меньше двух прямых» (грек тилинен Д.Д.Мордухай-Болтовскийдің аударыуында).

Еки мың жыл дауаында геометрлер бесинши постулатты басқа постулатлардың логикалық нәтижесі екенлігін дәлілдеп Евклид системасын кейінгі постулаттан азат етіуге тырысты. Бүгін биз буның мүмкін емес екенлігін билеміз. Евклид хақ еді: бесинши постулатсыз геометриядағы қарама-қарсылықты табыуға болмайды. Сонлықтан егер сол постулат бизге керек болса, онда оны ең бастан баслап-ақ киргизиуиміз керек (ал ақырында дәлілдеуге тырыспауымыз керек). Бирақ сондай болса да бесинши постулатты дәлілдеу үшін жүргизилген гүреслер ақырғы есапта математика тарийхындағы уллы жетискенлікке – евклидлік емес геометрияның пайда болыуына алып келди.

Бесинши постулатты теорема сыпаныда дәлілдеуге урынғанлардың дизими мынадан ибарат:

|  |  |
|--|--|
| Кладвий Птолемей (168-жылы қайтыс болған), | Джованни Альфонсо Борелли (1608-1679), |
| Прокл (418-485),                           | Витали Джордано (1633-1711),           |
| Насреддин Туей (XIII әсир.),               | Джон Валлис (1616-1703),               |
| Леви бен Герзон (1288-1344),               | Джироламо Саккери (1667-1733),         |
| П.А.Катальди (1548-1626),                  | Иоганн Генрих Ламберт (1728-1777)      |
|  | Адриен Мари Лежандр (1752- 1833).      |

Жоқарыда атлары келтирилген уллы математиклердің барлығы да бесинши постулатты пүткіллей басқа ямаса сол бесинши постулатқа эквивалент постулат пенен алмастыруу дәрежесіне ғана жетисти. Бирақ бул постулатты Евклидтің басқа постулатларынан келтирип шығара алмады. Мысалы Платонның изин дауам еттириуши Афиналы Прокл бесинши постулатты мынадай анықлама менен алмастырууды усинды: «Егер тууры сызық параллель сызықлардың биреуін кесип өтеуғын болса, онда ол екінши сызықты да кесип өтеди» (яғный, егер параллель сызықлар хеш уақытта да кесилеспейтуғын болса, онда берилген тууры сызықтың сыртында жайласқан ноқат арқалы сол туурыға параллель етип тек бир туурыны жүргизиу мүмкін).

Оксфордлы профессор Джон Валлис бесинши постулатты мынадай болған эквивалент тастыйықлау менен алмастырууға болатуғынлығын көрсетти: «Қәлеген берилген фигура ушын қәлеген өлшемге ийе уқсас фигура болады».

Белгили математик Лежандрға бесинши постулатқа мынадай эквивалент тастыйықлаудың сәйкес келетуғынлығын көрсетиудің сәти түсти: «Ишки мүйешлеринің қосындысы еки тууры мүйешке тең болған үш мүйешлик болады».

XVIII әсирле Евклидтің бесинши постулатын есапқа алмай өтиуге тырысуу пүткіллей басқаша бағдар алды. 1733-жылы иезуит Джироламо Саккери егер бесинши постулат надурис болып шығатуғын болса, онда геометрияның өзинің қандай болатуғынлығы хаққындағы жұмысын баспадан шығарды.

Карл Фридрих Гаусс (1777-1855) Евклидлік емес геометрияның бар екенлігін логикалық жақтан мүмкін екенлігін мойынлаған биринши батыл математик болса керек. Бул бойынша оның пикирлері оның Бойяға, Олберске, Шумахерге, Герлингке, Тауринуске хәм Бесселге 1799-жылдан 1845-жылға шекем жазған хатларында көринеди. Ол 1824-жылы Тауринуске жазған хатында өзинің еретиклик пикири хаққында хеш кимге айтпауды өтинеди. Гаусс Гарца тауындағы Инзельберг, Брокен хәм Бийик Хаген төбелерин тутастыруушы үш мүйешликтің ишки мүйешлеринің қосындысы  $180^0$  қа тең болатуғынлығын анықлау ушын өлшеулер де жүргизген. Өлшеулер ишки мүйешлердің қосындысының хақыйқатында да  $180^0$  қа тең екенлігін көрсеткен. Буннан кейин ол 1832-жылы өзинің досты Вольфганг Бойяиден хат алған хәм бул хата оның улы Австрия армиясының офицери Янош Бойяи (1802-1860) тәрөпинен жетилистирилген Евклидлік емес геометрия баянланған. Кейинирек Гаусс Казань қаласындағы университетте ислеуши

Николай Иванович Лобачевскийдың де (1793-1856) 1826-жылы тап усындай нәтижелерди алғанлығын билди.

Гаусс, Бойяи хәм Лобачевский бир биринен ғәрезсиз хәзирги ўақытлары «турақлы терис қыйсықлыққа ийе еки өлшемли кеңислик» деп аталатуғын кеңисликти ашты. Бирақ Гауста бесинши постулат хаққындағы өзиниң нәтижелерин баспадан шығарыўға батыллық жетиспеди. Бул уллы рус математиги Николай Лобачевский тәрәпинен әмелге асырылды. Ол өз ўақытында жана геометрияға түсинбеген математиклер тәрәпинен кеңнен әшкараланды. Янош Бойяидың де тутқан орны уллы. Бирақ ол Н.Лобачевский сыяқлы Евклидлик емес геометрияның аппаратын толық хәм жетилискен түрге шекем раўажландыра алмады.

Турақлы терис қыйсықлыққа ийе еки өлшемли кеңислик оғада қызықлы. Илимий әдебиятта биз жасап атырған кеңислик турақлы қыйсықлыққа ийе кеңислик болып табылады деген де мағлыўматлар бар. Бирақ жаңа геометрияны дәретиўшилер ушын оның шексиз еки өлшемли кеңисликти тәриплейтуғынлығын, бундай кеңислик ушын бесинши постулаттан басқа Евклидтиң барлық постулатларының орынланатуғынлығын дәлиллеў айрықша әхмийетке ийе еди. Бесинши постулат орынланбайтуғын усындай кеңисликтиң бар екенлиги бир ўақытта Германияда, Австрияда хәм Россияда ашылды.

Биз усы жерде сфераның бетиниң де бесинши постулатқа ийе емес Евклид геометриясын қанаатландыратуғынлығын, бирақ бундай беттиң шекли екенлигин хәм сфераның бетинде параллель сызықлардың болмайтуғынлығын атап өтемиз.

Изертлеўлер еки өлшемли турақлы терис белгиге ийе қыйсықлыққа ийе еки өлшемли бетти әдеттеги үш өлшемли Евклид кеңислигиндеги бет сыпатыда көрсетиўге болмайтуғынлығын көрсетеди. Бул жағдай усындай бетти табыў ушын неге еки мың жыллықтың керек болғанлығын түсиндиреди. Тап усындай себеплерге байланыслы Прокл, Валлис хәм Лежандр тәрәпинен усынылған Евклидтиң бесинши постулатының альтернативлик версиялары да дурыс емес болып табылады. Себеби енди қәлеген берилген ноқат арқалы берилген туўрыға параллель етип шексиз көп туўрыларды жүргизиўге болады. хәр қыйлы өлшемлерге ийе хеш бир фигура уқсас фигуралар болып табылмайды, ал үш мүйешликтиң ишки мүйешлериниң қосындысы  $180^0$  тан киши. Бирақ Евклидтиң бесинши постулатының басқа постулатларынан келип шығатуғынлығының еле де мүмкиншиликлери сақланып келди. Себеби Гаусс, Бойяи хәм Лобачевский геометриясының логикалық карама-қарсылыққа ийе емес екенлиги анық көринип турған жоқ еди. Математикалық постулатлар системасының дурыслығын дәлиллеўдиң әдеттеги усылы мынадан ибарат: усы постулатларды қанаатландыратуғын, бирақ басқа объектлерден ямаса түсиниклерден, карама-қарсылықларының жоқлығына гүман туўдырмайтуғын жаңа моделди конструкциялаў керек; Евклидлик геометрия ушын да, Евклидлик емес геометрия ушын да усындай «модель» хызметин хақыйкый санлар теориясы хызмет етеди. Егер тегисликтеги ноқаттың Декарт координаталарын  $(x_1, x_2)$ , ал  $(x_1, x_2)$  хәм  $(X_1, X_2)$  ноқатлары арасындағы қашықлықты  $[(x_1 - X_1)^2 + (x_2 - X_2)^2]$  деп жаза алатуғын болсақ, онда барлық Евклид постулатларын хақыйкый санлар хаққындағы теоремалар сыпатында дәлиллеўге болады. 1870-жылы усындай типтеги аналитикалық геометрия Феликс Клейн (1849 - 1925) тәрәпинен Гаусс, Бойяи, Лобачевский кеңислиги ушын ислеп шығылды. Бундай геометриядағы ноқат

$$x_1^2 + x_2^2 \leq 1 \quad (1)$$

шәртин қанаатландыратуғын  $x_1$  хәм  $x_2$  санларының жубы менен бериледи. Ал еки ноқат арасындағы қашықлық  $d(x, X)$  мынаған тең:

$$ch \left[ \frac{d(x, X)}{a} \right] = \frac{1 - x_1 X_1 - x_2 X_2}{(1 - x_1^2 - x_2^2)^{1/2} (1 - X_1^2 - X_2^2)^{1/2}}. \quad (2)$$



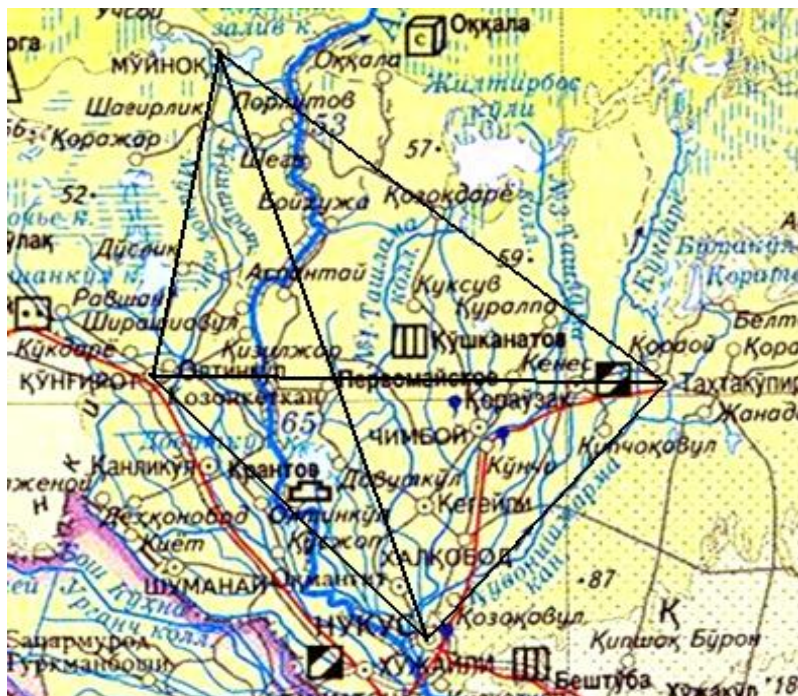
Бул аңлатпада  $\alpha$  аркалы берілген геометриялағы масштабты орнататуғын фундаменталлық ұзындық. Бундай кеңістіктің шексіз екенлігін атап өтеміз, себебі  $(X_1^2 + X_2^2) \rightarrow 1$  де  $d(x, X) \rightarrow \infty$ .

Егер «ноқат» пенен «қашықтықтар» үшін ұсындай анықтамалар беретұғын болсақ, онда Евклидтің бесінші постулатынан басқа барлық постулаттарын қанаатландырады хәм хақыйқатында да Гаустың, Бойяидің хәм Лобачевскийдің геометриясын қанаатландыратұғынлығы келип шығады.

Солай етип бесінші постулаттың логикалық ғәрезсізлігін анықлау үшін екі мың жыл керек болды.

Ұсыннан Евклидлік емес геометрияның рауажланыуы басланады. Биз Гаусс, Бойяи, Лобачевский геометриясын ашыу үшін қыйсық бетти изертлегенде оны әдеттегідей үш өлшемлі кеңістікке қойыу идеясынан бас тартыудың зәрүр екенлігін көрдик. Буннан сорау келип шығады: бундай жағдайда қыйсық кеңістіктерди қалайынша тәріптейміз хәм классларға бөлеміз? Бул мәселени түсинип алыу үшін 1827-жылға қайтыу керек. Усы жылы Гаусс өзіннің «Қыйсық беттер хаққындағы улыұмалық ізлеулер» мийнетінде бирінші болып беттің ишки қәсіяттері менен, яғный усы бетте жасаушы кишкене қоңызлар тәрепинен үйренилиуі мүмкін болған геометрия менен оның сыртқы қәсіяттері арасындағы (бул сыртқы қәсіяттер бул бетти көп санлы өлшемлерге ийе кеңістікке қойғанда көринеде) айырманы тапты. Бул жумысында ол беттердің ишки қәсіяттері геометрлер тәрепинен оғада терең изертлеуді талап етеди деп мойынлады.

Гаусс қалеген беттің ишки қәсіятінің оның метрлік функциясы  $d(x, X)$  екенлігін түсинди. Бул функция усы беттегі  $x$  хәм  $X$  ноқатлары арасындағы ең қысқа қашықтықты береді. Мысалы тегіслік қандай ишки қәсіяттерге ийе болса, конус та ямаса цилиндр де тап сондай ишки қәсіяттерге ийе болыуы керек. Себеби тегіслікті созбай, кеспей, яғный метрлік қатнастарды өзгертпей конус ямаса цилиндрге айландыру (орау) мүмкін. Бирақ сфераны майыстырмай (қыйсайтпай) тегіслікке айландыру мүмкін емес, яғный сфера менен тегісліктің ишки локаллық қәсіяттері бирдей емес.



1-сызылма.

Қарақалпақстан  
Республикасы физикалық  
картасының фрагменти.

Мойнақ-Нөкис 148 км.  
Мойнақ-Қоңырат 79 км.  
Мойнақ-Тақтақөпір 128 км.  
Нөкис-Қоңырат 89 км.  
Қоңырат-Тақтақөпір 116 км.  
Нөкис-Тақтақөпір 82 км.

Беттің метрикасын изертлеудің оның ишки қәсіяттерін үйрениуге мүмкіншілік беретұғынлығын мысалда көрейік (1-сызылыма). Тегісліктегі  $N$  ноқатты қараймыз. Олардың биреуін координата басы сыпатында қабыл етеміз.  $x$  көшерін координата басынан басқа берілген ноқатқа қарай жүргіземіз. Бундай жағдайда хәр қыйлы ноқаттар

арасындағы қашықтықтар  $(2N - 3)$  координатаның жәрдемінде бериледи (мысалы бизге тек еки ноқат берілген болса, онда координаталар саны  $2 \cdot 2 - 3 = 1$ , ал ноқаттар саны 3 болса, онда  $2 \cdot 3 - 3 = 3$ ). Бул  $(2N - 3)$  координаталар екінші ноқаттың  $x$  координатасынан, ал қалған  $(N - 2)$  ноқаттың  $x$ - хәм  $y$ - координаталарынан турады.  $N$  дана ноқат арасында  $N(N - 1)/2$  хәр қыйлы қашықтықтар болады (мысалы еки ноқат арасында тек бир қашықтық, ал үш ноқат арасында 3 қашықтық болады). Егер  $N$  жеткиликли үлкен болса, онда сол қашықтықтарды  $M$  дана алгебралық қатнастардың жәрдемінде байланыстырыу мүмкин:

$$M = \frac{N(N - 1)}{2} - (2N - 3) = \frac{(N - 2)(N - 3)}{2}, \quad (3)$$

$N = 4$  болған жағдайда  $m$ - хәм  $n$ -ноқаттар арасындағы қашықтықтардың

$$0 = d_{12}^4 d_{34}^2 + d_{13}^4 d_{24}^2 + d_{14}^4 d_{23}^2 + d_{23}^4 d_{14}^2 + d_{24}^4 d_{13}^2 + d_{34}^4 d_{12}^2 + d_{12}^2 d_{23}^2 d_{31}^2 + d_{12}^2 d_{24}^2 d_{41}^2 + d_{23}^2 d_{34}^2 d_{42}^2 - d_{12}^2 d_{23}^2 d_{34}^2 - d_{13}^2 d_{32}^2 d_{24}^2 - d_{12}^2 d_{24}^2 d_{43}^2 - d_{14}^2 d_{42}^2 d_{23}^2 - d_{13}^2 d_{34}^2 d_{42}^2 - d_{14}^2 d_{43}^2 d_{32}^2 - d_{23}^2 d_{31}^2 d_{14}^2 - d_{21}^2 d_{13}^2 d_{34}^2 - d_{24}^2 d_{41}^2 d_{13}^2 - d_{21}^2 d_{14}^2 d_{43}^2 - d_{31}^2 d_{12}^2 d_{24}^2 - d_{32}^2 d_{21}^2 d_{14}^2 \quad (4)$$

тең екенлигин көрсетіуіге болады. Бул қатнас цилиндр менен конустың қалеген бир байланыслы участкасында орынланады. Себеби бул фигуралар беттің ишки қасиетлериндей ишки қасиеттерге ийе болады.

Бирақ қалеген төрт қала арасындағы авиациялық маршруттардың узынлықтары (4)-аңлатпаны қанаатландырмайды. Себеби Жердің бети басқа ишки қасиеттерге ийе болады. Авиамаршруттардың ушынлығысфералық бетке сәйкес келиуіши басқа қатнастар менен байланысады. Бул қантастың жәрдемінде Жердің радиусын анықлау мүмкин (әлбетте бул Жердің радиусын анықлаудың қолайлы усылы емес). Бирақ Жердің бетинің қыйсықтығының бул беттің локаллық ишки қасиетлеринен анықланыуының мүмкин екенлиги әхмийетли.

Бай көз-карасларға ийе бола отырып көп санлы метрлик  $d(x, X)$  функцияларын көз алдыға келтириу мүмкин. Гаусс метрлик кеңисликлердің бир дара, бирақ кең классын айырып алыуға үлкен үлес қосты. Бул класс өз ишине Гаусс, Бойяи, Лобачевский хәм әдеттеги қыйсық бетлерди өз ишине қамтыды. Бирақ бул класс жекиликли дәрежеде тар да еди. Сонлықтан ол геометрия атамасына ийе болыу хуқықына ийе емес еди. Гаусс кеңисликтің қалеген киши областында локаллық  $(\xi_1, \xi_2)$  Евклидлик координатасын киргизиу мүмкин деп есаплады. Сонлықтан  $(\xi_1, \xi_2)$  хәм  $(\xi_1 + d\xi_1, \xi_2 + d\xi_2)$  ноқатлары арасындағы қашықтық Пифагор теоремасын қанаатландырады:

$$ds^2 = d\xi_1^2 + d\xi_2^2. \quad (5)$$

Мысал ретінде бундай локаллық Евклид координаталар системасын Декарт координаталарды пайдаланып қыйсық беттің (гедир-будыры жоқ қыйсық беттің) қалеген ноқатында беріу мүмкин (Рус тилиндеги «гладкая кривая поверхность» деген сөзди қарақалпақ тилине «тегис қыйсық бет» деп аударыу мүмкин емес. Себеби тегис бет қыйсық болмайды. Сонлықтан дурыслығына гүманның пайда болмауы ушын тексте «гедир-будыры жоқ қыйсық беттің» деген түсиник сөз қосымша түрде қолланылды). Бирақ Гаусстың талқылаулары беттің сыртқы қасиетлери менен байланыслы емес. Оның талқылаулары сайлап алынған ноқаттың этирапындағы шексиз киши аймақтың ишки метрлик қасиетлерине ғана тийисли.



Егер бет Евклидлик емес болса, онда оның шекли болған бөлімінде  $(\xi_1, \xi_2)$  евклидлик координаталар системасын киргизиў мүмкин емес хәм соған сәйкес Пифагор теоремасын пайдаланыўға болмайды. Бирақ усы жағдайға карамастан кыйсық кеңисликти өз ишине алыўшы базы бир  $(x_1, x_2)$  координата системасын киргиземиз. Бундай координата системасында Гаусстың болжаўы қандай формаға ийе болады?  $(x_1, x_2)$  хәм  $(x_1 + dx_1, x_2 + dx_2)$  ноқатлары арасындағы қашықтықтың мына аңлатпаның жәрдемінде берилетуғынлығын аңсат есаплаўға болады:

$$ds^2 = g_{11}(x_1, x_2) dx_1^2 + 2g_{12}(x_1, x_2) dx_1 dx_2 + g_{22}(x_1, x_2) dx_2^2 \quad (6)$$

Бул аңлатпада

$$\begin{aligned} g_{11} &= \left( \frac{\partial \xi_1}{\partial x_1} \right)^2 + \left( \frac{\partial \xi_2}{\partial x_1} \right)^2, \\ g_{12} &= \left( \frac{\partial \xi_1}{\partial x_1} \right) \left( \frac{\partial \xi_1}{\partial x_2} \right) + \left( \frac{\partial \xi_2}{\partial x_1} \right) \left( \frac{\partial \xi_2}{\partial x_2} \right), \\ g_{22} &= \left( \frac{\partial \xi_1}{\partial x_2} \right)^2 + \left( \frac{\partial \xi_2}{\partial x_2} \right)^2. \end{aligned} \quad (7)$$

$ds^2$  тиң усындай формасы метрлик кеңисликтиң белгиси болып табылады. Радиусы  $a$  га тең сфера ушын  $\theta$  хәм  $\varphi$  поляр координаталарын пайдаланыў мүмкин. Бундай жағдайда метрика былайынша анықланады:

$$g_{\theta\theta} = a^2, \quad g_{\theta\varphi} = 0, \quad g_{\varphi\varphi} = a^2 \sin^2 \theta. \quad (8)$$

Бул аңлатпадағы  $g_{\varphi\varphi}$  дағы  $\sin^2 \theta$  көбейтиўши сфераға тегисликте жоқ ишки қәсийетти береді.

Гаусс, Бойяи хәм Лобачевскийдің геометриясында Клейн моделинің координаталары  $x_1$  менен  $x_2$  ни пайдаланыўға болады хәм жоқарыда келтирилген  $d(x, X)$  ушын жазылған формуладан

$$g_{11} = \frac{a^2(1-x_2^2)}{(1-x_1^2-x_2^2)^2}, \quad g_{12} = \frac{a^2 x_1 x_2}{(1-x_1^2-x_2^2)^2}, \quad g_{22} = \frac{a^2(1-x_1^2)}{(1-x_1^2-x_2^2)^2} \quad (9)$$

екенлигин көрсетиўге болады. Қәлеген жолдың узынлығы  $ds$  ти барлық жол бойлап интеграллаў арқалы анықланады.

$g_{ij}$  метрлик функциялары метрлик кеңисликтиң барлық ишки қәсийетлерин анықлайды. Бирақ олардың өзлери координаталық тордың сайлап алыныўынан ғәрезли болады. Мысалы, егер тегисликти тәриплеў ушын поляр координаталар  $r, \theta$  қолланылатуғын болса, онда метрлик функциялар

$$g_{rr} = 1, \quad g_{r\theta} = 0, \quad g_{\theta\theta} = r^2. \quad (10)$$

түрине ийе болады. Бул формулалар Евклид кеңислигинің формулалары болып көринбесе де, олар Евклид кеңислигин тәриплейди. Буның дурыслығын  $x = r \cos \theta$  хәм  $y = r \sin \theta$  Декарт координаталарына өтиў жолы менен дәлиллеўге болады. Улыўма жағдайда  $(x_1, x_2)$  координаталарынан  $(x_1', x_2')$  координаталарына өтиў  $g_{ij}$  метрлик функцияларын  $g_{ij}'$  метрлик функцияларына айландырады. Мысалы

$$g'_{11} = \left( \frac{\partial \xi_1}{\partial x_1'} \right)^2 + \left( \frac{\partial \xi_2}{\partial x_1'} \right)^2 = \left( \frac{\partial \xi_1}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial x_1'} + \frac{\partial \xi_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial x_1'} \right) + \left( \frac{\partial \xi_2}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial x_1'} + \frac{\partial \xi_2}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial x_1'} \right)^2 = g_{11} \left( \frac{\partial x_1}{\partial x_1'} \right)^2 + 2g_{12} \frac{\partial x_1}{\partial x_1'} \frac{\partial x_2}{\partial x_1'} + g_{22} \left( \frac{\partial x_2}{\partial x_1'} \right)^2. \quad (11)$$

Егер биз метрлик коэффициентлерди билсек, онда бул коэффициентлердин жәрдемінде кеңисликтің ишки қасиетлери ҳаққында нелерди айта алған болар едик? Әлбетте  $g_{ij}$  диң хәм оның туўындыларының bazı бир функциясы керек болып, олар тек кеңисликтің ишки қасиетлеринен ғәрезли болыўы, ал сайлап алынған координаталар системасының айқын түсиринен ғәрезсиз болыўы шәрт. Гаусс бундай функцияны тапты хәм сол функцияның бирден бир (жалғыз) екенлигин көрсетти. Бул функция Гаусс қыйсықлығы болып табылады:

$$K(x_1, x_2) = \frac{1}{2g} \left[ 2 \frac{\partial^2 g_{12}}{\partial x_1 \partial x_2} - \frac{\partial^2 g_{11}}{\partial x_2^2} - \frac{\partial^2 g_{22}}{\partial x_1^2} \right] - \frac{g_{22}}{4g^2} \left[ \left( \frac{\partial g_{11}}{\partial x_1} \right) \left( 2 \frac{\partial g_{12}}{\partial x_2} - \frac{\partial g_{22}}{\partial x_1} \right) - \left( \frac{\partial g_{11}}{\partial x_2} \right)^2 \right] + \frac{g_{12}}{4g^2} \left[ \left( \frac{\partial g_{11}}{\partial x_1} \right) \left( \frac{\partial g_{22}}{\partial x_2} \right) - 2 \left( \frac{\partial g_{11}}{\partial x_2} \right) \frac{\partial g_{22}}{\partial x_1} + \left( 2 \frac{\partial g_{12}}{\partial x_1} - \frac{\partial g_{11}}{\partial x_2} \right) \left( 2 \frac{\partial g_{12}}{\partial x_2} - \frac{\partial g_{22}}{\partial x_1} \right) \right] - \frac{g_{11}}{4g^2} \left[ \left( \frac{\partial g_{22}}{\partial x_2} \right) \left( 2 \frac{\partial g_{12}}{\partial x_1} - \frac{\partial g_{11}}{\partial x_2} \right) - \left( \frac{\partial g_{22}}{\partial x_1} \right)^2 \right]. \quad (12)$$

Бул аңлатпада  $g$  аркалы детерминант

$$g(x_1, x_2) \equiv g_{11}g_{22} - g_{12}^2$$

белгиленген.

(12)-аңлатпаны метрлик функциялар (8) хәм (9) ушын қоллансақ, онда сфераның турақлы оң мәнисли қыйсықлыққа ийе кеңислик екенлигин табамыз:

$$K = \frac{1}{a^2} \quad (\text{сфера}). \quad (13)$$

Ал Гаусс, Бойяи хәм Лобачевский кеңислиги турақлы терис қыйсықлыққа ийе болады:

$$K = -\frac{1}{a^2} \quad (\text{ГБЛ}) \quad (14)$$

«Терис қыйсықлық» түсинигінде экзотикалық хеш қандай нәрсе жоқ, әбеттеги ер (ешектің ямаса аттың ери) терис қыйсықлыққа ийе болады. Бирақ қыйсықлық  $K$  ның турақлы екенлиги Гаусс, Бойяи, Лобачевский геометриясын әдеттеги қыйсайған кеңисликлерде пайда етиўге мүмкиншилик бермейди. Әлбетте тек турақлы болған қыйсықлықларда Евклидтің басқа да постулатларын қанаатландырыў мүмкин. Себеби сол постулатлар ҳақыйқый бир текли кеңисликти тәриплейди. Егер бир нокаттан екінши нокатқа өткенде  $K$  өзгериске ушырайтуғын болса, онда бул жағдай кеңисликтің ишки қасиетлериниң өзгериске ушырайтуғынлығын билдиреди.

Ең ақырында  $K$  ушын жазылған формуланы тегисликти поляр координатада тәриплейтуғын (10)-метрикаға қоллансақ, онда күткенмиздей

$$K = 0 \quad (\text{тегислик}) \quad (15)$$

аңлатпасын аламыз. Солай етип биз координаталар системаларын сайлап алыуда ықтыярлыққа жол қойған болсақ та  $K$  шамасын тиккелей есаплау арқалы кеңістіктің ишкі қасиеттерін анықтай алады екенбіз.

Жоқарыда келтірілген мәселелер шешілгеннен кейін математиктер үш хәм оннан да көп санлды өлшемлерге ийе қыйсық кеңістіктердің ишкі қасиеттерін үйрениу проблемалары менен шуғыллана баслады. Бирақ Гаусстың жұмыстарын еки өлшемнен артық өлшемлі қыйсық кеңістіктерге қолланыу аңсатлыққа түспеди. Себеби бундай кеңістіктердің ишкі қасиеттерін тек бир  $K$  қыйсықлық функциясы менен тәріплеуге болмайды.

$D$  өлшемлі кеңістікте  $\frac{D(D+1)}{2}$  дана бир биринен ғәрезсиз  $g_{ij}$  метрлік функциялары болады. Биз  $D$  ны сайлап алыуда ықтыярлымыз. Сонлықтан кеңістіктің ишкі қасиеттерін анықлайтуғын

$$C = \frac{D(D+1)}{2} - D = \frac{D(D-1)}{2}$$

дана функция қалады.  $D=2$  де  $C=1$  жағдайы Гаусс тәрепинен алынған еди.  $D>2, C>1$  де геометрия қурамаласады. Бул проблеме Георг Фридрих Бернхард Риман (1826-1866) тәрепинен толық шешилди. Бул шешим хәzirги ўақытлары Риман геометриясы деп аталады хәм ол автордың 1854-жылғы лекциясында баян етилди.

Кристоффелдің, Риччидің, Леви-Чивитның, Бельтрамидің хәм басқалардың жұмыстарында Риманның идеялары раўажландырылды хәм олар бул идеяларды оғада шырайлы математикалық конструкцияға айландырды. Бирақ тек Эйнштейнге ғана Евклидлик емес геометрияны физикада қалай қолланыўдың керек екенлигин түсиниўдің биринши сәти түсти.

**Тартылыс теориясының дәретилиў тарийхы.** Исаак Ньютон (1642-1727) өзиниң «Натурал философияның математикалық басламалар» ын жуўмақлай келе гравитацияны Қуяш пенен планеталар арасындағы «олардағы қатты материяның муғдарына туўры пропорционал, барлық тәреплерге қарай шексизликке шекем тарқалатуғын, ал тәсирлесиў күши барлық ўақытта қашықлықтың квадратына кери пропорционал кемейетуғын» тәсирлесиўдің себеби деп дағазалады. Ньютонның нызамы еки бөлимнен турады, оладың хәр қайсысы хәр қыйлы жоллар менен ашылды хәм олардың екеўи де механиканың Ньютоннан Эйнштейнге шекемги раўажланыўында өзлериниң уллы орынларын ийеледи. Галилео Галилей (1564-1642) денелер еркин түскенде Жер бетине кулап түсиў тезлигиниң олардың массаларынан ғәрезли емес екенлигин тапты. Ол денелердің Жерге қарай түсиўин әстелетиў ушын қыя тегисликтерден, ўақытты өлшеў ушын суў саатынан хәм маятниктен пайдаланды. Бул тәжирийбелер кейинирек Христиан Гүйгенс (1629-1695) тәрепинен әдеўир жетилистирилди. Солай етип Ньютон өзиниң екнши нызамын пайдалана алды хәм гравитация тәрепинен пайда етилетуғын күштиң усы күш тәсир ететуғын денениң массасына туўры пропорционал деп айта алды. Ал үшінши нызам болса күштиң сол күштиң дереги болған денениң массасына пропорционал екенлигин тастыйықлайды.

Ньютон бул нәтийжелердің тек жуўық түрде дурыс екенлигин мойнына алды. Себеби екнши нызамға кириўши «инерт масса» гравитация нызамындағы «гравитациялық масса» ға тең болыўы шәрт емес еди («Гравитация нызамы» хәм «Пүткил дүньялық тартылыс нызамы» түсиниклери бирдей мәнисте қолланылады). Егер усындай болғанда Ньютонның екнши нызамын

$$F = m_i a \quad (16)$$

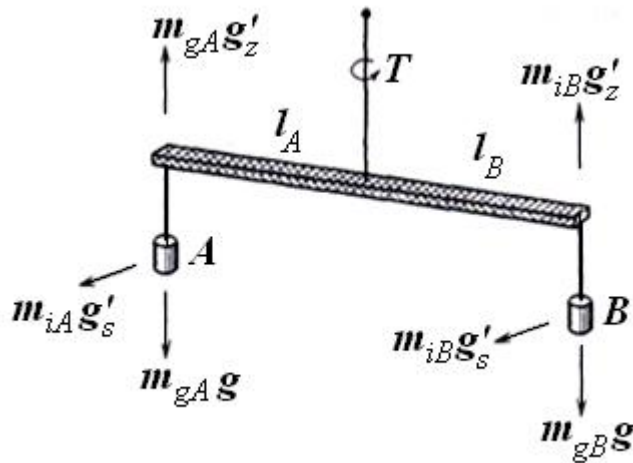
түринде, ал гравитация нызамын

$$F = m_g g \quad (17)$$

түрінде жазған болар едик. Бул аңлатпада  $g$  арқалы координаталардан хәм басқа денелердің массаларынан ғәрезли болған майдан белгиленген. Бундай жағдайда қәлеген берилген нокаттағы тезлениў

$$\alpha = \left( \frac{m_g}{m_i} \right) g \quad (18)$$

аңлатпасы менен берилген болған болар еди. Бундай жағдайда хәр қыйлы  $\frac{m_g}{m_i}$  қатнасларына ийе болған денелер хәр қыйлы  $\alpha$  тезлениўи менен қозғалады. Мысалы бирдей узынлыққа ийе маятниклердің тербелис дәўирлери  $\left( \frac{m_g}{m_i} \right)^2$  шамасына туўры пропорционал болған болар еди. Ньютонның өзи бирдей узынлыққа ийе. Бирақ хәр қыйлы материаллардан исленген маятниклер менен тәжирийбелер өткергенде олардың тербелис дәўирлери арасындағы айырманы таба алмады. Буннан кейинирек 1930-жылы бундай тәжирийбелер Фридрих Вильгельм Бесаелдің (1784-1846) дәлирек тәжирийбелеринде тастыйықланды. Буннан кейин 1989-жылы Будапешт қаласында Роланд фон Этвеш басқа усылдан пайдаланып хәр қыйлы затлар ушын  $\frac{m_g}{m_i}$  қатнасының бир биринен тек  $10^{-9}$  ға ғана айрылатуғынлығын көрсетти.



2-сүўрет.

Этвеш экспериментиниң схемасы.

Этвеш А хәм В жүклерин жиңишке сабаққа дәл ортасында илдирилген узынлығы 40 см болған стерженниң ушларына бекитти. Тең салмақлық ҳалында стержень

$$l_A(m_{gA}g - m_{iA}g'_z) = l_B(m_{gB}g - m_{iB}g'_z) \quad (19)$$

шәрти орынланатуғын болып азмаз еңкейеди. Бул аңлатпада  $g$  арқалы Жердің гравитация майданындағы тезлениў (еркин түсиў тезлениўи),  $g'_z$  арқалы Жердің өз көшери дөгерегинде айланыўына байланыслы пайда болатуғын орайға умтылыўшы тезлениўдің вертикаллық қураўшысы, ал  $l_A$  менен  $l_B$  арқалы еки жүк ушын ийинлердің эффективлик узынлығы белгиленген. [Өлбетте Этвеш өзиниң тәжирийбелеринде жүклердің салмақларын хәм ийинлердің узынлықтарын бирдей етип алды, бирақ Этвеш тәрәпинен қолланылған усылдың өзгешелиги соннан ибарат, егер А жүги В жүгинен үлкен болғанда да стержень (19)-шәрти орынланып қыяланған (бурылған) болар еди]. Жердің өз көшери дөгерегинде айланыўының салдарынан пайда болған орайға умтылыўшы тезлениў Бундапешттиң географиялық кеңлигинде горизонт бағытындағы сезилерликтей  $g'_z$  қураўшыға ийе болады хәм бул қураўшы вертикал бағыттағы көшерге салыстырғанда

$$T = l_A m_{iA} g'_z - l_B m_{iB} g'_z$$

шамасына тең бурыу моментин пайда етеди.  $l_B$  ны анықлау үшін тең селмақтық шартин пайдаланыу арқалы

$$T = l_A m_{iA} g'_s \left[ 1 - \left( \frac{m_{gA}}{m_{iA}} g - g'_s \right) \left( \frac{m_{gB}}{m_{iB}} g - g'_s \right)^{-1} \right]$$

ямаса  $g'_s \ll g$  болғанлықтан

$$T = l_A m_{iA} g'_s \left[ \frac{m_{iA}}{m_{gA}} - \frac{m_{iB}}{m_{gB}} \right]$$

аңдатпасын аламыз. Егер жүклердің массаларының қатнастары  $\frac{m_i}{m_g}$  хәр қыйлы болғанда стержень илдирилип қойылған сабақтың буралыуы, яғный стерженнің бағытының өзгериуі орын алған болар еди. Сабақтың бундай буралыуы орын алған жоқ. Усығын байланыслы Этвеш ағаш хәм платина үшін  $\frac{m_i}{m_g}$  қатнастарының бир биринен  $10^{-9}$  дан да киши шамаға айрылатуғынлығын тапты.

Гравитациялық хәм инерт массаларының бир бирине тең екенлиги Эйнштейнге күшли тәсир етти хәм бул жағдай эквивалентлик принципинің келтирилип шығарылыуына тиккелей тәсир етти (Бул теңлик гравитациялық емес қәлеген күшке ушын катаң түрдеги шек қояды. Мысалы нуклонлық сан зарядтың орнын ийелейтуғын қәлеген жаңа типтеги электростатикалық күшлердің шамасы гравитациялық күшлердің шамасынан әдеуір киши болыуы керек).

Гравитациялық хәм инерт массалардың бир бирине тең екенлиги Москва Мәмлекетлик университетинде В.Брагинский басқарған топар тәрәпинен  $10^{-12}$  дәллігинде дәлилленди.

Енди Ньютонның гравитация ызамаының екінши бөлимині өтеміз. Бул бөлиминде гравитациялық күш қашықтықтың квадратына кері пропорционал кемейеди деп тастыйықланады. Бул идея толығы менен Ньютонға тийисли емес. Иоанн Скотт Эригена (800-877) денелердің салмағы менен жеңиллигинің Жерден қашықласуы менен кемейетуғынлығын анық билди. Кейинирек XII әсирде бул теорияны Баталы Аделяр қайта тикледи. Ол оғада терең қудыққа тасланған тас тек Жердің орайына шекем түсіп барады, ал арман қарай кетпейди деп есаплады. «Кері квадратлар ызамаын» биринши рет 1640-жыллары Исмаил Булиалдус (1605-1694) тексерип көриуге умтылды. Бирақ бул жұмыс Ньютон тәрәпинен жуумақланды. Ол 1665- ямаса 1666-жылы «кері квадратлар ызамаын» бақлаулардың жуумақлары бойынша келтирип шығарды. Ньютон Айдың Жерден Жердің 60 радиусындай қашықтықта туратуғынлығын хәм хәр секундта Жерге қарай 0,137 см аралықты өтетуғынлығын билди. Демек, егер гравитациялық күшлер кері квадратлар ызамаына бағынатуғын болса, онда Жердің орайынан Жердің радиусына тең қашықтықта жайласқан Ланкаширдеги алма еркин түсіуінің биринши секундында 0,137 смден 3600 есе үлкен аралықты өтиуі, яғный 494 см аралықты өтиуі керек. Бул  $h = \frac{g}{2} = 4,9$  метрге хәм тәжірийбелердің нәтижелеріне толық сәйкес келеди. Бирақ Ньютон өзинің нәтижелерін 20 жылға шекем баспадан шығарған жоқ. Себеби ол Жердің массасының оның орайында топланғанлығын қалай түсиндириуді билмеди. Усының менен бир қатарда Король жәмийетинің ағзаларының бир нешеуіне, соның ишінде Эдмунд Галлейге (1656-1742), Кристофер Вренге (1632-1723) хәм Роберт Гукка (1635-1703) шаңбер тәрізлі орбиталар ушын Кеплердің (1571-1630) үшінши ызамаынан кері квадратлар ызамаының келип шығатуғынлығы түсиникли болды. Хәқыйқатында да егер дәуірлердің квадратлары  $\frac{r^2}{v^2}$  радиустың кубы  $r^3$  шамасына пропорционал болатуғын болса, онда орайға умтылыушы тезлениу  $\frac{v^2}{r}$  дің шамасы  $\frac{1}{r^2}$  қа пропорционал болады.

Бирақ планеталар эллипс тәрізлі орбиталар бойынша қозғалады хәм усыған байланысly олардың орайға умтылыұшы күшлерин қалай есаплаұдың керек екенлигин хеш ким билмеди. Э.Галлей тәрeпинен рухланған Ньютон 1684-жылы кери квадратлар нызамы бойынша қозғалыұшы планеталардың хәқыйқатында да Иоганн Кеплердің эмперикалық нызамларын қанаатландыратуғынлығын дәлилледи: планеталар эллипс тәрізлі орбиталар бойынша қозғалады (бул эллипстың фокусларының биринде Қуяш жайласады), планетаның радиус-векторы бирдей ўақыт аралығында бирдей майданды басып өтеди, ал олардың Қуяштың дөгерегинде айланып шығыұ дәўирлериниң квадратларының қатнасы бас көшерлериниң кубларының қатнасындай болады. Солай етип Ньютон өзиниң 1685-жылы басланған Айдың қозғалысын есаплаұ бойынша жумысларын жуўмақлай алды. Әхмийети оғада уллы болған Ньютонның бул жуўмақланған изертлеўлердің нәтийжелери 1686-жылы 5-июль күни «Натурал философияның математикалық басламалары» ат пенен баспадан шықты.

Буннан кейинги әсирлер даўамында Ньютонның гравитация нызамы Айдың хәм басқа планеталардың қозғалысларын оғада жақсы түсиндирди. Бирақ Ньютонның гравитация нызамы тийкарында Уран планетасының қозғалысының айырым өзгешеликлерин түсиндириўдың мүмкиншилиги болмады. 1846-жылы Англияда Джон К.Адаме (1819 - 1892) хәм Францияда Урбен Ж.Ж.Леверье (1811 - 1877) бир биринен ғәрезсиз математикалық есаплаұлар жәрдемінде бул факт тийкарында Қуяш системасында Уран планетасынан кейин және бир планетаның бар екенлигин бар екенлигин болжады хәм сол планетаның координаталарын анықлады. Усындай жоллар менен 1846-жылы 23-сентябрь күни Нептун планетасы ашылды. Бул ўақия Ньютон теориясының дурыслығының оғада зор тастыйықланыаы болып есапланады. Айдың, Энке кометасының, кейинирек Галлей кометасының қозғалысларында Ньютон теориясына сәйкес келмеўшиликтиң бар екенлиги дәрхәл-ақ билинди. Бирақ бул сәйкес келмеўлерге гравитациялық емес күшлердің жуўапкер екенлигин изертлеўшилер анық түсинди.

Ньютонның гравитация теориясының жоқарыда баянланғнадай жеңислерине карамастан бир проблема көп ўақытларға шекем шешилмей келди. Нептунның бар екенлигин болжаұдан бир жыл бурын француз математиги Леверье Меркурий планетасының перигелийиниң бир әсир даўамындағы аўысыұы 35'' (мүйешлик секунд) шамасының басқа планеталардың усы планетаның қозғалысына тәсирин Ньютонның гравитация теориясын пайдаланып есаплағанда келип шығатуғын шамадан үлкен екенлигин аңғарды. Астрономиялық мағлыұматлар менен Ньютон теориясының нәтийжелери арасында айырманың бар екенлигин 1882-жылы Саймон Ньюком да (1835-1909) билди хәм ол жүз жыл даўамындағы Меркурийдің перигелийиниң аўысыұының 43'' қа тең екенлигин көрсетти. Бул айырманың себебин Леверье Қуяш пенен меркурий арасында майда планеталардың бар екенлигинен деп болжады. Бирақ астрономлар Қуяш пенен Меркурий арасынан хеш бир планетаны таба алмады.

Меркурий планетасының перигелийиниң жүз жылда 43 мүйешлик секундқа аўысыұының себебин Ньютонның гравитация теориясы түсиндире алмады. Бул проблема 1916-жылы А.Эйнштейн тәрeпинен улыұмалық салыстырмалық теориясының жәрдемінде шешилди.

**Салыстырмалық принципи хәққындағы көз-қараслардың қәлиплесиўи.** Ньютон механикасы тәбияттың нызамлары «Натурал философияның математикалық басламалары» китабында көрсетилген формадағыдай болып жазылатуғын «инерциал есаплаұ системалары» деп аталатуғын есаплаұ системаларының семействосын айырып алды. Мысалы гравитациялық күшлер арқалы тәсирлесетуғын ноқатлық бөлекшелер системасының қозғалыс теңлемеси былайынша жазылады:

$$m_N \frac{d^2 \mathbf{x}_N}{dt^2} = G \sum_M \frac{m_N m_M (\mathbf{x}_M - \mathbf{x}_N)}{|\mathbf{x}_M - \mathbf{x}_N|^3} \quad (20)$$



Бул аңлатпада  $m_N$  арқалы  $N$  – бөлекшениң массасы,  $x_N$  арқалы оның  $t$  уақыт моментіндегі радиус-векторы белгіленген. Егер биз (20)-аңлатпаны жаңа

$$\begin{aligned} x' &= Rx + vt + d, \\ t' &= t + \tau. \end{aligned} \quad (22)$$

кеңіслік-уақытлық координаталарда жазғанда хеш қандай өзгеріске ұшырамайтуғынлығын аңсат тексеріп көріуге болады. Бул аңлатпадағы  $v$ ,  $d$  хәм  $\tau$  қалеген хақыйқый турақлы шамалар болып табылады, ал  $R$  болса ықтыярлы хақыйқый матрица (Егер  $O$  хәм  $O'$  бақлаушылары штрихланған хәм штрихланбаған координаталар системаларын пайдаланатуғын болса, онда  $O'$  бақлаушысы  $O$  ны  $R$  диң жәрдемінде бурылған,  $v$  тезлиги менен қозғалыушы хәм  $t = 0$  уақыт моментінде  $d$  шамасына жылыстырылған түрде көреді. Қала берсе  $O$  бақлаушының сааты  $O'$  бақлаушының саатынан  $\tau$  шамасына кейін қалады). (22)- түрлендіріу 10-параметрлік топарды пайда етеді ( $R$  деги Эйлердің үш мүйеши,  $v$  векторының үш,  $d$  векторларының үш қураушылары хәм уақыт  $\tau$ ). Бул топарды хәзирги уақытлары Галилей топары деп атайды. Усындай түрлендіріулерге қарата қозғалыс нызамларының инвариантлығы Галилей бойынша инвариантлық (Галилейлік инвариантлық) ямаса Галилейдің салыстырмалық принципі деп аталады.

Ньютонды мына жағдай таң қалдырды: қозғалыс теңлемелери инвариант емес оғада көп санлы басқа түрлендіріулер бар. Мысалы (21)-теңleme тезлениуши, әстелениуши ямаса айланыушы координаталар системасына өткенде (яғный  $v$  менен  $R$  ди уақыт  $t$  ның функциясы деп алса) өзиниң формасын сақламайды. Қозғалыс теңлемеси өзиниң формасын тек инерциаллық деп аталатуғын координаталар системасында ғана сақлайды. Ал системаның инерциаллық екенлигин қалайынша анықлауға болады? Ньютон абсолют кеңіслік бар деп есаплады. Усы абсолют кеңіслікке салыстырғанда тынышлықта ямаса тең өлшеулі қозғалатуғын есаплау системалары инерциал есаплау системалары болып табылады.

Ньютонның абсолют кеңіслиги концепциясы оның белгили оппоненти Готфрид Вильгельм фон Лейбниц (1646-1716) тәрeпинен қатаң түрде сынға алынды. Ол материаллық объектлердің бир бири менен байланысынан келип шығатуғын кеңісликтен басқа кеңіслік хаққындағы концепцияның философиялық зәрүрлиги жоқ деп есаплады. Бул жағдайлардың барлығы Лейбниц пенен Ньютонның тәрeпдары Самюэл Кларк (1675-1729) ') арасындағы 1715-1716 жыллардағы хат алысуларда баянланған. Философлар арасындағы келіспеушиликлер дауам етти. Ньютонның абсолют кеңіслік концепциясын Леонард Эйлер (1707-1783) хәм Иммануил Кант (1724-1804) коллап-қууатлады. Ал Ньютонды епископ Джордж Беркли (1685-1753) өзиниң кітапларында сынға алды. Бул атлары келтирилген метафизиклердің хеш биреуі де Ньютон теориясын алмастыратуғын динамикалық теорияны қалай дәретиудің ямаса рауажландырыудың мүмкин екенлигин айта алмады.

Абсолют кеңісликти көргизбелі етип сәулелендіріу мақсетінде Ньютон бир неше экспериментлерди тәрипледи. Олардың ишиндеги ең белгиліси айланыушы ыдыс пенен өткерилген эксперимент болып табылады.

«Егер узын жипке ыдыс илдирилген болса хәм ыдысты жиптің шыйырылыуының (буралыуының) себебинен қатты халға келгенше ыдысты айландырсақ, буннан кейін ыдыстың ишине суу қуйсақ, буннан кейін ыдысты тыныш халда услап турып еркине жиберсек, онда жиптің шыйырылыуынан пайда болған күштиң себебинен ыдыс айлана баслайды хәм бул айланыс шыйырылған жиптің тәсирінде көп уақыт дауам етеді. Дәслеп суудың бети ыдыс тынышлықта тұрған халдағыдай тегіс болады. Буннан кейін ыдыс сууға әстелик пенен тәсир етиуши күштиң тәсирінде сууды өзиниң айланыуына

катнасыуына мәжбүрлейди. Айланыу күшейген сайын суу ыдыстың орайынан әстелик пенен қаша баслайды хәм ыдыстың дийуалы қасында көтеріледі және суудың бети ойыс формаға ийе болады (мениң өзим усындай тәжирийбени ислеп көрдим)... Дәслеп ыдыстағы суудың салыстырмалы қозғалысы ең үлкен болған жағдайда ол (суу) айланыу көшеринен қашыуға тырысқан жоқ хәм ыдыстың дийуалы қасында көтерілмеді ... ал оның бети тегис болып қалды хәм оның хақыйқый айланбалы қозғалысы еле басланған жоқ. Буннан кейин салыстырмалы қозғалыс киширейгенде суудың көшерден қашыуға умтылыуы күшейеді, ал бул умтылыу оның хақыйқый айланбалы қозғалысының үлкейгенлигин көрсетеді хәм бул хақыйқый қозғалыс ең үлкен мәнисине жеткенде суу ыдысқа салыстырғанда тынышлықта турады» (Салыстырмалы қозғалыс жоғалады деген сөз).

Ньютонның абсолют кеңислик концепциясы биринши рет Австрия философы Эрнест Мах (1838-1916) тәрәпинен тийкарлы түрде сынға алынды. Өзиниң «Механика хәм оның рауажланыуы» китабында ол былай жазады: «Суу қуйылған айланыушы ыдыс пенен өткерилген Ньютонның тәжирийбелери сезилерликтей орайға умтылыушы күшлердиң ыдыстың дийуалына салыстырғандығы суудың салыстырмалы айланыуының салдарынан пайда етилмейтуғынлығын, ал сол сезилерликтей орайға умтылыушы күшлердиң Жердиң хәм басқа да аспан денелериниң массаларына салыстырғандағы айланбалы қозғалыстың салдарынан пайда болатуғынлығын көрсетеді. Егер ыдыстың диуалларын қалың хәм массалы етип ислесе хәм оның дийуалларының қалыңлығы бир неше милге жеткенде тәжирийбениң қалай өтетуғынлығын хеш ким айта алмайды».

Инерциал системаларды анықлағанда «Жердиң хәм басқа да аспан денелериниң массалары» орын алатуғынлығы хаққындағы гипотеза Мах принципі деп аталады. Мах принципі деп аталатуғын тастыйықлаудың мәнисин қәлеген адам жулдызлы түнде әпиуайы эксперимент өткеріу арқалы биле алады. Дәслеп орнымыздан турамыз хәм қолларымызды төмен жибереміз. Жулдызлардың қозғалыста емес екенлигин хәм қолларымыздың төмен карай жиберилгенлигин белгилеп аламыз. Буннан кейин бирден толық бир рет айланамыз. Бизге жулдызлар зениттиң этирапында айланғандай, ал қолымыз орайдан қашыушы күштиң тәсиринде қатпалға қарай ысырылады. Егер жулдызлар менен бизиң арамызда инерциал системаны киргизиудің усылын анықлайтуғын қандай да бир байланыс болмағанда, онда қоллар еркин салбырап туратуғын хәм биз көрген жулдызлар тынышлықта туратуғын системалардың бир бирине сәйкес келиуі дым таң каларлық болған болар еди.

Аргументацияны буннан да дәл ислеу мүмкин. Жердиң бети инерциал система болып табылмайды хәм Жердиң орбиталық хәм суткалық қозғалысларының тнәтийжесинде жулдызлар айланатуғын болып көринеди. Бирақ бул эффектти тутасы менен алынған Қуяш системасы менен байланысly болған есаплау системасында жоқ етиуге болады. Бундай инерциаллық системада Қуяш арқалы өтиуши қандай да бир көшерге салыстырғандағы галактикалардың орташа айланыуы жүз жылда 1'' тан кем болады.

Солай етип биз қашып қутылуға болмайтуғын еки жағдайға дуушакер болады екенбиз:

Ньютонның абсолют кеңислик-уақтының бар екенлигин мойынлаймыз. Бул кеңислик-уақыт инерциаллық системаларды анықлайды, оған салыстырғанда реперлик галактикалар тынышлықта турады;

Мах сыяқлы инерция барлық Әлемниң орташаланған массасына байланысly деп есаплаймыз. Егер Махтың айтқаны дурыс болатуғын болса, онда қәлеген берилген күш тәрәпинен бөлекшеге берилген тезлениудың шамасы тек ғана биз көрген жулдызлардың тарқалыуынан ғәрезли болып қалмай, бөлекшеге тиккелей жақын турған материяның таркылуынан да ғәрезли болады.

Биз усы уақытқа шекем арнаулы салыстырмалық теориясы хаққында хеш нәрсе айтпадық. Себеби бул теория абсолют хәм салыстырмалы кеңисликлер арасындағы проблемаға хеш қандай қатнасы жоқ. Бирақ эквивалентлик принципін келтирип шығарыу



ушын бизге арнаўлы салыстырмалық теориясының түсиниклери керек болады. Бул түсиниклер менен биз хәзир таныспаймыз, бирақ оның дәретилюйиниң айырым мәселелерине итибар беремиз.

1864-жылы Джеймс Кларк Максвелл (1831-1879) тәрәпинен дәретилип болынған электродинамика (электродинамика теориясы) Галилей инвариантлығы принципін қанаатландырмайды. екинши тәрәптен Максвелл теңлемелери вакуумдеги жақтылықтың тезлиги с ның универсаллық константа екенлигин көрсетеди. Барақ екинши тәрәптен егер усы тастыйықлаў  $x^i, t$  есаплаў системасында дурыс болса, онда (22) Галилей түрлендириўлери жәрдемінде анықланған  $x'^i, t'$  есаплаў системасында дурыс болмайды. Максвеллдің өзи электромагнит толқынларын базы бир орталық алып жүреди деп ойлады (жақтылықты алып жүриўши эфир). Бундай жағдайда Максвелл теңлемелери тек Галилей инерциаллық системаларының тек шекленген классында, яғный эфирге салыстырғанда қозғалмайтуғын системаларда дурыс болады деген сөз.

Бирақ Жердің эфирге салыстырғандағы тезлигин өлшеўге қаратылған барлық ырысыўлар сәтсизликке ушырады. Ал Куяшка салыстырғанда Жер 30 км/с, ал бизиң Галактикамыздың орайына салыстырғанда шама менен 200 км/с тезлик пенен қозғалады. Альберт Майкельсон (1852-1931) хәм Е.Морли тәрәиппен өткерлиген ең әхмийетлиси болды. 1887-жылы олар жақтылықтың Жердің орбиталық қозғалысы бағытында да, оған қарама-касы бағытта да, Жердің орбатылық қозғалысының бағытына перпендикуляр бағытта да бирдей тезлик пенен тарқалатуғынлығын анықлады ( $\pm 5$  км/с дәлликте). Эфирге салыстырғанда Жердің қозғалыс тезлигин анықлаўдағы сәтсизликтер Георг Фицджеральд (1851-1901), Гендрик Лоренц (1853-1928) хәм Анри Пуанкаре (1854-1912) сыяқлы ири теоретиклерди ойландырыўға мәжбүрледи. Неликтен «эфир самалы» эффекти принципінде бақланбайтуғын эффект болып шықты? Пуанкаре бул проблеманың революциялық мағанасын ең бириншилерден болып көре алды. Лоренц те бул проблемаға үлкен итибар берди. Бирақ механика менен электродинамикадағы салыстырмалық принципиниң дурыс мәниси 1905-жылы биринши рет А.Эйнштейн (1879 - 1955) тәрәпинен берилди [5].

Эйнштейн (22)-Галилей түрлендириўлерин басқа Лоренц түрлендириўлери деп аталатуғын 10-параметрлик кенислик-ўақытлық түрлендириў менен алмастырыў керек деген болжаўдан келип шықты. Себеби бул түрлендириўлер Максвелл теңлемелерин де, жақтылықтың тезлигин де инвариант етип қалдырады. Бирақ Майкельсон менен Морлидің экспериментиниң нәтийжелериниң Эйнштейнге тәсир еткенлиги ямаса тәсир етпегенлиги анық емес. Бирақ ол өзиниң 1905-жылғы мақаласында ол «Жердің эфирге салыстырғандағы қандай да бир қозғалысын табыўдағы сәтсиз тырысыўларға» сүйенген [5]. Ньютон механикасының (21)-түриндеги теңлемелери Лоренц түрлендириўлерине карата инвариант емес. Сонлықтан Эйнштейн қозғалыс ызамларын Лоренц-инвариант болтуғындай етип модификацияға ушыратыў зәрүрлигиниң бар екенлигин айқын билди. Максвелл электродинамикасынан хәм Эйнштейн механикасынан туратуғын жаңа физика енди жаңа салыстырмалық принципін (арнаўлы салыстырмалық принципін) қанаатландыратуғын болды. Бул арнаўлы салыстырмалық принципи болса барлық физикалық теңлемелер Лоренц түрлендириўлерине карата инвариант болыўы керек деп тастыйықлайды.

Лоренцтиң түрлендириў топары Галилейдің түрлендириў топарынан кең емес. Сонлықтан салыстырмалық принципи салыстырмалық теориядан туўылған емес, ал салыстырмалық теориясы тәрәпинен қайта тикленген деп есаплаған дурыс болады. Максвелге шекемги дәўирлерде барлық физика Галилейдің топарына карата инвариант деп есаплаўға болатуғын еди. Максвелл теңлемелери бул топарға карата инвариант емес еди хәм сол әсирдің орталарына шекем салыстырмалық принципине электродинамика емес, ал тек механика бағынатуғындай болып көринди. Эйнштейннен кейин механиканың теңлемелериниң де, электродинамика теңлемелериниң де Лоренц түрлендириўлерине

карата инвариант екенлиги түсиникли болды. Максвелл хәм Эйнштейн берген формада физикалық нызамлар тек инерциал есаплау системаларының шекленген классларында ғана дурыс болып табылады. Ал бундай инерциал есаплау системаларының қандай болатуғынлығы хаққындағы мәселе 1905-жылының өзінде тап 1686-жылдағай болып жұмбақ болып қалды.

Мәселени шешіу үшін тартылыстың релятивистлик теориясын дөретиу керек еди. Бул бағдардағы үлкен хәм дурыс қәдем 1907-жылы қойылды. Усы жылы А.Эйнштейн гравитация менен инерцияның эквивалентлик принципін киргизди хәм усының тийкарында гравитациялық майдандағы жақтылықтың қызылға ауысыуын есаплады. Бул принцип ықтыярлы түрде алынған физикалық системаға гравитациялық тәсирди анықлайды, бирақ гравитациялық майданлардың өзіннің теңлемелерін анықламайды. Эйнштейн 1911-жылы эквивалентлик принципіннің жәрдеминде жақтылықтың Қуяштың қасынан өткендегі бағытын өзгертиуін (ауысыуын) есаплауға тырысты. Бирақ ол сол уақытлары майданның қурылысын еле дурыс түсиніу дәрежесине жетпеген еди хәм сонлықтан ол алған нәтиже дурыс нәтиженің тек ярымын ғана қурады (Эйнштейннің 1911-жылы келтирип шығарған формуласындай формуланы 1801-жылы Зайдерлинг Ньютонның тартылыс теориясы тийкарында да алған еди). Эйнштейн, Абрахам хәм Нордстремлар 1911-1912 жыллары скаляр гравитациялық майданның релятивистлик теңлемелерін уклтирип шығарыуға тырысты. Бирақ бул теориялардың барлығы да Эйнштейнди тийкарынан эстетикалық көз-қараслар бойынша қанаатландырмады. Математик Марсель Гроссман менен бирге ислесиудің нәтижесінде 1913-жылы Эйнштейнде гравитациялық майданды Риманның 10 қураушыға ийе кеңисликлик-уақытлық тензоры менен тәриплеу идеясы пайда болды. Буннан кейінгі екі жыл ишінде Эйнштейн Пруссия Илимлер Академиясына бир неше мақалаларын жиберди. Бул мақалаларда ол метрлик тензор үшін майдан теңлемелерін келтирип шығарды хәм жақтылықтың гравитациялық ауытқыуы менен Меркурийдің перигелийінің ауысыуын есаплады. Эйнштейннің бул оғада уллы жетискенликлери оның 1916-жылы жарық көрген «Улыұмалық салыстырмалық теориясының тийкарлары» деп аталатуғын мақаласында толық баянланды. Бул мақала қарақалпақ тилине де аударылған хәм оны [www.abdikamalov.narod.ru](http://www.abdikamalov.narod.ru) сайтынан алып оқыуға болады.

**Арнаулы салыстырмалық теориясы кеңислик-уақыттың теориясы сыпатында. Кеңислик пенен уақыт арасындағы байланыс.** А.Эйнштейн өзіннің 1905-жылы жарық көрген «Zur Elektrodynamik der lewegter Korper» («Қозғалыушы денелер электродинамикасына») мына сөзлер менен баслаған (биз үшін әхмийетли болған сөзлерди жууан хәм курсив хәриплер менен жазамыз):

«Максвелл электродинамикасының өзіннің хәзиргі заман түрінде қозғалыушы денелер үшін қолланылғанда усы қубылыстар үшін тән болмаған асимметрияға алып келетуғынлығы белгили. Мысал үшін магнит пенен тоқ өтип турған өткізгіш арасындағы электродинамикалық тәсирлесиуди еске түсиремиз. Бул қубылыс өткізгіш пенен магниттің салыстырмалы қозғалысынан ғана ғәрезли. Ал әдеттегі көз-қараслар бойынша бул денелердің биріншиси ямаса екіншиси қозғалатуғын екі жағдай бир биринен қатаң түрде шекленген болып шығады. Хақыйқатында да, егер магнит қозғалатуғын хәм өткізгіш тынышлықта туратуғын болса, онда магниттің этирапында базы бир энергия муғдарына ийе электр майданы пайда болады хәм бул майдан өткізгіштің бөлімлери турған орынларда тоқ пайда етеди. Егер магнит тынышлықта турса хәм өткізгіш қозғалатуғын болса, онда магниттің дөгерегінде хеш қандай электр майданы пайда болмайды; бирақ усыған қарамастан өткізгіште электр қозғаушы күш пайда болады. Бул электр қозғаушы күшке хеш қандай энергия сәйкес келмейди. Бирақ бул энергия бизди қызықтыратуғын екі жағдайды да бирдей деп есаплағанда бирінші жағдайдағыдай сондай шамадағы хәм сондай бағыттағы электр тоғының пайда болыуына алып келеди.

Усыған усаған мысаллар хәм Жердің «жақтылық орталығына» салыстырғандағы тезлигин анықлаўға қаратылған сәтсиз тырысыўлар тек механикада емес, ал электродинамикада да қубылыстардың хеш бир қәсийети абсолют тынышлық түсинигине сәйкес келмейди деп болжаўға алып келеди. Қала берсе (биринши дәрежели шамалар ушын дәлилленгенлигиндей) механиканың теңлемелери дурыс болатуғын барлық координаталар системалары ушын электродинамикалық хәм оптикалық нызамлар да дурыс болады. *Бул болжаўды (оның мазмунын биз буннан былай «салыстырмалық принципи» деп атаймыз) биз тийкарга айландырмақшымыз хәм буннан басқа усыған қосымша биринши қарағанда қарама-қарсылыққа ийе болып көринетугын және бир болжаў, атап айтқанда жақтылық бослықта оны нурландыратуғын денениң қозғалыс ҳалынан гәрезсиз барлық ўақытта да белгили бир V тезлиги менен тарқалады деп болжаймыз.* Бул еки тийкар тынышлықта турған денелер ушын Максвелл теориясын тийкарына қойыў арқалы қозғалыўшы денелер ушын қарама-қарсылықларға ийе емес электродинамиканы дүзиў ушын жеткиликли. Бундай жағдайда «жақтылық тасыўшы эфир» түсиниги керек емес болып қалады. Себеби усынылып атырған теорияда айрықша қәсийетлерге ийе «абсолют тынышлықтағы кеңислик» түсиниги қолланылмайды хәм соның менен бирге электромагнит процесслер жүретуғын бос кеңисликтің хеш бир ноқатына хеш бир тезлик векторы жазылмайды.

Раўажландырылып атырған теория қәлеген басқа электродинамика сыяқлы қатты денелердің кинематикасына тийкарланған. Себеби қәлеген теорияның талқылаўлары қатты денелер (координаталар системалары), саатлар хәм электромагнит процесслер арасындағы қатнастарды қамтыйды. Бул жағдайды жеткиликсиз түсиниў қозғалыўшы денелер электродинамикасы басып өтиўи керек болған қыйыншылықлардың ең тийкарын қурайды».

Жоқарыда келтирилген үш абзацта арнаўлы салыстырмалық теориясының дәретилюине алып келетуғын тийкаргы салыстырмалық принципи хәм жақтылықтың тезлигиниң турақлы екенлиги ҳаққындағы постулат атап өтилген. Биз бул параграфта сол принциптен хәм постулаттан келип шығатуғын тийкаргы физикалық жағдайларға итибар беремиз.

Арнаўлы салыстырмалық теориясының принципи тәбияттың нызамларының Лоренц түрлендириўлерине карата инвариант екенлигин (Лоренц түрлендириўлери деп аталатуғын айрықша кеңисликлик-ўақытлық топарға карата инвариант) билдиреди. Усыған байланыслы биз хәзир Лоренц түрлендириўлерине анықлама беремиз хәм бул түрлендириўлердің тәбияттың нызамларын изертлеўде қандай жәрдем беретугынлығын көремиз.

Лоренц түрлендириўлери бир  $x^\alpha$  кеңисликлик-ўақытлық координаталар системасынан екінши  $x'^\alpha$  системаға өтиў болып табылады. Өтиў мына қағыйдаға сәйкес орынланады:

$$x'^\alpha = \Lambda^\alpha_\beta x^\beta + a^\alpha. \quad (23)$$

Бул аңлатпада  $a^\alpha$  менен  $\Lambda^\alpha_\beta$

$$\Lambda^\alpha_\gamma \Lambda^\beta_\delta \eta_{\alpha\beta} = \eta_{\gamma\delta}, \quad (24)$$

егер  $\alpha = \beta = 1, 2, 3$  болса  $\eta_{\alpha\beta} = +1$  ге,

егер  $\alpha = \beta = 0$  болса  $\eta_{\alpha\beta} = -1$  ге,

егер  $\alpha \neq \beta$  болса  $\eta_{\alpha\beta} = 0$  ге тең

$$(25)$$

шәртлери менен шекленген константалар. Бул белгилеўлерде  $\alpha, \beta, \gamma, \delta \dots$  леер 1, 2, 3, 0, мәнислерин қабыл етеди;  $x^1, x^2, x^3$  лер оң  $x$  векторының Декарт қураўшылары, ал  $x^0$

ұақыт  $t$  болып табылады. Биз жақтылықтың тезлиги бирге тең болған бирликлердин тәбийий бирликлер системасын қолланамыз. Сонлықтан  $x^\alpha$  қураушыларының барлығы да узынлық бирлигине ийе болады. Соның менен бирге еки рет қайталанатуғын индекс бойынша суммалау жүргизиледи (Эйнштейн қағыйдасы). Солай етип (23)-аңлатпаны былайынша жаза аламыз:

$$x'^\alpha = A_0^\alpha x^0 + A_1^\alpha x^1 + A_2^\alpha x^2 + A_3^\alpha x^3 + a^\alpha \quad (26)$$

Лоренц түрлендириулерин айырып туратуғын оның фундаменталлық қәсийети «меншикли ұақыт» болған

$$d\tau^2 \equiv dt^2 - dx^2 = -\eta_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta \quad (27)$$

шамасын инвариант етип қалдырыуында болып табылады. Жаңа  $x'^\alpha$  координаталар системасында координаталардың дифференциаллары былайынша жазылады:

$$dx'^\alpha = A_\nu^\alpha dx^\nu.$$

Сонлықтан жаңа координаталық ұақытты былайынша жазамыз:

$$dt'^\alpha = -\eta_{\alpha\beta} dx'^\alpha dx'^\beta = -\eta_{\alpha\beta} A_\nu^\alpha A_\delta^\beta dx^\nu dx^\delta = -\eta_{\gamma\delta} dx^\gamma dx^\delta.$$

Демек

$$d\tau'^2 = d\tau^2 \quad (28)$$

екенлигине ийе боламыз. Бул арнаулы салыстырмалық теориясының тийкарғы нәтийжелериниң бири болады («меншикли ұақыттың» инвариантлығы). Лоренц түрлендириулериниң усы қәсийети Майкельсон хәм Морли тәжирийбелериндеги жақтылықтың тезлигиниң барлық инерциал есаплау системаларында бирдей екенлигин көрсетеди. Хәқыйкатында да жақтылық фронтының тезлиги  $|dx/dt|$  жақтылықтың тезлигине хәм бул шама биз сайлап алған бирликлер системасында бирге тең ( $\frac{dx}{dt} = 1$ ).

Демек жақтылықтың тезлиги

$$d\tau = 0 \quad (29)$$

формуласы менен тәрипленеди. Лоренц түрлендириулеринде  $d\tau$  шамасы өзгерислерге ушырамайды, яғный  $d\tau'$  шамасы да нолге тең болады. Бул  $dx'/dt'$  шамасының де бирге тең екенлигин билдиреди, яғный  $\frac{dx'}{dt'} = 1$ . Демек жақтылықтың тезлиги жаңа системада да бирге тең екен.

Биз жоқарыда Лоренц түрлендириулерин жақтылықтың тезлигиниң инвариантлығын көрсетиу ушын қолландық (Лоренц түрлендириулериниң өзи жақтылықтың тезлигиниң инвариантлығын түсиндириу ушын ойлап табылған еди). Ал Галилей салыстырмалық принципін Эйнштейнниң салыстырмалық принципи менен алмастырыу жәақтылықтың тезлигинен киши тезликлер менен қозғалыушы объектлер ушын дәрхәл кинематикалық нәтийжелерге алып келеди. Бул нәтийжелердин ең әпиұайысы хәм ең әхмийетлиси қозғалыушы саатлардың ұақыт масштабының өзгериуи болып табылады. Мейли берилген бақлаушыға салыстырғанда саат тынышлықта тұрған болсын. Бундай жағдайда избе-из еки рет ұақытты өлшеу (ямаса еки ұақыя арасындағы интервал) кеңисликлик-ұақытлық  $dx = 0$ ,  $dt = \Delta t$  интервалы менен айрылған ( $\Delta t$  арқалы саатты соғыушылар тәрепинен белгиленген ұақыттың стандарт бирлиги). Оның системасындағы ұақыттың меншикли интервалы

$$d\tau \equiv (dt^2 - dx^2)^{1/2} = \Delta t \quad ()$$

шамасына тең. Басқа бір бақлаушыға салыстырғанда усы саат  $v$  тезлиги менен қозғалатуғын болсын. Бундай жағдайда жоқарыдағы еки ўақыя тек  $dt'$  ўақыт интервалы бойынша емес, ал  $dx' = v dt'$  кеңісликлик интервал бойынша да бир биринен ажырасқан болады. Ол бақлаушы өзиниң меншикли системасында ўақыттың меншикли интервалы былайынша анықланады деп есаплайды:

$$d\tau' \equiv (dt'^2 - dx'^2)^{\frac{1}{2}} = (1 - v^2)^{1/2} dt'. \quad ()$$

Бирақ биз еки бақлаушыны да Лоренц түрлендирилиўи менен байланысқа ийе инерциаллық есаплаў системаларында турыпты деп есапладық. Олар бақлаўларын бир бири менен салыстырғанда  $d\tau = d\tau'$  теңлемесине сәйкесликти табыўи керек. Буннан саат қозғалатуғын бақлаушы ушын ўақыт мынадай дәўир менен жүретуғынлығы келип шығады:

$$d\tau' = \Delta t (1 - v^2)^{-1/2}. \quad (30)$$

Бул аңлатпаның дурыслығы тез қозғалатуғын хәм узық жасамайтуғын бөлекшелердиң жасаў ўақытын өлшеў бойынша исленген экспериментлерде дерлик хәр күни тексериледи. Бөлекшелер ўақытлық белгилерди қоймайды. Бул жағдайда (30)-аңлатпа қозғалыўшы бөлекшелердиң орташа жасаў ўақытының қозғалмайтуғын бөлекшелерге салыстырғандағы орташа жасаў ўақытынан  $(1 - v^2)^{-1/2}$  көбейтиўшисине байланыслы көп болатуғынлығы келип шығады.

Тап усындай усыллар менен хәр қыйлы предметлердиң сызықлы өлшемлериниң де салыстырмалылығын аңсат түрде келтирилип шығарыўға болады. Буның ушын биз ең дәслепп «меншикли узынлықтың» инвариант екенлигин келтирип шығарыўымыз шәрт.

Лоренц түрлендириўлери жәрдемінде биз бөлекшениң динамикасын да изертлеўимиз мүмкин. Бундай жағдайда бөлекшеге тәсир етиўши релятивистлик күштиң

$$f^\alpha = m \frac{d^2 x^\alpha}{d\tau^2} \quad (31)$$

формуласы менен анықланатуғынлығын аңсат тексерип көриў мүмкин. Егер  $f^\alpha$  белгили болса, онда бөлекшениң қозғалысын есаплаўға болады. Энергия-импульстиң 4-векторды (төрт қураўшыға ийе вектор) пайда ететуғынлығын да аңсат тексерип көриў мүмкин. Бул 4-векторды былайынша жазамыз

$$p^\alpha \equiv m \frac{dx^\alpha}{d\tau}. \quad (32)$$

Бундай жағдайда Ньютонның екінши нызамы былайынша жазылады:

$$\frac{dp^\alpha}{d\tau} = f^\alpha, \quad (33)$$

ал энергия менен импульс арасында

$$E(p) = (p^2 + m^2)^{1/2} \quad (33)$$

түриндеги байланыс орын алады.

Жоқарыда келтирилген мағлыұматлардың барлығы да арнаулы салыстырмалық теориясының тийкарғы мазмұнын қурайды хәм сонлықтан оларды студентлерге үйретиўдин жоқарыда келтирилгендей избе-излиги усынылады.

**Улыұмалық салыстырмалық теориясы – Эйнштейннің гравитация теориясы. Улыұмалық ковариантлық принципи.** Гравитация менен инерцияның эквивалентлик принципи физикалық системаның сыртқы гравитациялық майданның тәсирине қалай жуўап қайтаратуғынлығы ҳаққында дәл мағлыұмат береді (А.Эйнштейннің гравитация теориясы (улыұмалық салыстырмалық теориясы) усы фактти тийкар қылып алады, бирақ оны түсіндірмейди). А.Эйнштейн тәрәпинен келтирилип шығарылған бул принцип Галилей, Гюйгенс, Ньютон, Бессель хәм Этвиш тәрәпинен демонстрацияланған гравитациялық хәм инерт массалардың өз-ара тең екенлигине тийкарланады. Еркін түсиўши лифттиң ишинде сыртқы статикалық бир текли гравитациялық майданын табылыўы мүмкин емес деп тастыйықланады. Себеби бақлаўшы да, лифттиң өзи де, лифттиң ишиндеги басқа да затлар бирдей тезлениў менен қозғалады. Бул жағдайды электростатикалық ямаса гравитациялық  $F(\mathbf{x}_N - \mathbf{x}_M)$  күшиниң хәм сыртқы гравитациялық майданның тәсиринде қозғалыўшы N бөлекшеден туратуғын система ушын аңсат дәлиллеўге болады. Қозғалыс теңлемеси мына түрге ийе болады:

$$m_N \frac{d^2 \mathbf{x}_N}{dt^2} = m_N \mathbf{g} + \sum_M \mathbf{F}(\mathbf{x}_N - \mathbf{x}_M). \quad (34)$$

Биз кеңислик-ўақытлық координаталарды төмендегидей Галилейлик емес түрлендириўге ушыратамыз:

$$\mathbf{x}' \rightarrow \mathbf{x} - \frac{1}{2} \mathbf{g} t^2, \quad t' = t. \quad (35)$$

бундай жағдайда  $\mathbf{g}$  инерциялық «күшлердин» есабынан компенсацияланады хәм қозғалыс теңлемеси мына түрге енеди:

$$m_N \frac{d^2 \mathbf{x}'_N}{dt'^2} = \sum_M \mathbf{F}(\mathbf{x}'_N - \mathbf{x}'_M). \quad (36)$$

Демек  $\mathbf{x}, t$  координаталарын пайдаланыўшы О бақлаўшы хәм оның еркін түсиўши хәм  $\mathbf{x}', t'$  координаталарын пайдаланыўшы О' кәсіпlesi механиканың нызамларында қандай да бир айырманың бар екенлигин таба алмайды (тек ғана О бақлаўшы гравитациялық майданның тәсирин сезеди, ал О' бақлаўшы гравитациялық майданның тәсирин сезбейди) Эквивалентлик принципи гравитациялық күштиң инерция күши менен компенсацияланыўы барлық еркін түсиўши системаларда бақланады деп тастыйықлайды.

Биз ҳәзирше эквивалентлик принципін толық келтирип шығара алмаймыз. Себеби биз көрип өткен мысал тек статикалық бир текли гравитациялық майданға тийисли. Егер  $\mathbf{g}$  шамасы  $\mathbf{x}$  тан ямаса ўақыттан ғәрезли болғанда, онда биз (35)-аңлатпа түриндеги түрлендириўдин жәрдемінде гравитациялық майданды жоқ ете алмаған болар едик. мысалы Жер барлық ўақытта да Қуяшқа қарай бағытланған еркін түсиў ҳалында турады. Ал бизлер болсақ Жерде турып Қуяштың гравитациялық майданын сезбеймиз. Бирақ бул майданның үлкен емес бир текли емеслиги океанларда үлкен тасыўларды хәм қайтыўларды пайда етеди. Хәтте Эйнштейннің лифтинде еркін түсип киятырған бақлаўшы да Жердиң гравитаиялық майданын сезиўи керек. Себеби лифттеги предметлер радиус бағытында Жердиң орайына қарай қозғалады хәм усының ақыбетинде лифттиң еркін түсиў барысында бир бирине жақынласады.



Бир текли емес ямаса ўақытқа байланысلى өзгертүүгүн гравитациялык майданларды инерция күшлери толық компенсация қыла алмаса да биз жуўық компенсацияны күте аламыз. Егер кеңислик пенен ўақыттың киши областларын қарайтуғын болсақ, онда бундай жағдайда майдан сезилерликтей өзгериске ушырамайды. Демек биз эквивалентлик принципин мына тастыйықлаў түринде келтирип шығара аламыз:

Ықтыярлы гравитациялык майданның кеңислик-ўақыттың хәр бир ноқатында «координаталардың локаллық-инерциялык системасын» сайлап алыўға болады, бундай ноқаттың этирапындағы жеткиликли дәрежедеги киши областта тәбияттың ыызамлары тезлениўши емес Декарт координаталар системасындағыдай формаға ийе болады. Бул келтирилген анықламалардағы айырым сөзлерди, соның ишинде «тәбияттың ыызамлары тезлениўши емес Декарт координаталар системасындағыдай формаға ийе болады» сөзлерин бир мәнисли түсиниў ойланыўды талап етеди. Сонлықтан усы мәселени қараған ўақытлары оқытыўшының айқын мысаллар келтириўи талап етиледі.

Жоқарыда келтирилген мағлыўматлар эквивалентлик принципи менен Гаусс Евклидлик емес геометрияның тийкарына қойған аксиомасы арасында қандай да бир уқсаслықтың бар екенлигин аңғарыўға болады. Эквивалентлик принципи кеңислик-ўақыттың қалеген ноқатында арнаўлы салыстырмалық теориясының ыызамлары орынланатуғын локаллық-инерциялык координаталар системасын киргизиў мүмкин деп тастыйықлайды. Гаусс болса қыйсық беттиң қалеген ноқатына локаллық Декарт координаталар системасын киргизиў мүмкин хәм бул координаталар системасында қашықлық Пифагор теоремасының жәрдемінде есапланады деп болжады. Бул тастыйықлаўлар арасындағы терең мәнисли уқсаслықтың бар екенлиги бизге гравитацияның ыызамларының математикалык аңлатпаларының Риман геометриясының формулалары менен уқсас болыўы керек деп жуўмақ шығарыўға мүмкиншилик береді. Хакыйқатында да улыўмалық салыстырмалық теориясының математикалык аппараты Риман геометриясының, дифференциал геометрияның математикалык аппараты болып табылады. Сонлықтан Эйнштейнниң гравитация теңлемелери

Солай етип биз гравитация майданы менен инерцияның эквивалентлик принципиниң Евклидлик емес геометрия менен гравитация теориясы арасындағы терең уқсаслықтың бар екенлигин көрдик. Демек эквивалентлик принципине де, Евклидлик емес геометрияға да улыўмалық болған математикалык аппараттың болыўы керек. Бундай аппарат бар хәм оны тензорлық анализ деп атайды

Физикалык системалардағы гравитация эффектін математикалык аңлатпалар жәрдемінде келтирип шығарыў ушын эквивалентлик принципін қолланыўдың усыллары жүдә көп. Мысалы локаллық-инерциялык координаталар системасындағы ықтыярлы гравитациялык майданлар ушын арнаўлы салыстырмалық теориясының теңлемелерин жазыў мүмкин. Буннан кейин лабораториялык есаплаў системасындағы теңлемелерди табыў ушын сәйкес түрлердириўлер талап етиледі. Теңлемелерди табыўдың бундай усылы оғада курамалы есаплаўларды жүргизиў үлкен қыйыншылықларды хәм қолайсызлықларды туўдырады.

Сонлықтан улыўмалық салыстырмалық теориясында басқаша хәрекет етиледі. Бул хәрекеттиң физикалык мәниси жоқарыдағыдай, қолланылатуғын белгилеўлери ықшымлы хәм пайдаланыў ушын қолайлырак. Бундай хәрекет етиў улыўмалық ковариантлық принципи деп аталып, эквивалентлик принципиниң альтернативлик версиясынан келип шығады Бул принцип мына еки шәрт

1. Теңледедеги метрлик тензор  $g_{\alpha\beta}$  Минковский тензоры  $\eta_{\alpha\beta}$  ға тең болса хәм аффинлик байланыслық  $\Gamma_{\gamma\beta}^{\alpha}$  жоғалатуғын болса, онда теңлеме гравитация жоқ жағдай ушын жазылған (яғный теңлеме арнаўлы салыстырмалық теориясының ыызамларына сәйкес келеді).

2. Теңлеме улыўмалық ковариантлы, яғный координаталар  $x \rightarrow x'$  ықтыярлы түрде түрлендирилгенде де өзиниң формасын сақлайды.

Жоқарыда келтирилгендей математикалық терминлерди көп пайдаланып жумысымызды қурамаластырмау үшін биз улыұмалық ковариантлық принципін түсиндириудің әпиұайы жолына өтеміз.

Биз Жерде турып аспан денелерін бақлау барысында биринши гезекте олардың Жердің дөгерегинде айланатуғынлығын (айланбалы қозғалысты болатуғынлығын) көреміз. Бул Жердің өз көшери дөгерегиндеги суткалық айланыуының нәтийжеси. Егер биз бақлауларымызды дауам етсек, онда планеталардың қозғалысларының жуолдызлардың қозғалысларынан әдеуір қурамалы екенлигине көз жеткереміз. Әлбетте бул планеталардың Қуяштың дөгерегинде айланатуғынлығының нәтийжеси болып табылады. Биз бақлауларымыздың дәллігін кем-кемнен жоқарылатып дауам етсек, онда жулдызлардың да өз орнында қалмайтуғынлығын, ал Поляр жулдызының (киши жети карақшының альфасы) уақыттың өтиуі менен арқа тәрепти дәл анықламай калатуғынлығын сеземіз. Усы бақлауларымыз тийкарында биз айдың, планеталардың, жулдызлардың қозғалыс теңлемелерін жазып, усы теңлемелер тийкарында олардың аспан сферасындағы қәлеген уақыт моментиндеги орынларын есаплай алыу мүмкиншилигине ийе боламыз. Усының нәтийжесинде бизің геоорайлық системамыз дурыс нәтийжелер беретугын системаға айланады хәм сонлықтан биз дурыс теория дөреттик деп айтыу хуқықына ийе боламыз.

Тап усындай жумысларды басқа бир жуолыздың дөгерегинде айланыушы планетада жасаушы бақлаушы да орынлай алады хәм ол да дұнья хаққындағы өзинің дурыс нәтийжелер беретугын теориясын дөретеди. Солай етип бизің ықтыярымызда дурыс нәтийжелер беретугын теорияларды дөретіу дөретип алыу мүмкиншилиги бар екен. Егер дурыс нәтийжелерди беретугын теорияны дөретип алыу бизің ықтыярымызға берілген болса, онда биз дүзген теорияны дурыс теория ямаса бәршениң пайдаланыуы үшін жарамлы деп есаплауға болама ма (бул теория хақыйкатында да дурыс нәтийжелерди берсе)? Әлбетте биз дөреткен теория тек Жерде жасаушы бақлаушылар үшін дурыс нәтийжелерди, ал басқа жулдыздың этирапында планетада жасаушы бақлаушы дөреткен теория тек сол планеталардың шеклерінде дурыс нәтийжелерди береді. Сонлықтан теориялар бизің ықтыярымыздан келип шықпауы керек хәм дөретілген теорияның теңлемелери менен басқа да математикалық аңлатпалары бизде де, басқа жулдыз системасында жасаушы бақлаушыда да бирдей математикалық формаға ийе болыуы керек. Бундай талап улыұмалық ковариантлық принципіннің дәл мәнисін береді.

Солай етип улыұмалық салыстырмалық теориясының теңлемелери барлық есаплау системаларында бирдей формаға ийе болады екен. Бул оның ең уллы өзгешеликлеринің бири болып табылады.