Стивен Хокинг

Уақыттың қысқа тарийхы:  
үлкен партланыўдан  
қара қурдымларға шекем

Қарақалпақ тилине аўдарған Б.А.Абдикамалов

Аўдарыўшыдан ескертиў: Аты дүньяға белгили физик-теоретик, космолог, астрофизик ҳәм жазыўшы Стивен Уилям Хокинг (Stephen William Hawking) 2018-жылы 14-март күни 76 жасында қайтыс болды.

Stephen W. Hawking

A Brief History of Time From the  
Big Bang to Black Holes

Стивен Хокинггиң (Stephen W. Hawking) көпшиликке арналған бул биринши китабы кең аудитория ушын арналып, Әлемниң курылысы, пайда болыўы ҳәм оның раўажланыў жоллары ҳаққында жүдә көп пайдалы мағлыўматларға ийе. Китап тек ғана мазмунының кеңлиги бойынша қызық емес, ал оның авторының ойларының қалай ислейтуғынлығын көриўге мүмкиншилик береди. Китапта сиз физиканың, астрономияның, космологияның ҳәм адам мәртлигиниң шегаралары ҳаққында анық және дәл мағлыўматларды таба аласыз.

Алғы сөзде келтирилгендей "бул китап Қудай ҳаққында жазылған. "Қудай" сөзи китаптың бетлеринде тез-тезден ушырасып турады. Хокинг Эйнштейнниң белгили болған "Әлемди дөреткенде Қудайда басқа да жолларды сайлап алыў мүмкиншилиги болды ма?" деген сораўына жуўап бериўге ҳәрекет етеди. Бул ҳәрекеттиң нәтийжесинде автор күтилмегендей жуўмаққа келеди: кеңисликте шетлери жоқ, ўақыт бойынша басы да, ақыры да жоқ, Жаратқан ушын ислеўге ҳеш нәрсе де жоқ Әлем".

Китап академиялық лицейлердиң оқыўшылары, орта мектеплердиң муғаллимлери, жоқары оқыў орынлары студентлери менен оқытыўшылары, басқа да қызығыўшылар ушын баҳалы мағлыўматларды береди.

**Алғыслар айтыў**

Китап Джейнге арналған.

Мен 1982-жылы Гарвардта Лебов лекциялар курсын оқығаннан кейин кеңислик ҳәм ўақыт ҳаққында китап жазып көриўди мақул көрдим. Сол ўақытлары ең дәслепки Әлем ҳәм қара қурдымларға арналған китаплар аз емес еди. Мысал ретинде Стивен Вайнбергтиң "Биринши үш минут" атлы китабын атап көрсетиўге болады. Ал жаман жазылған китапларды келтирип отырыўдың кереги жоқ. Бирақ сол китаплардың ҳеш қайсысында да мени космология менен квантлық теория менен шуғылланыўға алып келген мәселелердиң биреўи де гәп етилмеген: Әлем қайдан пайда болған? қалай ҳәм не себепли пайда болған? Әлемниң ақыры бар ма, егер ақыры бар болса сол ақыры қалай келеди? Бул мәселелер бизлердиң бәршемизди де қызықтырады. Бирақ ҳәзирги заман илими математика менен күшли тойынған ҳәм тек аз сандағы қәнигелер ғана бул мәселелерге түсиниў ушын оны жеткиликли дәрежеде меңгерген. Соның менен бирге Әлемниң туўылыўы ҳәм оның кейинги тәғдири ҳаққындағы көз-қарасларды арнаўлы илимий билим алмаған адамлардың да түсиниўи ушын математикасыз-ақ баянлаў мүмкин. Мен китабымда усыны әмелге асырыўға умтылдым. Мақсетимди қалай орынлағанлығым ҳаққында баҳаны оқыўшылар береди.

Маған китапқа киргизилген ҳәр бир формуланың китап сатып алыўшылардың санын еки есе кемейтетуғынлығын айтты. Сонлықтан мен китапты формулаларсыз жазыўды мақул көрдим. Бирақ мен бир формула жаздым, ол да болса Эйнштейнниң даңқлы формуласы Е = mc2. Мениң потенциаллық оқыўшыларымның жартысын бул формула қорқытып жибермейди деп үмит етемен.

Егер мениң қаптал жақлық амиотрофиялық склероз кеселлиги менен наўқасланғанлығымды есапқа алмағанда мен барлық ўақытлары да табысларға еристим. Маған жәрдемди ҳаялым Джейн, балаларым Роберт, Люси ҳәм Тимотилер берди ҳәм олар мени қоллап-қуўатлады. Олар мениң жақсы жасаўымды ҳәм жумысларымда табысларға ерисиўимди тәмийинледи. Мениң теориялық физиканы сайлап алыўым да жумысларымның жақсы жүриўине алып келди. Өйткени теориялық физика адамның басына жайғасады. Сонлықтан мениң физикалық жақтан әззилигим айтарлықтай минус болған жоқ. Мениң барлық илимий кәсиплеслерим маған максималлық түрде жәрдемлерин көрсетти.

Жумысларымның дәслепки "классикалық" этапында Роджер Пенроуз, Роберт Герок, Брендон Картер ҳәм Джордж Эллислер мениң жақын жәрдемшилерим ҳәм хызметкерлерим болды. Мен оларға жәрдемлери ҳәм бирге ислескени ушын миннетдарман. Бул этап "Кеңислик-ўақыттың ири масштаблы структурасы" китабы менен жуўмақланды. Бул китапты бизлер Эллис пенен 1973-жылы жаздық (Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства-времени. M.: Мир, 1976).

Усы бет пенен оннан кейинги бетлерди оқыўшыларға қосымша мағлыўматлар ушын сол китапты оқыўды усынбайман: ол китап математика менен толған ҳәм қыйыншылық пенен оқылады. Сол ўақытлардан бери мен тәўирлеў ҳәм түсиникли етип жазыўды үйрендим деп ойлайман.

1974-жылы басланған мениң жумысларымның екинши, "квантлық" этапында мен тийкарынан Гари Гиббонс, Дон Пэйджер ҳәм Джим Хартллар менен ислестим. Мен олардың көпшилигинен, солардың ишинде аспирантларымнан қарыздарман. Олар маған "физикалық" ҳәм "теориялық" мәнисте оғада үлкен жәрдемлер берди. Аспирантлардан қалып қоймаў зәрүрлиги жүдә әҳмийетли стимул болды ҳәм бул стимул мениңше мениң батпақлықта батып қалыўымнан сақлады.

Китап үстинде ислеўге мениң студентлеримниң бири Брайен Уитт көп жәрдемлер берди. 1985-жылы китаптың биринши, шама менен алынған планын жазғанымнан кейин мениң өкпем аязлап наўқасландым. Операцияға жатыўға туўра келди ҳәм трахеотомиядан кейин мен сөйлей алмайтуғын болып қалдым. Усының нәтийжесинде басқаларға хабарласыў мүмкиншилигинен айрылдым. Мен китапты жазыўды жуўмақлай алмайман деп ойладым. Бирақ Брайен маған тек жәрдем берип ғана қойған жоқ, ал Калифорния штатындағы Words Plus, inc., Саннивейл фирмасының хызметкери Уольт Уолтош сыйлыққа берген Living Center компьютерлик программасын пайдаланыўды үйретти. Усының жэрдеминде мен китаплар ҳәм мақалалар жаза басладым. Саннивейл фирмасы Speech Plus тәрепинен маған сыйлыққа берилген сөйлеў синтезаторы жәрдеминде адамлар менен сөйлесе аламан. Дэвид Мэйсон мениң кресло-коляскама бул синтезаторды ҳәм үлкен емес компьютер орнатып берди. Бундай система барлығын да өзгертти: мен даўсымды жоғалтқаннан бурынғыдан да жеңилирек сөйлесетуғын болдым.

Китаптың дәслепки вариантлары менен танысқанлардың көпшилигине, соның ишинде китапты жақсылаў бойынша кеңес бергенлерге мен миннатдарман. Ваntаm Вооks баспасындағы мениң редакторым Петер Газзарди маған кемшиликлерди көрсетип ҳәм оның пикиринше жаман түсиндирилген жерлер бойынша сораўлар менен хат жиберди. Дүзетиўлер бойынша усыныслардың үлкен дизимин алып мениң қатты ашыўланғанлығымды мойынлайман. Бирақ Газзардидиң усынслары дурыс еди ҳәм оның қәтеликлерди ашық көрсетиўиниң нәтийжесинде китаптың жақсырақ болып шыққанлығына исенимим мол.

Жәрдемшилерим Колин Уилльямсқа, Дэвид Томасқа ҳәм Раймонд Лэфлеммге, мениң хаткерлерим Джуди Феллеге, Энн Ральфқа, Шерил Биллингтонға ҳәм Сью Мэйсиге терең миннетдаршылық билдиремен. Егер Гонвилл-энд-Кайюс-колледж, илимий ҳәм техникалық изертлеўлер бойынша Кеңес, Леверхулм, Мак-Артур, Нуффилд ҳәм Ральф Смит қорлары илим изертлеў ҳәм зәрүр болған медициналық жәрдемлер ушын кеткен шығынларды көтермегенде мен ҳеш нәрсе де ислей алмаған болар едим. Мен олардың барлығына да жүдә миннетдарман.

Стивен Хокинг. 1987-жыл 20 октябрь.

Алғы сөз

Бизлер дүньяның қурылысы ҳаққында ҳеш нәрсе билмей-ақ жасап атырмыз. Бизиң жасаўымызды тәмийинлеп турған Қуяш жақтылығының қандай механизм пайда етеди деп ойламаймыз, бизди кеңисликке тарқатып жибермей Жер бетинде услап турыўшы гравитация ҳаққында ойламаймыз. Турақлылығынан бизиң өзлеримиз ғәрезли болған ҳәм өзлеримизди қурайтуғын атомлар бизди қызықтырмайды. Балалардан басқа (егер көбирек нәрселерди билгенде балалар усындай әҳмийетли сораўларды бермеген болар еди) тәбият неликтен тап усындай, ал басқаша емес, космос қайдан пайда болған, ол барлық ўақытта да жасай бере ме, ўақыт бир ўақытлары кейин қарай бағытын бура ма, нәтийже себептиң алдына түсе ме, адамзат билиўиниң шеги бар ма деген сораўлар үстинде тек аз сандағы адамлар бас қатырады. Қара қурдымлар қандай болып көринеди, затлардың ең киши бөлекшелери қандай, неликтен бизлер өтмишти есте сақлаймыз, ал болажақты есте сақлай алмаймыз, егер бурынлары ҳақыйқатында да хаос болған болса, онда ҳәзирги ўақытлары көзге көринип турған тәртип қалай жүзеге келген, Әлемниң өзи неге бар екенлигин билгиси келетуғын балалар да бар (мен ондай балаларды ушыраттым).

Бизиң жәмийетимизде ата-аналар ҳәм муғаллимлер бундай сораўлар келип түскенде көбинесе ийинлерин қысады ямаса еслеринде емески-емески сақланып қалған диний легендаларға сүйениўге шақырады. Усы сораўларға жуўап бергенде адам түсиниўиниң тарлығы анық көринетуғын болғанлықтан базы биреўлерге бундай темалар пүткиллей унамайды.

Бирақ философия менен тәбияттаныў илимлериниң алға қарай илгерилеўи усындай сораўларға байланыслы болды. Усындай сораўлар менен қызығатуғын үлкен адамлар көбеймекте ҳәм бир қанша жағдайларда жуўаплар олар ушын күтилмеген болып шығып атыр. Масштаблар бойынша атомларда да, жулдызларда да иркилип қалмай бизлер жүдә киши ҳәм жүдә үлкен болған объектлерди де қамтыйтуғындай етип изертлеў горизонтларын жылжытып барамыз.

1974-жылы космослық аппарат "Викинг" Марстың бетине барып түспестен шама менен еки жыл бурын Англияда Лондондағы Короллық жәмийети тәрепинен шөлкемлестирилген Жерден тыста жайласқан цивилизацияларды излеў мүмкиншиликлерине арналған конференцияда болдым. Кофе ишиўге танепис болғанда қоңсы залда көбирек адам қатнасқан жыйналыстың болып атырғанын аңладым ҳәм қызыққанымнан сол залға кирдим. Нәтийжеде Жер планетасындағы алымлардың ең көп ўақытлардан бери өмир сүрип киятырған үлкен уйымы болған Король жәмийетине жаңа ағзаларды қабыл етиўге арналған ески ритуалдың гүўасы болдым. Ең алдында инвалид креслосында отырған жас адам дәслепки бетлери Исаак Ньютонның қол тамғасын сақлаған китапқа әсте-ақырынлық пенен өзиниң атын жазып атыр екен. Ол қол тамғасын қойып болғаннан кейин залда көтериңкилик пенен күшли қол шаппатлаўлар жүз берди. Стивен Хокинг сол ўақытлары-ақ легенда болған еди.

Ҳәзир Хокинг бир ўақытлары Ньютон, ал бираз кейин П.А.М.Дирак басқарған математика кафедрасын басқарады. Бул еки уллы изертлеўшиниң бири ең үлкен, ал екиншиси ең киши нэрселер менен шуғылланды. Хокинг оларға ылайық даўам еттириўши. Хокингтиң көпшиликке арналған бул биринши китабы кең аудитория ушын жүдә көп пайдалы мағлыўматларға ийе. Китап тек ғана мазмунының кеңлиги бойынша қызық емес, ал оның авторының ойларының қалай ислейтуғынлығын көриўге мүмкиншилик береди. Китапта сиз физиканың, астрономияның, космологияның ҳәм мәртликтиң шегаралары ҳаққында анық мағлыўматларды таба аласыз.

Соның менен бирге бул китап Қудай ҳаққында ... дурысырағы Қудайдың жоқлығы ҳаққында жазылған. "Қудай" сөзи китаптың бетлеринде тез-тезден ушырасып турады. Хокинг Эйнштейнниң белгили болған "Әлемди дөреткенде Қудайда басқа да жолларды сайлап алыў мүмкиншилиги болды ма?" деген сораўына жуўап бериўге ҳәрекет етеди. Бул ҳәрекеттиң нәтийжесинде автор күтилмегендей жуўмаққа келеди (ең кеминде ўақытша): кеңисликте шетлери жоқ, ўақыт бойынша басы да, ақыры да жоқ, Жаратқан ушын ислеўге ҳеш нәрсе де жоқ Әлем.

Карл Саган, Корнел университета, Итака, Нью-Йорк штаты.

Биринши бап. Әлем ҳаққындағы бизиң көз-қарасларымыз

Алымлардың бири (Бертран Рассел еди деп айтысады) астрономия ҳаққында көпшилик ушын ашық лекция оқыған. Өзиниң лекциясында ол Жердиң Қуяш дөгерегинде айланатуғынлығын, ал Қуяш болса Галактика деп аталатуғын оғада көп санлы жулдызлардан туратуғын жулдызлар топырының орайы дөгерегинде айланатуғынлығын әңгиме еткен. Лекцияның ақырына келгенде залдың түпкирине жақын отырған әдеўир жасқа жеткен бир ҳаял адам орнынан турып "Сизиң айтқанларыңыздың барлығы да бос сөзлер. Ҳақыйқатын айтсақ бизиң дүньямыз гигант тасбақаның үстинде жайласқан тегис тарелка" деп айтқан. Үлкен шыдамлылық пенен алым мыйығын тартып "тасбақаның өзи нениң үстинде тур?" деп сорағанда сол жасы үлкен ҳаял "Сиз жүдә ақыллы екенсиз, тасбақа басқа тасбақаның, ал бул тасбақа басқа тасбақаның үстинде тур, солай етип кете береди" деп жуўап берген.

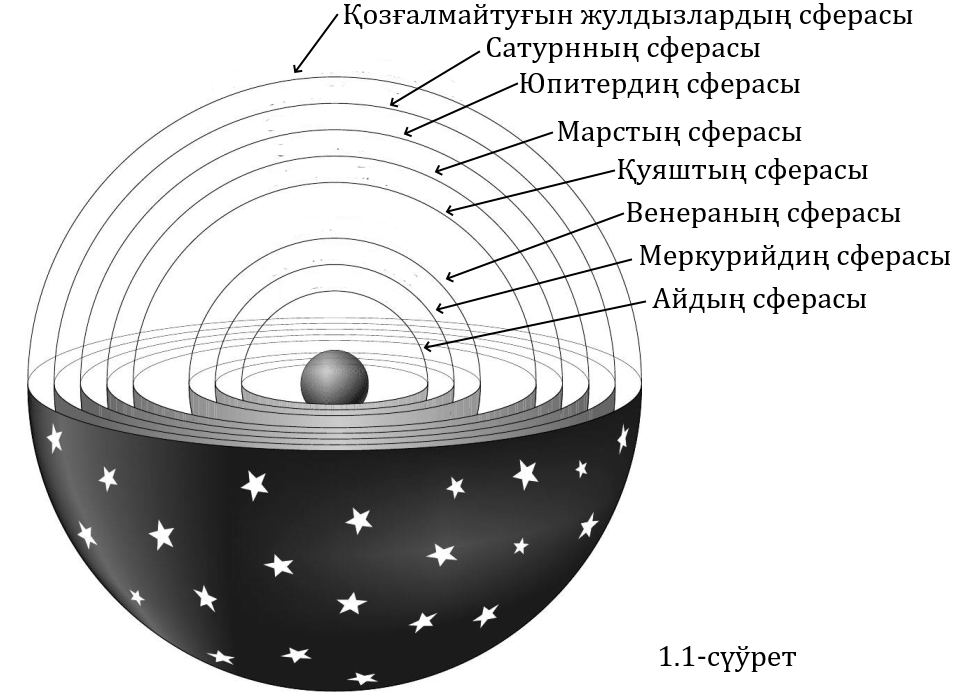
Әлем ҳаққындағы усындай көз-қараслар ҳаққында еситкенимизде бизге күлкили болып көринеди. Бирақ бизиң өзлеримиз жақсырақ билемиз деп айта аламыз ба? Бизге Әлем ҳаққында не белгили ҳәм егер азы-кем билетуғын болсақ биз оған қалай жеттик? Әлем қалай пайда болған, Әлем буннан былай қалай раўажланады ямаса өзгереди? Әлем неден басланған, оның басланғыш ҳалы неден ибарат? Усы басланғыш ҳалдан бурын қандай ҳал орын алған? Әлемниң ақыры бар ма? Ҳәзирги замандағы фантастикалық техниканың пайда болыўына алып келген физика илиминиң жетискенликлери жоқарыда келтирилген көп заманлардан бери айтылып киятырған сораўлардың бир қаншасына жуўап бере алады. Ўақыттың өтиўи менен бул жуўаплар Жерди Қуяштың дөгерегинде айланады деп айтқанымыздай өз-өзинен түсиникли әпиўайы жуўапқа айлыныўы да, ал тасбақалардан туратуғын минардай деп түсиндиретуғын ҳәзирги ақылымызға муўапық келмейтуғын жуўапқа да айланыўы мүмкин. Ўақыттың өзиниң не болыўына қарамастан бул мәселени тек ўақыт шешеди. Бизиң эрамызға шекемги 340-жылы грек философы Аристотель өзиниң "Аспан ҳаққында" деп аталатуғын китабында Жердиң тегис тарелка емес, ал шар тәризли екенлигиниң пайдасына қаратылған еки себепти келтирди. Бириншиден Жер Ай менен Қуяштың ортасында турғанда Айдың тутылыўының болатуғынлығын Аристотель түсине алды. Бундай жағдайда Ай бетине Жердиң дөңгелек саясы түседи. Бул жағдай тек ғана Жер шар тәризли формаға ийе болғанда ғана орын алады. Егер Жер тегис диск формасына ийе болғанда оның Ай бетиндеги саясы эллипс тәризли болған болар еди. Соның менен бирге Қуяш сол дисктиң көшеринде жайласқан болған жағдайларда Ай пүткиллей тутылмаған болар еди. Екиншиден өзлериниң тәжирийбеси бойынша греклер түслик районларда поляр жулдызының аспанда арқа районлардағыға қарағанда төменирек жайласатуғынлығын бақлаған (Себеби поляр жулдыз арқа полюстиң дәл үстинде жайласқан, сонлықтан арқа полюсте турған бақлаўшының дәл төбесинде турады. Ал экваторда турған бақлаўшыға поляр жулдызы горизонт сызығы үстинде турған болып көринеди). Поляр жулдыздың Египетте ҳәм Грецияда турып бақлағандағы аўҳалларын биле отырып Аристотель ҳәтте экватордың узынлығын да есаплаған ҳәм бул узынлық 400 000 стадий болып шыққан. Стадийдиң қандай узынлыққа тең екенлиги ҳәзир анық мәлим емес, тек ғана шама менен 200 метрге тең деп есаплайды. Бундай жағдайда Аристотель бойынша экватордың ҳәзир қабыл етилген узынлығынан еки есе көп нәтийже алынады. Греклерде Жердиң шар тәризли екенлиги ҳаққында және бир тийкар болды: егер Жер шар тәризли болмағанда не себепли жақынлап киятырған корабльдиң дәслеп горизонттан көтерилип киятырған желқомлары, ал кейин өзи көринеди?

Аристотель Жерди қозғалмайды, ал Қуяш, Ай, планеталар, жулдызлар Жердиң дөгерегинде шеңбер тәризли орбиталар бойынша айланады деп есаплады. Ол өзиниң мистикалық көз-қарасларына сәйкес Жерди Әлемниң орайы, ал шеңбер тәризли орбиталар бойынша қозғалысларды ең жетилискен қозғалыслар деп билди. Бизиң эрамыздың II әсиринде Птолемей Аристотельдиң идеясын толық космологиялық моделге шекем раўажландырды. Жер сегиз сфера менен қоршалған орайда турады. Сфералар Айды, Қуяшты, сол ўақытларда белгили болған бес планетаны: Меркурийди, Венераны, Марсты, Юпитерди ҳәм Сатурнды алып жүриўшилер болып табылады (1.1-сүўрет). Платон планеталардың өзлери сол сфераларға бекитилген кишкене шеңберлер бойынша қозғалады деп есаплады. Бул Жерден қарағандағы планеталардың қурамалы қозғалысларын түсиндириў ушын керек болды. Ең кейинги сегизинши сферада қозғалмайтуғын жулдызлар жайласып, олар бир бирине салыстырғанда орынларын өзгертпей аспанда барлығы бир тутасы менен қозғалады деп түсиндирилди. Сегизинши сфераның арғы тәрепинде нениң жайласатуғынлығы түсиндирилмеди. Қандай жағдайда да сегизинши сфераның арғы жағы адамлар тәрепинен бақланатуғын Әлемниң бөлеги емес деп қабыл етилди.

Птолемейдиң модели аспандағы аспан денелериниң орынларының қандай болып өзгеретуғынлығын унамлы түрде айта алды. Бирақ усы аспан денелериниң аспан сферасындағы турған орынларын дәл анықлаў ушын Айдың траекториясының гейпара орынларда Жерге басқа орынлардағыға қарағанда еки есе жақынырақ келеди деп есаплаў талап етилди. Олай болса Ай гейпара ўақытлары басқа ўақытлардағыға қарағанда 2 есе үлкен болып көриниўи керек. Бул кемшилик ҳаққында Птолемей жақсы билди. Бирақ оның теориясы көпшлик тәрепинен мойынланды. Христиан ширкеўи Птолемей моделин Библияға қайшы келмейтуғын модель сыпатында қабыл етти. Себеби бул модельде қозғалмайтуғын жулдызлар сферасының арғы тәрепинде бейиш ҳәм дозақ ушын көп орын бар. Бирақ 1514-жылы Польшалы диний хызметкер Николай Коперник Птолемей моделинен де әпиўайырақ модельди усынды (Ширкеўдиң ҳәрекеттеги қәделерине қарсы келетуғын тәлимат дөретти деп айыпламаслығы ушын Коперник өзимниң моделин атын көрсетпей тарқатты). Оның идеясы бойынша Қуяш орайда қозғалмай турады, ал Жер ҳәм планеталар болса оның дөгерегинде шеңбер тәризли орбиталар бойынша айланып жүреди. Коперниктиң идеясына басқалардың итибар бериўи ушын дерлик жүз жыл керек болды. Коперник тәлиматы бойынша есапланған планеталардың аўҳаллары бақлаўларға толық сәйкес келмесе де еки астроном - немец Иоганн Кеплер ҳәм италиялық Галилео Галилей Коперник теориясын ашықтан-ашық мақуллады. 1609-жылы Галилей телескоптың жәрдеминде аспан денелерин бақлаўды баслады. Усы дәўирлерден баслап Аристотель-Птолемей теориясының өмири питти деп есапланады.

Енди Жердиң ҳәм планеталардың Қуяштың дөгерегинде айланып жүриўиниң себеплерин түсиндириў зәрүрлиги келип шықты. Бул мәселени биринши рет Англиялы алым Исаак Ньютон шеше алды. Ол Кеплер тәрепинен 17-әсирдиң басында ашылған планеталардың қозғалысы ҳаққындағы үш нызам тийкарында пүткил дүньялық тартылыс нызамы деп аталатуғын нызамды ашты. Бул нызам бойынша Әлемдеги қәлеген бир дене басқа дене менен массалары қаншама көп болса ҳәм ара қашықлығы қаншама киши болса соншама үлкен күш пенен тартылысатуғынлығын анықлады. Бул күш денелерди Жерге қулап түсиўге мәжбүрлейди (Усы нызамды ашыўда Ньютонды басына үзилип түскен алманың жигерлендиргенлиги ҳаққындағы гүрриң дерлик тийкарға ийе емес. Ньютонның өзи бул ҳаққында тартылыс ҳаққындағы ойдың "жақсы кейипте отырғанда" келгенлигин, ал буған себептиң "түсип киятырған алма" болғанлығын айтқан). Ньютон өзиниң нызамына сәйкес Айдың Жердиң дөгерегинде, ал Жер ҳәм басқа планеталардың Қуяш дөгерегинде эллипс тәризли бойынша қозғалатуғынлығын көрсетти.

Коперник модели Птолемейдиң аспан сфераларынан ҳәм Әлемниң тәбийий шегараларға ийе екенлигинен қутқарды. "Қозғалмайтуғын жулдызлар" болса аспан сферасында өзлериниң аўҳалларын өзгертпейтуғын болғанлықтан (олардың тутасы менен суткалық қозғалысы Жердиң өз көшери дөгерегинде айланыўының салдары деп есапланады) оларды бизиң Қуяшымыз сыяқлы алыстағы объектлер деп есаплаў тәбийий болады. Ньютон өз-ара тартылыстың салдарынан жулдызлардың бир бирине жақынласыўының кереклигин, сонлықтан олардың қозғалмайтуғын ҳалларда турыўының мүмкин емеслигин жақсы түсинди. Олар бир ноқатқа жақынлап бир бирине қулап түспейме екен?



1667-жылы сол ўақытлардағы белгили ойшыллардың бири Ричард Бентлиге жазған хатында Ньютон егер кеңисликтиң шекли бөлиминде шекли сандағы жулдыз болғанда тартылыстың салдарынан олар ҳақыйқатында да бир бирине қулап түскен болар еди деп жазды. Бирақ Ньютон егер жулдызлар шексиз үлкен көлемде бир текли болып тарқалған болса олар орайлық областта жайласқан жулдызға ҳеш ўақытта да қулап түспейди деп ойлады. Бундай етип пикир жүргизиў шексизлик ҳаққында әңгиме етиў барысында аңсат пәнт жеўдиң айқын мысалы болып табылады. Шексиз Әлемде қәлеген ноқатты оның орайы деп алыў мүмкин. Себеби бул ноқаттың қәлеген тәрепинде де жулдызлар саны шексиз көп. Тек кейинирек ғана жулдызлар бир бирине қулап түсетуғын шекли системаны алыўдың дурыс екенлигине түсинди. Бирақ бундай жағдайда қарап атырылған областтың сыртына тең өлшемли тарқалған жулдызларды қосыўдың кереклиги анықланды. Ньютон нызамы бойынша бул қосымша қосылған жулдызлар дәслепки жулдызларға ҳеш қандай тәсир жасамайды. Қаншама жулдыз қоспайық, олардың барлығы да орайға қарай умтылады. Ҳәзирги ўақытлары егер гравитациялық күшлер барлық ўақытларда да тартылыс күшлери болып қалатуғын болса Әлемниң шексиз статикалық моделиниң мүмкин емес екенлиги белгили.

ХХ әсирдиң басына шекем Әлемниң кеңейиўиниң ямаса қысылыўының мүмкин екенлиги ҳеш кимниң де басына келмеди. Бәрше адамлар Әлемди барлық ўақытлары да усындай өзгериссиз ҳалда турды ямаса бурынлары белгили бир ўақыт моментинде тап ҳәзирги ҳалдағыдай етилип дөретилди деп есаплады. Бул адамлардың мәңги шынлыққа ямаса өзлери өлсе де Әлемди мәңги ҳәм өзгермейди деп исенгишлигиниң ақыбети болып табылады.

Ҳәтте Ньютонның пүткил дүньялық тартылыс нызамы тийкарында Әлемниң статикалық моделиниң мүмкин емес екенлигин түсинетуғын алымлардың басларына да кеңейиўши Әлем ҳаққындағы гипотеза келмеди. Олар жүдә үлкен аралықларда тартылыс ийтерилиске айланады деп Ньютон теориясын өзгертиўге умтылды. Бул планеталардың алдын ала болжаў мүмкин болған қозғалысын изертлеўде ҳеш қандай өзгерислерге алып келмеди, бирақ жулдызлардың шексиз тарқалыўын түсиндириўге мүмкиншилик берди. Себеби жақын орынлардағы жулдызлардың тартылысы алыста жайласқан жулдызлардың ийтериўи менен компенсация етилди. Бирақ биз ҳәзир усындай теңсалмақлықтың турақлы болмайтуғынлығын анық билемиз. Мысалы айырым орынларда жулдызлар бир бирине азмаз жақынласса, олар арасындағы тартылыс күшейеди ҳәм ийтерилис күшиниң шамасынан артып кетеди. Нәтийжеде жулдызлар бир бирине жақынласа баслайды. Егер жулдызлар арасындағы қашықлық артса, олар арасындағы ийтерилис күшлери де артады. Нәтийжеде жулдызлар арасындағы аралықлар үлкейеди.

Әлемниң шексиз үлкен статикалық моделине қарсы болған және бир пикирди немис философы Генрих Олберс пенен байланыстырады. Оның 1823-жылы усы моделге байланыслы болған мақаласы баспадан шықты. Ҳақыйқатында Ньютонның көплеген заманласлары да усы мәселе менен шуғылланған еди. Сонлықтан Олберстиң мақаласы бул тараўда шыққан биринши мақала болып табылмайды. Тек ғана көплеген алымлар өз мақалаларында келтиргенликтен Олберстиң мақаласы көпшиликке белгили мақалаға айланған. Әлемниң шексиз үлкен статикалық моделине қайылшылықтың берилмеўи төмендегиге байланыслы: шексиз үлкен Әлемде көриў нуры қандай да бир жулдызға барып тирелиўи керек. Бундай жағдайда аспан ҳәтте түнде де Қуяштай болып жақтылық шығарып турыўы керек. Олберстиң контраргументи төмендегидей: алыстағы жулдызлардан жетип келетуғын жақтылық жолындағы затларда жутылыўы керек. Бирақ бундай жағдайларда усы затлардың өзлериниң қызыўы ҳәм жақты жулдызлардай болып жақтылық шығарып турыўы шәрт. Демек Қуяштай болып жақтылық шығарып турыўшы аспаннан қутылыў ушын жулдызлар бәрқулла жақтылық шығарып турған жоқ, ал өтмиштиң белгили бир моментлеринде жақтылық шығара баслады деп жуўмақ шығарыў керек болады. Бундай жағдайларда жақтылықты жутыўшы затлар еле қызып үлгермеген ямаса жулдызлардан шыққан жақтылық еле бизге келип жетпеген болып шығады. Бирақ жаңа сораў пайда болады: неликтен жулдызлар жана баслаған?

Әлбетте, Әлемниң пайда болыў мәселеси көплеген ўақытлардан бери адамлардың басын қатырды. Ертедеги космогония ҳәм иуда-христиан-мусылман мифлери бойынша бизиң Әлемимиз бурынлары белгили бир ўақыт моментинде (сол ўақыт моментинен бери жүдә көп ўақыт өтпеген) пайда болған. Буған тийкар Әлемниң пайда болыўының "дәслепки себебин" табыў болып табылады. Әлемдеги қәлеген ўақыяны оның келип шығыў себебин көрсетиў менен түсиндиреди. Әлемниң өзиниң бар екенлигин түсиндириў ушын оның пайда болыўы (басының болыўы) зәрүр. Басқа бир тийкарды "Град Божий" китабында Блаженный (қарақалпақшасы кеўли толық, шадлы, масайраған, жайнап жасаған, самсамырақ, жиллилеў, самсам, жилли) Августин басқа бир тийкарды усынды. Ол цивилизацияның раўажланып баратырғанлығын көрсетип адамзатта, Әлем де көп ўақыттан бар деп жуўмақ шығарған. Оның шамасы бойынша Әлем бизиң эрамыздан 5000 жыл бурын жаратылған (Бул ўақыттың соңғы муз дәўириниң ақыры болған бизиң эрамыздан бурынғы 10000 жылға жақын екенлиги қызықлы. Археологлар болса сол дәўирди цивилизацияның басы деп есаплайды).

Аристотелге ҳәм басқа да грек философларына Әлемниң дөретилиў идеясы жақпады, өйткени бул дөретилиў Қудайдың араласыўына алып келеди. Сонлықтан олар адамларды да, қоршап турған дүньяны да мәңги жасап келди ҳәм мәңги жасай береди деп есаплады. Цивилизацияның прогрессине келгенде әййемги алымлар дүньяда ҳәр ўақытларда суў басыў ҳәм соған усаған катаклизмлер болып турады, ал олар адамзатты цивилизацияның басланғыш ноқатына алып барып қояды деген шешимге келди.

Әлем ўақыттың қандай да бир басланғыш моментинде пайда болды ма, ол кеңисликте шекленген бе деген сораўларға философ Иммануил Кант 1781-жылы шыққан "Сап ақылға сын тағыў" атамасындағы монументаллық (соның менен бирге жүдә қараңғы) мийнетинде айрықша дыққат бөлди. Ол бундай сораўларды таза ақылдағы антиномиялар (яғный қарсылықлар), Әлемниң басының зәрүрлилиги болған тезисти, соның менен бирге Әлемниң мәңги жасайтуғынлығы ҳаққындағы антитезисти дәлиллеў де, бийкарлаў да мүмкин емес деп есаплады. Егер Әлемниң басы болғанда ҳәр бир ўақыяның алдында ўақыттың шексиз үлкен дәўири болған болар еди. Бундай жағдайды Кант абсурд деп есаплады ҳәм не себепли Әлемди ўақыттың усы моментинде (ал басқа моментинде емес) пайда болды деп сораў туўылады. Ал ҳақыйқатында Канттың аргументлери тезис ушын да, антитезис ушын да бирдей. Әлемниң мәңги жасағанлығы ямаса мәңги жасамғанлығынан байланыссыз Кант өтмиш ўақытты шексиз үлкен деп есаплады. Бирақ биз алдымызда Әлем пайда болмастан бурын ўақыт түсиниги мәниске ийе болмайтуғынлығын көремиз. Бул жағдайға биринши рет дыққатты Блаженный Августин аўдарды. Әлемди дөретпестен бурын Қудай не менен шуғылланды деп сорағанда ол усындай сораў бериўшилер ушын Қудай дозақ таярлады деп ҳеш қашан айтқан жоқ. Ол "ўақыт Қудай тәрепинен дөретилген Әлемниң ажыралмас қәсийети, сонлықтан Әлем пайда болмастан бурын ўақыт болған жоқ" деп есаплады.

Адамлардың көпшилиги статикалық ҳәм өзгермес Әлемге исенген ўақытлары бул Әлемниң басы бар ма деген сораў метафизика ҳәм теологияға тийисли болды. Барлық бақланатуғын қубылыслар Әлем мәңги жасайды деўши теорияның ямаса Әлемди ўақыттың белгили бир моментинде дөретти деп есаплайтуғын теорияның жәрдеминде түсиндириў мүмкин болды. Бирақ 1929-жылы Эдвин Хаббл илимде әҳмийети уллы болған жаңалық ашты: аспанның қайсы бөлимин изертлесең де барлық узақта жайласқан галактикалардың бизден қашықласып баратырғанлығын көрсетти. Басқа сөз бенен айтқанда Әлем кеңейип баратыр екен. Бул Әлемдеги барлық объектлердиң бурынлары ҳәзиргиге қарағанда бир бирине жақын жайласқанлығынан дерек береди. Демек, шамасы буннан он ямаса жигирма мың миллион жыл бурын барлық объектлер бир орында жайласқан ҳәм Әлемниң тығызлығы шексиз үлкен болған деп жуўмақ шығарамыз. Хаббл тәрепинен ашылған жаңалық Әлем қалай пайда болды деген сораўды илимниң компетенциясына өткерди.

Хабблдың бақлаўлары Әлем шексиз киши ҳәм шексиз үлкен тығызлыққа ийе болған ўақытлары "Үлкен партланыў" деп аталыўшы партланыўдың болғанлығынан дерек береди. Усындай шараятларда илимниң барлық нызамлары мәнислерин жоғалтады ҳәм болажақты болжаўға мүмкиншилик бермейди. Егер үлкен партланыўдан бурын қандай да бир ўақыялар жүз берген болса, олардың ҳәзирги ўақытлары болып атырған ўақыяларға тәсир етпеўи керек. Бақланған нәтийжелердиң жоқлығынан оларды есапқа алмаймыз. Үлкен партланыўды ўақыттың есаплаўдың басы деп алыўға болады (себеби оннан бурынғы ўақытлары болған ўақыялар ҳаққында ҳеш нәрсе билмеймиз). Ўақыттың басын усындай етип қабыл етиў Хабблға шекемги ўақыттың басына сәйкес келмейди. Өзгермейтуғын Әлемдеги ўақыттың басы усы Әлемнен тыстағы бир нәрсе арқалы анықланады. Қудай тәрепинен дөретилген Әлемдеги ўақыттың басын өтмиштеги ўақыттың қәлеген моменти менен байланыстырыў мүмкин. Егер Әлем кеңейиўши болса, онда усы Әлемниң басының болыўының физикалық себеплериниң бар болыўы лазым. Бурынғыдай Әлемди үлкен партланыўда пайда болды ямаса оннан кейинирек Қудай тәрепинен жаратылды деп есаплаў мүмкин. Бирақ Әлемди үлкен партланыўдан бурын пайда болды деп айтыў ақылға муўапық келмейди. Кеңейиўши Әлем ҳаққындағы көз-қараслар Жаратыўшыны бийкарламайды, бирақ оның мийнетиниң мүмкин болған жарыққа шыққан ўақытына шек қояды!

Әлемниң мәниси, оның басының бар екенлигин, оның ақырының бар-жоқлығы ҳаққында айтыў ушын дәслеп илимий теория дегенимиздиң не екенлигин уғып алыўымыз керек. Мен әпиўайы көз-қарасқа сүйенемен: теория деп теориялық шамаларды бизиң бақлаўларымыз бенен байланыстыратуғын қағыйдалар менен толықтырылған Әлемниң ямаса оның қандай да бир бөлиминиң теориялық моделин айтамыз. Бул модель тек ғана бизлердиң басларымызда ғана жасайды ҳәм басқаша реаллыққа ийе болмайды (усы сөзлерге қандай мәнис берсек те). Егер төмендегидей еки талапты қанаатландырса теорияны жақсы деп есаплайды: бириншиден тек ғана бир қанша ықтярлы Элементлерди өз ишине қамтыйтуғын моделдиң шеклеринде бақлаўлардың кең классын дәл тәрийиплеўи, екиншиден енди өткерилетуғын бақлаўлардың нәтийжелери ҳаққында теория толық анық болған алдын ала болжаўлар ислеўге мүмкиншилик бериўи керек. Мысалы Аристотель теориясы бойынша барлық нәрселер төрт Элементтен - жерден, ҳаўадан, оттан ҳәм суўдан турады. Теория деп атаў ушын жеткиликли дәрежеде әпиўайы. Бирақ бул теория тийкарында ҳеш нәрсени болжап айтыў мүмкин емес. Ньютонның тартысыў теориясы оннан да әпиўайырақ моделден келип шығады. Бул теорияда денелер бир бирине массалары деп аталыўшы базы бир шамаға туўры пропорционал, ал усы денелер арасындағы қашықлықтың квадратына кери пропорционал күш пенен тартысады. Соның менен бирге Ньютон теориясы Қуяштың, Айдың, басқа да планеталардың қозғалысын дәл анықлайды.

Дурыслығын дәлиллеў мүмкин емес гипотеза болып табылғанлықтан қәлеген физикалық теорияны ўақытша характерге ийе деп түсинемиз. Теория эксперимент пенен сәйкес келеди деп қаншама көп айтылса да, келеси жаңа экспериментлер нәтийжелери теорияға қайшы келмейди деп исеним менен айта алмаймыз. Соның менен бирге қәлеген теорияны нәтийжеси сәйкес келмейтуғын бир эксперименттиң өзи бийкарлаўы мүмкин. Философ Карл Поппер (илим философиясы бойынша қәниге) былай атап өткен еди: жақсы теорияның белгиси соннан ибарат, бул теория тәрепинен болжап айтылғанлар принципинде эспериментте бийкарланыўы мүмкин. Болжаўларын экспериментлер тастыйықлаған теориялар өзиниң жасағышлығын көрсетеди, усы теорияға болған бизиң исенимлеримиз беккемленеди. Бирақ тек бир ғана бақлаў теория менен сәйкес келмесе бизиң теориядан бас тартыўымыз ямаса бул теорияны қайтадан ислеўимиз керек. Улыўма алғанда теорияға байланыслы болған логика усылардан ибарат. Бирақ соның менен бирге бақлаўды өткерген адамның компотентлиги ҳаққында да барлық ўақытлары гүман жоғалмайды.

Практикада жаңа теорияның бурынғы теорияның кеңейтилген түри екенлиги жийи ушырасады. Мысалы Меркурий планетасының қозғалысын дәл бақлаў усы планетаның қозғалысы менен Ньютонның тартысыў теориясы арасында үлкен емес айырмашылықтың бар екенлигин көрсетти. Эйнштейнниң салыстырмалық теориясы бойынша Меркурий Ньютон теориясы бойынша алынатуғын қозғалыстан азмаз парық пенен қозғалады. Эйнштейнниң болжаўларының бақлаў жуўмақлары менен сәйкес келиўи, ал Ньютон болжаўларының бақлаў жуўмақлары менен сәйкес келмеўи жаңа теорияның тастыйықлаўында үлкен орын ийеледи. Ал практикада болса биз елеге шекем Ньютон теориясын қолланамыз. Себеби бул теорияның нәтийжелери Эйнштейнниң улыўмалық салыстырмалық теориясының нәтийжелеринен жүдә аз парық қылады (Ньютонның теориясының артықмашлығы соннан ибарат, оның менен ислесиў Эйнештейнниң теориясы менен ислесиўге қарағанда жүдә аңсат).

Әлбетте илимниң мақсети Әлемди тәрийиплейтуғын бирден бир теорияны дүзиў болып табылады. Бул мәселени шешиў барысында алымлар теорияны еки бөлимге бөледи. Биринши бөлими - Әлемниң ўақыт бойынша қалай өзгеретуғынын анықлайтғын нызамлар (Ўақыттың берилген моментинде Әлемниң қандай екенлигин биле отырып, ўақыттың өтиўи менен қандай өзгерислердиң жүз беретуғынлығын анықлайтуғын нызамлар). Екинши бөлим - Әлемниң дәслепки ҳалы ҳаққындағы проблема. Гейпаралар илимниң тек биринши бөлими менен шуғылланыўы керек, ал дәслепки ҳал ҳаққындағы проблеманың шешилиўин метафизика ҳәм динниң иси деп есаплайды. Усындай пикирдиң тәрепдарлары Қудай ҳаммеден де қудиретли болғанлықтан Әлемди өзиниң қәлеўи бойынша "ҳәрекетке келтирип" жибереди деп жуўмақ шығарады. Егер олар ҳақ болса, Қудайдың Әлемди пүткиллей ықтыярлы етип дөретиў мүмкиншилиги болған. Бирақ қалай деген менен Қудай (шамасы) Әлемди анық нызамлар бойынша раўажланатуғын етип дөреткен. Бундай жағдайда Әлемниң дәслепки ҳалын да ретлейтуғын нызамлар бар деп болжаў логикаға сәйкес келеди.

Пүткил Әлемди тәрийиплейтуғын теорияны дүзиў оғада қыйын мәселе болып шықты. Сонлықтан бундай теорияны дүзиўдиң орнына мәселени бөлимлерге бөлемиз ҳәм сәйкес дара теорияларды жаратамыз. Солардың ҳәр бири шекленген бақлаўлар классын тәрийиплейди ҳәм басқа бөлимлердиң тәсирин есапқа алмайды ямаса бул тәсирлерди санлардың әпиўайы жыйнағы түринде пайдаланады. Мүмкин, бундай етип мәселени шешиў дурыс емес шығар. Егер Әлемде барлығы да басқалардан фундаменталлық түрде ғәрезли болса, мәселениң айырым бөлимлерин басқа бөлимлерден бөлип алып изертлеў арқалы толық шешимге жақынласыўға болмайды. Бирақ соған қарамастан бурынлары бизиң алға илгерилеўимиз усындай жол менен жүрди. Бул жағдайдың классикалық мысалы тағы да Ньютонның тартылыс теориясы болып табылады. Бул теория бойынша еки дене арасындағы гравитациялық күш ҳәр бир денениң тек ғана бир характеристикасы болған массаға ғәрезли. Ал усы денениң қандай затлардан туратуғынлығына байланыслы емес. Демек Қуяш, планеталар қозғалатуғын орбиталарды есаплаў ушын олардың қурылысы, қурамы ҳаққындағы теория керек емес.

Ҳәзирги ўақытлары Әлемди тәрийиплейтуғын еки теория бар. Олар улыўмалық салыстырмалық теориясы ҳәм квантлық механика. Еки теория да өткен әсирдиң биринши ярымындағы алымлардың оғада үлкен болған интелектуаллық тырысыўларының жуўмағы болып табылады. Улыўмалық салыстырмалық теориясы гравитациялық тәсирлесиўди ҳәм Әлемниң ири масштаблық қурылысын тәрийиплейди [бир неше километрлерден миллион миллион миллион миллион (бирдиң изине жигирма төрт нолди қойыў керек) километрге шекемги ямаса Әлемниң бақланатуғын бөлиминиң өлшемлери]. Квантлық механика болса сантиметрдиң миллионнан бириниң миллионнан бириндей масштаблардағы қубылыслар менен ис алып барады. Еки теория бир бири менен "сыйыспайды" - олардың екеўи де бир ўақытта дурыс болмайды. Ҳәзирги физикадағы изертлеўлердиң бас бағдарларының бири, соның менен бирге усы китаптағы бас тема сол еки теорияны бириктирип жаңа "гравитацияның квантлық теориясы" деп аталатуғын теорияны излеў болып табылады. Ҳәзирше бундай теория жоқ. Бирақ бул теорияның ийе болыўы керек көплеген қәсийетлерин билемиз. Келеси бапларда гравитацияның квантлық теориясынан қандай болжаўлардың келип шығатуғынлығыны ҳаққында көп нәрсениң белгили екенлигин көремиз.

Егер Әлемди ықтыярлы емес, ал анық болған нызамлар бойынша раўажланады деп есаплайтуғын болсаңыз, сизге ақыр-аяғында барлық дара теорияларды бириктирип Әлемди толығы менен тәрийиплейтуғын толық теорияны дүзиўге туўра келеди. Усындай бирден бир теорияны излеў астында бир фундаменталлық парадокс жатыр. Жоқарыдағы илимий теориялар ҳаққында айтылғанлар бизлерди саналы жанызат, Әлемде түрли-түрли бақлаўлар өткере ала аламыз ҳәм солардың тийкарында логикалық жуўмақлар шығара аламыз деп есаплайды. Усындай схемада бизиң Әлемимиз бағынатуғын нызамларды түсиниўге жақынласа аламыз деп есаплаў тәбийий нәрсе болып табылады. Егер бирден бир теория ҳақыйқаттан да бар болатуғын болса, бул теорияның бизиң ҳәрекетлеримизге қандай да бир тәсир жасаўы керек шығар. Бундай жағдайда теорияның өзи бизиң сол теорияны излеўимиздиң нәтийжесин анықлаўы керек! Ал неликтен бул теория бақлаўлардан дурыс жуўмақлар шығаратуғынлығымызды алдын-ала айта алады? Неликтен бул теория сондай табыслар менен бизди дурыс емес жуўмақлар шығарыўларға яки пүткиллей жуўмақтың шығарылмаўына алып келмейди?

Бул сораўларға мен тек бир жуўап бере аламан. Бул жуўап тәбийий таңлаўдың Дарвин принципине тийкарланған. Өзин өзи қайтадан дөретиўге уқыплы организмлердиң қәлеген популяциясында айырым индивидиуумды тәрбиялаўда генетикалық вариациялар менен айырмалардың болыўы мүмкин. Бул айырым индивидуумлардың басқаларға қарағанда қоршап турған орталықлар ҳаққында дурыс жуўмақлар шығара алады ҳәм усы жуўмақларға сәйкес ҳәрекет етеди дегенди аңлатады. Бундай индивидуумлардың жасай алыў мүмкиншилиги жоқары, себеби олардың ойлары менен минез-қулқы үстемирек болады. Бурынлары интелект ҳәм илимий ашыўларға қәбилетлик жасай алыўда артықмашлықты тәмийинледи. Бирақ усы айтылғанлардың ҳәзирги ўақытлары дурыс екенлиги көринип турған жоқ: бизиң илимий ашыўларымыз бизлерди жоқ қылыўы да мүмкин. Егер бундай болмаған жағдайда да толық бирден бир теорияның бизиң жасап қалыўымызға күшли тәсир жасайтуғынлығы ҳаққында ҳеш нәрсе айта алмаймыз. Қалай деген менен Әлемниң белгили бир тәртип пенен раўажланып атырғанлығына байланыслы жасалма таңлап алыўдың нәтийжесинде алынған талқылаў қәбилетлилиги бирден бир толық теорияны излеўде анық көзге көринеди ҳәм қәте жуўмақлар шығарыўдан қутқарыўға жәрдем береди.

Ҳәзирги ўақытлардағы бар болған дара теориялар экстремаллық ситуациялардын басқа барлық ситуацияларда да дәл болжаўлар жасаў ушын жеткиликли болғанлықтан Әлемниң ең ақырғы теориясын излеў практикалық мақсетке ерисиў талапларына жуўап бермейди (Бирақ усындай сөзлерди салыстырмалық теориясы менен квантлық механика ҳаққында да айтыўымыз мүмкин, себеби усы теориялар ядролық физика менен микроэлектроникада революциялық өзгерислерге алып келди). Солай етип бирден бир теорияны ашыў бизлердиң жасап қалыўымызға мүмкиншилик бермейди, ҳәтте бизиң өмиримиздиң өтиўине ҳеш қандай тәсирин жасамайды. Цивилизацияның басында адамларға түсиниксиз ҳәм бир бирине байланыспаған ўақыялар менен қубылыслар жақпады, олар бизиң дүньямыздың тийкарында туратуғын тәртипти қәледи. Ҳәзирги күнге шекем биз не себепли биз усы жердемиз, неден пайда болдық деген сораўларға жуўап бериўди әрман етемиз. Адамзаттың билимге болған умтылыўы излеўлерди даўам еттириўимиз ушын жеткиликли дәрежедеги тийкар болып табылады. Ең ақырғы мақсетимиз - биз жасап атырған Әлемди толық тәрийиплеў.

Екинши бап. Кеңислик ҳәм ўақыт

Қозғалыс нызамлары ҳаққындағы бизиң ҳәзирги күндеги көз-қарасларымыз Галилей менен Ньютоннан басланған. Оларға шекем Аристотельдиң көз-қарасы басшылыққа алынып келди. Ол қәлеген денениң тәбийий ҳалы тынышлық, ал денелер күш ямаса импульстиң тәсиринде қозғала баслайды ҳал деп есаплады. Усыннан аўыр денелер жеңил денелерге салыстырғанда жерге тезирек қулап түседи деген түсиник келип шыққан. Аристотель қәлиплестирген дәстүр бойынша Әлемди басқаратуғын барлық нызамларды адам ойында келтирип шығарыўға болады ҳәм сонлықтан да оларды тәжирийбеде сынап көрип жүриўдиң кереги жоқ. Сонлықтан Галилейге шекем ҳәр қандай салмаққа ийе денелер жерге ҳәр қыйлы тезликлер менен қулап түсетуғынлығын тексерип көриў ҳеш кимниң де басына келмеди. Галилей қулап баратырған Пизан минарынан (Падающая Пизанская башня) түсиўши денелердиң тезликлерин салыстырыў арқалы Аристотель тәлиматының дурыс емес екенлигин дәлиллеген деген әңгимелер бар. Бирақ бул әңгимелер ойдан шығарылған болса керек. Бирақ Галилей соған уқсас тәжирийбелер иследи: ол қыя тегислик бойынша ҳәр қыйлы салмаққа ийе шарларды төменге қарай домалатты. Галилейдиң өлшеўлери сол шарлардың тезлигиниң салмаққа байланыссыз бирдей болып өсетуғынлығын көрсетти. Мысалы ҳәм он метрде бир метр төменге түсетуғын қыялық бойынша шарларды домалатқанда олардың салмағы қандай болса да тезлик биринши секундтың ақырында секундына бир метрге, екинши секундтың ақырында еки метр/секундқа ҳ.т.б. тең болады. Әлибетте қорғасыннан исленген шарлар қус пәринен тезирек түседи. Бирақ буның себеби ҳаўаның қарсылығына байланыслы: пәр ҳаўада қорғасынға қарағанда көбирек қарсылыққа ушырайды. Егер ҳаўаның қарсылығы бирдей болған еки дене алатуғын болсақ (мысалы ҳәр қыйлы салмаққа ийе қорғасыннан исленген тәрези таслары), олар Жерге бирдей тезликлерде келип түседи. Ньютон өзиниң назамларын Галилей тәрепинен өткерилген тәжирийбелерге тийкарланып ашты. Галилей экспериментлеринде қыя тегислик бойынша түсиўши денеге барлық ўақытта да бирдей күш тәсир етти (усы денениң салмағы), усының салдарынан денениң тезлиги артты. Усыннан тәсир етиўши күштиң шын мәнисинде денениң тезлигин өзгертетуғынлығын көрсетти. Сонлықтан бурынлары орын алған күш денени қозғалыўға мәжбүрлейди деген пикир бийкарланды. Усы айтылғанлар денеге күш тәсир етпегенде оның туўры сызық бойынша турақлы тезлик пенен қозғалатуғынлығын көрсетти. Усындай пикирди Ньютон 1687-жылы жарық көрген "Математикалық басламалар" китабында биринши рет келтирди. Ҳәзирги ўақытлары бул нызам Ньютонның Биринши нызамы деп аталады. Денеге күш тәсир еткенде нениң болатуғынлығы ҳаққында Ньютонның екинши нызамында айтылады. Екинши нызам денениң тезлениўиниң тәсир етиўши күштиң шамасына пропорционал екенлигин билдиреди (егер күш 2 есе артса, тезлениў де 2 есе артады). Буннан басқа денениң массасы қаншама үлкен болса тезлениў де соншама киши болады (берилген күш массасы еки есе кем болған денеге тәсир еткенде еки есе үлкен болған тезлениў пайда етеди). Автомобилде орын алатуғын аўҳал ҳәммеге де мәлим: двигатели қаншама қуўатлы болса, ол автомобилге соншама үлкен тезлениў береди, ал автомобильдиң өзиниң салмағы қаншама көп болса, сол двигателдиң беретуғын тезлениўи соншама киши болады. Қозғалыс нызамларынан басқа Ньютон тартылыс күши бағынатуғын нызамды да ашты. Бул нызам мынадай мәниске ийе: қәлеген дене өзине басқа денени усы еки денениң массаларына пропорционал күш пенен тартады. Демек усы денелердиң биреўиниң массасын еки есе арттырсақ (А денесиниң деп айтайық) денелер арасындағы тартысыў күшиниң шамасы да еки есе артады. Бундай жағдайда А денесин массалары усы денениң дәслепки массасындай болған еки денеден қуралған деп қараўымызға болады. Сонлықтан усы еки денениң ҳәр бири В денесине дәслепки күш пенен тартылыўы керек. Егер денелердиң биреўиниң массасын еки есе, екиншисиниң массасын үш есе арттырсақ тартылыс күшиниң шамасы дәслепки күштиң шамасынан алты есе өскен болған болар еди. Енди барлық денелердиң Жерге бирдей тезлик пенен түсетуғынлығын түсиниўге болады: еки есе үлкен салмаққа ийе денени төменге қарап еки еселенген гравитациялық күш тартады, бирақ оның массасы 2 есе үлкен. Ньютонның екинши нызамы бойынша тезлениў массаға кери пропорционал, сонлықтан усы еки эффект бир бирин компенсациялайды ҳәм Жер бетине қарай бағытланған тезлениў барлық жағдайларда да бирдей болады. Ньютонның тартылыс нызамы денелер бир бири менен усы денелердиң ара қашықлығының квадратына кери пропорционал болған күш пенен тартысады деп айтады. Демек бул нызам бойынша ара қашықлық еки есе кемейген жағдайда еки жулдыздың арасындағы гравитациялық тартыў күши төрт есе артады. Ньютонның нызамы Жердиң, Айдың, планеталардың орбиталарын жоқары дәлликте есаплаўға мүмкиншилик береди. Егер пүткил дүньялық тартылыс нызамы басқашарақ болғанда ҳәм гравитациялық тартылыс күшиниң шамасы Ньютон нызамындағыға қарағанда тезирек кемейсе, онда планеталардың орбиталары эллипслер болмай Қуяшқа келип соғатуғын спираллар болған болар еди. Ал гравитациялық тартылыс күшиниң шамасы қашықлыққа байланыслы әстерек өзгеретуғын болса алыстағы жулдызлардың тартыў күши Жердиң тартыў күшинен артық болған болар еди.

Аристотель тынышлықтағы ҳал басқа ҳалларға қарағанда артықмашлыққа ийе, егер сырттан күш тәсир етпесе денелер барлық ўақытта усындай тынышлық ҳалда турады деп есаплады. Бундай көз-қарас Галилей ҳәм Ньютонның көз-қарасларынан пүткиллей басқаша. Мысалы Аристотель Жерди тынышлықта турады деп есаплады. Ньютонның нызамларынан болса тынышлықтың бирден бир эталонының жоқ екенлиги келип шығады. Сиз бирдей тийкарда А денеси тынышлықта тур, В денеси А денесине салыстырғанда турақлы тезликте қозғалады, ямаса В денеси тынышлықта тур, ал А денеси В денесине салыстырғанда турақлы тезликте қозғалады деп айта аласыз. Мысалы, егер Жердиң өз көшери дөгерегиндеги суткалық айланысы менен оның Қуяш дөгерегиндеги қозғалысын есапқа алмасақ, онда Жерди орнында тур, ал поезд арқа тәрепке қарай саатына 90 километрлик тезлик пенен қозғалып баратыр деп те, поезд тынышлықта тур, ал Жер болса поездға салыстырғанда түслик тәрепке саатына 90 километрлик тезлик пенен қозғалып баратыр деп те айта аламыз. Егер поезддың ишиндеги адам қозғалыўшы денелер үстине экспериментлер өткерген болса Ньютонның барлық нызамлары орынланады деп жуўмақ шығарған болар еди. Мысалы жүрип баратырған поезд ишинде стол үстиндеги теннис ойнасаңыз поезддың жүрип баратырғанлығына ямаса жүрмей турғанлығына байланыссыз шариктиң траекториясының Ньютон нызамларына бағынатуғынлығын көресиз. Тынышлықтың абсолют эталонының жоқлығы ҳәр қыйлы ўақыт моментлеринде болып өткен базы бир еки ўақыя кеңисликтиң бир ноқатында болған-болмағанлығын анықлаўдың мүмкин емеслигин билдиреди. Мейли қозғалып баратырған поездда бизиң шаригимиз столдан вертикал бағытта секирсин ҳәм бир секунддан кейин столдың сол точкасын қайтып түссин. Ал поезддан сыртта турған адам ушын шарик секирген ноқат менен қайтып келип түскен ноқат арасында қырық метрдей қашықлық бар (шарик секирген ўақыттан баслап қайтып түсемен дегенше поезд қырық метрдей аралықты өтти). Солай етип абсолют тынышлық ҳалдың жоқлығы Аристотель ойлағандай етип ҳеш бир ўақыяға да кеңисликте абсолют орын бериўге болмайтуғынлығын билдиреди. Ўақыялардың кеңисликтеги орны ҳәм олар арасындағы қашықлық поездда кетип баратырған ҳәм темир жол қасында турған адамлар ушын ҳәр қыйлы болады ҳәм сол еки бақлаўшының биреўиниң аўҳалы екиншисиниң аўҳалына қарағанда атрықмашлыққа ийе деп айтыўға ҳеш қандай тийкар жоқ.

Ньютонды кеңисликтеги абсолют аўҳалдың болмаўы (ямаса абсолют кеңисликтиң болмаўы) күшли тынышсызландырды. Себеби бул абсолют Қудай идеясына қайшы келди. Сонлықтан өзи ашқан нызамларға сәйкес келмесе де Ньютон абсолют кеңисликтиң жоқлығын қабыл етиўден бас тартты. Усыған байланыслы көплеген адамлар Ньютонды оның иррационаллық бас тартқышлығы ушын әшкаралады. Мысалы епископ Беркли - философ барлық материаллық денелер және кеңислик ҳәм ўақыт иллюзия деп есаплады (Берклидиң усындай көз-қарасын еситкен белгили доктор Джонсон "Мен буны былай бийкарлайман!" деп бақырып жиберген, үлкен тасты аяғы менен тепкен ҳәм тең салмақлығын зорға сақлап қалған).

Аристотель де, Ньютон да абсолют ўақытқа исенди. Олар еки ўақыт арасындағы интервалды бир мәнисли өлшеў мүмкин, ал өлшеўдиң нәтийжеси кимниң өлшегенлигине байланыслы болмайды, тек ғана өлшеўшилерде дурыс жүретуғын саатлардың болыўы керек деп билди. Ўақыт кеңисликтен пүткиллей бөлип алынды ҳәм кеңисликтен ғәрезли емес деп есапланды. Көпшиликтиң, дурыс ойлаўшы адамлардың көз-қарасы усындай еди. Бирақ бизлерге кеңислик ҳәм ўақыт ҳаққындағы көз-қарасларды өзгертиўге туўра келди. Жоқарыда айтылған "дурыс ойлайтуғын адамлардың" ойларына тийкарланған көз-қараслар салыстырмалы әсте қозғалатуғын объектлерге (алма, планета) тийисли. Бирақ бундай көз-қараслар жақтылықтың тезлигине жақын болған тезликлерде пүткиллей жарамсыз болып шықты.

Жақтылықтың жүдә үлкен, бирақ шекли тезлик пенен тарқалатуғынлығын 1676-жылы Дания астрономы Оле Христенсон Рюмер анықлады. Ол Юпитердиң жолдасларының оның артынан өтиў ўақытларының бирдей интервалда қайталанбайтуғынлығын анықлады. Егер Юпитердиң жолдаслары турақлы тезлик пенен қозғалатуғын болса планетаның артынан өтиўлери бирдей интервалларда қайталаныўы керек. Жер менен Юпитердиң Қуяштың дөгерегинде айланыўының нәтийжесинде бул еки планета арасындағы қашықлық өзгереди. Р-мер биз қанша қашықта болсақ Юпитердиң жоласларының тутылыўының соншама көбирек кешигетуғынлығын бақлады. Ол буны биз алыста турғанымызда жолдаслардан келетуғын жақтылықтың бизге шекем көбирек ўақыт жүретуғынлығынан деп түсиндирди. Бирақ Р-мер Жер менен Юпитер арасындағы қашықлықты дәл өлшей алмады ҳәм ол алған нәтийже 140000 миль/с болып шықты (ҳәзирги ўақыттағы жақтылықтың тезлиги 186000 миль/с (1 миль = 1.609 км. Жақтылықтың тезлигиниң ҳәзирги мәниси 299 792 458 м/с). Усыған қарамастан Р-мердиң табысы уллы табыс болып есапланды. Өйткени ол жақтылықтың тезлигиниң шекли екенлигин көрсетип ғана қоймай, оның мәнисин де өлшеди. Бул ўақыя Ньютонның "Математикалық баслама" сы жарық көрген ўақыттан он бир жыл бурын жүз берди.

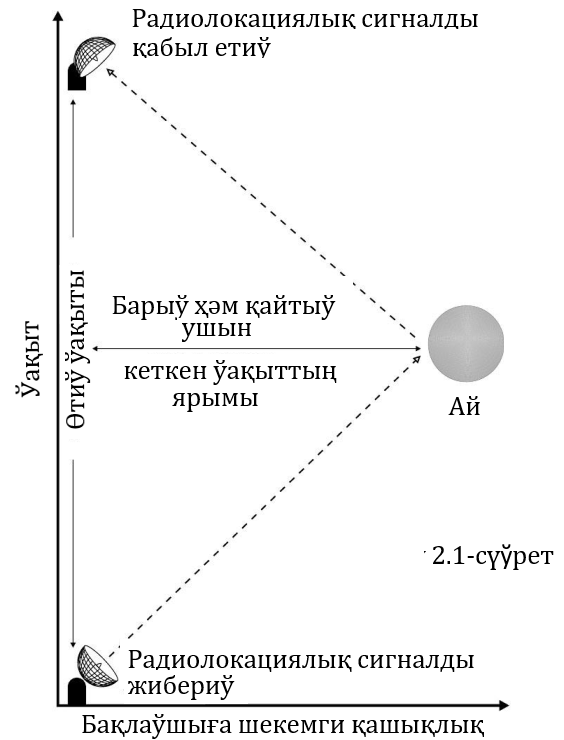
Жақтылықтың тарқалыўының ҳақыйқый теориясы 1865-жылға шекем болған жоқ. Усы жылы Англиялы физик Джеймс Кларк Максвелл сол ўақытлары электр ҳәм магнит күшлерин тәрийиплейтуғын еки дара теорияны бириктире алды. Максвелдиң теңлемелеринен еки майданнан туратуғын электромагнит майданында ҳәўизде тарқалатуғын толқындай турақлы тезлик пенен тарқалатуғын толқын тәризли қозғалаңның тарқалыўының мүмкин екенлигин көрсетти. Егер толқын узынлығы (демек толқынның қоңсылас еки өркеши арасындағы қашықлық) метр ямаса оннан үлкен болса биз радиотолқынларына ийе боламыз. Қысқарақ толқынларды аса жоқары диапазондағы (олардың узынлықлары сантиметрлер) ҳәм инфрақызыл диапазондағы (сантиметрдиң он мыңнан бир үлеси) толқынлар деп атаймыз. Көзге көринетуғын жақтылықтың толқын узынлығы сантиметрдиң қырық-сексен миллионнан бир үлесин қурайды. Ультрафиолет, рентген ҳәм гамма нурларының толқын узынлықлары буннан да қысқа.

Максвелл теориясы радиотолқынлар менен жақтылықтың бирдей, шамасы анық болған тезлик пенен тарқалатуғынлығын көрсетти. Ньютон теориясы абсолют тынышлық көз-қарасынан қутқарғанлықтан, енди сол анық болған тезликтиң неге салыстырғандағы тезлик екенлигин анықлаў зәрүрлиги пайда болды. Усыған байланыслы барлық орталықты (кеңисликти), ҳәтте "бослықты" толтырып туратуғын "эфир" деп аталатуғын базы бир субстанция бар постулат қабыл етилди. Жақтылық толқынлары эфирде сес толқынларының ҳаўада тарқалғанындай болып тарқалады деп есапланды ҳәм сонлықтан да жақтылық толқынларының тезлиги усы эфирге салыстырғандағы тезлик болып табылады. Эфирге салыстырғанда ҳәр қыйлы тезликлер менен қозғалыўшы бақлаўшылар өз өлшеўлеринде жақтылық тезлиги ушын ҳәр қыйлы шамадағы тезликлерди алыўы керек. Бирақ барлық жағдайларда да жақтылық толқынларының эфирге салыстырғандағы тезлиги бирдей мәниске ийе болыўы керек. Мәселен Жер эфирде өзиниң орбитасы бойынша Қуяштың дөгерегинде айланатуғын болғанлықтан Жердиң бир бағытта қозғалғанда алынатуғын жақтылық тезлигиниң шамасы (усы ўақытлары Жер жақтылық дерегине қарай қозғалады деп есаплайық) ярым жылдан кейин (демек бундай ўақытлары Жер қарама-қарсы бағытта қозғалады ҳәм жақтылық дерегинен қашықласады) алынған тезликке тең болмаўы шәрт. 1887-жылы Альберт Майкельсон (кейинирек Нобель сыйлығын алыўға миясар болған биринши Америкалы алым) ҳәм Эдвард Морли Кливленд әмелий илимлер мектебинде оғада жоқары дәлликтеги эксперимент өткерди. Майкельсон ҳәм Морлилер Жердиң қозғалыў бағытындағы жақтылықтың тезлиги менен Жер усы бағытқа перпендикуляр бағытта қозғалғандағы алынған жақтылықтың тезликлерин салыстырды. Олар таң қаларлықтай нәтийже алды: еки жағдайда да жақтылықтың тезликлери бирдей мәниске ийе болып шықты!

1887-жылдан 1905-жылларға шекем Майкельсон ҳәм Морли тәжирийбелериниң нәтийжелерин түсиндириў бойынша ҳәрекетлер етилди (солардың ишиндеги ең белгилиси Дания физиги Хендрик Лоренцке тийисли) ҳәм оның себебин эфирде қозалыўшы денелердиң барлығы да өзиниң өлшемлерин қозғалыс бағытында қысқартатуғынлығына, қозғалып баратырған саатлардың жүриўи әстеленеттуғынлығына байланыстырылды. Бирақ 1905-жылы Альберт Эйнштейн деген Швейцария патент бюросының сол ўақытқа шекем илим дүньясында ҳеш кимге белгисиз хызметкери өзиниң кейинирек үлкен даңққа миясар болған мақаласын жәриялады. Бул мақалада абсолют ўақыттан бас тартылғанда ҳеш қандай эфирдиң керек болмайтуғынлығы көрсетилди. Арадан бир неше ҳәпте өткеннен кейин тап сондай көз-қарасты ең алдыңғы қатар француз математиги Анри Пуанкаре усынды. Эйнштейн тәрепинен келтирилген аргументлер мәселеге таза математикалық көз-қараслар менен қараған Пуанкаре тәрепинен келтирилген аргументлерге қарағанда физикаға жақын еди. Эйнштейн ҳаққында айтқанда жаңа теорияның дөретиўшиси, ал Пуанкарениң атын сол теорияның әҳмийетли бөлимин ислеп шыққан алым сыпатында айтады.

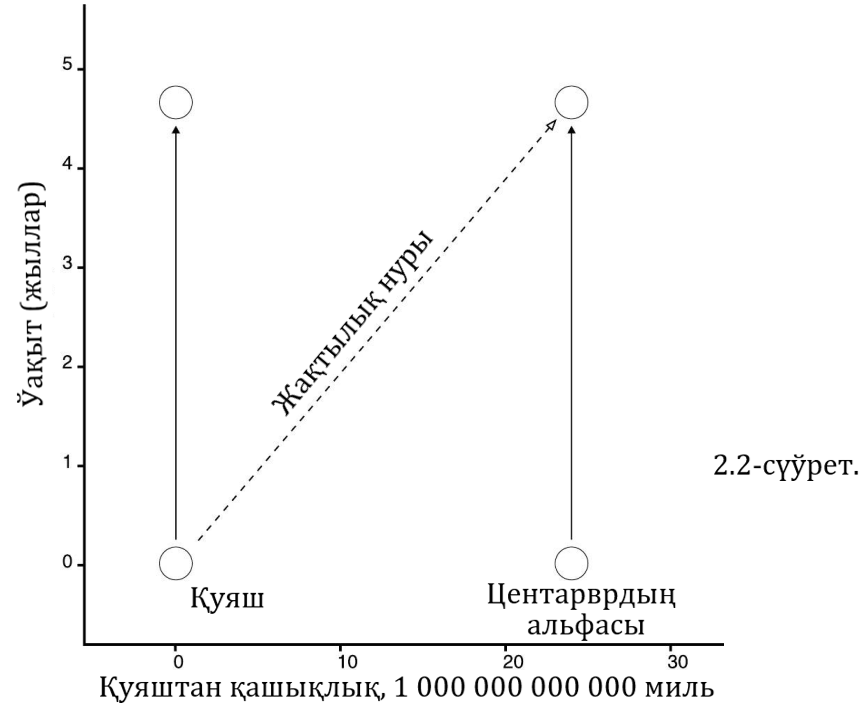
Салыстырмалық теориясы деп аталыўшы жаңа теорияның фундаменталлық постулаты мынадан ибарат: тезлигинен ғәрезсиз еркин қозғалыўшы барлық бақлаўшылар ушын илим нызамлары бирдей болады. Бул постулат Ньютон нызамлары ушын дурыс деп есапланған еди, енди ол Максвелл теориясы менен жақтылықтың тезлиги ушын да дурыс болып шықты. Қәлеген бақлаўшы тәрепинен өлшенген жақтылықтың тезлиги усы бақлаўшылардың қандай тезликлер менен қозғалыўынан ғәрезсиз бирдей мәниске ийе болады. Усы әпиўайы принциптен оғада әҳмийетли болған нәтийжелер келип шығады. Солардың ишиндеги ең әҳмийетлиси Е = mc2 түринде Эйнштейнниң белгили теңлемесинде берилген масса менен энергияның эквивалентлилиги (теңлемеде энергия Е, масса m, жақтылықтың тезлиги с арқалы белгиленген) ҳәм жақтылықтан тезирек ҳеш нәрсе де қозғала алмайды деген нызам болып табылады. Масса менен энергияның эквивалентлилигинен қозғалып баратырған денениң энергиясының массаға қосылыўының кереклиги келип шығады. Басқа сөз бенен айтқанда энергия қаншама көп болса тезликти өзгертиў соншама қыйын болады. Бундай эффекттиң жақтылықтың тезликлерине жақын болған жоқары тезликлерде әҳмийетке ийе болатуғынлығын умытпаўымыз керек. Мысалы, егер қандай да бир объекттиң тезлиги жақтылық тезлигиниң 10 процентин қурайтуғын болса оның массасы нормал жағдайдағыдан 0.5 процентке ғана жоқары болады. Бирақ тезлик жақтылық тезлигиниң 90 процентин қурағанда массаның шамасы нормал жағдайдағыдан 2 есе үлкейеди. Объекттиң тезлиги үлкейген сайын оның массасы да тезирек өседи. Сонлықтан буннан былай тезлетиў ушын үлкен энергия талап етиледи. Объекттиң тезлиги ҳеш ўақытта жақтылықтың тезлигине тең бола алмайды, бундай жағдайда оның массасы шексиз үлкен мәниске ийе болған болар еди. Масса энергияға эквивалент болғанлықтан жақтылықтың тезлигиндей тезликке жетисиў ушын шексиз үлкен энергия зәрүр. Солай етип салыстырмалық принципи бойынша қәлеген объекттиң барлық ўақытта да жақтылық тезлигинен киши тезлик пенен қозғалыўы лазым болады. Тек жақтылық ҳәм "меншикли" массаға ийе емес басқа да толқынлар жақтылық тезлигине тең тезлик пенен қозғала алады.

Салыстырмалық принципиниң келеси әҳмийетли нәтийжеси бизиң кеңислик ҳәм ўақыт ҳаққындағы көз-қарасларымыздағы революция болып табылыўында. Ньютон теориясы бойынша бир ноқаттан екинши ноқатқа жақтылық импульси жиберилетуғын болса барлық бақлаўшылар тәрепинен өлшенген ўақыттың шамасы бирдей болады (себеби ўақыт абсолют). Бирақ өтилген жол ҳәр бир бақлаўшы ушын ҳәр қыйлы болыўы мүмкин (себеби кеңислик абсолют емес). Жақтылықтық тезлиги өтилген жол бөлинген ўақыт болғанлықтан ҳәр қыйлы бақлаўшылар жақтылық ушын ҳәр қыйлы тезликлерди алады. Салыстырмалық теориясынан барлық бақлаўшылар жақтылықтың тезлигиниң қандай болатуғынлығын биледи. Жақтылық тәрепинен өтилген жол ҳаққында бақлаўшыларда келисим жоқ ҳәм усыған байланыслы жақтылықтың қандай ўақыт жүргенлиги ҳаққында да келисимниң болмаўы керек. Басқа сөз бенен айтқанда салыстырмалық теориясы абсолют ўақыт түсинигин бийкарлады. Ҳәр бир бақлаўшыда өзиниң саатлары менен өлшенетуғын ўақыт масштабы болады, ал ҳәр бир бақлаўшыдағы бирдей саатлардың көрсетиўлериниң бирдей болыўы шәрт емес.



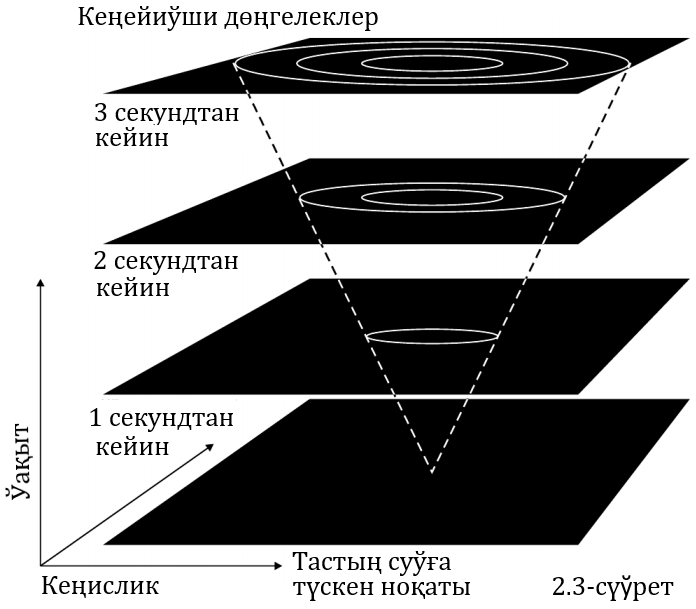
Ҳәр бир бақлаўшы радиолокация жәрдеминде жақтылық импульсын ямаса радионурланыў импульсын жибериў арқалы қандай да бир ўақыяның қашан ҳәм қай орында болғанлығын анықлай алады. Жиберилген сигналдың бир бөлеги шағылысып қайтып келеди ҳәм бақлаўшы эхо-сигналдың қайтып келиўи ушын кеткен ўақытты өлшейди. Уақыяның ўақты сигналды жибериў ўақты менен оның қайтып келиў ўақтының ярымы болады: ўақыяға шекемги қашықлық нурдың туўры ҳәм кейин қайтыў ушын кеткен ўақыттың ярымын жақтылықтың тезлигине көбейткенге тең (ўақыя деп кеңисликтиң белгили бир ноқатында анық бир ўақыт моментинде жүз берген бир нәрсени түсинемиз). Бул айтылғанлардың барлығы да 2.1-сүўретте келтирилген кеңислик-ўақыт диаграммасының жәрдеминде түсиндириледи. Биз айтып өткен методта бақлаўшылар бир бирине салыстырғанда қозғалады, бир ўақыяға ҳәр қыйлы ўақыт пенен кеңисликтеги ҳәр қыйлы орынларды белгилейди. Ҳәр қыйлы бақлаўшылар тәрепинен өткерилген өлшеўлердиң ҳеш қайсысы да басқаларына салыстырғанда артықмашлыққа ийе емес, бирақ олардың барлығы да бир бирине байланысқан. Егер өзине салыстырғандағы тезлигин билетуғын болса Ҳәр бир бақлаўшы екинши бақлаўшының берилген ўақыяға қандай ўақытты, усы ўақыяның кеңисликтеги орнын алатуғынлығын дәл есаплай алады.

Қашықлықларды дәл анықлаў ушын ҳәзирги ўақытлары жоқарыда келтирилгендей усылдан пайдаланады. Себеби биз ўақытты қашықлыққа қарағанда дәл өлшей аламыз. Ҳәтте 1 метр цезий саатының жәрдеминде жақтылықтың 0.000000003335640952 секунд ишинде жүрип өтетуғын узынлығы етип алынады (бул узынлық өз гезегинде Париж қаласында сақланып турған эталон платина стерженниң узынлығына тең). Жақтылық секунды деп аталатуғын қолайлырақ болған узынлықтың жаңа бирлигинен пайдаланыўымыз да мүмкин. Бул жақтылық 1 секундта жүрип өтетуғын узынлық болып табылады. Ҳәзир салыстырмалық теориясында қашықлық ўақыт ҳәм жақтылық тезлиги арқалы анықланады. Буннан әҳмийетли жуўмақ келип шығады: жақтылықтың тезлигин өлшей отырып ҳәр бир бақлаўшы бирдей нәтийже алады (анықлама бойынша 0.000000003335640952 секундта 1 метр). Майкельсон-Морли тәжирийбеси эфирдиң бар- жоқлығын анықлаўдың мүмкин емеслигин көрсеткенликтен эфирди пайдаланыўдың кереги болмайды. Бирақ салыстырмалық теориясы кеңислик ҳәм ўақыт бойынша көз- қарасларымызды түпкиликли түрде өзгертиўимизди талап етеди. Биз енди ўақыттың кеңисликтен бөлек ҳәм ғәрезсиз емес екенлигин, ўақыт пенен кеңисликтиң кеңислик- ўақыт деп аталатуғын бирден-бир объектти пайда ететуғынлығын қабыл етиўимиз керек.



Күнделикли тәжирийбелерден биз кеңисликтеги ноқаттың аўҳалының үш сан - оның координаталары менен берилетуғынлығынын билемиз. Мысалы биз базы бир ноқатты бир дийўалдан еки метр, екинши дийўалдан бир метр, ал полдан бир ярым метр қашықлықта тур деп айтамыз. Аўҳалды кеңлик, узынлық ҳәм теңиз қәддинен бийиклик бойынша да бериў мүмкин. Сизиң қәлеген жарамлы болған үш координатадан пайдаланыўыңыз мүмкин (оларды қолланыў областы барлық ўақытта шекленген болса да). Айдың аўҳалын анықлағанда ҳеш ким арқа тәрепке қарай ҳәм Пикаделли майданынан батыс тәрепке, теңиз бетинен бийиклигин километрлерде ҳеш ким анықламайды. Айдың аўҳалын анықлағанда буның орнына Қуяшқа шекемги қашықлықты, планеталардың орбиталары жатқан тегисликке шекемги қашықлықты, Қуяш пенен Айды тутастырыўшы туўры менен Қуяш пенен басқа бир жулдызды (айтайық Центаврдың альфасын) тутастуратуғын туўры арасындағы мүйешти көрсетиў мүмкин. Бирақ бул координаталар Қуяштың бизиң Галактикамыздағы аўҳалын ямаса бизиң Галактикамыздың басқа галактикаларға салыстырғандағы орнын анықлаў ушын жарамсыз. Бирақ Әлемди киши бөлеклерге бөлиў, ҳәм бир "бөлимде" усы бөлимдеги ноқаттың аўҳалын анықлаў ушын өзиниң координата системасын жүргизиў мүмкин.

Ўақыя дегенимиз кеңисликтиң белгили бир ноқатында белгили бир ўақыт моментинде жүзеге келетуғын бир нәрсе. Демек ўақыяны төрт сан яки төрт координата менен характерлеў мүмкин. Координаталарды сайлап алыў және де ықтыярлы түрде әмелге асырылады: анық мәниске ийе болған үш координатаны ҳәм ўақыттың қәлеген моментин алыў мүмкин. Салыстырмалық теориясында кеңисликтеги координаталар менен ўақыт координаталары арасында айырма жоқ. Мәселен жаңа координата системасына өткенде биринши кеңислик координатасы дәслепки кеңислик координаталарының бириншисиниң ҳәм екишисиниң комбинацияларынан турыўы мүмкин. Жердиң бетиндеги ноқаттың координаталарын бериў ушын Пикаделли майданынан арқа тәрепке ҳәм батысқа қарай километрлердеги қашықлықларды анықлаў керек болады. Бирақ Пикаделли майданынан арқа-шығысқа ҳәм арқа-батысқа қарай да қашықлықларды пайдаланып Жер бетиндеги ноқаттың координаталарын бериўде мүмкин. Усындай жоллар менен салыстырмалық теориясында да координаталрды анықлайды. Бул жағдайда координаталар ески ўақыт (секундларда өлшенген) пенен Пикаделли майданының арқа тәрепиндеги қашықлықтың (жақтылық секундындағы) қосындысына тең болады.

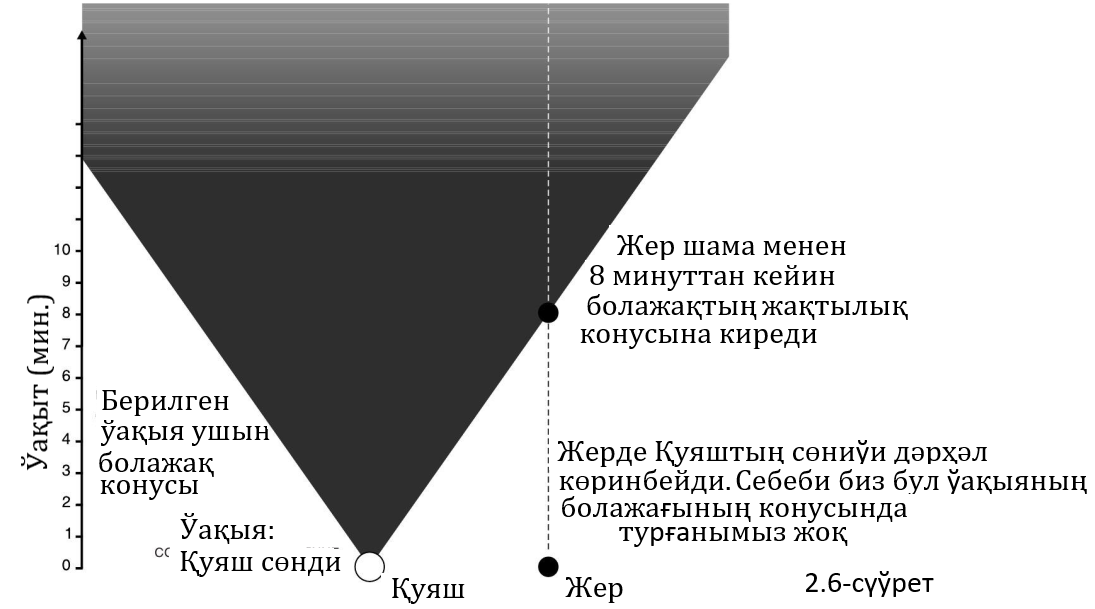


Қандай да бир ўақыяның төрт координатасын усы ўақыяның кеңислик-ўақыт деп аталатуғын төрт өлшемли кеңисликтеги аўҳалын анықлайтуғын координаталар деп қараўға болады. Төрт өлшемли кеңисликти көз алдыға келтириў мүмкин емес. Мениң өзим үш өлшемли кеңисликти де көзимниң алдына қыйыншылық пенен келтиремен. Бирақ еки өлшемли кеңисликтиң, мысалы Жер бетиниң, графикалық сүўретлеў қыйын емес (Жер бети еки өлшемли, себеби қәлеген ноқаттың аўҳалын еки координата болған кеңлик пенен узынлықтың жәрдеминде бериў мүмкин). Мен пайдаланатуғын диаграммаларда ўақыт көшери жоқарыға қарай, ал кеңислик координаталарының бири горозонт бағытында алынған. Қалған еки кеңисликтеги өлшеўлер пүткиллей қалдырылып кетиледи ямаса кейинги сүўретлерде олардың биреўин сәўлелендиремен (2.2-сүўретте биреўи келтирилген бундай диаграммалар кеңислик-ўақыт диаграммалары деп аталады). Мысалы 2.2-сүўретте ўақыт көшери жоқарыға қарай бағытланған ҳәм бул көшер бойынша есап жылларда алып барылады, Қуяш пенен Центавр арасындағы қашықлық горизонтқа параллел көшерде алынып миллерде өлшенген. Кеңислик-ўақытта қозғалыўының салдарынан пайда болған Қуяш пенен Центавр альфасының траекториясы вертикал сызықлар менен берилген: бириншиси, шеп тәрепте, екиншиси оң тәрепте. Қуяштан шыққан жақтылық нуры диагонал бойынша тарқалады ҳәм Центаврдың альфасына 4 жылда жетеди.

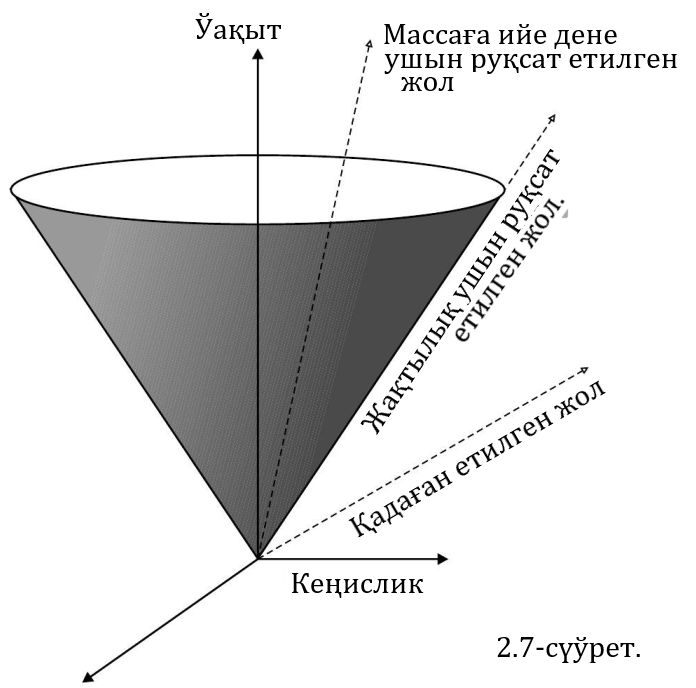
Бизлер Максвелл теңлемелериниң жақтылықтың тезлигиниң деректиң тезлигинен ғәрезсиз екенлигин көрсететуғынлығын көрдик. Бул дәл өлшеўлерде тастыйықланады. Буннан кеңисликтиң базы бир ноқатында турған деректен жиберилген жақтылық импульси өлшемлери ҳәм аўҳалы деректиң теезлигинен ғәрезли болған жақтылық сферасына айланады. Секундтың миллионнан бир үлесинен кейин жақтылық радиусы 300 метрге тең сфераны пайда етеди, миллионнан еки секунд өткенде сфераның радиусы 600 метрге жетеди ҳ.т.б. Сүўрет ҳәўиздиң ортасына тас таслап жибергендеги жағдайға усайды. Бул толқынлар ўақытқа байланыслы кеңейетуғын дөңгелеклердей болып тарқалады. Егер үш өлшемли модельди көз алдымызға келтиретуғын болсақ мына жағдайға ийе боламыз: ҳәўиз бетинде еки өлшем, ал биреўи ўақыт көшери, бундай моделде суўда кеңейиўши дөңгелек төбеси тастың суўға түскен моментинде жайласқан конустың "изи" болып табылады (2.3-сүўрет). Тап усындай болып жақтылық та төрт өлшемли кеңисликте қандай да бир ўақыядан тарқалып үш өлшемли конусты пайда етеди. Бул конус берилген ўақыя ушын болажақтың жақтылық конусы деп аталады. Өтмиштиң жақтылық конусы деп аталатуғын басқа да конустың сүўретин салыўға болады. Бул конустан жақтылық импульси берилген ўақыяға сәйкес келиўши ноқатқа келип түсиўи мүмкин (2.4-сүўрет).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

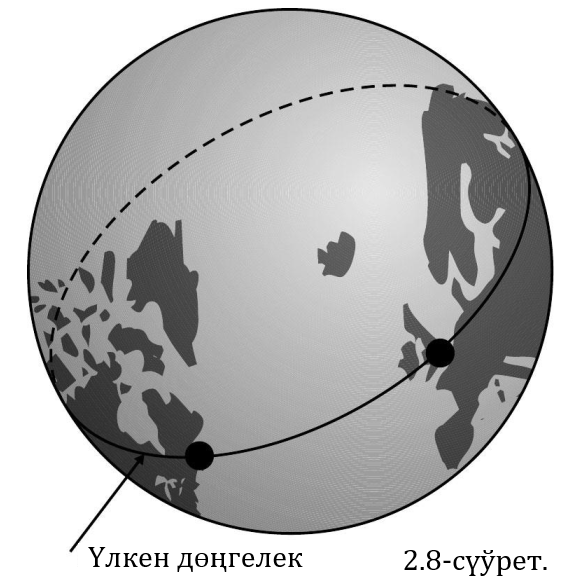
Берилген Р ўақыясы ушын өтмиш пенен болажақтың жақтылық конуслары кеңислик- ўақытты үш областқа бөледи (2.5-сүўрет). Берилген ўақыяның абсолют болажағы - бул ендиги болатуғын Р ўақыясының жақтылық конусы ишиндеги область. Бул Р ноқатында болған ўақыя тәсир ете алатуғын барлық ўақыялардың жыйнағы. Р ўақыясының жақтылық конусынан сыртта жатқан ўақыяларға Р ноқатынан шыққан жақтылық жете алмайды, себеби жақтылықтан ҳеш нәрсе де үлкен тезликте қозғала алмайды. Демек бул ўақыяларға Р ноқатында болып өткен (жүзеге келген) ўақыялар тәсир ете алмайды. Абсолют өткен Р ўақыясы өтмиш конусының ишинде жайласқан. Бул сигналлары жақтылық тезлигинде ямаса оннан киши тезликлерде Р ноқатына келип жететуғын ўақыялардың көплиги. Демек өтмиш конусында Р ноқатындағы ўақыяға тәсирин тийгизе алатуғын ўақыялардың көплиги жайласқан. Берилген ўақыт моментинде Р ўақыясының өтмишиниң жақтылық конусы менен шекленген кеңислик областында не болғанын билиў арқалы Р ноқатының өзинде нениң болатуғынлығын болжаў мүмкин. Өтмиштиң ҳәм болажақтың жақтылық конусларының сыртында жатқан кеңислик областын сыртқы область деп атаймыз. Бул сыртқы областта болып өткен ўақыялардың Р ноқатындағы ўақыяға да, Р ноқатындағы ўақыяның тәсиринде болған ўақыяларға да тәсири болмайды. Мысалы, егер Қуяш ҳәзир сөнип қалатуғын болса, онда бул ҳәзирги Жердеги турмысқа тәсир ете алмайды. Себеби биз ҳәзир Қуяш сөнген ноқатқа салыстырғанда сыртқы областта турмыз (2.6-сүўрет). Қуяштың сөнгенин биз сегиз минуттан кейин билемиз (бул Қуяштан шыққан жақтылықтың Жерге жетип келемен дегенше кеткен ўақыт). Тек соннан кейин ғана Жерде болып атырған ўақыялар Қуяш сөнген ноқаттың болажағының жақтылық конусына киреди. Усындай себеплерге байланыслы биз Әлемдеги алыс орынларда болып атырған ўақыялар ҳаққында билмеймиз: ал Әлемдеги ең алыс объектлерден шыққан жақтылық бизге 8 мың миллион жылда жетеди. Демек биз Әлемге қарап оның өтмишин көре аламыз деген сөз.



Егер гравитациялық эффектлерди есапқа алмасақ (1905-жылы Эйнштейн ҳәм Пуанкаре усындай қылды) биз арнаўлы (ямаса дара) салыстырмалық теориясына келемиз. Ҳәр бир ўақыя ушын кеңислик-ўақытта биз жақтылық конусын сала аламыз (конусымыз қарап атырылған ноқатта шығарылған жақтылықтың тарқалыўының мүмкин болған жолларын көрсетеди). Қәлеген ўақыя ушын жақтылықтың тезлиги барлық бағытларда да бирдей болғанлықтан, барлық жақтылық конуслары бирдей ҳәм бирдей бағытланған болады. Буннан басқа теория жақтылықтан тез ҳеш нәрсе де қозғала алмайды дейди. Бул қәлеген объекттиң ўақыт ҳәм кеңисликтеги траекториясының жақтылық конусы ишиндеги сызық түринде берилетуғынлығын көрсетеди (2.7-сүўрет).

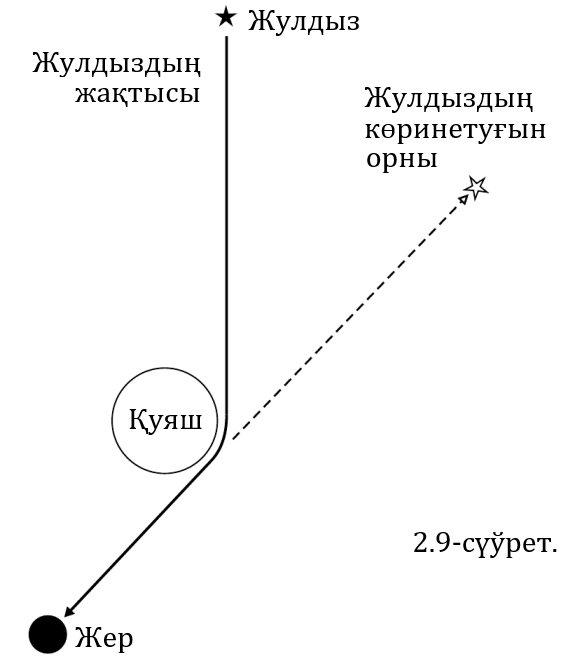


Арнаўлы салыстырмалық теориясы барлық бақлаўшылар ушын жақтылықтың тезлигиниң турақлы екенлигин түсиндириўге мүмкиншилик берди (Майкельсон ҳәм Морли тәжирийбесинде анықланған) ҳәм жақтылықтың тезлигине жақын тезликлерде қозғалғанда нелердиң болатуғынлығын дурыс тәрийипледи. Бирақ жаңа теория объктлер бир бири менен олардың ара қашықлығына ғәрезли күш пенен тартысатуғын Ньютонның гравитация теориясына қайшы келди. Бул теориядан егер бир объектти орнынан қозғасақ екинши денеге тәсир етиўши күш сол заматта өзгеретуғынлығы келип шығады. Басқа сөз бенен айтқанда Ньютон теориясы бойынша гравитациялық эффектлердиң тарқалыў тезлиги шексиз үлкен болыўы керек, ал салыстырмалық теориясы бойынша ҳеш бир тезлик жақтылықтың тезлигинен үлкен болмаўы шәрт. 1908-жылдан 1914-жылға шекем арнаўлы салыстырмалық теориясына сәйкес келетуғын гравитацияның моделин дүзиў бойынша бир қатар табысқа ериспеген ҳәрекетлер исленди. Ең ақырында ол 1915-жылы ҳәзирги ўақытлары улыўмалық салыстырмалық теориясы деп аталатуғын теорияны баспадан шығарды.



Эйнштейн революциялық характердеги болжаў айтты: гравитация бул әдеттегидей күш емес, ал кеңислик-ўақыттың тегис емеслигиниң салдары (бурынлары кеңислик-ўақыт тегис деп есапланды), кеңислик-ўақыт ондағы массаның ҳәм энергияның тәсиринде майысқан (иймейген). Жер сыяқлы денелер гравитациялық күшлер тәсиринде майысқан орбиталар бойынша қозғалыўға мәжбүрленбейди. Олар әдеттеги кеңисликте геодезиялық деп аталыўшы туўрыға сәйкес келиўши майысқан кеңисликтеги сызық бойынша қозғалады. Геодезиялық сызық деп еки қоңсылас ноқатлар арасындағы ең қысқа (ямаса ең узын) жолға айтамыз. Мысалы Жердиң бети майысқан еки өлшемли кеңислик болып табылады. Жер бетиндеги геодезиялық сызық үлкен дөңгелек ҳәм еки ноқат арасындағы ең қысқа жол болып табылады (2.8-сүўрет). Еки аэропорт арасындағы ең қысқа жол геодезиялық сызық болғанлықтан диспетчерлер пилотларға бәрқулла сол маршрутты береди. Улыўмалық салыстырмалық теориясы бойынша денелер төрт өлшемли кеңислик-ўақытта туўры сызық бойынша, ал бизиң үш өлшемли кеңислигимизде майысқан траекториялар бойынша қозғалады (Ойлы-бәлент жерлер үстинен ушқанда самолетты бақлаңызлар. Самолет үш өлшемли кеңисликте туўры траектория бойынша қозғалады, ал оның саясы Жердиң еки өлшемли бетинде иймек бойынша қозғалады).

Қуяштың массасы кеңислик-ўақытты майыстырады. Сонлықтан Жер төрт өлшемли кеңислик-ўақытта туўры сызық бойынша, ал бизиң үш өлшемли кеңислигимизде эллипс тәризли орбита бойынша қозғалады. Улыўмалық салыстырмалық теориясы бойынша анықланған планеталардың орбиталары Ньютонның тартылыс теориясы бойынша есапланған орбиталар менен дерлик бирдей болады. Бирақ Қуяшқа ең жақын болған Меркурий планетасының орбитасына келгенде улыўмалық салыстырмалық теориясы орбитаның үлкен көшериниң Қуяштың дөгерегинде он мың жыл даўамында бир градусқа бурылатуғынлығын көрсетеди. Жүдә кишилигине қарамастан бул эффект 1915-жылдан бурын-ақ байқалды ҳәм Эйнштейн теориясының дурыслығының дәлиллериниң бири деп қаралды. Соңғы жыллары радиолокациялық методлар жәрдеминде алынған басқа планеталар орбиталарының Ньютон теориясы бойынша алынған орбиталар менен сәйкес келмеўшилиги анықланды. Бақланған орбиталар улыўма салыстырмалық теориясы тийкрында есапланатуғын орбиталарға дәл сәйкес келеди.



Жақтылық нурларының да кеңислик-ўақытта геодезиялық сызық бойынша тарқалыўы керек. Кеңисликтиң майысқанлығы жақтылықтың туўры сызық бойынша тарқалмайтуғынлығын билдиреди. Солай етип улыўмалық салыстырмалық теориясы бойынша жақтылық нурлары гравитациялық майданларда иймейип, бағытларын өзгертиўи керек. Мысалы Қуяшқа жақын болған ноқатлардың жақтылық конуслары Қуяштың массасының тәсиринде бир қанша деформацияланады. Бул өз гезегинде алыс жулдызлардан киятырған жақтылық дәстелери Қуяштың тусынан өткенде үлкен емес мүйешке бурылыўы керек. Усының салдарынан жулдыз басқа ноқатта турғандай болып көринеди (2.9-сүўрет). Әлбетте сол жулдыздан келетуғын жақтылық нурлары барлық ўақытта да Қуяштың тусынан өтип келетуғын болғанда жақтылық нуры бағытын өзгерте ме ямаса жулдыздың өзи сол биз көрип турған орында тур ма деген сораўға жуўап бере алмаған болар едик. Бирақ Жердиң Қуяш дөгерегинде айланыўының салдарынан Қуяш дискисиниң артына көплеген жулдызлар киреди. Усының салдарынан олардың көзге көринетуғын аўҳалы басқа жулдызларға салыстырғанда өзгереди.

Әдеттегидей жағдайларда бул эффектти бақлаў жүдә қыйын. Себеби Қуяштың жақтысы оның тусындағы жулдызларды көриўге мүмкиншилик бермейди. Бирақ Қуяш тутылған ўақытлары сәйкес мүмкиншилик пайда болады. 1915-жылы Эйнштейн тәрепинен болжанған жақтылықтың аўысыўын ҳеш ким тексерип көре алмады. Себеби Биринши Жер жүзилик урыс жүрип атырған еди. Тек 1919-жылы Батыс Африкада Қуяштың тутылыўын бақлаған Англия экспедициясы теорияның болжағанындай жақтылықтың ҳақыйқатында да бағытын өзгертетуғынлығын көрсетти. Англияның алымларының ўатаны Германия болған теорияның дурыслығын дәлиллеўи урыстан кейин еки елдиң келисимге келиў акти сыпатында жыллы жүзлилик пенен қабыл етилди.

Бирақ экспедиция тәрепинен Қуяш тутылғанда алынған фотосүўретлер кейинирек анығырақ анализленгенде өлшеўлерде жиберилген қәтелердиң шамасы өлшенген эффект шамасы менен барабар екенлиги анықланды. Инглизлердиң алынған нәтийжелери истиң оңға келиўи ямаса илимде жийи ушырасатуғын алыныўы тилек етилген нәтийжениң алыныўы болып табылады. Ал Қуяштың тусынан өткенде жақтылықтың тарқалыў бағытын өзгертиўи кейинирек басқа экспериментлерде анық дәлилленди.

Ўлыўмалық салыстырмалық теориясының және бир болжаўларының бири Жер сыяқлы массалы денелер қасында ўақыттың өтиўиниң әстелениўи болып табылады. Бул жақтылықтың энергиясы менен жийилиги арасында анық бир байланыстың бар екенлигинен келип шығады. Энергия қаншама көп болса, жийилик те соншама жоқары болады. Егер жақтылық Жердиң гравитациялық майданында жоқары қарай тарқалатуғын болса оның жийилиги кемейеди (бул қоңсылас еки толқынның өркешлери арасындағы ўақыт интервалының үлкейиўине сәйкес келеди). Әдеўир бийикликте жайласқан бақлаўшыға Жер бетиндеги ўақыялар әстелик пенен өтип атырғандай болып көринеди. Бул болжаўдың дурыс екенлиги 1962-жылы суў басыўшы минарда ҳәм дәл жүриўши саатлардың жәрдеминде тастыйықланды. Экспериментлердиң барысында сол саатлардың биреўи минардың төменинде, екиншиси минардың төбесинде жайластырылды.

Улыўмалық салыстырмалық теориясына сәйкес төменде жайласқан саат әстерек жүрген. Ҳәр қандай бийикликлердеги саатлардың жүриўиндеги айырма ҳәзирги күнлери Жердиң жасалма жолдасларының сигналлары бойынша ислейтуғын дәл навигациялық әсбаплардың пайда болыўына байланыслы әмелий әҳмийетке ийе. Егер улыўмалық салыстырмалық теориясының болжаўларын есапқа алмасақ координаталар бир неше километрге тең қәтеликлер менен есапланған болар еди.

Ньютонның қозғалыс нызамлары кеңисликтеги абсолют аўҳалдан қутқарды, ал салыстырмалық теориясы бизди абсолют ўақыттан қутқарды. Егизеклерди мысалға алайық. Айтайық, олардың бири таўдың басында жасаўға кеткен, ал екиншиси теңиздиң қәддинде қалған болсын. Бундай жағдайда бириншиси (таўдың басындағысы) тезирек қартаяды ҳәм екеўи ушырасқанда ол кекселеў болып көринеди. Әлбетте, олардың жаслары арасындағы айырма жүдә киши шамаға тең. Бирақ бул айырма егер егизеклердиң биреўи жақтылықтың тезлигине жақын тезликлерде ушыўшы космос кораблинде саяхатқа кеткен жағдайда үлкейеди. Қайтып келген ўақытта ол өзиниң Жерде қалған туўысқанынан әдеўир жас болып шыққан болар еди. Бул егизеклер парадокси деп аталатуғын парадокстиң мазмунын береди. Бирақ бул ўақыттың абсолютлилигине пүткиллей исенгенлер ушын ғана парадокс болып табылады. Улыўмалық салыстырмалық теориясында бирден-бир абсолют ўақыт жоқ, ҳәр бир индивидуум қай орында турғанлығына ҳәм қалай қозғалып баратырғанлығына байланыслы болған өзиниң меншикли ўақыт масштабына ийе.

1915-жылға шекем кеңислик ҳәм ўақыт ўақыялар ушын қатып қалған арена сыпатында қабыл етилди. Соның менен бирге болып атырған ўақыялар усы аренаға тәсир етпеўи керек еди. Усындай аўҳал арнаўлы салыстырмалық теориясында да орын алған. Денелер қозғалды, күшлер тартты ямаса ийтерди, бирақ ўақыт пенен кеңисликке олар тәсир етпеди. Кеңислик ҳәм ўақыт өзи өзинше қалды. Усындай жағдайларда кеңисликти де, ўақытты та шексиз ҳәм мәңги деп ойлаў тәбийий нәрсе.

Улыўмалық салыстырмалық теориясында жағдайлар пүткиллей басқаша. Енди кеңислик пенен ўақыт динамикалық шамаларға айланды: дене қозғалғанда ямаса күш тәсир еткенде кеңислик пенен ўақыттың иймеклигин өзгертеди, ал кеңислик пенен ўақыттың структурасы бул кеңисликте денелердиң қозғалыўына ҳәм күштиң тәсир етиўине өзиниң тәсирин жасайды. Кеңислик пенен ўақыт тек ғана Әлемдеги болып атырған қубылысларға тәсир етип қоймай, өзлери де сол қубылыслардың тәсиринде өзгериске ушырайды. Кеңислик ҳәм ўақыт ҳаққында дурыс көз-қараслар болмаса Әлемде болып атырған ўақыялар ҳаққында айта алмағанымыздай, салыстырмалық теориясы Әлемнен тыста кеңислик пенен ўақыт ҳаққында айтыўдың мәниске ийе емес екенлигин көрсетеди.

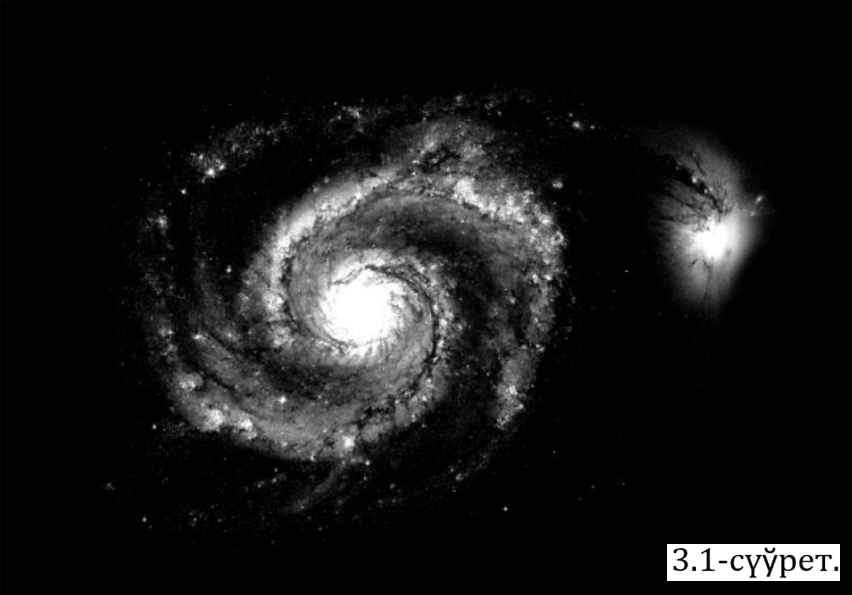
Соңғы он жыллықлар ишинде кеңислик пенен ўақыт ҳаққындағы жаңаша түсиниў Әлем ҳаққындағы бизиң көз-қарасларымыздың түпкиликли өзгериўине алып келди. Барлық ўақытлары орын алып келген ҳәм еле де орын ала беретуғын Әлемниң өзгермейтуғынлығы ҳаққындағы түсиниклер кеңейиўши, динамикалық бир ўақытлары пайда болған ҳәм болажақта өзиниң өмириниң ақырына жететуғын Әлем картинасы менен алмасты. Бизиң санамыздағы бул революция (бул революцияға келеси бап арналған) теориялық физика бойынша мениң изертлеўлеримниң басланғыш ноқаты болып табылды. Бизлер Роджер Пенроуз бенен бирликте Эйнштейнниң салыстырмалық теориясына муўапық Әлемниң басының (мүмкин ақырының да) болыўының керек екенлигин көрсеттик.

Үшинши бап. Кеңейиўши Әлем

Егер ашық айсыз түнде биз аспанды көриў ушын шықсақ, аспандағы ең жарық объектлер болған Венера, Марс, Юпитер ҳәм Сатурнды көремиз. Олардан басқа бизиң Қуяшымызға уқсас болған, бизден үлкен қашықлықларда жайласқан жулдызларға көзимиз түседи. Қуяштың дөгерегинде Жердиң айланғанлығынан сол "қозғалмайтуғын" жулдызлардың гейпараларының орынларын азмаз өзгерткенлигин аңлаўға болады. Ал шын мәнисинде сол жулдызлар қозғалмайтуғын объектлер болып табылады. Бул жулдызлар басқа жулдызларға қарағанда бизге жақынырақ жайласқан. Қуяштың дөгерегинде айланыўымыздың себебинен жақын жулдызлар басқа алыстағы жулдызлардың фонында ҳәр қыйлы ноқатларда көриниўи тийис. Усының салдарынан бир жақын жулдызларға шекемги аралықларды әдеўир жоқары дәлликте өлшей аламыз. Ең жақын жулдыз Центаврдың Проксимасы деп аталады ҳәм бизден төрт жақтылық жылына (яғный жақтылық бул жулыздан бизге шама менен төрт жылда жетеди) яки 3500 миллион километрге тең қашықлықта жайласқан. Қуралланбаған көзге көринетуғын жулдызлардың көпшилигине шекемги аралық жүзлеген жақтылық жылына тең. Усы қашықлықларды сегиз жақтылық минутына тең Қуяшқа шекемги қашықлық пенен салыстырыңыз. Көринетуғын жулдызлар түнги аспанда тарқалған, бирақ Қус жолында әдеўир тығыз. 1750 жыллары бир қанша астрономлар Қус жолының не екенлигин дурыс болжады. Олар оғада көп санлы жулдызлар диск тәризли конфигурацияда жыйналған деп есапланады. Ҳәзир жулдызлардың усындай жыйнағын спираллық галактика деп атаймыз. Тек ғана бир неше онлаған жыллардан кейин астроном Уильям Гершель оғада көп санлы жулдызлардың аўҳаллары менен олар арасындағы қашықлықлардың каталогын дүзиўдиң тийкарында бул болжаўды тастыйықлады. Бирақ усыған қарамастан спираллық галактикалар ҳаққындағы көз-қараслар көпшилик тәрепинен тек ғана ХХ әсирдиң басында ғана қабыл етилди.

Әлемниң ҳәзирги картинасы тек 1924-жылы пайда болды. Усы жылы Америкалы астроном Эдвин Хаббл бизиң Галактикамыздың жалғыз емес екенлигин көрсетти. Ҳақыйқатында оғада үлкен бос кеңислик менен бөлинген көп сандағы басқа да галактикалар бар. Усыларды дәлиллеў ушын Хабблға галактикаларға шекемги қашықлықларды есаплаўға туўра келди. Бул аралықлар жүдә үлкен болып, галактикалардың аспандағы аўҳалы жақын жулдызлардың аўҳалындай болып өзгериске ушырамайтуғын болып шықты. Сонлықтан қашықлықларды өлшеў ушын Хабблға жанапай усыллардан пайдаланыўға туўра келди. Жулдыздың көриниў жарықлығы еки факторға - жулдыздың қанша муғдарда жақтылық шығаратуғынлығына ҳәм оның қай орында жайласқанлығына ғәрезли. Жақын жулдызлардың жақтыланыўын ҳәм оларға шекемги қашықлықларды биз өлшей аламыз, демек биз олардың жақтылық шығарыўшылығын да (светимость) өлшей алады екенбиз. Керисинше басқа галактикада жайласқан жулдыздың жақтылық шығарыўшылығын биле отырып оның жақтылығын өлшеп сол жулдызға шекемги аралықты да өлшеўимиз мүмкин. Хаббл өлшеў жүргизиўге болатуғындай жақын жайласқан бир қанша типтеги жулдызлардың жақтылық шығарыўшылығының бирдей екенлигин байқады. Демек, деп ойлады Хаббл, егер басқа галактикаларда усындай жулдызлар табыла қойған жағдайларда олар ушын анық жақтылық шығарыўшылық бериў мүмкин ҳәм сол галактикаға шекемги аралықты өлшеў мүмкин. Егер бир галактикаға тийисли бирнеше жулдыз ушын алынған шамалар бирдей болып шықса, нәтийжелерди исенимли деп есаплаўға болады.

Усындай жоллар менен Хаббл ҳәр қыйлы тоғыз галактикаға шекемги қашықлықларды есаплады. Ҳәзирги ўақытлары бизиң галактикамыздың телескоплардың жәрдеминде бақланатуғын бир неше жүз мың галактикалардың бири екенлигин, ҳәр бир галактикада жүзлеген мың миллион жулдыздың бар екенлигин билемиз. 3.1-сүўретте басқа қандай да бир галактикада турған адамның бизиң Галактикамызға қарағанында қандай болып көринетуғынлығы келтирилген. Бизиң Галактикамыздың сызықлы өлшеми кесе-кесими бойынша шама менен жүз мың жақтылық жылына тең. Ол әсте-ақырынлық пенен айланады, оның спиралының жеңинде жайласқан жулдызлар Галактиканың орайының дөгерегинде бир неше жүз миллион жылда бир рет айланады. Бизиң Қуяшымыз сол спирал тәризли жеңлердиң биреўинде жайласқан эдеттегидей орта шамадағы сары жулдыз болып табылады. Биз Жер Әлемниң орайы деп есапланған Аристотель ҳәм Птолемей заманынан қандай үлкен жолды басып өттик!



Жулдызлар бизлерден жүдә үлкен қашықлықларда жайласқан болғанлықтан аспандағы жақтылық шығарып турған ноқатлардай болып көринеди. Бизлер олардың өлшемлерин де, формаларын да айыра алмаймыз. Солай болса бизлер олардың типлери ҳаққында қалай айта аламыз? деген сораў туўылады. Жулдызлардың басым көпшилиги ушын бақлаў мүмкин болған тек ғана бир характерли қәсийет бар - ол да болса бизге жулдыздан жетип келиўши жақтылықтың реңи болып табылады. Ньютон үш мүйешли мөлдир призма арқалы өткенде Қуяштан түскен ақ реңли жақтылықтың радугаға уқсас ҳәр қыйлы реңлердеги жақтылыққа жикленетуғынлығын (спектр) ашқан еди. Телескопты қандай да бир айырым жулдызға ямаса галактикаға қаратып келген жақтылықтың спектрин ала аламыз. Ҳәр қыйлы жулдызлар ҳәр қыйлы спектрге ийе болады. Бирақ ҳәр қыйлы реңлердиң салыстырмалы жақтылығы жақтылық шығарғанға шекем қыздырылған предметлерден шыққан ҳәр қыйлы реңлердиң салыстырмалы жақтылығындай болады (Қыздырылған мөлдир емес денелерден шыққан жақтылық тек ғана усы денениң температурасына байланыслы болған спектрге ийе болады, әдетте бундай спектрди жыллылық спектри деп атайды. Сонлықтан спектри бойынша жулдыздың температурасын анықлай аламыз). Буннан басқа айырым жулдызлар ушын айырым реңлердиң пүткиллей жоқ екенлиги де байқалады. Қала берсе жоқ реңлер ҳәр қыйлы жулдызлар ушын ҳәр қыйлы. Бизлер ҳәр қыйлы химиялық Элементлердиң өзлери ушын характерли реңлерге ийе болған нурлардың айқын жыйнағын жутатуғынлығын билемиз. Бул сол жулдыздың атмосферасының қандай Элементлерден туратуғынлығынан дерек береди.

Астрономлар 20-жыллары басқа галактикалардағы жулдызлардың спектрлерин изертлей баслады ҳәм усы изертлеўлердиң барысында олар таң қаларлық нәтийже алды: бизиң Галактикамыздағы жулдызлардың спектрлериниң барлығының да бир тәрепке - спектрдиң қызыл тәрепине қарай аўысқанлығы көринди. Усы айтылғанның мәнисин түсиниў ушын Доплер эффектин түсинип алыў керек. Биз жақтылықтың электромагнит толқынлары екенлигин билемиз. Жақтылықтың жийилиги (бир секундтағы толқынлар саны) жүдә жоқары - секундына төрт жүзден жети жүз миллион миллионға шекемги толқын. Адамның көзи ҳәр қыйлы жийиликтеги жақтылықты ҳәр қыйлы реңлерде сезеди, ең төменги жийиликлердеги жақтылық қызыл реңли, ал ең жоқары жийиликлердеги жақтылық фиолет реңде сезиледи. Бизден белгили бир қашықлықта жайласқан турақлы жийиликлерде жақтылық нурларын нурландыратуғын жақтылық дерегин (жулдызды) көз алдымызға келтирейик. Бизге келип жететуғын толқынлардың жийиликлери деректен шыққан ўақыттағы жийиликлердей болатуғынлығы түсиникли (гравитациялық майданды үлкен емес деп есаплаймыз, сонлықтан оның тәсирин есапқа алмаймыз). Енди жақтылық дереги биз тәрепке қарай қозғалатуғын болсын. Келеси толқынды нурландырғанда дерек бизге жақынырақ келеди, сонлықтан бул толқынның өркеши бизге келип жетемен дегенше кеткен ўақыт қозғалмай турған жулдыздағыға қарағанда киширек болады. Сонлықтан келип жетиўши толқынлардың өркешлери арасындағы ўақыт киширейеди, ал бир секунд ишинде қабыл етилетуғын толқынлар саны (яғный жийилик) жоқарылайды. Егер дерек қашықласатуғын болса келип жететуғын толқынлардың жийилиги киширейеди. Демек бизден қашықласатуғын жулдызлардың спектри қызыл тәрепке (қызылға аўысыў), ал жақынласатуғын жулдызлардың спектри фиолет аўысыўға ийе болыўы керек. Тезлик пенен жийилик арасындағы усындай қатнас Доплер эффекти деп аталады ҳәм бул эффект бизиң әдеттеги турмысымызда үлкен әҳмийетке ийе. Жолда жүрип баратырған машинаның сестине дыққат аўдарыңыз: машина бизлерге жақынлап киятырғанда оның сести жоқары (яғный машинадан шығатуғын сестиң жийилиги жоқары), ал машина тусымыздан өтип бизден қашықласатуғын болса, сес төменлейди (яғный машинадан шыққан сестиң жийилиги төменлейди). Жақтылық нурлары менен радиотолқынлар да усындай қәсийетке ийе болады. Доплер эффектин шағылысқан радиотолқынлардың жийилиги бойынша машиналардың жүриў тезлигин анықлаўда полиңия қолланады. Басқа да галактикалардың бар екенлигин дәлиллегеннен кейин Хаббл көп жыллар даўамында өзин галактикаларға шекемги қашықлықлардың каталогын дүзиўге ҳәм сол галактикалардың спектрин изертлеўге бағышлады. Сол ўақытлары алымлардың көпшилиги галактикалардың қозғалысын бир бирине байланыссыз, сонлықтан да қызылға аўысқан қанша спектр табылса, фиолетке аўысқан соншама спектр табылады деп есаплады. Бирақ галактикалардың көпшилигиниң спектриниң қызылға аўысқаны табылғанда үлкен таңланыў пайда етти. Солай етип дерлик барлық галактикалар бизден қашықласып баратыр екен! 1929-жылы жарық көрген Хаббл тәрепинен ашылған буннан да бетер таң қаларлық илимий ашылыўдың мәниси соннан ибарат, қызылға аўысыўдың шамасы тосыннан емес, ал бизден галактикаға шекемги қашықлыққа туўра пропорционал болып шықты. Басқа сөз бенен айтқанда галактика бизден қандай үлкен қашықлықта жайласқан болса, ол бизден соншама үлкен тазлик пенен қашықласады екен! Ал бул Әлемниң статикалық бола алмайтуғынлығын (бурынлары солай деп ойлаған еди) билдиреди. Әлем үзликсиз кеңейеди екен ҳәм галактикалар арасындағы қашықлықлар бәрҳәма үлкейеди.

Кеңейиўши Әлемниң ашылыўы жигирмаланшы әсирдеги ең уллы интеллектуаллық аўдарыспақлардың бири болды. Бурынлары бундай идеяның ҳеш кимниң басына келмеўи үлкен таң қаларлық нәрселердиң бири болып табылады. Ньютон ҳәм басқа да алымлар статикалық Әлемниң гравитациялық күшлердиң тәсиринде қысыла баслаўының кереклигин түсиниўи керек еди. Бирақ, Әлемди кеңейеди деп есаплайық. Егер кеңейиў жеткиликли дәрежеде киши тезликлерде жүретуғын болғанда гравитациялық күшлер ақыр-аяғында кеңейиўди тоқтатып, қысылыў басланған болар еди. Егер кеңейиў тезлиги базы бир критикалық тезликтен үлкен болғанда гравитациялық тартысыў бул кеңейиўди тоқтата алмас еди ҳәм Әлемниң кеңейиўди мәңги даўам еткен болар еди. Усылардың барлығы да Жердиң бетинен ракета ушырғанда пайда болатуғын ситуацияны еске түсиреди. Егер ракетаның тезлиги жүдә үлкен болмаса гравитацияның тәсиринде ракета ақыр-аяғында тоқтап, кейин Жерге қулап түседи. Егер ракетаның тезлиги базы бир критикалық шамадан үлкен болса (секундына он бир километр шамасында) гравитациялық күшлер оны кейин қайтара алмайды ҳәм ракета Жерден алыслаў қозғалысын мәңги даўам етеди. Әлемниң кеңейиўи Ньютонның тартылыс нызамы тийкарында XIX, XVII ҳәтте XVII әсирлерде-ақ болжанған болар еди. Бирақ статикалық Әлемге жүдә жоқары исеним бизиң әсиримиздиң басына шекем жасап келди. Ҳәтте Эйнштейн де 1915-жылы улыўмалық салыстырмалық теориясын дөреткенде Әлемниң статикалық екенлигине исенди. Статикликке қайшы келмеслиги ушын теңлемелерге космологиялық турақлы деп аталатуғын турақлыны киргизиў арқалы ол өзиниң теориясын модификацияға ушыратты. Эйнштейн басқа күшлерден парқы бар, кеңислик-ўақыттың структурасының өзине тән болған "антигравитациялық" күш деп аталатуғын жаңа күшти енгизди. Ол кеңислик-ўақыт өзинше барлық ўақытта да кеңейеди, ал усы кеңейиў Әлемдеги материяның тартысыўы менен дәл теңлеседи, нәтийжеде Әлем статикалық болып қалады деп тастыйықлады. Көринип турғанындай, Эйнштейн ҳәм басқалар статикалық емес Әлемди қалай айланып өтиўди ойлап жүргенде тек ғана бир адам салыстырмалық теориясына толығы менен исенди. Ол адам - орыс физиги ҳәм математиги А.А. Фридман керисинше кеңейиўши Әлемди түсиндириў менен шуғылланды.

Фридман жүдә әпиўайы болған еки нәрсени болжады: бириншиден қайсы бағытта бақламайық, Әлем барлық бағытларда да бирдей болыўы керек, екиншиден бул тастыйықлаў егер де биз Әлемди басқа орынларда турып бақласақ та орынланыўы керек. Басқа болжаўларды пайдаланбай-ақ Фридман Әлемниң статикалық емес екенлигин көрсетти. 1922-жылы Хабблдың нәтийжелеринен бир неше жыллар бурын Фридман Әлемниң статикалық емес екенлигин теориялық жоллар менен дәл болжады.

Барлық бағытлар бойынша Әлемниң бирдейлиги, әлбетте, орынланбайды. Мысалы бизиң галактикамыздағы жулдызлар ашық түн барасында пүткил аспан бойынша анық көринип туратуғын жақтылы жолақты - Қус жолын пайда етеди. Бирақ егер алыстағы галактикаларды алатуғын болсақ, онда олардың барлық бағытларда бирдей болып тарқалғанлығын көремиз. Демек, галактикалар арасындағы қашықлықларға салыстырғанда үлкен аралықларға келгенде ҳәм киши масштаблы айырмаларды есапқа алмайтуғын болғанда Әлемниң барлық бағытларда ҳақыйқаттан да бирдей деп жуўмақ шығарамыз.

Узақ ўақытлар даўамында бул Фридман гипотезасының тийкары, ҳақыйқый Әлемге "турпайы" түрде жақынласыў сыпатында қабыл етилип келди. Бирақ кейин базы бир тосаттан болған ўақыяның салдарында Фридман гипотезасының Әлемниң таң қаларлықтай дәл тәрийиплемесин беретуғынлығы анықланды.

1965-жылы АҚШ тағы Нью-Джерси штатындағы Bell Laboratories фирмасында ислеўши еки физик Арно Пензиас ҳәм Роберт Вильсон жүдә сезгир болған "микротолқынлы", яғный аса жоқары жийиликли (микротолқынлар деп жийилиги секундына он мың миллион толқын болған жақтылықтай толқынларға айтамыз) детекторды сынап көриў менен шуғылланды. Пензиас ҳәм Вильсонлар детектор тәрепинен қабыл етилип атырған шаўқымның күтилгеннен жоқары екенлигин байқады. Бул шаўқым белгили бир бағытларға қарай тарқалған болмай шықты. Дәслепки ўақытлары жоқарыда атлары келтирилген алымлар шаўқымды ҳәр қыйлы себеплер менен байланыстырып көрди бирақ сол "факторлардың" барлығы да бийкарланды. Олар атмосферадан келип жететуғын шақымлардың детектор туўры жоқарыға қарағанда үлкен болмайтуғынлығын билди. Себеби горизонттың арғы тәрепинен келген жақтылық тик келген жақтылыққа қарағанда атмосфераның қалың қатламынан өтеди. "Артық" шаўқым детекторды қайсы тәрепке қарай бағытласа да бирдей болып шықты. Демек сол шаўқымның дереги атмосферадан сыртта деген сөз. Шаўқым күндиз де, түнде де, Жердиң өз көшери дөгерегинде, Қуяштың дөгерегинде айланыўына қарамастан жылдың барлық мәўсимлеринде де бирдей болып шықты. Бул шаўқымның дерегиниң Қуяш системасынан сыртта, ҳәтте Галактикадан да сыртта екенлигин мәлимледи. Ҳәзир биз бул нурланыўдың (шаўқымның) Әлемниң бақланатуғын бөлиминиң барлық тәреплеринен келетуғынлығын билемиз. Барлық бағытлар бойынша бул нурланыўдың бирдей екенлиги Әлемниң барлық бағытлар бойынша бирдей екенлигин билдиреди. Ҳәзирги ўақытлары биз қайсы бағытта өлшеў жүргизбейик, бул шаўқымның он мыңнан бирге де өзгермейтуғынлығын билемиз. Солай етип Пензиас пенен Вильсон ҳеш нәрседен гүманланбай-ақ Фридманның биринши болжаўын тастыйықлады.

Шама менен сол ўақытлары Принстон университета менен қоңсы болған еки америкалы физик Боб Дикке менен Джим Пиблс микротолқынларды изертлеў менен шуғылланды. Олар дәслепки Әлемниң жүдә жоқары температуралы, тығыз екенлиги ҳаққындағы Джордж Гамовтың (А.А.Фридманның бурынғы оқыўшысы) болжаўынының дурыслығын тексерип атыр еди. Дикке ҳәм Пиблс дәслепки Әлемниң нурланыўын көриў мүмкин, себеби оның ең алыс областларынан шыққан жақтылықтың бизге тек ҳәзир ғана жетип келиўи мүмкин деген пикир тийкарында жумысларын жүргизди. Бирақ кеңейиўдиң салдарынан жақтылықтың қызылға аўысыўы жүдә үлкен болыўы керек. Нәтийжеде бизге жетип келген нурланыў микротолқынлық нурланыў (аса жоқары жийиликли) болыўы керек деп болжаў айтылды. Пензиас ҳәм Вильсонның Дикке менен Пиблстың жумыслары ҳаққында билгенде сол нурланыўды тапқанлығына көзлери жетти. Сол экспериментлери ушын Пензиас пенен Вильсон 1978-жылы Нобель сыйлығын алыўға миясар болды (Гамов ҳаққында айтпағанның өзинде, Дикке менен Пиблслерди еске түсиргенимизде бул мәселениң жүдә әдил шешилмегенлигине көз жеткеремиз).

Ҳақыйқатын айтқанда Әлемниң барлық бағытларда бирдей болыўы Әлемдеги бизиң ийелеп турған орнымыздың қандай да бир атрықмашлыққа ийе екенлигинен емес пе? деген сораў туўылады. Мысалы барлық галактикалардың бизден қашықласып баратырғанлығы бизиң орайда жайласқанлығымыздан дерек береди. Бирақ басқаша да түсиндириў мүмкин: Егер қандай да бир галактикада турып қарағанда әлем барлық бағытлар бойынша бирдей болып көринеди. Буның Фридманның екинши гипотезасы екенлигин билемиз. Бизде буған қарсы да, буны мақуллайтуғын да илимий тийкар жоқ ҳәм биз бул гипотезаны киши пейиллик пенен қабыл еттик: Әлем тек ғана бизиң әтирапымызда барлық бағытларда бирдей болса, ал оның басқа ноқатларында бундай жағдай болмаса дым бир түрли болған болар еди! Фридман моделинде барлық галактикалар бир биринен қашықласады. Бул ноқатлар қойылған үпленген шар тәризли, шарды үрлеўди даўам етсек сол ноқатлар арасындағы қашықлықлар және де үлкейеди. Бул жерде ноқатлардың барлығы арасындағы қашықлықлар үлкейеди, бирақ олардың бәршесин де орайда жайласқан деп айтыўға болады. Қала берсе, ноқатлар арасындағы қашықлық қаншама үлкен болса, олар бир биринен соншама тезирек қашықласады. Фридман моделинде де еки галактика арасындағы қашықласыў тезлиги галактикалар арасындағы қашықлыққа туўры пропорционал. Солай етип Фридман модели Хабблдың илимий ашыўына сәйкес галактиканың қызылға аўысыўының усы галактиканың бизден қашықлығына пропорционал екенлигин болжайды. Усындай табысларына қарамастан Фридманның жумыслары Батыста белгисиз болып қалды. Тек 1935-жылы америкалы физик Говард Робертсон ҳәм англиялы математик Артур Уолкер Хабблдың нәтийжелерине сәйкес келетуғын моделди усынды.

Фридманның өзи тек ғана бир моделди қарады. Бирақ оның еки фундаменталлық болжаўлары орынланатуғын ҳәр қыйлы болған үш моделди көрсетиў мүмкин. Биринши типтеги моделде (Фридманның өзи тәрепинен ашылған) Әлем жеткиликли дәрежеде әсте-ақырынлық пенен кеңейеди. Бундай жағдайда галактикалар арасындағы гравитациялық тартысыў күшлери Әлемниң кеңейиўин әстелетип ақыр-аяғында тоқтатады. Буннан кейин галактикалар бир бирине жақынласа ҳәм соған сәйкес Әлем қысыла баслайды. 3.2- сүўретте қоңсылас галактикалар арасындағы қашықлықтың қалай өзгеретуғындлығы көрсетилген. Бул қашықлық нолден базы бир максимумға шекем үлкейеди, ал кейин нолге шекем кемейеди. Екинши типтеги моделде Әлемниң кеңейиўи үлкен тезлик пенен жүреди ҳәм гравитациялық тартылыс күшлери кеңейиў тезлигин кемейтиўи мүмкин, бирақ оны тоқтата алмайды.

3.3-сүўретте усындай жағдайдағы галактикалар арасындағы қашықлықтың өзгериси келтирилген. Иймеклик нолден шығады, ал ақыр-аяғында галактикалар турақлы тезлик пенен бир биринен қашықласады. Ең кейинги үшинши типтеги моделде Әлемниң кеңейиў тезлиги нолге шекем қысылыўдан (коллапстан) қашып қутылыўға жеткендей ғана шамаға ийе. Бундай жағдайларда галактикалар арасындағы қашықлық дәслеп нолге тең (3.4-сүўрет), кейин тезлик кемейе береди, бирақ ол нолге шекем ҳеш төменлемейди.

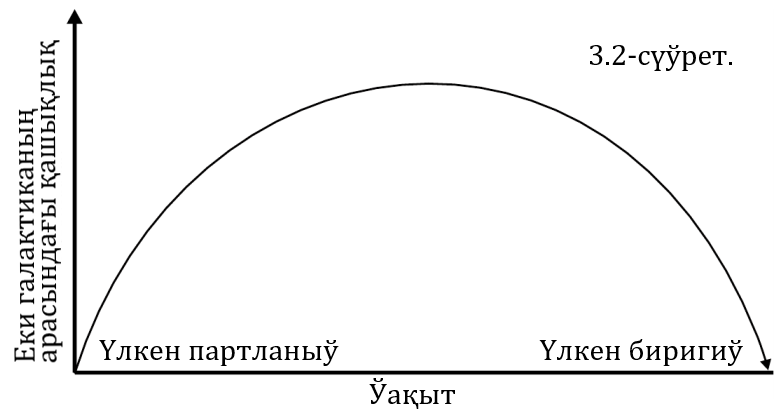
Биринши типтеги Фридман моделинде Әлем кеңисликте шексиз үлкен емес, бирақ шегаралары жоқ. Бул таң қаларлық нәрсе. Гравитацияның күшли болғанлығынан кеңислик майысып Жердиң бетиндей болып өзи өзи менен туйықласады. Жердиң бети менен бир бағытта қозғала берсеңиз, Сиз ҳеш қашан да абсолют өткизбейтуғын дийўалға соқлығыспайсыз, Жердиң шетине тап болып қулап түспейсиз, ақыр-аяғында қай орыннан шыққан болсаңыз, сол орынға қайтып келесиз. Фридманның биринши моделинде кеңислик тап усындай, тек еки өлшемниң орнына Жердиң бети үш өлшемге ийе болады. Төртинши өлшем болған ўақыт шекли узынлыққа ийе, бирақ ол басы менен ақырына ийе туўрыға уқсас. Кейин биз улыўмалық салыстырмалық теориясын квант-механикалық принцип пенен байланыстырсақ кеңислик пенен ўақыттың шетлерине, шегараларға ийе болмаса да, шекли болыўының мүмкин екенлигин көремиз.

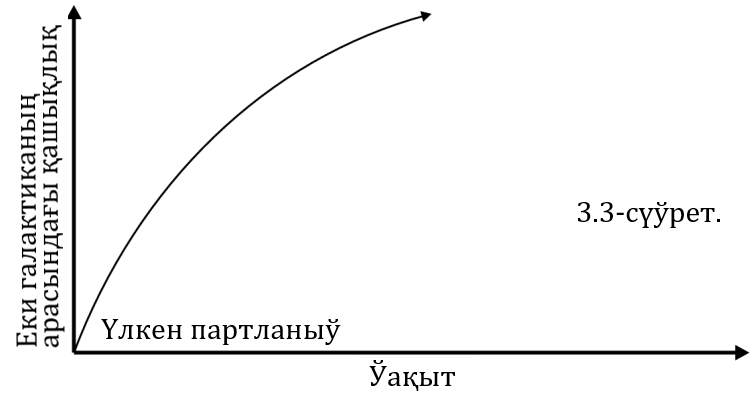
Әлемниң әтирапын қалай айланып шығып дәслепки орынға қайтып келиў ҳаққындағы ой тек илимий фантастика ушын жарамлы, бирақ әмелий әҳмийетке ийе емес. Себеби бир айланып шығаман дегенше Әлем нолге шекем қысылып үлгереди. Дәслепки ноқатқа Әлемниң ақырына шекем қайтып келиў ушын жақтылықтың тезлигинен де үлкен тезлик пенен қозғалыў керек. Ал бундай болып қозғалыўдың мүмкиншилиги жоқ.

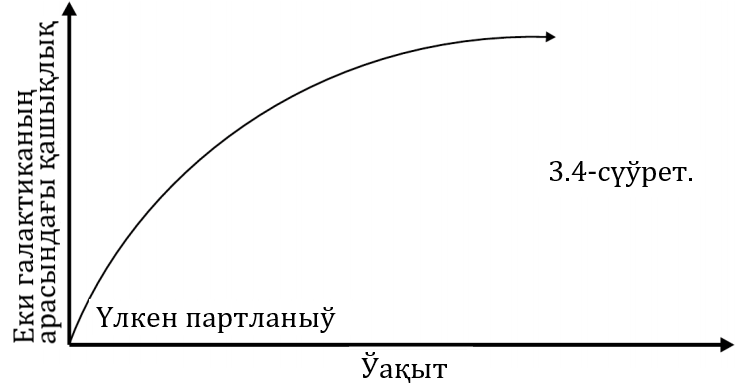
Фридманның биринши моделинде (бул моделде Әлем кеңейеди ҳәм қысылады) кеңислик майысады ҳәм Жердиң бети сыяқлы өзи өзи менен туйықланады. Сонлықтан Әлемниң өлшемлери шекли. Әлем шексиз кеңейетуғын екинши моделде кеңислик басқаша - аттың ериндей болып майысқан. Сонлықтан екинши моделде кеңислик шексиз. Ақырында, Фридманның үшинши моделинде (кеңейиўдиң критикалық тезлигинде) кеңислик тегис (демек бул жағдайда да шексиз).

Бирақ Фридманның қайсы модели бизиң Әлемимиз ушын жарамлы? Әлем ақыр- аяғында кеңейиўин тоқтатып қысыла баслай ма ямаса кеңейиўин шексиз даўам ете ме? бул сораўларға жуўап бериў ушын Әлемниң ҳәзирги ўақытлардағы кеңейиў тезлигин ҳәм оның орташа тығызлығын билиў керек. Егер тығызлық кеңейиў тезлигине ғәрезли болған базы бир критикалық шамадан киши болса гравитациялық тартысыў кеңейиўди тоқтатыў ушын кишилик қылады. Егер тығызлық критикалық тығызлықтан үлкен болғанда гравитацияның тәсиринде болажақта кеңейиў тоқтайды ҳәм қысылыў басланады.

Әлемниң кеңейиўиниң бүгинги тезлигин Доплер эффекти бойынша бизлерден галактикалардың қашықласыў тезлигин өлшеў арқалы анықлаў мүмкин. Бундай өлшеўлерди жоқары дәлликте орынлаў мүмкин. Бирақ басқа галактикаларға шекемги аралықлар бизге еле анық мәлим емес, себеби тиккелей өлшеўлер жүргизиў мүмкин емес. Ҳәзирше биз Әлемниң ҳәр бир мың миллион жылда 5-10 процентке кеңейетуғынлығын билемиз. Соның менен бирге Әлемниң орташа тығызлығын есаплаўларда жиберилип атырған анықсызлықтың мәниси оннан да үлкен. Егер бизиң ҳәм басқа да галактикалардағы бақланатуғын жулдызлардың массаларын қосып шықсақ ҳәм соның менен бирге Әлемниң кеңейиў тезлигин киши деп есаплағанның өзинде Әлемниң кеңейиўин тоқтататуғын тығызлықтың жүзден бириндей де болмайды.







Бирақ бизиң де, басқа да галактикаларда тиккелей көриўге болмайтуғын көп муғдардағы қараңғы материя бар. Бундай қараңғы материяның бар екенлигин галактикалардағы жулдызлардың орбиталарына тәсиринен билемиз. Буннан басқа галактикалар тийкарынан галактикалар жыйнақларында бақланады. Сонлықтан да усы галактикалар жыйынларында олардың өзлериниң қозғалысларына тәсир ететуғын көп муғдардағы галактикалар аралық қараңғы материяның болыўы мүмкин. Барлық қараңғы материяның массаларын қосып шыққанымызда кеңейиўди тоқтата аратуғын массаның тек оннан бирин ғана аламыз. Бирақ еле де есапқа алынбаған ямаса еле бақланбаған Әлемниң тығызлығын критикалық мәниске шекем жеткере алатуғын ҳәм соған сәйкес кеңейиўдиң тоқтаўына алып келетуғын Әлем бойынша теңдей тарқалған материяның басқа да формаларының бар болыўы мүмкин. Солай етип қолда бар мағлыўматлар Әлемниң шексиз кеңейе бариўиниң итимал екенлиги ҳаққында айтады. Егер кеңейиў тоқтап, ақыр-аяғында қысылыў басланатуғын болса, бул ўақыяның он мың миллион жылдан бурын жүзеге келмейтуғынлығын исеним менен айта аламыз (Әлемниң кеңейе баслағанына да тап сондай ўақыт болды). Бирақ бул жағдайдың бизди оншама тынышсызландырмаўы керек. Егер сол ўақытларға шекем биз Қуяш системысының сыртына көшип кетпейтуғын болсақ, ҳәзирги Жер бетиндеги адамзат ол ўақытларға шекем өмир сүрмейди - Адамзат Қуяш пенен бирге сөнеди!

Фридман моделиниң барлық вариантлары ушын бир улыўмалық жағдай бар: өтмиштиң қандай да бир ўақыт моментинде (он-жигирма мың миллион жыл бурын) қоңсылас галактикалар арасындағы қашықлық нолге тең болған болыўы керек. Үлкен партланыў деп аталатуғын усы моментте Әлемниң тығызлығы ҳәм кеңислик-ўақыттың иймеклиги шексизликке тең.

Математиклер шексиз үлкен санлар менен әмеллер жүргизиўди билмейди. Бул өз гезегинде улыўмалық салыстырмалық теориясына сәйкес (Фридманның шешимлери усы теорияға тийкарланған) Әлемде усы теорияны қолланыўға болмайтуғын ноқаттың болыўы керек дегенди аңлатады. Бундай ноқат математикада айрықша (сингуляр) ноқат деп аталады. Бизиң барлық илимий теорияларымыз кеңислик-ўақытты тегис, дерлик жалпақ деп есаплайды, сонлықтан оларды кеңислик-ўақыттың иймеклиги шексиз болатуғын үлкен партланыўдың сингуляр ноқатында дурыс нәтийжелер бермейди. Сонлықтан егер үлкен партланыўдың алдында қандай да бир ўақыялар болып өткен болса, үлкен партланыў ноқатында болжаў мүмкиншилиги нолге тең болған болар еди ҳәм усы ўақыялар бойынша келешекти болжаўдың мүмкиншилиги жоғалады. Тап сол сыяқлы үлкен партланыўдан кейин нелердиң болғанлығын билетуғын болсақ та (ал бизлер тек соны билемиз), усы партланыўға шекем нелердиң болғанлығын билмеймиз. Үлкен партланыўға шекем болған ўақыялар бизиң ушын ҳеш қандай нәтийжелерди бермеўи ҳәм сонлықтан ол ўақыялар Әлемниң илимий моделинде орын алмаўы керек. Усыған байланыслы олар моделден алынып тасланады ҳәм ўақытты есаплаўдың басын үлкен партланыў моменти деп есаплаймыз.

Ўақыттың басы бар деген ой көпшиликке унамайды. Себеби бул сөздиң тийкарында Қудайдың араласыўы ҳаққында астарлы сөз турған жоқ па екен деген гүман да пайда болады (үлкен партланыў моделине Католик ширкеў жабысып алды ҳәм 1951-жылы үлкен партланыў модели Библияға сәйкес келеди деп расимий түрде дағазаланды). Усыған байланыслы мәселени үлкен партланыўсыз шешиў бойынша ҳәрекетлердиң исленгени белгили. Соның ишинде стационар Әлем модели көбирек қоллап-қуўатланды. Бул моделдиң авторлары нацистлер тәрепинен басып алынған Австриядан қашқан Х. Бонди ҳәм Т. Гоулд (1948-жылы), урыс ўақтында радиолокация проблемалары менен шуғылланған инглиз Ф. Хойл болды. Олардың идеясы төмендегилерден ибарат: галактикалардың бир биринен қашыўының салдарынан босап қалған орынларда үзликсиз түрде затлардың пайда болғанлығынан жаңа галактикалар қәлиплеседи. Демек Әлем барлық ўақытларда да қайсы бағатта қарағанда да бирдей болып көринеди. Әлбетте затлардың үзликсиз түрде "дөреўи" ушын салыстырмалық теориясын бирқанша өзгериске ушыратыўға туўра келди. Бирақ затлардың дөреўиниң тезлиги жүдә киши болып шықты (жылына бир куб километрде бир бөлекше). Бул экспериментлерге қайшы келмеди. Стационар модель - бул биринши баптың критерийлерин басшылыққа алатуғын болсақ жақсы илимий теорияның мысалы бола алады: бул модель жүдә әпиўайы ҳәм дурыслығын бақлаўлар жүргизиў жолы менен тексерип көриўге болатуғын анық болжаўлар береди. Оның болжаўларының бири төмендегидей: қайсы ўақытта ҳәм қай орында бақлаўдың жүргизилиўине байланыссыз кеңисликтиң белгили бир көлеминдеги галактикалар менен басқа да объектлердиң саны турақлы болыўы керек. 50-жыллардың ақырында ҳәм 60- жыллардың басында Кембридж университетиниң астрономлары М. Райлдың (урыс ўақытлары бул киси де Бонди, Гоулд ҳәм Хойл менен бирликте радиолокация мәселелери менен шуғылланған) басшылығында сыртқы кеңисликтен келетуғын радиотолқынлар дереклериниң каталогын дүзди. Бул Кембриджлик топар сол радиодереклердиң биразларының бизиң Галактикамыздан тыста жайласқанлын көрсетти (ҳәтте көплеген дереклерди айырым галактикаларға теңлестириў мүмкин болды). Оннан қала берсе ҳәлсиз дереклердиң санының күшли дереклер санынан әдеўир көп екенлиги табылды. Ҳәлсиз дереклер алыста жайласқан, ал күшли дереклер оларға салыстырғанда жақын жайласқан деп түсиндирилди. Буннан кейин алыста жайласқан областлардағы көлемниң бир бирлигиндеги әдеттегидей дереклер саны жақын орынлардағы көлемниң бир бирлигиндеги сондай дереклердиң санынан көп болып шықты. Бул нәтийже бизиң басқа орынларға қарағанда дереклер аз Әлемниң оғада үлкен областының орайында жайласқанлығымызды билдиреди. Бирақ буны басқаша да түсиндириў мүмкин: бурынлары, радиотолқынлар бизге қарай жол алғанда дереклер ҳәзиргиге қарағанда көбирек болған. Булар стационар Әлем теориясының болжаўларына қайшы келеди. Буннан басқа 1965-жылы Пензиас пенен Вильсон тәрепинен ашылған микротолқынлық нурланыў Әлемниң тығызлығының бурынлары көп болғанлығын көрсетти. Сонлықтан да Әлемниң стационар моделинен бас тартыўға туўра келди. 1963-жылы еки совет физиги Е.М. Лифшиң ҳәм И.М. Халатниковлер үлкен партланыўды, соның менен бирге ўақыттың басын жоқ қылыўға тырысты. Лифшиң пенен Халатников үлкен партланыўды ҳақыйқый Әлемди шама менен тәрийиплейтуғын Фридман моделлериниң айрықшалығынан деп болжады. Ҳәзирги бар Әлемди тәрийиплейтуғын моделлердиң ишиндеги тек Фридман моделлеринде ғана үлкен партланыў ноқатында сингулярлық пайда болады. Фридман бойынша барлық галактикалар туўры бағытларда бир биринен қашықласады ҳәм, сонлықтан, бир ўақытлары олардың барлығы да бир орында жайласқан. Бирақ ҳақыйқый Әлемде галактикалар ҳеш қашан да туўры бойынша бир биринен қашықласпайды. Олардың тезликлериниң туўры бағытқа салыстырғанда мүйеш пенен бағытланған қураўшылары да бар. Сонлықтан ҳақыйқатында галактикалардың дәл бир орында турыўы шәрт емес, олардың бир бирине жүдә жақын турыўы жеткиликли. Бундай жағдайда кеңейиўши Әлем үлкен партланыўдың сингуляр ноқатында пайда болмай, қандай да бир дәслепки қысылған фазада пайда болған болып шығады. Сонлқтан мүмкин Әлем усындай қысылған ҳалда турғанда барлық бөлекшелер бир бири менен соқлығыспаған шығар. Олардың қандай да биреўлери бир бирине жақын аралықтардан өтип ҳәр қыйлы тәреплерге айрылып кеткен, соның себебинен ҳәзириги ўақытлары бақланылатуғын кеңейиўдиң орын алыўы да мүмкин. Бундай жағдайда үлкен партланыўдың Әлемниң басының болғанлығын қалай анықлаймыз? Лифшиң пенен Халатников улыўма белгилери бойынша Фридман моделлерине уқсақ моделди үйрениў менен шуғылланды. Фридман моделлеринен айырма соннан ибарат болды, олар Әлемдеги бир қәлипликтиң бузылыўлары ҳәм галактикалардың ҳақыйқый тезликлериниң тосаттан келип шығатуғын мәнислерге ийе екенлиги есапқа алынды. Усының нәтийжесинде Лифшиң ҳәм Халатниковлер ҳәтте галактикалар туўры бойынша бир биринен қашықласатуғын болса да Әлемниң басының үлкен партланыўдың болыўының мүмкин екенлигин, бирақ галактикалар белгили бир тәртип бойынша қозғалатуғын шекли сандағы моделлерде орын алатуғынлығын көрсетти. Үлкен партланыўға ийе емес Фридман типиндеги моделлер усындай сингулярлыққа ийе моделлерден жүдә көп болғанлықтан Лифшиң пенен Халатниковлер үлкен партланыў болған жоқ деп тастыйықлады. Бирақ кейинирек олар Фридман типиндеги моделлердиң сингулярлыққа ийе ҳәм галактикалардың белгили бир тәртипте қозғалыўын талап етпейтуғын әдеўир улыўма болған классын тапты. Сонлықтан 1970-жылы Лифшиң ҳәм Халатников өзлериниң теориясынан бас тартты.

Бирақ қалай деген менен олардың жумыслары жүдә үлкен әҳмийетке ийе болды. Себеби егер салыстырмалық теориясы дурыс болатуғын болса Әлемниң айрықша ноқат - үлкен партланыўға ийе болыўының мүмкин екенлиги көрсетилди. Бирақ Лившиң пенен Халатниковлардың жумыслары улыўмалық салыстырмалық теориясынан ўақыттың басы - үлкен партланыўдың болыўы керек пе? деген бас сораўға жуўап бере алған жоқ. Бул сораўға 1965-жылы инглиз математиги ҳәм физиги Роджер Пенроуз тәрепинен мәселеге басқаша қараўдың салдарынан жуўап алынды. Улыўмалық салыстырмалық теориясындағы жақтылық конусларын жүргизиў арқалы ҳәм гравитациялық күшлер бәрқулла тартылыс күшлери болып табылады деп есаплап Пенроуз жулдыздың өзиниң меншикли гравитациялық күшлериниң тәсиринде қысылатуғынлығын, усының менен бирге бул жулдыздың бети ақыр- аяғында нолге шекем кемейетуғын область пенен шекленетуғынлығын көрсетти. Егер бул областтың бети нолге шекем киширейетуғын болса, оның көлеминиң де сондай өзгериске ушыраўы керек. Жулдыздың барлық затлары нолге шекем қысылады, соған сәйкес оның тығызлағы менен кеңислик-ўақыттың иймеклиги шексиз үлкен болады. Басқа сөз бенен айтқанда кеңислик-ўақыттың базы бир областында қара қурдым деп аталатуғын сингулярлық пайда болады.

Биринши рет қарағанда Пенроуз теоремасы тек жулдызға қатнасы бар болып көринеди. Бул теоремада Әлемниң өтмиште үлкен партланыўға ийе болған-болмағанлығы ҳаққында ҳеш нәрсе жоқ. Пенроуз өзиниң теоремасын дәлиллеген ўақытлары мен аспирант сыпатында диссертация жақлаў ушын қайтпай-тайсалмай қандай да бир мәселе изледим. Усы ўақыттан еки жыл бурын врачлар маған "боковой амиотрофическнй склероз" ямаса нейронлардың моторлық кеселлиги деп диагноз қойды ҳәм мениң асып кетсе бир-еки жыл ғана жасайтуғынлығынман түсиник берди. Бундай шараятларда диссертация үстинде ислеў айта қалғандай ақылға муўапық келмеди, себеби диссертациялық жумыс питемен дегенше жасайман деп ойламадым. Бирақ еки жыл өтти ҳәм аўҳалым төменлемеди. Мениң жумысларым жүдә жақсы жүрди, бизлер Джейн Уайлд деген гөззал қыз бенен турмыс қурыўға келистик. Ал үйлениў ушын мениң жумысқа орнласыўым, ал жумысқа орналасыў ушын докторлық дәреже алыўым керек болды.

1965-жылы мен Пенроуздың қәлеген денениң гравитациялық коллапстың тәсиринде ақыр-аяғында сингулярлық ноқатқа шекем қысылатуғынлығы ҳаққындағы теоремасы ҳаққында оқыдым. Кейин ала мен егер Пенроуздың теоремасындағы қысылыўдың кеңейиў менен алмасыўы ушын ўақыттың бағытын өзгерткенде де ҳәзирги ўақытлары Әлем үлкен масштабларда турпайырақ болса да Фридман модели бойынша тәрийипленетуғын болғанлықтан сол теореманың дурыс болатуғынлығын түсиндим.

Пенроуз теоремасы бойынша коллапсқа ушыраўшы жулдыздың ең ақырғы ҳалы сингулярлық болып табылады, ал ўақыттың бағытын өзгерткенде бул теорема фридманлық типиндеги қәлеген модель ушын кеңейиўши Әлемниң дәслепки ҳалы да сингулярлық бойыўы керек деп тастыйықлайды. Тахникалық характердеги көз-қарас бойынша Пенроуз теоремасына Әлемниң кеңисликтеги шексизлик болыў талабы киргизилген. Сонлықтан усы теорема тийкарында мен Әлем қайтадан қысылыўдың басланбаўы ушын жеткиликли дәрежеде кеңейетуғын болғанда ғана сингулярлықтың болыўының керек екенлигин дәллилеўге еристим (өйткени тек усындай ғана фридман моделлери кеңисликте шексиз). Кейин мен бир неше жыллар даўамында сингулярлықтың зәрүрлиги ҳаққындағы теореманы бул ҳәм басқа да техникалық қыйыншылықлардан қутқарыў мақсетинде жаңа математикалық аппаратты дүзиў менен шуғылландым. Нәтийжеде 1970-жылы бизлер Р.Пенроуз бенен бирликте улыўма салыстырмалық теориясының дурыслығына ҳәм Әлемдеги затлардың муғдарына тийкарланып үлкен партланыўдың сингулярлық ноқатының бар болыўының кереклиги ҳаққында мақала жаздық. Бизиң жумысымыз көп сандағы алымлардың, соның ишинде марксистлик философияға садықлығының салдарынан илимий детерменизмге исенген совет алымлары менен сингулярлық идеясының өзин Эйнштейнниң теориясының сулыўлығын бузады деп есаплаўшылардың қарсы пикирлериниң пайда болыўына алып келди. Бирақ математикалық теория менен бәсеклесиўдиң кереги жоқ ҳәм сонлықтан жумыс ақырына жеткерилгенде көпшилик тәрепинен қабыл етилди. Ҳәзир дәрлик бәрше алымлар Әлемди үлкен партланыўдың айрықша ноқатында пайда болды деп есаплайды. Тәғдирдиң тамашасы болса керек, мениң көз-қарасларым өзгерди ҳәм усының салдарынан мен ҳәзир физиклерди Әлем пайда болғанда ҳақыйқатында да ҳеш қандай айрықша ноқаттың балмағанлығына исендириўге тырысып атырман. Келеси бапларда квантлық эффектлерди есапқа алмағанда сингулярлықтың жоғалыўының мүмкин екенлигин көрсетемен. Ал усы бапта болса бизлердиң ярым әсирден де киши ўақытлар ишинде адамлардың тәбият ҳаққындағы бир неше мыңлаған жыллар даўамында қәлиплескен көз-қарасларының қандай болып өзгергенлигин анық көрдик. Бул өзгеристиң басламасы Хаббл тәрепинен Әлемниң кеңейетуғының ашылыўы ҳәм бизиң планетамыздың Әлем кеңислигиниң тек ғана кишкене ғана бөлегин ийелейтуғынлығы болып табылады. Экспериментлик ҳәм теориялық нәтийжелер көбейген сайын Әлемниң ўақыт бойынша басының болыўының кереклиги айқынлана берди. Ең ақырында буның дурыслығын биз Пенроуз бенен бирликте 1970-жылы Эйнштейнниң салыстырмалық теориясының тийкарында дәлилледик. Бизиң дәлиллеўлеримизден улыўмалырақ салыстырмалық теориясының толық емес теория екенлиги келип шықты. Бул теорияда Әлемниң қалай пайда болғанлығы ҳаққындағы сораўға жуўап жақ. Себеби бул салыстырмалық теориясы бойынша барлық теориялар, соның ишинде салыстырмалық теориясының өзи де Әлем пайда болған ноқатта бузылады. Бирақ улыўмалық салыстырмалық теориясы толық теория ролин атқарыўға умтылмайды: сингулярлық ҳаққындағы теоремалар тек ғана раўажланыўдың ең басланғыш стадияларында Әлемниң өлшемлериниң жүдә киши болғанлығын, бундай жағдайларда ХХ әсирдиң басқа уллы теориясы болған квантлық механика шуғылланатуғын киши масштабтағы эффектлердиң әҳмийетиниң үлкен болатуғынлығын тастыйықлайды. Солай етип 70-жыллардың басында бизлерге өзимиздиң изертлеўлеримизде жүдә үлкенниң теориясынан жүдә кишиниң теориясына өтиўимизге туўра келди. Бундай теория болған квантлық механикаға келеси бап бағышланады. Буннан кейин дара-дара болған усындай еки теорияны гравитацияның квант теориясына бириктириў мәселелерин таллаўға өтемиз.

Төртинши бап. Анықсызлық принципи

Илимий теориялардың, әсиресе Ньютонның тартылыс теориясының табысларының тәсиринде XIX әсирдиң басында француз алымы Пьер Лапласта Әлемге толығы менен детерминацияланған объект сыпатында көз-қарас пайда болды. Лаплас егер қандай да бир ўақыт моментиндеги Әлем ҳалының толық тәрийиплемеси болса Әлемде болыўы мүмкин болған барлық қубылысларды болжаўға мүмкиншилик беретуғын нызамлардың жыйнағының болыўы керек деп есаплады. Мысалы егер биз қандай да бар ўақыт моментине тийисли Қуяштың ҳәм планеталардың аўҳалларын билетуғын болсақ, Ньютон нызамлары жәрдеминде Қуяш системасының қәлеген ўақыт моментиндеги қандай ҳалда туратуғынлығын болжай алған болар едик. Бул жағдайда детерменизм анық көринип тур. Бирақ Лаплас әдеўир алған кетти: ол барлық нәрсе, соның ишинде адамның минез-қулқы ушын да сәйкес нызамлар бар деп есаплады.

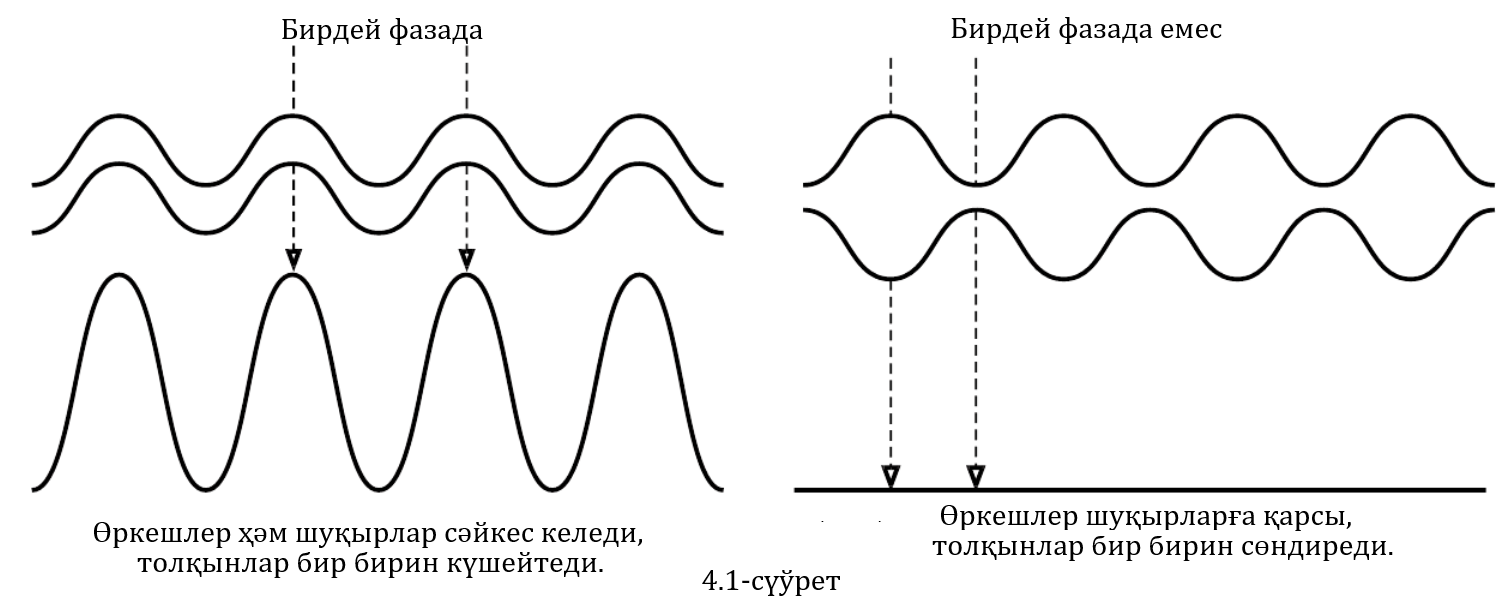
Илимий детерменизм доктринасы көпшилик тәрепинен күшли қарсылыққа ушырады. Биразлар бундай доктрина бойынша бизиң дүньямызға Қудайдың еркин араласыўы шекленеди деп есаплады. Бирақ солай болса да бизиң әсиримиздиң басында бул идея эдеттегидей илимий гипотеза сыпатында қабыл етилди. Детерменизмнен бас тартыўдың зәрүрлигине ең дәслеп англия физиклери Джон Рэлей менен Джеймс Джинстың есаплаўлары себеп болды. Бул есаплаўлар бойынша жулдыз типиндеги қызған объектлердиң барлық ўақытлары шексиз үлкен энергия нурландырыўы керек болып шықты. Сол ўақытлары белгили болған нызамлар бойынша қыздырылған дене бирдей дәрежеде барлық жийиликлердеги (мысалы радиотолқынлар, көринетуғын жақтылық, рентген нурлары) электромагнит толқынларын нурландырыўы шәрт. Бул жийиликлери секундына бирден екиге шекем миллион миллион толқын ҳәм секундана екиден үш миллион миллион толқынға шекем болған бирдей муғдардағы энергияны нурландырыўға сәйкес келеди. Ҳәр қыйлы жийиликлер шексиз көп болғанлықтан толық нурланыў энергиясы да шексиз болыўы шәрт.

Усындай абсурдтан қутылыў ушын 1900-жылы немис алымы Макс Планк жақтылық, рентген нурлары ҳәм басқа да толқынлар қәлеген интенсивлиликте нурландырылмайды, ал тек базы бир порциялар түринде нурландырылады деген гипотезаны қабыл етти. Бул порцияларды Планк квантлар деп атады. Соның менен бирге Планк ҳәр нурланыўдың ҳәр бир кванты жийилиги қаншама үлкен болса соншама үлкен болатуғын энергияны алып жүреди деп есаплады. Солай етип жеткиликли дәрежеде үлкен болған энергияларда бир кванттың энергиясы бар болған энергияның мәнисинен үлкен болыўы мүмкин ҳәм сонлықтан жоқары жийиликли нурланыў өширилген, ал дене энергиясын жоғалтатуғын интенсивлилик шекли мәниске ийе болады.

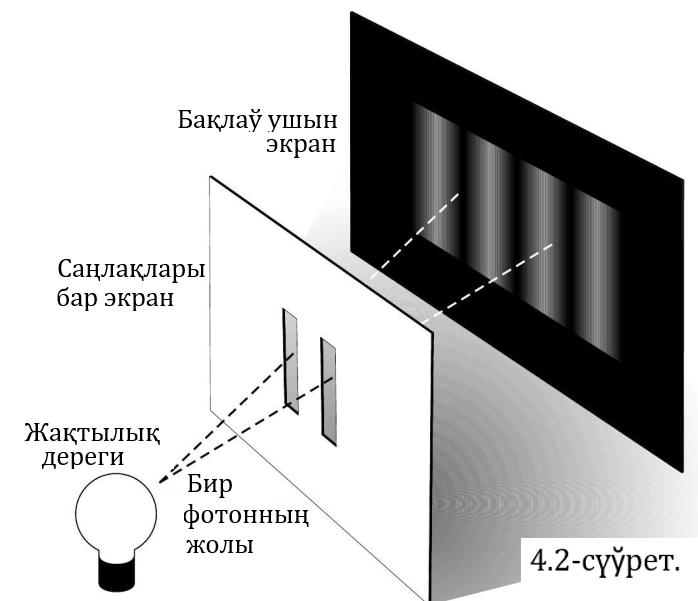
Квантлар гипотезасы қыздырылған денелердиң нурланыўының интенсивлиликлери менен жақсы сәйкес келди. Бирақ буның детерменизм ушын нени аңлататуғынлығы 1926- жылға шекем анық болған жоқ. Бул жылы басқа немис алымы Вернер Гейзенберг атақлы анықсызлық принципин ашты. Бөлекшелердиң аўҳалы менен тезликлериниң қандай болатуғынлығын анық болжаў ушын ўақыттың берилген моментинде оның аўҳалы менен тезлигин дәл өлшеў керек. Буның ушын бөлекшеге жақтылық жибериўимиз шәрт. Усы жақтылық толқынларының бир бөлими бөлекшеде шашырайды ҳәм солай етип бөлекшениң кеңисликтеги аўҳалын анықлаймыз. Бирақ усы өлшеўлердиң дәллиги еки қоңысы толқынның өркешелери арасындағы қашықлықтан үлкен болмайды. Сонлықтан бөлекшениң кеңисликтеги аўҳалын дәл билиў ушын қысқа толқынлы жақтылық керек болады. Планк гипотезасы бойынша жақтылықты бир кванттан киши болған ықтыярлы түрдеги киши порцияларда пайдаланыўға болмайды. Жақтылықтың бул кванты бөлекшениң қозғалысына тәсир етеди ҳәм оның тезлигин болжай алмайтуғындай етип өзгертеди. Буннан басқа аўҳал қаншама дәл өлшениў ушын жақтылық толқынының узынлығын соншама киши, демек бир кванттың энергиясының соншама үлкен болыўы керек. Бул бөлекшениң тезлигиниң көп өзгерис алатуғынлығынан дерек береди. Басқа сөз бенен айтқанда сиз бөлекшениң аўҳалын қаншама дәл өлшеўге тырыссаңыз, бөлекшениң тезлигин өлшеўде соншама үлкен анықсызлық жибересиз. Гейзенберг бөлекшениң аўҳалындағы анықсызлықты оның массасы менен тезлигин өлшеўде жиберилетуғын анықсызлыққа көбейткенде ҳәзирги ўақытлары Планк турақлысы деп аталатуғын базы бир шамадан киши болмайтуғынлығын көрсетти. Бул шама бөлекшениң аўҳалын ҳәм тезликлерин өлшеўде қолланылатуғын усылларға, бөлекшениң типине байланыслы емес. Яғный Гейзенбергтиң анықсызлық принципи бизиң дүньяның фундаменталлық, сөзсиз орынланыўы керек қәсийетлериниң бири болып табылады.

Анықсызлық принципи қоршап турған дүньяны бизиң қабыл етиўимизге қатнасы бар үлкен нәтийжелерге ийе. Ҳәтте елиўлеген жыл өткен болса да көплеген философлар бул принцип пенен келисимге келмеди, ал бул принциптен келип шығатуғын нәтийжелер даў-жәнжеллер ушын себеп болып киятыр. Анықсызлық принципи Лапластың Әлемниң детерминацияланған модели бойынша әрманының ақырын билдирди. Ҳақыйқатында да Әлемниң аўҳалын ҳәзир дәл өлшей алмай турып оның болажағын қалай дәл болжаў мүмкин? Әлбетте, биз өзиниң тәсирин тийгизбей Әлемниң ҳәзирги ҳалын анықлаў мүмкиншилиги бар, қандай да бир тәбияттан тыс тийкар (мақлуқ) ушын ўақыяларды толық анықлайтуғын нызамлар жыйнағы бар деп көз алдымызға келтириўимиз мүмкин. Бирақ Әлемниң бундай моделлери бизлер - жалғаншылар ушын қызығыў пайда етпейди. Ең жақсысы "Оккам пәкиси" принципи деп аталатуғын "үнемлеў" принципинен пайдаланғанымыз жақсы болады (У.Оккам 1285-жылы туўылып 1349-жылы қайтыс болған инглиз философы. "Оккам пәкиси" принципиниң мәниси: тәжирийбеде дурыслығы тексерилип көрилиўи мүмкин болмаған түсиниклер илимнен алып тасланыўы керек). Усы принцип тийкарында бақлаўдың мүмкиншилиги жоқ теорияның барлық жағдайларын кесип алып таслаўымыз керек. Усындай жол ды қабыл етип Вернер Гейзенберг, Эрвин Шредингер ҳәм Поль Дирак бизиң әсиримиздиң 20-жыллары механиканы қайтадан қарап шықты ҳәм тийкранда анықсызлық принципи жататуғын жаңа теория болған - квантлық механиканы дөретти. Квантлық механикада бөлекшелер бир биринен ғәрезсиз болған хатактеристикаларға ийе емес. Бундай характеристикалар ретинде бақлаў мүмкин болмаған бөлекшениң кеңисликтеги аўҳалы менен тезлигин көрсетиўге болады. Буның орнына бөлекшелер аўҳал менен тезликтиң базы бир комбинациясы менен берилетуғын квантлық ҳаллар менен характерленеди.

Улыўма айтқанда квантлық механика бақлаў қандай да бирден бир нәтийжеге ийе болады деп болжамайды. Керисинше ол бир қатар ҳәр қыйлы нәтийжелерди ҳәм сол нәтийжелердиң ҳәр бириниң итималлылығын болжайды. Бул басланғыш ҳаллары бирдей болған бирдей болған көп сандағы системалар ушын бирдей өлшеўлер жүргизсек бизлердиң бир қанша өлшеўлерде А нәтийжесин, бир қанша өлшеўлерде Б нәтийжесин ҳ.т.б. алатуғынлығымызды билдиреди. Соның менен бирге биз неше рет өлшеў жүргизгенде нәтийжениң А ға, неше рет өлшеўде нәтийжениң Б ға тең болатуғынлығын да шамалап айта аламыз. Бирақ ҳәр бир өлшеўдиң нәтийжесин айтыў мүмкиншилиги болмайды. Солай етип квантлық механика илимге алдын ала болжаўдың мүмкин емеслик ҳәм тосынарлық Элементлерин киргизеди. Квантлық механиканың раўажланыўына оғада үлкен үлес қосқан болса да Эйнштейн бул концепцияға кескин түрде қарсы шықты. Квантлық мехинкаға қосқан үлкен үлеси ушын Эйнштейнге Нобель сыйлығы берилди. Бирақ ол Әлемди тосыннан болатуғын ўақыялар басқарады деген пикир менен ҳеш қашан келиспеди. Эйнштейнниң барлық сезимлери оның "Қудай сүйек ойнамайды" деген атақлы пикиринде келтирилген. Бирақ алымлардың көпшилиги квантлық механиканы қабыл етиўге умтылды, себеби оның нәтийжелери экспериментам сәйкес келди. Квантлық механика ҳақыйқатында да атақлы теория болып, ол ҳәзриги замандағы барлық илим менен техниканың тийкарында турады. Квантлық механиканың принциплери телевизорлардағы ҳәм электрон-есаплаў машиналарындағы электронлық дүзилислердиң әҳмийетли бөлеклери болған ярымөткизгишли ҳәм интеграллық схемалардың жумыс ислеўиниң тийкарын қурайды. Квантлық механикада ҳәзирги заман химиясы менен биологиясы сүйенеди. Гравитация теориясы менен Әлемниң ири масштаблы қурылысы теориясы ҳәзирше квантлық механиканы жеткиликли дәрежеде қолланбайтуғын физиканың тараўы болып табылады.



Жақтылық нурланыўы толқынлардан туратуғын болса да Планк гипотезасына муўапық жақтылық бөлекшелердиң ағымы сыпатында да көрсетиледи: жақтылықты шығарыў менен жутыў тек проциялар ямаса квантлар түринде әмелге асады. Ал Гейзенбергтиң анықсызлық принципи болса бөлекшелер базы бир мәнисте өзлери толқын сыпатында көрсетеди деп тастыйықлайды: олар кеңисликте белгили бир аўҳалға ийе емес, ал бул кеңислик бойынша итималлықтың базы бир тарқалыўы бойынша "жайылған". Квант-механикалық теорияда пүткиллей басқа математикалық аппарат қолланылады. Бул аппарат бөлекшелер ҳәм толқынлар ҳаққындағы көз-қараслар тийкарында ҳақыйқый дүньяның өзин тәрийиплемейди. Солай етип квантлық механикада толқынлық-бөлекшелик дуализм пайда болады: бир қанша жағдайларда бөлекшелерди толқынлар деп есаплаған қолайлы, ал басқа жағдайларда толқынларды бөлекшелер деп есаплаған мақул. Буннан бир әҳмийетли жуўмақ келип шығады: еки толқын-бөлекше арасындағы интерференция деп аталыўшы физикалық қубылысты биз бақлай аламыз. Солардың биреўиниң толқынының өркешлери басқа толқынның шуқыры менен бетлесиўи мүмкин. Бундай жағдайда еки толқын қосылып бир бирин күшейтпейди, ал бир бирин сөндиреди (4.1-сүўрет). Сабын көбиклериндеги ҳәр қыйлы ревдеги жолақлардың пайда болыўы Жақтылық интерференциясының бәршеге белгили мысалы болып табылады. Бул қубылыс көбикти пайда етиўши суўдың жуқа пленкасының еки бетинде жақтылықтың шағылысыўының салдарынан жүзеге келеди. Ақ жақтылық ҳәр қыйлы реңлерге сәйкес келиўши толқынлардың мүмкин болған толқын узынлықларын ийе болады. Сабын пленканың бир бетинен шағылысқан базы бир толқынлардың өркешлери пленканың екинши бетинен шағылысқан тап сондай узынлықтағы толқынның шуқыры менен бетлеседи. Бундай жағдайда шағылысқан жақтылықта усы толқын узынлықтарына сәйкес келиўши реңлер болмайды ҳәм шағылысқан жақтылық ҳәр қыйлы реңде болады.



Солай етип квантлық механикадағы пайда болған дуализмниң салдарынан бөлекшелер интерференцияға ушыраўы мүмкин екен. Усындай интерференцияның кеңнен белгили мысалы еки саңлағы бар экрандағы тәжирийбе болып табылады (4.2-сүўрет). Еки өз ара параллел енсиз саңлақлары бар экранды қараймыз. Экранның бир тәрепине белгили бир реңдеги (яғный белгили бир толқын узынлығына ийе) жақтылық дереги орнатылған Жақтылық тийкарынан экранның бетине түседи, бирақ оның киши бөлеги саңлақ арқалы да өтеди. Буннан кейин саңлағы бар экранның екинши тәрепине бақлаў өткериў ушын және бир экран орнатамыз. Сонда бақлаў экранының қәлеген ноқатына еки саңлақтан өткен жақтылық толқынлары түседи. Бирақ жақтылықтың саңлақтан өтип экранға жетемен дегенше жүрген жолының узынлықлары ҳәр қыйлы болады. Бул саңлақтан өткен толқынлардың бақлаў экранына ҳәр қыйлы фазада келип жетеуғынлығын билдиреди. Бир орынларда толқынлар бир бирин күшейтеди, екинши орынларды бир бирин ҳәлсиретеди. Усының нәтийжесинде бақлаў экранында қараңғы ҳәм жақты жолақлардан туратуғын характерли сүўрет қәлиплеседи.

Жақтылық дерегин бөлекшелер дереги (мысалы белгили бир тезликлерде ушып шығатуғын электронлар, ҳәр бир тезликке белгили бир толқын узынлығы сәйкес келеди) менен алмастырылған жағдайларда да тап сондай сүўреттиң алынатуғынлығы таң қаларлық жағдай болып табылады. Тек ғана бир саңлақ болғанда экранда ҳеш қандай жолақлардың алынбаўы оннан да бетер бир түрли болып көринеди. Бул жағдайда экранда электронлардың бир текли тарқалыўы бақланады. Егер және бир саңлақ қосылған жағдайда экранның ҳәр бир ноқатына түскен электронлардың саны көбейеди деп болжаў мүмкин. Ал интерференцияның салдарынан керисинше айырым орынларға келип түскен электронлардың саны кемейеди.

Егер саңлақлар арқалы электронларды биримлеп жиберсек, онда бул жағдайда электрон биресе биринши саңлақтан, биресе екинши саңлақтан өтип, еки саңлақ бир саңлақтың орнын ийелеген болар еди, сонлықтан бақлаў экранына келип түскен электронлардың бир текли тарқалыўы бақланады деп болжаў мүмкин. Бирақ жолақлар ҳәтте электронлар деректен биримлеп жиберилген жағдайда да пайда болады. Демек ҳәр бир электронның еки саңлақ арқалы да өтиўи керек!

Химия менен биологияда көп айтылатуғын, бизиң өзимизди ҳәм әтирапымыздағылардың барлығын қурайтуғын ең киши "гербишлер" болып табылатуғын атомлардың қурылысын түсиниўимизде бөлекшелердиң интерференциясы тийкарғы орынды ийелейди. Әсиримиздиң басында атомларды Қуяш системасына уқсас деп есаплады: гравитациялық тартылыстың салдарынан планеталардың Қуяштың дөгерегинде айланатуғынлығындай, оң ҳәм терис зарядланған бөлекшелер арасындағы тартылыс күшлердиң тәсиринде электролар оң зарядланған ҳәм орайда жайласқан ядроның дөгерегинде айланыўы керек. Бундай етип түсиндириў төмендегидей қыйыншылықларға ушырады: квантлық механика пайда болмастан бурын механика менен электр нызамлары бундай жағдайларда электронлар энергиясын жоғалтады ҳәм сонлықтан спираль тәризли орбиталар бойынша қозғалып ядроға қулап түсиўи керек. Демек атомлар, усы атомлар менен бирликте бизлер ҳәм бәрше материя биргеликте оғада үлкен тығызлыққа ийе болған ҳалға коллапсланыўы керек. Бул проблеманың дара шешимин 1913-жылы Дания алымы Нильс Бор тапты. Ол электронлар қәлеген орбиталар бойынша емес, ал орайлық ядродан белгили бир қашықлықларда орналасқан орбиталар бойынша қозғалады деп постулатлады. Егер усыған қосымша ҳәр бир орбитада тек бир ямаса еки электрон жайласады деп болжаў қабыл етилгенде атомның коллапсы проблемасы толғы менен шешилген болар еди. Себеби бул жағдайда электронлар спирал тәризли орбиталар бойынша орайға тәрепке қозғалып ең киши радиусқа ҳәм энергияға ийе орбиталарды толтырған болар еди.

Бор модели ең әпиўайы атом болған ядроның дөгерегинде тек ғана бир электрон айланып жүретуғын водород атомын жақсы түсиндире алды. Бирақ басқа қурамалырақ атомларға өтиў түсиниксиз болды. Буннан басқа руқсат етилген орбиталардың шекли саны ҳаққындағы болжаў ықтыярлы түрде әмелге асырылды. Бундай қыйыншылықларды жаңа теория болған квантлық механика шешти. Ядро дөгерегинде айланып жүриўши электронларды узынлығы тезликке байланыслы толқын түринде қараўға болатуғын болып шықты. Базы бир орбиталарға электронлар толқынының пүтин сен еселенген узынлығын орналастырыўға болады. Усындай орбиталар бойынша қозғалғанда ҳәр бир орамдағы (орбиталар бойынша ҳәр бир айланып шыққанда) толқынның өркешлери барлық ўақытта да бир орында орналасады. Сонлықтан толқынлар бир бири менен қосылады. Бундай орбиталар руқсат етилген Бор орбиталары болып табылады. Ал пүтин сан еселенген толқын узынлығына тең емес орбиталар бойынша қозғалғанда ҳәр бир өркеш ертели-кеш шуқыр менен компенсацияланады. Сонлықтан бундай орбиталар руқсат етилген орбиталар болып табылмайды. Америка алымы Ричард Фейнман толқын-бөлекше дуализмин көргизбели етип түсиндириўге мүмкиншилик беретуғын сулыў усыл ойлап тапты. Бул усылда классикалық, квантлық емес теориялардағыдай бөлекше тек бир жалғыз траекторияға ийе болады деген болжаў жоқ. Керисинше бөлекше А дан Б ға шекем қәлеген мүмкин болған жал менен барады деп есапланады. Ҳәр бир траектория менен тек еки сан байланыслы: бириншиси толқынның өлшемлерин береди, ал екиншиси толқынның циклдағы аўҳалын (өркеш ямаса шуқыр) белгилейди. А дан Б ға өтиўдиң итималлылығын анықлаў ушын барлық траекториялар ушын барлық толқынларды қосып шығыў керек. Егер бир бирине қоцысылас болған бир неше траекторияларды салыстырсақ олардың фазалары ямаса циклдағы аўҳаллары бир биринен үлкен айырмаға ийе болады. Бул усындай траекторияларға сәйкес келетуғын толқынлардың бир бирин толық сөндиретуғынлығын көрсетеди. Бирақ қоңсылас траекториялардың базы бир семействалары ушын бир траекториядан екинши траекторияға өткенде фазалар аз өзгереди ҳәм сәйкес толқынлар бир бирин компенсацияламайды. Бундай орбиталар Бордың руқсат етилген орбиталары болып табылады.

Айқын математикалық түрде жазылған усындай көз-қарасларға сүйенип қурамалырақ болған атомлар ямаса бир неше атомлардан туратуғын молекулалар (молекулаларда атомлар бир неше ядролар дөгерегинде айланып жүретуғын электронлардың себебинен бир бири менен байланысады) ушын руқсат етилген орбиталарды әпиўайы схемада есаплаўға болар еди. Молекулалардың қурылысы, олар арасында болып өтетуғын реакциялар барлық химия менен биологияның тийкарын қурайтуғын болғанлықтан квантлық механика принципинде анықсызлық принципи жиберетуғын дәлликте өз әтирапымызда жүз беретуғын барлық қубылысларды болжаўға мүмкиншилик береди (ҳақыйқатында көп электронлардан туратуғын системалар ушын есаплаўлар жүргизиў жүдә қыйын, бундай есаплаўларды жүргизиў әмелий жақтан мүмкин де емес).

Көринип турғанындай, Әлемниң ири масштабтағы структурасы Эйнштейнниң улыўмалық салыстырмалық теориясына бағынады. Бул теория классикалық теория болып табылады. Себеби бул теорияда басқа теориялар менен байланыстырыў ушын керек болған квантлық механикадағы анықсызлық принципи есапқа алынбайды.

Биз ислесетуғын барлық гравитациялық майданлары жүдә әззи болап табылғанлықтан бақлаўлар нәтийжелери менен ҳеш қашан қарама-қарсылыққа келмеймиз. Бирақ сингулярлық ҳаққындағы теоремаларға сәйкес кеминде еки ситуацияда гравитациялық майдан оғада күшли болады: қара қурдымларда ҳәм үлкен партланыў жағдайында. Бундай күшли майданларда квантлық эффектлер үлкен әҳмийетке ийе болыўы керек. Демек классикалық салыстырмалық теориясы тығызлық шексиз үлкен болатуғын ноқаттың болатуғынлығын болжаў менен бирге, классикалық (яғный квантлық емес) механиканың атомлардың коллапсқа ушырап, олардың тығызлығының шексиз үлкен боллыўы керек дегениндей өзиниң жеңилгенлигин мойынлады. Бизде улыўмалық салыстырмалық теориясы квантлық механика менен қарама-қарсылыққа келмейтуғын толық теория еле дүзилген жоқ. Бирақ болажақта дүзилетуғын бундай теорияның базы бир қәсийетлерин билемиз. Усындай қәсийетлердиң қара қурдымлар ҳәм үлкен партланыўға қатнасының нелерди келтирип шғаратуғынлығы ҳаққында кейинги бапларда гәп етемиз. Ал ҳәзир тәбияттағы күшлерди бирден бир квант теориясына бирлестириў бойынша жүргизилген ең кейинги тырысыўлар менен танысамыз.

Бесинши бап.

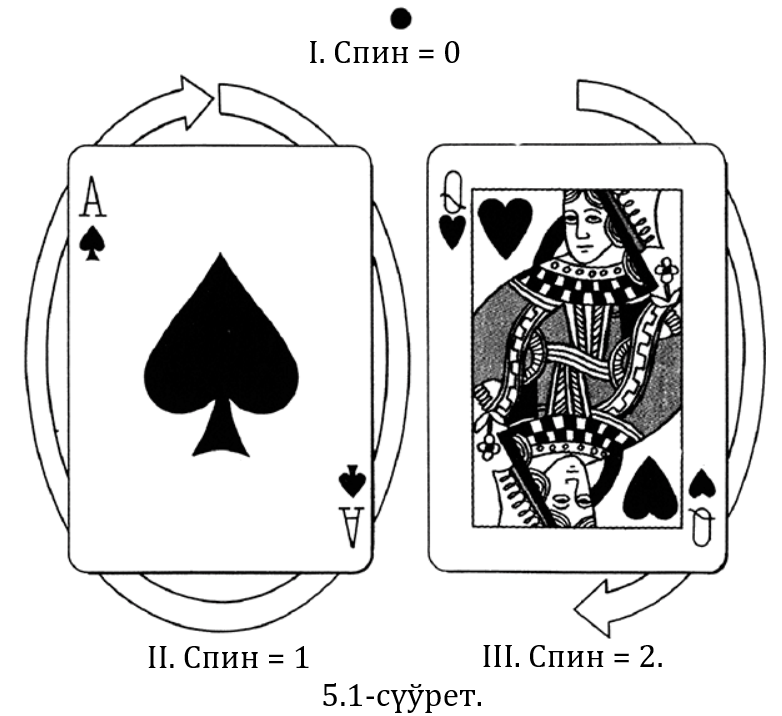
Тәбияттағы элементар бөлекшелер ҳәм күшлер

Аристотель Әлемдеги затлар тийкарғы төрт Элементлерден болған жерден, суўдан, оттан ҳәм ҳаўадан турады деп есаплады. Аристотель бойынша оларға еки түрли күш тәсир етеди: жер менен суўды төменге қарай тартатуғын салмақ ҳәм от пенен ҳаўаны жоқары қарай ийтермелейтуғын жеңиллик күши. Барлық нәрселер затлар менен күшлерге бөлинетуғын жағдайлардағы Әлемниң қурылысына болған көз-қараслар ҳәзирги ўақытларға шекем сақланбақта.

Аристотель бойынша затлар үзликсиз, яғный заттың қәлеген бөлегин майда болған бөлеклерге шексиз бөле бериў мүмкин. Бундай бөлиўлердиң барысында бөлинбейтуғын майда бөлекше ушыраспайды. Бирақ Демокрит усаған базы бир грек философлары материя өзиниң тәбияты бойынша дән тәризли қурылысқа ийе болып, дүньядағы барлық нәрселер көп сандағы атомлардан турады (грек сөзи "атом" бөлинбейди дегенди аңлатады). Әсирлер өтти, бирақ ана ямаса мына тәрептиң дурыслығын тәрийиплейтуғын ҳақыйқый түрдеги дәлиллер болмады. Ақырында 1803-жылы Англия химиги ҳәм физиги Джон Дальтон химиялық затлардың белгили бир пропорцияларда қосылыў фактин атомларды молекулалар деп аталатуғын топарларға биригеди деп болжаў менен түсиндирди. Бирақ бизиң әсиримиздиң басына шекем еки мектеп ўәкиллери арасындағы тартыс атомшылардың пайдасына шешилмеди. Бул тартыстың шешилиўине Эйнштейн үлкен үлес қосты. 1905-жылы арнаўлы салыстырмалық теориясы ҳаққындағы даңқлы жумысынан бир неше ҳәпте бурын жазылған мақаласында Броун қозғалысы деп аталатуғын суўда жүрген жеңил бөлекшелердиң тәртипсиз қозғалысын усы бөлекшелерге суйықлық атомларының келип урылыўының салдарынан деп түсиндирди.

Усы ўақытларға шекем атомлардың өзлериниң де бөлинеди деп ойлаўға тийкар болатуғын гейпара мағлыўматлар бар еди. Кембридждеги Тринити-колледжде ислеўши Дж.Дж. Томсон бир неше жал бурын материяның жаңа бөлекшеси болған электронды ашты. Оның массасы ең жеңил атомның массасынан мыңлаған есе киши болып шықты. Томсонның эксперименталлық әсбабы ҳәзирги телевизиялық кинескопты еске түсиретуғын еди. Қызарғанға шекем қыздырылған металл сым электронлардың дереги сыпатында хызмет етти. Электронлар терис зарядқа ийе болғанлықтан олар электр майданында тезлениў алады ҳәм бетине люминофор жағылған экранға қарай қозғалады. Электронлар экранға келип урылғанда сол жерден жақтылық шығады. Кейинирек электронлардың атомлардан шығатуғынлығы мәлим болды ҳәм 1911-жылы Англия физиги Эрнст Резерфорд затлардың атомларының ҳақыйқатында да ишки қурылысқа ийе болатуғынлығын дәлилледи: атомлардың жүдә киши болған оң зарядланған ядродан ҳәм оның дөгерегинде айланып жүретуғын электронлардан туратуғынлығы белгили болды. Резерфорд усындай жуўмаққа альфа-бөлекшелердиң (Радиоактив затлар атомлары тәрепинен шығарылатуғын оң зарядланған бөлекшелер) атомлар менен соқлығысыўының нәтийжелерин изертлеў арқалы келди. Дәслеп атом ядросы электронлардан ҳәм оң зарядланған протонлардан (грек сөзи "протос" дәслепки дегенди аңлатады) турады деп ойлады. Себеби протонларды материяны қурайтуғын фундаменталлық блоклар деп есаплады. Бирақ Кембридж университети бойынша Резерфордтың кэсиплеси Джеймс Чедвик 1932-жылы ядрода нейтрон деп аталатуғын басқа да бөлекшениң бар екенлигин ашты. Нейтронның зарядының жоқлығы ҳәм массасының шама менен протонның массасына тең екенлиги анықланды. Усы жумысы ушын Чедвик Нобель сыйлығын алыўға миясар болды ҳәм Кембридж университетиниң Конвилл-энд-Кайус-колледждиң баслығы болып сайланды (ҳәзир мен ислеп атырған колледж). Кейинирек хызметкерлер менен келиспеўшиликтиң салдарынан оған бул лаўазымнан бас тартыўға туўра келди. Бундай таласлар урыстан кейин басланған еди. Сол ўақытлары қайтып келген жаслардың бир топары ески хызметкерлердиң көп жаллар даўамында ийелеп келген басшы лаўазымларды ийелеўине қарсы даўыс берди. Усылардың барлығы да маған шекем болып өтти. Мен колледжде 1965-жылдан баслап ислей басладым ҳәм бул ўақыт таласлардың ең ақырына сэйкес келди. Усы ўақытта колледждиң басшысы Нобель сыйлығының лауреаты Невилл Мотт отставкаға кетиўге мәжбүр болды.

Буннан жигирма жыл бурын протонлар менен нейтронлар "Элементар" бөлекшелер деп есапланды. Бирақ үлкен тезлик пенен қозғалыўшы протонлар менен электронлардың өз-ара тәсир етисиўи бойынша экспериментлер протонлардың майдарақ болған бөлекшелерден туратуғынлығын көрсетти. Калифорниядағы технологиялық институтында ислеўши теоретик Мюррей Гелл-Манн бул бөлекшелерди кварклар деп атады. 1969-жылы кваркларди изертлегени ушын Гелл-Манн Нобель сыйлығын алыўға миясар болды. "Кварк" атамасы Джеймс Джойстың "Мастер Марк ушын үш кварк" деген түсиниксиз қосық қатарларынан алынған. Идеясы бойынша quark сөзи quart (куорт) сөзиндей болып айтылыўы керек (t ҳәрипи k ҳәрипи менен алмасқан, бирақ әдетте qark сөзиндей болып оқылады). Кварклардың ҳәр қыйлы түрлери белгили: u-кварк, d-кварк, ерси кварк (странный кварк), таң қаларлық кварк (очарованный кварк), b-кварк ҳәм t-кварк деп аталыўшы кеминде алты түрли "ароматларды" айырыўға болады. Ҳәр бир "ароматтағы" кварк және үш реңге ийе болады - қызыл, жасыл ҳәм көк (соны айтып өтиў керек, жоқарыда тек ғана белгилеўлер келтирилген. Кварклардың өлшемлери жақтылық толқынының узынлығынан жүдә киши болғанлықтан реңниң болыўы мүмкин емес. Мәселениң шешими соннан ибарат, ҳәзирги ўақытлары физиклер жаңадан табылған бөлекшелер ҳәм қубылыслар ушын грек алфавитин қолланбай, өзлерине қолайлы болған атларды көплеп ойлап таўып атыр). Протон менен нейтрон ҳәр қыйлы "реңдеги" үш кварктен турады. Поротонда еки u-кварк ҳәм бир d-кварк, ал нейтронда еки d-кварк ҳәм бир t-кварк бар. Бөлекшелерди басқа кварклардан де дүзиў мүмкин (ерси, таң қаларлық, b ҳәм t дан). Бирақ бул кварклар әдеўир үлкен маасаға ийе болады ҳәм сонлықтан тез арада протонлар менен нейтронларға ыдырайды. Биз ҳәзир атомлардың да, усы атомлардың ишинде жайласқан протонлар менен нейтронлардың да бөлинетуғынлығынын билемиз. Сонлықтан барлық нәрселер туратуғын ҳақыйқый Элементар бөлекшелер дегенимиз не? деген сораў туўады. Жақтылық толқынларының узынлықларының атомлардың өлшемлеринен үлкен болғанлықтан әдеттеги усыллар менен атомның қурылысын "көриў" мүмкин емес. Бундай мақсетлер ушын әдеўир киши узынлықтанғы толқынлар керек. Усы баптың алдындағы бапта биз квантлық механикаға сәйкес бөлекшелердиң толқын екенлигин билдик. Соның менен бирге бөлекшениң энергиясы қаншама көп болса, толқын узынлығы соншама киши болады. Солай етип жоқарыда қойылған сораўға бизиң жуўабымыз биздеги бөлекшениң энергиясының қаншама үлкен екенлигине байланыслы. Себеби усы энергияның шамасы менен биз бақлайтуғын узынлық масштабының қаншама киши екенлиги анықланады. Бөлекшелердиң энергиясының өлшеў бирлиги ретинде электронвольтлар қолланылады (Томсон өзиниң экспериментлеринде электронларды тезлендириў ушын электр майданын пайдаланды. 1 вольт электр майданында өткенде электрон алатуғын энергияның мәниси 1 электронвольт болып табылады). ХIХ әсирде жаныў сыяқлы химиялық реакцияларда бөлинип шығатуғын энергиясы бир неше электронвольт болған бөлекешелерди пайдалана алды, ал атомлар материяның ең киши бөлими деп есапланды. Резерфордтың экспериментлеринде альфа-бөлекшелериниң энергиясы миллионлаған электронвольт болды. Кейин ала бизлер электромагнит майданларының жәрдеминде бөлекшелерди дәслеп миллионлаған, ал оннан кейин мың миллионлаған электронвольтке шекем тезлендире алдық. Усылай етип буннан жигирма жыл бурын Элементар деп есапланған бөлекшелердиң оннан да майда бөлекшелерден туратуғынлығын билдик. Ал егер буннан да жоқары энергияларға өткенде майда деп есапланған бөлекшелер оннан да майдарақ бөлекшелерден туратуғын болып шықса не болған болар еди? Әлбетте бул толығы менен итимал ситуация. Бирақ ҳәзирги ўақытлары бизде тәбияттағы барлық нәрселер туратуғын дәслепки "гербишлер" ҳаққындағы мағлыўматлар деп айтыўға базы бир теориялық тийкарлар бар. Әлемде бар барлық нәрселерди, соның ишинде жақтылық пенен гравитацияны да, усы баптың алдыңғы бапта айтылып өтилген бөлекшелик-толқынлық дуализмди есапқа алған ҳалдағы бөлекшелер ҳаққындағы көз-қараслар тийкарында тәрийиплеў мүмкин. Бөлекшелер болса спин (spin инглиз тилинде айланыў дегенди аңлатады) деп аталыўшы айланыў характеристикасына ийе болады.



Енди бөлекшени өзиниң көшери дөгерегинде айланыўшы шырылдаўық (волчок) түринде көз алдымызға келтирейик. Ҳақыйқатында бундай картина бизди алжасыққа алып келеди. Себеби квантлық механикада бөлекшелер анық айланыў көшерине ийе болмайды. Сонлықтан егер биз ҳәр тәрепинен қарағанымызда спин бөлекшениң қандай болып көринетуғынлығынан мағлыўмат береди. Спина 0 ге тең бөлекше ноқатқа уқсас (5- сүўретте көрсетилген), оны қайсы тәрептен бақласаң да бирдей көриниске ийе болады. Спини 1 ге тең болған бөлекшени стрелка менен салыстырыўға болады, ҳәр тәрептен қарағанда ҳәр қыйлы болып көринеди ҳәм 360 градусқа бурғанда өзиниң дәслепкидей аўҳалына қайтып келеди. Спини 2 ге тең бөлекшени еки жағынан да уш шығарылған стрелка сыпатында сәўлелендириў керек. Оның қәлеген аўҳалы ярым айланыўдан кейин (180 градус) қайталанады. Жоқарырақ спинге ийе болған бөлекше өзиниң дәслепки аўҳалына буннан да киши мүйешлерге бурғанда қайтып келеди. Булардың барлығын да аңсат көз алдымызға келтириўге болады. Ал толық айландырғанда өзиниң дәслепкидей аўҳалына қайтып келмейтуғын да бөлекшелер бар. Оларды қайтып алып келиў ушын еки рет толық айландырыў керек. Бундай бөлекшелердиң спине 1/2 ге тең деп айтады.

Әлемде белгили болған барлық бөлекшелерди еки топарға бөлиўге болады: Әлемдеги барлық затлар спини 1/2 ге тең бөлекшелерден турады ҳәм спинлери 0 ге, 1 ге ҳәм 2 ге тең болған бөлекшелер сол затларды қурайтуғын бөлекшелер арасындағы тәсир етиўши күшлерди пайда етеди (бул ҳаққында кейинирек гәп етиледи). Затлардың бөлекшелери 1925-жылы австриялы физик Вольфганг Паули тәрепинен ашылған Паули принципине бағынады. 1945-жылы Паули усы жумысы ушын Нобель сыйлығын алыўға миясар болды. Паули идеал физик-теоретик еди: оның бир қалаға келиўи сол жерде жүргизилип атырған барлық экспериментлердиң барысына унамсыз тәсир жасаған деп айтысады. Паули принципи бойынша бирдей болған еки бөлекше бирдей ҳалда тура алмайды, яғный анықсызлық принципи тәрепинен берилетуғын дәлликтеги бирдей тезликлерге ҳәм координаталарға ийе бола алмайды. Бул принцип спинлери 0, 1, 2 ге тең болған бөлекшелер пайда еткен күшлердиң тәсиринде материяның бөлекшелери оғада үлкен тығызлыққа ийе ҳалға не себепли коллапсланбайтуғынлығын түсиндириўге мүмкиншилик берди ҳәм соның ушын да жоқары әҳмийетке ийе: егер заттың бөлекшелери бир бирине жүдә жақын болған координаталарға ийе болса олардың тезликлери ҳәр қыйлы болыўы керек ҳәм сонлықтан олар бундай координаталарға ийе ноқатларда тура алмайды. Егер дүнья дөрегенде Паули принципи қатнаспағанда кварклар анық бөлекшелер болған протонлар менен нейтронларға бирлесе алмаған, ал өз гезегинде нейтронлар менен протонлар электронлар менен байланыс дүзип атомлар пайда болмаған болар еди. Паули принциписиз бул бөлекшелер коллапсқа ушырап дерлик бир текли ҳәм тығыз болған "желеге" айланып кетеди.

Спини 1/2 ге тең болған электронлар ҳәм басқа да бөлекшелер ҳаққында дурыс көз- қараслар 1928-жылға шекем болған жоқ. Усы жылы Поль Дирак усындай бөлекшелерди тәрийиплейтуғын теорияны усынды. Кейинирек Дирак Кембридждеги математика кафедрасына баслық лаўазымына өткерилди (бул кафедраны өз ўақытлары Ньютон басқарды, ал ҳәзирги ўақытлары мен басқараман). Дирактың теориясы квантлық механика менен де, арнаўлы салыстыралылық теориясы менен де сәйкес келетуғын биринши теория еди. Бул теорияда электронның спининиң не себептен 1/2 ге тең екенлиги, яғный не себепли бир рет толық айландырғанда электронның дәслепкидей аўҳалына қайтып келмейтуғынлығы, ал еки рет толық айландырғанда қайтып келетуғынлығы математикалық жақтан түсиндирилди. Соның менен бирге Дирак теориясы электронның жолдасының - антиэлектронның, басқаша айтқанда позитронның бар екенлиги болжады. 1932-жылы позитронның ашылыўы Дирак теориясын тастыйықлады, ал 1933-жылы ол физика бойынша Нобель сыйлығын алды. Ҳәзирги ўақытлары биз ҳәр бир бөлекшеге усы бөлекше менен аннигиляцияға ушырайтуғын антибөлекшениң сәйкес келетуғынлығын билемиз (тәсирлесиўди тәмийинлейтуғын жағдайларда бөлекше менен антибөлекше бир бөлекше болып табылады). Антибөлекшелерден туратуғын антисөзлер ҳәм антиадамлардың болыў мүмкиншилиги бар. Бирақ сиз антиөзиңизди көрип оған қолыңызды созып жүрмеңиз! Бир бириңизге тийиссеңиз көзди қамастыратуғын партланыў жүз береди ҳәм екеўңиз де жоқ болып кетесиз. Усыған байланыслы бизиң әтирапымызда не себепли бөлекшелер антибөлекшелерге қарағанда көп деген сораў пайда болады. Бул мәселеге биз усы бапта қайтып келемиз.

Квантлық механикаға сәйкес затларды қурайтуғын бөлекшелер арасындағы тәсирлесиўлер спини 0, 1 ямаса 2 ге тең болған бөлекшелер тәрепинен алып жүриледи. Заттың бөлекшеси (мысалы электрон ямаса кварк) өзинен тәсирлесиўди алып жүриўши болған бөлекшени шығарады. Усының салдарынан заттың бөлекшесиниң тезлиги өзгереди. Буннан кейин алып жүриўши басқа бөлекшеге ушып барады ҳәм сол бөлекше тәрепинен жутылады. Бул урылыў сол еки бөлекше арасында күш тәсир ететуғындай етип екинши бөлекшениң тезлигин өзгертеди.

Тәсирлесиўдиң бөлекше-алып жүриўшилери бир әҳмийетли қәсийетке ийе болады: олар Паулидиң қадаған етиў принципине бағынбайды. Бул алмасылатуғын бөлекшелер санына шек қойылмайтуғынлығын аңғартады. Сонлықтан тәсирлесиў күши жүдә үлкен мәниске ийе бола алады. Егер бөлекше-алып жүриўшилердиң массалары үлкен болса олардың үлкен аралықларды өтиўи, туўылыўы ҳәм алмасыўы қыйын болады. Сонлықтан олар тәрепинен алып жүрилетуғын күшлер қысқа тәсир етиў күшлери болып табылады. Егер бөлекше-алып жүриўшилер меншикли массаға ийе болмаса, узықтан тәсир етиўши күшлер пайда болады.

Затлардың бөлекшелери алмасатуғын бөлекше-алып жүриўшилер виртуаллық бөлекшелер деп аталады. Себеби оларды ҳақыйқый бөлекшелердей етип бөлекшелер детекторы жәрдеминде бақлаў мүмкин емес. Бирақ өлшеў мүмкин болған эффектлерди пайда ететуғын болғанлықтан виртуал бөлекшелердиң бар екенлигин билемиз: усындай виртуал бөлекшелердиң болғанлығынан затлардың бөлекшелери арасында өз-ара тәсир етисиў күшлери пайда болады. Базы бир шараятларда спини 0 ге, 1 ге ҳәм 2 ге тең болған бөлекшелер ҳақыйқый бөлекшелердей болып жасайды. Бундай жағдайларда оларды тиккелей бақлаў мүмкин. Классикалық физика көз-қараслары бойынша бундай бөлекшелер, айтайық, жақтылық ҳәм гравитациялық толқынлар түринде гезлеседи. Айырым ўақытлары олар затлардың бөлекшелери бөлекше-алып жүриўшилер менен алмасыўдың есабынан өз-ара тәсирлескенде шығарылады (Мысалы еки электрон арасындағы өз-ара ийтерелис күшлери тиккелей бақлаў мүмкин емес виртуал фотонлар менен алмасыў арқалы жүзеге келеди. Бирақ электронлар бир бириниң тусынан ушып өткенде жақтылық нурлары түринде бақлаў мүмкин болған ҳақыйқый фотонлардың шығарылыўы мүмкин).

Қандай өз-ара тәсирлесиўди жүзеге келтиретуғынлығына ҳәм қандай бөлекшелер менен тәсирлесетуғынлығына байланыслы бөлекше-алып жүриўшилерди төрт типке бөлиў мүмкин. Усындай бөлиўдиң пүткиллей жасалма екенлигин атап өтемиз. Дара теорияларды дүзиў ушын қолайлы болған бундай схемада әҳмийетли ҳеш нәрсе де болмаса керек. Физиклердиң көпшилиги ақыр-аяғында бирлескен бир теорияны дүзиў мүмкин, бундай жағдайда белгили болған барлық күшлер бир күштиң ҳәр қыйлы түри болып шығады деп үмит етеди. Ҳәтте көпшилик усы мәселениң шешилиўиниң ҳәзирги физиканың тийкарғы мақсети деп биледи. Жақында үш күшти бириктириў табыс пенен шешилди. Усы бапта мен еле бул ҳаққында айтаман. Усындай бириктириўге гравитацияны байланыстырыў ҳаққында кейинирек гәп етемиз.

Солай етип күшлердиң бир түри гравитациялық күш болып табылады. Гравитациялық күшлер универсаллық характерге ийе. Бул қәлеген бөлекшениң шамасы массаға ямаса бөлекшениң энергиясына байланыслы болған гравитациялық күшлердиң тәсиринде болатуғынлығын аңлатады. Гравитация басқа үш күштиң ҳәр биринен әдеўир ҳәлсиз. Егер өзине тән еки қәсийети болмағанда бул ҳәлсиз күш бақланбаған да болар еди: гравитациялық күшлер алыстан тәсир етеди ҳәм барлық ўақытта да тартысыў күшлери болып табылады. Мысалы Жер ҳәм Қуяш сыяқлы үлкен өлшемлерге ийе денелердеги бөлекшелер арасындағы гравитациялық өз-ара тәсирлесиў күшлери қосылып жүдә үлкен күшлерди береди. Қалған үшеўи яки киши аралықларда тәсир етеди яки бир жағдайларда тартысыў, екинши жағдайларда ийтерисиў күшлери болып табылып нәтийжеде улыўмалық компенсацияға алып келеди. Гравитациялық майданға квант-механикалық жақтан келсек материяның еки бөлекшеси арасындағы гравитациялық күшти гравитон деп аталыўшы спини 2 ге тең болған бөлекше алып жүреди. Гравитон меншикли массаға ийе емес, соның ушын ол тәрепинен алып жүрилетуғын күшлер алыстан тәсир етиўши күшлер болып табылады. Қуяш пенен Жер арасындағы гравитациялық тәсирлесиўди Жер ҳәм Қуяшты қурайтуғын бөлекшелердиң гравитонлар менен алмасыўынан деп түсиндириледи. Бундай алмасыўда виртуал бөлекшелердиң қатнасатуғынлығына қарамастан, усындай бөлекшелер пайда ететуғын эффектти өлшеў мүмкин. Себеби бул эффект Жердиң Қуяш дөгерегинде айланыўынан турады! Ҳақыйқый гравитонлар толқынлар түринде тарқалады. Бундай толқынларды классикалық физикада гравитациялық толқынлар деп атайды ҳәм оларды бақлаў оғада қыйын. Ҳәзирше ҳеш ким гравитациялық толқынларды бақлай алған жоқ.

Тәсир етисиўдиң келеси типи электромагнит күшлери тәрепинен пайда етиледи. Бундай күшлер электронлар ҳәм кварклар сыяқлы зарядланған бөлекшелер арасында тәсир етеди. Бирақ гравитон сыяқлы зарядланбаған бөлекшелер арасындағы тәсирлесиўге жуўап бермейди. Электромагнит тәсирлесиў гравитациялық тәсирлесиўге қарағанда әдеўир күшли: еки электрон арасындағы тәсир ететуғын электромагнит күши усы еки электрон арасындағы гравитациялық тартылыс күшинен шама менен миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион (кейнинде қырық еки ноли бар бир) есе үлкен. Бирақ электр зарядының еки түри бар - оң ҳәм терис. Еки оң зарядлы (тап сол сыяқлы еки терис зарядлы) бөлекшелер арасында ийтерилис, ал оң ҳәм терис зарядланған бөлекшелер арасында тартылыс күшлери орын алады. Үлкен денелерде (мысалы Жерде ямаса Қуяшта) оң ҳәм терис зарядлардың муғдарлары дерлик бирдей ҳәм сонлықтан тартылыс пенен ийтерилис күшлери бир бирин дерлик толық компенсациялайды ҳәм киши таза электромагнит күши қалады. Бирақ атомлар менен молекулалардың киши масштабларында электромагнит күшлери үлкен орын ийелейди. Терис зарядланған электронлар ҳәм ядродағы оң зарядланған протонлар арасындағы электромагнитлик тартылыстың тәсиринде гравитациялық тәсирлесиўдиң салдарынан Жер Қуяштың дөгерегинде қалай айланатуғын болса атомдағы электронлар ядроның дөгерегинде сондай болып айланады. Электромагнит тәсирлесиў фотонлар деп аталыўшы спини 1 ге тең меншикли массаға ийе емес көп санлы виртуаллық бөлекшелердиң алмасыўы түринде тәрийипленеди. Гравитонлар жағдайындағыдай, алмасыўды әмелге асырыўшы фотонлар витруаллық болып табылады. Бирақ электрон бир руқсат етилген орбитадан ядроға жақынырақ жайласқан екинши руқсат етилген орбитаға өткенде энергия нурланады. Усының нәтийжесинде ҳақыйқый фотон шығарылады. Егер сәйкес келиўши толқын узынлығы көринетуғы жақтылыққа сәйкес келсе шығарылған фотонды көз бенен сезиў ямаса фотопленка жәрдеминде регистриңиялаў мүмкин. Тап сондай етип ҳақыйқый фотон атомға келип соқлығысқанда электронның бир орбитадан ядродан қашығырақ болған орбитаға өтиўи мүмкин. Бундай өтиў атом тәрепинен жутылған фотонның энергиясының есабынан болады. Үшинши типтеги тәсирлесиў әззи тәсирлесиў деп аталады. Бундай тәсирлесиў радиоактивликке жуўап береди ҳәм спинлери 1/2 ге тең болған бөлекшелер арасында жүзеге келеди. Бирақ бундай тәсирлесиўде спинлери 0 ге, 1 ге ҳәм 2 ге тең болған фотонлар менен гравитонлар қатнаспайды. 1967-жылға шекем әззи күшлердиң қәсийетлери кем үйренилген еди. Ал сол жылы Лондондағы Империал-колледжде ислейтуғын теоретик Абдус Салам ҳәм Гарвард университетинде ислейтуғын Стивен Вайнберг бир ўақытта жүз жыл бурын Максвелдиң электр менен магнитизмди бириктиргениндей әззи тәсирлесиўди электромагнитлик тәсирлесиў менен бириктиретуғын теорияны усынды. Вайнберг ҳәм Саламлар фотонға қосымша спини 1 не тең болған және де үш түрли бөлекше бар деп болжады. Бул бөлекшелердиң барлығы да аўыр векторлық бозон деп аталады ҳәм әззи тәсирлесиўдиң алып жүриўшилери болып табылады. Бундай бозонлар W+, W- ҳәм Z0 деп белгиленди, ҳәр бириниң массасы шама менен 100 ГэВ ке тең (ГэВ гигаэлектронвольттың қысқаша жазылғаны болып мың миллион электронвольтқа тең). Вайнберг-Салам теориясы симметрияның спонтан бузылыўы деп аталатуғын қәсийетке ийе. Симметрияның спонтан бузылыўы төмен энергияда пүткиллей ҳәр қыйлы болған бөлекшелердиң жоқары энергияларда ҳәр қыйлы ҳалларда турған бир бөлекше болып табылатуғынлығын аңлатады. Бул жағдай рулетка ойнағандағы шарикке усайды. Жоқары энергиялардың барлығында да (яғный дөцгелектиң тез айланғанында) шарик бирдай ҳәрекет етеди - тоқтамай айланады. Бирақ дөцгелектиң айланыўы әстеленгенде шариктиң энергиясы киширейеди ҳәм кейниде дөцгелектеги отыз жети ойықтың биреўиниң ишине келип түседи. Басқа сөз бенен айтқанда шарик киши энергияларда отыз жети ҳалда жасаўы мүмкин. Егер шарикти тек киши энергияларда бақлайтуғын болсақ биз ҳәр қыйлы болған отыз жети типтеги шариклер бар деп есаплаған болар едик!

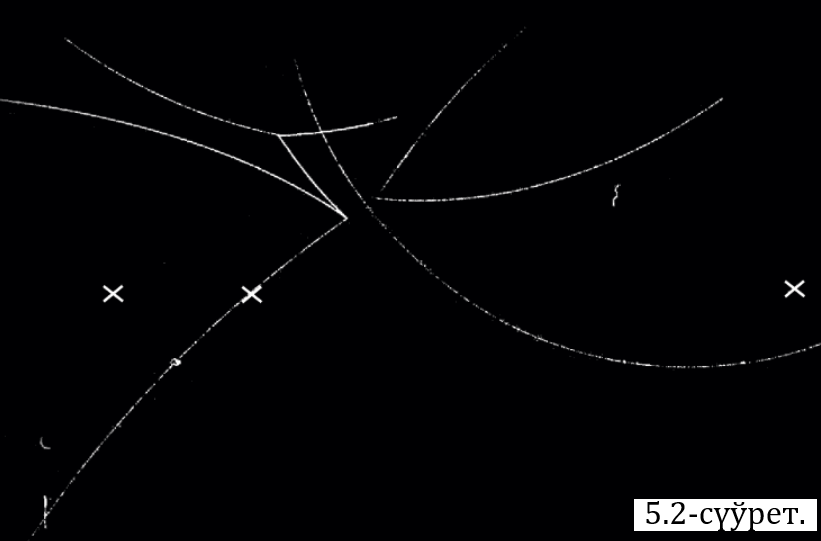
Вайнберг-Салам теориясы 100 ГэВ тен жоқары энергияларда таза үш бөлекше де, фотон да бирдей болыўы, ал бөлекшелердиң төмен энергияларында бул "симметрияның" бузылыўы керек деп тастыйықлайды. Пайда ететуғын күшлери тек киши аралықларда тәсир етиўи ушын W+, W- ҳәм Z0 бөлекшелериниң массалары үлкен деп болжанды. Вайнберг ҳәм Салам өзлериниң теориясын усынғанда оларға көпшилик исенбеди. Себеби сол ўақытлардағы аз қуўатлы тезлеткишлерде W+, W- ҳәм Z0 лердиң туўылыўы ушын зәрүрли болған 100 ГэВ энергияға жетиў мүмкин емес еди. Бирақ он жыл өткеннен кейин төмен энергиялардағы теория беретуғын болжаўлар экспериментлерде жақсы тастыйықланды ҳәм 1979-жылы Вайнберг пенен Саламға Гарвардлы Шелдон Глэшоу (ол да уқсас электромагнит ҳәм әззи ядролық тәсирлесиўдиң бирлестирилген теориясын усынды) менен бирликте Нобель сыйлығы берилди.

Күшли ядролық тәсир етисиў төртинши типтеги тәсирлесиў болып табылады. Бундай тәсирлесиў протонлар менен нейтронлар ишинде кваркларди, ал атом ядросы ишинде протонлар менен нейтронларды услап турады. Күшли тәсирлесиўдиң алып жүриўшиси спини 1 ге тең глюон деп аталыўшы бөлекше болып табылады.

Глюонлар тек кварклар ҳәм басқа да глюонлар менен тәсир етиседи. Күшли тәсир етисиўде әдеттегидей емес бир қәсийет бар - күшли тәсирлесиў конфайнментке ийе (соп- fin,m,n„ - инглиз тилинде шеклениў, услап турыў дегенди аңлатады). Конфайнмент бөлекшелердиң барлық ўақытлары да реңсиз комбинацияда турыўында болып табылады. Бир кварк ҳеш ўақытта да бир өзи жасай алмайды, себеби бундай жағдайда ол реңге ийе болыўы керек (қызыл, жасыл ямаса көк). Сонлықтан қызыл кварк глюон "ағысы" арқалы жасыл ҳәм көк кварк пенен байланысқан болыўы керек (қызыл + жасыл + көк = ақ). Бундай триплет протон ямаса нейтрон болып табылады. Кварк пенен антикварктиң бир жупты пайда ететуғын басқа бир мүмкиншилиги бар (қызыл + антиқызыл ямаса жасыл + антижасыл ямаса көк + антикөк = ақ). Бундай комбинация мезонлар деп аталатуғын бөлекшелердиң қурамына киреди. Мезонлар турақлы емес, себеби кварк пенен антикварк электронлар ҳәм басқа да бөлекшелер пайда етип бир бири менен аннигиляцияға ушырайды. Усындай себеплерге байланыслы глюон да конфайнменттиң салдарынан өз өзинен жасай алмайды. Себеби глюонның өзиниң де реңи бар. Демек глюонлар да топарласып реңи ақ болған топарларды пайда етиўи керек. Глюонлардың усындай топары турақлы емес глюболларды пайда етеди.

Конфайнменттиң салдарынан биз айырым кваркти ямаса глюонды бақлай алмаймыз. Кварклар менен глюонларды бөлекшелер деп есаплайтуғын бизиң көз-қарасларымыз бираз метафизикалық емес пе деген сораў келип шығады. Жоқ. Себеби күшли тәсирлесиў асимптотлық еркинлик деп аталатуғын және бир қәсийет пенен тәрийипленеди. Усының салдарынан кварклар ҳәм глюонлар ҳаққындағы түсиниклер анық түсиниклерге айланады. Әдеттеги энергияларда күшли тәсирлесиў ҳақыйқатында да күшли болып табылады ҳәм кваркларди бир бирине тығыз қысып турады. Бирақ экспериментлер күшли тезлеткишлерде жоқары энергияларда күшли тәсирлесиўдиң сезилерликтей әззилейтуғынлығын көрсетеди ҳәм кварклар менен глюонлар өзлерин еркин бөлекшелердей сезе баслайды. 5.2-сүўретте жоқары энергияға ийе болған протон менен антипротонның соқлығысыўы келтирилген. Соқлығысыўдың салдарынан туўылған бир неше дерлик еркин кварклар фотосүўретте көринип турған треклер "ағысын" пайда етеди.

Электромагнит ҳәм әззи байланысларды табыслы түрде бириктириўдиң жуўмағы уллы бирлесиў теориясы деп аталатуғын теорияны алыў ушын усы еки тәсирлесиўди күшли тәсирлесиў менен бирлестириўге урыныўлар болып табылды. Теорияның бул атында бир қанша үлкейтип көрсетиў орын алған: бириншиден ҳәзирги ўақытлары дүзиўге ҳәрекет етилип атырған уллы бирлесиў теориялары ондай дәрежеде уллы емес, екиншиден бул теориялар барлық тәсирлесиўлерди өз ишине қамтымайды. Себеби оның ишине гравитация кирмейди. Буннан басқа бул теориялар шынында да толық емес, себеби олар теориялық жоллар менен есаплаў керек параметрлерге ийе емес. Бундай параметрлер теориялық ҳәм эксперименталлық нәтийжелерди салыстырыў арқалы алынады. Бирақ соған қарамастан бундай теорияларды дүзиў барлық тәсирлесиўди қамтыйтуғын толық бирлесиў теорияларының пайда болыўы бағдарында қойылған адым болып табылады. Уллы бирлесиў теорияларын дүзиўдеги тийкарғы идея төмендегиден ибарат: жоқарыда айтылғанындай күшли тәсирлесиў үлкен энергияларда киши энергиялардағыға қарағанда әззилеў болады. Ал электромагнит ҳәм әззи күшлер асимптоталық ғәрезсиз емес ҳәм жоқары энергияларда олар өседи. Бундай жағдайда энергияның жүдә үлкен мәнислеринде, уллы бирлесиў энергиясында, усы үш күште бир бирине тең болып, бир күштиң ҳәр қыйлы түрине айланыўы мүмкин. Уллы бирлесиў теориялары усындай энергияларда затлардың спинлери 1/2 ге тең кварк ҳәм электронлар усаған ҳәр қыйлы бөлекшелери бир биринен парықланбай қалады деп болжайды. Бул да бирлесиўге қарай атланған бир адым болып табылады.



Уллы бирлесиў энергияның мәниси анық белгили емес, бирақ оның шамасы кеминде мың миллион миллион ГэВ ты қураўы керек. Ҳәзирги ўақытлардағы тезлеткишлерде энергиясы шама менен 100 ГэВ болған бөлекшелер соқлығысады, болажақ тезлеткишлерде бул шама бир неше мың ГэВ ке шекем өсиўи керек. Бирақ бөлекшелерди уллы бирлесиў энергиясына шекем тезлетиў ушын Қуяш системасының өлшеминдей өлшемлерге ийе тезлеткиш қурыў керек. Ҳәзиргидей экономикалық ситуацияларда усындай тезлеткиш қурыўды қаржы менен тәмийинлегендей адамды ямаса шөлкемди табыўдың итималлылығы жоқтың қасында. Мине сонлықтан уллы бирлесиў теорияларын тиккелей эксперименталлық тастыйықлаў мүмкин емес. Бирақ бул жерде де, электроәззи тәсирлесиў жағдайындағыдай тексерип көриў мүмкин болған төмен энергиялы нәтийжелер бар.

Бундай нәтийжелердиң ең қызықлысы төмендегидей: әдеттеги затлардың массаларының үлкен бөлегин қураўшы протонлар спонтан түрде антиэлектрон сыяқлы жеңил бөлекшелерге бөлиниўи мүмкин. Себеби соннан ибарат, уллы бирлесиў энергиясында кварк ҳәм антиэлектрон арасында айтарлықтай айырма жоқ. Протонның ишиндеги үш кварк антиэлектронға айланыў ушын жеткиликли дәрежеде энергияға ийе болмайды. Бирақ бир ўақытлары сол кварклардиң бири усындай айланыў ушын жеткиликли болған энергияға тосыннан ийе бола алады. Себеби анықсызлық принципине муўапық протонның ишиндеги кварктиң энергиясын дәл анықлаў мүмкин емес. Бундай жағдайларда протон ыдырай алады. Бирақ кварктиң усындай айланыстың орын алыўы ушын жеткиликли болған энергияға ийе болыўының итималлылығы жүдә кем. Сонлықтан усындай ўақыяның жүз бериўин кеминде миллион миллион миллион миллион миллион (отыз ноли бар бир) жыл күтиў керек. Бундай ўақыт үлкен партланыў жүз берген он мың миллион (он ноли бар бир) жылдан әдеўир көп. Бул жерде протонның спонтан ыдыраўын экспериментте бақлаў мүмкин еместей болып көринеди. Бирақ протонлардың ыдыраўының итималлылығын оғада көп протонларды изертлеў арқалы үлкейтиў мүмкин (Мысалы уллы бирлесиў теорияларының бирине сәйкес отыз бир ноли бар сандағы протонларды бир жыл даўамында бақлап кеминде бир ыдыраўды бақлаў мүмкин).

Қаншама экспериментлер исленбесин, олар протонлар менен нейтронлардың ыдыраўы ҳаққында ҳеш қандай анық мағлыўматларды берген жоқ. Сегиз мың тонна суў пайдаланылған экспериментлердиң бири Огайо штатындағы дуз шахтада өткерилди (протонның ыдыраўы деп қабыл етилиўи мүмкин болған космослық кесент бериўлерди жоқ қылыў ушын). Эксперименттиң барысында протонның бир де ыдыраўы есапқа алынбағанлығы себепли протонның өмириниң узынлығы он миллион миллион миллион миллион миллион (отыз ноли бар бир) жылдан үлкен деп жуўмақ шығарыў керек. Бул нәтийже әпиўайы уллы бирлесиў теориясы болжаўынан үлкен болып табылады. Бирақ жоқарырақ баҳа беретуғын қурамалырақ теориялар да бар. Оларды тексерип көриў ушын еле де көбирек затлар қолланылатуғын дәл экспериментлердиң өткерилиўи керек.

Протонлардың ыдыраўын бақлаў бойынша экспериментлердиң қыйыншылығына қарамастан бизиң өзлеримиздиң бар екенлигимизди кери болған - кварклар антикварклардан көп болмаған ең дәслепки стадияда протонлар ямаса оннан да әпиўайырағы кварклардиң пайда болыўының нәтийжеси болып табылады деп есаплаўға болады. Әлемниң басының усындай картинасы тәбийийлеў болып көринеди. Жердеги затлар тийкарынан протонлар менен нейтронлардан, олар өз гезегинде кварклардан турады. Бирақ бул затларда тезлеткишлерде алынған бир неше дана антикварклардан басқа антикварклардан туратуғын антопротонлар да, антинейтронлар да жоқ. Космос нурлары менен орынланған экспериментлер жоқарыдағыдай жағдайдың бизиң Галактикамыздағы затлар ушын да орын алатуғынлығын дәлиллейди: Галактикада жоқары энергиялы бөлекшелер соқлығысқанда пайда болатуғын бөлекше-антибөлекше жуплары туўылғанда пайда болатуғын аз сандағы антибөлекшелерден басқа антипротонлар да, антинейтронлар да жоқ. Егер бизиң Галактикамызда антизатлардан туратуғын бөлимлер болғанда затлар менен антизатлар арасындағы шегарада күшли нурланыўды бақлаған болар едик (бундай шегарада бөлекшелер менен олардың антибөлекшелери соқлығысып аннигиляцияның салдарынан жоқары энергиялы нурланыў бақланған болар еди).

Бизде басқа галактикалардағы затлардың протонлар менен нейтронлардан ямаса антипротонлар менен антинейтронлардан туратуғынлығы ҳаққында туўрыдан-туўры алынған мағлыўматлар жоқ. Бирақ бир галактика шеклеринде бөлекшелер менен антибөлекшелер араласпасының болыўы мүмкин емес. Себеби олардың аннигиляциясының салдарынан күшли нурланыўдың шығыўы керек. Сонлықтан барлық галактикалар да кварклардан турады, ал антикварклардан турмайды деп айта аламыз. Соның менен бирге бир галактикаларды затлардан, ал басқа галактикаларды антизатлардан турады деп те айта алмаймыз.

Бирақ не себепли кварклар антикварклардан көп болыўы керек? Неликтен олар теңдей муғдарда емес. Қалай деген менен бизлердиң жолымыз болған. Себеби егер кварклар менен антикварклар теңдей муғдарда болғанда Әлемниң ең дәслепки ўақытлары оны нурланыў менен толтырып аннигиляцияға ушыраған болар еди. Галактикалар да, жулдызлар да, адамзаттың раўажланыўы ушын планеталар да болмаған болар еди. Уллы бирлесиў теориялары жәрдеминде Әлемде ҳәтте дәслепки ўақытлары кварклар менен антикварклар өз-ара тең болғанда да ҳәзирги ўақытлары не себептен кварклар антикварклардан көп екенлигин түсиндириўге болады. Жоқарыда айтқанымыздай уллы бирлесиў теорияларында жоқары энергияларда кварклар антиэлектронларға айлана алады. Кери процесслердиң де жүриўи мүмкин: антикварклар электронларға, ал электронлар менен антиэлектронлар антикварклар менен кваркларге айланады. Әлемниң раўажланыўының ең ерте стадияларында Әлемниң температурасы жүдә жоқары болған ҳәм бөлекшелердиң энергиясы сондай айланыслардың жүриўи ушын жеткиликли болған. Бирақ сонда да не себепли кварклар антикварклардан көп болып шықты? Себеп соннан ибарат, физиканың нызамлары бөлекшелер ҳәм антибөлекшелер ушын бирдей емес.

1956-жылға шекем физиканың нызамлары симметрияның үш түрлендириўи болған С ға, Р ға ҳәм Т ға қарата симметриялы деп есапланды. С симметриясы барлық нызамлар бөлекшелер ҳәм антибөлекшелер ушын бирдей дегенди билдиреди. Р симметриясы физиканың нызамларының қәлеген қубылыс ҳәм оның айналық шағылысыўы ушын бирдей дегенди аңлатады (саат стрелкасы бағытында айланыўшы бөлекшениң айналық шағылысыўы саат стрелкасы бағытына қарама-қарсы бағытта айланатуғын бөлекше болып табылады). Т симметриясының мәниси төмендегиден ибарат: барлық бөлекшелер менен антибөлекшелердиң қозғалыс бағдарын қарама-қарсы бағытқа өзгертсек система бурынғыдай ҳалына қайтып келеди. Басқа сөз бенен айтқанда ўақыт бойынша алға ямаса кейинге жүргендеги физиканың нызамлары бирдей.

1956-жылы еки америкалы физик Тзундао Ли ҳәм Чженьнин Янг әззи тәсирлесиў ҳақыйқатында Т-түрлендириўге қарата инвариант емес деп пикир айтты. Басқа сөз бенен айтқанда әззи тәсирлесиўдиң салдарынан Әлемниң раўажланыўы оның айналық сүўретиниң раўажланыўынан басқаша болып әмелге асады. Сол жылы Ли менен Янгтың кәсиплеслери Цзиньсян Ву (ҳаял адам) сол пикирдиң дурыс екенлигин дәлиллей алды. Спинлери бирдей болып бағытланатуғындай етип радиоактивли атомлардың ядроларын магнит майданына жайластырып көргенде электронлардың бир бағытта екинши бағыттағыға қарағанда көбирек ушып шығатуғынлығы анықланды. Келеси жылы Ли ҳәм Янг өзлериниң ашқан жаңалығы ушын Нобель сыйлығын алыўға миясар болды. Кейинирек әззи тәсирлесиўдиң С симметриясына да бағынбайтуғынлығы анықланды. Бул бизиң Әлемимиздиң антибөлекшелерден туратуғын Әлемнен басқаша болатуғынлығын көрсетеди. Бирақ бәршеге әззи тәсирлесиў комбинацияланған СР симметрияға (яғный Әлемниң раўажланыўы оның айналық шағылысыўындай, Әлемди айнада шағылыстырып ҳәр бир бөлекшени оның антибөлекшеси менен алмастырамыз) бағынатуғындай болып көринди. Бирақ 1964-жылы еки америкалы Джеймс Кронин ҳәм Вел Фитчлар К-мезонлар деп аталатуғын бөлекшелер ыдырағанда ҳәтте СР-симметрияның да бузылатуғынлығын тапты. Усының нәтийжесинде 1980-жылы Кронин ҳәм Фитчлар Нобель сыйлығын алыўға миясар болды (бизиң ойымызда әпиўайы болып көринетуғын Әлемниң ҳақыйқатында әпиўайы емес екенлигин көрсететуғын жумысларға қанша Нобель сыйлықлары берилген?).

Квантлық механикаға ҳәм салыстырмалық теориясына бағынатуғын қәлеген теорияның СРТ комбинацияланған симметрияға қарата инвариант болатуғынлығы ҳаққында математикалық теорема бар. Басқа сөз бенен айтқанда егер бөлекшелерди антибөлекшелер менен алмастырсақ, барлығын айнада шағылыстырсақ ҳәм ўақыттың жүриў бағытын кери бағытқа өзгертсек Әлемниң қәсийетлери өзгермеўи керек. Бирақ Кронин ҳәм Фитчлар егер бөлекшелерди антибөлекшелер менен алмастырғанда ҳәм айналық шағылыстырыў әмлге асырылғанда, бирақ усының менен бирге ўақыттың бағытын өзгертпесе Әлемниң қәсийетлериниң басқаша болатуғынлығын көрстти. Демек ўақыттың бағыты өзгергенде физиканың нызамлары өзгериўи керек, яғный олар Т симметриясына қарата инвариант емес екен.

Дәслепки Әлемде Т-симметрияның бузылғанлығы түсиникли: ўақыт алға қарай жүрсе Әлем кеңейеди, ал ўақыт кейинге қарай жүре басласа Әлем қысыла баслаған болар еди. Ал Т-симметриясына қарата инвариант емес күшлер бар болғанлықтан Әлемниң кеңейиў барысында усындай күшлердиң тәсиринде электронлардың антикваркларге айланыўына қарағанда антиэлектронлардың кваркларге айланыўы көбирек орын алады. Әлем кеңейгенде ҳәм салқынлағанда антикварклар менен кварклар аннигиляцияға ушырайды, ал кварклар антикварклардан көп болғанлықтан артық кварклар сақланып қалады. Ҳәзирги ўақытлары биз көрип турған барлық затларды ҳәм бизлердиң өзимизди сол кварклар қурайды. Солай етип бизиң Әлемимизде бар екенлигимиздиң өзин уллы бирлесиў теориясының сапалық жақтан тастыйықланыўы деп қараўға болады. Тек биз ҳәзирше аннигиляциядан кейин қанша кварктиң қалатуғынлығын, ал қалған бөлекшелердиң кварклар ямаса антикварклар екенлигин анық билмеймиз (шынында егер антикварклар артық қалса бизлер оларды кварклар деп атларын ацсат өзгертип алған болар едик).

Уллы бирлесиў теориялары гравитациялық тәсирлесиўди өз ишине қамтымайды. Бул жүдә әҳмийетке ийе емес, себеби гравитациялық күшлер жүдә киши болғанлықтан Элементар бөлекшелер ҳәм атомлар менен ис алып барғанымызда олар есапқа алынбайды. Бирақ гравитациялық күшлердиң узақтан тәсир ететуғынлығы, олардың барлық ўақытлары да тартылыс күшлери екенлиги фактлери гравитациялық күшлердиң барлық ўақытлары қосылатуғынлығын аңлатады. Демек затлардың бөлекшелери жеткиликли муғдарда болса, гравитациялық күшлер басқа күшлерге қарағанда үлкен болыўы мүмкин. Сонлықтан да Әлемниң эволюциясы гравитация арқалы анықланады. Ҳәтте жулдызлардың өлшеминдей объектлер жағдайында да гравитациялық тартысыў басқа барлық күшлерден күшлирек болыўы ҳәм жулдызды коллапсқа алып келиўи мүмкин. 70- жыллары мен усындай жулдызлардың коллапсынан пайда болған қара қурдымларды изертлеў менен шуғылландым. Сол жумыслардың барысында квантлық механика менен салыстырмалық теориясы бир бирине қалай тәсир етеди деген ой келди. Бул енди дүзиў керек болған гравитацияның квант теориясының дәслепки белгилериниң бири еди.

Алтыншы бап. Қара қурдымлар

"Қара қурдым" термини жақында пайда болды. Оны пайдаланыўға 1969-жылы буннан шама менен 200 жыл бурын еске түскен көз-қарастың метафоралық аңлатпасы сыпатында америкалы алым Джон Уилер киргизди. Сол ўақытлары жақтылықтың еки теориясы бар еди: Ньютон қоллайтуғын биринши теорияда жақтылық бөлекшелерден турады, ал екиншисинде жақтылықты толқын деп есаплады. Ҳәзирги ўақытлары бизлер олардың екеўиниң де дурыс екенлигин билемиз. Квантлық механиканың бөлекшелик-толқынлық дуализм принципи бойынша жақтылықты бөлекшелер деп те, толқын деп те қараў мүмкин. Жақтылықты толқын деп қараўшы теорияда оған гравитацияның қалай тәсир ететуғынлығы түсиниксиз болып қалды. Егер жақтылық бөлекшелердиң ағымы болатуғын болса онда гравитация пушкалардың ядроларына, ракеталарға ҳәм планеталарға қалай тәсир ететуғын болса жақтылыққа да солай тәсир етиўи керек. Алымлар дәслеп жақтылық шексиз үлкен тезлик пенен қозғалатуғын болғанлықтан гравитация оның тезлигин киширейте алмайды деп есаплады. Бирақ Р-мер жақтылықтың тезлигиниң шекли екенлигин анықлағанда гравитацияның тәсири сезилерликтей болыўының мүмкин екенлиги айқынласты.

Усыған тийкарланып Кембриджли оқытыўшы Джон Мичел 1783-жылы "Лондон Король жәмийетиниң философиялық мийнетлери" (Philosophical transactions of the royal Society of London) журналына өзиниң келеси мақаласын жиберди. Бул мақалада ол жеткиликли үлкен массаға ийе жулдыздың шеклеринен жақтылық шығып кете алмайтуғындай күшли гравитациялық майданды пайда ететуғынлығы, усы жулдыздың бетинен шыққан қәлеген жақтылық нурының жулдыздан алыслап кетпей гравитациялық тартысыўдың нәтийжесинде қайтадан тартып алынатуғынлығы ҳаққында жазған. Мичел бундай жулдызлардың көп болыўы мүмкин деп есаплады. Бирақ усыған қарамастан бундай жулдызларды көриў мүмкин емес. Себеби оннан шыққан жақтылық бизге жетип келе алмайды. Бирақ биз олардың гравитациялық тартыўын сезиўимиз керек. Усындай объектлерди ҳәзирги ўақытлары қара қурдымлар деп атайды ҳәм бул термин олардың мазмунын сәўлелендиреди: космос кеңислигиндеги қараңғы туцғыйық. Мичелдиң бул мийнети жарық көргеннен бир неше жыл өткеннен кейин француз алымы Лаплас ғәрезсиз түрде сәйкес болжаў айтты. Лапластың бул болжаўды өзиниң "Дүнья системалары" деп аталатуғын китабының биринши ҳәм екинши басылыўларында киргизгени, бирақ кейинги басылыўларынан алып таслағанлығы қызық (XIX әсирде жақтылықтың корпускулалық теориясы өзиниң белгилилигин жоғалтты. Барлық қубылысларды толқынлық теория тийкарында түсиндириўге болатуғындай болып көринди. Ал жақтылыққа гравитациялық күшлердиң тәсири анық емес еди).

Ҳақыйқатында тезлиги белгили бир анық мәниске ийе болғанлықтан, жақтылықты Ньютонның тартылыс теориясындағы пушканың ядросы сыпатында қараўға болмайды (Жердиң бетинен жоқары қарай ушқан пушканың ядросы гравитацияның тәсиринде ушыўын әстелетеди, ақыр-аяғында тоқтайды ҳәм төмен қарай қулап түсиўин баслайды. Фотон болса жоқарыға қарай турақлы тезликте қозғалыўын даўам етиўи керек. Бундай жағдайда Ньютон гравитациясы жақтылыққа қалай тәсир етеди?). Жақтылық пенен гравитацияның тәсир етисиўи бойынша избе-из теория 1915-жылға шекем болған жоқ. Сол жылы Эйнштейн улыўмалық салыстырмалық теориясын усынды. Бирақ Эйнштейн теориясынан үлкен массаға ийе жулдызлар ушын қандай жуўмақлардың шығатуғынлығы анықланғанға шекем әдеўир ўақытлар өтти.

Қара қурдымның қалай пайда болатуғынлығын түсиниў ушын жулдыздың өмир циклиниң қандай екенлигин еске түсириў керек. Жулдыз газдиң үлкен муғдарының (тийкарынан водородтың) өзиниң меншикли гравитациялық тартыўының салдарынан қысылыўының нәтийжесинде пайда болады. Қысылыў процессинде газ атомлары бир бири менен тез-тезден соқлығыса баслайды ҳәм кем-кемнен тезликлерин үлкейтеди. Нәтийжеде газ қызады ҳәм ақыр-аяғында сондай қызған ҳалға жетеди, водород атомлары бир биринен қашыўдың орнына бир бирине қосылып гелий пайда етеди. Ретлениўши термоядролық партланыўды еске түсириўши бундай реакцияда бөлинип шығатуғын жыллылық жулдыздың жақтылық шығарыўын тәмийинлейди. Қосымша жыллылықтың тәсиринде гравитациялық тартысыўды теңлестиргенге шекем газдиң басымы жоқарылайды. Буннан кейин газ қысылыўын тоқтатады. Бул үрленген резина шарды еске түсиреди. Бундай шар ишиндеги оны кеңейиўге мәжбүрлейтуғын ҳаўаның басымы менен шарды қысатуғын резинаның керими менен тең салмақлық орнайды. Шарға усап жулдызлар да узақ ўақытлар турақлы ҳалда қалады. Бул ўақытлары ядролық реакцияларда бөлинип шығатуғын жыллылықтан пайда болған басым гравитациялық қысылыў менен теңлеседи. Бирақ ақыр-аяғында жулдызда водород пенен ядролық жанылғылардың басқа да түрлери теўсиледи. Жулдыздың дәслепки жанылғы қоры қаншама көп болса, ол соншама тезирек теўсиледи. Себеби гравитациялық тартысыўды теңгериў ушын жулдызға соншама күшли қызыў талап етиледи. Ал жулдыз қаншама қызған болса, оның жанылғысы да тезирек жумсалып кетеди. Қуяштағы жанылғының муғдары шама менен бес мың миллион жылға жетеди. Бирақ массалары үлкенлеў жулдызлар өзиниң жанылғысын барлығы болып жүз миллион жылда жумсап болады (яғный Әлемниң жасынан әдеўир киши ўақытлар ишинде). Жанылғысын жумсап болған жулдыз салқынлай баслайды ҳәм қысылады. Ал буннан кейин нениң болатуғынлығы бизиң әсиримиздиң 20- жылларының ақырында түсиникли болды.

1928-жылы Индиялы аспирант Субраманьян Чандрасекар салыстыралылық теориясы бойынша ең ири қәниге Артур Эддингтонда оқыў курсын өтиў ушын теңиз жолы бойынша Англияға, Кембриджге келди (20-жыллардың басларында бир журналист Эддингтонға дүньяда тек үш адам ғана салыстырмалық теориясын түсинетуғынлығы ҳаққында еситтим деп айтқан дейди. Сонда Эддингтон азмаз үндемей турып "Мен үшиншиси ким екен? деп ойлап турман" деп жуўап берген). Индиядан саяхатының барысында Чандрасекар жанылғысын жумсап болғаннан кейин өзиниң меншикли гравитациялық күшлерине қарсы тура алыўы ушын жулдыздың массасының қандай болыўының кереклигин есаплаған. Чандрасекар былайынша ойлады: Жулдыз киширейгенде заттың бөлекшелери бир бирине күшли жақынласады. Паулидиң қадаған етиў принципи бойынша олардың тезликлери арасындағы айырманың үлкейиўи керек. Демек бөлекшелер тарқалыўға умтылады ҳәм жулдыз кеңейеди. Солай етип жулдыздың радиусы гравитациялық тартылыс Паулидиң қадаған етиў принципине сәйкес келиўши ийтерилис пенен теңлесиўи керек (жулдыздың раўажланыўының дәслепки стадияларында гравитациялық күшлердиң жыллылық кеңейиўи менен теңлескениндей).

Бирақ Чандрасекар Паули принципине сәйкес келиўши ийтерилистиң шамасының шексиз емес екенлигине түсинди. Салыстырмалық теориясы бойынша жулдыздағы затларды қурайтуғын бөлекшелердиң тезликлери арасындағы максималлық айырма жақтылықтың тезлигине тең. Бул жулдыз жеткиликли дәрежеде тығыз болғанда Паули принципине сәйкес келиўши ийтерилистиң гравитациялық тартылыстан киши болатуғынлығын аңлатады. Чандрасекар есаплаўларының барысында егер салқын жулдыздың массасы Қуяштың массасынан бир ярым есе артық болғанда өзиниң меншикли гравитациясына қарсы тура алмайтуғынлығын анықлады (массаның усы мәниси ҳәзирги ўақытлары Чандрасекар шеги деп аталады). Шама менен тап сол ўақытлары усыған сәйкес жаңалықты совет физиги Л.Д. Ландау ашты.

Чандрасекар менен Ландаудың жуўмақлары үлкен массаға ийе жулдызлардың тәғдирине байланыслы әҳмийетли нәтийжелерге ийе болды. Егер жулдыздың массасы Чандрасекар шегинен киши болса, онда ол ақыр-аяғында қысылыўын тоқтата алады ҳәм жулдыздың мүмкин болған ақырғы ҳалларының бири ақ иргежейлиге айланады. Ақ иргежейлиниң радиусы бир неше мың километрди, тығызлығы ҳәр сантиметрдиң кубында жүзлеген тоннаны қурайды. Бундай объект затларындағы элктронлардың Паули принципине сәйкес ийтерисиўиниң салдарынан тең салмақлықта турады. Аспанда көп сандағы ақ иргежейлилер көринеди. Олардың ең биринши табылғанларының бири түнги аспандағы ең жақтылы жулдыз болған Сириустың әтирапында айланып жүреди.

Ландау жулдыздың басқа да ақырғы ҳалда тура алатуғынлығын көрсетти. Бундай жағдайда жулдыздың массасы Қуяштың бир ямаса еки массасына ийе, ал радиусы ҳәтте ақ иргежейлиниң радиусынан кем. Бундай жулдызлар Паули принципинен келип шығатуғын ийтерилистиң салдарынан өмир сүреди. Бирақ бул жағдайда ийтерилис электронлар арасында емес, ал протонлар менен нейтронлар арасында болады. Сонлықтан бундай жулдызлар нейтрон жулдызлар деген атты алды. Олардың радиусы бир неше онлаған километрден көп емес, тығызлығы бир сентиметрдиң кубында жүзлеген миллион тонна. Ландау нейтронлық жулдызлардың бар екенлигин болжағанда оларды қалай бақлаўдың кереклигин ҳеш ким билмеди. Ал оларды бақлаўдың ҳақыйқый мүмкиншиликлери әдеўир кейинирек пайда болды.

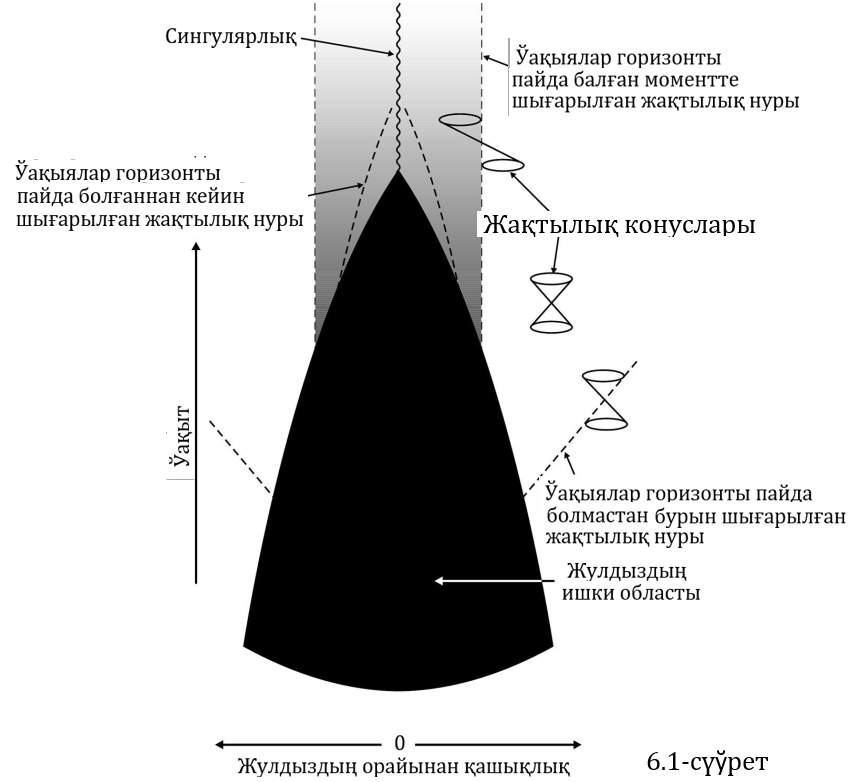
Жулдыздың массасы Чандрасекар шегинен үлкен болғанда ҳәм оның жанылғысы теўсилгенде үлкен қыйыншылық жүз береди. Катастрофалық гравитациялық коллапстан қутылыў ушын жулдыздың партланыўы мүмкин ямаса массасы шеклик массадан киши болыўы ушын қандай да бир жоллар менен өзинен затлардың бир бөлегин шығарып таслаўы керек. Өлшемлеринен ғәрезсиз жулдызда нениң болып өтетуғынлығын тексерип көриў қыйын. Жулдыз өзиниң салмағын жоғалтыўға ўақыттың келгенлигин қалай биледи? Ал жулдыз ҳыйқатында да коллапстан қутылыўы ушын салмағын жоғалта алған болса, онда ақ иргежейлиниң ямаса нейтрон жулдыздың массасын сол шектен үлкейтсек қандай өзгерислер болады? Мүмкин бундай жағдайда коллапс орын алатуғын ҳәм жулдыздың тығызлығы шексизликке умтылатуғын шығар? Эддингтон усыларды еситип таң қалған ҳәм Чандрасекардың нәтийжелерине исениўден бас тартты. Ол жулдыздың бир ноқатқа коллапсланыўын мүмкин емес деп есаплады. Алымлардың көпшилиги усындай пикирде қалды. Эйнштейнниң өзи мақаласында жулдызлар ноллик өлшемлерге шекем қысыла алмайды деп билдирди. Алымлардың душпанлық қатнасы (соның ишинде Чандрасекардың биринши муғаллими ҳәм жулдызлардың қурылысын изертлеўде ең абырайлы адам болған Эддингтонның) Чандрасекарға усы бағдардағы жумысларын таслап кетип жулдызлар топарларының қозғалысын үйрениўге арналған астрономияның басқа тараўлары бойынша изертлеўлер жүргизиўге мәжбүр болды. Бирақ 1983-жылғы Нобель сыйлығының бир бөлими Чандрасекарға салқын жулдызлардың шекли массасына байланыслы жумыслары ушын берилди.

Ол егер жулдыздың массасы Чандрасекардың шегинен үлкен болса ҳеш қандай қадаған етиў принципиниң коллапсты тоқтата алмайтуғынлығын көрсетти. Ал усындай жулдызда нениң болатуғынлығы ҳаққындағы мәселени 1939-жылы америкалы жас физик Роберт Оппенгеймер улыўмалық салыстырмалық теориясы тийкарында шешти. Бирақ сол ўақыттағы телескоплардың жәрдеминде Оппенгеймердиң нәтийжелери бойынша болжанған эффектлердиң биреўин де бақлаў мүмкин емес еди. Буннан кейин Екинши жер жүзилик урыс басланып кетти ҳәм Оппенгеймердиң өзи атом бомбасын ислеп шығыў мәселелери менен тығыз шуғылланды. Урыстан кейин гравитациялық коллапс пүткиллей умытылды, себеби алымлардың көпшилигин атомлық ҳәм ядролық масштабтағы қубылыслар көбирек қызықтырды. Бирақ таза жетилискен техникаға байланыслы алпысыншы жыллары астрономиялық бақлаўлардың саны тез өсти ҳәм изертлеў областлары әдеўир кеңейди. Оппенгеймердиң нәтийжелери көплеген физиклер тәрепинен қайтадан ашылды ҳәм раўажландырылды.

Нәтийжеде Оппенгеймердиң жумысына байланыслы биз ҳәзир төмендегидей картинаға ийемиз: Жулдыздың гравитациялық майданына байланыслы кеңислик-ўақытта жақтылық нурлары жулдыз болмаған жағдайдағы траекторияларынан аўысады. Бети арқалы төбесинен жиберилген жақтылық нурлары жақтылық конуслары жулдыздың бетиниң тусында ишке қарай азмаз еңкейеди. Бул Қуяш толық тутылғанда алыс жулдызлардан киятырған жақтылық дәстелериниң бағытларының өзгериўинде көринеди. Жулдыз қысылған сайын оның бетиндеги гравитациялық майдан күшейеди ҳәм жақтылық конуслары еле де күшлирек еңкейеди. Сонлықтан жулдыз тәрепинен шығарылған жақтылықтың жулдыздың гравитациялық майданының шеклеринен шығып кетиўи қыйынырақ болады. Ал алыстағы бақлаўшыға оның жақтысы гүцгиртлеў ҳәм қызылырақ болып көринеди. Қысылыў барысында жулдыздың радиусы базы бир критикалық мәниске жеткенде жулдыз бетиндеги гравитациялық майдан жүдә күшли болады ҳәм жақтылық конуслары жақтылық сыртқа шығып кете алмайтуғындай болып ишке қарай еңкейеди (6.1-сүўрет). Салыстырмалық теориясы бойынша жақтылықтан ҳеш нәрсе де тез қозғала алмайды. Ал жақтылық сыртқа шыға алмайтуғын болса бундай жулдыздан басқа ҳеш бир объект шығып кете алмайды, яғный барлық нәрсе гравитациялық майдан тәрепинен тартып алынады. Бул ўақыялардың базы бир көплигиниң, яғный кеңислик- ўақыттың базы бир областының бар екенлигин билдиреди. Усы областтан сыртқа шығыў ҳәм алыстағы бақлаўшыға жетиў мүмкин емес. Ҳәзирги ўақытлары усындай область қара қурдым деп аталады. Қара қурдымның шегарасы ўақыялар горизонты деп аталады. Бул шегара қара қурдымның шеклеринен шығыў мүмкиншилигин биринши болып жоғалтатуғын жақтылық нурларының жоллары менен сәйкес келеди.

Егер жулдыздың коллапсқа ушырап қара қурдымның пайда болыўын бақлағанда нелерди көретуғынлығымызды түсиниў ушын салыстырмалық теориясында абсолют ўақыттың болмайтуғынлығын ҳәм ҳәр бир бақлаўшыда өзиниң ўақыт өлшеминиң болатуғынлығын еске түсириў керек. Жулдыз гравитациялық майданға ийе болғанлықтан жулдыз бетиндеги бақлаўшыдағы ўақыттың өтиў темпи алыстағы бақлаўшыдағы ўақыттың өтиў темпиндей болмайды. Қандай да бир батыр астронавт коллапсланыўшы жулдыздың бетинде орналасқан болсын ҳәм жулдыз бенен бирге коллапслансын.

Мейли ол өзиниң сааты бойынша ҳәр бир секундта усы жулдыз дөгерегинде айланып жүрген космос кораблине сигнал жиберип турсын. Оның сааты бойынша қандай да бир ўақыт моментинде (айтайық саат 11:00 де) жулдыздың радиусы критикалық радиустан да кем болатуғындай болып қысылсын. Усындай жағдайда гравитациялық майдан соншама күшейеди, сыртқа ҳеш нәрсе де шығып кете алмайды ҳәм батырдың сигналлары космос кораблине жетип келмейди. Ўақыт 11 ге жақынлағанда астронавттың космос кораблиндеги жолдасларына жиберип турған гезектеги сигналлары арасындағы интерваллар узарады. Бирақ саат 10:59:59 ға шекем бул эффект үлкен болмайды. Астронавт өзиниң сааты бойынша 10:59:58 ҳәм 10:59:59 ўақыт моментлеринде жиберген сигналлары арасындағы ўақыт космос кораблинде бир секундтан сәл көбирек болады. Бирақ астронавт тәрепинен 11:00:00 де жиберилген сигналды қабыл етиў ушын шексиз көп ўақыт күтиў керек болады. Жулдыздың бетинен астронавттың сааты бойынша 10:59:59 пенен 11:00 аралығында жиберилген жақтылық нурлары космос кораблиндеги пассажирдиң пикири бойынша ўақыттың шексиз үлкен дәўири бойынша жайылған болып шығады. Кораблге биринен соң бири жетип келиўши еки толқын арасындағы ўақыт интервалы үлкейеди, сонлықтан жулдыз тәрепинен нурландырылатуғын жақтылық үзликсиз ҳәлсирейди ҳәм қызылырақ болып көринеди. Ақыр-аяғында жулдыз дым қараңғыланады. Оны космос кораблиниң бортынан енди көре алмайды: жулдыздың орнында тек кеңисликтеги қара қурдым қалады. Усының менен бирге жулдызлық гравитациялық тартыўы кораблге тәсир етиўин даўам ете береди ҳәм сонлықтан ол қара қурдым әтирапында айланыўын тоқтатпайды.



Бирақ бундай сценарий төмендегидей себепке байланыслы онша ҳақыйқый емес. Жулдыздан қашықласқанда гравитациялық тартыў ҳәлсирейди. Сонлықтан барлық ўақытлары да батыр астронавттың аяқлары басына қарағанда көбирек гравитациялық тәсирленеди (аяқлар қара қурдымға қарай бағытланған деп есаплап атырмыз). Күшлердиң айырмасы астронавтты спагетти тәризли созыўға алып келеди ямаса ўақыялар горизонты пайда болатуғын жулдыздың өлшемлери критикалық радиусқа жетемен дегенше-ақ бөлеклерге бөлинип кетеди. Бирақ бизлер гравитациялық коллапстың ақыбетинде қара қурдымларға айлана алатуғын үлкен объектлер (мысалы глактикалардың орайлық областлары) бар деп есаплаймыз. Бундай жағдайларда усындай объектлердиң биринде турған астронавт қара қурдым пайда болмастан бурын бөлеклерге бөлинип кетпеген болар еди. Ҳақыйқатында радиус критикалық мәниске жеткенде ол ҳеш нәрсени де сезбеген болар еди ҳәм арғы тәрепинде қайтыў мүмкин болмайтуғын область жайласқан ноқатты сезбей өткен болар еди. Бирақ усы область коллапслана баслағаннан кейин бир неше сааттан кейин аяқ пенен басқа тәсир етиўши гравитациялық күшлердиң айырмасы сол адамды бәри бир бөлеклерге бөлип таслаған болар еди.

Бизлер Роджер Пенроуз бенен 1965-жылдан 1970-жылдың ақырына шекем орынлаған жумысымызда улыўмалық салыстырмалық теориясына сәйкес қара қурдымда сингулярлықтың болыўы керек екенлигин көрсеттик. Сингуляр ҳалда кеңислик-ўақыттың тығызлығы ҳәм иймеклиги шексиз. Ситуация ўақытты өлшеўдиң басына сәйкес келетуғын моменттеги үлкен партланыўды еске түсиреди. Усы жердеги айырма соннан ибарат, ол астронавт ҳәм коллапсланыўшы дене ушын ўақыттың ақырын билдиреди. Бул сингуляр ноқатта илимниң нызамлары бузылған болар еди, ал биз болажақты болжаў мүмкиншилигинен айрылған болар едик. Бирақ бул жоғалтыўдың қара қурдымнан тыста жайласқан ҳеш бир бақлаўшыға қатнасы болмайды. Себеби оған сингулярлықтан шыққан жақтылық ямаса басқа түрдеги сигнал жетип келмес еди. Усындай таң қаларлық факттиң тәсиринде Роджер Пенроуз "космослық цензура гипотезасын" усынды. Буны басқаша былай айтыўға болады: "Қудай жалаңаш сингулярлықты көре алмайды". Басқа сөз бенен айтқанда гравитациялық коллапстың салдарынан жүзеге келген сингулярлықлар қара қурдымлар сыяқлы орынларда болып, сол орынларда ўақыялар горизонты оларды сырттан қарап турыўшылардың нәзеринен сақлап турады. Бул әззи космослық цензура гипотезасы болып табылады (ҳәзирги ўақытлары усылай аталады): қара қурдымның шеклеринен тыста турған бақлаўшылар сингулярлықтағы болажақты болжаў қәбилетлилигинен жоғалатуғын жағдайлардан аўлақта болады. Бирақ бул гипотеза қара қурдымға қулап түскен бахытсыз астронавтты қутқарып қалыў ушын ҳеш нәрсе де бермейди.

Астронавтқа жалацаш сингулярлықты көриўге мүмкиншилик беретуғын улыўмалық салыстырмалық теориясының базы бир шешимлери бар: оның сингулярлықтан қайтып келиўи ҳәм "тышқан ини" арқалы ушып өтиў арқалы Әлемниң басқа областларына шығыўы мүмкин. Усындай вариант кеңислик пенен ўақыт бойынша үлкен мүмкиншиликлерди жаратып барген болар еди. Бирақ, тилекке қарсы бул шешимлердиң барлығы да турақлы емес. Киши тәсир, мысалы астронавттың қатнасыўының өзи барлық шешимлери өзгерте алады. Соның нәтийжесинде астронавт сингулярлықты усы сингулярлық пенен соқлығысқанша көрмеген болар еди. Ал сол соқлығысыў астронавттың тамам болыўына сәйкес келеди. Басқа сөз бенен айтқанда сингулярлық барлық ўақытта оның болажағында (келешегинде) орын алыўы керек, ал оның өтмишинде ҳеш қашан да орын алмайды. Космослық цензура гипотезасының күшли формулировкасының мазмуны төмендегидей: реалистлик шешимниң сингулярлықлары толығы менен яки болажақта (гравитациялық коллапс жағдайындағыдай) яки өтмиште (үлкен партланыў жағдайындағыдай) болыўы керек. "Космослық цензура гипотезасының" анаў ямаса мынаў формулировкада орынланғанлығы бизге жүдә жағымлы. Себеби жалацаш сингулярлықлардың тусында өтмишке қулап түсиў мүмкиншиликлери болған болар еди. Бул фантаст-жазыўшылар ушын жүдә қолайлы, бирақ бул өзиңниң қәўипсизлигиңе ҳеш қашан исеним менен қараўға болмайтуғынлығын аңлатады: ким де биреўдиң өтмишке кириўи ҳәм өзиниң ата-анасы менен жасаўы мүмкин (ата-аналары еле ол адамға өмир берместен бурын).

Кеңислик-ўақыттың ишинен қайтып шығыў мүмкиншилиги болмайтуғын областын шегаралап турған ўақыялар горизонты қара қурдымды қоршап турған ярым өткериўши мембранаға усайды: абайламайтуғын астронавт тәризли объектлер ўақыялар горизонты арқалы қара қурдымға қулап түсиўи мүмкин, бирақ ҳеш бир объект ўақыялар горизонты арқалы сыртқа шыға алмайды (Ўақыялар горизонты дегенимиз кеңислик-ўақытта қара қурдымнан шығып кетиўге умтылыўшы жақтылықтың тарқалатуғын жолы екенлигин еске түсириңиз, ал жақтылықтан тез ҳеш нәрсе де қозғала алмайды). Ўақыялар горизонты ҳаққында шайыр Дантениң дозаққа кириў ҳаққында "Усы жерге киргенге шекемги барлық үмитлерди таслап кет" дегениндей етип түсиниўимиз керек. Ўақыялар горизонтының арғы тәрепине қулап түсетуғынлардың барлығы да ўақыт тоқтайтуғын шексиз үлкен тығызлықлар областына тап болады.

Улыўмалық салыстырмалық теориясы үлкен массалы объектлер қозғалғанда гравитациялық толқынлардың нурланатуғынлығын болжайды. Гравитациялық толқынлар деп жақтылықтың тезлигиндей тезлик пенен тарқалатуғын кеңисликтиң қыйсықлығының пульсациясына айтады. Қәлеген қозғалыста нурланатуғын гравитациялық толқынлар өзи менен бирге системаның энергиясын алып кетеди (Бул суў бетине тасланған қалқыны еске түсиреди. Қалқы дәслепки ўақытлары гә суўдың астына кетеди, гә суў үстине қалқып шығады, ал пайда болған толқынлар оның энергиясын алып кететуғын болғанлықтан ақыр-аяғында тынышлық аўҳалға келеди). Мысалы Жердиң Қуяш дөгерегинде айланыўының салдарынан гравитациялық толқынлар пайда болады ҳәм Жер өзиниң энергиясын жоғалтады. Энергияны жоғалтыў Жердиң орбитасына тәсир етеди ҳәм Жер Қуяшқа кем-кемнен жақынлайды. Ақыр-аяғында Жер менен Қуяш бир бири менен тийиседи. Нәтийжеде Жер Қуяш дөгерегинде айланыўын тоқтатып стационар ҳалға өтеди. Қуяштың дөгерегинде Жер айланғанда жоғалатуғын энергияның шамасы жүдә аз. Бундай энергияны үлкен емес электр қайнатқышы пайдаланады. Бул Жердиң Қуяшқа шама менен мың миллион миллион миллион миллион жылдан кейин қулап түсетуғынлығын ацғартады. Соның ушын ҳәзирги ўақытлары бул мәселеде тынышсызланбаў керек. Жердиң орбитасы жүдә эстелик пенен өзгереди ҳәм сонлықтан оның өзгерисин бақлаў мүмкин емес. Бирақ соцғы бир неше жыллар ишинде дәл сондай эффект PS4 1913+16 системасында (PS4 белгиси "пульсар" дегенди аңлатады, пульсар деп радиотолқынлардың дәўирлик импульсларын нурландыратуғын нейтронлық жулдыздың бир түрине айтады) бақланды. Бул бир бириниң дөгерегинде айланыўшы еки нейтронлық жулдыздан туратуғын системада гравитациялық нурланыўға байланыслы энергияның жоғалыўы олардың спираль бойынша жақынласыўына алып келеди.

Коллапсланып қара қурдым пайда болғанда жулдыздағы барлық қозғалыслар күшли тезлениў алады. Сонлықтан энергияның жоғалыўы да күшли өседи. Нәтийжеде коллапсланыўшы жулдыз кейин ала стационар ҳалға келиўи керек. Усы ақырғы стацонар ҳалдың қандай болыўы керек? Усы ҳал дәслепки жулдыздың барлық қурамалы қәсийетлерине байланыслы болады деп болжаў мүмкин, яғный оның массасы менен айланыў тезлигине ғана байланыслы емес, ал жулдыздың ҳәр қыйлы областларының тығызлықларынан, оның ишиндеги газлердиң қурамалы қозғалысынан ғәрезли деўге болады. Бирақ егер қара қурдымлар оларды пайда ететуғын коллапсланыўшы объектлер сыяқлы ҳәр қыйлы болатуғын болса сол қара қурдымлар ҳаққында улыўмалық бир нәрселерди айтыў дым қыйын болған болар еди.

Бирақ 1967-жылы канадалық алым Вернер Израэль (ол Берлинде туўылған, Түслик Африкада тәрбияланған, докторлық диссертациясын Ирландияда жақлаған) қара қурдымлар ҳаққындағы илимде революция болдырды. Улыўмалық салыстырмалық теориясы бойынша ол айланбайтуғын қара қурдымлардың жүдә әпиўайы қәсийетлерге ийе болатуғынлығын көрсетти: олар дурыс сфералық формаға ийе, қара қурдымлардың өлшемлери тек ғана олардың массасынан ғәрезли, массалары тең болған еки қара қурдым бир биринен айырмашылыққа ийе болмайды. Демек қара оқпанларды Эйнштейнниң теңлемелериниң Карл Шварцшильд тәрепинен 1917-жылдан табылған дара шешими менен тәрийиплеўге болады екен (улыўмалық салыстырмалық теориясы баспадан жарық көргеннен кейин көп ўақыт өтпей-ақ). Дәслепки ўақытлары көпшилик (соның ишинде Израэльдиң өзи де) қара оқпанлар шар тәризли болғанлықтан, олар шар тәризли объектлердиң коллапсының нәтийжесинде пайда болады деп есаплады. Солай етип қәлеген жулдыз (жулдыз ҳеш ўақытта да идеал сфералық формаға ийе болмайды) жалацаш сингулярлық пайда етип коллапсланады екен.

Ҳақыйқатын айтқанда Израэль тәрепинен алынған нәтийжени басқаша да интерпретациялаў мүмкин. Усындай интерпретацияны Роджер Пенроуз бенен Джон Уилерлер қоллады. Бул алымлар жулдыз коллапсланғанда орын алатуғын тез қозғалыстың салдарынан нурланатуғын гравитациялық толқынлар жулдызды оннан да бетер айландырыўы мүмкин деп есаплады. Усының салдарынан жулдыз стационар ҳалға келгенде дәл сфералық формаға ийе болады. Усындай көз-қарас пенен қарағанда қәлеген айланбайтуғын жулдыз формасының ҳәм ишки қурылысының қаншама дәрежеде қурамалы болғанлығынан ғәрезсиз, гравитациялық коллапстан кейин өлшемлери тек ғана массасынан ғәрезли болған дурыс сфералық формаға ийе болады. Соцғылығында усындай жуўмақ сәйкес есаплаўлар жәрдеминде тастыйықланды ҳәм бәрше тәрепинен қабылланды.

Израэльдиң нәтийжелери айланбайтуғын объектлерден пайда болған қара қурдымларға ғана тийисли еди. 1963-жылы Жаңа Зеландиялы Рой Керр улыўмалық салыстырмалық теориясының теңлемелериниң айланыўшы қара қурдымларды тәрийиплеўши шешимлерин тапты. Керр қара қурдымлары турақлы тезлик пенен айланады, ал олардың формасы менен өлшеми тек ғана массаға емес, ал айланыў тезлигине де байланыслы. Егер айланыў орын алмайтуғын болса қара қурдым шар тәризли формаға ийе болып, оған жуўап беретуғын шешим шварцшильд шешимине сәйкес келеди. Егер қара қурдым айланатуғын болса оның диаметри экваторда үлкен мәниске ийе болады (Жер ҳәм Қуяштың айланыўларының салдарынан деформацияланғанындай). Қала берсе қаншама тез айланса, диаметр соншама үлкейеди. Израэльдиң нәтийжесин айланыўшы денелерге өткериў ушын коллапстың салдарынан қара қурдымды пайда етиўши қәлеген айланыўшы дене ақыр-аяғында Керр шешими менен тәрийиплениўши стационар ҳалға келеди деп есаплаў керек.

1970-жылы мениң аспирантым ҳәм Кембридж бойынша кәсиплесим Брендон Картер усы жағдайды дәлиллеў ушын биринши қәдем қойды. Ол егер айланыўшы қара қурдым зырылдаўық сыяқлы симметрия көшерине ийе болатуғын болса оның формасы менен өлшемлериниң тек ғана массасы менен айланыў тезлигине ғәрезли болатуғынлығын көрсетти. Кейин мен 1971-жылы қәлеген стационар қара қурдымның усындай симметрия көшерине ийе болатуғынлығын дәлилледим. Ең ақырында 1973-жылы Лондондағы Короллық колледжинен Дэвид Робертсон бизиң Картер менен бирге алған нәтийжелеримизге сүйенип жоқарыда келтирилген нәтийжелердиң дурыс екенлигин дәлилледи, яғный стационар қара қурдымның барлық ўақытта да Керр шешими болатуғынлығы көрсетти. Солай етип гравитациялық коллапстан кейин қара қурдым айлана алатуғын, бирақ пульсация орын алмайтуғын ҳалда бола алады екен. Буннан басқа қара қурдымның өлшемлери тек оның массасына ҳәм айланыў тезлигине байланыслы, бирақ қара қурдымға коллапсланған денениң басқа қәсийетлеринен ғәрезли емес. Бул жуўмақ "Қара қурдымда шаш жоқ" деген формулировкада белгили. Қара қурдымның шашының жоқ екенлиги ҳаққындағы теорема үлкен әмелий әҳмийетке ийе. Себеби ол қара қурдымлардың мүмкин болған типлерине күшли шеклер қояды ҳәм соның менен бирге қара қурдымларға ийе болыўы мүмкин объектлердың моделлерин дүзиўге ҳәм болжаўларды бақлаўлар нәтийжелери менен салыстырыўға мүмкиншилик береди. Жоқарыдағылардан басқа бул жуўмақтан қара қурдымның коллапсланыўшы дене ҳаққындағы информациялардың басым көпшилигин жоғалтатуғынлығы келип шығады. Өйткени колапстан кейин қара қурдымның биз тек массасы менен айланыў тезлигин ғана өлшей аламыз. Усы айтылғанлардың әҳмийети келеси бапта айқын болады.

Қара қурдымлар илим тарийхына теориялық жақтан барлық майда-шүйдесине шекем изертленген математикалық модель сыпатында раўажланған, бирақ дурыслығының эксперименталлық тастыйықланыўы болмаған көп емес мысаллардың бири сыпатында киреди. Бул қара қурдымлар ҳаққында көз-қарасларды қолламайтуғынлардың баслы қарсылығы болды: дурыс яки дурыс емеслиги гүман туўдыратуғын улыўмалық салыстырмалық теориясы тийкарындағы есаплаўлардан келип шығатуғын объектлердиң реаллығына қалай исениў мүмкин? Бирақ 1963-жылы Калифорниядағы Паламар обсерваториясында ислеўши астроном Маартен Шмидт 3С273 (Радиодереклердиң Кембридж каталогиндағы 273-санлы дерек) радиотолқынлар дереги бағытындағы гүцгирт, жулдызға уқсас объекттиң қызылға аўысыўын өлшеди. Шмидт тәрепинен өлшенген қызылға аўысыўдың шамасы жүдә үлкен болып шықты. Сонлықтан оны гравитациялық майданның тәсири деп қараўға болмады: егер ол ҳақыйқатында да гравитациялық болғанда объекттиң өзи оғада үлкен массаға ийе болған ҳәм бизге жүдә жақын орналасқан, соның салдарында Қуяш системсындағы планеталардың орбиталарын өзгерткен болар еди. Бирақ, мүмкин, сол қызылға аўысыў Әлемниң кеңейиўинен пайда болған шығар. Егер усындай болған жағдайда сол объект бизден үлкен қашықлықта жайласқан болар еди. Ондай үлкен қашықлықлардан көринетуғын объект жүдә күшли жарқыраған болыўы, яғный оғада үлкен энергияны нурландырыўы керек. Усындай үлкен энергияның нурланыўының бирден-бир механизми қандай да бир жулдыздың коллапсы емес, ал галактиканың барлық орайлық областының коллапсы болып табылады. Соннан бери қызылға аўысыўға ийе көп санлы квазижулдыз объектлер ямаса квазарлар ашылды. Бирақ оларға шекемги оғада үлкен қашықлықлар бақлаўлар жүргизиўди қыйынластырады ҳәм қара қурдымлар ҳаққындағы ақырғы нәтийжелерди айтыўға мүминшилик бермейди.

1967-жылы қара қурдымлардың бар екенлигиниң пайдасына жаңадан бәне табылды. Кембриджли аспирант Джослин Белл аспанда радиотолқынлардың бир қәлипли импульсларын нурландырыўшы объектлерди тапты. Дәслеп Белл ҳәм оның басшысы Энтони Хьюиш бизиң Галактикамыздың жерден тыс цивилизациялары менен контакт дүздик деп есаплады.

Өзлериниң ашқан жаңалығы ҳаққында олардың баянат жасағанлары мениң есимде. Олар төрт деректи қысқартып LGM 1-4 деп атады (бул жерде LGM жасыл адамлар, Little Green Men дегенди аңлатады). Бирақ кейин авторлар ҳәм басқалар бул бойынша романтикалық жуўмаққа келди. Табылған объектлер пульсарлар деп аталды ҳәм олар айланыўшы нейтрон жулдызлар болып шықты. Бундай жулдызлар магнит майданы менен қоршап турған орталықтың қурамалы түрде тәсирлескенлигиниң себебинен радиотолқынлардың импульсларын нурландырады екен. Бул жаңалық космостан келиўшилер ҳаққындағы боевиклердиң авторларын қапа етти. Бирақ бизлердиң қара қурдымларды қоллайтуғын көп болмаған адамлардан туратуғын отрядын руўхландырды, себеби бизлер биринши рет нейтронлық жулдызлардың ҳақыйқатында да бар екенлиги ҳаққында мағлыўмат алдық. Нейтрон жулдыздың радиусы шама менен он бес километр болып шықты, яғный жулдыздың қара қурдымға айланыўы ушын керекли болған критикалық радиустан бир неше есе үлкен. Егер жулдыз усындай үлкен емес өлшемлерге шекем коллапсланатуғын болса, басқа жулдызларды оннан да киши өлшемлерге шекем коллапсланады ҳәм қара қурдым пайда болады деп болжаў мүмкин.



6.2-сүўрет. Стрелка бир бириниң дөгерегинде айланатуғын әдеттеги жулдыз бенен қара қурдымнан туратуғын система деп болжанатуғын Ақ қуў X-1 объекти.

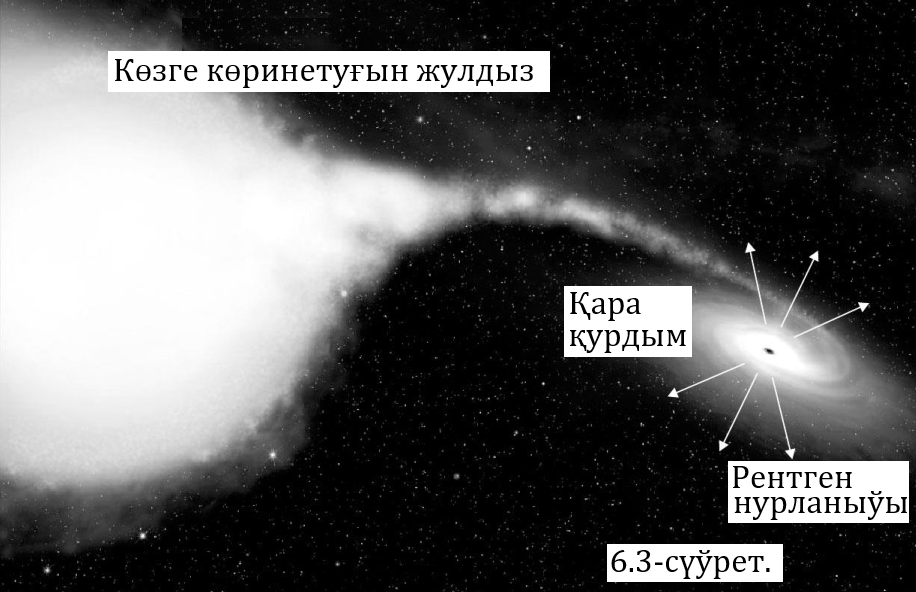
Жоқарыда айтылғанлардың барлығы да унамлы. Бирақ қара қурдым жақтылықты нурландырмайтуғын болса, оны қалай табыў мүмкин? Бул қараңғы өжиреде қара пышықты излеген менен бирдей емес пе? Қалай деген менен бир усылы бар. 1783-жылы жазылған пионерлик жумысында Джон Митчелл қара қурдымлардың өзине жақын жайласқан объектлерге гравитациялық тәсир жасайтуғынлығын айтты. Астрономлар гравитациялық тәсирлесиўдиң салдарынан бир бириниң әтирапында айланатуғын еки жулдыздан туратуғын көп санлы системаларды үйренди. Көринбейтуғын жолдасының әтирапында айланатуғын тек бир жулдыздан туратуғын системалар да бақланады. Сол көринбейтуғын партнерды қара қурдым деп бирден айта алмаймыз, себеби ол жүдә қараңғы жулдыз болыўы мүмкин. Бирақ сондай системалардың базы биреўлери, мысалы Аққуў Х-1 (6.2-сүўрет), рентген нурланыўының қуўатлы дереги де болып табылады. Бул қубылыс былайынша түсиндириледи: көринетуғын жулдыздың бетинен затлар суўырылып алынады, олар спираль бойынша айланып екинши көринбейтуғын жулдызға келип түседи. Келип түсиў барысында бул затлар күшли қызады ҳәм рентген дипазонында нурланады (6.3-сүўрет). Бундай механизмниң орын алыўы ушын көринбейтуғын объекттиң жүдә киши болыўы керек. Сонлықтан көринбейтуғын объект ақ иргежейли де, нейтрон жулдыз да ямаса қара қурдым да бола алады. Көринетуғын жулдыздың орбитасын бақлаўдың нәтийжелери бойынша көринбейтуғын объекттиң массасының ең киши мәнисин есаплаў мүмкин. Аққуў Х-1 жағдайында бул масса Қуяштың массасынан шама менен алты есе үлкен болып шығады. Сонлықтан Чандрасекарға сәйкес көринбейтуғын объекттиң массасының ақ иргежейли болыўы ушын дым үлкен. Бул масса нейтрон жулдыз ушын да үлкен. Сонлықтан объект қара қурдым болыўы мүмкин.

Аққуў Х-1 ди бақлаўдың нәтийжелерин қара қурдымсыз түсиндиретуғын басқа да моделлер бар. Бирақ олардың барлығы да жеткиликли дәрежеде жасалма. Қара қурдым бақлаў жуўмақларының бирден бир түсиндирилиўи болып табылады. Усыған қарамастан мен Калифорниялы технологиялық институтынан Кин Торн менен ҳақыйқатында Аққуў Х-1 де қара қурдым жоқ деп бәсекилестим. Мениң ушын бул базы бир қамсызландырыў. Мен қара қурдымлар мәселелери менен жүдә көп шуғылландым. Егер сол қара қурдымлар жоқ болып шықса мениң барлық жумысларым бийкарға кетеди. Бирақ бундай жағдайда мени жубататуғын нәрсе бәсекиниң утысы болып табылады. Бесекиниң шәрти бойынша төрт жыл даўамында мен "Private eye" журналын бийпул алатуғын боламан. Егер қара оқпанлар ҳақыйқатында да бар болса, онда Кип бир жыл даўамында "Penthouse" журналын алады. 1975-жылы бәсекилескенимизде бизлер Аққуў Х-1 диң қара қурдым екенлигине 80 процентке исенген едик. Ҳәзирги ўақытлары бизиң исенимимиз 95 процентке шекем өсти деп айта аламан. Бирақ бэсеки еле өз күшинде қалды.

Биз Аққуў Х-1 системасындағыдай бизиң Галактикамызда ҳәм Үлкен ҳәм Киши Магеллан бултлары деп аталатуғын қоцысы галактикаларда және де бир неше қара қурдымлар бар екенлиги ҳаққында мағлыўматларға ийемиз. Бирақ қара қурдымлардың әдеўир көп болыўы керек: Әлемниң узақ тарийхы барысында көплеген жулдызлар өзлериниң жанылғысын толық жумсап коллапсланған болыўы керек. Қара қурдымлардың саны көринетуғын жулдызлардың санынын көп болыўы да мүмкин, ал бизиң Галактикамыздағы көринетуғын жулдызлардың саны шама менен жүз мың миллион. Усындай көп санлы қара қурдымлар пайда ететуғын қосымша гравитация Галактиканың ҳәзирги ўақытлардағыдай тезликте (ал басқа тезликте емес) айланыўына сәйкес келеди: усындай тезликтиң шамасын түсиндириў ушын көринетуғын жулдызлардың массалары жеткиликли емес. Бизиң Галактикамыздың орайында массасы Қуяштың массасынан жүз мың есе үлкен болған үлкен өлшемлерге ийе қара қурдымның бар екенлигине сәйкес келетуғын мағлыўматлар да бар. Галактикадағы усы қара қурдымға жақын жайласқан жулдызлар жақын ҳәм алыс тәрепиндеги гравитациялық күшлердиң айырмасынан салдарынан бөлеклерге бөлинип кетеди. Сол бөлеклердиң қалдықлары ҳәм басқа жулдызлар тәрепинен шығарылған газ қара қурдым бағытында қулайды. Аққуў Х-1 деги жағдайдағыдай газ спираль бойынша буралады ҳәм қызыды (бул жағдайдағы қызыў күшли емес). Қызыў рентген нурларын нурландырыў ушын жеткиликсиз болады, бирақ Галактиканың орайынан шығатуғын киши радиотолқынлар менен инфрақызыл нурлар дерегин пайда етиў ушын жеткиликли.

Квазарлардың орайынларында массасы Қуяштың массасынан шама менен жүз миллион есе үлкен болған қара қурдымлардың бар екенлигин бийкарлаў мүмкин емес. Усындай массасы аса үлкен қара қурдымға затлардың қулап түсиўиниң салдарынан оғада қуўатлы нурланыўдың себебин түсиндириўге болады. Спираль бойынша буралып затлар қара қурдымға қулап түседи ҳәм оны усы бағытта айланыўға ийтермелейди. Усының салдарынан Жердиң магнит майданына уқсас күшли магнит майданы пайда болады. Ишине қулап түсиўши затлар қара қурдымның қасында жүдә жоқары энергияға ийе болған бөлекшелерди пайда етеди. Қара қурдымның күшли магнит майданы бул бөлекшелерди қара қурдымның айланыў көшери бағытындағы ағысқа (сорғалаған ағысқа) фокуслайды (қара қурдымның арқа ҳәм түслик полюслери бағытында). Гейпара глактикалар менен квазарларда усындай ағыс ҳақыйқаттан да бақланады.

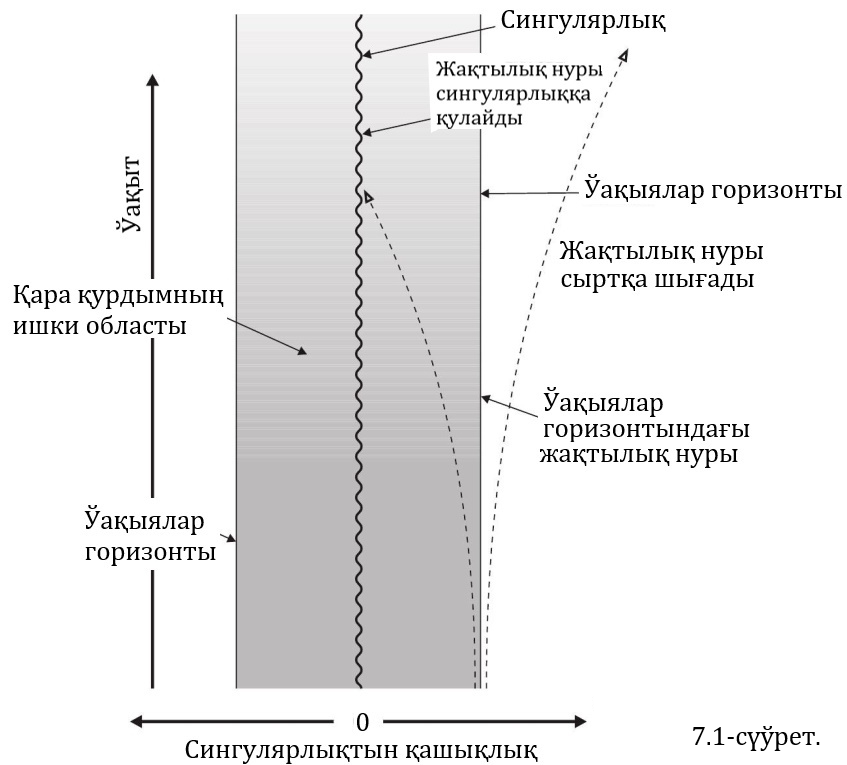
Массасы Қуяштың массасынан киши болған қара оқпанлардың бар болыў мүмкиншилигин қарап өтиўге болады. Бундай қара қурдымлар гравитациялық коллапс ақыбетинде пайда болмайды, себеби олардың массалары Чандрасекар шегинен төменде жайласады: үлкен массаға ийе болмаған жулдызлар ядролық жанылғысы теўсилгеннен кейин де гравитацияға төтепки бере алады. Киши массаға ийе қара қурдымлар сыртқы үлкен басымлардың тәсиринде затлар оғада үлкен тығызлыққа шекем қысылғанда пайда болады. Бундай шараятлар жүдә үлкен водород бомбасы партланғанда жүзеге келеди: бир ўақытлары физик Джон Уилер дүньядағы барлық океанлардан аўыр суўды айырып алып водород бомбасын соғып партлатқанда оның орайында затлар күшли қысылғанлықтан қара қурдым пайда болады (бирақ әтирапында сол ўақыяны көргендей ҳеш ким қалмаған болар еди) деген жуўмаққа келди. Ең итималға келетуғын мүмкиншилик Әлемниң раўажланыўының ең дәслепки стадияларындағы температураның ҳәм басымның жүдә жоқары мәнислеринде пайда болады. Усындай шараятларда үлкен емес массаға ийе болған қара қурдымлардың пайда болыўы мүмкин. Егер пайда болыўының дәслепки моментлеринде Әлем идеал тегис ҳәм бир текли болмағанда тығызлығы орташа тығызлықтан үлкен айырым областларда қара қурдымның пайда болыўы мүмкин. Бирақ бизлер сондай бир текли емес орталықлардың бар болыўының керек екенлигин билемиз. Егер усындай шәрт орынланбағанда затлар жулдызлар менен галактикаларды пайда етип айырым орынларға жыйналмас еди.



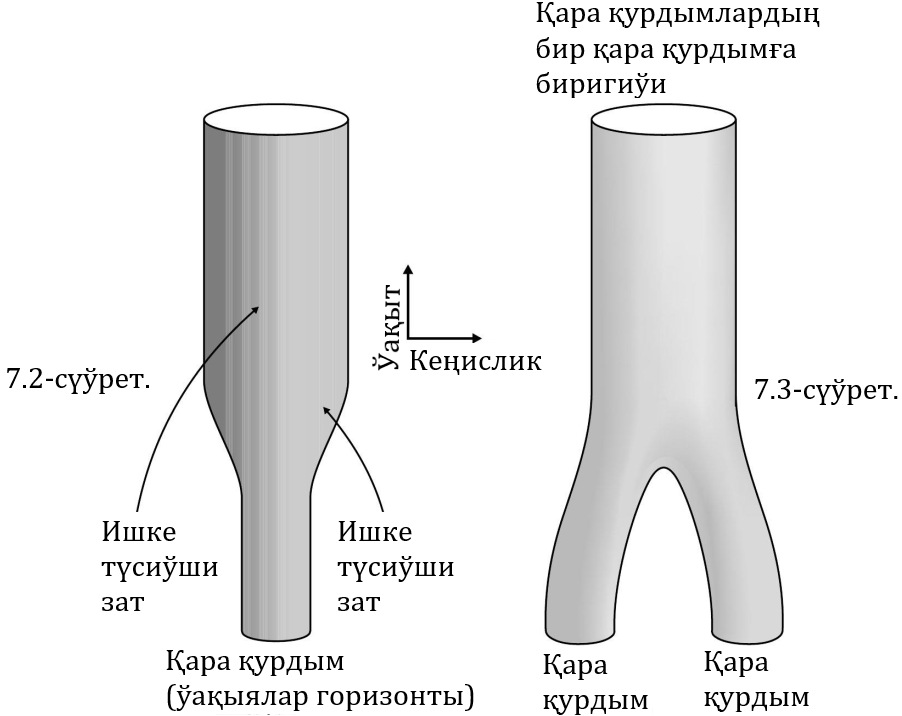
Жулдызлар менен галактикалардың пайда болыўына алып келетуғын бир тексизликлердиң қара қурдымлардың пайда болыўына алып келиўи Әлемниң дәслеп қандай болғанлығына байланыслы. Усыған байланыслы Әлемниң раўажланыўының дәслепки стадияларында пайда болған ҳәм ҳәзирги ўақытларға шекем жасап келген қара қурдымлардың санын билсек, сол дәслепки стадиялардағы ҳаллардың өзи ҳаққында билген болар едик. Массасы мың миллион тонна болған (үлкен таўдың массасы) дәслепки қара қурдымлардың гравитациялық майданлардың көринетуғын материяға ямаса Әлемниң кеңейиўине тәсири бойынша бақланыўы мүмкин. Бирақ келеси бапта қара қурдымлардың пүткиллей қара емес екенлигин көремиз: олар қызған денелердей болып жақтылық шығарады, қала берсе қара қурдымның массасы қаншама киши болса, ол соншама күшлирек жақтылық шығарады. Демек парадокс болса да киши қара қурдымлар үлкен қара қурдымларға салыстырғанда ацсатырақ бақланады деп жуўмақ шығарамыз.

Жетинши бап. Қара қурдымлар оншама қара емес

1970-жылға шекем мен өзимниң изертлеўлеримде тийкарынан үлкен партланыўда сингулярлық ноқат болды ма ямаса болған жоқ па деген мәселелерге кеўил бөлдим. Сол жылы ноябрь айында мениң Люси деген қызым туўылғаннан кейин көп ўақыт өтпей кеште уйқыға жатқанымда қара қурдымлар ҳаққында ойландым. Әззилигим себепли мен көп ўақытлардан кейин уйқыға кетемен ҳәм сонлықтан ойлаў ушын менде көп ўақыт болды. Сол ўақытлары кеңислик-ўақыттың қайсы ноқатларының қара қурдымлардың ишинде, ал қайсы ноқатларының сыртында жайласатуғынлығы анықланбаған еди. Бирақ сол ўақытларға шекем Роджер Пенроуз бенен қара қурдымның анақламасын үлкен қашықлыққа кетиў мүмкин болмаған ўақыялардың көплиги сыпатында талқылаған едик. Бул анықлама ҳәзир бәрше тәрепинен қабыл етилген анықламаға айланды ҳәм қара денеге былай анықлама бериледи: қара қурдымның, ўақыялар гөризнтының шегарасын сингулярлыққа қарай бурылмайтуғын, соның менен бирге қара қурдымның шеклеринен шығып кете алмайтуғын кеңислик-ўақыттағы жақтылық нурының жолы пайда етеди (7.1- сүўрет). Бул қашып баратырған адамның тезирек жуўырыўға шамасы келмей полициядан тек бир адым алдыда жуўырғанына сәйкес келеди.



Бир ўақытлары мен ўақыялар горизонтында жақтылық нурларының ҳеш қашан жақынлай алмайтуғынлығын түсиндим. Егер усындай болмағанда жақтылық нурлары ақыр-аяғында бир бири менен кесилискен болар еди. Егер полиңиядан қашып баратырған адам қарама-қарсы бағытта қашып баратырған екинши бир адам менен соқлығысып қалғанда олардың екеўи де қолға түскен болар еди (ямаса бизиң жағдайымызда қара қурдымға қулап түседи). Усы нурларды қара қурдым жутқан жағдайда олар қара қурдымның шегарасында жата алмаған болар еди. Демек ўақыялар горизонтында жақтылық нурлары барлық ўақытта да бир бирине параллель, яғный олар бир биринен алыста болыўы керек. Басқа сөз бенен айтқанда ўақыялар горизонты (қара қурдымның шегарасы) саяның (қутылыўға болмайтуғын өлимниң саясының) шетине уқсас. Қандай да бир қашықласқан объекттиң (мысалы Қуяштың) саясына қарасақ, онда саяның шетинде жақтылық нурларының бир бирине жақынласпайтуғынлығын көресиз.



Егер ўақыялар горизонтын пайда етиўши жақтылық нурлары (яғный қара қурдымның шегарасын пайда етиўши жақтылық нурлары) бир бирине ҳеш қашан жақынласа алмайтуғын болса, онда ўақыялар горизонтының майданының өзгермей қалыўы ямаса ўақыттың өтиўи менен үлкейиўи керек. Ал ўақыялар горизонтының майданының кемейиўи қара қурдымның тусында гейпара нурлардың бир бирине жақынласыўына сәйкес келген болар еди. Ҳақыйқатында сол майдан қара қурдымның бетине затлар ямаса нурланыўдың қулап түсиўиниң нәтийжесинде барлық ўақытта да үлкейеди (7.2-сүўрет). Егер еки қара қурдым қосылып биреўи пайда болса ўақыялар горизонтының майданы дәслепки қара қурдымлардағы ўақыялар горизонтларының майданларының қосындысынан үлкен ямаса тең болады (7.3-сүўрет). Ўақыялар горизонтының майданының кемеймеўи қара қурдымлардың қәсийетлерине белгили бир әҳмийетли шеклерди қояды. Усы нәрселердиң ойыма келгенлиги салдарынан мен сондай қызғып кеттим, ҳәтте сол түни уйқлай алмадым. Келеси күни мен Роджер Пенроузға телефоннан хабарластым. Ол мениң ойларымды мақуллады. Мениң ойымша майданлардың қәсийетлери Пенроузға сол ўақытлары белгили еди. Бирақ ол қара қурдымның басқа анықламасын басшылыққа алды. Ол еки анықламаның да қара қурдымның шегарасы ушын бирдей шегараны беретуғынлығын (ямаса бирдей майданды), яғный қара қурдым ўақытқа байланыслы өзгермейтуғын ҳалда турғанда бирдей майданлардың алынатуғынлығын түсинбеди.

Қара қурдымның майданының кемеймейтуғынлығы бир физикалық шаманың - системадағы тәртипсизликлердиң өлшеми болған энтропияның шамасының қәсийетин еске түсиреди. Биз өзимиздиң күнделикли тәжирийбемизден ҳәмме нәрсени өзинше жиберсек тәртипсизликтиң барлық ўақытта да күшейетуғынлығын билемиз (буның дурыслығын үйиңиздеги ўақты-ўақты жүргизилетуғын ремонт жумысларын тоқтатсацыз анық көресиз). Тәртипсизликти тәртипке салыў мүмкин (мысалы үйиңизди бояў арқалы), бирақ бул қосымша энергияның жумсалыўын талап етеди ҳәм сәйкес "тәртипке түскен" энергияның кемейиўине алып келеди. Усындай етип пикир жүргизиўдиң дәл формулировкасы термодинамиканың екинши басламасы деп аталады. Бул нызам бойынша изоляцияланған системаның энтропиясы барлық ўақытта да өседи ҳәм еки системаны бир системаға қоссақ, онда толық системаның энтропиясы дәслепки системалардың энтропияларының қосындысынан үлкен болады. Мысал ретинде қуты ишиндеги молекулалар системасын қараймыз. Молекулаларды киши бильярд шарлары деп қарай аламыз. Олар бир бири ҳәм қутының дийўаллары менен соқлығысады. Температура қаншама жоқары болса молекулалар соншама тезирек қозғалады, соның салдарынан қутының дийўаллары менен жийирек ҳәм күшлирек соқлығысады. Нәтийжеде қутының дийўалларына иштен түсетуғын басым артады. Мейли дәслеп молекулалар өткел арқалы екиге бөлинген қутының шеп тәрепинде жайласқан болсын. Егер өткелди суўырып алсақ молекулалар ийелеп турған орынларынан қутының еки бөлимине де тарқала баслайды. Бир қанша ўақыттан кейин молекулалардың тосыннан шеп тәрепте жыйналып қалыўы да мүмкин. Бирақ қутының еки бөлиминде де молекулалардың шама менен теңдей болыўының итималлылығы жоқары. Усындай ҳалда орын алатуғын тәртипти дәслепки ҳалдағы орын алған тәртиптен төмен деп айтамыз. Молекулалар қутының тек бир бөлиминде жайласқанда тәртип жоқары еди. Сонлықтан бундай жағдайларда энтропияның өсиўине ийе боламыз. Тап сол сыяқлы басқа да бир жағдайды көз алдымызға келтирейик: дәслеп биреўинде кислород молекулалары, екиншисинде водород молекулалары бар еки қуты болсын. Егер еки қутыны бир бирине қысып, ортадағы дийўалларды алып тасласақ, кислород пенен водород молекулалары араласа баслайды. Бир қанша ўақыттан кейин еки қутыда да бирдей сандағы водород пенен бирдей сандағы кислородтың болыўының итималлылығы ең жоқары мәниске ийе болады. Бул төмен тәртипли ҳал болып табылады ҳәм ҳалға дәслепки ҳаллардағыға (бир қутыда кислород ҳәм екинши қутыда водород молекулалары турғандағыға) қарағанда үлкен энтропия сәйкес келеди. Термодинамиканың екинши нызамы илимниң басқа нызамлары арасында айрықша орынды ийелейди. Мысалы Ньютонның тартылыс нызамы барлық ўақытта да орынланады, ал термодинамиканың екинши басламасы барлық ўақытта да емес, ал көпшилик ўақытлары орынланады. Бир қутыдағы молекулалардың базы бир ўақыт өткеннен кейин қутының бир бөлиминде жыйналып қалыўының итималлылығы бир бөлинген миллион миллионларға тең болса да бул ўақыяның жүзеге келиўи мүмкин. Егер жақын жерде қара қурдым болса екинши нызмның бузылыўы буннан бетер ацсатырақ: үлкен энтропияға ийе затты (мысалы ишинде гази бар қутыны) қара қурдымға таслап жибериў жеткиликли. Бундай жағдайда заттың толық энтропиясы қара қурдымның сыртында кемейеди. Қара қурдымның ишиндеги затлардың энтропиясының қандай екенлигин билмейтуғын болғанлықтан толық энтропия (соның ишинде қара қурдымның ишиниң энтропиясы да) кемеймейди деп қарсылық қылыўымыз мүмкин. Демек, егер қара қурдым сыртқы бақлаўшылар энтропиясын анықлай алғандай (соның менен бирге энтропияға ийе қара қурдымға басқа бир затлар келип түскенде оның энтропиясының артқанлығын аңлататуғын) қандай да бир характеристикаға ийе болғанда жақсы болар еди. Қара қурдымға затлар қулап түскенде ўақыялар горизонтының майданының үлкейетуғынлығы ашылғаннан кейин Принстонлы аспирант Джекоб Бикенстин қара қурдымның энтропиясының өлшеми ретинде ўақыялар горизонтының майданын алыўды усынды. Энтропияға ийе затлар қара қурдымға келип түскенде қара қурдымның ўақыялар горизонтының майданы үлкейеди ҳәм сонлықтан қара қурдымнан сырттан турған заттың энтропиясы менен ўақыялар горизонтының майданының қосындысы ҳеш ўақытта да кемеймейди. Мәселени бундай етип талқылағанда термодинамиканың екинши басламасының бузылыўы орын алмайтуғындай болып көринеди. Ал ҳақыйқатында бир жағдай менен келисиў қыйын. Егер қара қурдым энтропияға ийе болса, онда оның температурасының да болыўы керек. Температурасы болған денениң қандай да бир интенсивлилик пенен нурланыўы керек. Бизлер отқа қыздырылған әтешкирдиң қызарып жақтылық шығаратуғынлығын билемиз. Бирақ затлар төменги температураларда да нурланады, бирақ оны әззилигиниң салдарынан сезбеймиз. Бундай нурланыў термодинамиканың екинши нызамының бузылмаўы ушын зәрүр. Демек қара қурдымлардың нурланыўы керек. Бирақ қара қурдым түсинигиниң өзи-ақ бундай объектлердиң нурды шығармайтуғынлығын билдиреди. Сонлықтан қара қурдымның ўақыялар горизонтының майданын энтропия сыпатында қараўға болмайтуғындай болып көринди. 1972-жылы бизлер Брендон Картер ҳәм бизиң америкалы кәсиплесимиз Джим Бардин менен биргеликте мақала жаздық. Бул мақалада энтропия менен ўақыялар горизонты майданы арасында үлкен уқсаслықтың болыўына қарамастан жоқарыда гәп етилген қыйыншылық орын алады ҳәм бундай қыйыншылықты жоғалтыў мүмкин емес деп көрсетилди. Бул мақаланың жазылыўының Бикенстин өзиниң мақаласында мениң ўақыялар горизонтын ашқанлығымды (мениң ойымша) бийпәрўалық пенен пайдаланғанлығына байланыслы екенлигин мойынлаўым керек. Бирақ ақыр-аяғында қалай дурыс болып шыққанлығын өзи билмесе де Бикенстин пикирлери принципинде дурыс болып шықты.

1973-жылы Москвада болғанымда қара қурдымлар ҳаққында еки алдыңғы Совет физиклери Я.Б. Зельдович ҳәм А.А. Старобинскийлер менен сөйлестим. Олар квант- механикалық анықсызлық принципине сәйкес айланыўшы қара қурдымлардың бөлекшелерди пайда ететуғынлығын ҳәм нурландыратуғынлығын исендириўге тырысты. Мен мәселениң физикалық тәрепине қайылшылығымды билдирдим. Бирақ нурланыўды математикалық жақтан олардың есаплаўы маған унамады. Сонлықтан мен жақсырақ болған математикалық усылды ислеп шығыў менен шуғылландым ҳәм бул ҳаққында 1973-жылы ноябрь айының ақырында Оксфордта болған рәсимий емес семинарда айтып бердим. Ол ўақытлары мен нурланыўдың интенсивлилигин есаплағаным жоқ еди. Мениң тек Зельдович ҳәм Старобинскийлер айланыўшы қара қурдымларға байланыслы айтқан нурланыўды алғым келген еди. Бирақ есаплаўларды орынлап болғаннан кейин таң қаларлықтай нәрсени тапқанлығыма ҳайран қалдым: көринип турғанындай қозғалмайтуғын қара қурдымлар да турақлы интенсивлиликте бөлекшелерди пайда етиўи ҳәм нурландырыўы керек екен. Дәслеп пайдаланылған жақынласыўлардың бири қәте болған деген шешимге келдим. Егер бул ҳаққында Бикенстин биле қойған жағдайда маған жақпаған энтропия ҳаққындағы пикирлерин тийкарлаў ушын пайдаланады деп қорықтым. Бирақ қаншама тереңирек ойланған сайын мениң есаплаўларымның дурыс екенлигине көбирек исендим. Мени нурланыўдың орын алатуғынлығы толық исендирди. Қара қурдым шығаратуғын бөлекшелердиң спектри қызған денениң спектриндей, соның менен ол термодинамиканың екинши нызамы бузылмайтуғындай интенсивликте нурланатуғын болып шықты. Сол ўақытлардан бери мениң есаплаўларымды ҳәр қандай усыллар менен қайталап көрди ҳәм қара қурдымлардың қыздырылған денелердей болып бөлекшелер менен нурланыў шығаратуғынлығын тастыйықлады. Қала берсе температура қара денениң массасынан ғәрезли болып шықты - массасы қаншама үлкен болса, температурасы соншама төмен болады.

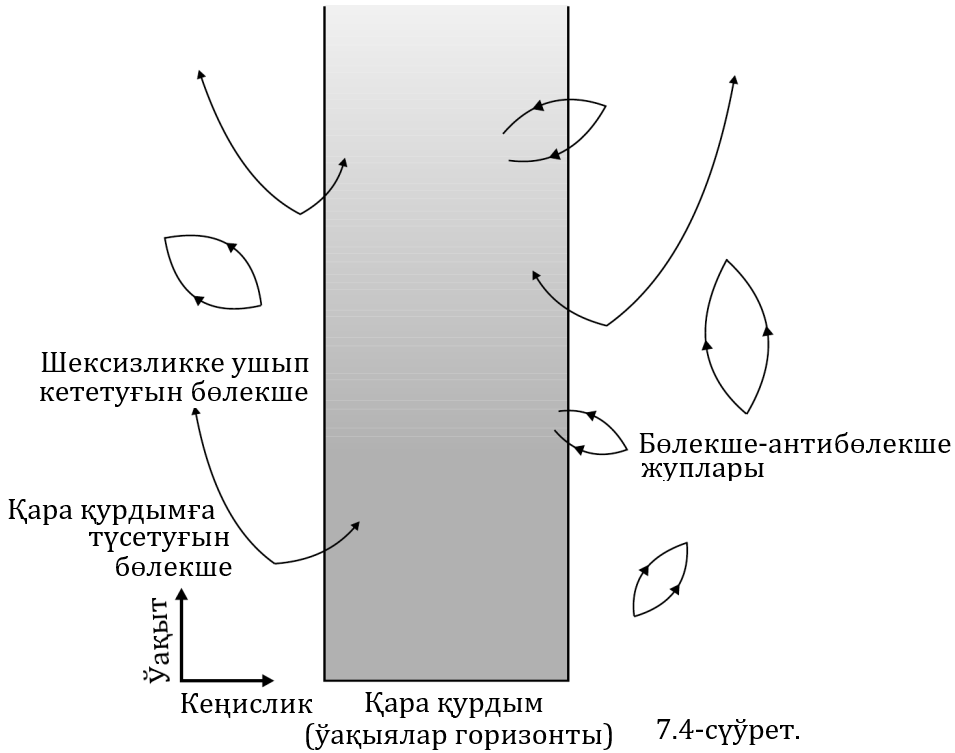
Егер ўақыялар горизонтынан ҳеш нәрсе де шыға алмайтуғын болса қара қурдымлар қалай бөлекшелер шығара алады? Квантлық механика бул сораўға былай жуўап береди: бөлекшелер қара қурдымның өзинен шықпайды, ал ўақыялар горизонты алдындағы "бос" кеңисликтен шығады! Буны өз гезегинде былай түсиниў керек: бизлер бос деп есаплайтуғын кеңисликтиң пүткиллей бос болыўы мүмкин емес. Бос кеңисликтиң болыўы ушын ондағы гравитациялық ҳәм электромагнит майданларының дәл нолге тең болыўы керек. Бирақ майданның шамасы ҳәм оның ўақыт бойынша өзгериў тезлиги бөлекшениң тезлиги менен кеңисликтеги турған орнына сәйкес: анықсызлық принципи бойынша усы шамалардың биреўи қаншама дәл белгили болса, екиншисиниң дәллиги соншама төмен болады. Демек "бос" кеңисликте майдан турақлы ноллик мәниске ийе бола алмайды, себеби бундай жағдайда майдан дәл мәниске (нол) ҳәм дәл өзгериў тезлигине (ол да нол) ийе болған болар еди. Майданның шамасында базы бир минималлық анықсызлық болған квантлық флуктуациялардың болыўы керек. Бундай флуктуацияларды былайынша көз алдымызға келтиремиз: қандай да бир ўақыт моментинде жақтылықтың ямаса гравитацияның қос бөлекшеси бирге пайда болады, бир биринен базы бир аралыққа шекем қашықласады, кейин және де жақынласып бир бири менен аннигиляцияланады. Бундай бөлекшелер Қуяштың гравитациялық күшлерин алып жүриўши бөлекшелер сыяқлы виртуаллық бөлекшелер болып табылады. Виртуаллық бөлекшелердиң ҳақыйқый бөлекшелерден айырмасы соннан ибарат, ҳақыйқый бөлекшелерди регистрациялаўшы детекторлар виртуаллық бөлекшелерди регистрациялай алмайды. Бирақ виртуаллық бөлекшелердиң тәсиринде жүзеге келетуғын жанапай эффектлерди (мысалы атомлардағы электронлық орбиталардың энергияларының үлкен емес өзгерислери) өлшеў мүмкин. Бул өлшеўлердиң нәтийжелери теориялық болжаўлардың нәтийжелери менен таң қаларлықтай дәл сәйкес келеди. Анықсызлық принципи материяның электронлар, кварклар сыяқлы бөлекшелери ушын да сәйкес виртуаллық қос бөлекшелердиң бар екенлигин болжайды. Бирақ бундай жағдайда қос бөлекшелердиң бир ағзасы бөлекше, ал екиншиси ағзасы антибөлекше болады (жақтылық пенен гравитацияның антибөлекшелери бөлекшелердиң өзлери болып табылады).

Энергияның ҳеш нәрседен пайда болмайтуғынлығына байланыслы бөлекше- антибөлекше жубының биреўи оң энергияға, екиншиси терис энергияға ийе болады. Энергиясы терис болған бөлекше тек қысқа жасаўшы бөлекше болып табылады. Себеби нормал жағдайларда ҳақыйқый бөлекшелердиң энергиялары барлық ўақытта да оң мәниске ийе. Сонлықтан ол бөлекше өзиниң жолдасын таўып, оның менен бирге аннигиляцияланыўы керек. Бирақ массасы үлкен денениң қасында турған ҳақыйқый бөлекше алыста турған ўақыттағыдан киши энергияға ийе болады. Себеби тартылысты жеңип массасы үлкен денеден қашықласыў ушын энергия керек. Әдетте бөлекшениң энергиясы оң мәниске, қара қурдымның ишиндеги гравитациялық майдан үлкен болғанлықтан ҳәтте ҳақыйқый бөлекше де терис мәнисли энергияға ийе бола алады. Сонлықтан егер қара қурдым болса терис мәниске ийе энергиясы бар виртуаллық бөлекше усы қара қурдымға қулап түсип ҳақыйқый бөлекшеге ямаса атнибөлекшеге айланыўы мүмкин. Бул жағдайда бул бөлекшениң өзиниң партнеры менен аннигиляцияланыўы шәрт емес, ал қалып қойған партнердың сол қара қурдымға кулап түсиўи ямаса, егер оның энергиясы оң мәниске ийе болса, бөлекше ямаса антибөлекше түринде қара қурдымның тусындағы областтан шығып кетиўи мүмкин (7.4-сүўрет). Алыста турған бақлаўшыға бул бөлекше қара қурдымнан шыққан бөлекше сыяқлы болып көринеди. Қара қурдым қаншама киши болса терис мәниске ийе бөлекшениң ҳақыйқый бөлекшеге айланыўы ушын керек болатуғын өтетуғын аралығы киши болады. Демек қара қурдым киши болса оның нурланыў тезлиги де, температурасы да жоқары болады.

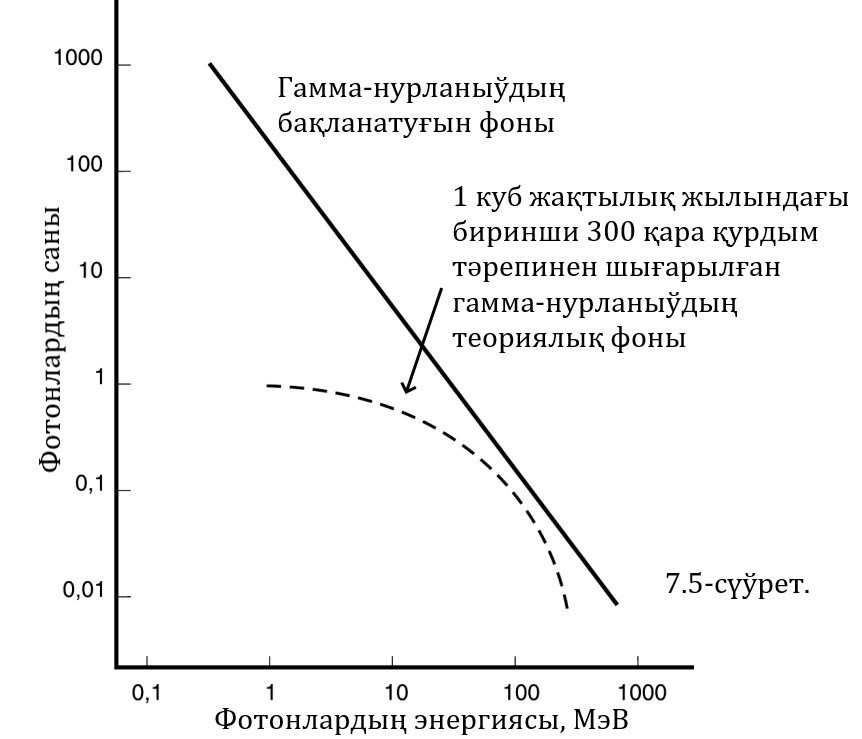
Шығарылыўшы нурланыўдың оң энергиясы қара қурдымға қарап бағытланған бөлекшелердиң терис энергиясы менен тең болыўы керек. Эйнштейнниң Е = тс2 теңлемесине муўапық (Е - энергия, m - масса, с - жақтылықтың тезлиги) энергия массаға туўры пропорционал, сонлықтан қара қурдымға кириўши терис энергияның ағымы оның массасын кемейтеди. Қара қурдым массасын жоғалтқанда оның ўақыялар горизонтының майданы киширейеди, бирақ энтропияның бул кемейиўи нўрланыўға байланыслы болған энтропия менен толтырылады. Сонлықтан да термодинамиканың екинши нызамы ҳеш ўақытта да бузылмайды.

Бул айтылғанлардан басқа қара қурдымның массасы қаншама киши болса оның температурасы соншама жоқары болады. Сонлықтан қара қурдым массасын жоғалтқанда оның температурасы ҳәм нурланыў тезлиги өседи, массаның жоғалыўы тезирек жүреди. Бирақ ҳәзирге шекем қара қурдымның массасы ақыр-аяғында жүдә киши болғанда нениң бақланыўының кереклиги толық түсиникли емес. Бирақ бундай жағдайларда қара қурдым миллионлаған водород бомбасының партланыўына эквивалент болған нурланыўдың ең кейинги гигант от алыўында (партланыўында) толығы менен жоқ болады.

Массасы бир неше Қуяш массасына тең болған қара қурдымның температурасы абсолют нолден он миллионнан бир градусқа жоқары болады. Бул Әлемди толтырып турған микротолқынлық нурланыў температурасынан әдеўир төмен (абсолют нолден шама менен 2.7 градусқа жоқары). Демек қара қурдымлардың жутыўына қарағанда нурланыўы кем болады. Егер Әлем мәңги кеңейе беретуғын болса микротолқынлық нурланыўдың температурасы усындай қара қурдымның температурасынан төменге түседи ҳәм қара қурдым массасын жоғалта баслайды. Бирақ бундай жағдайларда да оның температурасы дым төмен болады ҳәм миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион (бирдиң кейнине алпыс нол салыў керек) жылдан кейин толық нурланып кетеди. Бул Әлемниң жасына салыстырғанда жүдә үлкен шама (Әлемниң жасы он ямаса жигирма мың миллион жыл ямаса кейнинде он ноли бар бир яки еки). Бирақ 6-бапта айтылғанындай Әлемниң пайда болыўының ең дәслепки басқышларында бир текли болмаған аймақлардың коллапсының нәтийжесинде қәлиплескен дәслепки қара қурдымлардың бар болыўы мүмкин. Бундай қара қурдымлар жоқары температураға ийе болыўы ҳәм соған сәйкес үлкен интенсивликте нурларды шығарыўы мүмкин. Массасы он миллион тонна болған усындай қара қурдымның жасаў ўақты Әлемниң жасына тең болыўы керек. Басланғыш массасы киши болған дәслепки қара қурдымлар усы ўақытларға шекем нурланып кетиўи, ал массасы көбирек болған қара қурдымлар рентген ҳәм гамма нурларын шығарыўы лазым. Нурланыўдың усындай түрлери жақтылық толқынларына уқсас, бирақ әдеўир киши толқын узынлығына ийе болады. Бундай қурдымларға қара қурдым аты сәйкес те келмейди: ҳақыйқатында олар аппак болып қызған ҳәм шама менен он мың мегаваттай қуўатлылықта энергия нурландырады. Егер энергиясын пайдаланыў мүмкиншилигине ийе болғанымызда усындай бир қара қурдым онлаған ири электр станцияларының жумысын тәмийинлеген болар еди. Ал бул мәселени шешиў қыйын: бизиң қара қурдымымыз бирди миллион миллионға бөлгенге тең сантиметрге, яғный атом ядросының өлшемлериндей өлшемлерге ийе болады. Усындай қара қурдымлардың бири Жердиң бетинде болған жағдайда биз оның пол арқалы Жердиң орайына қулап түсиўин тоқтата алмаған болар едик. Ол қара қурдым Жердиң көшери бойлап алға ҳәм кейин қарап тербелип, ақыр- аяғында Жердиң орайында тоқтаған болар еди. Демек қара қурдым ушын энергиясын пайдаланыў мүмкин болған орын Жер дөгерегиндеги орбита болып табылады. Ал қара қурдымды усындай орбитаға шығарыўдың бирден бир жолы оның алдына қойылған оғада үлкен массаға қарай тартыў болып табылады (ешектиң мурнының алдына гешир тутып турыўға сәйкес). Бундай усыныс ҳақыйқатлыққа сәйкес келмейди (ең болмағанда жақын келешекте).



Егер қара қурдымның нурланыўын пайдалана алмайтуғын болсақ, онда оларды көриўдиң мүмкиншилиги үлкен бе? деген сораў туўылады. Қара қурдым өмириниң көпшилик бөлиминде нурландыратуғын гамма нурланыўды излеўге болар еди. Қара қурдымлар тийкарынан жүдә алыста жайласқан ҳәм сонлықтан оның нурланыўы ҳәлсиз болса да барлық қара қурдымлардың қосынды нурланыўын регистрациялаўға болар еди. Бизлер ҳақыйқатында да усындай гамма нурланыў фонын бақлаймыз: 7.5-сүўретте бақланатуғын гамма нурлардың интенсивлилигиниң ҳәр қыйлы жийиликлерде (жийилик деп бир секундтағы толқынлар санына айтамыз) қалай бир биринен айрылатуғынлығы келтирилген. Бирақ бул фонның дерегиниң дәслепки қара қурдымлар емес, ал басқа бир процесслердиң болыўы да мүмкин. 7.5-сүўретте бир жақтылық жылы кубында 300 дәслепки қара қурдым бар деп қабыл етилгендеги интенсивликтиң гамма нурланыўының жийилигинен есапланған ғәрезлилиги көрсетилген. Усы график тийкарында дәслепки қара қурдымлардың бар екенлиги ҳаққында ҳеш қандай унамлы мағлыўмат алыў мүмкин емес. Бирақ бул график Әлемдеги жақтылық жылының ҳәр бир кубында қара қурдымлардың орташа 300 ден көп емес екенлигин аңлатады. Бул өз гезегинде дәслепки қара қурдымлардың Әлемниң барлық затларының миллионнан бир бөлегинен кем екенлигинен дерек береди.



Қара қурдымлар усыншама аз болатуғын болса, онда олардың бириниң бизге жақын жайласыўы ҳәм оның гамма нурланыўының базы бир дереги сыпатында көриниўи ҳақыйқатлыққа сәйкес келмейтуғындай болып көринеди. Бирақ гравитацияның тәсиринде дәслепки қара қурдымлар қәлеген затқа тартылыўы ҳәм сонлықтан галактикалардың иши менен әтирапында олар көп болыўы керек. Демек гамма нурланыўдың есапланған фоны бир жақтылық жылының кубында орташа 30 дан аслам дәслепки қара қурдым болмайды деп айтса да, бизиң Галактикамыздағы усындай қара қурдымлардың қандай жийиликте ушырасатуғынлығы ҳаққында ҳеш қандай мағлыўмат бермейди. Егер олардың саны миллион есе көп болғанда бизге ең жақын дәслепки қара қурдым мың миллион километрде, яғный Қуяшқа ең узақ планета Плутонның қәддинде болған болар еди. Бундай қашықлықта турған қара қурдымды егер оның нурланыў қуўатлылығы он мың мегаватт болғанда да регистрациялаў ацсатлыққа түспеген болар еди. Дәслепки қара қурдымды бақлаў ушын ақылға муўапық келетуғын белгили бир ўақыт интервалында (мысалы бир ҳәпте ишинде) бир тәрептен келетуғын бир неше гамма-квантты регистрациялаў керек. Басқа жағдайларда бул гамма квантлар фонның бөлеги болып табылыўы мүмкин. Бирақ Планк нызамы бойынша үлкен жийиликке ийе болғанлықтан ҳәр бир гамма квант үлкен энергияға ийе болады. Демек ҳәтте он мың мегаватт қуўатлылықты нурландырыў ушын жүдә үлкен болмаған сандағы квантлар керек болады. Ал Плутондай болып қашықласқан аралықлардан келип жететуғын бир неше квантларды регистрациялаў ушын ҳәзирги ўақыттағы ислеп турған детекторлардан әдеўир үлкен болған детектор зәрүр болады. Усының менен бирге бул детекторды космосқа жайластырыў керек. Себеби гамма нурланыў атмосфера арқалы өтпейди.

Әлбетте Плутондай қашықлықта турған қара қурдым өзиниң жасаў циклин таўысып партланатуғын болса, бундай жағдайды ацсат регистрациялаў мүмкин болған болар еди. Егер қара қурдым соцғы он ямаса жигирма мың миллион жыл даўамында нурланып турған болса, оның бир неше миллион жылдан кейин емес, ал жақын бир неше жылдан кейин өлиўиниң ямаса жақын ўақытлары өлгенлигиниң итималлылығы ҳақыйқатында да жүдә аз. Демек экспериментти қаржы менен тәмийинлеў тоқтамастын бурын партланыўды көрип үлгериў ушын бир жақтылық жылы қашықлығындағы партланыўды қалай регистрация қылыўды ойлап көриў керек болады. Усындай болса да бәри бир сизге партланыўда пайда болған бир неше гамма квантты регистрациялаў ушын үлкен өлшемлерге ийе болған детектор керек болады. Бирақ бул жағдайда гамма квантарының бир тәрептен келип жеткенлигин тексериў зәрүрлилиги жоғалады: бир деректен шыққанлығының анық болыўы ушын олардың барлығы да қысқа ўақыт интервалында регистрацияланған болыўы керек.

Жердиң барлық атмосферасы дәслепки қара қурдымларды таныў ушын пайдаланыў мүмкин болған гамма нурларының детекторларының бири болып табылады (Қандай жағдайда да оннан үлкен детекторды соғыў мүмкин емес). Жоқары энергияға ийе гамма квант Жер атмосферасында соқлығысқанда электронлар менен позитронлардан (антиэлектронлардан) туратуғын жуплар пайда болады. Өз гезегинде бул жуплар атомлар менен соқлығысып жаңа электрон-позитрон жупларын пайда етеди. Нәтийжеде электронлық нөсер деп аталатуғын қубылыс жүзеге келеди. Усы қубылысқа Черенков нурланыўы деп аталыўшы жақтылық нурланыўының бир түри сәйкес келеди. Сонлықтан гамма нурланыўының пайда болыўын түнги аспандағы жылт етип жақтылықтың пайда болыўынан бақлаўға болады. Әлбетте түнги аспанда жылт етип жақтылық шығарыўды болдыратуғын басқа да қубылыслар бар (шақмақ шағыў, айланыўшы спутниклер менен ракеталардан жақтылықтың шағылысыўы ҳәм басқалар). Гамма нурланыўға байланыслы болған жақтылықтың шығыўын бир биринен әлеўир алыста жайласқан пунктлерде турып өткерилген бақлаўлардың нәтийжесинде анықлаўға болады. Усындай излениў менен Аризонада Дублинли еки алым Нил Портер ҳәм Тревор Уикслер жүргизди. Олар телескоплардың жәрдеминде жылтылдап жақтылық шығарыўлардың бир нешесин бақлады. Бирақ олардың ҳеш қайсысын да дәслепки қара қурдымлардың нурланыўы менен байланыстырыў мүмкиншилиги болмады.

Дәслепки қара қурдымларды излеў унамлы нәтийжелерди бермесе де биз Әлемниң раўажланыўының ең дәслепки стадиялары ҳаққында әҳмийетли мағлыўматларды ала аламыз. Егер дәслепки Әлем хаотик ямаса бир қәлипли емес яки бул жерде материяның басымы киши болған болса биз гамма нурланыўдан келип шыққан шектен әдеўир көп болған қара қурдымлардың пайда болыўы керек. Бақлаў мүмкин болғандай дәрежеде көп қара қурдымлардың пайда болмағанлығының себебин тек ғана дәслепки Әлемниң жоқары басымда жүдә тегис ҳәм бир текли болғанлығынан деп түсиндириў мүмкин.

Қара қурдымлардың нурланатуғынлығы ҳаққындағы жуўмақ әсиримиздеги ең уллы теориялары болған салыстырмалық теориясы менен квантлық механикаға тийкарланған биринши болжаў болып табылады. "Өзи қара қурдым болса ол қалай бир нәрсе нурландыра алады" деген кең тарқалған пикир тийкарында бул жуўмақ дәслеп үлкен тосқынлықлар менен қарсы алынды. Оксфорд қаласы жанындағы Резерфорд лабораториясында өзимниң жуўмақларым ҳаққында мен биринши рет баянат жасағанымда барлық қатнасыўшылар исенимсизлик пенен қарады. Баянаттың ақырында секция баслығы Лондондағы Короллық колледжден келген Джон Тейлор мениң айтқанларымның барлығын түкке турмайтуғын нәрселер деп дағазалады. Ол ҳәтте мениң айтқанларымның дурыс емес екенлиги ҳаққында мақала да жазды. Бирақ ақыр-аяғында көпшилик (солардың ишинде Джон Тейлордың өзи де) егер улыўмалық салыстырмалық теориясы менен квантлық механиканың қалған барлық көз-қараслары дурыс болатуғын болса қара қурдымлар қыздырылған денелердей болып нурланыўы тийис деп жуўмаққа келди. Солай етип усы ўақытларға шекем биз дәслепки қара қурдымды таба алмаған болсақ та, бирақ кейин тосаттан таба алған жағдайда сол қара қурдымның қуўатлы гамма ҳәм рентген нурларын шығарып турғанлығын көремиз.

Қара қурдымлар нурланады деп шығарылған жуўмақтан гравитациялық коллапстың ең ақырғы қайтымсыз соцы емес екенлиги келип шығады (бурынлары соцы деп ойлайтуғын еди). Егер астронавт қара қурдымға қулап түссе оның (қара қурдымның) массасы өседи. Бирақ ақыр-аяғында усы қосылған массаға эквивалент болған энергия Әлемге нурланыў түринде қайтады. Демек қандай да бир мәнисте астронавт қайтадан "генерацияға ушырайды" (қайтадан туўылады). Әлбетте бул мәңги тири жасаўдың ең жақсы жолы емес: астронавттың ўақытқа болған көз-қарасы қара қурдымның ишинде майдаланып кеткенде сөзсиз жоғалады. Ҳәтте астронавттың массасын компенсациялаў ушын нурланған бөлекшелер де усы астронавттың қурамына кирген бөлекшелер болмайды: астронавттың сақланып қалатуғын бирден бир қәсийети оның энергиясы ямаса массасы болып табылады.

Қара қурдымлардың нурланыўын есаплағанда қолланылған жақынласыўлар олардың массалары граммға барабар болғанда жақсы орынланады. Бирақ бул жақынласыўларды қара қурдымның өмириниң ақырында (оның массасы жүдә киши болғанда) қолланыўға болмайды. Шамасы, ең итимал ақыбет қара қурдымның жоқ болып кетиўи, ең болмағанда Әлемдеги бизиң областымыздан жоғалыўы болып табылады. Жоқ болып кетиўи менен ол өзи менен астронавтты да, ишиндеги қәлеген сингулярлылықты да алып кетеди. Бул улыўмалық салыстырмалық теориясы тәрепинен келтирилип шығарылатуғын сингулярлықларды квантлық механика тәрепинен жоғалтыўдың мүмкиншилигин көрсетеди. Бирақ 1974-жылы мен ҳәм басқа да алымлар пайдаланған методлар квант гравитациясында сингулярлық пайда бола ма? дегендей сораўларға уқсас сораўларға жуўап бере алған жоқ. Сонлықтан 1975-жылдан баслап мен тарийхлар (траекториялар) бойынша Фейнман суммалаўына тийкарланған квантлық механикаға қаратылған әдеўир күшли жақынласыўды ислеп шығыў менен шуғылландым. Усындай жақынласыўлардың жәрдеминде Әлемниң пайда болыўы ҳәм тағдири, усы Әлемде жайласқан, мысалы, астронавттың тәғдириниң не болатуғынлығы ҳаққындағы сораўларға берилген жуўаплар келеси еки бапта баянланады. Анықсызлық принципиниң барлық болжаўларымыздың дәллигине шек қоятуғынлығын билсек те, кеңислик-ўақыттың сингулярлығында пайда болатуғын фундаменталлық түрдеги болжанбаўшылықты сапластыратуғынлығын көремиз.

Сегизинши бап. Әлемниң туўылыўы ҳәм өлиўи

Эйнштейнниң улыўмалық салыстырмалық теориясында өз-өзинен төмендегидей жуўмақ шығарылады: кеңислик-ўақыт үлкен партланыўдың сингулярлық ноқатында пайда болды ҳәм өзиниң өмириниң ақырын үлкен қаўсырылыўдың сингулярлық ноқатында (егер барлық Әлем коллапсланатуғын болса) ҳәм қара қурдым ишиндеги сингулярлықта табады (егер жулдыз сыяқлы қандай да бир локаллық область коллапсланатуғын болса). Қара қурдымға қулап түскен қәлеген дене сингулярлықта қыйрайды ҳәм сырттан бақлаўшылар оның тек массасының гравитациялық тәсирин сезеди. Квантлық эффектлер есапқа алынған жағдайларда сол денениң массасы менен энергиясының ақыр-аяғында Әлемниң қалған бөлимине қайтып келетуғынлығы, ал қара қурдымның өзиниң ишки сингулярлығы менен парланыўы ҳәм толығы менен жоқ болыўы белгили болды. Солай етип квантлық механиканың үлкен партланыў ноқатындағы сингулярлық ямаса үлкен қаўсырылыўға тәсири күшли бола ма? деген сораў пайда болады. Ҳақыйқатында гравитациялық майдан оғада күшли болған Әлемниң ең дәслепки ҳәм ең кейинги стадияларында не болады? Усындай жағдайларда квантлық эффектлерди есапқа алыў керек пе? Ҳақыйқатында Әлемниң басы менен ақыры бар ма? Егер бар болатуғын болса, онда сол басы менен ақыры қандай?

Жетписинши жыллардың барысында мен тийкарынан қара қурдымларды изертлеў менен шуғылландым. Бирақ 1981-жылы Ватиканда шөлкемлестирилген космология бойынша конференцияға қатнасқанымда менде Әлемниң туўылыўы менен өлиўине қызығыў пайда болды. Католик ширкеў илимий мәселени өзиниң нызамларына бағындырыўға умтылып Қуяшты Жердиң дөгерегинде айланады деп Галилей менен қатнасында үлкен қәтеликке жол қойды. Енди әсирлерден кейин Ширкеў қәнигелерди шақырып, олардан космология ҳаққында мәсләҳәтлер алыў ҳаққында шешим қабыл етти. Конференцияның ақырында қатнасыўшылар Папа менен ушырасыўға миясар болды. Ол үлкен партланыўдан кейинги Әлемниң эволюциясын үйрениў мүмкин, бирақ үлкен партланыўдац өзине араласыўға болмайды, себеби үлкен партланыў Дөреў моменти ямаса Қудайлық акт болып табылады деди. Усы ушырасыўдың алдында мен ислеген кеңислик- ўақыттың әлбетте шегараға ийе болмайтуғынлығы, яғный оның басының да, ақырының да жоқ екенлиги, демек оның Дөреў моментиниң де болмағанлығы ҳаққындағы баянатымның темасын Папаның билмегенлигине мен қуўандым. Мениң Галилей менен тәғдирди бөлиским келмеди. Бирақ мениңше менде Галилей менен қандай да бир улыўмалық бар болып көринди. Таң қаларлығы соннан ибарат, мен Галилей қайтыс болғаннан кейин саррас 300 жылдан кейин туўылдым!

Мениң ҳәм басқалардың Әлемниң туўылыўы ҳәм өлиўине болған көз-қарасларымызға квантлық механиканың мүмкин болған тәсирлери ҳаққында анық мағлыўмат бериў ушын үлкен партланыўдың ыссы модели деп аталатуғын модельге тийкарланған бәрше тәрепинен қабыл етилген Әлемниң тарийхына кеўил бөлемиз. Бул модельде үлкен партланыўдан бүгинги күнге шекемги Әлем Фридман моделлериниң бири менен тәрийипленеди деп есапланады. Бундай моделлерде кеңейиў барысында Әлемдеги затлар ҳәм нурлар салқынлайды (Әлемниң өлшемлери еки есе үлкейгенде оның температурасы да еки есе кемейеди). Температура энергияның (яғный тезликтиң) өлшеми болғанлықтан Әлемниң салқынлаўы оның ишиндеги затларға күшли тәсир етеди. Жоқары температурларда бөлекшелер үлкен тезликте қозғалады ҳәм сонлықтан ядролық ҳәм электромагнит күшлердиң тәсириндеги тартылыс күшлерине қарсы тура алады. Бирақ температураның төменлеўи менен айырым бөлекшелер бир бири менен тартысыўдың салдарынан байланыса баслағанлығын күтиў мүмкин. Қала берсе Әлемдеги бөлекшелердиң типлери де температураға ғәрезли болады. Жеткиликли дәрежедеги жоқары температураларда бөлекшелердиң энергиялары жүдә жоқары болып қәлеген соқлығысыўда көп санлы бөлекше-антибөлекше жуплары пайда болады. Олардың биразлары антибөлекшелери менен соқлығысып аннигиляцияға ушырайды. Бирақ бәри бир олардың туўылыўы аннигиляциядан тезирек жүзеге келеди. Бирақ төменирек температураларда соқлығысатуғын бөлекшелердиң энергиялары кемирек болып бөлекше- антибөлекше жупларының пайда болыў тезлиги кемейеди ҳәм аннигиляция туўылыўдан тезирек жүреди.

Үлкен партланыў моментинде Әлемниң өлшемлери нолге тең, ал оның өзи шексиз ыссы болған деп есаплайды. Бирақ кеңейиў менен нурланыў температурасы төменлейди. Үлкен партланыўдан бир секунд өткеннен кейин оның температурасы он мың миллион градусқа шекем төменлеген. Бул Қуяштың орайындағы температурадан шама менен мың еседей жоқары, бирақ бундай температура водород бомбасы партланғанда пайда болады. Усы ўақытлары Әлем фотонлардан, нейтринодан (нейтрино тек әззи ҳәм гравитациялық тәсирлесиўге қатнасатуғын жүдә жеңил бөлекше) ҳәм олардың антибөлекшелеринен, соның менен бирге базы бир сандағы протонлар менен нейтронлардан турған. Әлемниң кеңейиўиниң даўам етиўи ҳәм температураның төменлеўи менен соқлығысыўлардың ақыбетиндеги электрон-антиэлектрон жупларының туўылыўының тезлиги олардың аннигиляциясының себебинен кемейеиўиниң тезлигинен төменлеп кетеди. Сонлықтан дерлик барлық электронлар менен антиэлектронлар жаңа фотонлар пайда етип аннигиляцияға ушыраўы керек. Усының салдарынан тек ғана азмаз артық электронлар сақланып қалған. Бирақ нейтрино менен антинейтрино бир бири менен аннигиляцияланбайды, себеби бул бөлекшелер бир бири ҳәм басқа бөлекшелер менен жүдә әззи тәсирлеседи. Сонлықтан олар ҳәзирги ўақытларға шекем бизиң әтирапымызда ушырасыўы керек. Егер бизлерде сол бөлекшелерди бақлаў мүмкиншилиги болғанда дәслепки ыссы Әлем моделин тексерип көриўдиң жақсы усылына ийе болған болар едик. Тилекке қарсы тиккелей бақлаў ушын олардың энергиясы ҳәзирги ўақытлары жүдә киши. Егер нейтрино массаға ийе емес бөлекше болып шықса (усындай екенлиги 1981-жылы Москва физиклери тәрепинен анықланды бирақ оның дурыслығы кейинги экспериментлерде дәлилленбеди) биз оларды тиккелей емес, ал жанапай усыллар менен тапқан болар едик: олар қараңғы материяның формаларының бири болып табылар еди (бул ҳаққында жоқарыда гәп етилди, егер нейтрино ҳақыйқатында тынышлық массасына ийе болғанда Әлемниң кеңейиўиниң тоқтап қысылыўдың басланыўы ушын гравитациялық тартылыс жеткиликли болған болар еди).

Үлкен партланыўдан кейин шама менен жүз секунд өткеннен кейин температура мың миллион градусқа шекем төменлеген. Бундай температура ең ыссы жулдызлардың ишиндеги температураға сәйкес келеди. Мың миллион градус температурада протонлар менен нейтронлардың энергиялары күшли ядролық тартылысқа қарсылық жасай алмайды ҳәм олар бир бирине жақынласып протон менен нейтроннан туратуғын дейтерий (аўыр водород) ядроларын пайда етеди. Буннан кейин дейтерий ядролары өзине протон менен нейтронды қосып алып гелий ядросына айланады. Соның менен бирге усындай жоллар менен салмақлырақ болған литий ҳәм бериллий элементлериниң ядролары пайда болады. Есаплаўлар үлкен партланыўдың қазған моделинде протонлар менен нейтронлардың төрттен бириниң гелий атомларына ҳәм азмаз бөлеги водород пенен басқа да Элементлерге айланыўының керек екенлигин көрсетеди. Қалған нейтронлар әдеттеги водородтың ядролары болған протонларға ыдыраған.

Жоқарыда тәрийипленген ыссы Әлем картинасы бойынша Әлемниң раўажланыўының дәслепки стадиясы алым Джордж (Г.А.) Гамов тәрепинен усынылды. Бул жумысты Гамов 1948-жылы өзиниң аспиранты Ральф Альфер менен жазды. Қызықлы юмор сезимине ийе Гамов грек алфавитиндеги ҳәриплердиң альфа-бета-гамма избе-излигиндей "Альфер, Бете, Гамов" избе-излигиниң алыныўы ушын физик-ядерщик Ганс Бетеге авторлардың қурамына фамилиясын киргизиўди усынды. Соның менен бирге бундай избе-излик Әлемниң басы ушын мақалаға жүдә сай келеди. Бул мақалада оғада әҳмийетли болжаў келтирилген: Әлемниң раўажланыўының ең дәслепки стадияларындағы нурлардың (фотонлар түриндеги) бизиң әтирапымызда ҳәзирге шекем жасап келиўи керек, бирақ сол дәўирлерден бери температура төмен түсти ҳәм ҳәзирги ўақытлары абсолют нолден тек ғана бир неше градусқа жоқары болыўы керек. Бул 1965-жылы Пензиас пенен Вильсонлар ашқан нурланыў болып табылады. Альфер, Бете ҳәм Гамовлар өзлериниң мақаласын жазғанда протонлар менен нейтронлар қатнасатуғын ядролық реакциялар жақсы үйренилмеген еди. Сонлықтан олар тәрепинен болжап айтылған дәслепки Әлемдеги ҳәр қыйлы Элементлердиң муғдарлары арасындағы қатнаслар дәл емес болып шықты. Бирақ кейинирек жаңа көз-қараслар тийкарында жүргизилген есаплаўлар ҳәзирги ўақытлардағы бақлаўларға жүдә дәл келетуғын нәтийжелерди берди. Сол ўақытқа шекем Әлемде не себепли гелийдиң көп екенлигин түсиндириў қыйын болды. Сонлықтан бизде ең болмағанда үлкен партланыўдан бир секунд өткеннен кейинги жоқарыда тәрийипленген картинаның дурыс екенлигине гүман жоқ.

Үлкен партланыўдан бир неше саат өткеннен кейин гелий менен басқа Элементлердиң пайда болыўы толық тоқтаған. Буннан кейин шама менен миллион жыл Әлем кеңейиўин даўам еткен ҳәм айрықша ҳеш нәрсе жүз бермеген. Ең кейнинде температура бир неше мың градусқа шекем төменлегенде электронлар менен ядролардың энергиялары олар арасындағы электромагнитлик тартылысты жеңиўге жеткиликсиз болып, олар атомларды пайда етип бир бири менен бириккен. Әлем тутасы менен кеңейиўин ҳәм салқынлаўын даўам еткен. Бирақ тығызлық орташа мәнистен үлкенирек болған областларда кеңейиў қосымша гравитациялық тартылыстың ақыбетинде әстеленген. Нәтийжеде гейпара областлар кеңейиўин тоқтатып қысыла баслаған. Материяның гравитациялық тартысыўының тәсириндеги қысылыў процессинде сыртта жайласқан областлар әсте ақырын айланыўды баслайды. Өлшемлериниң киширейиўи менен муз үстинде айланыўшы фигурист қолларын өзине тартқанда оның айланыўының тезленетуғынлығы сыяқлы коллапсланыўшы областтың айланыў тезлиги де артады. Коллапсланыўшы область жеткиликли дәрежеде киширейгенде оның айланысының тезлиги гравитациялық тартылысты теңлестириўге жетеди: усындай жоллар менен диск тәризли галактикалар пайда болады. Айланыўды басламаған областлар эллиптикалық галактикалар деп аталатуғын сопақ объектлерге айланады. Бундай областлардың коллапсы да тоқтайды, себеби бундай галактика тутасы менен айланбағаны менен оның айырым бөлимлери бир бирине салыстырғанда айланады.

Галактикалар ишиндеги водород пенен гелийден туратуғын газ ўақыттың өтиўи менен өзиниң меншикли гравитациясының тәсиринде қысылатуғын киши өлшемлердеги газ бултларына айрылады. Бул бултлар қысылғанда оның ишиндеги атомлар бир бири менен соқлығысып газдиң температурасы жоқарылайды. Усындай күшли қызыўдың салдарынан температура ядролық синтез реакцияларының басланыўына шекем көтериледи. Бундай реакциялардың нәтийжесинде водородтан қосымша гелий пайда болады, бөлинип шыққан жыллылықтан басым көтериледи ҳәм газ бултының қысылыўы тоқтайды. Нәтийжеде булт усындай ҳалда бизиң Қуяш сыяқлы жулдыздай болып бөлинип шыққан энергияны жыллылық ҳәм жақтылық түринде шығарып узақ ўақыт қалады. Массасы үлкен жулдызларға өзиниң күшли гравитациялық тартылысын теңгериў ушын күшлирек қызыўы керек болады. Сонлықтан олардағы ядролық синтез реакциялары үлкен тезлик пенен жүреди ҳәм өзиниң водородын бар болғаны жүз миллион жылда жағып болады. Буннан кейин де олар қысылыўын даўам етеди. Усының салдарынан қызыў даўам еткенликтен гелийдиң углерод ҳәм кислород сыяқлы салмақлырақ Элементлерге айланыўы басланады. Бирақ бундай процесслерде көп энергия бөлинип шықпайды. Себеби қара қурдылар ҳаққындағы бапта айтылғандай, бул жағдайда үлкен кризис жүз берген болар еди. Буннан кейин қандай қубылыстың жүз беретуғынлығы онша айқын емес. Бирақ орайлық областлардың нейтрон жулдыз ямаса қара қурдым сыяқлы тығыз объектке коллапсланыўы ҳақыйқатлыққа муўапық келеди. Жулдыздың сыртқы областлары ўақыттың өтиўи менен аса жаңа жулдыздың партланыўы деп аталатуғын оғада күшли партланыўдың салдарынан сыртқа алынып кетеди. Бундай жағдайда партланыўшы жулдыздың жақтысы сол галактикадағы барлық жулдыздың жақтысын басып кетеди. Жулдыздың өлими алдында қәлиплескен аўыр Элементлердиң бир бөлеги галактиканы толтырып турған газге өтеди ҳәм буннан кейинги жулдызлар әўладларының туўылыўы ушын шийки зат хызметин атқарады. Бизиң Қуяшымыздың еки процентин жоқарыда еслетилип өтилген аўыр Элементлер қурайды. Себеби Қуяш буннан шама менен бес миллиард жыл бурын айланыўшы газ бултынан пайда болған екинши ямаса үшинши әўлад жулдыз болып табылады. Бул газ бултында ески аса жаңа жулдызлардың бөлеклери (осколькалары) болған. Бул бултты қураўшы газ тийкарынан Қуяшты пайда етиў ушын жумсалған ямаса партланыўдың ақыбетинде тарқатылып жиберилген. Бирақ аўыр Элементлердиң көп емес муғдары жыйланып Қуяштың дөгерегинде айланыўшы Жер сыяқлы планеталарды пайда еткен.

Жер дәслеп ыссы болған ҳәм атмосфераға ийе болмаған. Ўақыттың өтиўи менен ол салқынлаған ҳәм таў жынысларынан газдиң бөлинип шығыўының нәтийжесинде Жер атмосферасы қәлиплескен. Дәслепки атмосфера бизиң жасаўымыз ушын жарамсыз болған. Бул атмосферада кислород болмаған, ал күкиртли водород сыяқлы бизиң ушын зәҳәрли газлерден турған (бузылған мәйектиң ийисине тән ийис беретуғын газ). Усындай шараятларда жасай алатуғын тиришиликтиң жүдә әпиўайы формалары да бар. Бундай тиришилик атомлардың макромолекулалар деп аталыўшы молекулаларға тосыннан биригиўиниң нәтийжесинде океанларда раўажланды деп болжайды. Бундай макромолекулалар басқа атомлардың усындай молекулаларға биригиўин тәмийинлеў қәсийетине ийе болған. Солай етип тиришиликтиң әпиўайы формалары өз өзинен қәлиплескен ҳәм көбейген. Айырым ўақытлары тиришиликтиң әпиўайы формаларының қәлиплесиўинде бузылыўлар да жүз берген. Мәселен қәлиплескен макромолекуланың жаңа түри өзиндей макромолекуланы пайда ете алмаған ҳәм ақыр-аяғында тарқап кеткен. Бирақ бузылыўлардың ақыбетинде ҳәтте өзин қайтадан қәлиплестириў қәбилетлилиги жоқары болған жаңа молекулалар пайда болған. Нәтийжеде олар артықмашлықларға ийе болып, өзине шекем пайда болған молекулалардың орнын басыўға умтылған. Усылай етип эволюция процесси басланған. Бул эволюция кем-кемнен өзин өзи қәлиплестиретуғын қурамалырақ организмлердиң пайда болыўына алып келди. Ең дәслепки әпиўайы тири организмлер ҳәр қыйлы затларды, соның ишинде күкиртли водородты өзине сиңдирген ҳәм кислород бөлип шығарған. Усының нәтийжесинде Жер атмосферасының әсте-ақырынлық пенен избе-из өзгериўи орын алған ҳәм тиришиликтиң жоқарырақ формалары болған балықлардың, репитилиялардың, сүт емизиўшилердиң, ақыр-аяғында адамзаттың пайда болыўы ушын зәрүр болған ҳәзиргидей шараятлар пайда болған.

Әлем дәслеп жүдә ыссы еди, кейин кеңейиўиниң барысында салқынлаған деп қараўшы модель ҳәзирги күнлери барлық бақлаўлардың нәтийжелери менен сәйкес келеди. Бирақ усыған қарамастан бир қатар сораўлар жуўапсыз қалмақта.

1. Неликтен дәслепки Әлем жүдә қызған ҳалда болған?
2. Әлем не себепли үлкен масштабларда бир текли? Неликтен Әлем кеңисликтиң барлық ноқатларында ҳәм барлық бағытларда бирдей болып көринеди? Дара жағдайларды қарағанда, мысалы не себепли микротолқынлық нурланыўдың космослық фонының температурасы барлық бағытларда да бирдей мәниске ийе? Имтихан ўақтында бир қанша студентлерге бирдей сораў берилгенде ҳәм олардың берген жуўаплары да бирдей болып шықса сиз оларды бир бири менен сөйлесип, кеңесип алған деп жуўмақ шығарасыз. Бирақ жоқарыда тәрийипленген моделде жақтылық ушын үлкен партланыў моментинен баслап қашықласқан бир областтан қашықласқан екинши областқа барып жектендей ўақыт болған жоқ (дәслепки Әлемде сол орынлар бир бирине жақын орналасқан болған болса да). Салыстырмалық теориясына муўапық егер жақтылық бир областтан екинши областқа жетип келе алмайтуғын болса, онда усындай областлар арасында ҳеш қандай информациялар алмасыўдың болыўы мүмкин емес. Сонлықтан дәслепки Әлемде қандай да бир түсиниксиз себеплерге байланыслы бирдей температура орын алмаған жағдайда ҳәзирги Әлемниң ҳәр қыйлы областлары бир бири менен температураларын теңлестире алмаған болар еди.
3. Әлем не себепли қайтадан қысылыў менен мәңги кеңейиў моделлерин айырып

туратуғын критикалық тезликке жүдә жақын тезлик пенен кеңейе баслаған? Ҳәтте он мың миллион жыл өткен соң (яғный ҳәзирги ўақытлары да) Әлем шама менен критикалық тезликке тең тезлик пенен кеңейиўин даўам етип атыр. Егер үлкен партланыўдан кейин бир секундтан соң кеңейиў тезлиги жүз мың миллион миллионға (1/100.000.000.000.000.000) киши болғанда қайтадан қысылыўдың басланыўының орын алыўы ҳәм Әлем ҳеш ўақытта да ҳәзиргидей өлшемлерине жетпеген болар еди

1. Үлкен масштабларда бир теклигине қарамастан Әлемде жулдызлар ҳәм галактикалар сыяқлы бир тексизликлер орын алады. Усындай жағдайдың бар екенлиги дәслепки Әлемде бир областтан екинши областқа өткенде қандай да бир өзгешеликлердиң бар болғанлығына байланыслы түсиндириледи. Тығызлықтың усындай флуктуацияларының себебиниң не?

Улыўмалық салыстырмалық теориясы жоқарыда атап өтилген қәсийетлерди өзинше түсиндире алмайды. Бул теория тек ғана Әлем үлкен партланыўдың сингулярлық ноқатында пайда болды ҳәм ең дәслеп шексиз үлкен тығызлық орны алды деп айта алады. Ал сингулярлық ноқатта улыўмалық салыстырмалық теориясы да, физиканың басқа нызамлары да орынланбайды: олардың жәрдеминде сингулярлықтан нениң шығатуғынлығын болжаў мүмкин емес. Бизиң жоқарыда гәп еткенимиздей, теориядан үлкен партланыўды да, усы үлкен партланыўға шекем болып өткен барлық ўақыяларды алып таслаўымыз керек. Себеби олар биз бақлап жүрген нәрселердиң ҳеш қайсысына да тәсир ете алмайды. Демек кеңислик-ўақыт шегараға ийе болыўы керек. Бул шегара үлкен партланыў ноқатында жайласқан болады.

Көринип турғанындай, илим анықсызлық принципи тәрепинен қойылатуғын қәтеликлер шеклеринде егер қандай да бир ўақыт моментинде ҳалы белгили болатуғын болса Әлемниң ўақыт бойынша қалай өзгеретуғынлығын болжаўға мүмкиншилик беретуғын барлық нызамларды ашты. Мүмкин бул нызамлар Қудай тәрепинен берилген шығар. Бирақ Қудай жоқарыда айтылып өтилген нызамлар тийкарында раўажланыўды бергеннен бери Әлемге араласқанды қойған. Бирақ ол Әлемниң қандай дәслепки ҳалын ҳәм дәслепки конфигурациясын сайлап алған? "Ўақыттың басы" моментинде қандай "шегаралық шәртлер" орын алған?

Мүмкин болған жуўыплардың бири мыналардан ибарат: Әлемниң дәслепки конфигурациясын сайлап алғанда бизлердиң түсиниўимиз мүмкин емес көз-қараслардан пайдаланған. Бул, әлбетте, Қудайдың өзиниң жеке иси. Бирақ неликтен усындай түсиниксиз басламаны сайлап алыў менен бирге Әлемге бизге түсиникли болған нызамлар бойынша раўажланыўды берген? Барлық илим тарийхы ўақыялардың ықтыярлы түрде жүзеге келмейтуғынлығын, ал қәлеген қубылыстың ямаса ўақыяның жүзеге келиўинде белгили бир анық жасырын тәртиптиң орын алатуғынлығын кем-кемнен мойынлаўдан ибарат. Бул тәртиптиң Қудайлық күшлер тәрепинен орнатылған болыўы да, орнатылған болмаўы да мүмкин. Усы тәртипти тек ғана илимниң нызамларына тийисли деп есапламай, Әлемниң дәслепки ҳалын анықлайтуғын кеңислик-ўақыттың шегарасындағы шәртлерге де тийисли деп есаплаў тәбийий нәрсе. Илим нызамларына бағынатуғын басқа дәслепки шәртлерге ийе Әлемниң көп санлы ҳәр қыйлы моделлериниң болыўы мүмкин. Бизиң Әлемимизди тәрийиплеўге мүмкиншилик беретуғын бир дәслепки шәртти сайлап алыў ҳәм соған сәйкес пайда болатуғын модель ушын қандай да бир принциптиң орын алыўы тийис.

Усындай мүмкиншиликлердиң бирин хаотик шегаралық шәртлер деп атайды. Бунда Әлемди кеңисликте шексиз ямаса шексиз көп сандағы Әлемлер бар деп үндеместен қабыл етиледи. Хаотик шегаралық шәртлерге сәйкес үлкен партланыўдан кейин қәлеген айырып алынған областтың берилген ҳалда турыўының итималлылығы қәлеген басқа ҳалда турыўының итималлылығына тең: Әлемниң басланғыш ҳалы пүткиллей ықтыярлы түрде сайлап алынады. Бул дәслепки Әлем жүдә хаотик ҳәм бир қәлипли емес болған дегенди аңлатады. Себеби Әлемниң хаотик ҳәм тәртипсиз ҳаллары тәртипке түскен ҳалларынан әдеўир көп (Егер барлық ҳаллар теңдей итималлықларға ийе болатуғын болса Әлем хаотик ҳәм бир текли емес ҳаллардың биреўинде пайда болған. Себеби тәртипсиз ҳаллардың саны барлық ўақытларда да басқа тәртипке түскен ҳаллардың санынан әдеўир артық). Усындай хаотик басланғыш шәртлер орын алғанда Әлемниң үлкен масштабларында қалайынша ҳәзирги ўақытлардағыдай тегис ҳәм бир текли қурылыслардың пайда болғанлығын айтыў қыйын. Соның менен бирге усындай моделде тығызлықлар флуктуацияларының гамма нурланыўының фонын бақлаўдан келип шыққан жоқарғы шектен әдеўир көбирек дәслепки қара қурдымларды пайда ететуғынлығын күтиўге болады.

Егер кеңисликте Әлем ҳақыйқатында да шексиз болса ямаса шексиз көп сандағы әлемлер бар болатуғын болса, онда қандай да бир орынларда тегис ҳәм бир текли областларда пайда болған үлкен областлардың болыўы мүмкин. Жазыў машинкаларын басып атырған бир пада маймыл қатнасатуғын көпшиликке жақсы белгили мысалды келтиремиз: олардың жумысларының үлкен бөлеги корзинаға тасланады, бирақ принципинде олар тосыннан Шкспирдиң сонетлериниң бирин басыўы мүмкин. Тап сондай болып Әлемниң биз жасап атырған областы тегис ҳәм бир текли болып шығыўы мүмкин емес пе? Бирден қарағанда бундай жағдайдың жүзеге келиўиниң итималлылығы аз болып көринеди. Себеби бундай областлар хаотик ҳәм бир текли емес областлардан әдеўир кем болыўы керек. Бирақ былайынша болжаў мүмкин: галактикалар менен жулдызлар тек ғана тегис областларда пайда болған, тек ғана усындай областларда "Не себептен Әлем усындай тегис" деп сораў беретуғын қурамалы өзин қайта тиклеўши организмлердиң пайда болыўына жарамлы шараятлар дүзиледи. Бул антроплық принцип деп аталатуғын принциптиң қолланылыўына мысал бола алады. Бул принципти былайынша айтамыз: "Бизлер Әлемди қандай етип көретуғын болсақ, тап сондай етип көремиз, себеби бизлер бул Әлемде жасап атырмыз".

Антроплық принцип күшли ҳәм әззи антроплық принцип болып еки вариантқа бөлинеди. Әззи антроплық принцип кеңисликте ҳәм ўақыт бойынша үлкен ямаса шексиз Әлемде саналы жанызаттың раўажланыўы ушын шараятлар тек кеңислик пенен ўақыттың шекленген базы бир областларында пайда болады. Соның ушын усындай областларда жасап атырған саналы жанызат өзлери жасап атырған областлардың олардың жасаўы ушын қолайлы екенлигине таңланбаўы керек. Тап усындай етип бай районда жасап бай адам өзиниң әтирапында ҳеш қандай гедей-кембағалшылықты көрмейди.

Әззи антроплық принципти қолланыўдың бир мысалы үлкен партланыўдың буннан шама менен он мың миллион жыл бурын болғанлығы болып табылады: биз усаған саналы жанызаттың раўажланыўы ушын тап сондаў ўақыт зәрүр. Биз жоқарыда айтқанымыздай дәслеп жулдызлардың ең дәслепки әўладлары пайда болады. Бул жулдызлар дәслепки водород пенен гелийдиң бир бөлегин бизди қурайтуғын углерод пенен кислородқа айландырады. Кейин бул жулдызлар аса жаңа жулдызлар сыяқлы партланады, ал олардың сынықларынан (осколькаларынан) басқа жулдызлар ҳәм планеталар (соның ишинде бес мың миллион жылдан бери жасап киятырған Қуяш системасына кириўши планеталар да) пайда болады. Жер пайда болғаннан кейинги ең дәслепки бир ямаса еки мың миллион жылда қандай да бир қурамалы организмлердиң раўажланыўы ушын дым ыссы болған. Буннан кейинги шама менен үш мың миллион жылда әсте-ақырынлық жүретуғын биологиялық раўажланыў процесси жүреди. Усының нәтийжесинде әпиўайы организмлер үлкен партланыў моментинен бери өткен ўақытты өлшей алатуғын саналы жанызат дәрежесине шекем раўажланған.

Әззи антроплық принциптиң дурыслығына ҳәм қолланыўға болатуғынлығына қарсылық жасайтуғынлар жүдә кем. Базы биреўлер бул принциптиң күшли вариантын усынып, буннан да алға кетти. Бул варианттың мазмуны былайынша айтылады: көп сандағы ҳәр қыйлы әлемлер бар ямаса бир әлемниң көп сандағы ҳәр қыйлы областлары бар, олардың ҳәр бири өзиниң меншикли дәслепки конфигурациясына ҳәм (мүмкин) өзиниң меншикли илимий нызамларына ийе. Усы әлемлердиң көпшилигинде қурамалы организмлердиң раўажланыўы ушын шараятлар жарамлы емес, тек ғана бизиң Әлемимизге уқсас әлемлерде ғана саналы жанызат раўажлана алады ҳәм усы саналы жанызатта "Не себептен бизиң Әлемимиз биз көрип турғандай түрге ийе" деген сораў пайда болады. Бундай жағдайда берилетуғын жуўап жүдә әпиўайы: "Егер Әлем басқаша болғанда бул жерде бизлер болмаған болар едик".

Биз билетуғын илимниң нызамлары электр заряды, протонның массасының электронның массасына қатнасы сыяқлы көп сандағы фундаменталлық шамаларға ийе. Ҳәзирше бизлер теориялық болжаўлар арқалы олардың шамаларын анықлай алмаймыз, олардың шамалары тек экспериментте анықланады. Мүмкин толық бирден бир теорияны ашатуғын күн де келетуғын шығар. Бундай жағдайда усы бирден бир теорияның жәрдеминде сол фундаменталлық шамалардың барлығы да есапланады. Усының менен усы шамалардың айырымлары ямаса барлығы бир әлемнен екинши әлемге өткенде ямаса бир әлемниң бир областынан екинши областына өткенде өзгеретуғын болып та шығыўы мүмкин. Таң қаларлығы соннан ибарат, фундаменталлық шамалардың мәнислери тиришиликтиң раўажланыўы ушын сәйкес етип сайлап алынған. Мысалы, егер электронның электр заряды сәл басқашалаў болғанда жулдызлар водород яки гелийди жаға алмаған ямаса партланбаған болар еди. Әлбетте, ҳәтте фантаст жазыўшылар да ойлап көрмеген саналы жанызаттың басқа да формаларының болыўы мүмкин. Бундай тиришиликти болдырыў ушын бизиң Қуяш сыяқлы жулдызлардың жақтысы, жулдызлардың ишинде синтезленетуғын ҳәм жулдыз партланғанда космос кеңислигине тарқалып кететуғын аўыр Элементлер зәрүр емес. Бирақ усыған қарамастан биз гәп етип атырған шамалар мәнислериниң өзгериўиниң үлкен емес областларына ийе. Мәнислер тек усы областлардың ишинде болғанда ғана қандай да бир саналы жанызаттың раўажланыўы мүмкин. Ал бул шамалардың басқа мәнислерине қәлиплескен әлемлер қаншама гөззал болса да, бирақ бул әлемлерде усы гөззаллықты көрип рәҳәтленгендей ҳеш ким болмайды. Усы айтылғанлардың барлығын Әлемди Қудай тәрепинен дөретилген деп айтыўға ямаса күшли антроплық принциптиң дурыслығының дәлили сыпатында қабыл етиў мүмкин.

Күшли антроплық принципти Әлемниң бақланатуғын ҳалын түсиндириўге қолланыўға қарсы бир қанша мысалларды келтириў мүмкин. Бириншиден, сол әлемлердиң барлығы да бар деп қандай мәнисте айтыў керекЎ Егер олар ҳақыйқатында да бир биринен изоляцияланған болса басқа Әлемде болып өткен ўақыялар бизиң Әлемимизде бақланатуғын нәтийжелерге ийе болмаўы керек. Сонлықтан биз экономлаў принципинен пайдаланыўымыз ҳәм оларды теориядан алып таслаўымыз керек. Егер сол әлемлер бир Әлемниң ҳәр қыйлы областлары болып табылатуғын болса, онда барлық областларда да илимий нызамлардың бирдей болыўы керек (егер бул орынланбағанда бир областтан екинши областқа үзликсиз өтиў мүмкин болмаған болар еди). Бундай жағдайда ҳәр қыйлы областлар бир биринен тек ғана басланғыш конфигурациялары бойынша айралған ҳәм күшли антроплық принцип әззи формулировкаға келтирилген болар еди.

Күшли антроплық принципке екинши қарсылық мынадан ибарат: ол барлық илим тарийхының жүрисине қарама-қарсы бағытланған. Илимниң раўажланыўы Птолемейдиң ҳәм оның алдыңғы алымлардың геоорайлық космологиясынан Коперник пенен Галилейдиң гелиоорайлық космологиясы арқалы дүньяның ҳәзирги сүўретине қарай жүрди. Дүньяның ҳәзирги сүўрети бойынша Жер әдеттегидей спираль галактиканың ишиндеги әдеттегидей жулдыздың дөгерегинде айланыўшы орташа өлшемге ийе планета болып табылады. Ал сол спираль галактиканың өзи Әлемниң бақланатуғын бөлиминдеги миллион миллион галактикалардың бири болып табылады. Бирақ, қалай деген менен күшли антроплық принципке сәйкес сол гигант қурылыс тек биз ушын жасап атыр. Буған исениў дым қыйын. Бизиң Қуяш системамыз бизиң дүньяда бар болыўымыз ушын сөзсиз зәрүр болған аўыр элементлердиң синтезиниң жүзеге келиўи ушын зәрүрли болған дәслепки әўлад жулдызларды есапқа алыў мақсетинде усындай таллаўды бизиң Галактикамыз ушын да тарқатыўымыз мүмкин. Бирақ, шамасы, барлық галактикалардың да ҳәм барлық Әлемниң де үлкен масштабларда ҳәм қәлеген бағытларда бир текли ҳәм бирдей болыўының зәрүрлиги жоқ.

Егер бизлер Әлемниң ҳәр қыйлы басланғыш конфигурацияларынан тек ғана биз бақлап турған Әлемдей әлемлердиң раўажланатуғынлығын көрсете алсақ антроплық принциптен, әсиресе оның әззи формулировкасынан тынышсызланыўдың кереги болмас еди. Егер бул дурыс болса қәлеген басланғыш шәртлерден пайда болған Әлем саналы тиришиликтиң раўажланыўы ушын тегис ҳәм бир текли областларға ийе болған болар еди. Егер бизлердиң әтирапымыздағыларды көриўимиз ушын Әлемниң басланғыш ҳалын қатаң түрде сайлап алыў керек. Болмағанда тиришилик пайда болатуғын ҳеш болмаса бир область та пайда болмаған болар еди. Үлкен партланыўдың ыссы моделинде жыллылықтың бир областтан екинши областқа берилиўи ушын ўақыт дым аз. Бирақ биз жоқарыда микротолқынлық фонның температурасының қәлеген бағытта да бирдей екенлигин айтып өткен едик. Бундай жағдайдың орын алыўы ушын Әлемниң басланғыш ҳалында температура барлық орынларда дәл бирдей болыўы шәрт. Соның менен бирге кеңейиўдиң дәслепки тезлигин қатаң түрде сайлап алыў керек болған. Себеби қайтадан қысылыўды болдырмаў ушын кеңейиў тезлиги өзиниң критикалық мәнисине жүдә жақын болыўы керек. Сонлықтан егер үлкен партланыўдың ыссы моделин ўақытты есаплаўдың ең дәслепки моментине шекем қолланыўға болатуғын болса Әлемниң дәслепки ҳалын сайлап алыў жүдә қатаң түрде жүргизилиўи керек. Әлемниң басының усындай болғанлығын тек бизлерге уқсас тиришиликтиң ийелериниң пайда болыўын қәлеген Қудайдың иси деп түсиндирмесек басқаша түсиник бериў оғада қыйын.

Көп сандағы басланғыш конфигурациялардан бизиң Әлемимизге усаған әлемлердиң пайда болыўының моделин дүзиўге қаратылған тырысыўлар Массачусет технологиялық институтында ислеўши алым Алан Гутты дәслепки Әлем оғада тез кеңейиў периодын өтти деген болжаў жасаўға алып келди. Бундай кеңейиўди үрлеў деп атайды (Қандай да бир ўақытлары Әлемниң кеңейиўи үлкейиўши тезлик пенен жүрген. Ҳәзир кеңейиў тезлиги кемеймекте. Үрлеў ҳаққында айтылғанда усы жағдай нәзерде тутылған). Гуттың есаплаўы бойынша секундтың киши бир бөлиминде Әлемниң радиусы миллион миллион миллион миллион миллион (отыз ноли бар бир) есе үлкейген.

Гуттың болжаўы бойынша Әлем үлкен партланыўдың нәтийжесинде жүдә ыссы, бирақ күшли хаотик ҳалдан пайда болған. Үлкен температуралар Әлемдеги бөлекшелердиң тез қозғалатуғынлығын ҳәм үлкен энергияға ийе болатуғынлығын билдиреди. Жоқарыда айтылғанындай, бундай жоқары температураларда күшли және әззи ядролық күшлер ҳәм электромагнитлик күшлер бир күшке биригиўи керек. Әлемниң кеңейиўи менен температура төменлеген ҳәм бөлекшелердиң энергиялары кемейген. Ақыр-аяғында фазалық өтиў деп аталатуғын өтиўдиң жүриўи ҳәм күшлердиң симметриясының бузылыўы керек: күшли тәсирлесиў әззи ҳәм электромагнит тәсирлесиўден айрыла баслайды. Фазалық өтиўдиң белгили мысалы - салқынлатқанда суўдың музға айланыўы болып табылады. Суўдың суйық ҳалда симметриялы, яғный бундай ҳалда суў барлық ноқатларда ҳәм барлық бағытларда бирдей қәсийетлерге ийе. Пайда болған муз кристаллары анық аўҳалға ийе болады ҳәм базы бир бағытта дизиледи. Усының салдарынан суўдың симметриясы бузылады.

Егер суўды оғада абайлап (жүдә киши тезлик пенен) салқынлататуғын болсақ онда оны "асырып салқынлатыў" мүмкиншилиги пайда болады. Бундай жағдайда қатыў температурасынан (Цельсия шкаласы бойынша 0 градус) төмен температураларда да муз пайда болмайды. Гут Әлем де сондай аўҳал арқалы өткен деп болжады: оның температурасы күшлердиң симметриясы бузылмастан критикалық мәнистен төмен түскен. Бундай жағдайда Әлем симметриясы бузылған ҳалға сәйкес келиўши энериядан үлкен энергияға ийе болған турақлы емес ҳалға түсип қалған болар еди. Бул айрықша қосымша энергия Әлемниң статикалық моделин дүзиў мақсетинде Эйнштейн улыўмалық салыстырмалық теориясына киргизген космологиялық турақлы сыяқлы антигравитациялық тәсир пайда етеди. Сонлықтан космологиялық турақлы тәрепинен қосылатуғын ийтерисиўдиң салдарынан Әлем кем-кемнен өсетуғын тезлик пенен кеңейеди. Ҳәтте бөлекшелер саны орташа мәнистен үлкен болған областларда да материяның гравитациялық тартысыўы эффективли космологиялық турақлының үлесинен қосылатуғын ийтерилис күшлеринен кем болады. Демек усындай областлар да үрленетуғын Әлем модели ушын характерли болған тезлениў менен кеңейеди. Кеңейиў барысында материяның бөлекшелери бир биринен кем-кемнен үлкен аралықларға қашықласады ҳәм ақыр-аяғында кеңейиўши Әлем "асырып салқынлатыў" ҳалында дерлик бөлекшелерсиз қалады. Кеңейиўдиң нәтийжесинде Әлемниң бир тексизликлери резина шарды үрлегендеги оның жыйрықларының тегисленетуғынлығы сыяқлы тегислениўи керек болады. Демек ҳәзирги Әлемниң тегис ҳәм бир текли ҳалы көп сандағы басланғыш бир текли емес ҳаллардан раўажлана алады екен деп жуўмақ шығарамыз.

Гравитациялық тартылыстың тәсиринен қысылыўының салдарынан кеңейиў тезлиги кемейиўине қарағанда космологиялық турақлының есабынан кеңейиў тезлиги үлкен болған Әлемде жақтылықтың дәслепки Әлемниң бир областынан екинши областына өтиўи ушын ўақыт жеткиликли болған болар еди. Бул жоқарыда қойылған "дәслепки Әлемниң ҳәр қыйлы областлары бирдей қәсийетке ийе?" деген мәселениң шешими болған болар еди. Соның менен бирге Әлемниң кеңейиў тезлиги ондағы энергияның тығызлығы бойынша анықланатуғын критикалық кеңейиў тезлигиниң мәнисине автомат түрде жүдә жақынласар еди. Бундай жағдайда кеңейиў тезлигиниң критикалық тезликке жақын екенлигиниң себебин түсиндириўде Әлемниң кеңейиўиниң дәслепки тезлигин қатаң түрде сайлап алыўдың зәрүрлиги жоғалады.

Әлемниң үрлениўиниң жәрдеминде ҳәзирги ўақытлары Әлемде не себептен затлардың көп екенлигин түсиндириўге болады. Бақлаў мүмкин болған Әлемниң бөлиминде шама менен миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион миллион (сексен ноли бар бир) бөлекше бар. Олар қайдан алынған? Жуўап мынадай: квант теориясында бөлекше-антибөлекше жубы түриндеги энергиядан бөлекше алынады. Бирақ энергия қайдан алынады? деген сораў дәрҳәл туўылады. Бул сораўға жуўап төмендегише бериледи: Әлмниң толық энергиясы дәл нолге тең. Әлемдеги затлар оң мәнисли энергиядан пайда болған. Бирақ барлық затлар өзине гравитацияның тәсиринде басқа затларды тартады. Бир бирине жақын жайласқан заттың еки бөлекшеси олар бир биринен әдеўир қашықлықта жайласқандағыға қарағанда киши энергияға ийе болады. Себеби сол еки бөлекти бир биринен қашықластырғанда оларды бир бирине бириктириўге бағдарланған гравитациялық күшти жеңиў ушын сырттан энергияның сарп етилиўи шәрт. Демек гравитациялық майданның энергиясы қандай да бир мағанада терис мәниске ийе болады. Кеңисликте шама менен бир текли болған Әлем жағдайында терис мәнисли гравитациялық энергия затлар менен байлансықан оң мәнисли энергияны дәл компенсациялайды. Сонлықтан Әлемниң толық энергиясы нолге тең.

Нолге еки рет көбейткенде де нол болғанлықтан терис мәнисли гравитациялық энергиясы еки рет үлкейгенде Әлемдеги затлардың оң энергиясы да еки есе үлкейеди. Бундай жағдайда энергияның сақланыў нызамы бузылмайды. Егер Әлем эдеттегидей түрде кеңейетуғын болса оң ҳәм терис энергиялардың теңлиги орынланбас еди. Бундай жағдайда затлардың энергиясының тығызлығы Әлемниң өлшемлериниң артыўы менен кемейеди. Ал үрлениўде болса Әлем кеңейеди, ал асырып салқынлатылған ҳалдың энергиясының тығызлығы турақлы болып қалады: Әлемниң өлшемлери еки есе артқанда затлардың оң мэнисли энергиясы да, терис белгиге ийе гравитациялық энергия да еки есе артады, усының нәтийжесинде толық энергия нолге тең болып қалады. Үрлениў фазасында Әлемниң өлшемлери күшли үлкейеди. Демек энергияның улыўмалық муғдары да (усы энергияның есабынан бөлекшелер пайда болады) күшли үлкейеди. Усыған байланыслы Гут былай деп жазған: "Барқулла өзинен өзи толып туратуғын қудиретли дастурхан болмайды деп айтысады. Ал Әлемниң өзи мәңги өзинен өзи толып туратуғын қудиретли дастурхан емес пе?".

Ҳәзир Әлем үрлеўсиз кеңейип атыр. Демек жүдә үлкен эффектив космологиялық турақлыны жоқ қылатуғын, ал кеңейиў тезлигинниң өсиўиниң тоқтайтуғын, гравитацияның тәсиринде төменлеўин баслайтуғын қандай да бир механизмниң болыўы керек (кеңейиў тезлиги ҳәзирги ўақытлары да киширеймекте). Асырып салқынлатыў барысында бәри бир суўдың музға айланатуғынлығы сыяқлы үрлеў барысының ақырында күшлер симметриясының бузылыўын күтиў керек. Онда бузылмаған симметрияға ийе ҳалдың артық энергиясының бөлинип шығыўы шәрт. Усының нәтийжесинде Әлем күшлердиң симметриясы еле де бузылмайтуғындай критикалық температурадан азмаз кем температураға шекем қызады. Буннан кейин Әлем үлкен партланыўдың ыссы моделиндегидей қайтадан кеңейе баслайды ҳәм салқынлайды. Бирақ биз енди Әлемниң кеңейиўиниң тезлигиниң критикалық тезликке тең екенлигин ҳәм Әлемниң ҳәр қыйлы областларының бирдей температураға ийе екенлигин түсиндире аламыз.

Жүдә салқынлатылған суўда муз кристалларының тез пайда болғанлығы сыяқлы Гут гипотезасында фазалық өтиў жүдә үлкен тезлик пенен жүреди. Гут идеясының мәниси: қайнап турған суўдың ишинде пуўдың көбиклериниң пайда болғанлығы сыяқлы ески фазаның ишинде жаңа бузылған симметриялы фазаның "көбикшелери" пайда болады. Сол көбикшелер үлкейеди ҳәм барлық Әлем бир фазаға келгенше бир бири менен қосылады деп болжанды. Бирақ бул жерде мен ҳәм және бир неше адам көрсеткен ақылға сыймайтуғын жағдай бар: Әлем сондай үлкен тезлик пенен кеңейеди, ҳәтте пайда болған көбикшелер жақтылықтың тезлигиндей тезлик пенен үлкейетуғын болса да, олар бир биринен қашыласыўын даўам етеди ҳәм ҳеш ўақытта да бир бири менен қосылмайды. Бундай жағдайда Әлем жүдә бир текли емес ҳалда қалған ҳәм базы бир областларда күшлер арасындағы симметрия сақланған болар еди. Бундай модель биз көрип турған Әлемге пүткиллей сәйкес келмейди.

1981-жылдың октябринде мен Москва қаласына квант гравитациясы бойынша конференцияға келдим. Конференциядан кейин мен үрленетуғын Әлем ҳәм соған байланыслы болған проблемалар ҳаққында Штернберг астрономиялық институтында баянат иследим. Тыңлаўшылар арасында Лебедов атындағы физикалық институттың хызметкери, жас совет физиги Андрей Линде де болды. Ол егер көбиклердиң өлшемлери жүдә үлкен ҳәм сонлықтан бизиң Әлемимиз тек бир көбиктиң ишинде жайласа алатуғын болса көбиклерди бириктириў бойынша қыйыншылықлардың сапластырылатуғынлығын айтты. Усы болжаўдың орынлаўы ушын көбиктиң ишинде симметрияның сақланыўы жүдә әстелик пенен оның бузылыўына өтиўи керек. Уллы биригиў теориясына сәйкес бул жағдайдың орын алыўы мүмкин. Линдениң симметрияның әсте-ақырынлық пенен бузылыўы ҳаққындағы ойы дым жақсы еди. Бирақ кейин маған оның көбиклериниң ҳәзирги Әлемнен де үлкен болыўының кереклиги түсиникли болды. Мен симметрияның көбиктиң ишинде емес, ал барлық орынларда бузылатуғынлығы дәлилледим. Тек усындай жағдай ғана биз ҳәзирги ўақытта бақлап жүрген бир текли Әлемниң пайда болыўына алып келеди. Өзимниң идеяларыма өзимниң қызғыўшылығым артып кетти ҳәм бул мәселе бойынша аспирантларымның бири Ян Мосс пенен ацгимелестим. Линде менен досласқаннан кейин мен базы бир қысыныспаға да ушырадым. Себеби Линдениң мақаласын басыўға болатуғынлығы ямаса болмайтуғынлығы ҳаққында пикир билдириў ушын бир илимий журналдың редакциясынан өтиниш хат алдым. Өзимниң жуўабымда мақалада бир қәтениң жиберилгенлигин (көбиклердиң өлшемлери Әлемниң өлшемлеринен үлкен болыўы керек), бирақ симметрияның әсте-ақырынлық пенен бузылыўы идеясының пүткиллей дурыс екенлигин жаздым. Мен мақаланы сол турысында өзгертпей басыўды усындым. Болмағанда мақаланы дурыслаў Линдениң бир неше ай ўақытын алған болар еди. Қала берсе Советлер Союзанын Батысқа жиберилетуғын қолжазбалар сол ўақытлары айрықша квалификацияға ҳәм илимий мақалаларды қарап шығыў тезлигине ийе емес әдебият цензурасынан өтиўи керек еди. Ал бизлер Ян Мосс пенен сол журналға үлкен емес мақала жибердик. Бул мақалада үлкен көбиклер жағдайында пайда болатуғын қыйыншылықлар ҳәм бул қыйыншылықлардан қалай шығыўдың кереклиги ҳаққында жаздық. Москвадан қайтып келгеннен бир күннен кейин Филадельфияға кетиўим керек еди. Бул жерде маған Франклин Институтының медалын тапсыратуғын еди. Мениң секретарым Джуди Фелла өзиниң барлық шеберликлерин пайдаланып ҳәм билетлерди сатпаған жағдайда бул ҳаққында жәрия қыламыз деп қорқытып Уллыбританияның ҳаўа жоллары агентствосын "Конкорд" қа еки билет сатыўға көндирген. Бирақ аэропортқа баратырғанымда оғада күшли жамғырдың астында қалдым ҳәм самолетқа кешиктим. Усыған қарамастан мен бәри бир Филадельфияға жетип келдим ҳәм медальды алдым. Буннан кейин усы жердеги Дрексел университетиндеги семинарда үрлениўши Әлем модели ҳаққында айтып бериўди менен өтиниш қылды. Москвадағыдай ўақыттың көпшилик бөлимин усы модельге байланыслы келип шығатуғын мәселелерге бағышладым. Кейнинде мен Линдениң симметрияның әсте ақырынлық пенен өзгеретуғынлығы ҳаққындағы идеясы ҳәм бул бойынша мениң дүзетиўлерим ҳаққында айттым. Семинарда Пенсильвания университетиниң жас профессоры Пол Стейнхардт қатнасты. Семинардан кейин мен оның менен үрлениў моделин талқыладым. Февраль айында ол маған студент Андреас Албрех пенен биргеликте жазған мақаласын жиберди. Бул мақалада Линдениң симметрияның әсте ақырынлық пенен бузылыўы ҳаққындағы идеясына уқсас жерлер бар болып шықты. Кейинирек Стейнхардт маған мениң Линде ҳаққындағы сөйлеп бергенлигимди есинде сақламағанлығын ҳәм оның жумысын өзиниң жумысы питкен ўақытта көргенлигин айтты. Батыста ҳәзир Стейнхардт ҳәм Алберхт үрлеўдиң жаңа модели деп аталатуғын симметрияның әсте-ақырынлық пенен бузылыўына тийкарланған модельди ашыў атағын бөлиседи (Әлемниң үрлениўиниң ески модели деп Гут тәрепинен усынылған көбиклердиң пайда болыўы менен жүретуғын симметрияның тез бузылыўын айтамыз).

Әлемниң не себептен ҳәзиргидей екенлигин түсиндириў ушын Әлемниң үрлениўиниң жаңа модели сәтли болып шықты. Бирақ мен ҳәм басқа да бир неше адамлар бул моделдиң (ең болмағанында бул моделдиң ең дәслепки түри) микротолқынлы нурлар фонының температурасының бақланғанға қарағанда әдеўир үлкен вариациясын беретуғынлығынын көрсеттик. Буннан кейинги жумыслар да дәслепки Әлемде жарамлы фазалық өтиўдиң болатуғынлығына гүман пайда етти. Мениң өзим үрлеўдиң жаңа модели илимий теория түринде өлди деп есаплайман (шамасы айырым адамлар оның өлгенлигин еситпеген болса керек ҳәм сонлықтан бул модель ҳаққында мақалалар жазып жүр). 1983- жылы Линде үрлениўдиң хаотик модели деп аталатуғын сәтлирек моделди усынды. Бул моделде фазалық өтиў де, асырып салқынлатыў да жоқ. Ал олардың орнында квантлық флуктуациялардың ақыбетинен дәслепки Әлемниң базы бир областларында үлкен мәниске ийе болатуғын спинсиз майдан қатнасады. Бундай областларда майдан энергиясы космологиялық турақлының орнын ийелейди. Майданның тәсириниң нәтийжеси гравитациялық ийтерилис болады. Усы ийтерилистиң тәсиринде жоқарыда айтылған областлар үрлене баслайды. Үлкейген сайын үрлениў үлкен партланыўдың ыссы моделиндегидей кеңейиўге өтетуғындай болып усы областлар ишиндеги майданның энергиясы әсте-ақырынлық пенен кемейеди. Усы областлардың биреўи ҳәзирги ўақытлары бақланатуғын Әлемге айланыўы мүмкин. Линдениң модели үрлениў моделиниң барлық артықмашлықларына ийе, бирақ гүман пайда ететуғын фазалық өтиўди талап етпейди ҳәм бақлаўлар нәтийжелерине сәйкес келетуғын микротолқынлық нурлардың температурасының флуктуацияларының ҳақыйқый шамасын бере алады.

Үрлениў моделлерин изертлеўлер Әлемниң ҳәзирги ҳалының көп санлы басланғыш конфигурациялардан келип шығатуғынлығын көрсетеди. Бул оғада әҳмийетли жуўмақ. Себеби бул жуўмақтан биз жасап атырған Әлемниң дәслепки ҳалының қатаң түрде сайлап алынбағанлығын көремиз. Бирақ барлық басланғыш ҳаллардан бизиң Әлемимиздей Әлем пайда бола бермейди. Әлемди ҳәзир пүткиллей басқа бир текли емес ҳалда турыпты деп есаплап жоқарыда айтылғанларды дәлиллеў мүмкин. Илим нызамларын пайдаланып Әлемниң раўажланыўын ўақыт бойынша кери бағытта бақлап барып ең дәслепки ўақытлардағы оның конфигурацияларын анықлаў мүмкин. Классикалық улыўмалық салыстырмалық теориясының сингулярлық ҳаққындағы теоремалары бойынша үлкен партланыў ноқатында бәри бир сингулярлық орын алған болар еди. Егер усындай Әлем ўақыт бойынша алдыға қарай раўажланатуғын болса илим нызамларына сәйкес биз өзимиз баслаған бир текли емес ҳалға келемиз. Солай етип ҳәзир көрип турған Әлемимиздей Әлемди алыў мүмкин болған анық басланғыш конфигурациялардың болыўы керек. Демек ҳәтте үрлеў модели де басланғыш конфигурацияның басқаша болыў себебин айта алмайды. Түсиник алыў ушын антроплық принципти пайдаланыў керек пе? Болып өткен ўақыялардың барлығы да бахытлы тосынарлықтың нәтийжеси емес пе? Бундай жуўап үмитсизликтиң белгиси, Әлемниң тийкарында қандай тәртиптиң жататуғынлығын түсиниўге қаратылған барлық үмитлеримизди бийкарлаў сыпатында көринеди.

Әлемниң басының қандай болатуғынлығын болжаў ушын ўақыттың есабы басланғанда дурыс болатуғын нызамлар зәрүр. Егер классикалық улыўмалық салыстырмалық теориясы дурыс болса мен ҳәм Роджер Пенроуз тәрепинен дәлилленген сингулярлықлар ҳаққындағы теоремадан ўақыттың есабы басланған ноқатта кеңислик-ўақыттың тығызлығы ҳәм иймеклиги шексиз үлкен мәнисти қабыл етеди. Усындай ноқатта тәбияттың барлық белгили болған нызамлары ҳәрекет етпейди. Сингулярлықларда жаңа нызамлар дурыс болады деп болжаў ақылға муўапық келген болар еди. Бирақ бундай нызамларды ашыў (қандай бақлаўлар тийкарында усындай нызамларды ашамыз?) оғада қыйын. Бирақ ҳақыйқатында сингулярлықлар ҳаққындағы теоремалардан гравитациялық майданның жүдә күшейетуғынлығын билемиз. Усындай жағдайдарда квантлық гравитациялық эффектлердиң әҳмийети көтериледи: классикалық теория Әлемди дурыс тәрийиплеўди тоқтатады. Сонлықтан Әлемниң раўажланыўының ең дәслепки стадияларын үйрениўде гравитацияның квантлық теориясын қолланыў керек болады. Биз кейинирек квант теориясында илимниң әдеттегидей нызамларының барлық орынларда, соның ишинде ўақытты есаплаўдың басында да орынланатуғынлығын көремиз: сингулярлықлар ушын жаңа нызамларды постулатластырыўдың кереги жоқ, себеби квант теориясында ҳеш қандай сингулярлықтың болыўы мүмкин емес. Бизде ҳәзирше квантлық механика менен гравитацияны байланыстыратуғын толық ҳәм келисилген теория жоқ. Бирақ бундай бирден бир теорияның базы бир анық қәсийетлериниң болатуғынлығына бизлердиң исенимимиз мол. Бириншиден бул теория бөлекшелердиң траекториялары бойынша қосындыларға (ҳәм Әлемниң "тарийхлары" бойынша қосындыларға) тийкарланған квант теориясының Фейнман усылын өз ишине алыўы керек. Классикалық теориядағыдан өзгеше бундай усылда бөлекше жалғыз бир траекторяға ийе деп қаралмайды. Керисинше бөлекше кеңислик-ўақыттағы мүмкин болған барлық траекториялар бойынша қозғалады деп есапланады. Оның қәлеген траекториясына еки сан жуўап береди: бириншиси толқын узынлығын, ал екиншиси толқынның дәўириндеги аўҳалды (фазасын) билдиреди. Мысалы, базы бир ноқат арқалы бөлекшениң өтиў итималлылығы усы ноқат арқалы өтиўши барлық траекторияларға сәйкес келетуғын толқынларды суммалаў арқалы алынады. Бирақ бундай суммалаўды әмелге асырыўға бағытланған тырысыўлар әдеўир қурамалы техникалық қыйыншылықларға ушырасады. Егер төмендегидей арнаўлы реңепттен пайдалансақ бундай қыйыншылықлар сапластырылады: биз тәрептен сезилетуғын ҳақыйқый ўақыт бойынша емес, ал жормал ўақыт бойынша жүретуғын тарийхларды (траекторияларды) қурайтуғын толқынлар қосылады. Мүмкин жормал ўақыт илимий-фантастикалық болып еситилетуғын шығар, бирақ шынында анық илимий түсиник болып табылады. Әдеттегидей (ҳақыйқый) санды өзине көбейтсек биз оң мәнисли сан аламыз (мысалы 2 ни 2 ге көбейтсек 4 алынады, соның менен бирге -2 ни -2 ге көбейтсек те нәтийже 4 ке тең болады). Бирақ айрықша санлар (бундай санларды жормал санлар деп атаймыз) бар болып, оларды өзи өзине көбейтсек терис сан алынады (бундай санлардың бири i, оны өзине көбейтсек -1 ге тең, ал өзине көбейтилген 2i -4 ке тең ҳ.т.б.). Фейнман суммаларын тректориялар бойынша есаплаў барысында пайда болатуғын техникалық характердеги қурамаласыўлардан қутылыў ушын жормал ўақытқа өтиў керек болады. Бул есаплаўларда ўақытты ҳақыйқый бирликлерде емес, ал жормал бирликлерде өлшеў керек. Бундай жағдайда кеңислик-ўақытта қызықлы өзгерислер табылады: ўақыт пенен кеңислик арасындағы айырма пүткиллей жоғалады. Ўақыт бойынша координата жормал мәниске ийе болатуғын кеңислик-ўақыт евкилидлик деп аталады (еки өлшемли бетлердиң геометриясының тийкарын салған әййемги Греңиялы алым Евклидтиң ҳүрметине). Биз ҳәзирги ўақытлары евклидлик кеңислик-ўақыт деп атап жүргенимиз Евклидтиң дәслепки геометриясына уқсас ҳәм оннан өлшеўлер саны менен айрылады (екеўдиң орнына төртеў). Евклид кеңислик-ўақытта ўақыт көшери менен кеңисликтеги бағытларды бир биринен айырмайды. Ал ҳақыйқый кеңислик-ўақытта (бундай жағдайда ўақыяларға ўақыт координатасының ҳақыйқый мәниси сәйкес келеди) айырма бирден көринеди: барлық ўақыялар ушын ўақыт көшери жақтылық конусының ишинде, ал кеңисликлик көшерлер сыртында жатады. Қандай жағдай болмасын, биз әдеттегидей квантлық механикадан пайдаланатуғын болсақ, жормал ўақыт пенен евклидлик кеңислик-ўақытты ҳақыйқый кеңислик-ўақыт пенен байланыслы болған шамаларды есаплаў ушын қолланылатуғын математикалық усыл сыпатында қараймыз.

Қәлеген питкен теория өз ишине алатуғын екинши шәрт - бул гравитациялық майданды Эйнштейнниң иймейген кеңислик-ўақыт сыпатында сәўлелендириўи болып табылады: бөлекшелер иймейген кеңислик-ўақыттағы туўрыларды алмастыратуғын траекториялар бойынша қозғалыўға тырысады, гравитациялық майдан тәсир еткенликтен бул траекториялар иймееди. Егер траекториялар бойынша Фейнман суммалаўын Эйнштейнниң гравитация ҳаққындағы көз-қарасы менен байланыстырсақ, онда бир бөлекшениң траекториясының аналогы Әлемниң барлық тарийхын өз ишине алатуғын барлық иймейген кеңислик-ўақыт болып шығады. Сумманы тарийхлар бойынша айқын жағдайлар ушын есаплағанда пайда болатуғын қыйыншылықлардан қутылыў ушын иймейген төрт өлшемли кеңисликти евклид кеңислиги деп есаплаў керек. Бул жормал ўақыт көшериниң кеңисликлик көшерлерден парқы жоқ екенлигин билдиреди. Ҳақыйқый кеңислик-ўақыттың базы бир қәсийетке ийе (мысалы барлық ноқатларда ҳәм барлық бағытларда бирдей қәсийетке ийе деп есапланғанда) болатуғынлығының итималлылығын есаплаў ушын усы қәсийетке ийе барлық тарийхлар бойынша толқынларды қосып шығыў керек болады.

Классикалық улыўма салыстырмалық теориясында көп сандағы иймейген кеңислик-ўақытлардың болыўы мүмкин. Олар Әлемниң ҳәр қыйлы басланғыш ҳалларына сәйкес келеди. Әлемимиздиң басланғыш ҳалын билетуғын болсақ, биз оның толық тарийхын да билген болар едик. Тап сол сыяқлы гравитацияның квантлық теориясында да Әлемниң көп санлы ҳәр қыйлы квантлық ҳалларының болыўы мүмкин. Ең дәслепки ўақытлары иймейген евклидлик төрт өлшемли кеңисликтиң тарийхлар бойынша суммада өзин қалай тутқанын билсек Әлемниң квантлық ҳалын анықлаған болар едик.

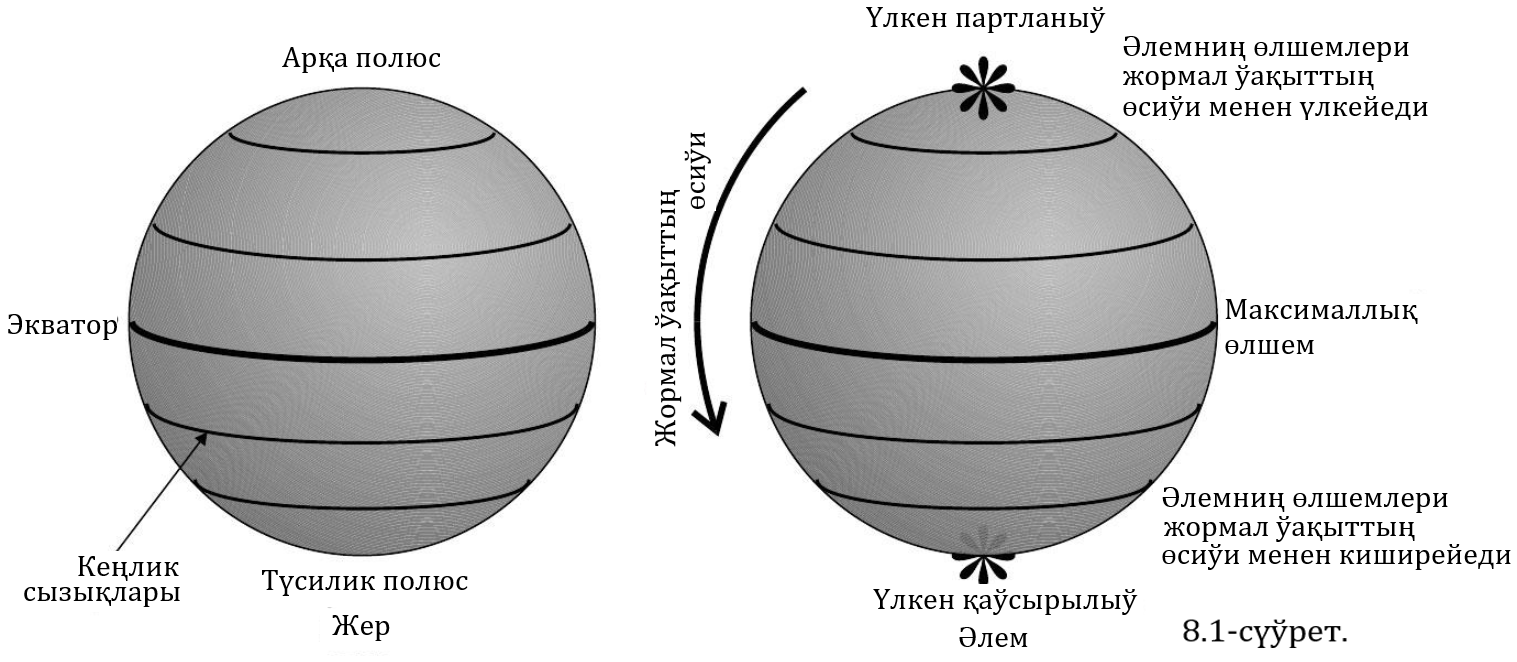
Ҳақыйқый кеңислик-ўақытты пайдаланатуғын классикалық гравитация теориясында Әлемниң қәсийетиниң тек еки типи бар: яки ол шексиз көп ўақыттан бери бар, яки оның басы өтмиштеги ўақыттың шекли моментиндеги сингулярлық ноқат болды. Квантлық гравитация теориясында үшинши мүмкиншилик пайда болады. Ўақытлық ҳәм кеңисликлик координаталар бирдей ҳуқыққа ийе евклид кеңислиги пайдаланылатуғын болғанлықтан кеңислик-ўақыт шекке ийе болып оның шегарасын ямаса шетин пайда ететуғын сингулярлыққа ийе болмаўы мүмкин. Бундай жағдайда кеңислик-ўақыт еки қосымша өлшемлерге ийе болған Жердиң бетин еске түсиреди. Жердиң бети шекли үлкенликке ийе, бирақ бул беттиң шегарасы да, шети де жоқ. Теңиз арқалы батыс тәрепке қарай жүзсеңиз сиз Жердиң шетине жетип қулап түспейсиз ҳәм сингулярлыққа тап болмайсыз (мениң өзим оны билемен, себеби оны өзим айланып шыққанман).

Егер евклидлик кеңислик-ўақыт жормал ўақыт бойынша кейинге қарай шексизликке шекем созылатуғын ямаса жормал ўақыттың сингулярлық ноқатында басланатуғын болса, классикалық салыстырмалық теориясындағыдай Әлемниң басланғыш ҳалы ҳаққында сораў пайда болады. Мүмкин Әлемниң басының қандай болғанлығы Қудайға белгили шығар. Ал бизде болса Әлемниң басының усындай, ал басқаша емес болғанлығын ойлаўға ҳеш қандай тийкар жоқ. Гравитацияның квантлық теориясы болса жаңа бир мүмкиншиликти ашып берди: кеңислик-ўақыт шегараға ийе емес, сонлықтан оның шегарадағы жағдайын анықлап отырыўдың кереги жоқ. Ондай болатуғын болса илимниң нызамлары бузылатуғын сингулярлық жоқ болып шығады. Соның менен бирге кеңислик- ўақыт шетке де ийе емес. Егер сондай шетке ийе болғанда кеңислик-ўақытқа шегаралық шәрт қойыў ушын Қудайдан ямаса қандай да бир жаңа нызамның жәрдемин күткен болар едик. Демек Әлем ушын шегаралық шәртлер шегараның жоқлығында болып шығады. Бундай жағдайда Әлем пүткиллей ғәрезсизликке ийе ҳәм сыртта нениң болып атырғанлығынан да ғәрезсиз болған болар еди. Әлем дөретилген болып шықпайды, оны жоқ қылыў да мүмкин болмайды. Әлем тек өзинше жасай берер еди.

Мен жоқарыда Ватикандағы конференция ҳаққында айтып едим. Тап сол конференцияда мен кеңислик пенен ўақыттың биргеликте (мүмкин) базы бир бетти пайда етип шегараға да ҳәм шетке де ийе болмайтуғынлығы ҳаққындағы ойларымды баянладым. Бирақ мениң мақалам математикалық характерге ийе болды ҳәм сол ўақытлары Қудайдың Әлемди дөретиўдеги тутқан орны ҳаққында ҳеш кимниң (соның ишинде мениң де) басына келген жоқ. Ватикан конференциясы жүрип атырғанда Әлем ҳаққында жуўмақлар шығарыў ушын шегаралардың жоқлығы ҳаққындағы шәртлерди қалай пайдаланыўды билмедим. Бирақ келеси жазды мен Санта-Барбарадағы Калифорния университетинде өткердим. Ол жерде мениң досларымниң бири ҳәм кэсиплесим Джим Хартл мениң қатнасымда егер кеңислик-ўақыт шегараларға ийе болмағанда Әлемниң қандай шәртлерди қанаатландыратуғыны ҳаққындағы мәселени изертледи. Кембриджде бул жумысты еки аспирантым Джулиан Латтерел менен Джонатан Холлиуэлге усындым.

Ўақыт ҳәм кеңисликтиң шегарасыз, бирақ шекли болыўының кереклиги тек ғана теориялық постулат екенлигин атап өтким келеди: бул қандай да бир басқа принциптен келтирилип шығарылмайды. Қәлеген теориялық аўҳал сыяқлы постулат дәслеп эстетикалық ямаса метафизикалық көз-қараслар тийкарында усынылыўы мүмкин. Бирақ кейин ҳақыйқый тексериўден өтиўи, бақлаўлар менен сәйкес келетуғын болжаўлар жасаўға мүмкиншилик беретуғынлығын анықлаў керек. Гравитацияның квантлық теориясында усындай тексерип көриў еки себепке байланыслы қыйыншылыққа тап болады. Бириншиден (бул келеси бапта көрсетиледи) улыўмалық салыстырмалық теориясы менен квантлық механиканы табыслы түрде байланыстыратуғын теорияға биз еле ийе емеспиз (усындай теорияның қандай формаға ийе болатуғынлығын бизге белгили). Екиншиден Әлемди тәрийиплейтуғын қәлеген теория дәл есаплаўлар жүргизиў ушын математикалық жақтан жүдә қурамалы болады. Сонлықтан есаплаўлар жүргизгенде әпиўайыластырыўшы болжаўлар менен жуўықлаўдың қолланылыўы сөзсиз. Ҳәтте бундай жағдайда да мәселе жүдә қурамалы түрге ийе болады.

Тарийхлар бойынша суммадағы қәлеген тарийх тек ғана кеңислик-ўақытты тәрийиплеп қоймай, ондағы Әлемниң бақлаўшылары бола алатуғын адам тәризли барлық қурамалы организмлерди де тәрийиплейди. Бул жерде антроплық принципти жақлайтуғын бир жағдайдың бар екенлигин көремиз: егер барлық тарийхлар мүмкин болса, соның менен олардың биринде биз жасайтуғын болғанлықтан, биз дүньяның усындай екенлигиниң себеплерин түсиндириў ушын усы принципти қолланыў ҳуқықына ийе боламыз. Тек ғана бизлер жоқ басқа тарийхларға қандай мәнис бериў кереклиги анық емес. Тарийхлар бойынша суммалар усылында бизиң Әлемимиз мүмкин болған тарийхлардың бирине емес, ал ең итималларының бирине жуўап беретуғынлығын көрсете алатуғын болсақ гравитацияның квантлық теориясы көбирек қанаатландырарлық болған болар еди. Буның ушын бизлер шегараларға ийе емес барлық мүмкин болған евклидлик кеңислик- ўақытлардың тарийхлары бойынша суммалаўды орынлаўымыз керек.



Егер шегаралардың жоқлығы шәртин қабыл ететуғын болсақ Әлемниң мүмкин болған тарийхлардың көпшили бойынша раўажланыўының итималлылығы оғада киши болып шығады. Бирақ басқаларына салыстырғанда әдеўир итимал болған тарийхлардың базы бир жыйнақлары бар болады. Бул тарийхларды Жердиң бети сыяқлы етип сүўретлеў мүмкин. Арқа полюске шекемги қашықлық жормал ўақытқа, ал арқа полюстен теңдей қашықлыққа ийе ноқатлардан туратуғын шеңбердиң өлшемлери Әлемниң кеңисликлик өлшемлерине сэйкес келеди. Әлем арқа полюсте жайласқан ноқат сыяқлы болып басланады. Түсликке қарай қозғалыс барысында кеңлик шеңберлери үлкейеди ҳәм бул жормал ўақыттың өтиўи менен Әлемниң кеңейиўине жуўап береди (8.1-сүўрет). Әлем максималлық өлшемлерине экваторда жетеди, ал кейин жормал ўақыттың өтиўи менен қубла полюсте ноқатқа қаўсырылады. Арқа ҳәм Түслик полюслерде Әлемниң өлшемлери нолге тең болса да бул ноқатлар Жердиң бетиндеги Арқа ҳәм Түслик полюстен артық емес сингулярлыққа ийе болады. Илим нызамлары Арқа ҳәм Түслик полюслерде қандай болып орынланса, сол ноқатларда да тап сондай болып орынланады.

Бирақ ҳақыйқат ўақытта Әлемниң тарийхы пүткиллей басқаша түске ийе. Он ямаса жигирма мың миллион жыл бурын Әлемниң өлшемлери жормал ўақыттағы тарийхтың максималлық мәнисине тең минималлық мәниске тең болды. Буннан кейин ҳақыйқый ўақыттың өтиўи менен Линде тәрепинен усынылған үрлеўдиң хаотик моделине сәйкес кеңейди (енди Әлемди қандай да бир дурыс ҳалда дөретилген деп есаплаўдың кереги жоқ). Әлем оғада үлкен өлшемлерге жетеди ҳәм ҳақыйқый ўақытта синтулярлық түрине ийе болатуғын қандай да бир нәрсеге шекем қысылады. Сонлықтан қара қурдымлардан қаншама қашықлықта турсақ та қандай да бир мәнисте биз набыт болыўдан қутыла алмаймыз. Егер Әлемниң раўажланыўын жормал ўақытта көз алдымызға келтиретуғын болсақ сингулярлықлықлар орын алмайды. Егер Әлем ҳақыйқатында да усындай квант ҳалында туратуғын болса, онда жормал ўақытта оның тарийхы ҳеш қандай сингулярлылыққа ийе болмайды. Соның ушын мениң кейинги сингулярлылық ҳаққындағы жумысларым мениң сингулярлылық ҳаққындағы ески жумысларымды толық бийкарлағандай болып көринеди. Бирақ жоқарыда айтылып өтилениндей, сингулярлықлар ҳаққындағы теоремалардың бас мәниси мынадай: бул теоремалар гравитациялық майданның оғада күшли болатуғынлығын ҳәм сонлықтан квантлық гравитациялық эффектлерди есапқа алмай кетиўге болмайтуғынлығын билдиреди. Усы жағдай жормал ўақытта Әлемниң шекли, бирақ шегарасыз ҳәм сингулярлықсыз екенлигине алып келеди. Биз жасап атырған ҳақыйқый ўақытқа қайтып келсек сингулярлықтың қайтадан келип шығатуғынлығы айқын болады. Қара қурдымға қулап түскен астронавт бәри бир трагедияға тап болады ҳәм тек жормал ўақытта ғана сингулярлық пенен ушыраса алмайды.

Мүмкин бизиң жормал ўақыт деп жүргенимиз ҳақыйқый ўақыт шығар, ал ҳақыйқый ўақыт деп жүргенимиз бизиң ойларымыздың жемиси шығар деп пикир жүргизгенимиз дурыс болар. Ҳақыйқый ўақытта Әлемниң сингулярлықларға сәйкес келиўши басы да, ақыры да бар. Сингулярлықлар илимниң нызамлары бузылатуғын кеңислик-ўақыттың шегарасын пайда етеди. Жормал ўақытта болса сингулярлықлар да, шегаралар да жоқ. Сондай болғанлықтан бизиң жормал ўақыт деп есаплап жүргенимиз фундаменаллық характерге ийе шығар? Ал ҳақыйқый ўақыт деп жүргенимиз Әлемди көрип турғанымыздай етип тәрийиплеўде пайда болатуғын базы бир субъектив көз-қарас шығар? 1- бапта айтылғанындай, илимий теория деп бизиң басымыздағы бақлаўлар нәтийжелерин тәрийиплейтуғын математикалық моделге айтамыз. Соның ушын ҳақыйқыйы қайсы - ҳақыйқый ўақыт па ямаса жормал ўақыт па? деп сораў қойыў дурыслы мәниске ийе емес. Әҳмийетке олардың қайсысының тәрийиплеў ушын жарамлы екенлиги ийе.

Тарийхлар бойынша суммалаў ҳәм шегараның жоқлығын пайдаланып Әлемниң бир ўақытта қандай қәсийетлерге ийе болатуғынлығын көремиз. Мысалы, Әлемниң барлық бағытларда бирдей тезлик пенен кеңейетуғынлығының ҳәм соның менен бирге Әлемниң тығызлығының ҳәзирги ўақытлардағы мәнисине тең екенлигиниң итималлылығын есаплайық. Бизлер усы ўақытларға шекем қолланған әпиўайы моделлерде итималлық әдеўир үлкен мәниске ийе болады, солай етип шегаралардың болмаў шәрти Әлемниң кеңейиўиниң ҳәзирги темпиниң барлық бағытларда да дерлик бирдейлигиниң жоқары итималлылығын береди. Бул микротолқынлық нурланыўды бақлаўдың нәтийжелери менен сәйкес келеди. Бақлаў барлық бағытларда да интенсивликтиң бирдей екенлигин көрсетти. Егер Әлем бир бағытта екинши бағыттағыға қарағанда тезирек кеңейетуғын болғанда нурланыў интенсивлилиги усы бағытларда қосымша қызылға аўысыўдың ақыбетинде кемейген болар еди.

Ҳәзирги ўақытлары шегаралардың жоқлығының басқа да нәтийжелери үйренилмекте. Әсиресе дәслепки Әлемниң бир текли тығызлығынан тығызлықтың киши аўысыўлары ҳаққындағы мәселе қызықлы. Усындай киши аўысыўлардың салдарынан дәслеп галактикалар, кейин жулдызлар, ақыр-аяғында бизлердиң өзлеримиз пайда болғанбыз. Анықсызлық принципи бойынша дәслепки Әлемниң пүткиллей бир текли болыўы мүмкин емес. Себеби бөлекшелердиң жайласыўларында ҳәм тезликлеринде базы бир анықсызлықлардың болыўы сөзсиз (буны флуктуациялар деп атаймыз). Шегаралардың жоқлығы шәртинен биз Әлемниң дәслепки ҳалында анықсызлық принципи көз-қарасына сәйкес бир теклиликтиң болмағанлығын табамыз. Буннан кейин Әлем үрлеў моделлериндегидей тез кеңейиў дәўирин басынан кеширди. Усы дәўирде бизлер ҳәзирги күнлери көрип жүрген структуралардың пайда болыўы ушын жеткиликли болған басланғыш бир тексизликлер күшейеди. Затлардың тығызлығы бир орыннан екинши орынға өткенде аз өзгеретуғын усындай кеңейиўши Әлемде тығызырақ областлардың кеңейиўи гравитацияның тәсиринде әстелениўи ҳәм қысылыўға өтиўи мүмкин болды. Бул галактикалардың, жулдызлардың ҳәм кейнинде бизлерге усаған жанлы мақлуқлардың пайда болыўына алып келеди. Солай етип биз Әлемде көрип жүрген барлық қурамалы структуралардың пайда болыўын Әлемниң шегараларының жоқлығы менен квант- механикалық анықсызлық принципи тийкарында түсиндириў мүмкин. Кеңислик ҳәм ўақыттың туйық бетти пайда ететуғынлығы ҳаққындағы көз-қарастан Қудайдың әӘлемниң раўажланыўында тутқан орны бойынша жүдә әҳмийетли нәтийжелер береди. Илимий теориялардың табысларына байланыслы көпшилик алымлар Қудай Әлемге белгили нызамлар системасы тийкарында раўажланыўға мүмкиншилик береди, бул нызамлардың орынланыўын бузбайды ҳәм Әлемниң раўажланыўына араласпайды деген жуўмаққа келди. Бирақ сол нызамлар Әлемниң пайда болған ўақытта қандай болғанлығын айта алмайды. Саатты жүргизип жибериў ҳәм басланғыш моментти сайлап алыў Қудайдың исиниң болыўы мүмкин еди. Ҳәзирше биз Әлемниң басы бар деп есаплаймыз ҳәм оның Дөретиўшиси де болған деп ойлаймыз. Егер Әлем толығы менен туйық болса ҳәм шегарасы да шетлери де болмаса, онда оның басының да, ақырының да болмаўы керек. Әлем бар, болғаны. Бундай жағдайда Жаратқан ушын орын қала ма?

Тоғызыншы бап. Ўақыт тили

Жоқарыда келтирилген бапларда жыллардың өтиўи менен ўақыттың тәбиятына көз- қарасларымыздың қалай өзгергенлигин көрдик. Ҳәзирги әсирдиң басына шекем адамлар абсолют ўақытқа исенди. Бул ҳәр бир ўақыяның ўақыт деп аталатуғын сан менен белгиленетуғынлығы ҳәм дәл жүретуғын барлық саатлардың еки ўақыялар арасындағы бирдей ўақыт интервалын көрсететуғынлығын ацғартады. Бирақ қәлеген бақлаўшы ушын оның қозғалысынан ғәрезсиз жақтылықтың тезлигиниң бирдейлиги салыстырмалық теориясының пайда болыўына алып келди ҳәм бул теория бирден бир абсолют ўақыттың бар екенлигин бийкарлады. Ҳәр бир бақлаўшы өз ўақтына ийе ҳәм бул ўақытты өзиниң сааты менен өлшейди. Ҳәр қыйлы бақлаўшылардың саатларының бирдей ўақытты көрсетиўи шәрт емес. Ўақыт оны өлшеўши бақлаўшыға байланыслы субъектив түсиникке айланды. Гравитацияны квантлық механика менен байланыстырыўға қаратылған тырысыўлар жормал ўақыт түсинигиниң пайда болыўына алып келди. Жормал бағыттың кеңисликтеги бағыттан парқы жоқ. Арқа тәрепке жүрип баратырып кейинге қайтып Түслик тәрепке жүриў де мүмкин. Тап сол сыяқлы жормал ўақыт бойынша алға қарай жүрип баратырған адам кейинге қарай да жүриўи мүмкин. Бул жормал ўақыттың қарама- қарсы бағытлары арасында айтарлықтай айырманың жоқ екенлигин билдиреди. Бирақ биз ҳақыйқый ўақыт пенен ис алып баратуғын болсақ, онда бундай ўақыт бойынша алға ҳәм кейин қарай қайтыўдың үлкен айырмаға ийе болатуғынлығы билемиз. Болажақ пенен өтмиштиң айырмасы қайдан бериледи? Не себепли өтмиш бизиң есимизде, ал болажақ есимизде жоқ?

Илим нызамлары өтмишти болажақтан ажырата алмайды. Дәлирек айтқанда С, Р ҳәм Т ҳәриплери менен белгиленетуғын операцияларды (ямаса симметрияны) орынлағанда илим нызамлары өзгермейди (С бөлекшени антибөлекше менен алмастырыў, Р айналық шағылысыў, бунда оң менен шеп орын алмасады, Т барлық бөлекшелердиң қозғалыс бағытын қарама-қарсы тәрепке өзгертиў). Әдеттегидей ситуацияларда материяның қәсийетлерин басқарыўшы физиканың нызамлары С ҳәм Р операцияларын орынлағаннан кейин де өзгермейди. Басқа сөз бенен айтқанда бизлер ҳәм басқа планеталардың турғынлары ушын егер, бириншиден олар бизлердиң айналық шағылысыўымыз, екиншиден олар материядан емес, ал антиматериядан туратуғын болса, өмирдиң өтиўи бирдей болады. Егер илим нызамларын С ҳәм Р операцияларының комбинациясы менен С, Р ҳәм Т үшлик комбинациясы өзгертпейтуғын болса, онда бул нызамлар бир Т операциясының тәсиринде де өзгермейди. Бирақ әдеттеги өмирде алға қарап жүриў менен кейин қарап жүриў арасында үлкен айырма бар. Столдан ишинде суўы бар шийше ыдыстың полға түсип сынғанлығын көз алдыңызға келтириңиз. Егер усыны пленкаға түсирсеңиз, онда фильмди көргениңизде пленканың алдыға ямаса кейинге өтип атырғанлығын анақ сезесиз. Егер пленка кейинге өтсе полда сынып атырған сынықлар бир ыдысқы жыйналып столдың үстине секирип барып турады. Буны көрип сиз дәрҳәл пленканың кейин қарай өтип атырғанлығын айтасыз. Себеби ҳақыйқый турмыста бундай ўақыя болмайды (егер сондай болғанда сол ыдысларды шығаратуғын заводларды жабыўға туўра келген болар еди).

Сынған ыдыслардың тутас болып столдың үстине барып турмаўының себебин түсиндиргенде термодинамиканың екинши басламасын қолланылады. Бул баслама бойынша туйық системада тәртипсизлик ямаса энтропия ўақытқа байланыслы өседи. Басқа сөз бенен айтқанда бул Мерфи нызамына уқсас: бизиң дүньямызда барлық нәрсе бизге керек емес бағдарда жүзеге келеди. Стол үстиндеги пүтин ыдыс - бул жоқары тәртипке ийе ҳал, ал полда жатқан сынған ыдыс тәртипсизлик ҳалына ийе болады. Дәслеп столдың үстиндеги пүтин ыдыстан полда жатырған сынған ыдыс ҳалына өтиў қыйын емес, ал қарама-қарсы бағыттағы өтиў мүмкиншилиги жоқ.

Тәртипсизликтиң ямаса энтропияның ўақыт бойынша өсиўи ўақыт тилиниң, яғный өтмишти болажақтан ажыратыўдың, ўақыттың өтиў бағытын белгилеўдиң

анықламаларының бири болып табылады. Кеминде үш ўақыт тили ҳаққында айта аламыз. Бириншиси тәртипсизлик ямаса энтропияның өсиў бағытындағы термодинамикалық тил. Екиншиси психологиялық тил. Психологиялық тил бағытында биз ўақыттың өтиўин сеземиз, өтмишти ядта сақлаймыз ҳәм болажақ ядымызда болмайды. Үшиншиси космологиялық тил. Бул Әлемниң кеңейиўине сәйкес келетуғын (қысылыўына емес) тил.

Бул бапта Әлемниң шегараларының жоқлығына ҳәм әззи антроплық принципке тийкарланып ўақыттың үш тилиниң де бирдей екенлигин ҳәм не себептен ўақыт тилиниң бағытының бар екенлигин дәлиллеймен. Мен дәслеп психологиялық тилдиң термодинамикалық тил пенен анықланатуғынлығын ҳәм усы еки тилдиң де барлық ўақытлары да бирдей бағытта болатуғынлығын дәлиллеймен. Әлемде шегаралардың жоқлығы шәрти орынланады деп есаплап жақсы анықланған ўақыттың термодинамикалық ҳәм космологиялық тиллериниң бар екенлигин көремиз (Әлемниң барлық тарийхы барысында олардың бирдей бағытланған болыўы шәрт емес болса да). Усы тиллердиң бағытлары бир бирине сәйкес келгенде ғана не себепли тәртипсизликтиң ўақыт бойынша күшейиўи Әлемниң кеңейиў бағытына сәйкес келеди? деп сораў бериўши саналы жанызаттың пайда болыўы ушын шараятлардың пайда болатуғынлығын көрсетемен.

Дәслеп ўақыттың термодинамикалық тилин қарап шығамыз. Тәртипсиз ҳалларадың санының тәртипке түскен ҳаллардың санынан оғада көп екенлигинен термодинамиканың екинши басламасы келип шығады. Балалар кубигинен исленген сүўретти қарайық. Керекли сүўрет пайда болатуғын кубиклердиң тек ғана бир өз-ара жайласыўы бар. Соның менен бирге сүўрет пайда болмайтуғын оғада көп санлы тәртипсиз жайласыўлар орын алады.

Қандай да бир система дәслеп тәртипке түскен көп емес ҳаллардың биринде турған болсын деп болжайық. Уақыттың өтиўи менен системаның ҳалы илим нызамларына сәйкес өзгереди. Тәртипсиз ҳаллардың саны көп болғанлықтан базы бир ўақыттан кейин система тәртипли ҳалдан тәртипсиз ҳалға өтеди. Демек егер система дәслеп жоқары тәртипке ийе ҳалда туратуғын болса, ўақыттың өтиўи менен тәртипсизлик өседи. Тап сондай жағдай сүўретти пайда ететуғын кубларда да орын алады. Егер кублар сүўрет пайда болатуғындай етип жайғастырылған болып, кейин кубларды араластырсақ олардың өз-ара жайласыўлары өзгереди, жайласыў тәртипсиз жайласыўға айланады. Себеби тәртипсиз ҳаллардың саны тәртипке түскен ҳаллардың санынан әдеўир көп. Әлбетте, бул жағдайда сүўрет бузылады. Базы бир кубиклер сүўреттиң бир бөлегин пайда етип еле де бир жерде жайласқан болыўы мүмкин. Бирақ кубиклерди қаншама көбирек араластырсақ сүўреттиң бөлеклери соншама күшлирек тарқалады. Ақыр-аяғында ҳеш қандай сүўрет қалмайды. Солай етип егер дәслеп жоқары тәртипли ҳал орын алатуғын болса, ўақытқа байланыслы тәртипсизликтиң өсетуғынлығын көремиз.

Қудай Әлемниң раўажланыўы басланғыш ҳаллардан ғәрезсиз жоқары тәртипке ийе ҳалда жуўмақлансын деп буйырған болсын деп ойлайық. Раўажланыўының дәслепки стадияларында Әлемниң тәртипсиз ҳалда турыўының итималлығының жоқары болыўы керек. Бул тәртипсизликтиң ўақыттың өтиўи менен кемейетуғынлығын билдирер еди. Бундай жағдайда биз сынған ыдыстың сынықларының жыйналып столдың үстине секирип шығыўын көрген болар едик. Бирақ бундай секириўши ыдысларды көретуғын адамлардиң тәртипсизлик ўақыттың өтиўи менен кемейетуғын әлемлердиң турғынлары болыўы керек. Бундай адамлардың ўақтының психологиялық тили кери қарап бағытланған болыўы шәрт екенлигин мен тастыйықлайман. Яғный олар болажақтағы ўақыяларды есте сақлайды, ал өтмиштеги ўақыялардың олардың есинде болмаўы керек.

Адамның яды ҳаққында талқылаў әпиўайы ис емес. Себеби бизиң мийимиздиң қалай ислейтуғынлығын биз толық билмеймиз. Бирақ бизлер компьютердиң ядының қалай ислейтуғынлығын жақсы билемиз. Сонлықтан компьютерлер ушын ўақыттың психологиялық тили ҳаққында айтаман. Мениңше компьютерлерде де, адамларда да псохологиялық тиллер бирдей. Егер бундай болғанда акциялардың ертеңги курсын анықлайтуғын компьютерге ийе болып, биржада утыс пенен ойнаў мүмкин болар еди.

Турпайырақ түрде айтқанда компьютердиң яды еки ҳалдың биринде туратуғын Элементлерге ийе дүзилис болып табылады. Бундай дүзилистиң әпиўайы мысалы абак - әййемги есаплағышлар болып табылады. Әпиўайы түрде бул горизонт бағытындағы сымлардың жыйнағы болып табылады. Ҳәр бир сымға моншақ өткерилген. Ҳәр бир моншақ еки ҳалдың биреўинде жайласа алады. Компьютердиң ядына ҳеш нәрсе киргизилмеген жағдайда моншақлар тәртипсиз ҳалда болады. Бундай ҳалда моншақтың еки ҳалы да бирдей итималлыққа ийе (сымлардығы моншақлар тәртипсиз тарқалған). Яд есте сақланыўы керек система менен тәсирлескеннен кейин ол системаның ҳалынан ғәрезли болған анық бир ҳалға келеди (бир моншақ сымның я оң ушында, я шеп ушында жайласады). Солай етип компьютердиң яды тәртипсизликтен тәртиплескен ҳалға өтеди. Бирақ ядтың дурыс ҳалда турғанлығына исениў ушын базы бир энергия жумсаў керек болады (мысалы моншақларды ысырыў ямаса компьютердиң ислеўи ушын). Бул энергия жылылыққа жумсалады. Усының менен бирге бул Әлемдеги тәртипсизлик дәрежесин үлкейтеди. Бундай жағдайда тәртипсизликтиң үлкейиўиниң ядқа байланыслы тәртиптиң үлкейиўинен барлық ўақытта да үлкен болатуғынлығыен ацсат көрсетиўге болады. Вентиллятордың жәрдеминде компьютерди салқынлатыўдың зәрүрлиги компьютер өзиниң ядына бир нәрселерди жазып атырғанда Әлемдеги тәртипсизликтиң бәри бир үлкейетуғынлығын билдиреди.

Компьютер өтмишти есинде сақлайтуғын ўақыттың бағыты тәртипсизлик өсетуғын бағытқа сәйкес келеди. Демек бизиң ўақыттың бағытын субъектив түрде сезиўимиз (яғный ўақыттың психологиялық тили) бизиң мийимизге ўақыттың термодинамикалық тили тәрепинен бериледи. Компьютер сыяқлы биз де энтропия өсетуғын бағыттағы ўақыяларды есте сақлаймыз. Бундай жағдайларда термодинамиканың екинши басламасының мазмуны дерлик айқынласады. Тәртипсизлик ўақытқа байланыслы өседи, себеби биз ўақытты тәртипсизлик өсетуғын бағытта өлшеймиз. Бундай логика менен бәсеклесиў дым қыйын! Бирақ бәри бир ўақыттың термодинамикалық тили не себептен бар? Ямаса басқаша сөз бенен айтқанда биз өтмиш деп атайтуғын ўақыттың ушында Әлемниң не себепли жоқары тәртиплескен ҳалда турыўы керек? Не себепли Әлем тпотық тәртипсизлик ҳалында турмаған? Егер усындай болғанда, бундай ҳалдың итималлылығы жоқары болған болар еди. Усының менен бирге Әлем кеңейетуғын ўақыттың бағытында тәртипсизлик ўақытқа байланыслы не себепли өседи?

Классикалық улыўмалық салыстырмалық теориясы Әлемниң қалай пайда болғанлығын есаплаўға мүмкиншилик бермейди. Себеби үлкен партланыўдың сингулярлық ноқатында тәбияттың барлық белгили нызамлары бузылады. Әлемниң қандай да бир текли, күшли тәртиплескен ҳалдан пайда болыўы мүмкин еди. Бул өз гезегинде ўақыттың дәл анықланған тиллерине (ҳәзир бақланып жүрген

термодинамикалық ҳәм космологиялық тиллерине) алып келген болар еди. Бирақ Әлемниң басланғыш ҳалы оншама бир текли емес ҳәм тәртиплеспеген болыўы да мүмкин. Бундай жағдайда Әлем қашшан-ақ толық тәртипсиз ҳалға келип жеткен ҳәм тәртипсизлик енди ўақытқа байланыслы өспеген болар еди. Соның менен бирге Әлем өзгериссиз қалатуғын болса анық термодинамикалық тил болмас еди, ал егер тәртипсизлик кемейетуғын болса термодинамикалық тил космологиялық тилге қарама-қарсы бағытланған болады. Бул мүмкиншиликлердиң биреўи де бизиң бақлаўларымызға сәйкес келмейди. Бизиң көргенимиздей классикалық улыўмалық салыстырмалық теориясы өзиниң кемшилигин де болжайды. Кеңислик-ўақыттың иймеклиги үлкен болған жағдайларда квантлық гравитациялық эффектлердиң тәсири күшейеди ҳәм классикалық теория Әлемди тәрийиплеў ушын исенимли тийкар болыўдын қалады. Әлемниң қалай пайда болғанлығын түсиниў ушын гравитацияның квантлық теориясын пайдаланыў керек. Бирақ Әлемниң ҳалын анықлаў ушын гравитацияның квантлық теориясында (жоқарыдағы бапларда көргенимиздей) Әлемниң мүмкин болған тарийхларының бурынлары кеңислик- ўақыттың шегарасында қандай болғанлығын билиў керек болады. Егер өткен тарийхлар шегараның жоқлығы шәртин қанаатландыратуғын болса биз билмейтуғын ҳәм билиўимиз мүмкин болмаған нәрселерди билиў зәрүрлиги жоғалады: олар шекли кеңликке ийе болса, бирақ оларда шегаралар да, шетлер де, айрықшалық та болмаса. Бундай жағдайда ўақытты есаплаўдың басы кеңислик-ўақыттағы тегис, бир текли ноқат болып табылады ҳәм Әлем өзиниң кеңейиўин жүдә тегис ҳәм тәртиплескен ҳалдан баслаған болар еди. Бул ҳал пүткиллей бир текли емес. Себеби квантлық механиканың анықсызлық принципи бузылған болар еди. Бул бөлекшелердиң тығызлығы менен тезликлериниң үлкен емес флуктуацияларының орын алыўының кереклигин билдиреди. Бирақ шегаралар болмайтуғын болғанлықтан анықсызлық принципи менен сәйкесликте болыўы ушын бул флуктуациялардың аз болыўы керек. Дәслеп Әлем экспоненциал түрде кеңейген ямаса үрленген бола алады ҳәм усының салдарынан оның өлшемлери көп есе үлкейеди. Тығызлық флуктуациялары дәслеп үлкен емес болып, кейнинен өсе баслаған болар еди. Тығызлығы орташа тығызлықтан сәл үлкен болған областлар артық массаның гравитациялық тартыўынан әстерек кеңейеди. Ақыр-аяғында бундай областлар кеңейиўин тоқтатады ҳәм коллапсланады. Усының салдарынан галактикалыр, жулдызлар ҳәм бизлерге усыған тири жанызат пайда болады. Солай етип пайда болыў моментинде Әлем бир текли, тәртиплескен ҳалда тура алды ҳәм ўақыттың өтиўи менен бир текли емес, тәртипсиз ҳалға өткен. Усындай етип мәселени қараў ўақыттың термодинамикалық тилиниң бар екенлигин түсиндирген болар еди.

Әлем кеңейгенин тоқтатып қысыла баслағанда не болған болар еди? Бундай жағдайда ўақыттың термодинамикалық тили бағытын қарама-қарсы тәрепке өзгертерме еди? Ўақыттың өтиўи менен тәртипсизлик кемейген болар ма еди? Кеңейиў фазасынан қысылыў фазасына өтиўди көрген адамлардың алдында фантастикалық мүмкиншиликлер пайда болған болар еди. Мүмкин олар полда сынып жатқан ыдыстың пүтинленип столдың үстине секирип мингенин көретуғын шығар? Ал мүмкин олар ертеңги акциялардың курсын есинде сақлап биржада сәтли түрде утысқа ерисетуғын шығар? Бирақ Әлем қайтадан коллапсланады деп тынышсызланбаў керек. Себеби қысылыў (егер қысылыў фазасы орын алатуғын болса) кеминде он мың миллион жылдан бурын басланбайды. Бирақ бул ҳаққында тезирек билиўге болады. Буның ушын қара қурдымға секириў керек. Жулдыздың қара қурдым ҳалына коллапсланыўы барлық Әлемниң ақырғы стадияларына сәйкес келеди. Сонлықтан Әлемниң қысылыў стадиясында тәртипсизлик кемейетуғын болса қара қурдымның ишинде де тәртипсизликтиң кемейиўи керек. Онда қара қурдымға қулап түскен астронавт рулеткада ойнап көп табыс табар еди. Себеби ставка қоймастан бурын ол шариктиң қай жерде тоқтайтуғынлығын билген болар еди (ҳақыйқатында ойын узаққа созылмайды ҳәм астронавт тезден спагеттиге айланады. Термодинамикалық тилдиң бағытының өзгергенлигин хабарлаўға үлгерместен бурын ҳәм ҳәтте утысты алмастан бурын ол қара қурдымның ўақыялар горизонтының арғы тәрепинде жоғалған болар еди).

Дәслеп мен колапстың нәтийжесинде Әлемдеги тәртипсизликтиң кемейиўи керек деп есапладым. Себеби қайтадан кишкене ҳалға өтип Әлем өзиниң дәслепки тегис ҳәм тәртиплескен ҳалына қайтып келген болар еди. Бул қысылыў фазасының ўақыт бойынша кериге өзгертилген кеңейиў фазасына эквивалент екенлигин билдиреди. Қысылыў фазасында өмир кери бағытта өтиўи керек (адамлар туўылмастан бурын өледи, қысылған сайын Әлем кем-кемнен жасарады). Бундай жуўмақ кеңейиў фазасы менен қысылыў фазасы арасындағы сулыў симметриянға ийе болғанлықтан дыққатты өзине тартады. Бирақ оны Әлем ҳаққындағы басқа да көз-қараслардан бөлип қараўға болмайды. Бул жуўмақ шегаралардың жоқ екенлиги ҳаққындағы шәрт пенен сәйкес келе ме ямаса келмей ме? деген сораў туўылады. Жоқарыда айтылғанындай, мен дәслеп шегаралардың жоқлығы шәрти қысылыў стадиясында тәртипсизлик үлкейеди дегенди билдиреди деп есапладым. Мени Жер бети менен болған аналогия алжасыққа алып келди. Әлемниң басы Арқа полюске сәйкес келеди деп есаплайық. Түслик полюс Арқа полюске уқсас болғанлықтан Әлемниң ақыры басына уқсас болыўы керек. Бирақ Арқа ҳәм Түслик полюслер Әлемниң басы менен ақырына тек жормал ўақытта ғана сәйкес келеди. Ал ҳақыйқый ўақытта Әлемниң басы менен ақыры арасында қәлеген үлкен айырмашылықлардың орын алыўы мүмкин. Мени жумысларымның және биреўи алжасыққа алып келди. Бул жумыста коллапс фазасы ўақытының бағыты өзгертилген кеңейиў фазасына уқсас Әлемниң модели қаралған еди. Бирақ Пенсильвания университетинде ислеўши мениң кәсиплесим Дон Пейдж шегаралардың болмаў шәртиниң қысылыў фазасының ўақыттың бағыты өзгертилген кеңейиў фазасы болыўын талап етпейтуғынлығын көрсетти. Мениң аспирантларымның бири Реймонд Лефлемм әдеўир қурамалы болған моделде Әлемниң коллапсының оның кеңейиўинен күшли айырмаға ийе екенлигин дәлилледи. Мен қәтелескенлигимди түсиндим. Ўақыттың термодинамикалық ҳәм психологиялық тиллери өзиниң бағытларын қарама-қарсы бағытқа қара қурдымда да, қысылыўын баслаған Әлемде де өзгертпейди. Усындай қәтеликти тапқаннан кейин сиз не ислеген болар едиңиз? Базы бир адамлар ҳеш ўақытта да өзиниң кемшиликлерин мойынламайды ҳәм биразы өзиниң идеяларының пайдасына қарай бағытланған тийкарсыз аргументлерди излей баслайды. Қара қурдымлардың қарсыласы сыпатында Эддингтон усындай ҳәрекет етти. Басқалар усы дурыс емес көз қарасты ҳеш ўақытта да қолламадық дейди ямаса қоллаған жағдайда оның дурыс емеслигин көрсетиў ушын тырыстық деп дағазалайды. Мениңше ең жақсысы баспасөзде өзиңниң қәтелигиңди мойынлаў болып табылады. Буған жүдә жақсы мысал Эйнштейн болып табылады. Әлемниң статикалық моделин дүзгенде космологиялық турақлының киргизгенлигин ол өзиниң ең үлкен қәтелиги екенлигин ашық мойынлағаны көпшиликке мәлим.

Ўақыт тилине қайтып келемиз. Бизде бир сораў қалды: бақлаўлардың көрсеткениндей не себепли термодинамикалық ҳәм космологиялық тиллер бирдей болып бағытланған. Басқа сөзлер менен айтқанда не себептен тәртипсизлик ўақытқа байланыслы Әлемниң кеңейиў бағытында үлкейеди? Әлем кеңейиўден кейин қысыла баслайды деп есапласақ (бул, шамасы, шегаралардың жоқлығынан бул келип шығады) бизиң сораўымыз мынадай түрге ийе болады: не себепли бизлер қысылыў фазасында емес, ал кеңейиў фазасында жасаўымыз керек? Бул сораўға жуўапты әззи антроплық принцип береди: қысылыў фазасындағы шараятлар "не себепли тәртипсизлик ўақытқа байланыслы Әлемниң кеңейиў бағытында үлкейеди?" деп сораў бергендей саналы жанызаттың жасаўы ушын жарамсыз. Шегаралардың жоқлығы шәрти раўажланыўының дәслепки стадияларында Әлемниң үрлениўиниң кереклигин болжайды. Бул Әлемниң кеңейиўиниң критикалық тезликке жақын тезликлерде болатуғынлығы, бундай тезликлерде коллапстың еле көп ўақыт болмайтуғынлығын билдиреди. Бирақ бундай жағдайларда жулдызлар өшип үлгереди, протонлар менен нейтронлар бираз жеңил бөлекшелерге ыдырайды. Әлем ўақыттың күшли термодинамикалық тили болмайтуғын толық тәртипсиз ҳалға түсер еди. Тәртипсизлик күшли үлкейе алмаған болар еди, себеби Әлем онысыз-ақ дерлик толық тәртипсизлик ҳалында болады. Бирақ саналы жанызаттың жасаўы ушын күшли термодинамикалық тил керек. Жасаў ушын адамлар аўқатланады. Аўқатлық затлар энергияның тәртиплескен формасын алып жүриўшилер болып табылады. Аўқатлық затлар адамларда жыллылыққа айланады, яғный энергияның тәртиплеспеген формасына айландырылады. Демек қысылыў стадиясында ҳеш қандай саналы жанызаттың болыўы мүмкин емес. Ўақыттың термодинамикалық ҳәм космологиялық тилиниң бир бағытқа қарағанлығы усының менен түсиндириледи. Әлемниң кеңейгенлигинен тәртипсизлик күшейеди деп есаплаў дурыс емес. Ҳәммесиниң себеби шегаралардың жоқлығы болып табылады. Соның ақыбетинде тәртипсизлик күшейеди, бирақ тек ғана кеңейиў фазасында саналы жанызаттың жасаўы ушын шараятлар туўылады.

Жуўмақлар шығарамыз. Илим нызамлары ўақыт бойынша "алға" ҳәм "кейин" қараған бағытларды бир биринен айырмайды. Бирақ өтмишти болажақтан айыратуғын ўақыттың кеминде үш тили бар. Бал термодинамикалық тил (тәртипсизлик күшейетуғын ўақыттың өтиў бағыты), психологиялық тил (бизиң өтмишти есте сақлаўымызғы, ал болажақты еле билмеўимизге байланыслы болған ўақыттың өтиў бағыты) ҳәм космологиялық тил (Әлемниң кеңейиўине сәйкес келиўши ўақыттың өтиў бағыты). Мен психологиялық тилдиң термодинамикалық тилге дерлик эквивалент екенлигин көрсеттим, олардың екеўиниң де бирдей болып бағытланыўы шәрт. Шегаралардың жоқлығы шәртинен ўақыттың дәл анықланған термодинамикалық тили келип шығады. Себеби Әлем тегис ҳәм тәртиплескен ҳалдан пайда болыўы керек. Ал термодинамикалық ҳәм космологиялық тиллердиң сәйкес келиўи саналы жанызаттың тек ғана кеңейиў фазасында жасай алатуғынлығына байланыслы. Қысылыў фазасы саналы жанызат ушын жарамайды, себеби бул фазада ўақыттың күшли термодинамикалық тили болады.

Әлемди билиў барысында адамзаттың прогресси Әлемниң өсиўши тәртипсизлигинде тәртиптиң кишкене ғана мүйешиниң пайда болыўына алып келди. Егер сиз усы китаптың ҳәр бир сөзин есте сақлап қалған болсацыз, онда сизиң ядыңыз информацияның шама менен еки миллиондай бирлигин алады ҳәм сизиң басыңыздығы тәртип еки миллион бирликке артады. Сиз усы китапты оқыўдың барысында аўқатлық затлар түринде кеминде мың калорияға тең тәртиплескен энергия алдыңыз. Бул энергия тәртипсиз түрдеги энергияға айланды ҳәм оны сиз конвекцияның ҳәм тер шығыўдың жәрдеминде қоршап турған орталыққа жыллылық түринде бердиңиз. Усының салдарынан Әлемдеги тәртипсизлик шама менен жигирма миллион миллион миллион миллион бирликке өседи. Бул сизиң мийиңиздеги тәртиптиң өсиўинен он миллион миллион миллион есе үлкен. Егер сиз мениң китабымдағылардың барлығын есиңизде сақлап қалсацыз усы айтылғанлардың барлығы да дурыс болады. Келеси бапта мен бизлердиң басымызда жаңадан әдеўир тәртип орнатыўға тырысаман. Адамлардың бир бири менен бирлесип мен жоқарыда айтып өткен теорияларды бирлестирип Әлемде болып атырған барлық нәрселерди өз ишине қамтыйтуғын толық бирден бир теорияны дүзиў ушын қандай ҳәрекетлер етип атырғанлығы ҳаққында айтаман.

Оныншы бап. Физиканың бирлесиўи

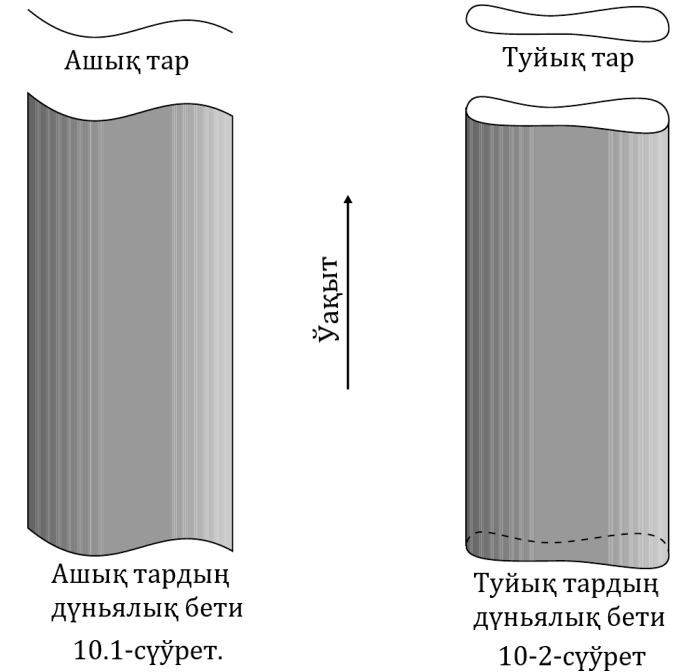
Биринши бапта Әлемде болып атырған барлық қубылысларды өз ишине қамтыйтуғын теорияны бирден дүзиўдиң мүмкин емес екенлиги айтылған еди. Сонлықтан биз ўақыялардың қандай да бир шекленген областын тәрийиплеўши дара теорияларды дүзиў бойынша алға илгерилеймиз ямаса басқа эффектлерди есапқа алмай кетемиз, ямаса оларды жуўық түрде базы бир санлар менен алмастырамыз (мысалы химияда атом ядроларының қурылысын билмесе де сол атомлар арасындағы тәсирлесиўди есаплай алады). Бирақ ақыр-аяғында толық қарама-қарсылықсыз бирден бир теория табылады деп үмит етемиз. Усындай болғанда жуўықлаўлар қолланылғанда дара теориялардың жуўмақлары алынар еди ҳәм бул бирден бир теориядағы ықтыярлы шамалардың мәнислерин экспериментке сәйкеслендирип арнаўлы түрде сайлап алыўдың кереги болмайды. Усындай теорияны дөретиў бойынша жүргизилип атырған жумысларды физиканың бирлесиўи деп аталады. Өзиниң өмириниң ақырғы жылларын Эйнштейн толығы менен усындай бирден бир теорияны дөретиўге жумсады. Бирақ бундай теорияның дөретиў ушын ўақыт еле келген жоқ еди: гравитация менен электромагнитлик тәсирлесиўлердиң дара теориялары болды, бирақ ядролық күшлер ҳаққында билимлер жүдә кем еди. Усының менен бирге Эйнштейн квантлық механиканың раўажланыўы ушын оғада үлкен үлес қосқан болса да, ол сол квантлық механиканың ҳақыйқатлығына исениўден бас тартты. Бирақ көринип турғанындай, анықсызлық принципи биз жасап атырған Әлемниң фундаменталлық қәсийети болып табылады. Сонлықтан ол дурыс бирден бир теорияның сөзсиз қурамлық бөлеги болады.

Енди мен усындай теорияны дүзиўге үмиттиң өскенлигин көрсетемен. Өйткени биз ҳәзир Әлем ҳаққында әдеўир көп билемиз. Бирақ исенимди жүдә арттыра бериўге болмайды: бизлер усы ўақытқа шекем оғада көп санлы миражлар менен дуўшакерлестик! Мысалы әсиримиздиң басында серпимлилик ямаса жыллылық өткизгишлик усаған үзликсиз затларды характерлейтуғын қәсийетлер жәрдеминде барлық нәрсени түсиндириў мүмкин деп есаплады. Атомның қурылысы менен анықсызлық принципиниң ашылыўы бундай көз-қарасты жоқ етти. Буннан кейин 1928-жылы Нобель сыйлығының лауреаты Макс Борн Геттинген университетиниң қонақлары алдында шығып сөйлегенинде "Ҳәзир биз түсинетуғын физика енди ярым жылдан кейин теўсиледи" деп айтқан еди. Бундай исенимге Борн соннан азмаз бурын Дирак тәрепинен ашылған электрон ушын теңлемеге тийкарланып ийе болды. Бәрше соған сәйкес келетуғын теңлеме сол ўақытлары белгили болған екинши бөлекше протон ушын да бар, егер усы теңлеме ашылса теориялық физика тамам болады деп ойлады. Бирақ нейтронның ҳәм ядролық күшлердиң ашылыўы бул болжаўды жоқ қылды. Бәри бир мен ҳәзирги ўақытлары оптимизм ушын тийкарлар бер деп есаплайман: биз тәрияттың ақырғы нызамларын излеўди тамамлаўға жақынлап турмыз.

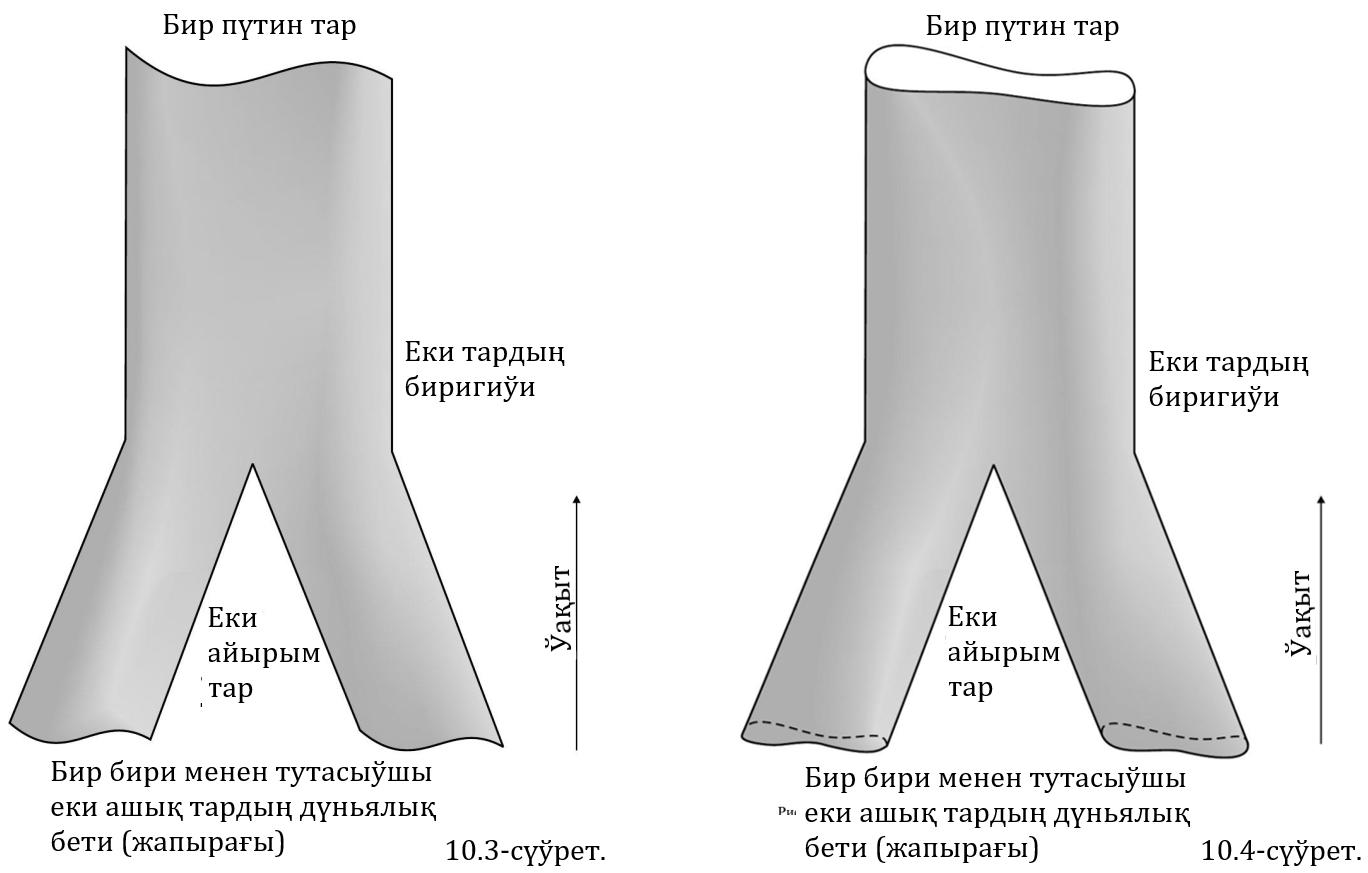
Жоқарыдағы бапларда мен гравитацияның дара теориясы болған улыўмалық салыстырмалық теориясы, әззи, күшли ҳәм электромагнит тәсирлесиўди тәрийиплейтуғын дара теориялар ҳаққында айтып өттим. Кейинги үш теория уллы бирлесиў теориясы деп аталатуғын теорияға бирлесиўи мүмкин. Бул теорияларды жеткиликли дәрежеде қанаатландырарлық деп айтыўға болмайды, себеби олар гравитацияны өз ишине алмайды. Соның менен бирге бул теориялар теориялық жақтан есапланбайтуғын ҳәм эксперимент пенен жақсы сәйкес келиў шәрти тийкарында сайланып алынған (мысалы ҳәр қыйлы бөлекшелердиң салыстырмалы массалары) шамаларға ийе болады. Гравитацияны да қамтыйтуғын теорияны дүзиўдиң қыйыншылығы улыўмалық салыстырмалық теориясының классикалық ҳәм соның ушын квант-механикалық анықсызлық принципин есапқа алмайтуғын екенлигинде. Басқа дара теориялардың барлығы да квантлық механика менен байланыслы. Сонлықтан биринши гезекте улыўмалық салыстырмалық теориясын анықсызлық принципи менен бириктириў керек. Усындай биригиўдиң нәтийжесиниң бир қатар таң қаларлық нэтийжелер болатуғынлығын биз билемиз: қара қурдымлар қара болыўдан қалады, Әлемде сингулярлықлар жоғалады, Әлем шегаралары жоқ толық туйық Әлемге айланады. Бирақ 7-бапта айтылғанындай бул жерде анықсызлық принципине сәйкес ҳәтте бос деп есапланған кеңисликтиң виртуаллық бөлекшелер ҳәм антибөлекшелер жуплары менен толғанлығына байланыслы қыйыншылықлар пайда болады. Бул жуплар шексиз үлкен энергияға ийе болады. Сонлықтан Эйнштейнниң даңқлы Е = mс2 теңлемесине сәйкес олардың массасы да шексизликке тең. Демек олар тәрепинен пайда етилетуғын гравитациялық тартысыўдың салдарынан Әлем иймейип, оның шексиз киши өлшемлерге шекем киширейиўи керек.

Усындай биймәни шексизликлер басқа да дара теорияларда пайда болады. Бирақ усы шексизликлерди қайтадан нормировкалаў деп аталатуғын процедураның жәрдеминде барлық ўақытта да сапластырыў мүмкин. Қайтадан нормировкалаў усылы ески шексизликлерди жоғалтыў ушын жаңадан шексизликлерди киргизиўди нәзерде тутады. Математикалық жақтан толық емес тийкарға ийе болса да, бул усыл табыслы түрде қолланылады ҳәм оның жәрдеминде алынған дара теориялардың болжаўлары бақлаў нәтийжелери менен дәл сәйкес келеди. Бирақ тамамланған теорияны излеўде қайтадан нормировкалаў усылы үлкен бир кемшиликке ийе: ол теориялық жақтан массалар менен күшлердиң дәл мәнисин алыўға мүмкиншилик бермейди, күшлер менен массалардың шамалары экспериментке сәйкеслендирип өзгертиў жолы менен алынады.

Анықсызлық принципин улыўмалық салыстырмалық теориясына киргизиўге тырысыўларда тек ғана еки сан қатнасады: гравитациялық күштиң шамасы ҳәм космологиялық турақлы. Бирақ олардың өзгериўи менен барлық шексизликлерди жоғалтыў мүмкин емес. Демек өлшегенимизде олардың шекли екенлиги алынатуғын биз базы бир шамалар (мысалы кеңислик-ўақыттың иймеклиги) шексиз болып шығатуғын теорияға ийемиз деген сөз. Улыўмалық салыстырмалық теориясын анықсызлық принципи менен бириктиргенде пайда болатуғын бул проблема бир қанша ўақытлар даўамында гүман пайда ететуғын машқала деп есапланды. Бирақ ҳақыйқатлық ақыр- аяғында 1972-жылы пуқта түрде жүргизилген есаплаўлардың нәтийжесинде орнады. Төрт жылдан кейин супергравитация деп аталатуғын оның мүмкин болған шешимлериниң бири табылды. Бул теорияның мәниси мынадан ибарат: гравитон (гравитациялық тәсирлесиўди тасыўшы спини 2 ге тең бөлекше) спини 3/2, 1, 1/2 ҳәм нолге тең болған базы бир жаңа бөлекшелер менен бирлеседи. Бундай жағдайда бул бөлекшелерди қандай да бир мәнисте бир "супербөлекшениң" ҳәр қыйлы түрлери деп қараўға болады. Усының менен спинлери 1/2 ҳәм 3/2 болған материяның бөлекшелерин спинлери 0, 1 ҳәм 2 ге тең болған тәсирлесиўди алып жүриўши бөлекшелер менен бириктириледи. Бундай жағдайда спинлери 1/2 ҳәм 3/2 ге тең виртуаллық бөлекше-антибөлекше жуплары терис энергияға ийе болады ҳәм спинлери 2, 1 ҳәм 0 ге тең болған виртуаллық жуплардың энергияларын компенсациялайды. Усының нәтийжесинде бир қанша шексизликлер сапластырылады. Бирақ сол шексизликлердиң қандай да бир бөлеги бәри бир қалып қояды деген гүман туўылады. Барлық шексизликлердиң сапластырылғанлығын анықлаў оғада көп ҳәм қурамалы есаплаўларды талап етти ҳәм сонлықтан бул мәселе үстинде ҳеш ким шуғылланбады. Баҳалаўлар усындай есаплаўларды компьютерлер жәрдеминде жүргизгенде кеминде 4 жылдай ўақыттың керек болатуғынлығын, усы есаплаўлардың барысында бир рет қәтелик жибериўдиң итималлылығының үлкен екенлигин көрсетти. Демек басқа биреў сол есаплаўларды қайталаса ҳәм дәл сондай жуўмақ алса, алынған жуўмақларға исениўге болады. Бирақ буны әмелге асырылады деп есаплаў дым қыйын.



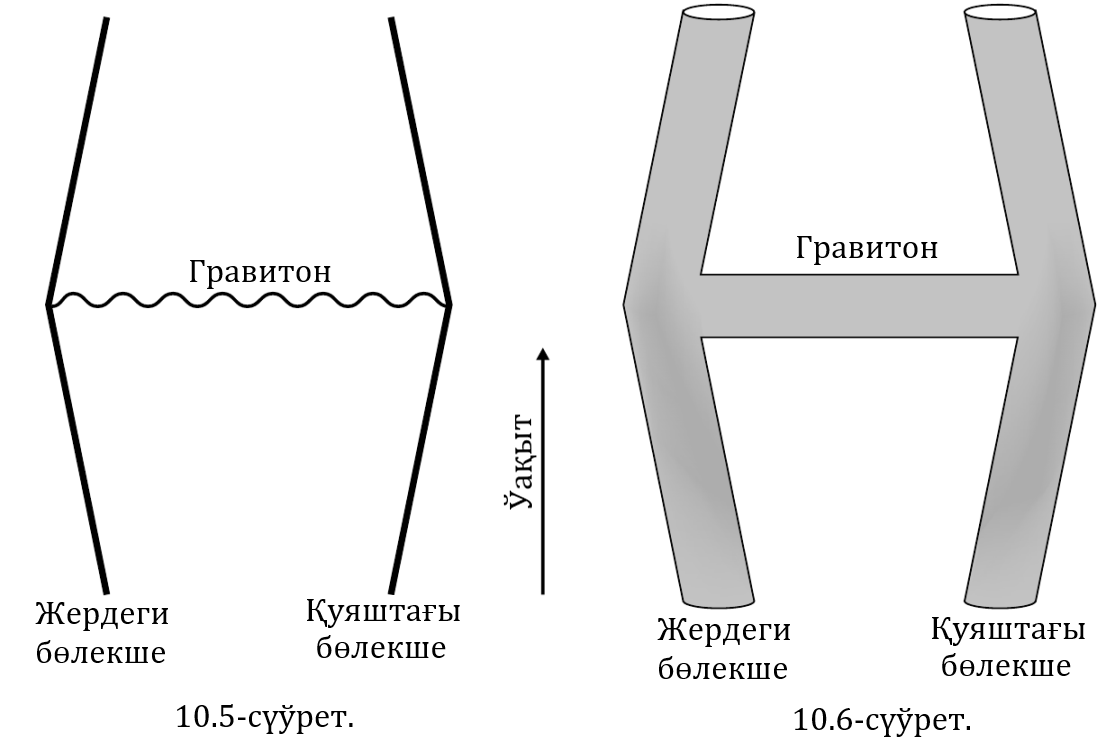
Усындай проблемалардың орын алғанлығына ҳәм супергравитация теориясындағы бөлекшелердиң бақланып жүрге бөлекшелерден (шамасы) басқа екенлигине қарамастан супергравитация физиканың бирлесиўи ҳаққындағы мәселениң дурыс шешилиўине алып келеди деп есаплады. Бирақ 1984-жылы алымлардың пикирлери тарлық теориялар деп аталатуғын теориялар тәрийипине күшли түрде аўды. Бундай теориялардағы тийкарғы объектлер болып кеңисликтеги тек ноқаттың орнын ийелейтуғын бөлекшелер хызмет етпейди, ал узынлықтан басқа өлшемлери жоқ шексиз жиңишке тарлардың бөлеклериндей базы бир дүзилислер жүзеге келеди. Бундай тарлардың ушлары еркин (ашық тарлар деп аталады) ямаса бир бири менен тутасқан болыўы (туйық тарлар) болыўы мүмкин (10.1- ҳәм 10.2-сүўретлер). Бөлекше ҳәр бир ўақыт моментинде кеңисликтеги бир ноқат түринде сәўлелендириледи. Демек оның тарийхын кеңислик-ўақытта сызық түринде көрсетиў мүмкин (дүньялық сызық). Бирақ ҳәр бир ўақыт моментиндеги тарға үш өлшемли кеңисликтеги сызық сәйкес келеди. Демек оның тарийхы кеңислик-ўақытта "дүньялық жапырақ" деп аталатуғын еки өлшемли бет түринде сәўлелендириледи (усындай дүньялық жапырақта қәлеген ноқатты еки сан жәрдеминде бериў мүмкин, биреўи ўақыт, екиншиси тардағы ноқаттың орны). Ашық тардың дүньялық жапырағы шетлери кеңислик-ўақыттағы тардың жолының шетлери болған жолақ болып табылады (10.1-сүўрет). Туйық тардың дүньялық жапырағы цилиндр ямаса най болып табылады (10.2-сүўрет). Бул цилиндр ямаса найдын кесе-кесими болып белгили бир ўақыт моментиндеги тардың аўҳалына жуўап береди.



Тардың еки бөлегиниң бир тарға тутасыўы мүмкин. Ашық тарлар жағдайында олар шетлери менен қосылады (10.3-сүўрет), ал еки туйық тардың биригиўи шалбардағы еки балақтың биригиўин еске түсиреди (10.4-сүўрет). Сол сыяқлы тардың бир бөлеги еки тарға бөлиниўи мүмкин. Бурынлары бөлекшелер деп есапланғанлар тарлық теорияларда усы тарлар арқалы жуўырыўшы толқынлар болып табылады (тартылған арқанда тарқалатуғын толқынлардай). Бир бөлекшениң екинши бөлекшелер тәрепинен шығарылыўы ямаса жутылыўы тарлардың биригиўине ямаса айрылыўына сәйкес келеди. Мысалы Қуяш тәрепинен Жерге тәсир ететуғын гравитациялық күш бөлекшелер теорияларында Қуяштағы қандай да бир бөлекше тәрепинен гравитонның шығарылыўы ҳәм сол гравитонның Жердеги қандай да бир бөлекшениң жутыўына сәйкес келеди (10.5-сүўрет). Тарлар теориясында бул процесс найлардың Н тәризли биригиўи түринде сәўлелендириледи (10.6-сүўрет, тарлар теориясының водопроводшының техникасына уқсас екенлигин ацғарыўымыз керек). Бул жерде еки вертикаллық тәреплер Қуяш пенен Жердеги бөлекшелерге, ал горизонталлық най олар арасындағы ушыўшы гравитонларға сәйкес келеди.

Тарлар теориясы әдеттегидей емес терийхқа ийе. Бул теория алпысыншы жыллардың ақырында күшли тәсирлесиўдиң теориясын дүзиўге қаратылған ҳәрекетлердиң нәтийжесинде пайда болды. Протон ҳәм нейтрон тәризли бөлекшелерди керилген тар бойынша тарқалатуғын толқындай етип қараў идеяның тийкарын қурады. Бундай жағдайда бөлекшелер арасындағы тәсир етиўши күшлер бир бири менен өрмекшиниң аўындағыдай болып тутасқан тарлардың кесиндилерине сәйкес келеди. Бул теория бойынша есаплаўлардың экспериментте алынған тәсир етисиўге сәйкес келиўи ушын тарлар онлаған тонна күш пенен тартылып қойылған резин лентаға эквивалент болыўы лазым.

1974-жылы Парижлы Джоэль Шерк ҳәм Калифорния технологиялық институтынан Джон Шварцлардың тарлар теориясының гравитациялық тәсирлесиўди тәрийиплеў ушын да жарамлы екенлиги ҳаққында мақаласы жарық көрди. Мақалада бул жағдайда тардың керими дым үлкен болатуғынлығы (мың миллион миллион миллион миллион миллион миллион ямаса отыз тоғыз ноли бар тонна) көрсетилген. Эдеттегидей масштабларда усындай тарлы теорияның ҳәм улыўмалық салыстырмалық теориясының болжаўлары бир бирине сэйкес келди. Сол еки теория киши қашықлықларда (бир сантиметрди отыз үш ноли бар бирликке бөлиў керек) ҳәр қыйлы нәтийжелерди берди. Бирақ бул жумыс айрықша дыққатты өзине тартпады. Себеби сол ўақытлары көпшилик күшли тәсирлесиўдиң дәслепки тар теориясынан бас тартып, нэтийжелери эксперимент пенен сэйкес келетуғын кварклар ҳәм глюонлар теориясына бет бурып атыр еди. Шерк трагедиялық жағдайларда қайтыс болды (онда диабет бар еди, ол комаға түскен ўақытта оның жанында инсулин уколын салғандай ҳеш ким болмаған) ҳәм Шварц кериўи әдеўир үлкен болған тарлар теориясының жалғыз тәрепдары болып қалды.



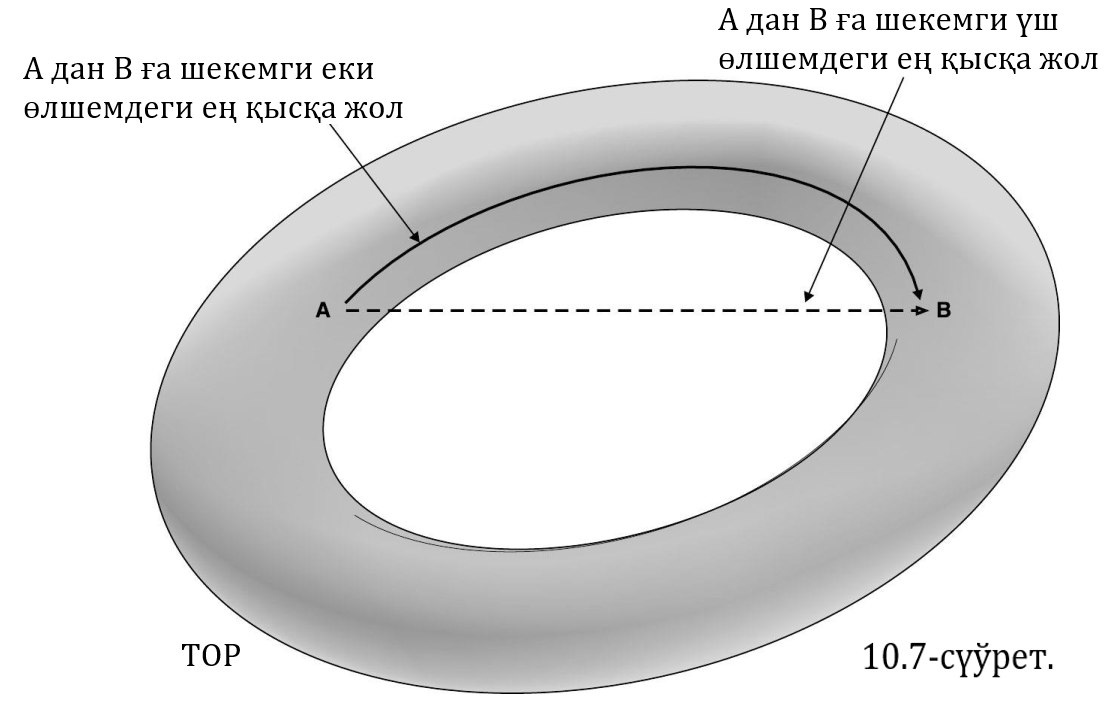
1984-жылы тарларға байланыслы қызығыў және бирден көтерилди. Буған тийкарынан еки себеп болды. Бириншиден ҳеш ким супергравитацияның шекли екенлигин ямаса оның жәрдеминде биз бақлап жүрген бөлекшелердиң бар болыў себебин түсиндире алмады. Екинши себеп Лондондағы Куин-Мэри-колледжден Джон Шварц пенен Майк Гринлердиң мақаласы болды. Бул мақалада тарлар теориясының жэрдеминде бизлер айырымларын бақлап жүрген шеп спираллыққа ийе болған бөлекшелердиң бар екенлигин түсиндириўге болатуғынлығы айтылған. Бундай мотивлердиң қандай болыўына қарамастан көпшилик тарлар теориясына нәзерин бурды ҳәм усының нәтийжесинде бул теорияның жаңа түри болған гетеротик тар теориясы пайда болды. Бул теория жэрдеминде бақланып жүрген бөлекшелердиң көпшилиги түсиндиреди деген үмит пайда болды.

Тарлар теориясында да шексизликлер пайда болады. Бирақ гетеротик тар теорияларының базы биреўлеринде бул шексизликлер кемейеди деген үмит бар (ҳәзирше бул белгили емес). Бирақ тарлық теориялар әдеўир көбирек қыйыншылықлар пайда етеди: шамасы олар тек он ямаса жигирма алты өлшемли кеңисликте қарама-қарсылыққа ийе емес. Артық өлшемлер илимий фантастикадағы әдеттегидей ис болып табылады (илимий фантастика бунысыз ис алып бара алмайды, себеби салыстырмалық теориясы бойынша жақтылықтан тез ҳеш нәрсе де қозғала алмайды, ал жулдызлар ҳәм галактикалар арасындағы саяхат оғада көп ўақытларды алған болар еди). Илимий фантастиканың идеясы артықша өлшем арқалы қозғалыў арқалы жолды қысқартыў болып табылады. Бундай ойды сүўретте түсиндириўге болады. Биз жасап атырған кеңислик еки өлшемге ийе ҳәм 10.7-сүўреттеги көрсетилген билезик нандай болып иймейген болсын. Егер сиз билезик нанның ишки тәрепинде қандай да бир ноқатта турған болсацыз ҳәм қарама- қарсы тәрепте жайласқан ноқатқа барып жеткиңиз келсе сизге ишки сақыйна бойынша жүриўге туўра келеди. Ал егер сизде үшинши өлшем бойынша қозғала алыў мүмкиншилиги болса, баратуғын жериңизге туўрыдан-туўры барған болар едиңиз.

Бирақ, егер усы қосымша өлшемлердиң барлығы да бар болатуғын болса бизлер не себептен оларды байқамаймыз?

Неликтен бизлер тек үш кеңисликтеги ҳәм бир ўақыт бойынша өлшемди көремиз? Ол өлшемлер сантиметрдиң миллионнан миллионнан миллионнан миллионнан миллионнан бир бөлегиндей болған көлемде жасырынып турған болыўы мүмкин. Бул көлем жүдә киши болғанлықтан бизлер оны байқамаймыз: кеңислик-ўақыт жеткиликли дәрежеде тегис болатуғын үш кеңисликлик ҳәм бир ўақытлық өлшемди көре аламыз. Бизлер апельсинниң бетине қарасақ соны көремиз: жақыннан қарасақ бет қыйсайған ҳәм тегис

емес болып көринеди, ал алыстан гедир-будырлар билинбей, апельсинниң бети тегистей болып көринеди. Тап сол сыяқлы кеңислик-ўақыт киши өлшемлерде он өлшемли ҳәм күшли қыйсайған, ал үлкен масштабларда қыйсықлық ҳәм қосымша өлшемлер көринбейди.



Егер усы көз-қараслар дурыс болатуғын болса космосты болажақта ийелеўшилер ушын жағымлы болмайды: қосымша өлшемлер космос кораблиниң өтиўи ушын дым киши болып шығады. Бирақ басқа да әҳмийетли машқала туўылады. Не себепли тек базы бир өлшемлердиң киши шарикке қаўсырылып қалыўы керек? Көринип турғанындай, Әлемниң раўажланыўының ең дәслепки стадияларында барлық өлшемлердиң күшли иймейген болыўы керек. Онда не себептен бир ўақытлық ҳәм үш кеңисликликлик өлшемлер ашылған. Ал қалғанларының барлығы да күшли қаўсырылып қалған?

Мүмкин болған жуўаплардың бирин антроплық принцип беретуғын шығар? Бизлердей қурамалы жанызаттың раўажланыўы ушын еки кеңисликлик өлшем, көринип турғанындай, жеткиликсиз. Мысалы бир өлшемли Жерде жасаўшы еки өлшемли ҳайўынлар ушырасқаннан кейин тарқасып кетиўи ушын олардың бир бириниң үсти арқалы өтиўи орын алған болар еди. Егер еки өлшемли жанызат бир нәрсени жесе ҳәм ол нәрсе жанызат тәрепинен ақырына шекем сиңирилген болмаса, онда сол азықлық заттың қалдығы сол ҳайўанның аўзынан қайтадан шығыўы шәрт. Болмағанда ҳайўан екиге бөлинген болар еди (10.8-сүўрет). Тап сол сыяқлы еки өлшемли ҳайўандағы қанның айланысын да көз алдымызға келтириў дым қыйын.

Егер кеңисликтеги өлшемлердиң саны үштен артық болғанда да қыйыншылықлар пайда болады. Үш өлшемли кеңисликтегиге қарағанда еки өлшемли кеңисликте еки дене арасындағы гравитациялық тартылыс күши қашықлыққа байланыслы тезирек үлкейген болар еди (қашықлық еки есе артса үш өлшемде гравитациялық күш төрт есе кемейеди, төрт өлшем болғанда тоғыз есе. Ал бес өлшемде он алты есе кемейеди ҳ.т.б). Бул планеталардың орбиталарының, мысалы Қуяштың дөгерегинде айланыўшы Жердиң орбитасының, турақлы болмаўына алып келген болар еди: шеңбер тәризли орбитадан оғада киши болған аўысыў (бундай аўысыў басқа планеталардың гравитациялық тәсиринде пайда болады) Жердиң спирал бойынша Қуяшқа ямаса Қуяштан сыртқа қарай қозғалыўына алып келеди. Бундай жағдайда бизлер ямаса ыссыдан күйген ямаса суўықтан тоцған болар едик. Егер гравитациялық күшлердиң қашықлықтан ғәрезлилиги өлшемлер саны үштен көп болған кеңисликте бирдей болып қалса Қуяш басым менен гравитацияның тең салмақлығы орынланатуғын турақлы ҳалда тура алмайды. Олбөлеклерге бөлинип кеткен ямаса коллапсланып қара қурдымға айланған болар еди. Еки жағдайда да Қуяштың Жердеги өмирди сақлап турыўы ушын жыллылық ҳәм жақтылық дереги сыпатында пайдасы тиймейди. Электронларды ядролар дөгерегинде айланлдырыўшы электр күшлери киши масштабларда гравитациялық күшлердей болып тәсир етеди. Демек электронлардың барлығы жыйналып ядроны таслап кетер ямаса спирал тәризли орбиталар бойынша қозғалып ядроға қулап түсер еди. Еки жағдайда да ҳәзирги ўақытлардағыдай атомлар болмайды.



Бундай жағдайдардан биз көз алдымызға келтиретуғын тиришилик бир ўақытлық ҳәм үш кеңисликлик өлшемлер кеңислик-ўақыттың онша күшли иймеймеген областларында ғана орын ала алады. Бул егер тарлық теория Әлемде усындай областлардың бар болатуғынлығын көрсете алатуғын болса (шамасы бул теория ҳақыйқатында да усындай обласлардың бар болатуғынлығын айта алады) бизиң әззи антроплық принципти жәрдемге шақырыўға ҳуқықымыздың бар болатуғынлығын аңлатады. Барлық өлшемлер күшли иймейген яки төрттен артық өлшемлер туўрыланған Әлемниң басқа да областларының ямаса басқа да әлемлердиң бар екенлиги толық мүмкин. Бирақ ондай областларда ҳәрекет етиўши өлшемлердиң көплигин көре алатуғындай саналы жанызаттың болыўы мүмкин емес.

Кеңислик-ўақыттың өлшемлериниң санын анықлаў менен бирге тарлар теориясында басқа да мәселелер бар. Тарлар теориясын физиканың бирден бир теориясы деп дағазаламастан бурын бул мәселелерди шешип алыў керек. Биз ҳәзирше барлық шексизликлердиң ҳәммесиниң де бир бирин компенсациялайтуғынлығын ямаса компенсацияламайтуғынлығын билмеймиз ҳәм бизлер бақлап жүрген бөлекшелердиң анық типлери менен тарлардағы толқынлар арасындағы сәйкесликти толық таба алмаймыз. Бирақ соған қарамастан жақын бир неше жыллардың ишинде бул сораўға жуўап табылады деп ойлаймыз ҳәм әсирдиң ақырында биз тарлар теориясының физикасның көптен бери күтилген бирден бир теориясы ма ямаса ондай емес пе екенлигин билемиз.

Бирақ бирден бир теорияның болыўы мүмкин де? Болмаса биз питпейтуғын истиң кейнинде жүрмиз бе? Бул жерде, шамасы, үш варианттың болыўы мүмкин:

1. Толық бирден бир теория ҳақыйқатында да бар. Егер тырыссақ биз бул теорияны ашамыз.
2. Әлемниң толығы менен питкен теориясы жоқ. Тек ғана кем-кемнен Әлемниң толық тәрийиплемесин беретуғын шексиз көп теориялардың избе-излиги бар.
3. Әлемниң теориясы пүткиллей жоқ: базы бир шектен кейинги ўақыялардың болжаныўы мүмкин емес, ўақыялар ықтыярлы ҳәм тәртипсиз түрде өтеди.

Үшинши варианттың пайдасына гейпаралар төмендегидей дәлиллер келтиреди: нызамлардың толық системасының болыўы бизиң дүньямызға өзиниң тәсирин тийгизгиси келгенде Қудайдың еркинлигин шеклеген болар еди. Бул ситуация ески жақсы парадокске сәйкес келеди: өзи көтере алмайтуғын тасты Қудай дөрете ала ма? Қудайды өз пикиринен қайтады деп ойлаў алжасыўдың мысалы болып табылады. Усы пикирдиң дурыслығын өз ўақтында Блаженный Августин де көрсетти. Егер Қудайды ўақыт бойынша жасайтуғын нәрсе деп есаплайтуғын болсақ, онда ўақыттың өзиниң тек Қудай тәрепинен дөретилген Әлемниң қәсийети екенлигине көз жеткеремиз. Әлемди дөретип өз еркине жибергенде Қудай не қылып атырғанлығын билген болса керек. Бундай деп жуўмақлар шығарыў жоқарыда келтирилген алжасыўға алып келеди.

Квантлық механиканың пайда болыўы менен ўақыяны абсолют дәл болжаўдың мүмкин емеслигин ҳәм қәлеген болжаўда базы бир анықсызлықтың болытуғынлығын адамлар түсинди. Кеўилде бул анықсызлықты Қудайдың араласыўы деп қараўға болады. Бирақ бул араласыў бир түрли болған характерге ийе: бул араласыўдың қандай да бир мақсетке қарай бағдарланғанлының бар екенлиги ҳаққында ҳеш қандай мағлыўмат жоқ. Қандай да бир мақсетке қарай бағдарланып, оның мәниси бойынша тосаттан болмайтуғынлығы бәршеге де түсиникли. Бизиң әсиримизде илим алдында турған мақсетлерди анықлап, мүмкин болған үшинши вариантты әмелий жақтан жоқ қылдық: анықсызлық принципи тәрепинен берилген дәлликте ўақыяларды болжаў ушын нызамлар системасын табыў. Бир биринен дәл болған шексиз көп теориялардың бар екенлигине байланыслы болған екинши мүмкиншилик ҳәзирше тәжирийбе менен толық сәйкес келеди. Көпшилик жағдайларда бар болған теориялар тәрепинен еле болжанбаған қубылысларды ашыў ушын бизлер аппаратуралардың сезгирлигин арттырдық ямаса жаңа типтеги экспериментлерди өткердик. Ал усындай жумысларды жүргизиўдиң алдында болжаўлар жүргизиў ушын жаңа, қурамалырақ теориялар дүздик. Сонлықтан ҳәзирги уллы бирлесиў теорияларының рамкаларында егер электроэззи биригиў энергиясы болған 100 Гэв тен шама менен мың миллион миллион гигаэлектронвольт энергиясы аралығында жаңадан ҳеш қандай белгисиз қубылыс бақланбайды деген болжаў қәте болып шықса таң қалыўдың кереги болмайды. Ал ҳақыйқатында ҳәзирги ўақытлары Элементар деп есапланып жүрген кварклар ҳәм электронлардан Элементарлаў болған қурылыстың жаңа қатламлары ашылады деп күтиўге болады.

Бирақ гравитация (көринип турғанындай) бириниң ишине бири салынған "матрешкалардағы" избе-изликке өзиниң шеклерин қояды. Егер энергиясы Планк энергиясы болған он миллион миллион миллион (он тоғыз ноли бар бир) гигаэлектронвольттен үлкен болған бөлекше бар болатуғын болса оның массасы соншама қысылған болып ҳәм қара қурдымға айланып Әлемнен қысып шығарылған болар еди. Солай етип бири биринен дәл болған теориялардың избе-излиги энергияның мәниси үлкейгенде шекке ийе болыўы ҳәм энергияның қандай да бир мәнисинде Әлемниң ең кейинги дурыс теориясының болыўы керек.

Планк энергиясы менен биз ҳәзир лабораториялардағы тезлеткишлердиң жәрдеминде жете алатуғын жүзлеген гигаэлектронвольт арасы ҳәзирше өтиў мүмкин емес "тикжар" менен айырылған. Бул "тикжардан" ақылымызға муўапық келетуғындай жақын арада өтиўдиң мүмкиншилиги жоқ. Бирақ сондай муғдардағы жоқары энергиялар Әлемниң раўажланыўының ең дәслепки стадияларында пайда бола алды. Мениңше дәслепки Әлемди үйрениў ҳәм математикалық жақтан келискенлик талабы толық бирден бир теорияның пайда болыўына алып келеди. Бул бизлердиң бир қаншаларымыздың өмиримиздиң ақырына шекем болады (егер биз оған шекем өз-өзимизди партлатып жибермесек). Егер биз ҳақыйқатында да Әлемниң ең кейинги толық теориясын дүзе алған болсақ, бул нени аңлатқан болар еди? 1-бапта айтылғаныдай биз табылған теорияның дурыс екенлигин ҳеш қашан да дәлиллей алмаған болар едик, себеби ҳеш қандай теорияны дәлиллеў мүмкин емес. Егер ашылған теория математикалық жақтан қарама- қарсылықсыз ҳәм оның тийкарында исленген болжаўлар барлық ўақытлары да эксперименттиң нәтийжелери менен сәйкес келетуғын болса, бизде сол теорияның дурыслығы ҳаққында гүман болмайды. Усының менен адамзаттың Әлемди билиўге бағдарланған интеллектуаллық гүресиниң узын ҳәм таң қаларлық бабы жуўмақланады. Усының менен бирге усындай теорияның ашылыўы әдеттеги адамлардың Әлемди басқаратуғын нызамлар ҳаққындағы көз-қарасларында революция жүргизер еди. Ньютонның заманында саўатлы адам адамзат ийе болған барлық билимлер көлемине ийе бола алды. Бирақ оннан бери илим үлкен темпте раўажланды ҳәм сонлықтан бир адамның билимлердиң барлығын меңгере бериў мүмкиншилиги жоғалды. Бақлаўлардың нәтийжелери менен сәйкес келиўи ушын теориялардың түрлери үзликсиз өзгертилип барылмақта ҳәм қәниге емес адамлардың түсиниўи ушын сол теорияларды қайта ислеў ямаса әпиўайыластырыў мәселелери менен ҳеш ким шуғылланбайды. Ҳәтте қәнигелерге де илимий теориялардың тек аз бөлегин түсиниўге үмит етиўге болады. Соның менен бирге илимниң өсиўи жүдә жоқары темплерде баратырғанлықтан мектеплерде ямаса университетлерде оқытып атырылған материаллар барлық ўақытта да ескилеў болып қалмақта. Тек айырымлар ғана информациялардың көлеминиң тез өсиўши темпи менен аяқ қосып алға илгерилемекте. Усыған жетиў ушын оларға ўақтының барлық бөлегин бул мәселеге арнаўға ҳәм жүдә тар қәнигеликти сайлап туўра келеди. Басқалар болса илимниң қандай нәтийжелерге ерискенлигин ҳәм бул исте алымлардың нелерди қылып атырғанлығын билмейди. Егер Эддингтонға исенетуғын болсақ буннан жетпис жыл бурын улыўмалық салыстырмалық теориясын тек еки адамның түсингенлигин билемиз. Ҳәзирги ўақытлары бул теорияны университетлердиң онлаған мың питкериўшилери, ал оның тийкарында жатқан идеяларды көплеген миллион адамлар биледи. Ал егер толық бирден бир теория ашылса, онда оның систематизациям менен әпиўайыластырылыўы, буннан кейин мектеплерде оқытылыўы тек ўақыттың иси болып қалған болар еди. Бундай жағдайда бизлердиң бәршемиз де Әлемди басқаратуғын ҳәм бизиң бар екенлигимизге жуўапкер болатуғын нызамлар ҳаққында толық көз-қарасларға ийе болған болар едик.

Егер бизге сол толық бирден бир теорияны ашыў сәти түсетуғын болса, онда биз барлық ўақыяларды болжаўға мүмкиншилик аламыз дегенди ацғартпайды. Буған еки себеп бар. Бириншиден бизиң болжаўшылық қәбилетлилигимиз квант-механикалық анықсызлық принципи тәрийипинен шекленген. Буған қарсы ҳеш нәрсе де ислеўдиң мүмкиншилиги жоқ. Әдетте екинши шек бириншисинен күшлирек келеди. Екинши шек егер жүдә әпиўайы жағдайларды есапқа алмағанда теорияны тәрийиплейтуғын теңлемелердиң дәл шешимлерин бизиң таба алмайтуғынлығымыз бенен байланыслы (биз ҳәтте Ньютонның гравитация теориясындағы үш денениң қозғалыс теңлемесин де дәл шеше алмаймыз, ал денелер саны көбейген сайын теория қурамаласыды, сонлықтан қыйыншылықлар буннан да бетер көбейеди). Бизлер ҳәзир экстремаллық шараятлардан басқа барлық шараятлардағы затлардың қәсийетлери бағынатуғын нызамларды билемиз. Айырым жағдайларды алып қарағанда да, мысалы, химия менен биологияның тийкарында жатырған нызамларды билемиз. Бирақ усыған қарамастан бул илимлерди шешилген машқалалар қатарына жатқызбаймыз. Биз ҳәзирше адамның минез-қулқын математикалық теңлемелер жәрдеминде болжаў бойынша ҳеш қандай табысқа жетисе алғанымыз жоқ. Солай етип егер биз тийкарғы нызамлардың толық системасын тапсақ та, бизиң алдымызда жуўық усылларды ислеп шығаўға қаратылған бизиң интеллектимизге шақырық турады. Усындай жуўық болса да усыллардың жәрдеминде биз ҳақыйқый қурамалы ситуациялардағы мүмкин болған нәтийжелерди болжай алған болар едик. Ҳәзирше толық қарама-қарсылықсыз теория тек ғана биринши қәдем болып есапланады: бизиң тийкарғы мақсетимиз бизиң әтирапымызда болып атырғанлардың барлығын ҳәм бизиң жасап атырғанымызды толық түсиниў болып табылады.

Жуўмақлаў

Биз таң қаларлықтай дүньяда жасап атырмыз. Әтирапымызда көринген нәрселердиң бәрин де түсингимиз ҳәм төмендегидей сораўларды бергимиз келеди: Әлем қалай пайда болған, Әлемде бизлер қандай орынды ийелеймиз, бизлер ҳәм Әлем қай жерден алынған, неликтен барлық өзгерислер бизлер көрип турғандай болып әмелге асады, ал басқаша емес??? Усындай сораўларға жуўап бериў ушын биз дүньяның базы бир картинасын қабыл етемиз. Бириниң үстине бири минип турған тасбақалардан ибарат, ал ең жоқарысындағы тасбақаның үстинде жалпақ жер орналасқан минар да, суперструналар теориясы да усындай картиналардан болыўы мүмкин. Булардың екеўи де Әлемниң теориялары болып табылады, бирақ екиншиси бириншисине қарағанда әдеўир математикалы ҳәм дәл. Бул теориялардың биреўи де бақлаўларда тастыйықланбаған: арқасында бизиң Жеримиз турған гигант тасбақаны ҳеш ким көрген жоқ, бирақ суперструнаны да ҳеш ким ҳеш қашан көрген жоқ. Бирақ тасбақалар моделин жақсы илимий теория деп айта алмаймыз, себеби дүньяның шетине келгенде адамлардың төмен қарай қулап түсиў мүмкиншилигин болжайды. Бундай мүмкиншилик экспериментте тастыйықланбады, сондай-ақ адамлардың Бермуд үш мүйешлигинде жоғалып кетиўиниң себеби бола алмайды.

Әлемди түсиндириўдеги ҳәм тәрийиплеўдеги биринши тырысыўлар ўақыялар менен қубылсыларды адам эмоцияларына ийе ҳәм адамлардай болып ҳәрекет ететуғын ҳәм абсолют болжанбайтуғын руўҳлар басқарады деген көз-қарасларға тийкарланған еди. Бул руўҳлар тәбияттағы дәрьяларды, таўларды, Қуяш ҳәм Ай сыяқлы аспан денелерин пайда етти деп түсиндирилди. Олардың кеўлин алыў ҳәм олардың өнимдар топырақ бериўине ҳәм мәўсимлерди өзгертиўине жетисиў керек деп есапланды. Бирақ әсте ақырынлық пенен адамлардың анық нызамлықларды сезиўи керек болды: Қудайға қурбанлық шалыныўынан ғәрезсиз Қуяш ҳәр күни шығыс тәрептен шығады ҳәм батыс тәрепте батады. Қуяш, Ай ҳәм планеталар дәл болжаныўы мүмкин болған анық жоллар менен қозғалады екен. Қуяш пенен Айдың Қудай, бирақ қатаң, ҳеш қандай өзине тән емес өзгерислерге жол қоймайтуғын Қудай болып көриниўи мүмкин еди (тек ғана Иисус Навин ушын Қуяштың пайда болғанлығы ҳаққындағы легендаларға кеўил бөлмесек).

Дәслеп нызамлар тек астрономияда ҳәм бармақ бүгип санағандай айырым жағдайларда табылды. Цивилизацияның раўажланыў барысында, әсиресе соцғы үш жүз жыл ишинде, көп сандағы жаңа нызамлықлар менен нызамлар ашылды. Бул нызамларды табыслы түрде қолланыў XIX әсирдиң басында Лапласты илимий детерменизм доктринасына алып келди. Оның мәниси төмендегидей: егер қандай да бир ўақыт моментинде Әлемниң ҳалы белгили болса, онда Әлемниң буннан кейинги раўажланыўын дәл анықлайтуғын нызамлардың системасының болыўы керек. Бул детерменизмде усы нызамларды қалай сайлап алыў ҳаққында ҳеш нәрсе айтылмады ҳәм Әлемниң басланғыш ҳалы анықланбады. Усылардың екеўин де шешиў Қудайға қалдырылды. Қудайдың Әлемниң басының қандай болғанлығын ҳәм оның қандай нызамларға бағынатуғынлығын шешиўи керек болды. Бирақ Әлемниң пайда болыўы менен оның араласыўы тоқтады. XIX әсирде Қудай ушын тек илимге түсиниксиз болған областлар ғана қалдырылды.

Бизлер ҳәзир Лапластың детерменизм ҳаққындағы әрманларының кеминде оның өзиниң түсингениндей түрде ҳақыйқый емес екенлигин билемиз. Квант-механикалық анықсызлық принципи бойынша базы бир жуп шамалардың екеўиниң де дәл мәнислерин (мысалы бөлекшениң кеңисликтеги орны менен оның тезлиги) бир ўақытта дәл болжаў мүмкин емес.

Квантлық механика бундай жағдайларда бөлекшелерди дәл орынларға ҳәм тезликлерге ийе болмайды, ал толқын түринде болады деп есаплаўшы квантлық теориялардың пүтин бир классына сүйенеди. Бундай квантлық теориялар толқынлардың ўақыт бойынша өзгерисин көрсетеди ҳәм усындай мәнисте детерменистлик болады. Сонлықтан бир ўақыт моментиндеги толқынның характеристикаларын билиў арқалы басқа бир ўақыт моментиндеги толқынның қандай болатуғынлығын анықлай аламыз. Тосынарлық ҳәм болжаўдың мүмкин емеслиги Элементлери бөлекшелердиң аўҳалы ҳәм тезликлери ҳаққындағы көз-қараслар тийкарында пайда болады. Бирақ, шамасы, бизиң қәтелигимиз усыннан ибарат болады: мүмкин бөлекшелердиң ҳеш қандай аўҳаллары да, тезликлери де жоқ, ал тек толқынлар бар болатуғын шығар? Атап айтқанда қәтелик толқын түсинигин тырысқан, қатпарланған аўҳаллар ҳәм тезликлер ҳаққындағы түсиниклерге қысып киргизиўге тырысқанлығымызда. Ал пайда болған сәйкесликтиң жоқлығы болжаўдың мүмкин емеслигиниң себеби. Солай етип биз илим алдына басқа мәселе қойдық: анықсызлық принципи мүмкиншилик беретуғындай ўақыяларды болжай алатуғын нызамларды табыў. Бирақ бәри бир мынадай сораў жуўапсыз қалады: Не себептен Әлемниң басланғыш ҳаллары менен нызамлары сайлап алынған?

Бул китапта мен гравитация бағынатуғын нызамларға айрықша кеўил бөлдим. Себеби белгили болған күшлердиң төрт типиниң ең әззиси болса да гравитациялық күшлердиң тәсиринде Әлемниң ири масштаблы қурылысы қәлиплеседи. Гравитацияның нызамлары жақын ўақытларға шекем сақланып келген Әлем ўақытқа байланыслы өзгермейди деген көз-қарас пенен үйлеспейди: гравитациялық күшлер барлық ўақытта да тартысыў күшлери болғанлықтан Әлемниң кеңейиўиниң ямаса қысылыўының кереклиги келип шығады. Улыўмалық салыстырмалық теориясы бойынша бурынлары тығызлығы шексиз үлкен ҳал - ўақытты есаплаўдың басы - үлкен партланыўдың болыўы керек. Сол сыяқлы егер барлық Әлем қайтадан коллапсты басынан кеширетуғын болса, онда болажақта тығызлығы шексиз үлкен және бир ҳалдың жүзеге келиўи керек. Буны үлкен қаўсырылыў деп атаймыз ҳәм бул ўақыттың өтиўиниң ақыры болып табылады. Ҳәтте Әлемниң екинши коллапсы болмайтуғын болса да, қара қурдымлар пайда болған барлық локалланған барлық областлардан бәри бир сингулярлықлар пайда болады. Қара қурдымға қулап түсиўшилер ушын бул сингулярлықлар ўақыттың ақыры болып табылады. Үлкен партланыў ноқатында ҳәм барлық сингулярлықларда барлық нызамлар бузылады. Сонлықтан сингулярлықта нениң болғатуғынлығын ҳәм Әлемниң басының қандай болғанлығын анықлаўда Қудай ушын үлкен сайлап алыў мүмкиншиликлери сақланып қалады.

Шамалап айтқанда квантлық механиканы улыўмалық салыстырмалық теориясы менен бириктиргенде усы ўақытқа шекем белгисиз болған мүмкиншилик пайда болады: кеңислик ҳәм ўақыт биргеликте сингулярлыққа және шегараларға ийе болмайтуғын, шекли, Жердиң бетине уқсас, бирақ өлшемлер саны көп болған төрт өлшемли кеңислик пайда етеди. Усындай қәдемниң жардеминде Әлемниң бақланатуғын қәсийетлериниң көпшилигин түсиндириўге болар еди (мысалы үлкен масштаблардағы бир теклилиги, киши масштаблардағы галактикалар, жулдызлар, ҳәтте адамлар сыяқлы бир теклиликтен аўытқыўлар). Усындай қәдемниң жәрдеминде ҳәтте бизлер бақлап жүрген ўақыт тилин де түсиндириўге болар еди. Бирақ егер Әлем толығы менен туйық, сингулярлыққа ийе емес, шегаралары жоқ болса, онда бул жерден Қудайдың Дөретиўши сыпатындағы тутқан орны келип шығады.

Бир ўақытлары Эйнштейн "Әлемди дөретип атырғанда Қудайда қандай таңлап алыў мүмкиншиликлери болған? деп сораў берген. Егер шегаралардың жоқ екенлиги ҳаққындағы болжаў дурыс болатуғын болса Қудайда Әлемниң басланғыш ҳалын сайлап алыўда ҳеш қандай таңлап алыў мүмкиншилиги болмаған. Әлбетте онда Әлем бағынатуғын нызамларды таңлап алыў мүмкиншилиги болған. Бирақ бул нызамлардың саны онша көп емес, қарама-қарсылықсыз ҳәм Әлемниң нызамларын изертлей алатуғын ҳәм Қудайдың мәниси ҳаққындағы сораўларды бере алатуғын адамзат сыяқлы қурамалы структуралардың пайда болатуғын бирден бир теориялардың саны биреў ямаса бир неше (мысалы гетероток тар теориясы).

Ҳәтте егер тек ғана бир теория мүмкин болған жағдайда да бул теорияның қағыйдалар менен теңлемелердиң жыйнағы екенлигин умытпаўымыз керек. Бирақ тиришиликти бул теңлемелерге не киргизеди ҳәм усы теңлемелер тәрийиплейтуғын Әлемди не пайда етеди? Әдеттегидей жолы математикалық моделди дүзиў болған илим усы модел тәрийиплейтуғын Әлемниң не себепли бар екенлигин ҳаққындағы сораўға жуўап бере алмайды. Нениң себебинен Әлем барлық қыйыншылықларға ҳәм қурамалықларға қарамастан жасап атыр? Нениң себебинен бирден бир теория күшли ҳәм өзи өзиниң реализацияланыў себеби болып табылады? Ямаса оған Дөретиўши керек пе, ал егер керек болса ол Әлемге қандай да бир тәсир жасай ала ма? Ҳәм оның өзин ким дөреткен?

Ҳәзирше алымлардың көпшилиги Әлемниң бар екенлигин тәрийиплейтуғын жаңа теорияларды раўажландырыў менен бәнт. Оларға не себептен Әлем бар деген сораўға жуўап бериўге ўақыт жоқ. Жумыслары "не себептен" деп сораў бериўден туратуғын философлар болса илимий теориялардың раўажланыўының изинен қуўып жете алмай атыр. XVIII әсирде философлар барлық адамзат билимин, соның ишинде илимди өзиниң ислери деп есаплады ҳәм Әлемниң басы болды ма? деген сораўларды талқылаў менен шуғылланды. Бирақ XIX ҳәм ХХ әсирлердиң есаплаўлары менен математикалық аппараты философлар ҳәм қәниге емеслердиң барлығы ушын дым қурамалы болып кетти. Сонлықтан философлар өзиниң мәселелирин бираз қысты. Бизиң әсиримиздиң ең белгили философы Виттгенштейн усы мәселеде "Философия ушын қалған бирден бир нәрсе тилдиң анализи болып табылады" деди. Аристотельден Кантқа шекемги уллы дәстүрлерге ийе болған философия ушын қандай кемситиў!

Бирақ егер бизлер ҳақыйқатында да толық теорияны аша алатуғын болсақ, ўақыттың өтиўи менен ол теорияның тийкарғы принциплери тек ғана қәнигелерге емес, ал ҳәр бир адам ушын түсиникли болады. Бундай жағдайда бизлердиң барлығымыз, философлар, алымлар ҳәм әдеттегидей адамлар не себепли усындай қубылыслар болды, неликтен бизлер ҳәм Әлем бар деген сораўларға жуўап бериўге арналған дискуссияларға қатнасыў мүмкиншилигин аламыз. Егер усы сораўға жуўап табылса, онда ол адам ойының триумфы болады ҳәм бундай жағдайда Қудайдың ойларын бизлер түсинемиз.

Альберт Эйнштейн

Эйнштейнниң ядролық қуралға тийкарланған сиясат пенен қандай байланыста болғанлығы жақсы белгили: ол президент Рузвельтке өзиниң белгили хатын жазды. Бул хат Қурама Штатларға аўҳалды дурыс баҳалаўға мәжбүрледи. Ал урыстан кейин ол ядролық урыстың алдын алыў бойынша ҳәрекетке қатнасты. Бул сиясатқа тартылған алымдың өмириниң айырым эпизодлары емес. Өзиниң сөзлери бойынша Эйнштейнниң өмири "сиясат пенен теңлемелер арасында өтти".

Эйнштейнниң дәслепки сиясый активлилиги Биринши дүнья жүзилик урыс ўақтында Берлинде профессор болып ислеп жүргенде пайда болды. Адамлардың өмирлериниң пайдасыз үзилгенлигине қәҳәрленген ол антиәскерий демонстрацияларға қатнасты. Оның гражданлық халықты қорғаў бойынша шығып сөйлеўлери, армияға барыўдан бас тартқанларды журтшылықтың алдында қоллап-қуўатлаўы өзиниң кәсиплеслери арасында оның абырайын көтере алмады. Урыстан кейин Эйнштейн өзиниң күшин тәреплердиң жарасыўына, халық аралық қатнаслардың жақсыланыўына қаратты. Усындай ҳәрекетлер де Эйнгштейнниң адамлар арасындағы абырайын көтермеди ҳәм бираз ўақыттан кейин оған Қурама Штатларға барып лекциялар оқыўға қыйын болып қалды.

Эйнштейнниң өмириндеги екинши әҳмийетли ис сионизм болды. Келип шығыўы бойынша еврей болса да Эйнштейн Қудайдың Библиялық идеясын бийкарлады. Биринши дүнья жүзилик урыстан бурынғы ҳәм оннан кейинги кем-кемнен күшейип баратырған антисемитизм толқыны Эйнштейнди еврейлердиң жәмәәтине теңлестириўге алып келди ҳәм ол сионизмниң толық тәрепдарына айланды. Бул жағдайда да белгилилигиниң төменлеўи Эйнштейнге өзиниң пикирлерин пашықтан-ашық айтыўда тоқтата алған жоқ. Оның теориясының даңқы көтерилди, ҳәтте антиэйнштейнлик шөлкем де пайда болды. Бир адам Эйнштейнди өлтириўге шақырғанлығы ушын судқа берилди (ҳәм барлығы болып алты доллар жәрийма салынған). Бирақ Эйнштейн сабырлылық көрсетти, ал "Эйнштейнге қарсы жүз автор" китабы шыққан ўақытта ол "Егер мениң ислерим дурыс болмағанда биреўи-ақ жеткиликли болған болар еди" деп жуўап берди. 1933-жылы мэмлекет басына Гитлер келди. Усы ўақытлары Америкада болған Эйнштейн Германияға қайтпайтуғынлығын дағазалады. Нацистлик әскерлер оның үйин қоршап алғанда, ал оның банктеги есабы конфискацияланғанда Берлинде шығатуғын газеталардың биринде "Жақсы хабарлар - Эйнштейн қайтып келмейди" деген үлкен ҳәриплер менен жазылған сөзлер пайда болды. Нацистлик қәўетердиң ақыбетинде Эйнштейн пацифизмнен узақласты ҳәм немең алымларының атом бомбасын соғыўынан қорыққанлығынан ақыр-аяғында Қурама Штатларға өзиниң меншикли атом бомбасын дөретиўди усынды. Бирақ бириши атом бомбасының партланыўынан бурын-ақ ол ядролық урыстың қәўиплилиги ҳаққында журтшылықты алдын ала ескертти ҳәм ядролық қуралларды халықаралық қадағалаўды шөлкемлестириўди усынды. Эйнштейнниң барлық өмириниң барысындағы оның жарастырыўшылық тырысыўлары оған белгили бир беккем нәтийжелерди бермеди ҳәм оның досларының санын арттырмады. Бирақ оның сионизмди жақлаў бойынша көпшилик алдындағы шығып сөйлеўлери ылайықлы баҳаланды ҳәм 1952-жылы оған Израилдың Президенти лаўазымы усынылды. Эйнштейн өзин сиясатта дым наданман деп дағазалап бул лаўазымнан бас тартты. Бирақ бас тартыўдың ҳақыйқый себеби басқа болса керек. Онын және бир цитата келтиремиз: "Мениң ушын теңлемелер әҳмийетлирек, себеби сиясат бүгинги күн ушын, ал теңлемелер мәңгиге керек".

Галилео Галилей

Галилей басқа айырым адамларға қарағанда ҳәзирги заман илиминиң туўылыўында көбирек жуўапкер. Католик ширкеўи менен болған атақлы бәсекелесиў Галилейдиң философиясындағы орайлық орынды ийеледи. Өйткени ол бириншилерден болып дүньяның қурылысын түсиниўге адамда үмит бар деп дағазалады, оннан қала берсе бизиң ҳақыйқый дүньямызды бақлаў арқалы сол түсиниўге жетиў мүмкин деп есаплады. Галилей дәслептен-ақ Коперниктиң теориясына исенди (планеталардың Қуяштың дөгерегинде айланатуғынлығы ҳаққында), бирақ Коперник теориясының дурыслығын тастыйықлағаннан кейин ғана бул ҳаққында көпшиликке айта баслады. Коперник теориясына арналған жумысын ол италия тилинде жазды (сол ўақытлары қабыл етилген академиялық латын тилинде емес) ҳәм оның көз-қараслары университетлер шеклеринен узақларға тарқалды. Бул Аристотельдиң тәлиматын даўам еттириўшилерине унамады ҳәм олар Католик Ширкеўин Коперниктиң тәлиматына қарсы қойып Галилейге қарсы бирлести. Булардан тәсирленген Галилей ширкеўде ислейтуғын абырайлы адамлар менен кеңесиў ушын Римге қарай жол алды. Ол Бибиляның мақсетлери илимий теорияларды қандай да бир сәўленедириўден ибарат емес, дурыс ақылға қарама-қарсы келген Бибиядағы жазылғанларды аллегория сыпатында қабыл етиў керек деп дағазалады. Бирақ протестантлар менен гүресте кесент бериў мүмкин болған даўдан қорыққан Ширкеў репрессивлик шаралар көриўге өтти. 1616-жылы Коперниктиң тәлиматы "жалған ҳәм қәте" деп дағазаланды, ал Галилейге бул доктринаға сүйениўге ямаса оны жақлаўға мәңги тыйым салынды. Галилей келисим берди.

1623-жылы Галилейдиң ески досларының бири Рим Папасы лаўазымына сайланды. Галилей дәрҳәл 1616-жылғы пәрманның бийкарланыўы ушын ҳәрекет етти. Ол сәтсизликке ушырады, бирақ Аристотельдиң теориясын да, Коперниктиң теориясын да талқылайтуғын китап жазыўға руқсат алды. Оның алдына еки шәрт қойылды: ол ҳеш бир тәрепти қабыл етиў ҳақықына ийе болған жоқ ҳәм адам ҳеш қашан дүньяның қалай қурылғанлығын биле алмайды, себеби Қудай адамның ақылына сыймайтуғын усыллар менен бирдей эффектлерди шақыра алады, адам Қудайдың қудиретине шек қоя алмайды деп есапланды.

Галилейдиң "Дүньяның еки бас системасы ҳаққында диалог" деп аталатуғын китабы цензураның толық мақуллаўында 1632-жылы питти ҳәм баспадан шықты. Бул китап пүткил Европада әдебий ҳәм философиялық айрықша жақсы шығарма сыпатында атап өтилди. Кейин көп узамай папа китаптың Коперниктиң теориясын қоллап-қуўатлайтуғынлығын түсинди ҳәм оны баспадан шығарыўға руқсат бергенлигинен пәнт жеди. Папа цензураның рәсимий руқсатына қарамастан Галилейдиң 1616-жылғы пәрманды бузғанлығын дағазалады. Галилей судқа берилди ҳәм өмириниң ақырына шекем үй қамағына, көпшилик алдында Коперник тәлиматынан ўаз кешиўге ҳүким етилди. Галилей және де келисимге келиўге мәжбүр болды.

Берилген католик болып қалғанлығына қарамастан Галилей илимниң ғәрезсизлиги ҳаққындағы исеними алдында тербелмеди. Өлиминен төрт жыл бурын, 1642-жылы ол Голландиядағы баспаға "Еки жаңа илим" деп аталатуғын екинши үлкен китабының қолжазбасын қупыя түрде жиберди. Оның усы китабы Коперникти қоллағанына қарағанда ҳәзирги илимниң туўылыўына көбирек себеп болды.

Исаак Ньютон

Исаак Ньютонды жағымлы ямаса жақсы адам деп айтыўға болмайды. Басқа алымлар менен жаман қатнасы ақыбетинде журтқа кеңнен танылды ҳәм өмириниң кейинги жылларын ол тийкарынан ҳәр қыйлы урыс-жәнжеллер менен өткерди. Физика бойынша жазылған барлық китаплар ишиндеги сөзсиз ең тәсирлиси болған "Математикалық баслама" деп аталыўшы китап жарық көргеннен кейин Ньютонның абырайы тезден көтерилди. Ол Король жәмийетиниң президенти болып тайынланды ҳәм рыңарлық атаққа миясар болған биринши алым болды. Көп ўақыт өтпей ол "Математикалық басламалар" ушын мағлыўматлар берип турған Король астрономы Джон Флэмстид пенен мәлеллесип қалды. Енди ол Ньютонға зәрүрли болған мағлыўматларды бериўди иркинишке түсире баслады. Ньютон болса бул аўҳал менен келисе алмады ҳәм өзи өзин король обсерваториясының басшыларының қатарына қосты ҳәм кейин нәтийжелердиң дәрҳәл баспадан шығарыўына еристи. Ақыр-аяғында оған Флэмстидтиң жумысын өзлестириўдиң ҳәм оны баспадан шығарыў ҳаққында Флэмстидтиң душпаны болған Эдмонд Галлей менен келисиўдиң сәти түсти. Бирақ Флэмстид исти судқа берди ҳәм суд урланған жумысты тарқатыўды қадаған етип мәселени оның пайдасына шешти. Бундай шешим Ньютонның қәҳәрин келтирди ҳәм "Басламалардың" кейинги басылымларынан Флэмстидтиң жумысларына болған барлық силтеўлерди алып таслады.

Буннан да бетер қаттырақ жәнжел Ньютон менен немең философы Готтфрид Лейбниц арасында болып өтти. Ньютон ҳәм Лейбниц бир биринен ғәрезсиз ҳәзирги заман физикасының үлкен бөлиминиң тийкары болған дифференциаллық есаплаў деп аталатуғын математиканың тараўын раўажландырды. Ньютонның бул есапты Лейбництен бир неше жыл бурын ашқанлығы менен өзиниң нэтийжелерин Лейбництен кейин жәриялағанлығын биз ҳәзир жақсы билемиз. Кимниң биринши болғанлығы ҳаққында үлкен жәнжел басланды. Алымлар еки таласыўшыны да үлкен ҳәўес пенен жақлады. Ньютонды қорғап жазылған мақалалардың барлығы да Ньютонның өзи тәрепинен жазылып, оның досларының атынан жәрияланғанлығы жүдә қызық. Талас қатты қызды, бирақ усы жерде Лейбниц Король жәмийетине қарсылықты шешип бериў 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 жоқ: кейин Ньютонның өзи Лейбницти рәсимий түрде плагиатта айыплап комиссияның есабын жазды ҳәм бул есапты баспадан шығарыўға жәмийетти мәжбүрледи. 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 Кембриджди де, кафедраны да таслап кетти. Ол дәслеп Кембридж университетинде католик динине қарсы ҳәрекетте тепериш түрде қатнасты. Кейин бундай ҳәрекетте парламентте көзге түсти ҳәм усының нәтийжесинде хошаметлеў ретинде Король монеталық дворының сақлаўшысы лаўазымына тайынланды. Бул жерде ол жалған монеталар соғыўшыларға қарсы кең масштаблы илажлар өткерип, өзиниң жаўызлығы менен кекшилигин социаллық жақтан ақлай алды ҳәм ҳәтте оларың бир қаншаларын дарға асыўға жиберди.

Терминлер сөзлиги

Ақ иргежейли - Паулидиң қадаған етиў принципине сәйкес электронлар арасындағы ийтерисиў күшиниң пайда болыўының салдарынан тең салмақлықта туратуғын турақлы салқын жулдыз

Аннигиляция - бөлекше менен антибөлекше соқлығысып бир бирин жоқ қылатуғын процесс.

Антибөлекше - материяның ҳәр бир бөлекшесинде антибөлекшеси бар. Олар бир бири менен соқлығысып бир бирин жоқ қылады.

Антроплық принцип - Әлем қандай болса, биз Әлемди сондай етип көремиз, егер ол басқа болғанда бизлер бул жерде болмаған болар едик ҳәм бизлер бақлай алмас едик.

Арнаўлы салыстырмалық теориясы - Эйнштейнниң теориясы, тийкарғы мәниси еркин түрде қозғалыўшы барлық бақлаўшылар ушын олардың қозғалыс тезлигинен ғәрезсиз илим нызамлары бирдей болады.

Атом - әдеттеги затлардың ең киши бөлекшеси. Атом протонлар менен нейтронлардан туратуғын оғада кишкене ядродан ҳәм оның дөгерегинде айланып жүретуғын электронлардан турады.

Әззи тәсирлесиў - әззилиги бойынша екинши орында туратуғын төрт тәсирлесиўдиң бири. Жүдә киши тәсир етиў радиусына ийе. Әззи тәсирлесиўде материяның барлық бөлекшелери қатнасады, бирақ тәсирлесиўди алып жүриўши бөлекшелер қатнаспайды.

Бөлекшелерди тезлеткиш - электромагнитлердиң жәрдеминде қозғалыўшы зарядланған бөлекшелерди олардың энергияларын турақлы түрде үлкейтип барыў менен тезлендиретуғын дүзилис.

Бөлекшелик-толқынлық дуализм - бөлекшелер менен толқынлар арасында айырма жоқ деп қаралатуғын квантлық механиканың тийкарында жататуғын көз-қарас. Бир қатар жағдайларда бөлекшелер толқындай, ал толқынлар бөлекшедей болып көринеди.

Виртуаллық бөлекше - квантлық механикада - тиккелей регистрациялаў мүмкин емес бөлекше, бирақ олардың бар екенлиги өлшеў мүмкин болған эффектлер тийкарында тастыйықланады.

Гамма нурланыў - радиоактивлик ыдыраўда ямаса Элементар бөлекшелер соқлығысқанда бөлинип шығатуғын жүдә киши толқын узынлығына ийе электромагнит нурланыў.

Геодезиялық - еки ноқат арасындағы ең қысқа (ямаса ең узын) жол.

Гравитациялық тәсирлесиў - үлкен тәсир етиў радиусына ийе төрт фундаменталлық тәсирлесиўдиң ең әззиси. Гравитациялық тәсирлесиўге материяның барлық бөлекшелери қатнасады.

Дәслепки қара қурдым - Әлемниң раўажланыўының ең дәслепки стадияларында пайда болған қара қурдым.

Доплер эффекти - толқын дереги менен бақлаўшының бир бирине салыстырғандағы қозғалысының себебинен толқын жийилигиниң өзгериси.

Жақтылық секундасы (жақтылық жылы) - жақтылықтың бир секундта өтетуғын жолының узынлығы (бир жылда).

Жақтылық конусы - кеңислик-ўақыттағы бет, бул бет берилген ўақыя арқалы өтиўши жақтылық нурларының мүмкин болған бағытларын шеклейди.

Жалацаш сингулярлық - қара қурдымның ишинде жайласпайтуғын кеңислик- ўақыттағы сингулярлық.

Жийилик - толқын ушын бир секундтағы толық цикллер саны.

Жормал ўақыт - жормал бирликлерде өлшенетуғын ўақыт.

Квант - толқынның шығарылыўы ямаса жутылыўы өлшенетуғын ең киши порция.

Квантлық механика - Планктиң квант-механикалық принципи ҳәм Гейзенбергтиң анықсызлық принципи тийкарында ислеп шығылған теория.

Кварк - күшли тәсирлесиўге қатнасатуғын зарядланған Элементар бөлекше. Протонлар менен нейтронлардың ҳәр қайсысы үш кварктен турады.

Кеңислик-ўақыт - ноқатлары ўақыяға сәйкес келетуғын төрт өлшемли кеңислик.

Конфайнмент - адронлар ишиндеги реңли кварклар менен глюонлардың усланып турылыўы, олардан ушып шықпаўы.

Координаталар - ноқаттың кеңисликтеги ҳәм ўақыт бойынша аўҳалын анықлайтуғын санлар.

Космослық цензура - жалацаш сингулярлықлардың пайда болыўына мүмкиншилик бермейтуғын болжаў.

Космологиялық турақлы - кеңислик-ўақыттың кеңейиў тенденциясын алыўы ушын Эйнштейн тәрепинен киргизилген математикалық қосымша шама.

Космология - Әлемди тутасы менен үйренетуғын илим.

Күшли тәсирлесиў - төрт тәсирлесиў арасындағы ең күшли ҳәм ең қысқа аралықлардан тәсир ететуғын тәсирлесиў. Күшли тәсирлесиўдиң салдарынан кварклар протонлар менен нейтронлардың ишинде усласып турады, ал протонлар менен нейтронлар бир жерде бирлесип атом ядроларын пайда етеди.

Қара қурдым - кеңислик-ўақыттың ҳәтте жақтылық та шығып кете алмайтуғын областы, себеби қара қурдымда гравитацияның тәсири оғада күшли.

Қызылға аўысыў - бизден қашықласыўшы жулдыздан шыққан жақтылықтың Доплер эффектине байланыслы қызарыўы.

Магнит майданы - магнит күшлерин пайда етиўши майдан. Ҳәзирги ўақытлары магнит майданы менен электр майданы электромагнит майданына биригеди.

Майдан - кеңислик пенен ўақыттың барлық ноқатларында болатуғын бир нәрсе (бөлекше болса кеңислик пенен ўақыттың бир ноқатында жайласады).

Масса - денедеги затлардың муғдары. Денениң инертлилигиниң өлшеми ямаса оның тезлениўге қарсылық көрсетиў дәрежеси.

Микротолқынлық нурланыў фоны - ең дәслепки ыссы Әлемдеги нурланыў (реликтив нурланыў деп атайды). Бундай нурланыў күшли қызылға аўысқан болып, жақтылық түринде емес, ал микротолқынлық диапазонда регистрацияланады (толқын узынлығы сантиметрлерге тең радиотолқынлар).

Нейтрино - тек әззи ҳәм гравитациялық тәсирлесиўге қатнасатуғын жеңил (массасының жоқ болыўы мүмкин) Элементар бөлекше.

Нейтрон - қәсийетлери бойынша протонға жақын заряды жоқ бөлекше. Көпшилик атом ядроларына кириўши бөлекшелердиң ярымынан асламын қурайды.

Нейтрон жулдыз - Паули принципине сәйкес нейтронлар арасындағы ийтерисиўдиң нәтийжесинде жасаўшы салқын жулдыз.

Позитрон - электронның антибөлекшеси (оң зарядланған).

Паулидиң қадаған етиў принципи - спинлери 1/2 ге тең еки бирдей бөлекшелер бир ўақытта кеңисликтеги бир аўҳалға ҳәм бирдей тезликлерге ийе бола алмайды (анықсызлық принципи беретуғын шеклерде).

Пропорционаллық - "Х шамасы Ү шамасына пропорционал" деген Ү ти бир шамаға көбейткенде Х тың да сондай шамаға көбейтуғынлығын билдиреди. "Х шамасы Ү шамасына кери пропорционал" деген Ү ти бир шамаға көбейткенде Х шамасының сол санға бөлинетуғынлығын билдиреди.

Планктиң квант-механикалық принципи (Планктиң нурланыў нызамы) - жақтылық (ямаса қәлеген классикалық толқын) тек ғана дискрет порциялар - квантлар (жийиликке пропорционал болған энергия) түринде шығарылады ямаса жутылады деп есаплайды.

Протон - оң зарядланған бөлекше. Көпшилик атомлардың ядроларының шама менен жартысын қурайды.

Радиоактивлик - бир атом ядросының екиншисине өзинен өзи айланыўы.

Салмақ - гравитациялық майдан тәрийипинен денеге тәсир ететуғын күш. Денениң салмағы оның массасына пропорционал, бирақ массаға тең емес.

Сингулярлық - майысқанлығы шексиз болған кеңислик-ўақыттың ноқаты.

Сингулярлық ҳаққындағы теорема - белгили бир шараятларда сингулярлықтың орын алатуғынлығын, дара жағдайда Әлемниң басының сингулярлық екенлигин дәлиллейтуғын теорема.

Спектр - толқынның (мысалы электромагнит толқынның) жийилик бойынша қураўшыларға жиклениўи.

Спин (Брт - айланыў, дөцгелеў, таўланыў) - өзиниң меншикли көшери дөгерегинде айланыўына байланыслы болған бөлекшениң ишки қәсийети.

Старционар ҳал - ўақыттың өтиўи менен өзгермейтуғын ҳал: турақлы тезлик пенен айланыўшы шар стационар ҳалда турады. Себеби айланыўына қарамастан ўақыттың ҳәр бир моментинде бирдей болып көринеди.

Тезлениў - қандай да бир объекттиң тезлигиниң өзгериў тезлиги.

Температураның абсолют ноли - температураның мүмкин болған ең киши шамасы. Абсолют нолде затлар жылыллық энергиясына ийе болмайды.

Толқын узынлығы - толқынның еки қоцысылас өркешлери ямаса ойықларыы арасындағы қашықлық.

Уллы бирлесиў теориясы - электромагнит, әззи ҳәм күшли тәсирлесиўлерди бирлестиретуғын теория.

Уллы бирлесиў теориясы энергиясы - энергияның мәниси, бул энергиядан жоқары энергияларды электромагнит, әззи ҳәм күшли тәсирлесиўлер арасында айырма болмайды.

Улыўмалық салыстырмалық теориясы - Эйнштейн тәрепинен дөретилген теория. Оның тийкарында қозғалысынан ғәрезсиз барлық бақлаўшылар ушын илимниң нызамларының бирдей болыўы керек деген болжаў жатады. Бул теорияда гравитациялық тәсирлесиў төрт өлшемли кеңислик-ўақыттың иймейиўи менен түсиндириледи.

Үлкен партланыў - Әлем пайда болған моменттеги сингулярлық.

Үлкен қаўсырылыў - Әлемниң жасаўының ақырғы ноқатындағы сингулярлық.

Ўақыя - кеңисликтеги аўҳалы ҳәм ўақыт пенен анықланатуғын кеңислик-ўақыттағы ноқат.

Ўақыялар горизонты - қара қурдымның шегарасы.

Фаза (толқын ушын) - берилген бир ўақыт моментиндеги циклдағы ноқаттың аўҳалы: ноқаттың өркеште, ойықта ямаса олар арасындағы қандай да бир орында жайласатуғынлығының өлшеми.

Фотон - жақтылық кванты.

Черенков нурланыўы -заттағы жақтылықтың таралыў тезлигинен үлкен турақлы тезлик пенен қозғалатуғын зарядланған бөлекшелер тәрепинен жақтылықтың нурланыўы.

Чандрасекар шеги - турақлы салқын жулдыздың массасының мүмкин болған максималлық мәниси. Жулдыздың массасы бул шектен үлкен болса коллапсланып қара қурдымға айланады.

Шегаралардың жоқлығы шәрти - жормал ўақытта Әлем шекли, бирақ шегаралары жоқ деп қарайтуғын көз-қарас.

Электр заряды - бөлекшениң қәсийети, усы қәсийетке ийе болатуғынлығының салдарынан бөлекше тап сондай (ямаса қарама-қарсы белгиге ийе) зарядқа ийе болған бөлекшени ийтереди (ямаса тартады).

Электромагнит тәсирлесиў - электр зарядына ийе бөлекшелер арасындағы пайда болатуғын тәсирлесиў, төрт фундаменталлық тәсирлесиўдиң күши жағынан екиншиси.

Электрон - терис электр зарядына ийе, атомда ядро дөгерегинде айланыўшы бөлекше.

Элементар бөлекше - бөлинбейди деп есапланатуғын бөлекше.

Электрәззи теория энергиясы - энергияның мәниси (шама менен 100 ГэВ), бул энергиядан жоқары энергияларды электромагнит ҳәм әззи тәсирлесиўлер арасында айырма болмайды.

Энергияның сақланыў нызамы - энергия (ямаса оның массалық эквиваленти) пайда болмайды ямаса жоқ болмайды деп есаплайтуғын илим нызамы.

Ядро - күшли тәсирлесиўдиң салдарынан бир бири менен усланып туратуғын протонлар ҳәм нейтронлардан туратуғын атомның орайлық бөлими.

Ядролық синтез - еки ядроның соқлығысыўы ҳәм оннан кейин массасы үлкен ядроға биригиўи.