

**Ózbekstan Respublikası Joqarı hám orta arnawlı bilim  
ministrligi**

**Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámlekетlik universiteti**

**B.A.Abdikamalov, M.B.Tagaev, R.M.Xojanazarova**

**Fizika iliminiń tariyxı menen xronologiyası**

Mámlekетlik universitetlerdiń fizika qánigeliniń studentleri ushın arnalǵan  
oqıw-metodikalıq qollanba

Nókis 2019

Oqıw-metodikalıq qollanba fizika iliminiń eń áyyemgi dáwirlerden baslap házirgi kúnlerge shekemgi tariyxı menen xronologiyasın óziniń ishine aladı. Qollanbada Álemge hám tábiyatqa bolǵan kóz-qaraslardıń evolyuciyası, fizikalıq nızamlıqlardıń, teoriyalardıń hám principlerdiń ashılıwınıń izbe-izlikleri menen nızamları orın algan.

Qollanbada keltirilgen xronologiya áyyemgi dáwirlerden baslap házirgi kúnlerge shekemgi fizikalıq ashılıwlardı, baqlawlardı óziniń ishine aladı.

Keltirilgen maǵlıwmatlardı tolıqtırıw maqsetinde fizika ilimi boyınsha Nobel siyliǵın algan laureatlar haqqında, siyliq aliwǵa tiykar bolǵan maǵlıwmatlar qaraqalpaq hám ıngliz tilinde berilgen.

Qollanbada keltirilgen maǵlıwmatlardı treneńirek túsiniw ushın arnawlı terminler sózligi qosılǵan.

Pikir bildiriwshiler:

A.Kamalov, Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámlekетlik pedagogikalıq institutınıń fizika-matematika fakultetiniń dekanı, fizika-matematika ilimleriniń doktorı.

B.Dawletmuratov, Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámlekетlik pedagogikalıq institutınıń kásiplik tálim kafedrasınıń baslıǵı, texnika ilimleriniń doktorı.

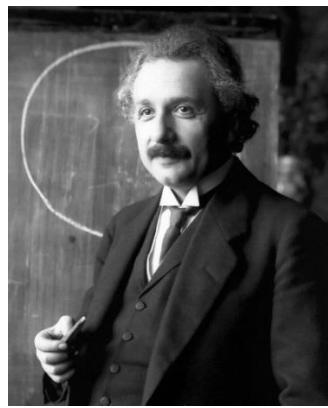
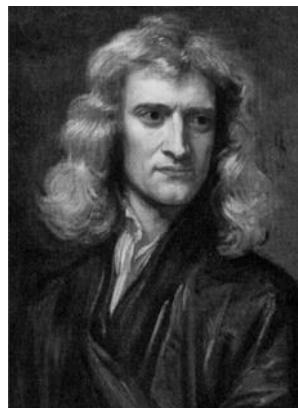
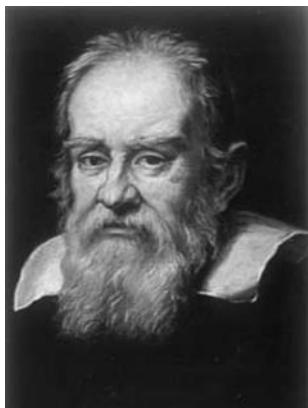
Oqıw-metodikalıq qollanba Berdaq atındaǵı Qaraqalpaq mámlekетlik universitetiniń keńesiniń 2019-jıl 7-sentyabr kúngı májilisinde qaraldı hám maqullandı (1-sanlı protokol).

## Kirisiw

**Fizika iliminiń tariyxı (yamasa ápiwayı Fizika tariyxı)** materiallıq dýnyanıń fundamentallıq (eň ulıwmalıq) qásiyetleri menen obektleriniń qozǵalıs nızamın úyrenetuǵın ilim bolǵan fizikaniń evolyuciyasın izertleydi. Fizikanıń tariyxınıń predmeti fizikalıq bilimlerdiń rawajlanıwındağı tiykarǵı waqıyalardı hám tendencyalardı anıqlaw, olardı ulıwmalastırılǵan túrde tallaw bolıp tabıladı.

Universitette oqitiw processi boyinsha kóp jıllar dawamında toplanǵan tájiriybeler ilimniń tiykarların túsiniw ushın sol ilimniń tariyxın, onıń nızamları, teoriyaları menen principleriniń kelip shıǵıwındağı nızamlıqlardı biliwdiń áhmiyetli ekenligin kórsetedi. Sonıń menen birge ilimniń rawajlanıwı menen adamzat jámietiniń rawajlanıwı arasındağı tiykarǵı baylanıslar ayqınlasadi.

XVII ásirge shekem mehanika, fizika, Jer haqqındağı ilimler, astronomiya, hátte fiziologiya "natural filosofiya" dep atalatuǵın "bilimlerdiń jiynaǵının" bir bólegi bolıp keldi. Bul ilim tábiyyiy qubılıslar haqqındağı pozitiv maǵlıwmatlardı hám aqılǵa muwapiq keletuǵın fantaziyalardıń tiykarında danışpanlıq penen aytılǵan pikirlerdi hám kóphshilik jaǵdaylarda usı qubılıslardıń sebepleri haqqındağı qáte juwmaqlardı (keńislik, waqt, qozǵalıs túsinikleri tábiyyiy nızamlıqlar, dýnyanıń sheksizligi, keńislik kontinuumı, zattıń diskret strukturası ideyası) óziniń ishine alatuǵın edi.



Fizika ilimin dóretiwde miyneti eň ullı alımlar: Galileo Galilei, Isaak Nyuton hám Albert Eynshteyn.

Óz aldına ilim sıpatında qáliplesken fizika iliminiń tariyxı XVII ásirde G.Galileydiń hám onıń shákirtleriniń tájiriybelerinen baslanadı. Klassikaliq fizikanıń teoriyalıq fundamentin XVII ásirdıń aqırında Isaak Nyuton dóretti. Tez pátler menen texnologiyalıq rawajlanıw hám onı teoriyalıq jaqtan túsiniw XVIII—XIX ásırlerde tiykarǵı fizikalıq túsiniklerdiń anıqlanıwına (massa, energiya, impuls, atomlar h.t.b.) hám olardıń arasındağı baylanıslardıń eksperimentlerde isenimli túrde tastıyiqlanǵan fundamentallıq nızamlarınıń ashılıwına alıp keldi.

XX ásirdıń basında fizika iliminiń bir neshe tarawlarında bir waqitta klassikaliq fizikanı qollanıwdıń sheklengenligi ayqın kórindi. Salıstırmalıq teoriyası, kvantlıq fizika, mikrobólekshelerdiń teoriyası h.t.b. jańa tarawlar qáliplesti. Biraq sheshilmegen fizikalıq mashqalalardıń sanı kemeymedi hám bul jaǵday bul ilimniń bunnan bılıay rawajlanıwin támiyinledi.

Fizika iliminiń tariyxı menen onıń xronologiyasın óz ishine alatuǵın bul oqıw qollanbasında eň áyyemgi dáwirlerden baslap házirgi kúnlerge shekemgi Jer júzindegı kóp sanlı rawajlangan ellerdegi fizika iliminde júz bergen ashılıwlar, baqlawlar menen ólshew jumıslarınıń nátiyjeleri keltirilgen. Berilgen maǵlıwmatlardıń tolıǵıraq boliwi ushın fizika boyinsha Nobel siylığın aliwǵa miyasar bolǵan fizik alımlar, siylıqtıń qashan jáne qanday jetiskenlikleri ushın berilgenligi haqqındağı qaraqalpaq hám inglez tilindegi maǵlıwmatlar da keltirilgen. Paydalanylǵan fizikalıq terminlerdi tolıq túsiniw maqsetinde qollanba terminler sózligi menen tolıqtırılǵan.

## Eň áyyemgi fizikalıq kóz-qaraslar

Áyyemgi dáwirleri astronomiyanıń, optikaniń hám basqa da ilimlerdiń ayaqqa turıw processi baslandı. Bul ilimlerdegi progress matematikanıń rawajlanıwınıń zárúrligin payda etip ǵana qoyǵan joq, al matematikanıń ózi de sol ilimlerge baylanıslı bolıp qaldı. Sol dáwirleri naturfilosofiya

rawajlandı hám bul ilim tiykarınan qubılıslardıń sebeplerin sapalıq jaqtan túsindiriwge tırısti. Tábiyattaǵı qubılıslardıń paydalı modelin ámeliy jaqtan dóretiw múmkın bolmaǵan jaǵdaylarda olardı diniy ańızlar menen almastırıldı (mísali, nayzaǵaydıń shaǵıwi qudaylardıń qáháriniń keliwi, Quyashtiń tutılıwı aydarhalardıń isi h.b.).

Áyyemgi waqtılarda teoriyalıq modellerdi hám qaysı juwaptıń durıs ekenligin tekserip kóriw, hárte hár kúni baqlanıp kiyatırǵan qubılıslardı túsindiriw ushın jaramlı bolǵan qurallar dím az edi. Sol dáwirlerde tábiyyiy fizikalıq shamalar bolǵan salmaqtı, üzinliqtı hám múyeshti ǵana dál ólshew múmkın boldı. Waqıttıń etalonı sıpatında sutka xızmet etti. Áyyemgi Mísırda sutkani 24 saatqa emes, al 12 kúndizgi hám 12 túngı saatlarǵa bóldı hám sonlıqtan eki túrde saat xızmet etti hám onıń uzınlığı hár qıylı máwsimlerde hár qıylı boldı. Biraq, hárte biziń ushın tanis bolǵan waqıttıń birligi ornatılgannan keyin de dál jüretuǵın saatlardıń bolmaǵanlıǵınan fizikalıq eksperimentlerdiń kóphsiligin ótkeriw múmkinshiliği bolmadı. Usı jaǵdayǵa baylanıshı ilimiy bilimlerdiń ornına oylaw menen juwmaqqqa keletüǵın hám mistikaliq tálimatlar payda boldı.

Tábiyat haqqındaǵı usınday kóz-qaraslardıń payda bolıwı menen bir qatarda adam aspan jaqtırtqıshları, ósimlikler hám haywanlar, qozǵalıslar hám kúshler, meteorologıyalıq h.t.b. qubılıslar haqqında haqıqıy bilimlerge iye bola basladı. Toplanǵan bilimler, ámeliy kónlikpeler áwladlardan awladlarǵa berildi, bolajaq ilimlerdiń eń dáslepki fonın payda etti. Jámiyettiń hám jámiyetlik miynettiń rawajlanıwı ornıqlı civilizaciyalardıń payda bolıwına alıp keldi. Biz tariyxтан usınday sharayatlardıń arqa-shıǵıs Afrikadaǵı Nil dáryasınıń oypatlıǵında, Kishi Aziyadaǵı Tigr hám Evfrat dáryalarınıń arasında payda bolǵanın bilemiz. Bul jerlerde biziń eramızǵa shekemshi IV miń jıllıqlarda eń áyyemgi qul iyelewshi mámleketler qáliplesti hám bul mámleketler házirgi zaman iliminiń besiginiń ornın iyeledi. Jámiyyette payda bolǵan zárúrlıkler jazıwdıń payda bolıwına (Mísırda ieroglfiderdiń, Vavilonda klinopistiń), astronomıyalıq hám matematikalıq bilimlerdiń qálipesiwine alıp keldi.

Vavilonda matematika menen astronomıyanıń rawajlanıwı joqarı dárejege jetti. Bul jerdegi alımlar Pifagor teoremasıń bildi, kvadratlardı hám kvadratlıq tóbırlerdi, kublardı hám kublıq korenlerdi esaplay aldı jáne tenermeler sisteması menen kvadrat teńlemelerdi sheshe aldı. Ekiptikani zodiaktıń 12 shoq juldızlarına bólıw de vavilonlıqlarǵa tiyisli.

Astronomiya tábiyattanıwdıń rawajlanıwı baslangan birinshi tábiyattanıw ilimi bolıp tabıladı.

Áyyemgi mámleketlerdegi úlken qurılıslar (xramlar, qorǵanlar, piramidalar, obeliskler) eń keminde qurılıs mexanikası menen statika boyınsha emperikalıq bilimlerdi talap etti. Qurılıs islerinde eń ápiwayı mexanizmler bolǵan richaglar, katoklar, qıya tegislikler keńnen paydalanıldı. Nátiyjede ámeliy zárúrlıkler adamzattıń ómirine ilimiy bilimlerdiń baslanıwin alıp keldi (arifmetikanıń, geometriyanıń, algebraniń, astronomıyanıń, mexanikaniń hám basqa da tábiyyiy ilimlerdiń).

## Mesopotamiya hám áyyemgi Mísır<sup>1</sup>

Áyyemgi Mísır menen Vavilonnан qalǵan hújjetlerdiń kóp bolıwına qaramastan (biziń eramızdan burıńğı III-I miń jıllıqlar) sol hújjetlerdiń birewinde de fizika boyınsha qanday da bir maǵlıwmat tabılmagań. Sol dáwirlerdegi rawajlangan teoriyalıq ilim ele astrologıyadan ayrılp shıqpaǵan astronomiya bolsa kerek. Vavilonlıqlar astronomiya ushın waqt penen múyeshlerdi ólshewdiń ádewir dál usılların islep shıqqan; vavilonadaǵı astronomıyalıq kestelerdiń dálligi mísırdaǵı kestelerdiń dálliginen ádewir joqarı.

<sup>1</sup> Mesopotamiya (áyyemgi grek tilinde Μεσοποταμία; arabsha مَرْسَى الْجَزِيرَةِ، El-Djezira, yamasa arabsha ما بين النهرين, Ma-Bayn-en-Naxrayn; aramey tilinde ܒܼܻܻܻܲ ܻܻܻ، túrikshe Mezopotamy) — Jaqın shıǵıstaǵı tariyxıy-geografiyalıq region, Tagr hám Evfrat dáryalarınıń ańǵarında jaylasqan. Adamzat tariyxındaǵı eń áyyemgi civilizaciyalardıń qálipesken jerleriniń biri. Ilimiy ádebiyatta regionnıń alternativlik atamaları da gezlesedi.

Mesopotamiyaǵa tiyisli bolǵan jerlerdi óziniń ishine alatıǵın házirgi waqtılardaǵı mámleketler: Irak, arqa-shıǵıs Siriya, Iran hám Turciya.

Mísır (arabsha مصر / Miṣr , masri tilinde Masr / Maṣr , kopt. XHM ), rásimiy ataması: **Mísır Arab Respublikası** (arabsha جمهورية مصر العربية / Djumxuriyyat Misr al-Arabiyya, masri Gumxuriya Masr il-Arabiyya) - Arqa Afrikada hám Aziyadaǵı Sinay yarımdań jaylasqan mámleket (sonlıqtan onı eki materiktegi el dep ataydı).

Ámelyi ilimler tarawında misirlilar da, vavilonlıqlar da ádewir alǵa jılıjıǵan – qurılısta olar bloklardı, qıya tegisliklerdi, richaglardı, sinalardı hám basqa da mexanizmlerdi sheber qollana alǵan. Biraq olarda qanday da bir rawajlangan fizikalıq teoriyanıń bar ekenligi haqqında belgi sezilmeydi. Haqiyatında da Vavilonda kóp sanlı fizikalıq baqlawlardıń jáne texnikalıq tájiriybelerdiń nátiyjelerin paydalananatúǵın rawajlangan "emperikalıq fizika" niń bar bolǵanlıǵına qaramastan ilimiý bilimler menen kóz-qaraslardıń sistemasi sıpatındaǵı fizika bolǵan joq hám bunday fizikaniń bolıwiniń da múmkinshiliǵi joq edi.

Tap usınday juwmaqtı Misar ushın da shıǵarıwǵa boladı. Áyyemgi Mısırda haqıqıy fizikalıq bilimler tek ellinler dáwiri dep atalatuǵın dáwirlerde ǵana (biziń eramızǵa shekemgi III ásır) rawajlana basladı. Bul dáwir awıl-xojalıǵı qáwımliginiń idırawı hám ónermentshilik penen sawdaniń tez pát penen rawajlanıwı menen táriyiplenedi. Sonlıqtan biziń eramızga shekemgi III ásırdań ilimin grek-rim mádeniyati orın alǵan ellerdegi fizikaniń tariyxı menen birge qaraw kerek boladı.

## Áyyemgi Qıtay

Qıtayda tábiyattaniw tarawı boyınsha bizge shekem jetip kelgen eń áyyemgi ilimiý miynetler biziń eramızǵa shekemgi VII ásırlege tiyisli. Biraq onnan da burın jazılǵan ilimiý miynetlerdiń bar bolıwi múmkin degen boljaw bar. Áyyemgi dáwirlerden baslap Qıtay qurılıs hám ónermentlikte joqarı rawajlanıwǵa eristi hám toplangan tájiriybeler ilimiý jaqtan tallanǵan. Qıtay fizikasınıń eń joqarı rawajlanıwı biziń eramızǵa shekemgi V—II ásırlege tiyisli dep esaplanadı. Áyyemgi Qıtay alımlarınıń pikirleriniń nátiyjeleri hár qıylı ulıwma filosofiyalıq shıǵarmalarǵa kirgen. Sol shıǵarmalardıń ishinde alım Mo-czınıń (biziń eramızǵa shekemgi IV ásır) hám onıń shákirtleriniń (miistler) miynetleri kózge túsedı<sup>2</sup>.

Fizikalıq máseleler tallanǵan "Moistlik kanon" shıǵarmasınıń bóliminde tiykargı dıqqat mexanikaǵa awdarılǵan. Bul miynette inerciya nızamın tabıwǵa trısqan: "Qozǵalıs qarama-qarsı kúshtiń tásirinde toqtaydı... Eger qarsı tásir etetuǵın hesh qanday kúsh bolmasa, onda qozǵalıs hesh waqitta da tamam bolmaydı". Bunnan keyin bazı bir "kópir arqalı ótiw" eske alıp ótiledi. Oni erkin qozǵalistıń tuwrı sızıqlı ekenligi haqqındaǵı tastiyıqlaw dep túsindiriw múmkin. Basqa qıtay shıǵarmalarında (sapılıq formulirovkalarda) tásir etiw, karsı tásir nızamı, richag nızamı, qızǵanda denelerdiń keńeyiwi hám salqınlatlıǵanda qıslılıwı kórinedi.



Qıtay naturfilosofyasındaǵı dúnyanıń qurılısınıń stixiyalarınıń bir bıri menen baylanısınıń pentogramması.



Xin dinastiyasınıń dáwirindegi Áyyemgi Qıtay kompasınıń rekonstrukciyası.

Qıtaylılar geometriyalıq optikaniń nızamların ashıwda ádewir alǵa jılıjıdı. Misali, olarǵa kamera-obskura belgili edi. Onıń járdeminde súwrettiń payda bolıw principi "Mo-czin" traktatında pútkaǵı durıs túsindirilgen. Shama menen biziń eramızǵa shekemgi VI ásirden baslap kompas ("Túslikti kórsetkish") qollanıla basladı. Kompastıń islew principin qıtaylıqlar juldızlardıń tásiri menen

<sup>2</sup> **Mo Di** (qıtay tilinde 墨翟) yaması **Mo-czi** (qıtay tilinde 墨子; biziń eramızǵa shekemgi shama menen 470 - 391 jıllar) — áyyemgi qıtay filosofi. Ol hámme ushın qalıs muxabbat hám mámlekетlik konsekvencializm tálimatın dóretken. Bul tálımatıń diniy forması moizm bolıp tabıladi. Kóp ásırler dawamında konfucianlıq penen jarısıp keldi. Keyinirek Xan imperiyasınıń (biziń eramızǵa shekemgi 206-220 jıllar) mámlekетlik ideologiyasına aylandı hám basqa filosofiyalıq doktrinalardı qısıp shıǵardi.

túsindirdi hám onı pal ashıw ushın da qollandi. Bizler ushın tanıs bolǵan strelkalı kompas ta Qıtayda biziń eramızdiń XI ásirinde payda boldı. Qıtay alımları muzıkaniń teoriyası (sonıń ishinde rezonans) hám akustika menen kóp shugıllanǵan.

Tutası menen áyyemgi Qıtay fizikası ámeliy xarakterge iye boldı. Kóp muǵdarda juynalǵan emperikalıq materialdı ulıwmalastırıwǵa ayırim tırısıwlar tiykarınan metafizikalıq<sup>3</sup> yamasa hárte diniy xarakterge iye boldı. Qubılıslardı túsindiriw ushın in/yan hám basqa da tábiyyiy stixiyalar yamasa konfuciyalıq mistika paydalanyldı.

## Áyyemgi Indiya

Indiyaniń naturfilosofları dúnyanı bes tiykarǵı elementlerden turadı dep esapladi: jer, ot, hawa, suw hám efir. Efir keńislikti toltrırıp turadı hám sestiń keńisliktegi tarqaliwin támiyinleydi (sesti alıp júriwshi bolıp tabıladi). Qalǵan elementlerdi hár qıylı seziw organları menen baylanıstırıǵan. Biziń eramızǵa shekemgi VII ásir shamasında hind alımları "vaysheshika" mektebiniń tiykarın salıwshi Kanadadan baslap atomlar koncepciyasın islep shıqtı hám rawajlandıra basladı. Usı teoriyanıń tárepdarları atom elementlerden turadı, hár bir atomda 9 element bar hám hár bir element 24 ke shekem qásiyetke iye boladı dep esapladi.

Áyyemgi Hindistanniń fizikası menen mexanikası ayqın metafizikalıq hám sapalıq xarakterge iye. Qozǵalıs haqqındaǵı másele ayriqsha tolıq qaralǵan. Vaysheshiklerdiń tálimati boyınsha hár bir dene berilgen waqt momentinde tek bir qozǵalısqa ǵana qatnasadı. Bul qozǵalıs qarsılıqtı ushiratadı hám óz ózin joq etedi. Qozǵalısqa sebep basım (orta ásirlerdegi Evropada "impetus" dep ataladı), sırtqı tásır hám serpimlilik bola aladı. Máńgi qozǵalistıń boliwı múmkın emes.

## Áyyemgi fizika

Áyyemgi Greciyadaǵı ilim grek filosofları tárepinen dóretilgen mazmunlı hám pútin matematikalıq (algebralıq hám geometriyalıq) bilimlerdiń sistemасına súyengen. Pifagorshılar barlıq tábiyyiy qubılıslardı (mexanika, astronomiya, optika, muzıka hám basqlar) matematikalıq nızamlarǵa baǵınadı dep esapladi. Bunday tásil bir qatar bahalı nátiyelerde aliwǵa múmkinshilik berdi. Biraq, kóp sanlı áyyemgi alımlarıń ózleriniń teoriyaların tájiriybede tekserip kóriwden distancıyalanıwı (durıshıǵın tájiriybede sinap kóriwge tırspaǵanı) kóp sanlı aljasıqlarǵa, adasıwlarǵa alıp keldi.

Platonniń<sup>4</sup>, Aristoteliń<sup>5</sup> (biziń eramızǵa shekemgi IV ásir), Arximedtiń<sup>6</sup> (biziń eramızǵa shekemgi III ásir), Geron<sup>7</sup> hám Lekurciy Kardıń<sup>8</sup> (biziń eramızǵa shekemgi I ásir) miynetleri, sonıń

<sup>3</sup> Metafizika (áyyemgi grek tilinen τὰ μετὰ τὰ φυσικά - "fizikadan keyinginiń bári") -shınlıqtıń, álemniń ózine tán tábiyatın izertleytuǵın filosofiyanıń bir tarawı.

<sup>4</sup> Platon (áyyemgi grek tilinde Πλάτων, Afina qalasında biziń eramızǵa shekemgi 429-427-jıllardıń ortasında tuwilǵan hám biziń eramızǵa shekemgi 347-jılı sol jerde qaytıs bolǵan) – áyyemgi grek filosofi, Sokrattıń oqıwshısı, Aristoteliń ustazı.

Platon shıgarmaları tolıq saqlanǵan birinshi filosof bolıp tabıladi.

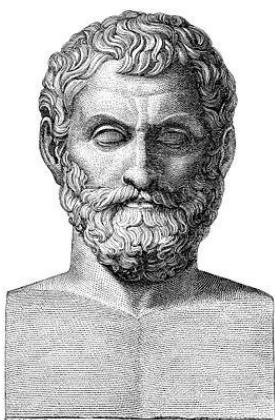
<sup>5</sup> Aristotel (áyyemgi grek tilinde Ἀριστοτέλης; biziń eramızǵa shekemgi 384-jılı Frakiyadaǵı Stagira dep atalǵan jerde tuwilǵan hám biziń eramızǵa shekemgi 322-jılı Evbeya atawındaǵı Xalkida elatında qaytıs bolǵan) – áyyemgi grek filosofi. Platonniń oqıwshısı. Biziń eramızǵa shekemgi 343-jıldan baslap Aleksandr Makedonskiydiń ustazı. Biziń eramızǵa shekemgi 335-334 jılları Likey (áyyemgi grek tilinde Λύκειον Licey) dep atalatuǵın oqıw ornınıń tiykarın saldı. Klassikalıq dáwirdiń naturalisti (tábiyatti izertleytuǵın hám tábiyattanıw menen shugıllanatuǵın adam, alım). Áyyemgi filosoflardıń ishindegi eń táśirlileriniń biri; formallıq logikanıń tiykarın salıwshi. Házırkı waqtılarǵa shekem filosofiyalıq leksikongá kirgen túsinikli apparattı hám ilimiy oylawduń stilin dóretti, tábiyattanıw ilimleriniń tiykarın dóretti.

<sup>6</sup> Arximed (áyyemgi grek tilinde Ἀρχιμήδης; biziń eramızǵa shekemgi 287-212 jıllar) -Sirakuzlı áyyemgi grek matematigi, fizigi, injeneri. Geometriya oblastında kóp sanlı jańalıqlar ashti. Mexanikaniń, gidrostatikanıń tiykarın saldı, bir qatar áhmiyetli oylap tabılwırdıń avtorı.

<sup>7</sup> Geron Aleksandriyskiy (áyyemgi grek tilinde Ἡρών ὁ Ἀλεξανδρεύς) - grek matematigi hám mexanigi. Biziń eramızdan buringı I ásirdıń ekinshi yarımində jasaǵan. Onıń ómiri haqqında maǵlıwmatlar saqlanbaǵan.

<sup>8</sup> Tit Lukreciy Kar (latinsha Titus Lucretius Carus, jiyi Lukréciy ismi menen belgili, shama menen biziń eramızdan buringı 99-55 jılları jasaǵan) – Rim shayırı hám filosofi. Atomlıq materializmniń belgili tárepdarı, Epikurdiń tálimatınıń izin dawam etiwshi sıpatında belgili.

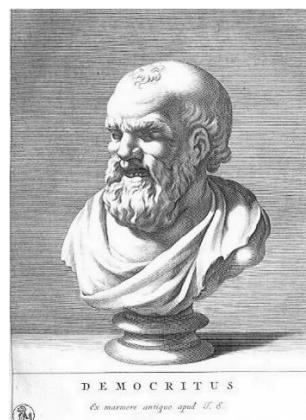
menen birge basqa alımlardıń tekstleriniń saqlanıp qalǵan bólimleri áyyemgi fizikanıń tariyxi boyınsha eń áhmiyetli ilimiý derekler bolıp tabıladı. Áyyemgi grek alımlarınıń Qıtay menen Hindistan alımlarınan úlken parqı sonnan ibarat, olar birden bir hám ayqın túrde keltirip shıǵarlıǵan principlerdiń tiykarında óz ishine keńnen qamtiytıǵın fizikalıq kóz-qaraslardıń miflerden tazalanǵan sistemasin payda etti. Bul principlerdiń kóphshılıgi, misali Aristoteliń mexanikası, qáte tálimat bolıp shıqtı. Al, Arximed penen Geronniń jumisları qáte tálimatlardıń qatarına kirmeydi. Sebebi olar ózinde fizik-teoretik penen sheber injenerdiń qásiyetlerin biriktirdi hám sonlıqtan olardıń ashqan jańalıqları bir qatar terminologiyalıq qayta islengennen keyin házirgi zaman iliminde de saqlanıp qaldı. Tutası menen alganda grek naturfilosofiyası ilimniń rawajlanıwına óziniń úlken tásirin tiygizdi hám XVII ásirge shekem óziniń konkurentlerine iye bolǵan joq. Áyyemgi fizika materiyaniń qurılısı menen qozǵalısı haqqındaǵı tiykarǵı mashqalalardı anıq kórsete aldı hám bul mashqalalardı sheshiwdiń múmkin bolǵan jolların talladı.



Fales Miletkiy



Anaksogor



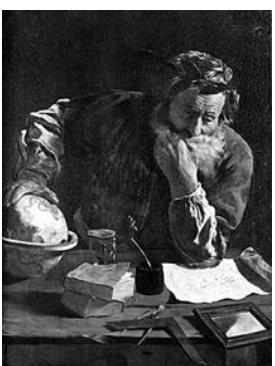
Demokrit



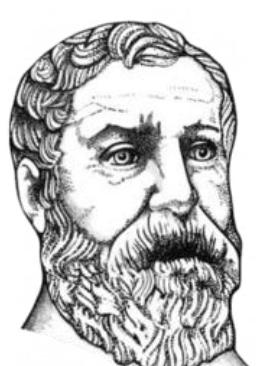
Aristotel

## Dáslepki elementler hám platonizm

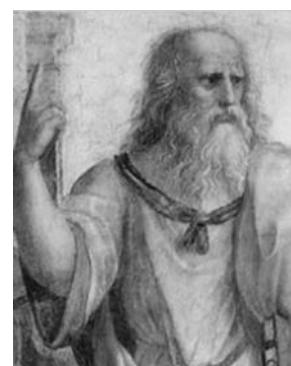
Eń áyyemgi fizikler Álemniń tiykarınıń ne ekenligi haqqındaǵı hár qıylı gipotezalardı usındı. Álemniń tiykarı haqqında gáp etilgende barlıq baqlanatuǵın obektler qurılǵan eń birinshi element túsinildi. Usınday birinshi elementti Fales suw, Anaksimen hawa, Geraklit ot dep esapladi. Anaksimandr bolsa bul stixiyalardıń barlıǵı da birinshi emes, al "apeyronom" eń birinshi ayriqsha substanciya bolıp tabıladı dep esapladi. Anaksagordıń sistemásında elementlerdiń sanı sheksiz kóp. Jaqsı argumentlengen Pifagorshılardıń "Sanlar dýnyanı basqaradı" degen tezislerge iye doktrinasınıń payda boliwı menen onıń koncepciyaları da bul dawǵa qatnasti. Olar matematikanı dýnyanıń qanday da bir ideal skeleti hám Álemniń nızamların biliwdiń tuwrı jolı dep qaradı. Biraq, usı jaǵdayǵa qaramastan áyyemgi fizikada dýnyanıń sapalıq jáne metafizikalıq modelleri basım boldı.



Arximed



Geron

Klavdiy Ptolemy<sup>9</sup>

Platon

<sup>9</sup> **Klavdiy Ptolemy** (áyyemgi grek tilinde Κλαύδιος Πτολεμαῖος, latinsha Claudius Ptolemaeus, shama menen 100-170 jılları jasaǵan) – keyingi grek astronomi, astrolog, matematik, mexanik, optik, muzıkanıń teoretigi hám geograf. Mısırdıǵı Aleksandriya qalasında jasadı hám jumıs isledi (127-151 jılları jasaǵanı hám jumıs islegenı anıq) hám bul jerde astronomiyalıq baqlawların ótkerdi.

Biziń eramızǵa shekemgi IV ásirde jasaǵan Platon fizikalıq mashqalalarǵa óziniń "Timey" dep atalatuǵın kitabında dıqqat awdardı. Onda bayanlangan ideyalardıń ashıqtan-ashıq mistikalıq boliwına qaramastan bul kitap ilim menen filosofiyaniń tariyxında sezilerliktey iz qaldırdı. Platon materiallıq dýnya menen bir qatarda ideal bolǵan "taza ideyalar" dýnyasınıń bar ekenligin boljadı. Bul taza dýnya gózzallıq penen matematikaniń nızamları tiykarında qurılǵan, al haqıqıy, biz kórip turǵan dýnya bolsa onıń jayılǵan (buldırıǵan) kopyyası bolıp tabıladı.

Platon tórt klassikalıq stixiyani moyınladı: jerdi, suwdı, hawani hám ottı. Sonıń menen ol durıs kóp qaptallıq salıwǵa bolatuǵın jaǵdayda sol tórt elementti payda etetuǵın eń birinshi bolǵan element te bar dep esapladi. Platon hárte qanday kóp qaptallıqlardıń qanday stixiyalarǵa sáykes keletuǵınlıǵıń da keltirdi. Mısalı kub jerge, al piramida bolsa otqa sáykes keledi. Usınday kóz-qaraslarda turıp Platon hár qıylı fizikalıq processler bolǵan janıwdı, eriwdi, suwdıń fazalarınıń ózgerisin, korroziyani h.t.b. tallaǵan.

## Atomizm

Zenonniń aporiyeleriniń payda bolıwı eń qıyın hám usı dáwirlerge shekem sheshilmey kelgen mashqalanı payda etti: materiyaniń bólinbeytuǵın eń kishkene bólimi bar ma, waqtı penen keńislik sheksız be yamasa eń kishi bólekke bóliw ushın qanday da bir shekler bar ma?<sup>10</sup> Bul sorawǵa juwaptıń bir variantı atomizm bolıp tabıladı (Demokrit<sup>11</sup>, biziń eramızǵa shekemgi V ásir). Bul tálimat boyınsha hár qıylı deneler bir birinen quramı boyınsha emes, al qurılısı boyınsha ayrıladı. Hár qıylı tiptegi hám formaǵa iye atomlardıń bar ekenligi moyınlандı. Atomistler tábiyatta atomlar hám boslıqtan basqa hesh nárse de joq dep esapladi. Olardıń tálimatı boyınsha atomlar bir biri menen jetkilikli dárejede bekkem baylanısa aladı. Nátiyjede zat hám basqa da baqlanatuǵın fizikalıq kórinisler (jaqtılıq, jıllılıq, iyis, magnetizm, elektrlik effektler) júzege keledi. Epikur hárte adamnıń erkinligi atomlardıń tosınnan orın awıstırıwı menen baylanıslı dep esapladi.

Atomistler materiyaniń saqlanıw nızamın járiyaladı. Bul nızam atomlardıń buzılmışlıǵınan tábiyyiy túrde kelip shıǵadı. Bul nızamnıń birinshi anıqlamasın biziń eramızǵa shekemgi V ásirde Empedokl (pifagorshi bolsa kerek) boljadı:

**Hesh nárseńiń joqtan payda bolıwı múmkın emes, hesh bir nárse joq bolmaydı.**

Usınday tezisti keyinirek Demokrit, Epikur, Aristotel hám basqa da naturfilosoflar usındı.

## Aristotel

Platoniń shákirti grek filosofi Aristotel (biziń eramızdan burıngı 384 - biziń eramızdan burıngı 322 jıllar) ózi jasaǵan dáwirdegi bilimlerge tiykarlanıp kóp sanlı fizikalıq teoriyalardı hám gipotezalardı usındı. "Fizika" termininiń ózi de Aristotel tárepinen kírgızılgıen.

Aristotél (áyyemgi grek tilinde Ἀριστοτέλης; biziń eramızdan burıngı 384-jılı Frakiyadaǵı Stagirada tuwilǵan hám biziń eramızdan burıngı 322-jılı Evbeya atawındaǵı Xalkidada qaytıs bolǵan) — áyyemgi grek filosofi. Biziń eramızǵa shekemgi 343-jıldan baslap Aleksandr Makedonskiydiń

---

"Almagest" dep atalatuǵın klassikalıq áyyemgi monografiyanıń avtorı. Bul kitap áyyemgi aspan mehanikasınıń rawajlanıwınıń juwmaǵı hám sol waqtılardaǵı Greciyadaǵı hám Jaqın shıǵıstaǵı astronomiyalıq bilimlerdiń ámeliy jaqtan tolıq jiynaǵı bolıp tabıladı. Klavdiy Ptolemy bilimlerdiń basqa da tarawlarında tereń iz qaldarǵan (optikada, geografiyada, matematikada hám astrologiyada).

<sup>10</sup> **Zenonniń aporiyeleri** (eski grek tilinde ὀπόρια "qıyınhılıq") — avtorı áyyemgi grek filosofi Zenon Eleyskiy (biziń eramızǵa shekemgi V ásir) bolǵan qozǵalıs hám kóplik temasındaǵı sırttan qaraǵanda paradokslıq pikir. Zenonniń zamanlasları onıń 40 aporiyeleri haqqında esletip ótken. Biziń kúnlerimizge shekem olardıń toǵızı kelip jetken. Bul aproiyeler Aristoteliń "Fizika" hám basqa da kitaplarında, Simplikiydiń, Filoponniń hám Femistiydiń Aristoteliń kitaplarına kommentariyelerinde orın algan. Toǵız aporiydiń birewi Diogen Laertskiyde keltirilgen. Kóplik haqqındaǵı aporiy Platonniń "Parmenid" dialogında tallanǵan Kommentator Elias (Eliy, VI ásir) Zenonniń kóplik haqqında 40 hám qozǵalıs haqqında bes pikir (epixeýrem) aytqanlıǵı haqqında maǵlıwmatlar qaldırıǵan.

<sup>11</sup> **Demokrit Abderskiy** (Δημόκριτος; shama menen biziń eramızdan burıngı 460-370 jıllar) — áyyemgi grek filosofi, Levkipptiń shákirti degen boljaw bar, atomistika menen materialistik filosofiyani dóretiwshilerdiń biri.

ustazı. Klassikalıq dáwirdiń naturalisti. Áyyemgi filosoflardıń ishindegi eń ullilarınıń biri, formallıq logikanıń tiykarın salıwshi.

Aristoteliń jazba miynetlerin eki túrge bóledi:

Birinshisi "ekzoterikaliq" — tiykarınan hár qıylı temalardan turatuǵın dialoglardan ibarat kóphsilikke arnalǵan shıgarmalar.

Ekinshisi "ezoterikaliq" — lekciyalıq kurslar hám ilimiň traktatlar.

Fizikaǵa onıń "Fizika", "Aspan haqqında", "Payda boliw menen joǵalıwı tuwralı", "Meteorologika" shıgarmaları arnalǵan. "Metafizika" dep atalatuǵın Andronik Rodoskiy tarepenen jiynalǵan hám redaktorlangan Aristoteliń filosofiyalıq miynetlerin ádette fizikaǵa tiyisli dep esaplamaýdi. Biraq, bul miynette keńislik, qozǵalıs, materiya h.b. haqqında pikirler bar.

Aristoteliń shıgarmaların hár qıylı mániste traktovkalaydı (túsindiredi): bir tarepten onıń mektebinde emperikaliq ideyalar hám specializaciya rawajlangan, biraq ekinshi tarepten shıgarmalardı Platonniń ruwhında kúshli traktovkalaydı.

Aristoteliń fizikası tórt element (tórt stixiya) haqqındaǵı tálimatqa tiykarlangan. Onıń miynetlerinde usı stixiyalar arasındaǵı qatnaslar, olardıń rawajlanıwı hám olardıń tábiyattaǵı qubıslarda qalay kórinetuǵınlıǵı haqqındaǵı h.t.b. máseleler tallanadı.

Aristoteliń fizikasınıń tiykarǵı postulatlari:

Tábiyyiy orın — hár bir element Jerdiń orayına (demek Álemniń orayına) salıstırǵanda qanday da bir orında jaylasqan óziniń tábiyyiy ornına tartıladi.

Gravitaciya/Levitaciya — obektlerge olardı ózleriniń tábiyyiy orınlarına qozǵaltatuǵın kúsh tásir etedi.

Tuwrı sızıqlı qozǵalıs — usı kúshke juwap retinde dene tuwrı sızıq boyınsha turaqlı tezlik penen qozǵaladı.

Tezliktiń tuǵızlıqtan górezligi — tezlik ortalıqtıń tuǵızlıǵına keri proporcionallıq.

Vakuumniń mümkin emes ekenligi — vakuumdegi tezliktiń shaması sheksiz úlken bolǵan bolar edi.

Barlıq orınlargá kiretuǵın (sińetuǵın) efir — keńisliktiń hár bir noqati materiya menen toltilırǵan.

Shekli álem — dýnya shekli, yaǵníy aqırına jetkerilgen, demek jetilisen, dýnya óziniń ishine hesh nárseni de almaydı, bunnan dýnya ushın orınnıń joq ekenligi kelip shıgadı ("orın – orap turǵan deneniń birinshi shegarası").

Kontinuum teoriyası — atomlardıń arasında vakuum bolǵan bolar edi, sonlıqtan materiyaniń atomlardan turiwı mümkin emes.

Efir — aydiń ústindegi obektler jer materiyasınan emes, al basqa metariyadan soǵılǵan.

Ózgermeytuǵın hám máńgi kosmos — Quyash hám planetalar — jetilisen, ózgermeytuǵın sferalar.

Sheńber boyınsha qozǵalıs — planetalar jetilisen sheńber boyınsha qozǵaladı.

**Kosmologiya**<sup>12</sup>. Tábiyat haqqındaǵı sol waqtardaǵı bar bilimlerdi birlestirip hám sistemaǵa túsirip Aristotel óziniń dýnyaniń fizikalıq-kosmologiyalıq kartinasın dóretti. Kosmologiyaga ol "Aspan haqqında" dep atalatuǵın bir kitabin baǵıshladi.

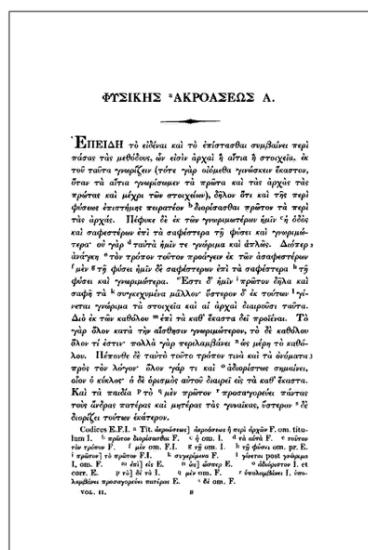
Aristotel boyınsha Álem úzliksiz. Sebebi barlıq denelerdi sheksiz mayda etip bóliw mümkin. Pifagorshılarǵa súyenip ol barlıq deneler ushın úsh ólshemniń zárúrli hám jetkilikli ekenliğin táriyipledi.

Aristoteliń pikiri boyınsha fizikanıń predmeti tábiyattaǵı qubıslardıń eń baslańısh sebebi bolıp tabıladi. Ol atomistlerdi keskin türde kritikaladı. Bul jóninde ol "eger atomlar sheksiz kóp hám olar qozǵalatuǵın bolsa, onda olarda sheksiz kóp sanlı "qozǵaltıwshi sebeplerdiń" bolıwı kerek, al bunday jaǵdayda dýnya xaosqa aylanǵan bolar edi". Aristotel boyınsha qozǵalıslardıń kóphsiligi denelerdiń ózleriniń tábiyyiy orınların iyelewge tırısıwi menen baylanıshı. Misali awır deneler ushın bunday orın Jerdiń orayında jaylasqan. Bunnan tómenge túsıw effekti júzege keledi. Aristoteliń pikiri boyınsha awır deneler forması sonday bolǵan jeńil denelerge salıstırǵanda tezirek tómenge túsedi, al túsıw waqtı deneniń salmaǵına keri proporcionallıq. Aristotel sırttan túsirilgen kúshtiń tásirinde júzege keletuǵın "jasalma qozǵalısti" da qaradı, biraq eger kúshtiń tásiri joǵalsa dene toqtaydı dep esapladi.

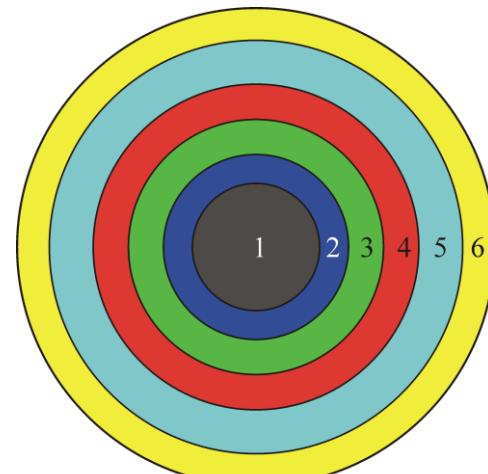
<sup>12</sup> **Kosmologiya** (kosmos + logos) – pútkıl Álemniń qásiyetleri menen evolyuciyasın úyrenetüǵın astronomiyanıń bólimi. Bul ilimniń tiykarın matematika, fizika hám astronomiya qurayıdi.

Aristotel bayanlağan fizikalıq bilimlerdiň bir bólimi sınaqlardan ótti hám dálligin bazi bir joqarılıtwandan keyin ilimde orıngá iye boldı. Táreziniň jumıs islewiniň principin bayanlawda ol richagtiň teń salmaqlıq shártın (anıq emes formulirovkada) berdi. Akustikada bolsa ol sestiň deregi ushın duris anıqlama berdi (hawanıň qısılıwi menen siyreksıwi). Jańgırıqtı sestiň tosqınlıqtığı shaǵılısıwi dep esapladi.

Aristoteliň sistemesi derlik eki miň jıl dawamında húkim súrdı. Usı waqıt ishinde bul sistema hár qıylı etip túsindirildi hám oğan kóp sanlı kommentariyler berildi. Mısal retinde deneniň salmağıniň Jerdiň orayına jaqınlaǵanda qalay ózgeretuǵınlıǵı haqqında úlken daw orın aldı. Birewler Jerdiň orayına jaqınlaǵanda salmaq úlkeyedi, al ekinshi birewler salmaq nolge shekem kemeyedi dep esapladi.



Aristoteliň "Fizika" kitabınıň birinshi beti.



Aristotel boyınsha dúnyaniň qurılısı. Sanlar menen sferalar belgilengen: jer (1), suw (2), hawa (3), ot (4), efir (5), eń birinshi qozǵawshı (6).

## Aleksandriya mektebi

Biziń eramızǵa shekemgi IV ásirden keyin tájiriyye menen jetkilikli túrde baylanıspaǵan baylanısqan Afina mektebiniiň ideyalıq sistemi Aleksandriya mektebiniiň ámelge ádewir jaqın bolǵan tásili menen bayıdı. Aleksandriyalı grekler bir neshe sanlı (matematikalıq tilde bayanlangan) teoriyalardı islep shıqtı hám olardı ámelde paydalaniwdı táriyipledi. Bul dáwirdiň alımları menen oylap tabiwshılarıńı arasında Arximed, Ktesibiy hám Geron Aleksandriyskiylerdi atap ótiw múmkin.

Arximed richagtiň teoriyası menen mexanikalıq teń salmaqlıqtı modelin anıq bayanladı hám minaday juwmaqqa keldi: "shamalar salmaqqa keri bolǵan uzınlıqlarda teń salmaqlıqta turadı". Ol salmaq orayına anıqlama berdi hám úsh mýyeshlik jáne basqa da figuralardaǵı salmaq orayların taptı. Arximed suyuqlıqtıń qısıp shıǵarıw kúshiniň shamasın esapladi (Arximed nızamı). Biziń eramızdıň IV ásirinde Gipatiydiň oqıwshısı Sineziy Kirenkiy Arximedtiň tálimatınıń tiykarında suyuqlıqlardıň salıstırmalı salmaǵın anıqlaw ushın areometrdi soqtı.

Empedokl hám Anaksagor eksperimentte hawaniň serpimli ekenligin dálliłledi. Gidravlıka boyınsha toplanǵan tájiriybelerdi ulıwmalastrırıp "Pnevmatika" dep atalatuǵın eki tomlıq oqıw qollanbasın jarıqqa shıǵardı. Bul kitapta gazdiň qısılıwi onıň bir birinen boslıq penen ayrılıp turatuǵın bólekshelerden turatuǵınlıǵı dálilleydi dep jazılǵan. "Pnevmatikada" kóp sanlı texnikalıq dúzilisler, sonıń ishinde birinshi puw turbinası (eolipil) táriyiplengen. Teoriyalıq akustika menen muzikanıň teoriyasına úlken úles qosılǵan

Grekler geometriyalıq optikani tabis penen rawajlandırdı. Evklid óziniň "Optika" hám "Katoptrika" kitaplarında perspektiva nızamları menen aynalar teoriyasın tereń izertledi. Optika boyınsha úlken miynetti Arximed te jazǵan, biraq ol saqlanbaǵan. Arximedtiň Quyashtiň mýyeshlik ólshemin ólshegeni hám ol 27' penen 33' mýyeshlik minut arasındaǵı mánisti alganı málım. Bul jetkilikli dárejede dál bolǵan nátiyje bolıp tabıladı. Geronda jaqtılıqtı shaǵılısıwi ushın birinshi "eń

kishi jol" variaciyalıq princip ushırasadı. Klavdiy Ptolemey óziniń "Optika" dep atalatuńın taraktatında astronomiyalıq refrakciyanı mayda-shúydesine shekem táriyipledi. Biraq usınday jaǵdayǵa qaramastan áyyemgi greklerde turpayı qáteler de boldı. Mısalı sıniw mýyeshiniń shaması túsiw mýyeshiniń shamasına tuwrı proporsional dep esaplandı (hátte Kepler de usınday pikirde boldı). Kózdiń torındaǵı (setchatkadáǵı) súwret ele ashılǵan joq edi, sonlıqtan kóriw adam menen haywanlardıń kózlerinen shıǵatuńın ayriqsha nurlar menen baylanıstırıldı. Jaqtılıqtıń tábiyati, reńler haqqındaǵı gipotezalardıń sanı kóp boldı, biraq olardıń barlıǵı da oylap tabılıwdıń saldarınan payda bolǵan pikirler edi.



Geroniń puw turbinası.



1515-jılı latin tilinde shıqqan Almagest kitabınıń sırtqı beti.

## Áyyemgi Rim

Rim imperiyasında birinshi gezekte injenerlik óner joqarı rawajlanıw dárejesine jetti (qurılıs, áskeri texnika, suw tarmaqları h.b.). Ámeliy injeneriya boyınsha Vitruviydiń (biziń eramızǵa shekemgi I ásır) "Arxitektura boyınsha on kitap" atamasındaǵı miynetü úlken qızıǵıw payda etedi. Bul miynette bir qatar fizikalıq ideyalardı tabıw mümkin. Vitruviy sesti hawadaǵı tolqın dep táriyipledi. Tábiyattaǵı suwdıń aylanısı haqqında jazǵan (oniń kóp sanlı zamanlasları suwdıń únǵirlerde hawadan payda boladı degen gápke isengen) kitapbında samaldı "suw puwlarınıń kernewinen" payda boladı dep tastıyıqlaǵan.

Bir neshe rim oyshılları grek alımlarınıń tásirinde hám ózleriniń originallıq jumıslarınıń tiykarında teoriyalıq-fizikalıq problemalar boyınsha shıǵarmalar jazıp qaldırdı. Óziniń kóz-qarasları boyınsha epikurshi bolǵan Tit Lukreciy Kar (biziń eramızǵa shekemgi I ásır) "Zatlardıń tábiyati haqqında" poemasın jazdı. Poemada hár qıylı qubılıslardı (sonıń ishinde magnitlik tartısıwdı) Demokrittiń atomizmi poziciyasında túsindiriwge turısqan. Atomizmniń basqa tárepdarı Seneka óziniń jeti tomlıq "Tábiyat haqqındaǵı izertlewler" miynetinde elektrlik qubılıslarǵa, aspan qubılıslarına, kometalarǵa suwdıń, hawaniń hám suwdıń qásiyetlerine túsinikler beredi. Senekanıń túsinikleriniń kóphıllıgin biyparwaliq penen bergen. Mısalı, onıń oyınsha predmetlerdiń reńi quyashtiń jaqtılıǵı menen qarańǵı bultlar aralasqanda payda boladı. Úlken Pliniydiń "Tábiyyiy tariyx" kitabında fantaziyalar onnan da kóp. Mısalı, almaz magnitti ekranlaydı, juldızlar korabllerdiń machtalarına túse aladı hám nátiyjede "Qásiyetli Elma otların" payda etedi h.b. Ásker bası Sekst Yuliy Frontindi (biziń eramızǵa shekemgi I ásır) úlken jasqa barǵanda qala vodoprovodınıń baqlawshısı etip tayarlaǵan hám ol "Rim vodoprovodları" dep atalatuńın shıǵarmasın jazıp qaldırǵan. Bul shıǵarmada ol Torichelliden bir yarım mıń jıl burın ıdistan ağıp atrıǵan suwdıń tezliginiń tesikiń keńliginen emes, al ıdistığı suwdıń qáddinen górezli ekenligin atap ótken.

## Islam elliři

Islam elliřinde ilimniń altın ásiri IX ásirden XIV ásirge shekem dawam etti (mongollardıń shabulına shekem). Usı waqtıları grek hám hind alımlarınıń eń baslı miynetleri arab tiline awdarıldı. Bunnan keyin arab, parsı hám túrkiy tilles oyshıllar jańa fizikalıq modellerin usındı. Islam alımları

tiykarǵı dıqqatın optika menen texnikalıq mexanikaǵa baǵıshladı (teoriyalıq mexanikada aytarlıqtay alǵa ilgerilew bolmadı).

"Danalıq tarezi kitabı" ("Kniga vesov mudrosti") traktatınıń avtorı Abdurraxman al-Xaziniy<sup>13</sup> (XII ásir, kitap 1121-jılı jarıq kórgen) Arximedtiń richagli tarezi hám salmaq orayı boyınsha izertlewlerin dawam etti. Kitapta bayan etilgen principtiń ámelde qollanılıwi haqqında kóp sanlı maǵlıwmatlar keltirilgen. Solardıń ishinde jalǵan yuvilerlik predmetlerdi tabıw menen birge hár qıylı zatlardıń salıstırmalı salmaqlarınıń kestesi berilgen. Al-Xazini Arximedten de alǵa ketti hám onıń atı menen atalatuǵın nızamdı hawa ushın da tarqattı: rezervuardan hawarı sorıp alganda onıń ishinde turǵan denelerdiń salmaǵı artıdı. Omar Hayyamnıń<sup>14</sup>, Ál Beruniydiń<sup>15</sup> miynetleriniń dál ólshev hám salıstırmalı salmaqtı esaplaw menen baylanıslı bolǵan bólimlerin kirgiziw ál Xazinidiń kitabınıń áhmiyetin joqarılataı.

Optikaǵa Ptolemyden keyingi eń iri úlesti "Optika kitabı" monografiyasınıń avtorı Ibn al-Xaysam<sup>16</sup> (XI ásir, Evropada onı "Alxazen" dep ataydı) qostı. Alxazen kózden shıǵatıǵın áyyemgi kóriw nurları haqqındaǵı gipotezənı biykarlađı. Qózdiń qurılısim hám binokulyar kóriwdı durıs táriyipledi. Biraq, ol sırtqı predmetlerdiń súwretleri xrustalikiń ishinde payda boladı dep boljadı. Alxazen jaqtılıqtıń tezliginiń shekli ekenligin boljadı hám kamera-obskura menen tájiriybeler ótkerdi. Sonıń menen birge ol jaqtılıqtıń sıniwin baqlaw, aynalardıń hár qıylı túrleri menen tájiriybeler ótkerdi. Ol qıysıq aynalarda shaǵlısqan nurdıń túsiwshi nur menen betke túsırılgı normal jatqan tegislikte jatatuǵınlıǵıń taptı. Alxazennıń kóz-qarasları (onıń ismi atalmaǵan) Erazm Vitelnıń (Vitelliya) 1271-jılı jarıq kórgen kitabında tolıq bayanlańǵan hám úlken qızıǵıwshılıq payda etti. Bul kitap 300 jıl dawamında bir neshe ret basıldı hám Evropada optikaniń rawajlanıwına úlken tásırın tiygizdi.

Eń iri arab alımlarınıń biri Al-Djazari<sup>17</sup> (1136—1206) óziniń "Árman kitabı" dep atalatuǵın miynetinde iynıli valdı (kolenchatıv val), klapanlı nasoslardı, suw kóteretuǵın mashinalardı, suw saatların, muzikalı avtomatlardı h.b. táriyipledi. Al-Djazarige minaday texnikalıq jańalıqlar tiyisli: ağashtiń laminaciyası, kodlarga iye qulıplar, qálegen keńlikler ushın arnalǵan kompastıń quyash saati menen bolǵan gibridi h.t.b.

<sup>13</sup> **Abul-Fatx Abdurraxman al-Mansur al-Xaziniy** (parsı tilinde خازنی، inglizshe Abd al-Rahman al-Khazini, XII ásırdań birinshi yarımı) – Orta Aziyanıń kórnekli mexanigi, fizigi, astronomi, matematigi, filosofi hám alximigi, Omar Hayyamnıń shákirti. Kelip shıǵıwi boyınsha Vizantiyali grek. Merve qalasındaǵı Sandjar sultanniń sarayında jasadı hám jumıs isledi. Al-Xazinidiń kóp sanlı oqıwshıları bolǵan. Solardıń ishinde as-Samarkandıyi atap ótiw múmkın (**Shamsuddin Maxammad ibn Ashraf al-Xuseyn as-Samarqandiy** (arabsha السمرقندی, XIII ásırdań ekinshi yarımı)- Orta Aziyalı matematik hám astronom, al Xazinidiń shákirti. Maragın observatoriyasında Nasir ad-Din at Tusidiń basshılıǵında islegen).

<sup>14</sup> **Omar Hayyam Nishapuriy** (parsı tilinde عمر خیام نیشابوری 1048-jıl 18-may kúni Nishapur qalasında tuwilǵan hám 1131-jılı 4-dekabr kúni sol jerde qaytus bolǵan) parsılardıń filosofi, matematigi, astronomi hám shayırı.

Kublıq teńlemeleleriń klassifikasiyasın dúziw hám olardı konuslıq kesimlerdiń járdeminde sheshiwi menen algebraǵa úlken úles qostı. Pútkıl dýnyada filosof hám kórnekli shayır, filosofiyalıq rubailerdiń cikliniń avtorı sıpatında belgili. Omar Hayyam házirgi waqtıları paydalanylıp kiyatırǵan eń dál kalendardi (Malik jıl sanawi dep ataladi) dóretıwi menen belgili. Onıń Muzaffar al-Afzizariy hám Ablurrxman al-Xazinıy siyaqlı shákirtleri pútkıl dýnyaǵa belgili.

<sup>15</sup> **Abu (Abi) Reyxan Muxammed ibn Axmed al-Beruniy** (parsı tilinde أبو الريحان البيرونی, arabsha ابوالريان بیرونی, 973-jılı 4-oktyabr kúni Xorezimdegi Kát qalasında tuwilǵan hám 1048-jılı 9-dekabr kúni házirgi Awǵanıstandaǵı Çazna qalasında qaytıs bolǵan) – orta ásırlerdegi parsı alımı-enciklopediyashi hám oyshılı, tariyx, geografiya, astronomiya, matematika, mexanika, geodeziya, mineralogiya, farmakologiya, geologiya hám basqa da tarawlar boyınsha kóp sanlı miynetlerdiń avtorı. Beruniy ózi jasaǵan dáwırdegi derlik barlıq ilimler boyınsha tereń sawatqa iye bolǵan. Onıń ózi tárepinen 1036-jılı dúzilgen miynetleriniń diziminiń ishinde 100 den aslam atamadaǵı jumıslar bar. Ilimiý jumısların ol arab hám parsı tillerinde jazǵan.

<sup>16</sup> **Abiwy Aliy al-Xasan ibn al-Xasan ibn al-Basriy** (arabsha أبو علي الحسن بن الحسن بن أبيه، 965-jılı Basra qalasında tuwilǵan hám 1039-jılı Kair qalasında qaytıs bolǵan) – arab alımı-universalı: matematik, mexanik, fizik hám astronom. Orta ásırlerdegi Evropada latinshaǵa ózgertilgen **Alhazen** (Alxazen) ismi menen belgili.

<sup>17</sup> **Abiw al-Iz ibn Ismail ibn al-Razzaz al-Djazari** (arabsha الجزري الرزاز بن إسماعيل بن الأعرابي، 1206-jılı "Kitab fi marifat al-xiyal al-xandasıyya" ("Tapqır mexanikalıq qurılmalar haqqındaǵı bilimler kitabı") kitabın jazdı hám bul kitapta 50 den aslam mexanizmelerdiń dúzilislerin táriyipledi.

## Orta ásirlerdegi Evropa

Xristian Evropada ilimiy izertlewler XIV ásirde baslandı. Usı dáwirge shekem qolǵa kirkizilgen bir neshe jetiskenliklerdi esletip ótiw múnkin: kóz áynek oylap tabıldı, raduga qubılısı durıs túsinidirildi, kompastı paydalaniw jolǵa qoyıldı. Francuz alımı Per de Marikur 1269-jılı magnitlerdiń qásiyetlerin keńnen izertlew boyınsha miynetin jariqqa shıgardi. Bul miynette ol magnitlengen predmetti qaytadan magnitlewge bolatugınlıǵı, magnetizmniń deregi sıpatında aspandaǵı "dúnyanıń polyuslerin" kórsetti.

XI—XIV ásirlerde arab hám saqlanıp qalǵan grek tekstleriniń latin tiline awdarmaları payda boldı. Bul jumislar orta ásirlerdegi Foma Akvinskiy (shama menen 1225-1274 jıllar, (basqasha Foma Akvinat, Tomas Akvinat, latinsha Thomas Aquinas, italiyan tilinde Tommaso d'Aquino) siyaqlı iri filosoflarǵa kúshlı tásırın tiygizdi. Orta ásirlerdegi sxolastlar (Aristoteliń logikası menen xristian din tanıwin sintezlewge umtılıwshıldı sxolastlar dep ataydı) áyyemgi filosofiya menen xristian teologiyasın bir biri menen baylanıstırıwǵa umtıldı Eger Aristoteliń fizikasındaǵı ayırım jaǵdaylar shirkew tálimatına qayshi kelmeytuǵın bolsa, onda olar túsinidirıwlerdiń tiykari ushın qabil etildi.

Orta ásirlerdegi oyshıllar Aristoteliń tálimatına sáykes denelerdiń barlıǵı da ózleriniń tábiyyiy orınlarına qaray tartıladı dep esapladi Mıslı, "salmaqlı" deneler tómenge, al "jeńil" deneler joqarıǵa qaray tartıladı. Qozǵalısti turaqlı saqlap turiw ushın bazı bir kúsh talap etiledi, kúsh bolmaǵan jaǵdayda qozǵalıs joǵaladı (deneler toqtaydı). Bul model biziń eramızdan burıngı VI ásirdiń ózinde Ioann Filopon tárepinen áshkaralanǵan edi. Ol Aristoteliń mexanikası durıs juwap bere almaytuǵın bir neshe mäseleni qoydı. Mıslı, nelikten qol menen joqarı qaray ilaqtırılgan tas qoldan shıgıp ketkennen keyin bir qansha waqt dawamında joqarı qaray qozǵalıwın dawam etedi? Al qoldan shıqqannan keyin ilaqtırıw kúshi tasqa tásır etpeydi gó. Filopon Aristoteliń awır denelerdiń jeńil denelerge salıstırǵanda tezirek túsetuǵınlıǵın biykarladı.

Bul sorawlarǵa juwap beriw ushın orta ásirlerdegi alımlar (Filopon, keyinirek Buridan) impetus teoriyasın islep shıqtı (ornatılǵan qozǵalıs kúshi). Bul túsinik inerciya koncepciyasına qaray qoyılǵan qádem bolıp tabıladı. Biraq bul teoriya inerciya koncepciyasınan úlken ayırmaga iye hám ilaqtırılgan denegə bazı bir miyras qalǵan kúsh tásır etedi dep esapladi.

XIV ásirde angliyalı alımlar toparı ("Oksford kalkulyatorları" dep atalatuǵın topar) mexanikaniń sheshilmegen mashqalaların izertlewdi basladı. Olar da Aristoteliń mexanikası áshkaraladı, tezliktiń anıqlamasın aqınlastırdı, bir zamathıq tezlik túsiniń kirkizdi, teń ólshewli tezleniwshi qozǵalısti mayda-shúydesine shekem qaldırmay úyrendi. Bul jumıslardı Parij qalasında jasaǵan naturfilosof Buridan hám onıń oqıwshıları Nikola Orem hám Albert Saksonskiylər (aylanıwdıǵı mýyeshlik tezlik túsiniń avtorı) dawam etti. Buridanniń mektebi Aristoteliń eski juwmaqların hár tárepleme áshkaralap óana qoymay, jańa mexanikaǵa qaray jılıjı hám mexanikalıq salıstırmalıq principine jaqın keldi. Buridan bílay jazdı: impetus salmaq penen birigip deneniń túsiwin tezlendiredi. Sonıń menen birge ol abaylap Jerdiń sutkaliq qozǵalısınıń orın alatuǵınlıǵıñ da moyınladı.

XV ásirdiń aqırında Leonardo da Vinci<sup>18</sup> súykelistiń fundamentallıq nızamın hám kapillyarlıq qubılısun ashti. Ol da máńgi dvigateledi soǵıw isi menen sátsız türde shuǵıllandı hám sonıń saldarınan birinshilerden bolıp máńgi dvigatelediń múnkin emes ekenligi haqqındaǵı pikirdi aytı. Nemis filosofi Nikolay Kuzanskiy óziniń zamanınan ozǵan bir qatar pikirlerdi bildirdi. Mıslı, ol Álemdi sheksiz, qálegen qozǵalıs salıstırmalı, jerdegi hám aspandaǵı denelerdiń barlıǵı da bir materiyadan dóretilgen dep daǵazaladı.

## Fizikanıń tuwılıwi

**XVI ásır: texnikalıq progress hám ilimiy revolyuciyanıń baslańıwi.** XVI ásirde kóphsilik tarawlardaǵı úlken tezlik penen bolǵan texnikalıq progress baqlandı. Kitap basıp shıgariw stanogı, toqıw mashinası siyaqlı kóp sanlı quramalı mexanizmler, materiallardı qayta islewdiń hár qıylı

<sup>18</sup> **Leonardo di ser Pero da Vinci** (italyansha Leonardo di ser Piero da Vinci; 1452-jılı 15-aprel kúni Florenciyaǵa jaqın Ankiano awılında tuwlıǵan hám 1519-jılı 2-may kúni Franciyadaǵı Tureno qalasına jaqın jerdegi Klo-Lyuse qorǵanında qaytis bolǵan) – italiya xudojnigi (súwret salıwshi, skulptor, arxitektor) hám alımı (anatom, tábiyatti izertlewshi), oylap tabıwshısı, jazıwshısı, muzıkkantı, Joqarǵı oyaniw dáwiriniń kórkem-óneriniń eń iri wákilleriniń biri, "universal adam" (latinsha homo universalis) ushın jarqın misal.

quralları payda boldı. Artilleriya, teńizde júziw hám qurılıs payda etken zárúrlikler fizikanıń rawajlanıwına alıp keldi. Kóphilik jaǵdaylarda eksperimentlerdi ótkeriw waqıttı dál ólshevdi talap etti. Al sol waqıtlarda suw hám Quyash saatları zárúrli bolǵan dállikti támiyinley almadı (misali, Galiley waqıttı ólshev ushin óziniń júreginiń urıwin paydalandy). XVI—XVII ásirlerde jańa, ádewir jetilisken ólshev quralları payda bola basladı: mayatnikli mehanikalıq saatlar, termometr, barometr, dál ólsheytuǵın prujinalı táreziler h.b. Bul oylap tabıwlar fizikalıq gipotezalardıń durıslıǵın tekserip kóriw múmkinshiliklerin ádewir keńeytti. Usınıń menen bir waqıtta ótkerilgen tájiriybelerdiń barlıq ilimiý dawlarda eń joqarǵı sudya ekenligi ayqın türde kórine basladı. Bul jaǵday haqqında Nikolay Kuzenskiy, Leonardo da Vinchi, Frensis Bekon hám basqa da iri alımlar ayqın türde jazdı. Jáne bir áhmiyetli faktor sıpatında áyyemgi hám islam miyrasların ámeliy jaqtan ózlestiriw bolıp tabıldı – saqlanıp qalǵan barlıq kitaplar latin tiline awdarıldı hám Evropa alımları tárepinen úyrenildi.

Teoriyalıq ilimniń rawajlanıwında da úlken ózgerisler júzege keldi. Nikolay Kopernik (polyak tilinde Mikołaj Kopernik, nemisshe Niklas Koppernigk; 1473-jili 19-fevral kúni Trun qalasında tuwilǵan hám 1543-jili 24-may kúni Frombork qalasında qaytıs bolǵan Polshali astronom, matematik, mehanik, ekonomist, Oyanıw dáwiriniń kanonigi, birinshi ilimiý revolyuciyanıń bası bolıp tabılatuǵın dúnyaniń geliooraylıq sistemasiń avtorı sıpatında belgili alım). 1543-jili sol waqıtqa shekem húkim súrip kelgen Aristotel-Ptolemeydiń geooraylıq sistemasiń ornına dúnyaniń geliooraylıq sistemasin usındı hám usı waqıttan baslap ilimiý revolyuciya baslandı dep esaplanadı. Óziniń "Aspan sferalarınıń aylanıwı haqqında" ("O vrashenii nebesnih sfer" latin tilinde "De revolutionibus orbium coelestium"). Kopernik óz ishine salıstırmalıq principin, inerciya nızamı hám pútkıl dúnyalıq tartılıs haqqında boljawdı óz ishine alatuǵın aristotellik emes mehanika boyınsha bir qatar ideyalardı usındı. 1580-jılları Djordano Bruno (italyan tilinde Giordano Bruno; tuwilǵandağı atı-jóni **Filippo Bruno**, laqabı **Nolanlı Bruno**; 1548-jili Neapol qalasına jaqın bolǵan Nola qalasında tuwilǵan hám 1600-jili 17-fevral kúni Rimde ótqa órtep óltırılgıñ italiyalı monax-dominikanshi, filosof-penteist hám shayır; kóp sanlı traktatlardıń avtorı, Oyanıw dáwiriniń kórnekli oyshılı hám ezoterizmniń ullı wákili sıpatında moyınlangan) dúnyaniń onnan da batıl sistemasi usındı. Bul sistema boyınsha tek Jer góna emes, al Quyash ta qatardaǵı jaqtırtqısh bolıp tabıladı.

Flamandlıq matematik, mehanik hám injener Simon Stevin (1548-1620) 1585-jili jarıq kórgen "Onıńshi" ("Desyataya", latin tilinde "De Thiende"), "Statikanıń baslaması" ("Nachala statiki"), "Wiskonstighe Ghedachtenissen" hám basqa da kitaplarında onlıq bólsheklerdi, Galileyden górezsiz qıya tegislikke basım nızamın, kúshlerdi qosıwdıń parallelogramm qaǵıydasin hám basqa da jańalıqlardı kírgizdi. Sonıń menen birge ol gidrostatika menen navigaciyanı algá jılıjitti ("De Beghinselen des Waterwichts" hám basqa da kitaplarında). Simon Stevinniń qıya tegisliktegi teń salmaqlıq ushin formulani máńgi dvigateldiń múmkin emes ekenliginen keltirip shıǵarganı ayriqsha qızıqlı waqıyalardıń biri bolıp tabıladı (máńgi dvigateldi ol aksioma dep esapladi).

**Galileo Galilei: eksperimentalıq fizikanıń dóretiliwi.** Galileo Galilei teleskopı oylap tabıwshı sıpatında dańqqa bólendi. Teleskopıń járdeminde ol kóp sanlı kórnekli astronomiyalıq ashılıwlardı ámelge asırdı. Biraq Galileydiń áhmiyeti onnan tómen bolmaǵan revolyuciyalıq túrlendirıwlerdi mehanikaǵa tiyisli. Onıń derlik barlıq miynetleriniń mehanikaniń mashqalalarına qatnasi bar. Al onıń aqırǵı "Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze" kitabı tikkeley mehanikaǵa baǵışhlangan. Galileydiń jumısları Aristoteliń mehanikasın jańa mehanika, haqıqıy principler menen almastırıwda sheshiwhı orındı iyeledi.

G.Galiley teoriyalıq mehanikaniń tiykarǵı principi bolǵan salıstırmalıq principi, inerciya nızamın, erkin túsiwdiń kvadratlıq-tezleniwhı nızamın keltirip shıǵardı. Galiley gorizontqa müyesh jasap ilaqtırılgan qálegen deneniń parabola tárizli traektoriya boyınsha qozǵalatuǵınlıǵın dállilledi. Ol shkalaǵa iye emes birinshi termometrdi, mikroskoplardıń eń birinshilerden birin oylap taptı, mayatniktiń terbelisleriniń izoxronlıǵın (terbelislerdiń izoxronlıǵı, áyyemgi grek tilinde ἴσος "teńdey" + χρόνος "waqıt" – terbeliwhı sistemanıń menshikli terbelisleriniń dáwiriniń usı terbelislerdiń amplitudasınan górezsizligi, terbeliwhı amplitudadan górezsiz bolǵan terbelislerdiń izoxronlı terbelisler dep ataydı) ashti, hawaniń tıǵızlıǵın bahaladı. Galileydiń tallawlarınıń biri anıq emes türde aytılgan virtuallıq orın almasıwlar principi bolıp tabıladı. Galiley óziniń juwmaqlarınıń kóphiligin muqiyatlı türde jobalastırılgan eksperimentler tiykarında isledi. Galileydiń tardıń terbelislerin úyreniw boyınsha ótkergen tájiriybeleri Mersenngé (Maren Mersenn, eski transliteracyada Marin Mersenn; francuzsha *Marin Mersenne*; 1588-jili 8-sentyabr kúni tuwilǵan hám 1648-jili 1-sentyabr kúni qaytıs bolǵan francuz matematigi, fizigi, filosofi, teologı,

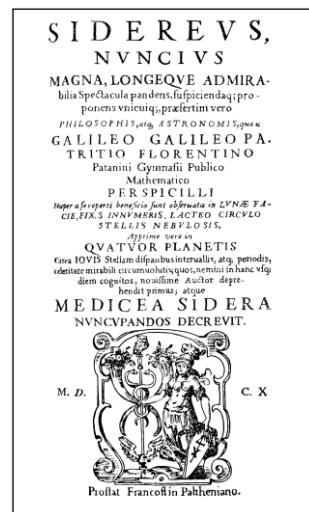
muzika teoretigi) shıǵıp turǵan sestiń tonınıń tek ǵana tardiń uzınlığınan emes (bul pifagorshılarda), al onıń terbelisleriniń jiyiliği menen keriw kúshinen ǵárezli ekenligin aniqlap akustikanı bayitiwǵa úlken úles qostı. Sol waqıtları Mersenn hawadaǵı sestiń tezligin aniqladı (metrlik sistemada shama menen 414 m/s).



a)



b)



c)

a) Galileydiń "Dialogı" niń bas beti. b) Yupiter planetasınıń bir bólümminiń súwreti hám Galiley ashqan onıń tórt joldası (Io, Avropa, Ganimed hám Kallisto, masshtablar saqlanǵan). c) Galileydiń "Juldızlar xabarshısı" kitabınıń bas beti.

Galileydiń ashqan jańaliqları ulıwmalıq maǵanada bolsa da anıq hám isenimli túrde jańa mexanikani dóretiw ushin joldı kórsetti. Bir qansha jaǵdaylarda ol qátelesken bolsa da (mísali, tasiwlар menen qaytiwlardıń sebebin ol Jerdiń óz kósheriniń dögeregende aylanıwı dep esapladi), biraq onıń qáteleiniń kóphshılıgi tekserip kóriw ushin ol qoyǵan tájiriybelerdi qoyiwdaǵı situaciýalar menen baylanıshı.

Galileo Galileydiń shákirtı Torrichelli<sup>19</sup> óziniń ustazınıń qozǵalıs haqqındaǵı ideyaların rawajlandırdı hám salmaq oraylarınıń qozǵalısınıń principin keltirip shıǵardı, gidrodinamika hám ballastika boyinsha bir qatar máselelerdi sheshti. Olardıń ishine Torichellidiń idistan aǵıp shıǵıp atırǵan suyuqlıqtıń tezligin esaplaw boyinsha fundamentallıq formulasın kirgiziwge boladı. Ol Galileydiń ideyalarına tiykarlangan artilleriyalıq kestelerdi jariqqa shıǵardı. Biraq hawaniń qarsılığın esapqa almawdiń sebebinen kestelerdi ámelde paydalaniwdıń múmkinshılıgi bolmaǵan.

Galileo Galileydiń ana tilindegi kommentariyler menen tolıqtırılgan ilimiý miynetleri 1929-1939 jılları 20 tom túrinde jariq kórdı (Le Opere di Galileo Galilei. — Firenze: G. Barbero Editore, 1929-1939). Galileydiń tiykargı miynetleri olardıń dáslepki 8 tomında berilgen:

1-tom. Qozǵalıs haqqında (De Motu), shama menen 1590-jılı jazılǵan.

2-tom. Mexanika (Le Meccaniche), shama menen 1593 -jılı jazılǵan.

3-tom. Juldızlar xabarshısı (Sidereus Nuncius), 1610.

4-tom. Suwǵa batırılǵan deneler haqqındaǵı dálillewler (Discorso intorno alle cose, che stanno in su l'aqua), 1612.

5-tom. Quyash daqları haqqındaǵı xatlar (Historia e dimostrazioni intorno alle Macchie Solari), 1613.

6-tom Tájiriybe isiniń ustası (Il Saggiatore), 1623.

7-tom. Dúnyanıń eki sistemasi haqqındaǵı dialog (Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano), 1632.

8-tom. Eki jańa ilim haqqındaǵı ángimeler hám matematikalıq dálillewler (Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze), 1638.

<sup>19</sup> **Evangelista Torricelli** (italyan tilinde *Evangelista Torricelli*; 1608-jılı 15-oktyabr kúni Rim qalasında tuwilǵan hám 1647-jılı 25-oktyabr kúni Florensiyada qaytis bolǵan italyalyı matematik, fizik, Galileydiń oqıwshısı. Atmosferalıq basım koncepciyasınıń avtorı hám Galileydiń jańa mexanikani islep shıǵıwdıǵı isleriniń dawam ettiriwshısı sıpatında belgili.

Joqarida keltirilgen miynetler menen bir qatarda onıú Kastelli menen bolǵan xat jazısıwların keltiriw mümkin: Lettera al Padre Benedetto Castelli, 1613.

XX hám XXI ásirlerdiń eń iri fizikleriniń biri Stiven Xoking óziniń "Waqıttıń qısqa tariyxi: Úlken partlanıwdan qara qurdımlarǵa shekem" dep atalatuǵın kitabında Galileo Galiley haqqında arnawlı túrde bılay jazǵan:

"Galiley basqa ayırım adamlarǵa qaraǵanda házirgi zaman iliminiń tuwlıwında kóbirek juwapker. Katolik shirkewi menen bolǵan ataqlı básekelesiw Galileydiń filosofiyasındağı oraylıq orındı iyeledi. Óytkeni ol birinshilerden bolıp dýnyaniń qurılısın túsiniwge adamda úmit bar dep daǵazaladı, onnan qala berse biziń haqıqıy dýnyamızdı baqlaw arqalı sol túsiniwge jetiw mümkin dep esapladi. Galiley dáslepten-aq Kopernikiń teoriyasına isendi (planetalardıń Quyashtiń dögereginde aylanatuǵınlıǵı haqqında), biraq Kopernik teoriyasınıń durishiǵın tastıyiqlaǵannan keyin ǵana bul haqqında kóphsilikke ayta basladı. Kopernik teoriyasına arnalǵan jumisın ol italiya tilinde jazdı (sol waqtları qabil etilgen akademiyalıq latın tilinde emes) hám onıú kóz-qarasları universitetler sheklerinen uzaqlarǵa tarqaldı. Bul Aristoteliń tálimatın dawam ettiriwshilerine unamadı hám olar Katolik Shirkevin Kopernikiń tálimatına qarsı qoyıp Galileye qarsı birlesti. Bulardan tásirlengen Galiley shirkewde isleytuǵın abıraylı adamlar menen keńesiw ushın Rimge qaray jol aldı. Ol Bibilyaniń maqsetleri ilimiý teoriyalardı qanday da bir sáwleleniriwden ibarat emes, durıs aqlıǵa qarama-qarsı kelgen Bibiliyadaǵı jazılǵanlardı allegoriya sıpatında qabil etiw kerek dep daǵazaladı. Biraq protestantlar menen gúreste kesent beriw mümkin bolǵan dawdan qorıqcan Shirkev repressivlik sharalar kóriwge ótti. 1616-jılı Kopernikiń tálimatı "jalǵan hám qáte" dep daǵazalandı, al Galileye bul doktrinaǵa súyenıwge yamasa onı jaqlawǵa mángı tiyim salındı. Galiley kelisim berdi.

1623-jılı Galileydiń eski doslarınıń biri Rim Papası lawazımıma saylandı. Galiley dárhál 1616-jılǵı pármanniń biykarlaniwı ushın háreket etti. Ol sátsızlikke ushıradı, biraq Aristoteliń teoriyasın da, Kopernikiń teoriyasın da talqılaytuǵın kitap jazıwǵa ruqsat aldı. Onıú aldına eki shárt qoyıldı: ol hesh bir tarepti qabil etiw haqıqına iye bolǵan joq hám adam hesh qashan dýnyaniń qalay qurılıǵanlıǵın bile almaydı, sebebi Quday adamnıń aqlına siymayıtuǵın usıllar menen birdey effektlerdi shaqıra aladı, adam Qudaydıń qudiretine shek qoya almaydı dep esaplandı.

Galileydiń "Dýnyaniń eki bas sisteması haqqında dialog" dep atalatuǵın kitabı cenzuraniń tolıq maqullawında 1632-jılı pitti hám basپadan shıqtı. Bul kitap pútkıl Evropada ádebiy hám filosofiyalıq ayriqsha jaqsı shıgarma sıpatında atap ótildi. Keyin kóp uzamay papa Kopernikiń teoriyasın qollap-quwatlaytuǵınlıǵın túnsı hám onı basپadan shıgariwǵa ruqsat bergenliginen pánt jedi. Papa cenzuraniń rásimiy ruqsatına qaramastan Galileydiń 1616-jılǵı pármandi buzǵanlıǵın daǵazaladı. Galiley sudqa berildi hám ómiriniń aqırına shekem úy qamaǵına, kóphsilik aldında Kopernik tálimatınan waz keshiwge húkim etildi. Galiley jáne de kelisimge keliwge májbür boldı.

Berilgen katolik bolıp qalǵanlıǵına qaramastan Galiley ilimniń górezsizligi haqqındaǵı isenimi aldında terbelmedi. Óliminen tórt jıl burın, 1642-jılı ol Gollandiyadaǵı baspaǵa "Eki jańa ilim" dep atalatuǵın ekinshi úlken kitabınıń qoljazbasın qupiya túrde jiberdi. Onıú usı kitabı Koperniki qollaǵanına qaraǵanda házirgi ilimniń tuwlıwına kóbirek sebep boldı."

## XVII ásir

XVII ásirde Evropanıń tiykarǵı elleriniń barlıǵında ilimge bolǵan qızıǵıw keskin túrde ósti. Birinshi Ilimler Akademiyaları hám birinshi ilimiý jurnallar payda boldı. Katolik dininiń qarsılıq kórsetiwine qaramastan atomizm ideyaları qaytadan tiklendi. Pútkilley jańa bolǵan ilimiý ideyalar payda boldı hám ólshew ásbaplarınıń jetilistiriliwi olardıń kóphsiligin tekserip kóriwge mümkinshilik berdi. Optikaniń, fizikaniń, ulıwma ilimniń tariyxında ayriqsha úlken orındı XVII ásirdıń basında Gollandiyada kóriw trubasınıń oylap tabılıwı iyeleydi. Kóriw trubası onnan keyin dóretilgen barlıq optikalıq qurallardıń baslawshısı, tiykarın salıwshı bolıp tabıladı.

## Kepler hám Dekart<sup>20</sup>

**Kepler boyinsha planetalardıń qozǵalısı.** 1609-jılı logann Kepler "Jańa astronomiya" miynetin basıp shıǵardı. Bul kitapta planetalardıń qozǵalısınıń birinshi eki nızamı orın algan. Planetalardıń Quyashtiń dögereginde qozǵalısınıń úshinshi nızamı Keplerdiń 1619-jılı shıqqan "Dúnyalıq garmoniya" kitabında keltirgen. Kepler planetalardıń sheńber tárizli orbitalar boyinsha emes, al ellips tárizli orbitalar boyinsha qozǵalatuǵınlıǵıń aniqladı (Ptolemey boyinsha planetalar sheńber tárizli orbita boyinsha qozǵalıwi kerek edi). Qala berse planetalardıń orbita boyinsha qozǵalısı teń ólshewli emes. Planeta Quyashtan qashiqlaǵan sayın ásterek qozǵaladı. Usınıń menen bir qatarda Kepler Galileye qaraǵanda ádewir ayqın türde inerciya nızamın keltirip shıǵardı: basqa deneler tásir etpeytugın qálegen dene tinişliqtı turadı yamasa tuwrı sızıqlı traektoriya boyinsha qozǵaladı. Keplerde tartılıs nızamı bir qansha aniq emes türde jazılǵan: planetalarǵa tásir etetuǵın kúsh Quyashtan shıǵadı, kúshtiń shaması Quyashtan qashiqlaǵan sayın kemeyedi hám bul tastııqlaw basqa aspan deneleri ushın da orınlanaǵdı. Onıń pikirinshe bul kúshlerdiń deregi Quyash penen planetalardıń óz kósheriniń dögereginde aylanıwi menen birikken magnetizm bolıp tabıladi. Kepler optikanıń, sonıń ishinde fiziologiyalıq optikani ádewir alǵa jılıstırıdı —xrustaliktiń tutqan ornın aniqladı, uzaqtan kóriw menen jaqınnan kóriwdiń sebeplerin durıs tárıyipledi. Ol linzalar teoriyasın ádewir qayta isledi, fokus hám optikalıq kósher túsiniklerin kirgizdi, obektke shekemgi qashiqlıq penen linzaniń fokuslıq aralıǵın baylanıstıratuǵın juwıq formulani keltirip shıǵardı.

1637-jılı Rene Dekart "Usıl haqqında pikir júrgiziw" kitabın jariqqa shıǵardı. Bul kitaptıń "Geometriya", "Dioptrika", "Meteorlar" dep atalatuǵın qosımshaları bar. Dekart keńislikti materiallıq tábiyatqa iye dep esapladi, al qozǵalistiń sebebin boslıqtı toltrıw ushın yamasa denelerdiń aylanıwınıń sebebinen payda bolǵan materiyaniń samalları dep esapladi (ol boslıqtıń boliwın mümkin emes dep esapladi hám sonlıqtan atomlardı moyınlamaǵdı). "Dioptrike" kitabında Dekart jaqtılıqtıń sıniwı ushın birinshi bolıp durıs sıniw nızamın berdi. Ol analitikalıq geometriyanı dóretti hám házirgi zaman matematikalıq simvolikanı kirgizdi. Dekart jerlik hám aspanlıq fizikanıń birligin daǵazaladı: "Álemdi quraytuǵın barlıq deneler sheksiz bólinetuǵın hám kóp sanlı bólimgere bóligen birdey materiyadan turadı".

1644-jılı Dekarttiń "Filosofiyaniń baslamaları" dep atalatuǵın kitabı jariq kórdı. Bul kitapta materiyaniń halınıń ózgerisi tek ǵana oǵan basqa materiyaniń tásirinde júzege keledi dep daǵazaladı. Ol ayqın türdegi materiallıq ortalıqsız uzaqtan tásirlesiwdi biykarlaǵdı. Kitapta inerciya nızamı menen qozǵalıs muǵdarınıń saqlanıw nızamı keltirilgen. Qozǵalıs muǵdarın Dekart "zattıń muǵdarı" menen onıń tezligine proporsional shama dep durıs aniqladı. Biraq, ol óziniń tallawlarında onıń vektorlıq qásiyetke iye ekenligin (baǵıtqa iye ekenligin) esapqa algan joq.

Dekart planetalardıń qozǵalısınıń tezleniwhı qozǵalıs ekenligin túnsindi. Keplerdən keyin Dekart planetalardı Quyashtiń tartıwı bar bolǵanday bolıp qozǵaladı dep esapladi. Tartılısti túnsindiriw ushın ol Álemdi mexanizmin konstrukciyaladı. Bul mexanizm boyinsha barlıq deneler hámme orınlarda bar, biraq kórinbeytuǵın "usaq (mayda) materiyaniń" iyteriwiniń saldarınan qozǵalısqa keledi. Boslıqtıń bolmawınıń sebebinen tuwrı sızıqlı traektoriya boyinsha qozǵala almayıtuǵın bolǵanlıqtan bul ortalıqtıń móldir aǵısları keńislikte úlken hám kishi iyrimlerdiń sistemaların payda etedi. Iyrimler irirek, kózge kórinetuǵın bólekshelerdi ózi menen alıp júrip aspan denelerdiń aylanıwların qáiplestiredi, olardı aylandıradı hám orbitalar boyinsha alıp júredi. Kiki iyrimniń ishinde Jer de jaylasqan. Sheńber tárizli aylanıwlar móldir iyrimdi keńeytiwge iytermeleydi, usınday jaǵdayda iyrimniń bóleksheleri kózge kórinetuǵın denelerdi Jerge qaray qıсадı. Dekart boyinsha bul tartılıs bolıp tabıladi.

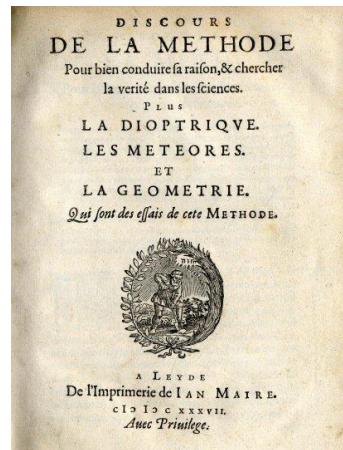
---

<sup>20</sup> **Logann Kepler** (nemisse Johanes Kepler; 1571-jılı 27-dekabr kúni Vayl-der-Shtadtta tuwilǵan hám 1630-jılı 15-noyabr kúni Regensburgta qaytis bolǵan nemis matematigi, astronomi, mexanigi, optigi, Quyash sistemasińiń planetalarınıń qozǵalıs nızamların birinshi ashqan alırm.

**Rene Dekart** (francuzsha René Descartes, latın tilinde *Renatus Cartesius* — 1596-jılı 31-mart kúni Karteziyde (Turen provinciyası) hám 1596-jılı 11-fevral kúni Lae qalasında (Turen provinciyasında), házirgi waqtıları Dekart (Endr hám Luara departamenti) qalasında qaytis bolǵan francuz filosofi, matematigi, mexanigi, fizigi hám fiziologi, analitikalıq geometriya menen házirgi zaman algebralıq simvolikanı dóretiwhı, fizikadaǵı mechanizimniń hám basqa da tarawlardıń avtorı.



Iogann Kepler (1610-jılı salıńgan súwret).



Rene Dekarttiń "Usıl haqqında pikir júrgiziw" kitabınıń titullıq beti.

Dekarttiń fizikası tábiyattaǵı qubılıslardıń barlıq tiplerin (mexanikalıq qozǵalıs, Álemdi birden bir mexanizm sıpatında qabil etiw) bir sistemada táriyiplewge qaratılǵan birinshi tırısıw edi. Bul sistemadaǵı kóp sanlı jaǵdaylar (misali, jaqınnan tásir etiw principi) aktuallığın házirgi waqıtta da joǵaltqan joq. Biraq Dekart metodologiyalıq qátege jol qoydı: ol qubılıslardı izertlewlerde dáslep olardıń "bas sebeplerin" aniqlawdı, al onnan keyin matematikalıq modeldi dúziwdi talap etti. Bul keyinge qaray qoyılǵan qádem edi. Usınday jaqınlasiwdıń aqıbetinde Dekarttiń hám onıń izin dawam ettiriwshilerdiń miynetlerindegi (olardı "kartezianshılar" dep ataydı<sup>21</sup>) qáteler Aristoteliń jibergen qátelerinen hám aqılǵa muwapiq keletüǵın qiyallarınan kem emes. Galiley menen Nyuton kerisinshe háreket etti — olar dáslep baqlawlardıń tiykarında matematikalıq modeldi qurdu, al onnan keyin, eger maǵlıwmatlar jetkilikli bolsa, "eń dáslepki sebepler" haqqında boljawlardı alǵa qoydı ("dáslep tallaw, onnan keyin sintez"). Bunday jaqınlasiw jemislirek bolıp shıqtı (misali tartılıs ushın – Nyuton tárepinen tartılıs ushın matematikalıq model dóretilgennen keyin Albert Eynshteyn<sup>22</sup> tárepinen tartılıstıń fizikalıq mánisiniń aniqlanıwına shekem eki ásirden kóbirek waqıt ötti.

<sup>21</sup> **Kartezianshılıq** (latın tilinen *Cartesius* Dekarttiń latin tiline awdarılǵan atı bolıp tabıladı) — ideyaları Dekart qaytatıǵın filosofiyaniń tariyxındaǵı bağdır. Kartezianshılar ushın skepticizm, racionalizm, ózinen burıngı sxolastikalıq filosofiyalıq tradiciyalardı áshkaralaw tán. Usınıń menen bir qatarda kartezianshılıq izbeziz dualizm menen xarakterlenedı. Sonlıqtan onıń tárepdarları dýnyani bir birinen górezsiz bolǵan uzınlıqqa iye (latinsha *res extensa*) hám oylaytuǵın (latinsha *res cogitans*) eki substanciyaǵa ajiratadı. Usınday jaǵdayda oylaytuǵın substanciyada olardıń bir biri menen tásir etisiwi Dekarttiń óziniń tálimatında principinde sheshilmeytuǵın mashqalaǵa aylanǵan. Kartezianshılıq ushın racionalıq matematikalıq (geometriyalıq) usıldırı rawajlaniwı tán.

<sup>22</sup> **Albert Eynshteyn** (nemisshe Albert Einstein ; 1879-jılı 14-mart kúni Germaniyadaǵı Ulm qalasında tuwlıǵan hám 1955-jılı 18-aprel kúni AQSh taǵı Nyu Djersi shtatındagı Princeton qalasında qaytıs bolǵan) fizik-teoretik, házirgi zaman teoriyalıq fizikasın dóretiwhilerdiń biri, fizika boyınsha 1921-jılıǵı Nobel sıylığını laureati, jámiyetlik isker-gumanist. 1879-1893 hám 1914-1933 jılları Germaniyada, 1893-1914 jılları Shveycariyada hám 1933-1955 jılları AKSh ta jasaǵan. Dúnyanıń 20 dan aslam aldińǵı qatar universitetleriniń húrmetli doktorı, kóp ilimler akademiyalardıń aǵzasi.

Eynshteyn fizika boyınsha 300 den aslam ilimiý jumıslardıń hám tariyx hám ilimniń filosofiyası, publicistika hám basqa da tarawlar boyınsha 150 kitap hám maqalalardıń avtorı. Ol bir neshe fizikalıq teoriyalardı dóretti:

- Arnawlı salıstırmalıq teoriyası (1905-jıl).
- Onıń sheklerinde (ramkalarında) massa menen energiya arasındaǵı óz-ara baylanıs nızamı:  $E = mc^2$ .
- Ulıwmalıq salıstırmalı teoriyası (1907-1915 jıllar).
- Fotoeffekttiń kvantlıq teoriyası.
- Jıllılıq sıyımlığınıń kvantlıq teoriyası.
- Boze-Eynshteyn statistikası dep atalatuǵın kvantlıq statistika.
- Fluktuaciyalar teoriyasınıń tiykarında jatatuǵın Broun qozǵalısınıń statistikalıq teoriyası.
- Indukciyalanǵan nurlanıwdıń teoriyası.
- Ortalıqlardaǵı termodinamikalıq fluktuaciyalardaǵı jaqtılıqtıń shashıraw teoriyası.

## Klassikalıq mexanikaniń dóretiliwi: Gyuygens hám Nyuton

1673-jılı Xristian Gyuygenstiń "Mayatnikli saat" dep atalatuǵın kitabı jarıq kórdi<sup>23</sup>. Bul kitapta Gyuygens sózler menen bir neshe áhmiyetli formulalardı keltirgen: mayatnikiń terbelisiniń dawiri ushın hám orayǵa umtılıwshı tezleniw ushın; hattı inerciya momenti anıq emes túrde paydalanyladi. Gyuygens salmaq kúshiniń tezleniwiniń shamasın jetkilikli dárejede dál ólshedi hám usı tezleniwdiń shamasınıń túslık tárepke qaray qozǵalǵanda kishireyetugınlıǵın túsindirdi (usı qubilisti Jan Rishe 1676-jılı ańǵarǵan edi). Basqa bir jumısında (1669-jılı) Gyuygens soqqı menen soqlıǵısıwdiń dara jaǵdayı ushın energiyaniń saqlanıw nizamın keltirip shıǵardi: "Deneler soqlıǵısqanda olardıń salmaqları menen tezlikleriniń kvadratlarınıń kóbeymesi soqlıǵısıwǵa shekem hám soqlıǵısıwdan keyin ózgerissiz qaladı". Kinetikalıq energiyaniń ulıwmalıq saqlanıw nizamın (sol dáwirde oni "tiri kúsh" dep ataytuǵın edi) Leybnic 1686-jılı baspadan shıǵardi<sup>24</sup>.

**Nyutonniń tartılıs nizamı.** Klassikalıq mexanikaniń dóretiliwindegi eń aqırğı qádem 1687-jılı Nyutonniń "Natural filosofiyaniń matematikalıq baslamaları" kitabıń jarıq kóriwi bolıp tabıladı. Bul kitapta massa túsinigi kírgizilgen, mexanikaniń úsh nizamı jáne pútkıl dýnyalyq tartılıs nizamı bayanlangan hám olardıń tiykarında kóp sanlı ámelyi másseleler sheshilgen. Atap aytqanda, Nyuton Keplerdiń úsh nizamınıń pútkıl dýnyalyq tartılıs nizamınan kelip shıǵatuǵınlıǵın qatań túrde dállıledi. Dekarttiń planetalardıń qozǵalısın efırlık iyrimler menen túsındırıwin Nyuton Keplerdiń úshinshi nizamı menen sáykes kelmeytuǵınlıǵın hám kometalardıń qozǵalısları ushın paydalaniwǵa bolmaytuǵınlıǵın kórsetti. Ortalıqtıń qásıyetleri menen baslangısh shártler belgili bolǵan jaǵdayda Nyuton tárepinen dóretilgen dinamika iliminiń principinde qálegen deneniń qozǵalısın anıqlawǵa mümkinshilik berdi. Bunday jaǵdayda payda bolǵan teńlemelerdi sheshiw ushın matematikalıq fizika úlken pátler menen rawajlana basladı.

Óziniń pikirlerin keltirip shıǵarlatuǵın juwmaqların isenim menen tastıyıqlaytuǵın tájiriybeler menen baqlawlardı táriyiplew menen alıp bardı. Mexanikadan basqa Nyuton optikaniń, aspan mexanikasınıń, gidrodinamikaniń tiykarların saldı. Matematikalıq tallawdı (matematikalıq analizdi) ashti hám ádewir algá jılıjitti. Nyuton tárepinen bayanlangan nizamlar ulıwmalıq xarakterge iye. Sonlıqtan fizikanı jerlik hám aspanlıq dep bóliwge tiykar qalmadı, al Kopernik-Keplerdiń sisteması dinamikalıq bekkem tiykargá iye boldı. Fiziklerdiń arasında bul tabis eń aqırında Álemdegi barlıq processler aqır-ayaǵında mexanikalıq xarakterge iye degen nadurıs pikirdiń tarqalıwin tastıyıqladı.

Nyutonniń fizikalıq principleri Dekarttiń fizikalıq principlerine qarama-qarsı keldi. Nyuton atomlardıń bar ekenlige isendi, "eń dáslepki sebeplerdi" izlewdi ekinshi usıl, al "eń dáslepki sebeplerdi" anıqlaw ushın dáslep eksperimentler ótkeriw jáne matematikalıq modellerdi dúziw

---

Ol gravitacyjılıq tolqınlardıń hám "kvantlıq teleportacyysi" boljadı, Eynshteyn-de Gaaza giromagnitlik effektin boljadı hám ólshedi. 1933-jıldan baslap kosmologiya hám maydannıń birden bir teoriyasın dóretiw másseleleri menen shuǵillandi. Urısqı qarsı, yadrolıq quraldı paydalaniwǵa qarsı, gumanizm, adam huqıqın húrmetlew, xalıqlar arasında óz-ara túsinisiwdi jaqsılaw ushın teperish túrde háreket etti.

<sup>23</sup> **Xristian Gyuygens van Zeylixem** (niderland tilinde *Christiaan Huygens*; 1629-jılı 14-aprel kúni Gaagada tuwilǵan hám 1695-jılı 8-iyul kúni sol qalada qaytıs bolǵan niderlandiyalı mexanik, fizik, matematik, astronom hám oylap tabıwshı. London korol jámiyetiniń birinshi shet ellik aǵzası (1663), Franciya akademiyasınıń usı akademiyaniń tiykarı salıngannan bergi aǵzası (1666) hám onıń birinshi prezidenti (1666—1681).

<sup>24</sup> **Gotfrid Vilgelm Leybnic** (Gottfried Wilhelm Leibniz yamasa nemishe Gottfried Wilhelm von Leibniz, 1646-jılı 21-iyun (1-iyul) kúni tuwilǵan hám 1716-jılı 14-noyabr kúni qaytıs bolǵan nemis filosofi, logiki, matematigi, mexanigi, fizigi, yuristi, tariyxshısı, diplomati, oylap tabıwshısı hám tilshisi. Berlin ilimler akademiyasınıń tiykarın salıwshı hám birinshi prezidenti, Francuz ilimler Akademiyasınıń shet ellik aǵzası.

Áhmiyetli ilimiý jetiskenlikleri:

Leybnic Nyutonnan górezsiz sheksiz kishi shamalarǵa tiykarlangan matematikalıq tallawdı – differencialiqliq hám integralliqliq esaptı dóretti.

Kombinatorikanı ilim sıpatında dóretti.

Matematikalıq logikanıń tiykarın qaladı.

O hám 1 cifralarınan turatuǵın esaplawdıń ekilik sistemasiń táriyipledi.

Mexanikada "tiri kúsh" túsinigin kírgizdi (házırkı waqıtlardagi kinetikalıq enerjiya túsiniginiń proobrazı) hám energiyaniń saqlanıw nizamın keltirip shıǵardi.

Psiyologiya iliminde de bir qatar túsiniklerdi kírgizdi.

kerek dep esapladi. Usınday sebeplerge óz-ara tartılıstı materiallıq alıp júriwshi joq jáne mekanikalıq túsindiriwge iye emes bolǵan Nyutonniń tartılıs teoriyasın kóp waqtılarǵa shekem kontenentallıq Evropanıń alımları tárepinen biykarlandı (ásirese karteziansıhlar tárepinen); uzaqtan tásir etetetuǵın tartılıstı Gyuygens hám Eyler siyaqlı iri alımlar qollap-quwatlamadı. Tek XVIII ásirdiń ekinshi yarımında ógana Kleroniń (1713-1765, francuz matematigi, mekanigi hám astronomi) Ay menen Galley kometasınıń qozǵalısınıń teoriyası dóretilgennen keyin pútkıl dúnýalyq tartılıs nızamın áshkaralaw toqtadı. Metafizikalıq fantaziyalar hár jerde ushirasqan bolsa da XVIII ásirden baslap Galiley menen Nyutonniń biliw usılı fizikadaǵı biliw usilina aylandı (tájiriybeler ótkeriw, olardıń nátiyjeleri boyinsha obektivlik fizikalıq túsiniklerdi ashıw<sup>25</sup>, bul túsiniklerdi kóbinese differentiallıq teńlemeler túrinde matematikalıq jaqtan táriyiplew, alıngan modeldi teoriyalıq tallaw hám tájiriybede tekserip kóriw).

XX hám XXI asırlerdiń eń iri fizikleriniń biri Stiven Xoking óziniń "Waqıttıń qısqa tariyxı: Úlken partlanıwdan qara qurdımlarǵa shekem" dep atalatuǵın kitabında Isaak Nyuton haqqında arnawlı türde bilay jazǵan:

"Isaak Nyutondı jaǵımlı yamasa jaqsı adam dep aytıwǵa bolmaydı. Basqa ilimpazlar menen jaman qatnasi aqıbetinde jurtqa keńnen tanıldı hám ómiriniń keyingi jılların ol tiykarinan hár qıylı urıs-jánjeller menen ótkerdi. Fizika boyinsha jazılǵan barlıq kitaplar ishindegi sózsiz eń tásirlisi bolǵan "Matematikalıq baslama" dep atalıwshi kitap jarıq kórgennen keyin Nyutonniń abırayı tezden kóterildi. Ol Korol jámiyetiniń prezidenti bolıp tayinlandı hám rıcarlıq ataqqa miyasar bolǵan birinshi ilimpaz boldı. Kóp waqıt ótpey ol "Matematikalıq baslamalar" ushin maǵlıwmatlar berip turǵan Korol astronomı Djon Flemstid penen málezlesip qaldı. Endi ol Nyutongá zárúrli bolǵan maǵlıwmatlardı beriwdi irkinishke túswire basladı. Nyuton bolsa bul awhal menen kelise almadı hám ózi ózin korol observatoriyasınıń basshılarınıń qatarına qostı hám keyin nátiyjelerdiń dárhál baspadan shıǵarıwına eristi. Aqır-ayaǵında oğan Flemstidiń jumısın ózlestiriwdıń hám onı baspadan shıǵarıw haqqında Flemstidiń dushpanı bolǵan Edmond Galley menen kelisiwdiń sáti tústi. Biraq Flemstid isti sudqa berdi hám sud urlanǵan jumıstı tarqatiwdı qadaǵan etip máseleni onıń paydasına sheshti. Bunday sheshim Nyutonniń qáhárın keltirdi hám "Baslamalardıń" keyingi basılımlarınan Flemstidiń jumıslarına bolǵan barlıq ssıkkalardı alıp tasladı.

Bunnan da beter qattıraq jánjel Nyuton menen nemeń filosofi Gottfrid Leybniń arasında bolıp ótti. Nyuton hám Leybniń bir birinen górezsiz házirgi zaman fizikasınıń úlken bólimalıq tıykari bolǵan differential esaplaw dep atalatuǵın matematikanıń oblastın rawajlandırdı. Nyutonniń bul esaptı Leybnińten bir neshe jıl burın ashqanlıq menen óziniń nátiyjelerin Leybnińten keyin járiyalaganlıǵın biz házır jaqsı bilemiz. Kimniń birinshi bolǵanlıqı haqqında úlken jánjel baslandı. Ilimpazlar eki talasıwshını da úlken hawes penen jaqladı. Nyutondı qorǵap jazılǵan maqalalardıń barlıǵı da Nyutonniń ózi tárepinen jazılıp, onıń doslarınıń atınan járiyalanganlıǵı júdá qızıq. Talas qattı qızdı, biraq usı jerde Leybniń Korol jámiyetine qarsılıqtı sheship beriwr haqqında xabarlasıp úlken qátelikke jol qoydı. Usı jámiyettiń prezidenti sıpatında Leybnińtiń arzasın talqılaw ushin Nyuton "qızıǵıwshılıǵı" joq "tosınnan" tek ógana Nyutonniń doslarınan turatuǵın komissiya dúzdi! Biraq is buniń menen pitken joq: keyin Nyutonniń ózi Leybnińti rásimiy türde plagiatta ayıplap komissiyaniń esabin jazdı hám bul esaptı baspadan shıǵarıwǵa jámiyetti májbúrledi. Bunnan da qanaatlanbaǵan Nyuton bul esaptıń qısqasha mazmunın ishine alatuǵın maqalani atın kórsetpey Korol jámiyetiniń gazetasında járiyaladı. Leybniń qaytis bolǵannan keyin Nyuton "Leybnińtiń júregin jarıwǵa" sáti túskennlikten úlken qanaatlanıw aldım dep aytqan degen gáp bar.

Usı eki disput júrip atırǵanda Nyuton Kembridjdi de, kafedrani da taslap ketti. Ol dáslep Kembridj universitetinde katolik dinine qarsı hárekette teperish türde qatnasti. Keyin bunday hárekette parlamentte kózge tústi hám usınıń nátiyjesinde xoshametlew retinde Korol monetaliq dvorınıń saqlawshısı lawazımına tayinlandı. Bul jerde ol jalǵan monetalar soǵıwshılarǵa qarsı keń masshtablı kompaniya ótkerip óziniń jawızlıǵı menen kekshiligin sociallıq jaqtan aqlay aldı hám hátte olarıń bir qanshaların dargá asıwǵa jiberdi."

---

<sup>25</sup> Nyutonniń aytıwı boyinsha "tábiyattıń kúshlerin" ashıw.

## Optika: jańa effektler

Áyyemgi ilim bolǵan optika tarawında XVII ásirde bir qatar fundlamentallıq ilimiý ashılıwlar júz berdi. Aqırında jaqtılıqtıń síníviniń durıs nızamı keltirip shıǵarıldı (Snellius, 1621-jıl), al Ferma bolsa geometriyalıq optika boyinsha irgeli bolǵan variaciyalıq principti ashti. 1676-jılı Ole Remer Jupiter planetasınıń joldaslarınıń qozǵalısların izertlewdiń barısında jaqtılıqtıń tezliginiń shamasın birinshi bolıp bahaladı. Italiyalı fizik Grimaldi jaqtılıqtıń interferenciyası menen difrakciyası qubilisın taptı (1665-jılı Grimaldi qaytıs bolgannan keyin baspadan shıqqan), 1668-jılı qos nur sindiriw qubilisi, al 1678-jılı jaqtılıqtıń polyarizaciyası ashıldı (Gyuygens).

Jaqtılıqtıń korpuskulyarlıq hám tolqınlıq tábiyatı haqqındaǵı daw dawam etti. Gyuygens óziniń "Jaqtılıq haqqındaǵı traktat" miynetinde (francuz tilinde Traité de la lumière) jaqtılıq tolqınlarınıń birinshi sapalıq hám tiykarinan matematikalıq modelin dóretti. Jaqtılıq tolqınlarınıń bul modeli jetilispegen edi hám ol jaqtılıqtıń difrakciyası qubilisın da, tuwrı sıziq boyinsha tarqalıwin da túsin dire almadı. Gyuygenstiń eń baslı jetiskenligi "Gyuygens principi" bolıp tabıladı. Bul princip tolqınlıq optikanıń tiykarında jatadı hám ol tolqınlardıń tarqalıwiniń júrisin túsin dire almadı.

Optika menen astronomiyaniń rawajlanıwındaǵı áhmiyetli etap Nyuton tárepinen mayıstırılgan sferalıq aynaǵa iye birinshi aynalıq teleskoptıń (reflektordıń) dóretiliwi bolıp tabıladı. Bul teleskopta xromatlıq aberraciya joq edi (linzalıq teleskoplarda – refraktometrlerde xromatlıq aberraciya orın aladı). Nyuton tájiriybelerde jaqsı tekserilgen reńlerdiń teoriyasın baspadan shıǵarı hám aq Quyash jaqtısınıń hár qıylı reńdegi qurawshıllarıń jiynaǵı (aq jaqtılıqtıń hár qıylı reńdegi jaqtılıqlarıń qosındısı) ekenligin dálilledi. Jaqtılıqtıń qásiyetleri haqqındaǵı óziniń kóz-qarasların ol 1704-jılı baspadan shıqqan "Optika" dep atalatuǵın kapitallıq monografiyasında bayanladı (bul kitaptı sol dáwırlerdegi ilimniń rawajlanıw dárejesine salıstırǵanda júzlegén jıl alǵa ketti dep esaplaydı).

## Elektr hám magnetizm — birinshi izertlewler

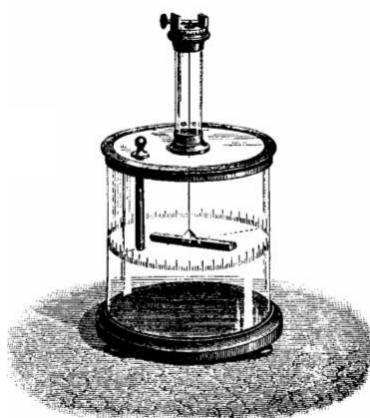
XVI ásirdiń basındaǵı elektr hám magnetizm haqqındaǵı bilimlerdiń eksperimentallıq tiykari tek súykelistiń saldarınan elektrlewdi, magnetittiń temirdi tartıw qásiyetin hám kompastıń magnitlengen strelkasınıń arqa-túslik baǵıttı kórsete alıwi menen sheklendi. Shama menen XV ásirde (burınıraq boliwı da múnkin) Evropalıq teńizde júziwshiler dál arqanı kórsetpeytugınlıǵıń, al arqa tárepke salıstırǵanda bazı bir mýyeshke burlıǵan ekenligin aniqladı (bunday qubilisti "magnitlik eńkeyiw" dep ataydı). Xristofor Kolumb magnitlik eńkeyiwidiń shamasınıń geografiyalıq koordinatalardan górezli ekenligin taptı, al kartograflar bolsa bul qubilistiń sebebin Jerdiń geografiyalıq polyuslerge sáykes kelmeytuǵın magnit polyusınıń bar ekenligin kórsetti. Bul effekti bazı bir waqtılar dawamında ashıq teńizdegi keńlikti aniqlaw ushin háreket etti. biraq bul maselede hesh kim tabısqı jete alǵan joq. 1558-jılı Italiyalı alximik Djambattista della Porta (italyan tilinde Giambattista della Porta) óziniń "Naturallıq magiya" ("Magia naturalis", avtor bul jumısın 15 jasında jazdim dep aytqan) miynetinde magnittiń bir neshe jańa qásiyetlerin atap ótken: magnittiń tásiri jetkilikli dárejede qalıń bolǵan temir plastinka arqalı ótpeydi, magnitti bazı bir temperaturaga shekem qızdırǵanda onıń magnitlik qásiyetleri joǵaladı, al salqınlatqanda qaytadan tiklenedi.

1600-jılı Ullıbritaniya korolevasınıń shipakeri Uilyam Gilbert elektrlik hám magnitlik qubilislardi óziniń 17 jıl dawamında ótkergen izertlewleriniń juwmaqların baspadan shıǵarı. Ol Jerdiń magnit ekenligin tastıyıqladı. Gilbert magnitti qanday etip keskende de, barlıq waqıtta da alıngan fragmentte eki polyustıń bolatugınlıǵıń demonstraciyaladı. Elektrlik qubilislardi úyreniw ushin Gilbert elektroskoptı oylap taptı hám onıń járdeminde barlıq denelerdi "elektriklerge" (yaǵnıy elektrlenetuǵın dene, házırkı waqtıldaǵı terminologiya boyinsha dielektrikler) hám "elektrik emeslerge" (misali, ótkizgishler, ondaǵı zaryadlar eksperimentatordıń qoli arqalı jerge ótip ketedi) bόldı. U.Gilbert "Elektr" ("elektrichestvo") terminin oylap taptı.

1672-jılı Otto fon Gerike (nemisse Otto von Guericke; 1602-jılı Magdeburg qalasında tuwlıǵan hám 1686-jılı Gamburg qalasında qaytıs bolǵan nemis fizigi, injeneri hám filosofi.) ótkergen eksperimentleriniń nátijeleri baspadan shıǵarı. Ol jetkilikli dárejede quwatlı elektrostatikalıq mashinanı soqtı (kúkirtten islengen aylanatuǵın shar oǵan basilǵan alaqań tárepinen elektrlenedi) hám onıń járdeminde elektrleniwdiń zaryadlangan deneden jaqın aralıqta turǵan basqa denegе kontaktsız ótetugınlıǵıń birishi bolıp atap ótti. Gerike eń birinshi bolıp elektrlenen denelerdiń biri menen tek tartıspaytuǵınlıǵıń, al iyterisetugınlıǵıń da taptı.



Elektrostatikaliq mashina.  
1750-jil.



Qulonniń aylanatuǵın  
tárezisi.



Robert Boyle.

Dekart magnetizmniń birinshi teoriyasın dúzdi: magnittiń átirapında eki tiptegi vint tárizli efirlilik bólekshelerdiń qarama-qarsı baǵittaǵı cirkulyaciysi orın aladı. Bul aǵıslar eki magnittiń arasındaǵı hawani qısıp shıgaradı hám usınıń saldarınan olar tartıсадı. Tap usınday jollar menen Dekart temirdiń magnitke tartılıwin da túsindirdi. Elektrostatikaliq qubılıslar ushin lenta tárizli formaǵa iye bóleksheler juwapker. Bunnan jaqsıraq model bolmaǵanlıqtan Dekarttiń modeli derlik XVIII ásırdań aqırına shekem jasadi.

## Gazler teoriyasınıń tuwılıwi hám basqa da jetiskenlikler

1647-jili godu Blez Paskal<sup>26</sup> birinshi barometrdi sınaqtan ótkerdi (Torrichelli tárepinen oylap tabılǵan barometr) hám hawaniń basımı biyiklikke baylanıslı tómenleydi dep boljadi. Bul gipoteza kelesi jılı onıń kúyew balası Floren Pere (Florin Périer) tárepinen tastıyıqlandı. 1686-jılı Edmund Galley<sup>27</sup> basım menen biyiklik arasındaǵı dál qatnastiaptı. Biraq sol waqtları eksponenciallıq funkciya túsiniǵı bolmaǵanlıqtan ol bunday baylanısti bılayınsha bayanladı: biyiklik arifmetikalıq progressiya boyınsha úlkeygende atmosferalıq basım geometriyalıq progressiya boyınsha kemeyedi. 1663-jılı Paskal basımnıń suyılqıtaǵı yamasa gazdegi tarqalıw nızamın baspadan shıǵardı.

1602-jılı Magdeburg qalasında tuwlıǵan hám 1686-jılı Gamburgta qaytis bolǵan nemis fizigi, injeneri hám filosofi Otto fon Gerike (nemisshe Otto von Guericke) 1669-jılı hawa nasosın soqtı, effektivli bolǵan tájiriybelerdiń seriyasın ótkerdi (olardıń ishinde "magdeburg yarım sharları" dep atalatuǵın tájiriybe de bar) hám Aristoteliń "tábiyat boslıqtan qorqadı" degen pikirin aqırına shekem biykarladı. 1644-jılı Torrichelli tárepinen ashılgan atmosferalıq basım usı momentten baslap kórgizbeli túrde dálillendi. Grikeniń tájiriybeleri inglez fizikleri Robert Boyl<sup>28</sup> menen Robert Gukti qızıqtırdı, olar Grikeniń nasosın jetilistirdi hám onıń járdeminde kóp sanlı ilimiý ashılıwlardı ámelge asırı (solardıń ishinde Boyl-Mariott nızamı dep atalatuǵın gazdiń kólemi menen basımı arasındaǵı górezlik).

Boyl óziniń basqa jumıslarında materiyani mayda bólekshelerden (korpuskulalardan, házirgi terminologiya boyınsha molekulalardan) turadı dep tastıyıqladı. Bul mayda bóleksheler zattıń ximiyaliq qásiyetlerin aniqlaydı hám ximiyaliq reakciyalar usınday bólekshelerdiń ornlarınıń

<sup>26</sup> **Blez Paskal** (francuz tilinde Blaise Pascal, 1623-jılı Franciyadaǵı Klermon-Ferran degen jerde tuwlıǵan hám 1662-jılı 19-avgust kúni Franciyadaǵı Parij qalasında qaytis bolǵan francuz matematigi, mexanigi, fizigi, ádebiyatshısı hám filosofi. Francuz ádebiyatınıń klassigi, matematikalıq tallawdiń, itimallıqlar teoriyasınıń hám proektlik geometriyanıń dóretiwshileriniń biri, esaplaw texnikasınıń eń dáslepki túrleriniń dóretiwshisi, gidrostatikaniń tiykarǵı nızamınıń avtorı.

<sup>27</sup> **Edmund (Edmond) Galley** (inglez tilinde Edmond Halley; 1656-jılı 29-oktyabr (8-noyabr) kúni tuwlıǵan hám 1742-jılı 14 (25)-yanvar kúni qaytis bolǵan anglıyalı astronom, geofizik, matematik, meteorolog, fizik hám demograf.

<sup>28</sup> **Robert Boyl** (inglishe Robert Boyle; 1627-jılı 25-yanvar kúni tuwlıǵan hám 1691-jılı 31-dekabr kúni qaytis bolǵan anglıyalı-irlandiyalı naturfilosof, fizik, ximiya, teolog.

almasıwına alıp kelinedi. Ol jıllıqtıń kinetikalıq xarakterge iye ekenligin tiykarladı: onıń tálmatı boyınsa qızdırǵanda bólekshelerdiń tezlikleri úlkeyedi.

Boyldiń "Hawaniń serpimlige serpimligine jańa fizikalıq-mexanikalıq eksperimentler" ("New experiments, physico-mechanical, touching the spring of the Air and its effects, made in the most part in a new pneumatical engine", Oksf., 1660-, 1662- hám 1682-jıllar) miyneti kóphsilikke keńnen belgili boldı hám onıń tásirinde gazlerdiń qásiyetlerin izertlew hám ámelde paydalaniw boyınsa Evropaniń eń iri fizikleri shugillana basladı. 1647-jılı 22-avgust kúni Franciyadağı Blua dep atalatuǵın jerde tuwilǵan hám 1712-jılı Londonda (Ullibritaniya) qaytıs bolǵan francuz matematigi, fizigi hám oylap tabıwshısı Deni Papen puw dvigateliniń ("Papen qazanı") hám puw arbasińiń birinshi sxemasın dúzdi. 1674-jılı Papen suwdıń qaynaw temperaturasınıń atmosferaliq basımnan gárezli ekenligin de taptı.

XVII ásirdegi eń áhmiyetli ilimiý ashılıwlardıń qatarına serpimli deneniń sozlıwin túskenn kúsh penen baylanıstıratıǵın Guk nızamın atap ótiw múmkın.

## XVIII ásir

XVIII ásir fizikasınıń ulıwmalıq xarakteristikası. XVIII ásirdiń texnikasınıń eń baslı jetiskenligi 1784-jılı puw mashinasınıń oylap tabılıwi bolıp esaplanadı. Bul jaǵday kóp sanlı óndiris texnologiyaların qaytadan qurdı hám óndiristiń jańa qurallarınıń payda bolıwına alıp keldi. Metallurgiyaniń, mashina hám áskeriy texnikani shıǵaratıǵın óndiristiń tez pátler menen rawajlanıwı fizika ilimine qızıǵıwshılıqtı arttırdı. Tek birlestirilgen emes, al arnawlı ilimiý jurnallardı shıǵarıw baslandı. Ilimiý ádebiyatlardıń sanı menen tirazı turaqlı türde ósip bardı. Ilimniń abırayı kóterildi, kórnekli alımlardiń lekciyaları qızıǵıwshı, izleniwshi adamlardiń úlken toparların ózine tarttı.

Sol dáwirleri fizik-eksperimentatorlar zárúrli bolǵan dállikkę iye kóp sanlı ólshew qurallarına hám jetpeytıǵın ásbaplardı islep alganday qurallarǵa iye boldı. "Fizika" termininiń mánisi taraydı, bul ilimniń sferasına astronomiya, geologiya, mineralogiya, texnikalıq mexanika, fiziologiya bólinip shıqtı. Tájiriybede tastıyıqlanbaǵan kartezianlıq óziniń tárepdarların tez jogala basladı. 1743-jılı kartezianshilardi "derlik joq sekta" dep atadı. Úlken tezleniwshi temp penen mexanika hám jıllıq haqqındaǵı tálimat rawajlandı. Ásirdiń ekinshi yarımında elektr hám magnetizmdi intensivli türde úyreniw baslandı. Dúnyaniń nyutonlıq sistemasiń sheklerinde úlken tabıslar menen jańa aspan mexanikası qáliplesti. XVIII ásirdiń fizikasınıń ózine tán ózgesheligi minadan ibarat: fizikaniń, sonıń menen birge ximiyaniń hám astronomiyaniń barlıq bólimleri bir birinen gárezsiz rawajlandı jáne Dekarttiń bilimlerdiń birden bir sistemasiń payda etiwge qaratılǵan háreketlerin sátsız háreketler dep esaplandı hám olar waqıtsha toqtatıldı. Biraq tábiyyiy kúshlerdiń tasiwshıları sıpatında Dekarttiń kórinbeytuǵın, salmaqqa iye emes hám barlıq ortalıqlarǵa kiretuǵın "názik materiyalari" dep esaplandı (teplorod, elektrlik hám magnitlik suyiqlıqlar).

Dáslep teoriyalıq hám ámeliy fizika belgili bir dárejede bir birinen gárezsiz rawajlandı. Misali kóz áynekleŕdi oylap tabıwdı teoretik-optikler qatnaspadı. XVIII ásirden baslap fizikaniń hár qıylı tarawlarındaǵı teoriya menen praktikaniń bir biri menen tásir etisiwi intensivli bola basladı (fizikaniń ádewir rawajlangan tarawlarındań tásirlesiw ayqın sezile basladı). Misali, termodinamika eń birinshi qádemlerin qoya basladı, al puw mashinasın soǵıwǵa teoretikler pútkilley qatnasqan joq. Al XVIII ásirdegi optikalıq ásbaplardı soǵıwdıń rawajlanıwı jaqsı rawajlangan teoriyaǵa súyendi.

## Mexanika

Analitikalıq mexanikanı Eyler 1736-jılı dórete basladı, keyinirek 1760-jılları ol tek materiallıq noqattıń qozǵalısın gána emes, al iqtıyarlı qattı denelerdiń qozǵalısın da izertledi. 1742-jılı d'Alamber óziniń "Dinamika" monografiyasında hám Lagranj "Analitikalıq mexanika" kitabında (1788-jılı jarıq kórgen) statika menen dinamikanı birdey tásıldıń ("d'Alamber principine" tiykarlanıp) járdeminde biriktirdi hám teoriyalıq mexanikanı matematikalıq tallawdıń bólimine aylandıw jumısların juwmaqladı. Teoriyalıq mexanikanıń bunnan keyingi rawajlanıwı tiykarınan matematikanıń tilinde ámelge asırıldı.

Qozǵalısta qanday shama (impuls yamasa "tiri kúsh") saqlanadı degen soraw XVIII ásirdiń ortasına shekem qızıǵın dawlardı payda etti. Sol waqıtları de Meran hám d'Alamber mexanikalıq

soqlığısıwlardağı impulsitiń saqlanıw nızamın da, energiyaniń saqlanıw nızamın da tiykarladı. 1746-jılı Eyler hám Daniil Bernulli bir birinen górezsiz mexanikaniń jańa fundamentallıq nızamı bolǵan impuls momentiniń saqlanıw nızamın taptı. Mopertyui hám Eyler ilimde qollanıw ushın háreket túsinigin hám oǵan tiykarlańǵan pútkilley jemisli variaciyalıq principti kirgizdi. XIX ásirdiń aqırınan baslap eń kishi tásir variaciyalıq principiniń mexanikaniń sheklerinen ádewir alısqala shıǵatıǵınlıǵı, onıń fundamentallıǵı hám barlıq fizikanıń ishine kiretuǵınlıǵı málım boldı.



Jozef Lui  
Lagranj (franc.  
Joseph Louis  
Lagrange  
1736-1813)



Leonard Eyler  
(nemisshe Leonhard  
Euler; 1707-1783).



Daniil Bernulli (Daniel  
Bernoulli, 1700-1782)



Per Lui Moro de  
Mopertyui (Pierre-  
Louis Moreau de  
Maupertuis; 1698-  
1759).

Dekarttan keyin ekinshi bolıp tábiyattiń barlıq nızamların mexanikalıq teoriyanıń járdeminde túsındiriwge raguzlı alım Rudjer Boshkovich óziniń 1759-jılı jarıq kórgen "Tábiyatta bar kúshlerdi bir nızamǵa alıp keliwshi natural filosofiyaniń teoriyası" ("Teoriya naturalnoy filosofii, svedennaya k edinomu zakonu sil, sushestvuyushix v prirode") kitabında háreket etti<sup>29</sup>. Boshkovich boyınsha materiyaniń eń birinshi elementleri bólınbeytuǵın hám belgili kólemdi iyeleytuǵın materiallıq noqatlar bolıp tabıladı. Olar bir biri arasında qashıqlıqqa baylanıslı bir birine tartılıwi yaması iýterisiwi mümkin (bir birine jaqın turǵan materiallıq noqatlar barlıq waqıtta da iýterisedi, al qashıqlasqanda - tartısadı). Usı gipotezaniń járdeminde Boshkovich kóp fizikalıq qubılsılardı sapalıq jaqtan túsındire aldı. Uliwmalıq metafizikalıq ekenligine qaramastan Boshkovichtıń jumısları óziniń ideyalıq jaqtan bay ekenlige baylanıslı fizikanıń rawajlanıwına úlken tásirin tiygizdi. Mısalı, onıń tásirinde Maykl Faradeye fizikalıq maydan ideyası qáliplesti.

Suyıqlıqlar menen gazlerdiń dinamikasın dóretiw Daniil Bernullidiń 1738-jılı jarıq kórgen "Gidrodinamika" miynetü menen baylanıslı<sup>30</sup>. Bul jumısında Bernulli mexanikalıq poziciyalarda turıp suyıqlıqlar menen gazlerdiń qozǵalıslarınıń hár qıylı túrlerin izertledi, "Bernulli nızamı" dep atalatuǵın fundamentallıq nızamı berdi, eń birinshi bolıp "mexanikalıq jumıs" túsinigin kirgizdi. Bernullidiń kóp sanlı pikirleri energiyaniń ("tiri kúshtiń") saqlanıw nızamina súyengen. Bernullidiń jumısların Eyler (ol 1755-jılı suyıqlıqlardıń analitikalıq mexanikasınıń tiykarın baspadan shıǵardı), d'Alamber hám Klerolar dawam etti<sup>31</sup>. Eyler aǵıwshi suwdıń tásirinde háreketke keletuǵın

<sup>29</sup> **Rudjer Iosip Boshkovich** (xorvat tilinde Ruđer Josip Bošković, italiyansha Ruggiero Giuseppe Boscovich; 1711-jılı 18-may kúni Raguza qalasında tuwilǵan (házirgi waqtıları Xorvatiyadaǵı Dubrovnik qalası) hám 1787-jılı 13-fevral kúni Milan gercoglıǵındaǵı Milan qalasında qaytis bolǵan xorvat alımı (fizik, matematik, astronom). Fizikanıń rawajlanıwına, sonıń ishinde úlken M.Faradeye fizikalıq maydan koncepciyasınıń qáláplesiwine tásirin tiygizgen. 1760-jıldan baslap Peterburg ilimler akademiyasınıń shet ellik aǵzası. Verner Geyzenberg onı "Xorvatiyali Leybnic" dep atadi.

<sup>30</sup> **Daniil Bernulli** (Daniel Bernoulli; 1700-jılı 29 yanvar (8-fevral) kúni tuwilǵan hám 1782-jılı 17-mart kúni qaytis bolǵan Shveycariya fizigi, mexanigi hám matematigi, gazlerdiń kinetikalıq teoriyasın, gidrodinamikani hám matematikalıq fizikanıń dóretiwhilerdiń biri. Peterburg Ilimler Akademiyasınıń akademigi hám shet ellik húrmetli aǵzası (1733). Boloniya (1724), Berlin (1747), Parij (1748) Akademiyalarınıń aǵzası, London korol jámiyetiniń aǵzası (1750). Logann Bernullidiń ulı.

<sup>31</sup> **Leonard Eyler** (nemisshe Leonhard Euler; 1707-jılı 15-aprel kúni Shveycariyadaǵı Bazel qalasında tuwilǵan hám 1783-jılı Rossiya imperiyasındaǵı Sankt-Peterburg qalasında qaytis bolǵan shveycariya, nemis hám rossiyali matematik hám mexanik. Ol usı ilimlerdiń rawajlanıwına fundamentallıq úles qostı. Sonıń menen

turbinalardıń, digirmanniń dóńgeleginiń hám basqa da mexanizmlerdiń ulıwmalıq teoriyasın islep shıqtı. Bul taraw boyınsha áhmiyetli jetilistiriwlerdi angliyalı injener Djon Smiton (1759) ámelge asırdı. Usı dáwirde minaday ulıwmalıq pikir kúshli túrde húkim súrdı: barlıq fizikalıq processler aqır ayaǵında zattıń mexanikalıq qozǵalıslarınıń kóriniwi bolıp tabıladı.

## Elektr hám magnetizm

XVIII ásirdiń birinshi yarımında elektrdiń birden bir deregi súykew boyınsha elektrlew bolıp tabıldı. Elektrostatikaǵa birinshi salmaqlı úlesti elektrdiń bir deneden ekinshi denege ótiwin izertlegen Stiven Grey bolıp tabıladı<sup>32</sup>. Tájiriybeleriń seriyasın ótkerip ol elektrostatikalıq indukciya qubılısun ashti hám sonıń menen birge elektr zaryadlarınıń elektrlenetuǵın deneniń betinde jaylasatuǵınlıǵın dálilledi. 1734-jılı francuz alımı Sharl Fransua Dyufe elektrdiń eki túriniń bar ekenligin kórsetti: oń hám teris (oniń ózi "shisysh" hám "smola" elektri dep atadı). Dyufe kúnniń gúrkirewi menen nayzaǵaydı elektrlik tábiyatqa iye dep birinshi pikirdi aytti. Sonıń menen birge ol fizikalıq processlerde elektrdiń jasırın, biraq úlken orın iyeleytuǵınlıǵın boljadı. Az muǵdardaǵı tájiriybelik bazaniń bar boliwi sebepli sol dáwirleri elektrdiń mánisi haqqındaǵı teoriyalar bolmadı.

Elektrdi izertlew islerinde úlken jańalıq 1745-jılı Leyden bankası bolǵan elektrdiń quwatlı dereginiń tabılıwı bolıp esaplanadı. Bul kondensatorlardı bir biri menen parallel jalǵaw qısqa waqıtlı, biraq jetkilikli dárejede kúshli toqtı berdi. Dárhál kóp ellerde elektr toǵın izertlew baslandı. Sol waqıtları eń tereń izertlewdi amerikalı siyasatshı hám háwesker fizik Bendjamin Franklin ótkerdi. Onıń "Elektrdiń ústinen tájiriybeler hám baqlawlar ótkeriw" ("Farther Experiments and Observations in Electricity") kitabı sensaciyanı payda etti hám kóp sanlı evropa tillerine awdarıldı. Franklin Dyufeniń nayzaǵaydıń elektrlik tábiyatqa iye ekenligi haqqındaǵı gipotezasın isenimli túrde túsindirdi hám ózi oylap tapqan nayzaǵay ótkizgishtiń járdeminde qorǵanıwdı túsindirdi. B.Franklin birinshi bolıp qısqa waqıt ishinde leyden bankası razryadlanaman degenshe elektrdi mekanikalıq qozǵalısqı aylandırıwdı kórsete aldı. Franklin 1749-jılı elektr menen magnetizm arasında qanday da baylanıstiń bar ekenligin boljadı (ol nayzaǵay shaqqan waqıtta magnit kompastıń polyusleriniń ózgeretuǵınlıǵın ańǵardı).



Bendjamin Franklin (ingliz-she Benjamin Franklin; 1706-1790).



Sharl Ogyusten de Kulon (franc. Charles-Augustin de Coulomb, 1736-1806).



Luídji Galvani (ital. Luigi Galvani, 1737-1798).



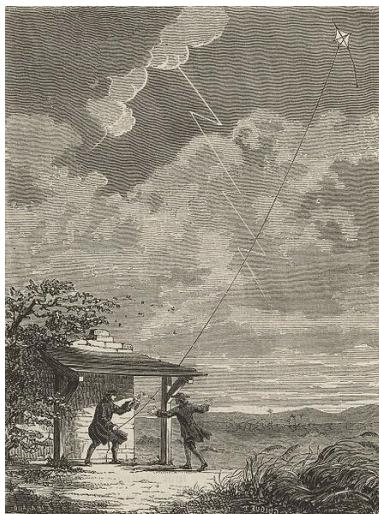
Alessandro Volta (ital. Alessandro Umberto Volta; 1745-1827).

Franklin birinshi teoriyanı da usındı: onıń pikiri boyınsha elektr suyılıqqa usaǵan júdá kishi bólekshelerden turatuǵın ayriqsha substanciya ("flyuid"). Bul substanciya ádettegi zatqa tartıladı hám onıń ishine kire aladı, biraq bir biri menen iyterisedi. Hár qıylı materiallar ózine hár qıylı

birge ol fizika, astronomiya hám bir qatar ámeliy ilimlerdiń rawajlanıwına óziniń salmaqlı úlesin qostı. Eyler matematikalıq tallaw, differencialiq geometriya, sanlar teoriyası juwiq esaplawlar, aspan mekanikası, matematikalıq fizika, optika, ballistikä, korabl qurılısı, muzıka hám basqa da tarawlar boyınsha 850 den aslam ilimiý jumislardıń avtorı (olardıń ishinde jigirmadan aslam fundamentallıq monografiyalar bar). Ol medicinanı, ximiyanı, botanikani, hawada ushiwdı, muzıka teoriyasın, kóp sanlı evropa hám áyyemgi tillerdi tereń úyrengeń. Kóp sanlı Ilimler akademiyalarınıń akademigi.

<sup>32</sup> Stiven Grey (ingliz tilinde Stephen Gray; 1666-1736) – Ullibrityaniya alımı.

muğdardaǵı elektrdi sıydıra aladı, bunday jaǵdayda olar bazı bir "elektrlik atmosfera" menen qorshalǵan boladı. Bul teoriya boyinsha oń hám teris zaryadlar elektr substanciyasınıń sáykes artıqmashlıǵı hám jetkiliksizligi menen baylanıshı. Biraq, Franklinniń teoriyası teris zaryadlangan denelerdiń oń zaryadlangan deneler sıyaqlı bir birinen iyterisetugınnıń túsindirdmedi. Sonlıqtan kóp sanlı fizikler eki túrli "elektr suyuqlıqları" boladı degen pikirde boldı.



Bendjamin Franklinniń nayzaǵay menen ótkergen eksperimenti.



Volta Parij qalasında ózi oylap tapqan jańalığın Napoleonǵa kórsetip atr.

Franklinniń modeli haqqındaǵı alımlardıń pikirleri hár qıylı boldı: kúshli áshkaralawshılar da, biraq Franklinniń tárepdarları da boldı. Sol tárepdarlardıń biri nemis alımı Epinus edi<sup>33</sup>. Epinus piroelektrlikti ashqanlıǵı menen de belgili hám ol Kulon nızamın Kulonnan 20 jıl burın boljadı. Epinus leyden bankasınıń razryadınıń terbelmeli xarakterge iye bolatuǵınlıǵıń da boljadı. Eyler ayriqsha elektr suyuqlıǵına isenbedi hám elektrlik qubılıslarǵa efirdegi qısılıwlар menen siyreksiwler juwapker dep boljadı.

Ásirdiń aqırı elektrdiń tariyxında eki etaplıq waqıyalar menen kózge taslanadı. 1785-jılı Kulonniń memuarlarınıń birinshisi jariqqa shıqtı hám bul memuarda dál ótkerilgen tájiriybelerdiń nátiyjeleri boyinsha Kulon nızamı táriyiplengen hám tiykarlangan edi. Bul nızamnıń pútkıl dúnyalıq tartılıs nızamina uqsaslıǵı qısqa müddetler ishinde (1828-jılga shekem) usı waqıtlarǵa shekem islep shıgilǵan analitikalıq usıllardı paydalanyıp elektrostatikanıń matematikalıq tiykarların pitkeriwe múmkinshilik berdi. 1791-jılı italyalyı shipaker Luidji Galvani<sup>34</sup> ózi ashqan "haywanlardaǵı elektr" di ashqanlıǵı haqqında traktatın baspadan shıǵardı: temir reshetskaǵa latunnan islengen ildirgishtiń járdeminde ildirilgen qurbaqanıń tabanı ózinen-ózi qozǵala baslaǵan. Kóp uzamay italyalyı fizik Alessandro Volta<sup>35</sup> bul tájiriybede qurbaqanıń tek toqtıń indikatori sıpatında xızmet etetuǵınlıǵıń, al elektrolittegi hár qıylı bolǵan eki metaldiń kontaktınıń derek bolıp tabilatuǵınlıǵıń aniqladı. Bir qatar tájiriybelerdi ótkerip, Volta 1800-jılı "volta baǵanasi" (ingliz tilinde "voltaic pile") dep atalatuǵın

<sup>33</sup> Franc Ulrix Mariya Teodor Epinus (nemisshe Franz Ulrich Maria Theodor Aepinus (Äpinus, Hoch); 1724-jılı 13- (24-) dekabr kúni Rostokta hám 1802-jılı 10- (22-) avgust kúni házirgi Tartu qalasında qaytis bolǵan Rossiya hám Germaniya fizigi, astronomi hám matematigi, Peterburg Ilimler Akademiyasınıń haqıqıy aǵzası (1756).

<sup>34</sup> Luidji Galvani (ital. Luigi Galvani, 1737-jılı 9-sentyabr kúni tuwilǵan hám 1798-jılı 4-dekabr kúni qaytis bolǵan italyalyı shipaker, anatom, fiziolog hám fizik, elektrofiziologiya menen elektr haqqındaǵı tálimattıń tiykarın salıwshılardıń biri. Ol eksperimentalıq elektrofiziologiyaniń tiykarın salıwshi bolıp esaplanadı. Bulşıq etlerdiń qısqarıwındaǵı elektrlik qubılıslardı birinshı bolıp izertledi ("haywanlardaǵı elektri"). Metallardıń hár qıylı túrleri menen elektrolit arasındaǵı kontaktte potenciallar ayırmasınıń payda bolatuǵınlıǵıń taptı.

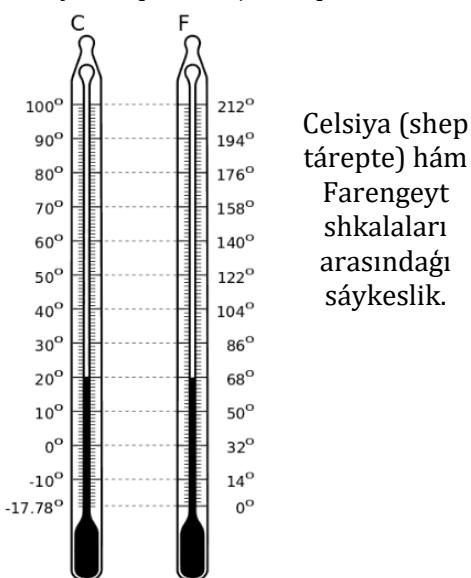
<sup>35</sup> Alessandro Djuzeppe Antonio Anastasio Djerolamo Umberto Volta (ital. Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Gerolamo Umberto Volta; 1745-jılı 18-fevral kúni tuwilǵan hám 1827-jılı 5-mart kúni Komo qalasında qaytis bolǵan italyalyı fizik, ximik hám fiziolog, elektr haqqındaǵı tálimattı dóretiwshilerdiń biri, graf (1801).

birinshi elektr batareyası bolıp tabilatuǵın turaqlı toqtıń quwatlı deregin konstrukciyaladı. Onıń járdeminde kelesi XIX ásırde elektromagnetizm boyınsha sheshiwshi ilimiý ashılıwlar júzege keldi.

Magnetizmdi izertlew islerinde progress sezilerliktey bolmadı. Magnitlerdiń qásiyetlerin túsinidiriwge qaratılǵan bir neshe fenomenologiyalıq teoriyalar payda boldı. 1744-jılı Eyler óziniń magnetizmniń teoriyasın baspadan shıgardi. Bul teoriyada ol magnetizmdi magnittegi hám temirdegi ayriqsha "magnit bosılıqlar" arqali aǵatıǵın bazı bir "magnitlik suyiqliq" tárepinen payda etiledi dep boljadi. Tap sol siyaqlı suyiqliq Franklin menen Epinustıń alternativlik teoriyalarında da bar edi. Epinus bul suyiqliqtı elektr menen magnetizmniń ulıwmalıq alıp júriwshisi dep esapladi. Kulon Epinustıń pikirine qosılǵan hám ol "magnit suyiqliqtıń aǵısı" qatnasatuǵın teoriyalardı biykarlađı. Kulonnıń kóz-qarası boyınsha onday aǵıs kompastıń strelkasınıń baǵıtınıń stabilligin túsinidire almaydı. 1784-jılı Kulon magnitlerdiń tartısıwi menen iysterisiwin Nyutonniń tartılıs nızamındaǵı kúshke usaytuǵın kúshtiń tásirinde boladı dep boljadi.

## Jıllılıq

XVIII ásırde jıllılıqtı alıp júriwshı "salmaǵı joq suyiqliq" ("imponderable fluids") - teplorod túsinigi saqlandı hám hátte keńeydi. Jıllılıqtı alıp júriwshı teplorodtiń bar ekenlige Galileyden baslap kóp sanlı alımlar isendi. Biraq, Robert Boyl, Robert Guk, Daniil Bernulli, Leonard Eyler hám M.V.Lomonosov siyaqlı alımlar toparı molekulalıq-kinetikalıq teoriyanı qollap-quwatlağı. Bul teoriya boyınsha jıllılıq ishki mikrobólekshelerdiń qozǵalısı bolıp tabıladi. Eki gipoteza da sapalıq xarakterge iye boldı hám bul jaǵday olardı salıstırwǵa hám tekseriwge mümkinshilik bermedi (bul dawdi sheshken jıllılıqtıń mechanikalıq ekvivalenti túsinigi tek kelesi ásırde payda boldı). Geypara alımlar elektr, magnetizm hám jıllılıqtı bir efırlık materiyaniń hár qıylı kóriniwleri dep esapladi. Okisleniw reakciyası sıpatında janıw processiniń haqıqyqı tábiyatın 1780-jılları Antuan Lavuaze ashti<sup>36</sup>.



Ultrafiolet nurlardaǵı hár qıylı minerallardıń lyuminescenciyası.

Ásirdiń basında nemis fizigi Gabriel Farengeyt<sup>37</sup> sınap penen spırttıń tiykarında termometrdi oylap taptı hám óziniń ismi menen atalatuǵın shkalanı usındı (dáslep ol shkalanıń birinshi variantın usındı, keyinirek onı ózi korrektirovkaladı). Ásirdiń aqırına shekem temperaturalıq shkalalardıń basqa da variantları payda boldı: Reomyur shkalası (1730-jılı), Celsiya shkalası (1742-jılı) hám basqalar. Usı momentten baslap jıllılıqtı dál ólshew mümkinshiliǵı ashıldı. Bendjamin Tompson (graf Rumford) ózi ótkergen bir qatar dál tájiriybelerde qızdırıw menen salqınlatalıwdıń zatlardıń salmaǵına tásir etpeytüginiń kórsetti. Ol metaldı burǵilaǵanda temperaturasınıń ádewir

<sup>36</sup> **Antuan Loran Lavuaze** (fr. Antoine Laurent de Lavoisier); 1743-jılı 26-avgust kúni Parij qalasında tuwlıǵan hám 1794-jılı 8-may kúni sol jerde qaytıs bolǵan francuz naturalisti, házirgi zaman ximiyasınıń tiykarın salwshi.

<sup>37</sup> **Daniel Gabriel Farengeyt** (Farenxayt; nemishe Daniel Gabriel Fahrenheit); 1686-jılı 24-may kúni házirgi Polshadaǵı Gdansk qalasında tuwlıǵan hám 1736-jılı 16-sentyabr kúni Gaaga qalasında qaytıs bolǵan nemis fizigi.

joqarılıaytuǵınlıǵına itibar berdi; teplorodtuń tárepdarları bul qubılıstı detaldan mayda qıyqımlardıń bólinip shıǵıwiniń barısında teplorodtuń tıǵızlıgınıń ósiwi menen túsındirdi. Al Rumford bolsa sol mayda qıyqımlardıń jıllılıq sıyımlığınıń burǵılanıp atırǵan metaldıń jıllılıq sıyımlıǵınday ekenligin kórsetti. Biraq, usınday jaǵdaylarǵa qaramastan teplorod gipotezasi hátte XIX ásirde de óziniń tárepdarların saqladı.

Farengeyt mınaday másele ústinde izertlewler alıp bardı: eger birdey emes qızdırılǵan suwdıń eki porciyasın qosqanda qanday temperaturadaǵı suw payda boladı? Ol aralaspanıń temperaturasınıń qurawshılardıń temperaturasınıń ortasha arifmetikalıq mánisine teń boladı dep boljadı. Biraq ótkerilgen tájiriybeler bul boljawdı biykarlağı. Usı másele menen kóp fizikler shuǵıllanǵan bolsa da problema ásirdıń aqırına shekem jıllılıq sıyımlığı teoriyası payda bolǵansha hám temperatura menen jıllılıqtıń bir nárse emes ekenligi ayqın túrde túsinikli bolmaǵansha saqlanıp keldi. Usınday juwmaqtıń paydasına xızmet etetuǵın tájiriybelerdi 1757-jılı Djozef Blek orınladı hám ol temperaturani ózgertpey balqıtiw menen puwdıń payda boliwınıń ádewir qosımsha jıllılıqtı talap etetuǵınlıǵıń taptı. 1772-jılı Yoxan Vilke jıllılıqtıń ólshem birligi - kaloriyanı kırızdı.

1703-jılı francuz fizigi Giyom Amonton hawaniń serpımliginiń temperaturadan górezligin izertlep temperaturaniń absolyut noliniń bar hám onıń  $-239,5^{\circ}\text{C}$  shamasına teń ekenligi haqqında juwmaq shıǵárdı. 1779-jılı Lambert Amantoniń nátiyjelerin tastıyıqladı hám  $-270^{\circ}\text{C}$  shamasına teń dálirek nátiyjege iye boldı. XVIII ásirde jıllılıqtıń qásıyetleri haqqındağı jiynalǵan bilimlerdiń juwmaǵı A.Lavuaze menen Per Laplastıń (1749-1827) "Jıllılıq haqqında memuar" kitabı bolıp tabıladı. Sonıń menen birge bul memuarda jıllılıq sıyımlığınıń teoriyası hám onıń temperaturadan górezligi keltirilgen jáne denelerdiń jıllılıqtan keńeyiwi izertlengen.

## Akustika

Matematikalıq tallawdıń dóretiliwi tardıń terbelislerin tolıǵı menen izertlewge múmkınhılık berdi. Sonlıqtan XVIII ásirde akustika mexanika sıyaqlı dál ilimge aylandı. Ásirdıń basında Jozef Sover<sup>38</sup> barlıq muzıkalıq tonlar ushin tolqın uzınlıqların tapqan hám obertonlardıń payda boliwın túsındirgen (obertonlar 1674-jılı ashılgan). Sol waqtıları Eyler óziniń 1739-jılı jarıq kórgen "Muzıkanıń jańa teoriyasınıń tájiriybesi" miynetinde tardıń terbelisleriniń tolıq analitikalıq teoriyasın berdi. Nemis fizik-eksperimentatorı Ernst Xladni ásirdıń aqırında sterjenler menen plastinkalardıń ("Xladni figuraları") terbelislerin tereń izertledi hám onıń baqlawları ushin teoriyalıq túsiniklerdi XIX ásirde Laplas, Puasson hám basqa matematikler berdi.

## Optika

Optikada I.Nyutonniń jaqtılıqtıń tábiyatına bolǵan kóz-qarasları tiykarında (korpuskulalıq) XVIII ásirde jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyası Eylerdiń jáne basqa da bir qatar abıraylı alımlardıń qollap-quwatlawına qaramastan óziniń tárepdarların derlik tolıǵı menen joǵálttı. Astronomlar ushin jańa jetiskenlikler sıpatında fotometrдиń oylap tabılıwın (1740-jılı Buger tárepinen, keyin 1795-jılı Rumford tárepinen jetilistirilgen) atap ótiw múmkin. Lambert optikanıń metrologyasın islep shıqtı — jarqınlıq hám jaqtılandırılganlıq túsiniklerine qatań túrdegi aniqlama berdi, bettiń jaqtılandırılganlığının onıń maydanı menen qıyalıq mýyeshinen górezligin aniqladı, jutiwshi ortalıqtıǵı jaqtılıqtıń intensivliginiń kemeyiw nızamın aniqladı.

1757-jılı Djon Dollond<sup>39</sup> birinshi axromat obektivti soqtı. Bunday obektiv teleskop-refraktorlardı hám ásirese mikroskoplardı soǵıw ushin júdá paydalı boldı. Ásirdıń aqırında Djon Gershel<sup>40</sup>

<sup>38</sup> **Jozef Sover** (franc. Joseph Sauveur; 1653-jılı 24-mart kúni La-Flesh qalasında tuwlıǵan hám 1716-jılı 9-iyul kúni Parij qalasında qayıtsı bolǵan) francuz matematigi hám akustigi. Tuwlıǵanda Sover gúń bolıp tuwlıǵan hám 7 jasqa shekem gúń bolǵan. Jas waqtınan baslap matematika boyınscha ayrıqsha ziyrekkilik kórsetken. 1670-jıldan baslap Parijde sabaq bergen, al 1681-jılı francuz fizigi Edma Mariottıń assistenti boldı. Tap sol waqtlardan baslap esitiw qubılısı boyınscha tájiriybeler ótkere baslaǵan. 1686-jıldan baslap professor lawazımına ótken.

<sup>39</sup> **Djon Dollond** (ingl. John Dollond, 1706—1761) — anglıyalı optik.

<sup>40</sup> **Djon Frederik Uilyam Gershel** (ingl. John Frederick William Herschel; 1792-jılı 7-mart kúni tuwlıǵan hám 1871-jılı 11-may kúni qayıtsı bolǵan) — Angliya polimatı, ximigi, matematigi, astronomi hám fizigi, oylap

dispersiyani izertlew boyınsha ótkergen tájiriybelerinde óziniń qásiyetleri boyınsha jaqtılıqqa usaytuǵın, jıllıqtı alıp beretuǵın infraqızıl nurlardı ashti. Kózge kórinetuǵın jaqtılıqtıń spektriniń ekinshi tárepinde jaylasqan ultrafiolet nurlardı kóp uzamay 1801-jılı Iogann Vilgelm Ritter ashti<sup>41</sup>.

## XIX ásir XIX ásir fizikasınıń ulıwma xarakteristikası

Sanaattaǵı revolyuciya hám áskeriý texnika payda etken zárúrlik eksperimentallıq fizikanıń da, teoriyalıq fizikanıń da basım túrde rawajlanıwına alıp keldi. Endi fizikanıń aldında turǵan másele tábiyyiy kúshlerdi túsindiriw emes, al olardı basqarıwǵa aylandı. Dál ólshew ásbapları fizikanıń barlıq tarawlarında payda boldı hám XIX ásirdegi fizikalıq tájiriybelerdiń nátiyjeleri tiykarinan sanlıq xarakterge iye edi. Ólshewlerdegi jiberiletugın qátelerdiń matematikalıq teoriyası islep shıǵıldı. Bul teoriya baqlanatuǵın fizikalıq shamalardiń isenimligin bahalawǵa múmkinshilik berdi. Biraq, usınday jaǵdaylardıń orın alıwına qaramastan kóp kólemde jiynalǵan eksperimentallıq materiallardı túsindiriw ushın XIX ásirdıń birinshi yarımında metafizikalıq túsinkler hám oylap tabılǵan gipotezalar jiyi qollanıldı. Mısalı, teplorod, elektr hám magnit suyuqlıǵı, "seslik materiya" h.t.b. túsinkler kóphilik tárepinen keńnen paydalanıldı. Ásirdıń dawamında olardıń ornın ástelik penen jańa túsinkler menen fizikalıq modeller iyeley basladı: jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyası, jıllıqtıń kinetikalıq teoriyası, energiyaniń saqlanıw nızamı, Maksveldiń elektromagnitlik teoriyası, atomizmge tiykarlangan elementlerdiń dáwirlık sisteması. Ásirdıń aqırında birgelikte "klassikalıq fizika" dep atalatuǵın bul teoriyalardıń barlıǵı ulıwmaliq túrde moyinlandı hám ámelde keńnen paydalanıldı. Sonıń menen birge ámeliy fizika da payda boldı. Bul fizika ayqın texnologiyalıq máselelerde effektivli túrde sheshiwge baǵdarlangan. XIX ásirdıń ekinshi yarımında elektrotexnika, ishten janıw dvigatelei payda bolgannan keyin praktikanıń teoriyalıq izertlewlerge tásiri ayriqsha kúsheydi.

Bul dáwirdıń áhmiyetli ózgesheligi sıpatında tábiyattaǵı qubılıslardıń barlıǵınıń mexanikalıq qozǵalısqıa tiykarlangan degen pikirdiń ástelik penen joǵalıwı bolıp tabıladı. Termodinamikaniń ekinshi baslamasınıń ózi mexanikalıq tiykarlawǵa ruqsat bermedi. Sebebi jıllıq qubılısında mexanikaǵa tiykarlanıw processlerdiń qaytimsızlıǵına alıp kelmeydi. Al elektromagnetizmdi efirlik ortalıqtań terbelisleri dep túsindiriw sheshiw múmkin bolmaǵan qıyinshılıqlarǵa alıp keldi. Bul qıyinshılıq tek XX ásirdıń basında alıp júriwshi ortalıq bolǵan efirdi biykarlaytuǵın salıstırmalıq teoriyasınıń payda bolıwı menen saplastırıldı.

XIX ásirde fizikanıń kóp sanlı jańa tarawları payda boldı. Olardıń ishinde elektromagnetizm menen baylanıslı bolǵan tarawlardı, termodinamikaniń, statistikalıq fizikanı, serpimlilik teoriyasıń, radiofizikanı, meteorologiyani, seysmologiyani atap ótiw múmkin.

### Jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyası

"Natural filosofiyaniń matematikalıq baslamaları" basپadan shıqqannan keyin Nyuton tárepinen jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyasın áshkaralaniwı tek Angliyadaǵı emes, al Evropa ellerindegi alımlardıń kóphiliǵi tárepinen moyinlandı. Bul jaǵdaydıń orın alıwı tolqınlıq terbelislerdiń matematikalıq teoriyasınıń tek XIX ásirdıń basında payda bolǵanlıǵı menen baylanıslı (Fure<sup>42</sup>). Jaqtılıqtı qanday da bir mayda korpuskulalardıń aǵısı dep esapladi.

---

tabıwshı hám eksperimentallıq fotograf, orator, ilimniń jetiskenliklerin xalıqtıń arasına taratiwshı. Ulli astronom Uilyam Gersheldiń ulı.

<sup>41</sup> **Iogann Vilgelm Ritter** (nemisse Johann Wilhelm Ritter; 1776-jılı Sileziyadaǵı Gaunau degen jerde tuwlıǵan, házırkı waqtıları Polshadaǵı Xoynuv qalası hám 1810-jılı 23-yanvar kúni Myunxen qalasında qaytis bolǵan) nemis ximigi, fizigi hám filosof-romantik.

<sup>42</sup> Baron (1809) **Jan-Batist Jozef Fure** (francuzsha Jean-Baptiste Joseph Fourier; 1768-jılı 21-mart kúni Franciyadaǵı Oser degen qala hám kommunada tuwlıǵan hám 1830-jılı 16-may kúni Parij qalasında qaytis bolǵan) francuz matematigi hám fizigi.

Jaqtılıqtıń korpuskulalıq (emissiyalıq) teoriyasına birinshi soqqını shıpaker, fiziologiyalıq optika boyinsha qánige Tomas Yung berdi<sup>43</sup>. 1800-jılı ol Korol jámiyetinde shıgıp sóylegende emissiyalıq (korpuskulalıq) teoriyanıń sheshiwge bolmaytuǵın qıyınhılıqlarınıń basım kóphshılıgi haqqında aytıp ótti: nelikten jaqtılıqtıń barlıq derekleri birdey tezlikte qozǵalatuǵın korpuskulalardı shıgaradı hám nelikten denege kelip túskən jaqtılıqtıń bir bólimi shaǵılısadı, al bir bólimi onıń ishine kiredi? Yung Nyutonniń jaqtılıqtıń siniwi, difrakciyası hám interferenciyasın túsindirmegenin atap ótti. Onıń ornına Yung ózi tárepinen keltirip shıgarılğan tolqınlardıń superpoziciyası (qosılıwi) principiniń tiykarında interferenciyanıń tolqınlıq teoriyasın islep shıqtı. Tap usınday tiykarda difrakciya da túsindirildi. Keyinirek "Yung tájiriybesi" oqıw qollanbaları menen sabaqlıqlarǵa da kirdi. Ózi ótkergen tájiriybelerdiń nátiyjeleri boyinsha Yung jetkilikli dárejedegi dállikte hár qıylı reńlerdiń diapazonında jaqtılıqtıń tolqın uzınlıǵın bahalay aldı. Usınıń menen bir qatarda ol reńlerdi kóriw hám akkomodaciyanıń durıs teoriyasın dóretti.

### Jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyasın dóretiwshiler



Tomas Yung



Ogyusten Jan Frenel



Yozef Fraunhofer

Yungtuń tolqınlıq teoriyası dushpanlıq penen qarsı alındı. Tap usı waqıtları (1808-jıl, Malyus, Laplas hám basqalar) qos nur sindırıw hám jaqtılıqtıń polyarizaciyası qubilisları tereń izertlendi. Bul jumıslar emissiyalıq teoriyanıń durıs ekenligin keskin túrdegi dálili sıpatında qabil etildi. Biraq, sol waqıtları jol injeneri bolıp islep atırǵan Ogyusten Jan Frenel tolqınlıq teoriyanıń tárepin aldı<sup>44</sup>. Bir qatar tájiriybelerdiń járdeminde ol korpuskulalıq teoriyanıń járdeminde pútkilley túsindiriwge bolmaytuǵın tolqınlıq effektlərde demonstraciyaladı. Al onıń memuarı (bul memuarda tolqınlıq poziciyada turıp jaqtılıqtıń qásiyetleri, jaqtılıqtıń polyarizaciyadan basqa sol waqıtları belgili bolǵan qásiyetlerine sáykes keletuǵın matematikalıq modeller bayanlangan) 1818-jıldağı Parij Ilimler akademiyasınıń konkursında jeńip shıqtı. Frenel Gyugeniștiń principin ulıwmalastırıdı hám nelikten jaqtılıq tolqınıńı tuwrı sızıq boyinsha tarqalatuǵınlıǵın qatań túrde túsindire aldı.

Qızıq jaǵdaydi Arago táriyipledi<sup>45</sup>: Akademiklerdiń komissiyasınıń májiliste Puasson Freneldiń teoriyasına qarsı shıgıp sóylegen. Sebebi Frenel boyinsha belgili bir shártler orınlıǵanda móldır emes dóńgelektiń sayasında jaqtı uchastkaniń payda boliwı mümkin edi. Kelesi májiliste Frenel komissiyaniń aǵzalarına usı effektti demonstraciyalaǵan. Usı waqittan baslap difrakciya, sıniw hám interferenciya boyinsha Freneldiń formulaları fizika boyinsha barlıq sabaqlıqlarǵa, oqıw qollanbalarına kirdi. Yung ta, Frenel de jaqtılıqtı zattaǵı tıǵızlıǵı vakuumdegi tıǵızlıǵına qaraǵanda joqarı bolǵan efirdiń serpimli terbelisleri dep qaradı.

Endi polyarizaciyanıń mexanizmin túsiniw qaldı. 1816-jıldıń ózinde Frenel efirdiń jaqtılıq terbelisleriniń boylıq emes, al kóldeneń ekenligin talladı. Bul jaǵday polyarizaciyanı ánsat túsindire algan bolar edi. Biraq, usı waqıtlarǵa shekem kóldeneń terbelisler tek qıslımaytuǵın qattı denelerde

<sup>43</sup> **Tomas Yung** (ingliz tilinde Thomas Young; 1773-jılı Somerset graflıǵındağı Milverton degen jerde tuwlıǵan hám 1829-jılı 13-iyun kúni Londonda qayıtsı bolǵan) kóp tarawlarda jemisi miynet etken Angliya alımı: fizik (jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyasın dóretken alımlardıń bırı, mexanikalıq energiya túsinigin kírgızdı hám serpimlilik modulu haqqındaǵı kóz-qarasti payda etti), mexanik, shıpaker (astigmatizm qubilisın birinshi bolıp táriyipledi), astronom, filolog hám shıǵıs xalıqları boyinsha qánige. Poliglot — 13 tildi bilgen.

<sup>44</sup> **Ogyusten Jan Frenel** (franc. Augustin-Jean Fresnel; 1788-jılı 10-may kúni tuwlıǵan hám 1827-jılı 14-iyulde qayıtsı bolǵan) francuz fizigi, jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyasın dóretiwshilerdiń bırı.

<sup>45</sup> **Dominik Fransua Jan Arago** (franc. Dominique François Jean Arago; 1786-jılı 26-fevral kúni tuwlıǵan hám 1873-jılı 2-oktyabr kúni qayıtsı bolǵan) — francuz fizigi, astronomı hám siyasiy isker; Jak Arago menen Eten Aragonıń tuwısqanı. Franciya 1809-jıldan baslap Ilimler akademiyasınıń aǵzası.

ushırásti. Al efirdi bolsa qásiyetleri boyinsha suyıqlıqlarǵa hám gazlerge jaqın dep esapladi. Polyarizaciyalanǵan jaqtılıqtıń shaǵlısıwin izertlew Freneldi jaqtılıq tolqınlarınıń kóldeneń ekenligi haqqındaǵı gipotezaniń durıs ekenligin isendirdi. Bunnan keyin ol jańa tájiriybelerdi táriyipleytuǵın hám házirgi kúnlerge shekem óziniń áhmiyetin joǵalpaǵan polyarizaciyanıń tolıq teoriyası bar memuardı usındı. Nátiyjede derlik júz jıl dawamında tolqınlıq teoriya barlıq tarawlarda úlken tabıslarǵa eristi. Klassikalıq tolqınlıq teoriya pitkerildi. Biraq sonıń menen birge bul teoriya fiziklerdiń aldına júdá qıyın bolǵan máseleni qoydı: efir degen ne hám onıń qásiyetleri qanday?

Fizikanıń rawajlanıwına 1850-jılı ótkerilgen Fizonıń tájiriybesi kúshli tásır tiygizdi. Bul tájiriybede suwdaǵı jaqtılıqtıń tezliginiń hawadaǵı jaqtılıqtıń tezligine salıstırǵanda  $\frac{1}{4}$  shamaǵa kishi ekenligin kórsetti (emissiyalıq, yaǵníy korpuskulalıq teoriyaǵa sáykes suwdaǵı jaqtılıqtıń tezligi hawadaǵı jaqtılıqtıń tezligine salıstırǵanda úlken bolıwı kerek, sebebi usınday bolmaǵanda jaqtılıqtıń siniwin túsinidiriw múmkın bolmaǵan bolar edı).

Joqarıda keltirilgen maǵlıwmatlar jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyasınıń tiykarınan úsh alım Tomas Yungtiń (ingлиз), Ogyusten Jak Freneldiń (francuz) hám Yozef Freneldiń (nemis) miynetleriniń arqasında fizika iliminde áhmiyetli orındı iyelegenin kórsetedi.

## **Elektrodinamika menen elektrotexnikanıń payda bolıwı**

XVIII ásirdiń aqırında elektrömagnit qubılışlarınuń aktivinde Franklinniń atmosferalıq elektr teoriyası menen Kulon nızamı boldı. XIX ásirdiń birinshi shereginde Puassoniń, Gausstiń hám Grinniń miynetleriniń nátiyjesinde elektrostatika tiykarınan islep shıǵılǵan edi. Mısal retinde 1821-jılı keltirip shıǵarılǵan Puassoniń teńlemesin keltiriw múmkın:

$$\Delta\varphi = f.$$

Bul teńlemede  $\Delta$  arqalı Laplas operatorı (yamasa laplasian),  $f$  arqalı zatlıq yamasa kompleksli funkciya belgilengen. Úsh ólshemli Dekart koordinatalar sistemasynda joqarıda keltirilgen teńleme bılıyinsha jazıladı:

$$\left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \varphi(x, y, z) = f(x, y, z).$$

Puasson elektr potencialı túsinigin ógana kírgizip qoymastan statikalıq magnit maydanın esaplaw ushın magnitlik potencial túsinigin de kírgizdi.

Bul nátiyjelerdiń teoriyalıq tiykarı bolıp "elektr suyıqlığınıń" onı hám teris bolǵan eki tipiniń bar ekenligi xızmet etti. Olardıń hár biri basqa tiptegi bólekshelerdi tartadı, al ózindey tiptegi bólekshelerdi iyteredi. Eger bul suyıqlıqtıń tipleriniń biri kóbirek bolsa, onda dene zaryadlangan bolıp tabıladi. Al elektr suyıqlığına qarsılıq kórsetpeytuǵın materiallар ótkizgishler bolıp tabıladi. Tartısıw yamasa iyterisiw kúshleriniń shaması keri kvadratlar nızamına baǵınadı.

Joqarıda esletilip ótilgenindey 1800-jılı Volta birinshi "Volta baǵanasıń" jiynadı hám onıń járdeminde tuyıq shınjirlardaǵı elektr toǵın izertledi. Turaqlı toqtıń usınday birinshi batareyasınıń payda boliwınıń nátiyjesinde kóp uzamay tómendegidey eki kórnekli ashılıwlar júzege keldi:

- elektroliz: sol 1800-jılı Nikolson (William Nicholson) i Karlayl (Anthony Carlisle) suwdı kislorod penen vodorodqa ajiratti. Al Devi (Humphry Davy) bolsa 1807-jılı kaliy menen natriydi ashti<sup>46</sup>.
- elektr doğası: V. V. Petrov (1802-jıl) hám Devi.

En baslı sensaciyalıq waqıyalar 1820-jılı baslandı. Usı jılı Ersted elektr toǵınıń magnit strelkaǵa buriwshı tásır jasaytuǵınlıǵıń taptı. Erstdetiń maqalası ulıwmalıq qızıǵıwshılıqtıń payda bolıwına alıp keldi. Eki aydan keyin Amper ózi tárepinen ashılgan toq ótip turǵan eki ótkizgishtiń bir biri menen tásır etisiw nızamın daǵazaladı. Sonıń menen birge ol "elektrodinamika" hám "elektr toǵı" terminlerin usındı. Amper materiyaniń ishindegi magnittiń kósherine perpendikulyar tegisliklerde ótetüǵın ishki toqlardıń bar boliwınıń nátiyjesinde barlıq magnitlik qubılıslar júzege keledi dep boljadi. Sol jılı francuz alımı Jan-Batist Bio (1774-1862), francuz alımı Feliks Savar (1791-1841) hám keyinirek Laplas elektr menen magnetizmdi baylanıstıratuǵın nızamdı ashti (Bio-Savar-Laplas nızamı, geypara jaǵdaylarda Bio-Savar nızamı dep te ataladı).

<sup>46</sup> Ser **Gemfri Devi** (yamasa **Xemfri Devi**, ingliz tilinde Humphry Davy, 1778-jılı Penzans qalasında tuwlıǵan hám 1829-jılı Jeneva qalasında qaytıs bolǵan) britaniya ximigi, agroximigi, fizigi hám geologi, oylap tabıwshı, elektroximiyanıń tiykarın salıwshılardıń biri. Kóp sanlı ximiyalıq elementlerdi ashqanlıǵı menen belgili.

Bunnan keyin birden jańa ashılıwlar júzege keldi:

- birinshi elektrodvigatel (1821-jıl, Faradey).
- termoelement (1821-jıl, nemis fizigi Tomas Logann Zeebek).
- toqtıń shamasın ólshew ushın birinshi sezgir galvanometr (1825-jıl, italiyalı fizik-eksperimentator Leopoldo Nobili).
- Om nızamı (1827-jıl, nemis fizigi Georg Simon Om).

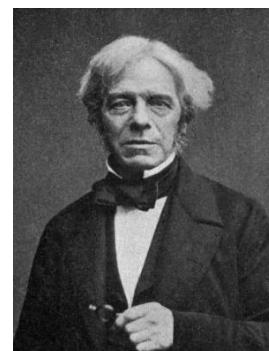
1826-jılı Amper "Tájiriybeden keltirip shıǵarılǵan elektrodinamikalıq qubılıslardıń teoriyası" (francuz tilinde "Théorie des phénomènes électrodynamiques") monografiyasın baspadan shıǵardı. Ol elektromagnitti (solenoidti) ashti, elektr telegrafi ideyasın usındı. Eki toq elementiniń óz-ara tásirlesiwı ushın Amperdiń formulası oqıw qollanbalarına kirdi. Maksvell Amperdi "Elektrdiń Nyutoni" dep atadı.



Xans Kristian Ersted<sup>47</sup>



Andre Mari Amper<sup>48</sup>



Maykl Faradey<sup>49</sup>

Elektr menen magnetizmniń ólshem birliklerin aniqlaytuǵın birinshi metrologiyalıq standartlardı 1830-jılları Gauss hám nemis fizigi Vilgelem Eduard Veber (1804-1891) islep shıqtı. Elektrdi ámelde paydalaniw baslandı. Usı waqtları angliyalı fizik hám ximik Djon Frederik Daniel (1790-1845) menen nemis hám rus fizigi menen oylap tabıwshısı Boris Semenovich Yakobidiń (Moris German Yakobi, 1801-1874) miynetleriniń arqasında tipografiyalıq jáne yuvelirlik islerdi pútkilley túrlendirgen galvanoplastika payda boldı (bul ilimiý ashılıwdıń rawajlanıw barısında plastinkalardaǵı audiojazıwlardıń shıǵarılıwi baslandı). 1830-jılları elektrotelegraftıń birinshi úlgileri islep shıǵıldı, 1844-jılı AQSh ta dúnýadaǵı birinshi kommerciyalıq telegraf tarmaǵı iske

<sup>47</sup> Xans Kristian Ersted (daniya tilinde Hans Christian Ørsted; 1777-jılı 14-avgust kúni Langelann atawındaǵı Rukebing degen jerde tuwilǵan hám 1851-jılı 14-mart kúni Kopengagen qalasında qaytis bolǵan) daniyalı alım, fizik elektromagnetizm qubılısların izertlewshı.

<sup>48</sup> Andre-Marie Amper (francuzsha André-Marie Ampere; (1775-jılı 20-yanvar, ayırım maǵlıwmatlar boyinsha 22-yanvar kúni tuwilǵan hám 1836-jılı 10-iyun kúni qaytis bolǵan francuz fizigi, matematigi hám naturalisti. Ol elektrlik hám magnitlik qubılıslar arasındaǵı baylanısti ańgartatuǵın birinshi teoriyanı döretti. Magnetizmniń tábiyati haqqındaǵı gipoteza Amperge tiyisli, ol fizika ilimine elektr toǵı túsinigin kirgizdi. Djeyms Maksvell Amperdi "elektrdiń Nyutoni" dep atadı. Amper mehanika, itimalliqlar teoriyası hám matematikalıq tallaw tarawlarında da jemisli miynet etti.

<sup>49</sup> Maykl Faradey (inglishe Michael Faraday, 1791-jılı 22-sentyabrde London qalasında tuwilǵan hám sol jerde 1867-jılı 25-avgust kúni qaytis bolǵan) Angliyanıń fizik-eksperimentatorı hám ximik. 1824-jıldan baslap Londondaǵı korol jámiyetiniń aǵzası hám kóp sanlı basqa ilimiý shólkemlerdiń aǵzası. Sonıń ishinde 1830-jıldan baslap Peterburg ilimler akademiyasınıń shet ellik húrmetli aǵzası.

Elektr energiyasın islep shıǵarıwdıń hám elektr energiyasın kóp sanlı paydalaniwdıń tiykarında jatatuǵın elektromagnitlik indukciya nızamıń ashti. Elektrodvigateliń birinshi modelin döretti. Ol ashqan ilimiý jańalıqlardıń ishinde birinshi transformator, toqtıń ximiyalıq tásiri, elektroliz nızamları, magnit maydanıniń jaqtılıqqa tásiri, diamagnetizm bar. Birinshi bolıp elektromagnit tolqınlarınıń bar ekenligin boljadı. Faradey kúndelikli turmısqa ion, katod, anod, elektrolit, dielektrik, diamagnetizm, paramagnetizm hám basqa da terminlerdi kirgizdi.

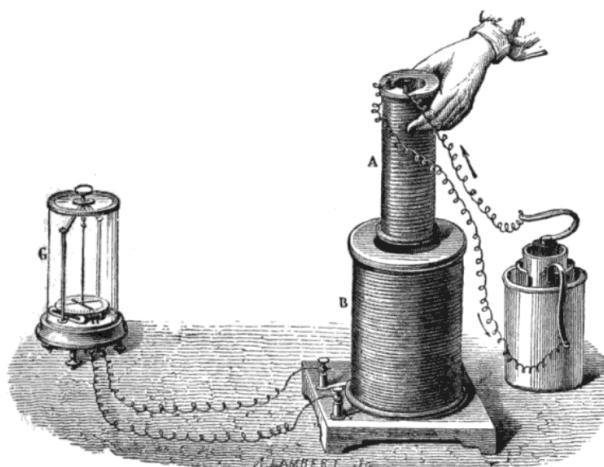
Faradey elektromagnit maydanı haqqındaǵı tálimattiń tiykarın salıwshı. Bul tálimatti keyinirek Maksvell matematikalıq jaqtan táriyipledi hám rawajlandırdı. Elektromagnitlik qubılıslar fizikasına Faradey qosqan ideyalıq úles Nyutonnıń alıstıń tásır etisiw principinen bas tartıw hám fizikalıq maydan túsinigin kirgiziw bolıp tabıladı. Faradey boynısha fizikalıq maydan – keńisliktiń kúsh sızıqları menen tutas toltrılǵan hám zatlar menen tásır etisetuǵın úzliksız oblastı bolıp tabıladı.

túsirildi, al bir neshe jıl ótkennen keyin AQSh penen Evropadağı olardıń sanı bir neshe onlaǵanǵa jetti.

1831-jılı Maykl Faradey elektromagnitlik indukciya qubilisin ashti hám usınıń menen elektr menen magnetizmniń bir biri menen baylanıshı ekenligin dálilledi. Tájiriybelerdiń seriyaların ótkeriwdiń nátiyjesinde Faradey awızsha elektromagnitlik maydannıń qásiyetleriniń qanday ekenligin taptı (bul jaǵday keyinirek Maksvell tárepinen matematikalıq túrge endirildi): elektr toǵı óziniń baǵıtına perpendikulyar baǵitta magnitlik tásir etedi, al magnit aǵısınıń ózgerisi elektr qozǵawshi kúshti hám iyrim tárizli elektr maydanın payda etedi.

Faradey birinshi elektrodvigateli hám birinshi elektr generatorın soqtı. Usınıń menen elektrdi sanaatlıq paydalaniwǵa yol ashıldı. Faradey elektroliz nızamların ashti, mınaday terminlerdi kirgizdi: ion, katod, anod, elektrolit, diamagnetizm, paramagnetizm hám basqalar. 1845-jılı magnit maydanına qoyılǵan zatlardaǵı jaqtılıqtıń polyarizaciya tegisliginiń burılatuǵınlıǵıń taptı. Bul jaqtılıq penen elektromagnetizmniń bir biri menen tiǵız baylanıshı ekenligin ańǵarttı. Keyinirek Faradey amerikalı alım Djozef Genri (ingliz tilinde Joseph Henry, 1797-1878) tárepinen 1832-jılı ashılgan ózlik indukciya qubilisin, dielektriklerdiń qásiyetlerin, gazlerdegi razryadlardı izertledi.

Teoriyalardıń hám elektrotexnikanı paydalaniwdiń rawajlanıwı dawam etti. 1845-jılı XIX ásirdıń ulla fizikleriniń biri Gustav Kirxgof (nemisshe Gustav Robert Kirchhoff, 1824-1887) quramalı elektr shınjırlarındaǵı toqlardıń tarqalıw nızamların ashti. 1874-jılı rus fizik-teoretigi Nikolay Alekseevich Umov (1846-1915) iqtıyarlı ortalıqtaǵı enerjiya aǵısı túsinigin izertledi, al 1880-jilları belgili Ullıbritaniya fizigi Djon Genri Poynting (ingliz tilinde John Henry Poynting, 1852-1914) hám angliyalı injener, matematik hám fizik Oliver Xevisayd (ingliz tilinde Oliver Heaviside, 1850-1925) bul teoriyanı elektromagnit maydanǵa paydalaniw menen rawajlandırdı.



Faradeydiń tájiriybesi: toq ótip turǵan solenoid sım katushkanıń ishinde qozǵaǵanda sım katushkada induktivli elektr toǵı payda boladı.

Waqıttıń ótiwi menen elektrodvigateller menen elektrogeneratorlardıń sanaatlıq modelleriniń quwati joqarılıdı hám joqarı texnologiyalıq dárejege jetti. Turaqlı toq ózgermeli toq penen almasıtırdı. Elektrdiń tewsilmeituǵın mümkinshilikleri fizik-teoretikler menen injenerlerdiń birgeliktegi tirisiwlarınıń sebebinen ásirdıń aqırında keń türde paydalanıla basladı. 1866-jılı transatlantikalıq telegraf iske tústi. 1870-jilları telefondı oylap taptı, al 1880-jilları jaqtılıq shıǵaratıǵın qızdırıw lampasınıń keń türdegi paydalanılıwı baslandı.

## **Elektromagnit maydanınıń teoriyası**

Nyutondaǵı siyaqlı, Amper tárepinen kirgizilgen kúshler alıstan tásir etetuǵın kúshler edi. Bul jaǵdaydı Maykl Faradey qollap-quwatlamadı. Ol isenimli tájiriybelerdiń járdeminde mina jaǵdaydı kórsetti: elektr hám magnit maydanları bir biri menen baylanıshı bolǵan "elektr maydani" menen "magnit maydanın" payda etip elektr hám magnit kúshleri úzliksiz bir noqattan ekinshi noqatqa aǵadı. Faradey tárepinen kirgizilgen "maydan" ("maydanlar") túsinigi onıń fizika ilimine qosqan eń ulla úlesi bolıp tabıladı. Biraq sol waqıtlardaǵı Nyutonlıq uzaqtan tartısıwǵa úyrengengen alımlar jaqınnan tásirlesiwge isenimsizlik penen qaradı.

Faradeydiń ilimiý nátiyjelerinen keyin elektromagnetizmniń eski modelleriniń (Amper, Puasson h.b.) aytarlıqtay tolq emes ekenligi belgili boldı. Kóp uzamay uzaqtan tásirlesiwge tiykarlangan nemis fizigi Vilgelm Eduard Veberdiń (1804-1891) teoriyası payda boldı (Onıń "Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins" hám "Abhandlungen über electrodynamische Maasbestimmungen" miynetlerin atap ótiwge boladı). Biraq sol waqtları Nyutonniń tartılıs teoriyasınan basqa teoriyalardıń barlıǵı da jaqınnan tásir etiwshi kúshler menen is alıp bardı (optika, termodinamika, tutas ortalıqlar mexanikası h.b.). Gauss, Riman hám jáne bir qatar alımlar jaqtılıqtıń elektromagnitlik tábiyatqa iye bolatuǵınlıǵı haqqında pikirde boldı. Bunnan elektromagnitlik qubılıslardıń teoriyasınıń da jaqınnan tásir etiw teoriyası bolatuǵınlıǵı kelip shıqtı.

Tutas ortalıqlar ushın dara tuwındılı differentialıq teńlemeler teoriyasınıń XIX ásirdiń ortalarındaǵı tereń túrdegi döretiliwi oǵada áhmiyetli jaǵdaylardıń biri bolıp tabıladi. Bul teoriya mánisi boyınsha maydan teoriyasınıń matematikalıq apparati bolıp tabıladi. Usınday sharayatlarda Maksvell teoriyası payda boldı. Teoriyanı onıń avtorı "Faradeydiń ideyaların matematikalıq jaqtan qaytalaw" dep qarapayım túrde atadı.

**Djeyms Clerk Maksvell** (ingliz tilinde James Clerk Maxwell; 1831-jılı 13-iyun kúni Shotlandiyadaǵı Edinburg qalasında tuwilǵan hám 1879-jılı Angliyadaǵı Kembridj qalasında qaytis bolǵan) Ullibrityaniyalı (Shotlandiyali) fizik, matematik hám mexanik. 1861-jıldan baslap London Korol jámiyetiniń aǵzası. Maksvell házirgi zaman klassikalıq elektrodinamikanıń (Maksvell teńlemeleri) tiykarın saldı, fizikaǵa awısıw toǵı menen elektromagnit maydanı túsinigin kirgizdi, óziniń teoriyasınıń tiykarında kóp sandı fizikalıq qubılıslardıń bar ekenligin boljadı (elektromagnitlik tolqınlardıń bar ekenligin boljaw, jaqtılıqtıń elektromagnitlik tábiyatı, jaqtılıqtıń basımı h.b.). Gazlerdiń kinetikalıq teoriyasınıń tiykarın salıwshıldıń biri (gazdiń molekulalarınıń tezlikler boyınsha tarqalıwin taptı). Fizika ilimine birinshilerden bolıp statistikalıq kóz-qaraslardı kirgizdi, termodinamikanıń ekinshi baslamasınıń statistikalıq tábiyatın kórsetti ("Maksvell demoni"), molekulalıq fizika menen termodinamikada bir qatar áhmiyetli nátiyjelerdi aldı (Maksveldiń termodinamikalıq qatnasları, suyuqlıq-gaz fazalıq ótiwi ushın Maksveldiń qaǵıydası hám basqalar). Reńlerdiń sanlıq teoriyasınıń pioneri, reńli fotografiyanıń úsh reńli principiniń avtorı. Maksveldiń basqa jumıslarınıń ishinde mexanika (fotoserpimlik, serpimlik teoriyasındaǵı Maksveldiń teoriyası, qozǵalıstiń ornıqlıǵı teoriyası oblastındaǵı jumıslar, Saturnniń saqıynalarınıń ornıqlıǵıń tallaw), optika, matematika boyınsha izertlewlerdi kórsetiwge boladı. Ol Genri Kavendishtiń jumıslarınıń qol jazbaların baspadan shıǵarıwǵa tayarladı, ilimdi keńnen násiyatlawǵa kóp itibar berdi, bir qatar ilimiý ásbaplardı konstrukciyaladı.

Maksvell óziniń birinshi jumısında (1855—1856 jıllar) turaqlı elektromagnit maydanı ushın gidrodinamikalıq model tiykarında (kúsh sızıqları suyuqlıqtıń aǵısınıń tútikshelerine sáykes keledi) integrallıq formadaǵı bir qatar teńlemelerdi keltirip shıǵardi. Bul teńlemeler barlıq elektrostatikaniń, elektr ótkizgishlikti hám hátte polyarizaciyanı óziniń ishine aldı. Magnitlik qubılıslar tap sonday bolıp modellestirildi.

Jumıstiń ekinshi bóliminde Maksvell hesh qanday analogiyayı paydalabınbay elektromagnit indukciyasınıń modelin qurdı. Bunnan keyingi jumıslarında Maksvell óziniń teńlemelerin differentialıq formada keltirip shıǵardi hám awısıw toǵı túsinigin kirgizdi. Ol tezligi jaqtılıqtıń tezligine teń elektromagnit tolqınlarınıń hám jaqtılıqtıń basımınıń bar ekenligin dálilledi. 1873-jılı Maksveldiń "Elektr hám magnetizm haqqında traktat" (A treatise on electricity and magnetism Vol I and Vol II, Oxford : Clarendon Press) kitabı jarıq kórdı. Bul kitapta Xevsayd simvolikasında maydan teńlemeleriniń tolıq sisteması keltirilgen (Xevsayd maydan teoriyası ushın eń qolaylı apparatti – vektorlıq tallawdı usındı). Maksvell teńlemelerine házirgi zamandaǵı túrdı Gerc penen Xevisayd berdi.

Dekart dálilley almaǵan tábiyyi kúshlerdiń birligi qaytadan tiklendi. Elektr hám magnit suyuqlıqlar haqqındaǵı gipotezalar ótmishke ketti. Onıń orına jańa fizikalıq obekt – elektrdi, magnetizmdi hám jaqtılıqtı biriktiretuǵın elektromagnit maydanı payda boldı. Bul maydandı dáslep serpimli efirdegi mexanikalıq processler dep traktovkalaǵan edi.

Endi Maksvell teńlemelerin keltiremiz.

Differential formadaǵı Maksvell teńlemeleri:

Ataması	SGS sistemlarındaǵı jazıw	SI sistemlarındaǵı jazıw.
Gauss nızamı.	$\Delta \cdot \mathbf{D} = 4\pi\rho.$	$\Delta \cdot \mathbf{D} = \rho.$
Magnit maydanı ushın Gauss nızamı.	$\Delta \cdot \mathbf{B} = 0.$	$\Delta \cdot \mathbf{B} = 0.$
Faradeydiń indukciya nızamı.	$\Delta \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}.$	$\Delta \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}.$
Magnit maydanınıń cirkulyaciyası haqqındaǵı teorema.	$\Delta \times \mathbf{H} = \frac{4\pi}{c} \mathbf{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}.$	$\Delta \times \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}.$

Joqaridaǵı kestedegi juwan hárıpler arqalı vektorlıq shamalar, al kursiv penen skalyar shamalar belgilengen.

Tómendegidey belgilewler kirgizilgen:

$\rho$  – táreplik elektr zaryadınıń kólemlik tiǵızlıǵı (SI sistemasynda Kl/m<sup>3</sup>).

$\mathbf{j}$  – elektr toǵınıń tiǵızlıǵı (SI sistemasynda A/m<sup>2</sup>).

$c$  – jaqtılıqtıń vakuumdegi tezligi (299 792 458 km/s).

$\mathbf{E}$  – elektr maydanınıń kernewligi (SI sistemasynda B/m).

$\mathbf{H}$  – magnit maydanınıń kernewligi (SI sistemasynda A/m).

$\mathbf{D}$  – elektr indukciyası (SI sistemasynda Kl/m<sup>2</sup>).

$\mathbf{B}$  – magnitlik indukciya (SI sistemasynda Tl = Vb/m<sup>2</sup>).

$\Delta$  - differencialiq nabla operatorı.

$\Delta \times \mathbf{E} \equiv \text{rot } \mathbf{E}$  teńligi  $\mathbf{E}$  vektorınıń rotorıń ańǵartadı.

$\Delta \cdot \mathbf{E} \equiv \text{div } \mathbf{E}$  teńligi  $\mathbf{E}$  vektorınıń divergenciyasın ańǵartadı.

Joqarida keltirilgen teńlemelerdeń fizikalıq mánisleri jóninde tómendegidey anıqlamalardı keltirgen maqul boladı:

Gauss nızamı - Elektr zaryadı elektr indukciyasınıń deregi bolıp tabıladi.

Magnit maydanı ushın Gauss nızamı – Magnit zaryadları joq.

Faradeydiń indukciya nızamı - Magnit indukciyasınıń ózgerisi elektr maydanınıń iyrimin payda etedi.

Magnit maydanınıń cirkulyaciyası haqqındaǵı teorema - Elektr toǵı hám elektr indukciyasınıń ózgerisi iyrim magnit maydanın payda etedi.

Joqarida keltirilgen Maksvell teńlemeleri elektromagnit maydanınıń teńlemeleriniń tolıq sistemasyń payda etpeydi. Sebebi olar elektromagnit maydanı payda etilgen ortalıqtıń qásiyetlerin óz ishine almaydi.  $\mathbf{E}, \mathbf{H}, \mathbf{D}, \mathbf{B}$  hám  $\mathbf{j}$  shamaların baylanıstıratuǵın hám ortalıqtıń individuallıq qásiyetlerin esapqa alatuǵın qatnaslardı materiallıq teńlemeler dep ataydı.

Integral formadaǵı Maksvell teńlemeleri:

Differencial formadaǵı Maksvell teńlemeleri:

Ataması	SGS sistemlarındaǵı jazıw	SI sistemlarındaǵı jazıw.
Gauss nızamı.	$\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s} = 4\pi Q.$	$\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s} = 0.$
Magnit maydanı ushın Gauss nızamı.	$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 0.$	$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 0.$
Faradeydiń indukciya nızamı.	$\oint_L \mathbf{E} \cdot dl = -\frac{1}{c} \frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{B} \cdot ds.$	$\oint_L \mathbf{E} \cdot dl = -\frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{B} \cdot ds.$
Magnit maydanınıń cirkulyaciyası haqqındaǵı teorema.	$\oint_L \mathbf{H} \cdot dl = \frac{4\pi}{c} I + \frac{1}{c} \frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{D} \cdot ds.$	$\oint_L \mathbf{H} \cdot dl = I + \frac{d}{dt} \oint_S \mathbf{D} \cdot ds.$

Joqarıda keltirilgen teńlemelerde tómendegidey belgilewler paydalanylǵan:

$s$  – Gauss teoremasında  $v$  kólemin sheklep turatuǵın eki ólshemli tuyıq bet, Faradey hám Amper-Maksvell nızamlarında ashıq bet (oniń shegarası  $l$  tuyıq konturı bolıp tabıldı).

$Q = \int_v \rho dv - s$  beti menen sheklengen  $v$  kólemindegi elektr zaryadı.

$I = \int_s j ds - s$  beti arqalı ótetuǵın elektr toǵı.

Fiziklerdiń bir bólimi Maksvell teoriyasına qarsı shıqtı (ásirese awısıw toǵı koncepciyası kóp sanlı qarsılıqqa ushıradı) Gelmgolc óziniń teoriyasın usındı (Veber menen Maksvelldiń modellerine belgili bir dárejede sáykes keletuǵın) hám óziniń oqıwshısı Genrix Gercke<sup>50</sup> onı tekserip kóriwdi tapsırdı. Biraq Gerc tárepinen 1885—1889 jılları ótkerilgen tájiriybeler Maksveldiń tálimatınıń durıs ekenligin tastıyıqladı.

1887-jıldıń ózinde Genrix Gerc dúnyada birinshi radiotaratqıshı (radioperedatchiki) soqtı (Onı Gerctiń vibratorı dep ataydı). Qabillaǵıshıń ornıń rezonator (tuyıqlanbaǵan ótkizgish) xızmet atqardı. Tap sol jılı Gerc dielektriktegi awısıw toǵın taptı (sonıń menen birge fotoeffektti de ashti). Kelesi jılı Gerc turǵın elektromagnit tolqınların ashti, keyinirek jaqsı dállikte tolqınlardıń tarqalıw tezligin ólshedi, elektromagnit tolqınları ushın jaqtılıqtı izertlegende tabılǵan shaǵılısıwdıń, sınawdıń, interferenciyanıń, polaryzaciyaniń hám basqa da sol sıyaqlı qubılıslardıń baqlanatuǵınlıǵıń taptı.



Djeyms Klerk Maksvell



Genrix Rudolf Gerc

1890-jılı godu Branlı<sup>51</sup> radiotolqınlardı sezgir qabillaǵısh bolǵan kogererdi oylap taptı hám kúndelikli turmısqa "radio" terminin kirgizdi. Kogerer radiotolqınlardı 40 m qashiqlıqta, al antennanı paydalanganda ádewir úlken aralıqta qabil ete aldı (Oliver Lodj<sup>52</sup>, 1894-jıl). Bunnan bir neshe jıl ótkennen keyin Popov<sup>53</sup> hám Markoni<sup>54</sup> kogerrerdi elektr qońırawı menen tutastırıwdı usındı. Nátiyjede radiobaylanıstıń birinshi apparatı payda boldı. XX ásırde radio menen elektronikanıń erası (dáwiri) baslandı.

<sup>50</sup> **Genrix Rudolf Gerc** (nemisshe Heinrich Rudolf Hertz; 1857-jılı 22-fevral kúni Gamburg qalasında tuwlıǵan hám 1894-jılı 1-yanvar kúni Bonn qalasında qaytıs bolǵan) nemis fizigi. Berlin universitetin tamamlaǵan. Ol jerde German fon Gelmgolc hám Gustav Kirxgoflar onı oqıtqan. 1885-jıldan 1889-jılga shekem Karlsruē qalasındaǵı universitette fizika professorı, al 1889-jıldan baslap Bonn qalasındaǵı universitettegi fizika professorı.

<sup>51</sup> **Eduard Branlı** (francuzsha Edouard Eugene Desiré Branly; 1844-jılı 23-oktyabr kúni tuwlıǵan hám 1940-jılı 24-mart kúni qaytıs bolǵan) francuz oylap tabıwshısı, fizigi hám injeneri. Radioni oylap tabıwshılardıń biri, ol "radio" terminin birinshi bolıp paydalandi.

<sup>52</sup> **Ser Oliver Djozef Lodj** (inglishe Sir Oliver Joseph Lodge; 1851-jılı 12-iyun kúni tuwlıǵan hám 1940-jılı 22-avgust kúni qaytıs bolǵan) Angliyali fizik hám oylap tabıwshı, radioni oylap tapqanlardıń biri.

<sup>53</sup> **Aleksandr Stepanovich Popov** (1859-jılı 4[16]-yanvar kúni Rossiyadaǵı Perm guberniyasında tuwlıǵan hám 1905-jılı 31-dekabr [1906-jılı 13-yanvar] kúni qaytıs bolǵan) rus fizigi hám elektrotexnigi, professor, oylap tabıwshı, Húrmetli injener-elektrik (1899-jıl). Radioni oylap tabıwshı.

<sup>54</sup> **Gulelmo Markoni** (italyansha Guglielmo Marchese Marconi; 1874-jılı 25-aprel kúni Bolonyada tuwlıǵan hám 1937-jılı Rim qalasında qaytıs bolǵan) markız, İtalya radiotexnigi hám is bilermeni, 1909-jıldaǵı fizika boyınsha Nobel sıyılıǵınıń laureati.

## Termodinamika, gazler, zattıń qurılısı

Ximiya iliminiń jetiskenlikleri hám ximiyalıq elementlerdiń bir birine aylanıwınıń mümkin emesligi Robert Boyldıń ximiyalıq qásiyetlerdiń diskret tasıwshıları sıpatında molekulalardıń bar ekenligi haqqındaǵı ideyasınıń durıs ekenligi ushın salmaqlı argumentke aylandı. Ximiyalıq reakciyalardıń qatnasiwshıları ushın bazı bir salmaqlıq hám kólemlik qatnaslardıń saqlanatuǵınlıǵı atap ótildi; bul jaǵday tek ǵana molekulalardıń bar ekenliginiń paydası ushın xızmet etip qoyǵan joq, al olardıń qásiyetleri menen strukturası haqqında boljawlardı usınıwǵa mümkinshilik berdi. Djon Dalton XIX ásirdiń basında-aq molekulalıq teoriyanıń járdeminde parciallıq basımlar nızamın túsinidirdi hám ximiyalıq elementlerdiń atomlıq salmaqlarınıń kestesin dúzdi. Biraq keyinirek onıń bir qatar qátelerge jol qoyǵanlıǵı málım boldı (misali, ol suw ushın  $H_2O$  formulasınıń orına  $HO$  formulasın paydalangan). Sonıń menen birge ol bazı bir birikpelerdi elementler dep esapladi.

1802-jılı Gey-Lyussak<sup>55</sup> hám Dalton gazdiń temperaturası menen kólemi arasındaǵı baylanısti sáwlelendiretuǵın nızamdı ashti. 1808-jılı Gey-Lyussak mınaday paradoksti ashti: gazler barlıq waqittada kólemleriniń qatnasları pútin san bolatuǵıday bolıp birigedi, misali:  $C + O_2$  (bir kólem boyınsha) =  $CO_2$  (eki kólem). Daltonniń teoriyası menen orın algan bul qarama-qarsılıqtı túsinidiriw ushın 1811-jılı Avogadro atom menen molekula túsiniklerin sheklewdi usındı. Ol birdey kólemlerde birdey sandaǵı molekulalar boladı dep boljadi (Dalton birdey kólemlerde birdey sandaǵı atomlar boladı dep boljaǵan edi). Biraq, atomlardıń bar ekenligi haqqındaǵı másele ele kóp waqıtlarǵa shekem dawlı máselelerdiń birine aylandı.

XIX ásirdiń birinshi yarımında jıllılıq ótkeriwdiń sanlıq modelleriniń payda bola baslaǵanına qaramastan jıllılıq teoriyasında burıngıday teplorod túsinigi húkim súrdı. Sonıń menen birge kelisimge keliwge baǵdarlanǵan variant ta tallandi: jıllılıq zattıń bóleksheleriniń qozǵalısı bolıp tabiladı, biraq usı qozǵalıs teplorod arqalı beriledi (geypara jaǵdaylarda teplorod efirge teńlestirildi). 1822-jılı Jan-Batist Jozef Fure "Jıllılıqtıń analitikalıq teoriyası" kitabın baspadan shıǵardı, bul kitapta jıllılıq ótkizgishliktiń teńlemesi payda boldı hám jıllılıqtıń (Furede teplorodtiń) ağısınıń temperaturanıń gradientine proporsional ekenligi kórsetilgen. Teplorod teoriyasınıń sheklerinde Sadi Karnoniń 1824-jılı jarıq kórgen, dáslep derlik hesh kim diqqat awdarmaǵan hám is júzinde termodynamikanıń eki baslaması da bar "Ottıń qozǵawshi kúshi haqqındaǵı oylar hám usı kúshti rawajlandırıwǵa qábiletlı bolǵan mashinalar haqqında" dep atalatuǵın kitabı 1830-jılları durıs bahalanıp, fizikaniń rawajalınıwna úlken tásirin tiygizdi.

Usınday waqıtları jumis penen energiyaniń házirgi zaman túsinikleri qáliplese basladı (1807-jılı Yung tárepinen usınılgan termin dáslep tek kinetikalıq energiyaniń názerde tutatuǵın edi hám bul termin Kelvin tárepinen 1849-jılı qollap-quwatlandı). 1829-jılı Koriolis jumis penen "tiri kúsh" arasındaǵı baylanısti tallap, sol "tiri kúsh" ushın jazılǵan ańlatpaǵa  $\frac{1}{2}$  kóbeytiwshisin qostı. Bunnan keyin kinetikalıq energiya óziniń házirgi zamandaǵı  $mv^2/2$  túrine iye boldı.

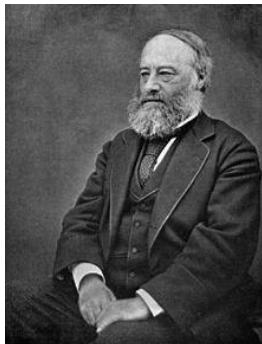
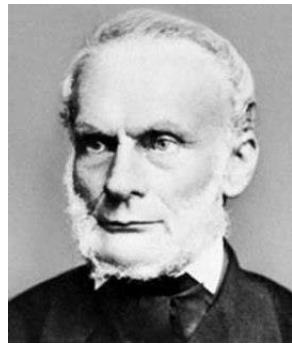
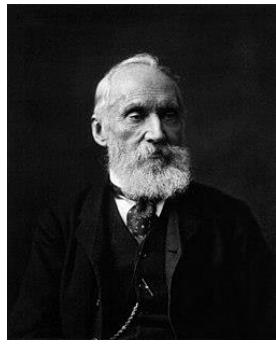
1843-jılı Djouls elektr menen tájiriybelerdiń seriyasın ótkerip mınaday juwmaqqa keldi: "mekanikalıq kúshler jumsalatuǵın barlıq jaǵdaylarda barlıq waqitta da jıllılıqtıń dál ekvivalent muǵdarı alındı". Ol bul ekvivalenttiń mánisın esapladı hám onıń mánisi shama menen 460 kGm/kkal bolıp shıqtı. Djoul elektr toǵı ushın bólünip shıqqan jıllılıqtıń muǵdarınıń ótkizgishtiń qarsılığına hám toqtıń kúshiniń kvadratına tuwrı proporsional ekenligin aniqladı. Keyinirek Djoul gazlerdi qısıw boyınsha ótkergen eksperimentlerinde óziniń juwmaqların tastıyıqladı hám jıllılıqtıń mekanikalıq qozǵalıs, al jıllılıqtıń beriliwiniń bul qozǵalıstiń basqa formalarǵa ótiwi ekenligin daǵazaladı. Barlıq tájiriybelerde de jıllılıqtıń mekanikalıq ekvivalenti ushın bir birine jaqın shamalar alındı. Bul jaǵdaylardıń barlıǵın ulıwmalastırıp Mayer hám Djoul energiyaniń saqlanıw nızamın keltirip shıǵardı, al Gelmgolc óziniń 1847-jılı shıqqan "Kúshtiń saqlanıwi haqqında" monografiyasında (bul monografiya rus tilinde 1934-jılı jarıq kórgen) bul nızamdı pútkıl fizikaniń tiykarına jatqızdı.

XIX ásirdiń birinshi yarımında derlik itibar berilmegen gazlerdiń kinetikası boyınsha jumislardı "ideal gazdiń hal teńlemesin" tiykarlaǵan nemis fizigi hám ximigi Avgust Karl Krenig (1856-jılı) hám onnan górezsiz Rudolf Klauzius basladı. Klauzius ideal gazdiń durıs modelin usındı, sistemanıń ishki

---

<sup>55</sup> **Jozef Lui Gey-Lyussak** (francuzsha Joseph Louis Gay-Lussac; 1778-jılı 6-dekabr kúni tuwilǵan hám 1850-jılı 9-may kúni qaytis bolǵan) — francuz ximigi hám fizigi. Francuz ximigi Klod Lui Bertolleniń oqıwshısı.

energiyası túsinigin kírgizdi hám fazalıq ótiwlerdi túsindirdi. XIX ásirdiń ortasında Uilyam Tomson (lord Kelvin) hám Klauzius termodinamikaniń eki nizamın (baslamaların) anıq türde keltirip shıǵardı. Teplorod túsiniǵi tolıǵı menen jerlendi, 1852-jılı Renkin hám Tomson onıń ornına energiya ushın tek kinetikalıq energiya bolmaǵan ulıwmalıq túsinikti kírgizdi. Fizikanıń makroskopiyalıq denelerdegi energiyaniń aylanısları menen shuǵıllanatuǵın tarawina "termodinamika" ataması Tomson tárepinen usınıldı. 1862-jıldan keyin Klauzius mehanikalıq modeldiń sheklerine kirmeytuǵın qaytımlı emes processlerdi izertledi hám entropiya túsinigin usındı. Álemniń sheksiz ekenligi menen sáykes kelmeytuǵın entropiyaniń úlkeyiw principi tárepinen kelip shıǵatıǵın "Álemniń jıllılıq ólıwi" problemasınıń keń türdegi pikirler arasında talaslar baslandı.

Djon Dalton<sup>56</sup>Djeýms Djoul<sup>57</sup>Rudolf Klauzius<sup>58</sup>Uilyam Tomson (lord Kelvin)<sup>59</sup>

1848-jılı "absolyut nol" noqatında baslanatuǵın (Celsiya shkalası boyınsha -273 gradus) Kelvin "absolyut temperaturalıq shkalanı" (Kelvin shkalası) usındı. 1860-jılı Maksvell gaz molekulalarınıń tezlikler boyınsha tarqalıwı ushın statistikalıq nızamdı keltirip shıǵardı, ishki súykeliş hám diffuziya ushın formulalardı aldı, jıllılıq ótkizgishliktiń kinetikalıq teoriyasın izertlewdi basladı (teoriyanıń eskizin dóretti).

Gazlerdiń kinetikalıq teoriyası menen termodinamikaniń bunnan keyingi jetiskenlikleri Lyudvig Bolcman hám Van der Vaalsler menen baylanıslı. Olar dáslep termodinamikaniń nızamların mehanikaniń bazasında keltirip shıǵarıwǵa umtildi. Al bunday tırısıwlardıń qaytımlı emes processler ushın hesh nárseni bermewi 1872-jıldı Bolcmandı termodinamikaniń ekinshi baslamasın direktivlik-dál xarakterge emes, al statistikalıq xarakterge iye dep esaplawǵa májbúrledi: jıllılıq salqın deneden qızǵan denegе óte aladı, biraq keri processtiń itimallıǵı ádewir úlken itimallıqqa iye. Bul juwmaq 20 jıldan aslam waqıttıń ishinde fiziklerdiń arasında qızıǵıwshılıq payda etpedi. Bunnan keyin qızǵın

<sup>56</sup> **Djon Dalton (Dolton)** (inglishe John Dalton; 1766-jılı 6-sentyabr kúni tuwilǵan hám 1844-jılı 27-iyul kúni qaytis bolǵan) angliya fizigi hám ximigi, meteorolog, naturalist hám ximiyalyıq atomizmdi dóretiwshi. 1794-jılı birinshi bolıp kóriw defektin izertledi hám táriyipledi (oniń óziniń kóriwi tómen bolǵan). Sonıń menen ol birinshi bolıp reńli soqırıqtı (bul qubilis keyinirek onıń húrmetine daltonizm dep ataldı) izertledi hám 1801-jılı parcialıq basımlar nızamın (Dalton nızamı), qızdırǵanda gazlerdiń teń ólshewli keńeyiwi nızamın (1802-jıl), gazlerdiń suyuqlıqlardaǵı eriw nızamın (Genri-Dalton nızamı) ashti. 1803-jılı pútin san qatnasi nızamın (zakon kratníx otnosheniy) ashti, etilen menen butilenniń misalında polimerizaciya qubilısın taptı, "atomlıq salmaq" túsinigin engizdi, birinshi bolıp bir qatar elementlerdiń atomlıq salmaqlarınıń mánislerin esapladi hám olardıń salıstırmalı salmaqlarınıń birinshi kestesin dúzdi. Usınıń nátiyjesinde áyyemgi zatlardıń qurılısınıń atomlıq teoriyası ushın sanlı tiykardı ornattı.

<sup>57</sup> **Djeýms Preskott Djoul** (inglishe James Prescott Joule; 1818-jıl 24-dekabrde tuwilǵan hám 1889-jılı 11-oktyabrde qaytis bolǵan) termodinamikaniń qáliplesiwine úlken úles qosqan angliyalı fizik. Tájiriýbelerde energiyaniń saqlanıw nızamın tiykarladı Elektr toǵınıń jıllılıq tásırın aniqlaytuǵın nızamdı taptı. Gaz molekulalarınıń qozǵalıs tezligin esapladi hám onıń temperaturadan óárezligin taptı.

<sup>58</sup> **Rudolf Yulius Emanuel Klauzius** (nemisshe Rudolf Julius Emanuel Clausius, tuwilǵan waqıttagı isimi — **Rudolf Gottlib** (nemisshe Rudolf Gottlieb); 1822-jılı 2-yanvar kúni tuwilǵan hám 1888-jılı 24-avgust kúni Bonn qalasında qaytis bolǵan) nemis fizigi, mehanigi hám matematigi.

<sup>59</sup> **Uilyam Tomson, baron Kelvin** (inglishe William Thomson, 1st Baron Kelvin; 1824-jılı 26-iyun kúni İrlandiyadaǵı Belfast qalasında tuwilǵan hám 1907-jılı 17-dekabr kúni Shotlanliyadaǵı Largs qalasında qaytis bolǵan) — shotlandiyalyıq-irlandiyalyıq fizik hám mehanik Óziniń termodinamika, mehanika hám elektrodinamika tarawlarındaǵı jumısları menen belgili.

pikir talaslar baslandı. Shama menen 1900-jıldan keyin ásirese Planktiń, Gibbstiń hám Erenfesttiń jumıslarınan keyin Boltmannıń ideyaları moyinlandı. 1871-jıldan baslap Boltman menen Maksvell statistikalıq fizikanı rawajlandıra basladı. Bul jaǵdayda ergodik gipoteza júdá jemisli bolıp shıqtı (waqt boyınsha ortasha shama bólekshelerdiń ansambli boyınsha ortasha shamaǵa teń).

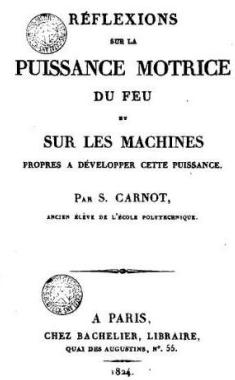
Elektronniń ashılıwı menen bir qatarda atomistikanıń paydasına xizmet etken teoriya 1905-jılı Albert Eynshteyn tárepinen dóretilgen broun qozǵalısınıń teoriyası bolıp tabıladı. Bul teoriyanıń durıs ekenligin dálillegen Smoluxovskiy hám Perrenniń jumıslarınan keyin hátte isengen pozitivistler de atomlardıń bar ekenlige qarsı hesh nárse de ayta almadı. Atomlıq teoriyanı 1869-jılı bunnan 150 jıl burın D.I.Mendeleev tárepinen dúzilgen ximiyalıq elementlerdiń dáwirlilik sisteması menen sáykeslendirilewge qaratılǵan dáslepki háreketler baslandı. Biraq bul baǵdardaǵı haqıqıy nátiyjeler XX ásırde ǵana alındı.



Lyudvig Bolcman<sup>60</sup>



Sadi Karno<sup>61</sup>



Sadi Karnoniń kitabınıń bas beti.

Ásirdiń aqırında fazalıq ótiwler menen zatlardıń asa tómenge temperaturalardaǵı qásiyetlerin tereń izertlewler baslandı. 1888-jılı shotlandiyali Djeyms Dyuar birinshi bolıp suyuq vodorodtı aldı. Ol "Dyuar idisín" (termos) oylap taptı. 1870-jılı Gibbs fazalar qaǵıydasin keltirip shıǵarıdı.

## Elektronniń ashılıwı, radioaktivlik

Atomlıq gipotezani elektrlik qubılıslar menen baylanıstırıw ushın Shveciyanıń ximigi hám mineralogi Barno Yons Yakob Bercelius (1779-1848) hám Maykl Faradey óń hám teris zaryadqa iye bolǵan atomlardıń eki tipi bar dep boljadı. Bul boljawdan eń kishi zaryadtıń bar ekenligi kelip shıǵadı. 1874-jılı Britaniyalı hám Irlandiyali fizik Djordj Djonston Stouni "elektron" terminin usındı hám onıń zaryadınıń muǵdırı ushın ádewir dál bolǵan baha berdi. Basqa gipotezalar da boldı. Misali angliyalı shıpaker hám ximik U.Praut ximiyalıq elementlerdiń atomlıq salmaqları vodorodtıń atomlıq salmaǵınan pútin san ese úlken bolatuǵın bolsa, onda birinshi bolǵan atomnıń bolıwı kerek, al basqa atomlardıń barlığı da bir birine tutasqan dáslepki atomlardan turıwı kerek. Angliyanıń ximigi menen fizigi Uilyam Kruks "protıl" dep atalatuǵın nollık birinshi element bar hám bul atom vodorodtı da, basqa elementlerdi de qurayıdı dep boljadı. Al, Uilyam Tomson bolsa atomdı efirdegi turaqlı iyrim dep esapladi.

1858-jılı gazdegi elektr razryadin izertlegende katod nurları ashılgan edi. Kóp sanlı diskussiyalardan keyin alımlar katod nurları elektronlardıń aǵısı degen juwmaqqa keldi. 1897-jılı Dj. Dj. Tomson katod nurları ushın zaryad/massa qatnasın ólshedi hám bul qatnastiń katodtıń

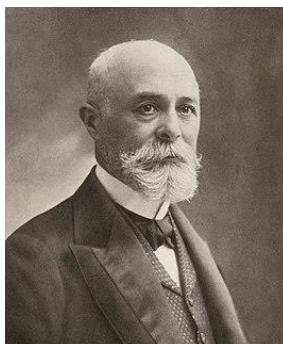
<sup>60</sup> **Lyudvig Bolcman** (nemisshe Ludwig Eduard Boltzmann; 1844-jılı 20-fevral kúni Avstriya imperiyasında Vena qalasında tuwilǵan hám 1906-jılı 5-sentyabr kúni Italiyadaǵı Duino dep atalatuǵın jerde qaytıs bolǵan) — avstriyalı fizik-teoretik, statistikalıq mehanika menen molekulalıq-kinetikalıq teoriyanıń tiykarın salıwshi. 1895-jıldan Avstriya ilimler akademiyasınıń aǵzası (1895), 1899-jıldan Peterburg ilimler akademiyasınıń xabarshı-aǵzası, basqa da ilimler akademiyalarınıń aǵzası.

<sup>61</sup> **Nikolya Leonar Sadi Karno** (francuzsha Nicolas Léonard Sadi Carnot; 1796-jılı 1-iyun kúni tuwilǵan hám 1832-jılı 24-avgust kúni 36 jasında qaytıs bolǵan, **Sadi Karno** ismi menen kóbirek belgili) — francuz fizigi hám matematigi.

materialinan hám tájiriybedegi basqa da sharayatlardan górezsiz ekenligin dálilledi. Elektronniú zaryadin vodorodtuú ionınıú zaryadi menen birdey dep esaplap, Tomson elektronniú massasınıú shamasın bahaladı. Alingán shama vodorod atomınıú massasınan júdá kóp ese kishi bolıp shiqti hám bul jaǵday kóplegen alımlardı tańlandırdı. Bercelius-Faradeydiú gipotezasın biykarlawǵa tuwrı keldi. Dj.Dj.Tomson fotoeffektte nurlandırılatuǵın bólekshelerdiú de tap sonday zaryad/massa qatnasına iye bolatuǵınlıǵı hám sonlıqtan olardıń da elektronlar ekenligin kórsetti. Elektronniú zaryadi menen massasın eksperimentte ólshew 1910-jılı Robert Milliken tárepinen ámelge asırıldı.



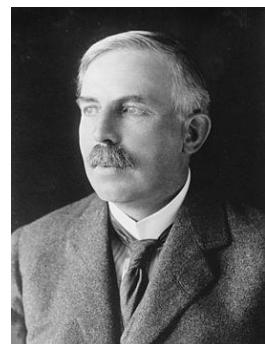
Djozef Djon  
Tomson<sup>62</sup>



Anri Bekkerel<sup>63</sup>



Robert Endryus  
Milliken<sup>64</sup>



Ernest Rezerford<sup>65</sup>

1878-jılı Gendrik Lorenc ionlarǵa iye qozǵalıwshı ortalıqlar ushin Maksvell teoriyasın ulıwmastrırdı. Lorenctiú elektronlıq teoriyası diamagnetizmdi, elektrolittegi processlerdi, metallardaǵı elektronlardıń qozǵalısın hám 1896-jılı ashılǵan Zeeman effektin (magnit maydanında nur shıǵarıp turǵan zatlardıń spektrallıq sızıqlarınıń bir neshe sızıqlarǵa ajralıwi) jaqsı túsindire alıdı.

Sheshiwshi xarakterge iye ilimiy ashılıwlар 1895-jılı (rentgen nurları, Vilgelm Konrad Rentgen) hám 1896-jılları (uranniú radioaktivligi, Anri Bekkerel) júzege keldi. Rentgen nurlarınıń tolqınlıq tábiyatı 1925-jılı dálillengen bolsa da (Laue, rentgen nurlarınıń kristallardaǵı difrakciyası), biraq sol nurlardıń tolqınlıq tábiyatqa iye ekenligi kóplegen alımlar tárepinen burınıraq-ta boljanǵan edi. Al radioaktivlik qubılısı fiziklerdi túpkirge alıp keldi hám sonlıqtan bul qubılıs aktiv turde izertlene

<sup>62</sup> Ser **Djozef Djon Tomson** (1856-jıl 18-dekabr – 1940-jıl 30-avgust) – Angliya fizigi, 1906-jılǵı fizika boyınsha Nobel siylığını lauratetı (ol "elektrdiń gazler arqalı ótiwin izertlegeni ushin" Nobel siylığın alıwǵa miyasar boldı).

Onıń eń áhmiyetli ilimiy izertlewleri minalardan ibarat [13]:

- Rentgen nurları menen nurlandırılıp turǵan gazler arqalı kishi kernewlerdegi elektr toǵınıń ótiw qubılısı.
- "Katod nurların" (elektron dástelerin) izertlew. Usı jumisiniń tiykarında katod nurlarınıń korpuskulalıq tábiyatqa iye ekenligi hám subatomlıq ólshemlerge iye teris zaryad penen zaryadlanǵan bólekshelerden turatuǵınlıǵı kórsetildi. Bul izertlewler elektronniú ashılıwına alıp keldi (1897).
- "Anod nurların" izertlew (ionlastırılgan atomlar hám molekulalardıń aǵısları). Bul izertlewler neonniú <sup>20</sup>Ne hám <sup>22</sup>Ne izotoplari misalında stabilli izotoplardıń bar ekenliginiń ashılıwına (1913-jıl) hám mass-spektrometriyanıń rawajlanıwına alıp keldi.

<sup>63</sup> Antuan Anri Bekkerel (francuzsha *Antoine Henri Becquerel*; 1852-jıl 15-dekabr – 1908-jıl 25-avgust) – francuz fizigi, fizika boyınsha Nobel siylığını lauratetı hám radioaktivlik qubılısin birinshi ashqanlardıń biri.

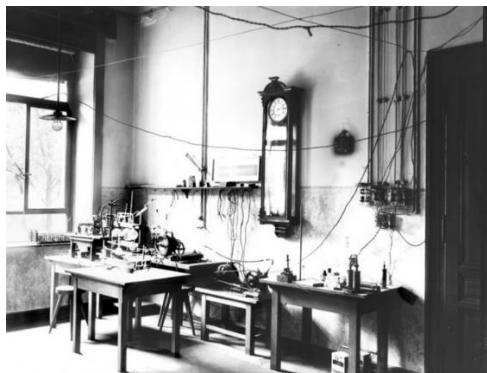
<sup>64</sup> Robert Endryus Milliken (inglishe *Robert Andrews Millikan*; 1868-jılı AQSh taǵı Illinoys shtatında tuwilǵan hám 1953-jılı 19-dekabr kúni AKShtiú Kaliforniya shtatındaǵı Morrison qalasında qaytis bolǵan) — AQSh fizigi. 1923-jılı "fotoelektrlik effekt hám elektronniú zaryadin ólshegeni ushin" fizika boyınsha xalıq aralıq Nobel siylığın alıwǵa miyasar boldı. Bunnan keyingi jılları ol kosmoslıq nurlarıdı izertlew menen shuǵıllandı.

<sup>65</sup> Ser Ernest Rezerford (ingliz tilinde *Ernest Rutherford*; 1871-jılı 30-avgust kúni Jańa Zelandiyadaǵı Spring Gruv qalasında tuwilǵan hám 1937-jılı 19-oktyabr kúni Kembridjde qaytis bolǵan) Ullıbritaniya fizigi. "Yadrolıq fizika" nıń atası sıpatında belgili. 1908-jılı ximiya boyınsha Nobel siylığın alıwǵa miyasar bolǵan.

1911-jılı óziniń alfa-bóleksheleriniń shashırawı boyınsha ótkerilgen tájiriybesinde atomdaǵı on zaryadlanǵan yadronıń hám onıń dógereginde teris zaryadlanǵan elektronlardıń bar ekenligin dálilledi [Rezerford E. Nuklearnoe stroenie atoma // Uspexi fizicheskix nauk. — 1921. — T. 2, № 2.]. Sonıń nátiyjesinde atomnıń planetarlıq modelin dóretti.

basladı. Kóp uzamay radiy, toriy hám basqa da radioaktiv elementler, sonıú menen birge nurlanıwdıń bir tekli emes ekenligin (alfa- hám beta nurların 1899-jılı Rezerford, al gamma nurların 1900-jılı francuz fizigi menen ximigi Pol Ulrich Villar tárepinen ashıldı). Beta nurları ushın Bekkerel zaryad/massa qatnasın ólshegende onıú tábiyatı dárhál belgili boldı – beta nurları elektronlardıń ağısı eken. Al alfa bólekshelerdiń tábiyatın Rezerford tek 1909-jılı taptı.

1901-jılı Valter Kaufman Xevisayd menen Dj.Dj.Tomson tárepinen boljanǵan tezlik úlkeygende elektronniń inert massasınıń úlkeyetuǵınlıǵı haqqında bildirdi. Elektronniń qozǵalısınıń Lorenc teoriyasın qayta qarap shıǵıwǵa tuwrı keldi, bul haqqındaǵı qarama-karsılıq hátte salıstırmalıq teoriyası payda bolǵannan keyin de dawam etti.



V.K.Rentgen, 1895-jıldaǵı rentgen laboratoriyası hám V.K.Rentgenniń dostı Albert fon Kellikerliń qolınıń rentgen nurlarındaǵı súwreti.

Radioaktiv nurlanıwdıń energiyasınıń dereginiń ne ekenligi haqqındaǵı másеле úlken pikir talaslar júzege keldi. 1902-jılı Rezerford hám Frederik Soddi<sup>66</sup> "radioaktivlik ximiyalıq ózgerisler menen júretuǵın atomlıq qubilis" dep juwmaq shıǵardı. 1903-jılı olar radioaktiv atomnıń eksponencial nızam boyınsha ıdiraytuǵınlıǵıń taptı (ıdiraw nızamın ashti), atomnıń ishindegi energiyaniń shamasın bahaladı. Onıú mánisi qálegen ximiyalıq energiyadan salıstırmas dárejede úlken bolıp shıqtı hám sonıú tiykarında atom energiyasınıń Quyasıtıń energiyasınıń deregi degen gipotezani usındı. Usınıú menen bir waqtta Rezerford, Uilyam Ramzay hám Soddi elementlerdiń birinshi aylanısların taptı (radonniń geliyge aylanıwı), al Dj. Dj. Tomson elektronlıq teoriyanıń poziciyasında turıp ximiyalıq elementlerdiń dáwirlilik sistemاسına birinshi negizlemenı berdi.

## Mexanika, optika, serpimlilik teoriyası

1834-1835 jılları Uilyam Gamilton<sup>67</sup> universallıq xarakterge iye bolǵan variaciyalıq principti baspadan shıǵardı. Bul princip fizika iliminiń pútkilley hár qıylı tarawlarında tabis penen paydalanyldı. Bul principti Gamilton óziniń "gamilton mexanikasınıń" tiykarına jatqızdı. Bul jumıslar XIX ásırdegi analitikalıq mexanikaniń rawajlanıwınıń tiykarında jattı.

Optikada 1859-jılı spektrallıq analizdiń ashılıwı eń baslı waqıya bolıp tabıladı. 1842-jılı angliyalı fizik Kristian Andreas Doppler (Christian Doppler, 1803-1853) qozǵalıwsı tolqın dereklerdiń qozǵalıwınıń sebebinen qabıllawshı tárepinen qabillanıp atırǵan tolqınnıń jiyilikleriniń (tolqın uzınlıǵınıń) ózgeretuǵınlıǵıń ashti. Eki effekt te ilim ushın (ásirese astrofizika ushın) áhmiyetli instrumentke aylandı. Ásirdiń ortalarında jáne bir áhmiyetli oylap tabılıw júzege keldi. Bul fotografiya bolıp tabıladi.

<sup>66</sup> **Frederik Soddi** (ingl. Frederick Soddy; 1877-jılı 2-sentyabr kúni Istborn qalasında tuwlıǵan hám 1956-jılı 22-sentyabr kúni Brayton qalasında qaytıs bolǵan) angliyalı radioxitik, ximya boyınsha Nobel siylığınıń laureati (1921).

<sup>67</sup> Ser **Uilyam Rouen Gamilton** (ingl. William Rowan Hamilton (1805-jılı 4-avgust kúni tuwlıǵan hám 1865-jılı 4-avgust kúni qaytıs bolǵan) irlandiyali matematik, mexanik-teoretik, fizik-teoretik, "XIX ásirdiń eń jaqsı matematikleriniń biri". Matematika iliminde (kvaternionlar, vektorlıq tallawdnıń tiykarları, variaciyalıq esaplaw, kompleksli sanlardı tiykarlaw), analitikalıq mexanikada (gamilton mexanikası) hám optikadaǵı óziniń fundamentallıq jumısları menen belgili. Fizikaniń kóp bölimlerinde qollanılatuǵın eń kishi tásirdiń variaciyalıq principiniń avtorı.

1821-jılı francuz mexanigi hám injeneri Anri Nave (Klod Lui Mari Anri Nave, francuzsha Claude Louis Marie Henri Navier, 1785-1836) serpimlilik teoriyasınıń tiykarǵı teńlemeler sistemasın keltirip shıǵardı. Bul teńlemeler Guk nızamın izotrop serpimli denelerdiń úsh ólshemli deformaciyalarınıń universallıq nızamı menen almastırıdı. Nave usıngan model 1823-jılı izotroplıq ushin shekti saplastırǵan francuz matematigi hám mexanigi Ogyusten Lui Koshidiń (francuzsha Augustin Louis Cauchy; 1789-1857) jumıslarında dárhál ulıwmalastırıldı. Koshidiń teńlemeleriniń tiykarında Puasson kóp sanlı áhmiyetli máselelerdi sheshti.

## XX ásir XX ásirdiń ulıwmalıq xarakteristikası

XIX ásirdiń aqırında hám XX ásirdiń basında ilimde áhmiyeti júdá joqarı bolǵan, kóp sanlı eski kóz-qaraslardı pútikiley saplastırǵan revolyuciya baslandı.

XX ásirdiń basında fizikler úlken problemalarǵa joliqtı - eski modeller menen tájiriybelerde alıngan maǵlıwmatlar arasında qarama-qarsılıqlar payda bola basladı. Mısalı, jaqtılıqtıń tezligin ólshew boyınsha ótkerilgen eksperimentlerde klassikalıq mexanika menen elektrodynamikanıń arasında qarama-qarsılıq payda boldı (jaqtılıqtıń tezliginiń esaplaw sistemasınan górezsiz ekenligi aniqlandi). Sol waqtardaǵı fizika mikrodúnyadaǵı geypara effektlerdi túsindire almadı (mısalı, nurlaniwdıń atomlıq spektrleri, elektromagnit nurlanıw menen zat arasında energetikalıq teń salmaqlıq, absolyut qara deneniń nurlanıwınıń spektri). Merkuriy planetasınıń qozǵalısı Nyutoniń tartılıs teoriyasına sáykes kelmeytuǵın bolıp shıqtı. "Gravitaciyalıq paradoks" ushin da sheshim tabılmadı. Eki ásirdiń arasında tabılǵan radioaktivlik, elektron, rentgen nurları siyaqli qubılıslardı teoriyalıq jaqtan túsindiriw mümkinshiligi bolmadı. Bul haqqında Franciyaniń ullı alımı Jyul Anri Puankare<sup>68</sup> "Onıń bar ekenlige hesh kim gúmanlanbaǵan pútikil dúnnya" dep jazdı hám usı jańa dúnyanı túsiniw ushin eski fizikanı elewli túrde qayta islew zárúrligi payda boldı.

XX ásirdiń jáne bir áhmiyetli ózgesheligi tábiyyi kúshlerdiń birligin túsiniwdıń keńeyiwi bolıp tabıladi. XIX ásirde energiyaniń universallıq túsiniyi payda bolǵan edi, al Maksvell optikani, elektrdi hám magnetizmdi birlestirdi. XX ásirde keńislik penen waqittiń, zatlar menen nurlaniwdıń (bóleksheler hám tolqınlar), gravitaciya menen geometriyanıń, massa menen energiyaniń arasında tereń baylanıstiń bar ekenligi. Sonıń menen birge basqa da óz-ara qatnaslardıń bar ekenligi aniqlandi. Fizikanıń kóp sanlı jańa tarawlari payda boldı (salıstırmalıq teoriyası, kvantlıq mexanika, atom fizikası, elektronika, aerodinamika, radiofizika, plazma fizikası, astrofizika, kosmologiya hám basqalar.

### Salıstırmalıq teoriyası

1728-jılı angliyalı astronom Djeyms Bredli (1692-1762) jaqtılıqtıń aberraciyasın ashti: aspandaǵı barlıq juldızlar bir jıl ishinde kishkene sheńber tárizli traektoriyalar boyınsha qozǵaladı. Efırlık teoriyanıń kóz-qarası boyınsha bul jaǵday efirdiń qozǵalmaytuǵınlıǵıń bildiredi hám Jerdiń Quyashtiń dóberegeńde qozǵalıwına baylanıslı onıń orın almastırıwı superpoziciya principi boyınsha juldızlardıń súwretlerin awıstırıdı.

<sup>68</sup> **Jyul Anri Puankare** (francuzsha Jules Henri Poincaré; 1854-jılı 29-aprel kúni Franciyadaǵı Nensi qalasında tuwilǵan hám 1912-jılı 17-iyul kúni Parij qalasında qaytıs bolǵan) francuz matematigi, mexanigi, fizigi, astronomi hám filosofi. 1906-jıldan baslap Parij Ilimler akademiyasınıń basshısı, 1908-jıldan Franciya Ilimler akademiyasınıń aǵzası, bunnan basqa 30 dan aslam ilimler akademiyalarınıń aǵzası.

Tariyxshilar Anri Puankareni barlıq dáwirlerdegi eń ullı matematiklerdiń qatarına qosadı. Ol Gilbert penen birge ózi jasaǵan waqittaǵı barlıq matematikalıq nátiyjelerdi óziniń ishine qamtıp alıwǵa uqıplı bolǵan eń sońğı matematik-universal bolıp tabıladi. Ol 500 den aslam maqala menen kitaplardı jazǵan.

Anri Puankareniń eń ullı jetiskenlikleriniń arasında tómende keltirilgen tarawlardı kórsetiwge boladı:

Topologiyaniń dóretiliwi.

Differencialiıq teńlemelerdiń sapalıq teoriyası.

Avtomorflıq funkciyalardıń teoriyası.

Aspan mexanikasınıń jańa, oǵada effektivli usıllarınıń islep shıǵılıwi.

Salıstırmalıq teoriyasınıń matematikalıq tiykarlarınıń dóretiliwi jáne salıstırmalıq principiniń barlıq fizikalıq qubılıslarǵa ulıwmalastırılıwi.

Lobachevskiy geometriyasınıń kórgizbeli modeli (birinshi ret Eudjenio Beltramide ushırasadı).

Biraq Frenel zatlardıń ishinde efirdiń bir bóleginiń materiya menen birge alıp júriletuǵınlıǵı haqqındaǵı gipotezanı bildirdi. Bul kóz-qaras Fizonıń tájiriybelerinde óziniń tastıyıqlanıwin tapqanday bolıp kórindi. Ol jaqtılıqtıń suwdıń ishindegi tezliginiń boşlıqtaǵı tezligine salıstırǵanda kishi ekenligin taptı. Maksvell 1868-jılı sheshiwshi tájiriybeniń sxemasın usındı. Bul sxema boynsha tájiriybeni interferometr oylap tabılğannan keyin 1878-jılı amerikalı fizik Maykelson óziniń qoli menen soǵılǵan ápiwayı dúziliste ámelge asıra aldı. 1879-jılı nátiyjeleri jarıq kórdi hám jaqtılıqtıń tezligi ushın  $299\,910 \pm 50$  km/s mánisın aldı. Keyinirek 1887-jılı Maykelson amerikalı fizik hám ximik Edvard Uilyams Morli menen birgelikte tájiriybeni kem-kemnen joqarılawshı dállikte bir neshe ret qaytaladı. Basqa fizikler basqa principlerge tiykarlangan onlaǵan tájiriybelerdi ótkerdi (mísali, Trouton hám Nobl ildirilip qoyılǵan kondensatordıń burılıwın ólshedi). Biraq nátiyjelerdiń barlıǵı da birdey bolıp shıqtı, atap aytqanda hesh qanday "efir samalı" baqlanbadı.

1892-jılı Gendrik Lorenc hám onnan górezsiz túrde Djordj Ficdjerald efirdi qozǵalmayıdı, al qálegen deneniń üziniń qozǵalıstiń baǵıtında qısqaradı dep boljadi. Bunday "lorenclik qısqarıw" diń barlıq qozǵalıwshı móldır denelerde qos nur sindırıw effektiniń payda bolıwına alıp keliwi kerek. Biraq bunday effekttiń joq ekenligin tájiriybeler ayqın túrde kórsetti. Bunnan keyin Lorenc óziniń gipotezasın ózgertti: denelerdiń ózleri qısqarmayıdı, al onıń ishine kiriwshi elektronlar qısqaradı, qala berse olar barlıq baǵıtlarda da qısqaradı. Biraq qozǵalıstiń baǵıtında qısqarıwdıń shaması úlken boladı. Lorenc qısılıwdıń shamasınıń nelikten "efırlık samaldı" kompensaciyalaw ushın dál sáykes keletuǵınlıǵın túsindire almadı.

Elektromagnitlik effektler tek salıstırmalı qozǵalıstan górezli bolsa da, Maksveldiń teńlemeleriniń Galileydiń salıstırmalıq principine sáykes kelmewi ekinshi úlken qıyınhılıqtı payda etti. Usı jaǵdayǵa baylanıslı Maksvell teńlemeleriniń koordinatalardı qanday túrlendirıwlerge qarata invariantlığı izertlendi. Durıs formulalardı dáslep 1900-jılı írlandiyalı fizik hám matematik Djozef Larmor (1857-1942) hám 1905-jılı A.Puankare jazdı. Olar Lorenc túrlendirıwleriniń gruppanı payda etiw qásiyetleriniń bar ekenligin dálliıdedi hám sonlıqtan túrlendirıwlerdi "Lorenc túrlendirıwleri" dep atawdı usındı. Puankare 1905-jılı jarıq kórgen "Elektronniń dinamikası haqqında" dep atalatuǵın kitabında elektrdinamikanı da óz ishine alatuǵın salıstırmalıq principiniń ulıwmalastırılgan formulirovkasın berdi. Bul jumista hátte Minkovskiydiń tórt ólshemli intervalı da bar. Biraq usı jaǵdayǵa qaramastan Puankare efirdiń bar ekenligine iseniwdi dawam etti hám ózi dóretken matematikalıq modeldiń obektivlik fizikalıq mánisine itibar bermedi.

Puankareniń modeliniń fizikalıq hám obektivlik mánisi A.Eynshteynniń jumıslarınan keyin ashıldı. 1905-jılı "Qozǵalıwshı denelerdiń elektrodinamikasına" dep atalatuǵın maqalasında Eynshteyn eki postulattı qaradı: ulıwmalıq salıstırmalıq principi hám jaqtılıqtıń tezliginiń turaqlılıǵı. Bul postulatlardan Lorenc túrlendirıwleri, Lorenc qısqarıwı, bir waqıtlılıqtıń salıstırmalıǵı hám efirdiń kerek emesligi avtomat túrde kelip shıqtı. Tezliklerdi qosıwdıń jańa nızamı, tezlikke baylanıslı inerciyaniń úlkeyiwi h.t.b. kelip shıqtı. Eynshteyn fizikanıń barlıq nızamlarınıń Lorenc túrlendirıwlerine qarata invariant bolıwınıń kerek ekenligin kórsetti. Keyinirek bul teoriya "arnawlı salıstırmalıq teoriyası" atamasına iye boldı. Fizikadan efirdi quwıp shıqqannan keyin elektromagnit maydan qosımsha mexanikalıq alıp júriwshini talap etpeytüǵın fizikalıq obekt statusına iye boldı. Sol jılı inerciyaniń energiya boyınsha aniqlanatuǵınlıǵı belgili boldı ( $E = mc^2$  formulası).

Alımlardıń bir bólimi arnawlı salıstırmalıq teoriyasın dárhál túnsindi: Plank (1906-jılı) hám Eynshteynniń ózi (1907-jılı) relyativistlik dinamikaniń hám relyativistlik termodinamikani dóretti. al Minkovskiy bolsa 1907-jılı tórt ólshemli evklidlik emes dúnýanıń geometriyası túrinde arnawlı salıstırmalıq teoriyasınıń kinematikasınıń matematikalıq modelin usındı hám bul dúnýanıń invariantlarınıń teoriyasın islep shıqtı.

1911-jıldan baslap A.Eynshteyn Nyutonnıń tartılıs teoriyasın almastıratuǵın ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasın dóretiw menen shugıllandı hám onı 1915-jıldıń aqırında juwmaqladı. Bul teoriyada alistan tásır etiw joq hám tartılıstiń fizikalıq alıp júriwshisi ayqın túrde kórsetilgen. Bul alıp júriwshı keńislik-waqıttıń geometriyasınıń modifikasiyası bolıp tabıladı.

Ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasında gravitaciyalıq maydanniń teńlemeleri mayısqan keńislik-waqıttıń metrikası menen onı toltrıp turǵan materiyaniń qásiyetleri menen baylanıstrıdı. Tenzorlıq túrde jazǵanda teńlemeniń sani birew, al qurawshıları ushın jazǵanda dara tuwındılı 10 teńlemeniń sistemäsın payda etedi.

Eynshteyn teńlemeleri bilayınsha jazıladı:

$$R_{\mu\nu} - \frac{R}{2}g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}.$$

$G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - \frac{R}{2}g_{\mu\nu}$  belgilewin paydalanıp ( $G_{\mu\nu}$  tenzorin Eynshteyn tenzori dep ataydi) bul teñlemelerdi qısqasha bılayınsha jazadı:

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}.$$

Bul teñlemelerde tómendegidey belgilewler paydalanylğan:

$R_{\mu\nu}$  – Richchi tenzori (bul tenzor keñislik-waqıttıń mayısıwı tenzori bolǵan  $R_{abcd}$  tenzorinan oni indekslerdiń jupları boyınsha svertkalaw arqalı alındı);

$R$  – skalyar mayısqanlıq (yaǵníy Richchidıń svertkalanǵan tenzori);

$g_{\mu\nu}$  – metrika (metrlik tenzor);

$\Lambda$  – kosmologiyalyq turaqlı;

$T_{\mu\nu}$  – materiyanıń energiya-impuls tenzori.

$G$  – Nyutonniń gravitaciyalıq turaqlısı.

1915-jildiń aqırında alıngan Eynshteyn teñlemelerinde keñislik-waqıtqa turaqlı mayısıw berip turatuǵın kosmologiyalyq turaqlı  $\Lambda$  joq edi. Bul turaqlı onıń 1914-jılı shıqqan kosmologiya mäselelerine baylanıshı bolǵan maqalasında birinshi ret payda boldı hám bul shamanı Eynshteyn stacionar Álemdi aliw ushın teñlemege kirdiz.  $\Lambda$  shamasın teñlemelerine kirkizgenin keyinirek Eynshteyn "ómirinde jibergen eń úlken qáteligi" dep daǵazaladı. Biraq házirgi waqittaǵı fizika iliminde Eynshteynniń kosmologiyalyq turaqlısı  $\Lambda$  oǵada áhmiyetli orındı iyeleydi.



Albert Abraxam  
Maykelson<sup>69</sup>



Anri Puankare.



Xendrik Anton Lorenc<sup>70</sup>



German Minkovskiy<sup>71</sup>

Onlaǵan eksperimentlerdiń nátiyjeleri ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasınıń tiykarında boljanǵan jańa effektlerdiń haqıyatında da baqlanatuǵınlıǵın kórsetti. Usıǵan baylanıshı ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasınıń durıs ekenligin tájiriybelerde tastııqlandı. Eynshteynniń hám basqa da alımlarıń ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasın keńeytip gravitaciyanı elektromagnetizm hám mikrodúnyanıń teoriyası menen birlestiriwge qaratılǵan jumısları tabısqı erispedi.

Ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasınıń altın ásırı shama menen 1960-jıldan 1975-jılga shekemgi dáwir bolıp esaplanadı. Bul dáwirde ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasındağı izertlewler teoriyalıq fizikanıń tiykarǵı baǵdarına kirdi. Usı waqitta biz jasap atırǵan Álem haqqındaǵı biziń kóz-qaraslarımızdı túpkilikli türde ózgertken jańa túsinikler menen terminler qáliplesti. Sol túsiniklerdiń ishinde qara qurdımlar menen keñisliklik-waqıtlıq singulyarlıqtı atap ótiw mümkin. Usı dáwirde haqıqıy fizikalıq ilimlerdiń kategoriyasına kosmologiya da kirdi hám Úlken partlaniw teoriyası hámme qabillaǵan teoriyalardıń qatarına kirdi.

<sup>69</sup> **Albert Abraxam Maykelson** (ingl. Albert Abraham Michelson; 1852-jılı 19-dekabr kúni Prüssiyadaǵı Strelno qalasında tuwlıǵan hám 1931-jılı 9-may kúni AQSh tiń Kaliforniya shtatındaǵı Pasadina qalasında qayıts bolǵan) amerikalı fizik. Ol óziniń atı menen atalatuǵın Maykelson interferometrin hám jaqtılıqtıń tezligin dál ólshewi menen belgili. 1907-jılı fizika boyınsha Nobel sıylığın alıwǵa miyasar boldı.

<sup>70</sup> **Xendrik (Gendrik dep jiyi jazılıdı) Anton Lorenc** (niderlandiya tilinde Hendrik Antoon Lorentz; 1853-jılı Niderlindiyadaǵı Arnem qalasında tuwlıǵan hám 1928-jılı 4-fevral kúni Niderlandiyadaǵı Xarlem qalasında qayıts bolǵan) niderlandiyalı fizik-teoretik, fizika boyınsha Nobel sıylığınıń laureati (1902-jılı Piter Zeeman menen birgelikte aldı). Kóp sanlı sıylıqlardıń iyesi, kóp sanlı ilimler akademiyalarınıń aǵzası.

<sup>71</sup> **German Minkovskiy** (nemishe Hermann Minkowski; 1864-jılı 22-iyun kúni Rossiya imperiyasında tuwlıǵan hám 1909-jılı 12-yanvar kúni German imperiyasınıń Gettingen qalasında qayıts bolǵan) -nemis matematigi. Ol geometriyalıq sanlar teoriyasın hám salıstırmalıq teoriyasınıń geometriyalıq tórt ólshemli modelin islep shıqtı.

XX hám XXI ásirlerdiń eń iri fizikleriniń biri Stiven Xoking óziniń "Waqıttıń qısqa tariyxi: Úlken partlaniwdan qara qurdımlarǵa shekem" dep atalatuǵın kitabında Albert Eynshteyn haqqında arnawlı túrde bilay jazǵan:

"Eynshteynniń yadrolıq quralǵa tiykarlangan siyasat penen qanday baylanısta bolǵanlıǵı jaqsı belgili: ol prezident Ruzveltke óziniń belgili xatin jazdı. Bul xat Qurama Shtatlarǵa awhaldı durıs bahalawǵa májbürledi. Al urıstan keyin ol yadrolıq urıstiń aldın alıw boyınsha háreketke qatnasti. Bul siyasatqa tartılǵan ilimpazdiń ómiriniń ayırım epizodları emes. Óziniń sózleri boyınsha Eynshteynniń ómiri "siyasat penen teńlemeler arasında ótti".

Eynshteynniń dáslepki siyasıy aktivliliǵi Birinshi dúnnya júzilik urıs waqtında Berlinde professor bolıp islep júrgende payda boldı. Adamlarıń ómirleriniń paydasız úzilgenligine qáhárlengen ol antiáskeriý demonstraciyalarǵa qatnasti. Onıń grajdanlıq xaliqtı qorǵaw boyınsha shıǵıp sóylelewleri, armiyaǵa barıwdan bas tartqanlardı jurtshılıqtıń aldında qollap-quwatlawı óziniń kásiplesleri arasında onıń abırayın kótere almadi. Urıstan keyin Eynshteyn óziniń kúshin táreplerdiń jarasiwına, xaliq aralıq qatnaslardıń jaqsilaniwına qarattı. Usınday háreketler de Eynshteynniń adamlar arasında abırayın kótermedi hám biraz waqıttan keyin oǵan Qurama Shtatlarǵa barıp lekciyalar oqıwǵa qıyın bolıp qaldı.

Eynshteynniń ómirindegi ekinshi áhmiyetli is sionizm boldı. Kelip shıǵıwı boyınsha evrey bolsa da Eynshteyn Qudayıń Bibliyalıq ideyasın biykarladı. Birinshi dúnnya júzilik urıstan burıngı hám onnan keyingi kem-kemnen kúsheyip baratırǵan antisemitizm tolqını Eynshteyndi evreylerdiń jámátine teńlestiriwge alıp keldi hám ol sionizmniń tolıq tárepdarına aylandı. Bul jaǵdayda da belgililiginıń tómenlewi Eynshteynge óziniń pikirlerin ashıqtan-ashıq aytıwda toqtata alǵan joq. Onıń teoriyasınıń dańrı kóterildi, hátte antieynshteynlik shólkem de payda boldı. Bir adam Eynshteyndi óltiriwge shaqırǵanlıǵı ushın sudqa berildi (hám barlıǵı bolıp altı dollar járiyma salıngan). Biraq Eynshteyn sabırlılıq kórsetti, al "Eynshteynge qarsı júz avtor" kitabı shıqqan waqitta ol "Eger meniń islerim durıs bolmaǵanda birewi-aq jetkilikli bolǵan bolar edi" dep juwap berdi. 1933-jılı mámlekет basına Gitler keldi. Usı waqtları Amerikada bolǵan Eynshteyn Germaniyaǵa qaytpaytuǵınlıǵıñ daǵazaladı. Nacistlik áskerler onıń úyin qorshap alganda, al onıń banktegi esabı konfiskaciyalanganda Berlinde shıǵatıǵın gazetalardıń birinde "Jaqsı xabarlar - Eynshteyn qaytip kelmeydi" degen úlken háripler menen jazılǵan sózler payda boldı. Nacistlik qáweterdiń aqıbetinde Eynshteyn pacifizmnən uzaqlasti hám nemis ilimpazlarınıń atom bombasın soǵıwınan qorıqcanlıǵınan aqır-ayaǵında Qurama Shtatlarǵa óziniń menshikli atom bombasın dóretiwdi usındı. Biraq birinshi atom bombasınıń partlaniwınan burın-aq ol yadrolıq urıstiń qáwipliliǵı haqqında jurtshılıqtı aldın ala eskertti hám yadrolıq qurallardı xalıqaralıq qadaǵalawdı shólkemlestiriwdi usındı. Eynshteynniń barlıq ómiriniń barısındaǵı onıń jarastırıwshılıq tırısıwları oǵan belgili bir bekkem nátiyjelerdi bermedi hám onıń doslarınıń sanın arttırmadı. Biraq onıń sionizmdi jaqlaw boyınsha kóphsilik aldındaǵı shıǵıp sóylelewleri ileyiqli bahalandı hám 1952-jılı oǵan Izraildiń Prezidenti lawazımı usınıldı. Eynshteyn ózin siyasatta dım nadanman dep daǵazalap bul lawazimnan bas tarttı. Biraq bas tartıwdıń haqıyqı sebebi basqa bolsa kerek. Onıń jáne bir citata keltiremiz: "Meniń ushın teńlemeler áhmiyetlirek, sebebi siyasat búgingi kún ushın, al teńlemeler mágige kerek""

Uliwmalıq salıstırmalıq teoriyasınıń altın ásiriniń aqırı sıpatında Stiven Xoking tárepinen Xoking nurlanıwınıń ashılıwı qabil etilgen<sup>72</sup>.

<sup>72</sup> **Stiven Uilyam Xóking** (ingl. Stephen William Hawking, 1942-jılı 8-yanvar kúni Ullibritaniyadaǵı Oksford qalasında tuwilǵan hám 2018-jılı 14-mart kúni Ullibritaniyadaǵı Kembridj qalasında qaytıs bolǵan) – anglıyalı fizik-teoretik, kosmolog, jazıwshi, Kembridj universitetiniń teoriyalıq kosmologiya orayınıń direktori. Kóp sanlı ilimiý jumislardıń avtorı. Olardıń ishinde Rojder Penrouz benen birgeliktegi gravitaciyalıq singulyarlıq haqqındaǵı teoremlar, qara qurdımlar tárepinen nurlardıń shıǵarılıwin teoriyalıq boljaw (bunday nurlanıwdı Xoking nurlanıwı dep ataydı) boyınsha miynetlerdi atap ótiw múmkın. Xoking uliwmalıq salıstırmalıq teoriyası menen kvantlıq mehanikanıń kóz-qaraslarından kelip shıǵatıǵın kosmologiyalıq teoriyanı birinshi bolıp usındı. Kvantlıq mehanikanıń kóp ólshemı interpretaciyasın teperish túrde qollap-quwatladı. Kóphsilikke arnalǵan miynetlerinde Stiven Xoking Galileo Galiley 1642-jılı 8-yanvar kúni qaytıs bolǵannan keyin sarras 300 jıldan keyin tuwilǵanlıǵıñ atap aytqan.

**Ródjer Penróuz** (Ser Rodjer Penrouz) (ingl. Roger Penrose, 1931-jılı 8-avgust kúni Angliyadaǵı Kolchester qalasında tuwilǵan) – matematikaniń, uliwmalıq salıstırmalıq teoriyasınıń hám kvantlıq teoriyanıń hár qıylı tarawları boyınsha islep atırǵan anglıyalı fizik hám matematik.

Ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasınıń altın ásiri dáwirinde dúnyaǵa ilimiý kóz-qaraslarda paradigmnıń bir neshe ózgerisi orın aldı. Úlken partlanıw teoriyasınıń kópshilik tárepinen moyınlangan kosmologiyalıq modelge aylaniwi birinshi hám eń baslı ózgeris bolıp tabıladı. Basqa tiykarǵı paradigmalar tómendegidey túsiniklerdi moyınlaw bolıp tabıladı:

Qara qurdımlardıń teoriyalıq áhmiyeti;

Geometriyalıq apparattı paydalaniwdıń áhmiyeti, keńislik-waqıttıń lokallıq strukturasınıń keńisliklik-waqıtlıq kontinuumnıń globallıq strukturadan ayırmasınıń bar ekenligi.

Altın ásırde ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasına alternativ bolǵan Brans-Dike teoriyası dóretilgen jáne gravitaciya teoriyası boyınsha kóp sanlı dál eksperimentler ótkerilgen dáwir bolıp tabıladı. Usı dáwirde baqlaw astronomiyasında ilimniń bunnan bılay rawajlanıwi ushın áhmiyetli bolǵan kóp sanlı eksperimentler ótkerdi:

Kvazarlar (ólshemleri Quyash sistemasınıń ólshemlerindey bolǵan, al jarqınlıǵı júzlegen galaktikalardıń jarqınlıǵınday, Jerden qashiqlıǵı bir neshe milliard jaqtılıq jılınday);

Pulsarlar (keyinirek olardı óziniń kósheriniń dóberegeinde aylanatuǵın neytronlıq juldızlar dep túsındırıldı);

Qara qurdım atágın alıwǵa birinshi talabanlar, Aq quw X-1;

Úlken partlanıwdı hám onnan keyingi Álemeńiń keńeyiwin ańǵartıwshı reliktlik (mikrotolqınlıq) nurlar.

**Salıstırmalıq teoriyasınıń altın dáwirindegi waqıyalardıń izbe-izligi.** Salıstırmalıq teoriyasınıń altın ásırinde bolıp ótken tiykarǵı waqıyalardıń ayırimlarınıń dizimi tómenlerdeğiden ibarat:

1956 - Djon Layton Sing Minkovskiydiń keńisliklik-waqıtlıq diagrammalarınıń hám geometriyalıq usıllardıń áhmiyeti atap ótilgen salıstırmalıq teoriyası boyınsha birinshi tekstti basپadan shıǵardı.

1957 - Feliks Pirani gravitaciyalıq nurlarıwdı izertlew ushın Petrov-Pirani-Penrouzdıń gravitaciyalıq maydanlar ushın klassifikasiyasın paydalandi.

- Richard Feynman gravitaciyalıq tolqınlardıń paydasına tutqası bar tayaq tuwralı dálil keltirdi.

1959 - Luis Bel Bel-Robinson tenzorın hám Riman tenzorın Bel jayıwin usındı.

- Artur Komar Komar massası túsinigin kirgizdi.

1960 - Paund hám Rebki eksperimenti, gravitaciyalıq qızılǵa awısıw boyınsha birinshi dál test.

- Shapiro effekti eksperimentte tastıyıqlıdı.

- Tomas Mettyuz hám Alan Sandaj 3C 48 obektin (kvazar bolıp tabıladı) optikalıq diapazondaǵı noqatlıq súwret dep daǵazaladı hám usı radionurlardıń dereginiń ólsheminiń 15 jaqtılıq minutinan úlken emes ekenligin kórsetti.

- Martin Kruskal hám Derd Sekeresh bir birinen górezsiz Shvarcshild metrikası ushın Kruskal-Sekeresh koordinataların taptı.

- Karl Brans hám Robert Dikke Brans-Dikke teoriyasın usındı. Bul teoriya gravitaciyanıń birinshi fizikalıq jaqtan qollanılıwi mümkin bolǵan alternativlik teoriyası bolıp tabıladı.

1961 - Paskal Iordan hám Yurgens Elers waqıtqa megzes traektoriyalardıń dástesi ushın kinematikalıq jayıwdı usındı.

1962 - Rodjer Penrouz hám Ezra Nyumen Nyumen-Penrouz formalizmin usındı.

- Elers hám Wolfgang Kundt Pp-tolqınlardıń keńislikleriniń simmetriyaların klassifikasiyaladı.

- Djoshua Goldberg hám Rayner Saks Goldberg-Saks teoremasın dállosedi.

- Elers óziniń atı menen atalatuǵın Elers túrlendiriliwin usındı. Bul Eynshteynniń teńlemeleriniń sheshimlerin generaciyalawdıń jańa usılı bolıp tabıladı.

- Kornelius Lanchos Veyl tenzori ushın Lanchos potencialın keltirip shıǵardı

- R. Arnovitt, Stenli Dezer hám Charlz Mizner Eynshteyn teńlemeleriniń ADM-formalizmin hám globallıq giperbolalıq túsinigin islep shıqtı.

- Ozvat hám Englbert Shukling dóngelek polaryazaciyalıǵan monoxromat gravitaciyalıq tolqınlar ushın sheshimdi qaytadan taptı.

- Xans Adolf Buxdal óziniń atı menen atalatuǵın Buxdal teoremasın dállosedi.

- German Bondi Bondi-Saks massası túsinigin kirgizdi.

1963 - Roy Kerr óziniń atı menen atalatuǵın Kerr metrikasın usındı. Bul metrika müyeshlik momentke iye qara qurdımdı táriyipleytuǵın Eynshteyn teńlemeleriniń sheshimi bolıp tabıladı.

- 3C 273 hám basqa da kvazarlardıń qızılǵa awısıwı olardıń júdá alıstaǵı jáne olardıń júdá quwatlı obektler ekenligin kórsetti.

- Nyuman, T.Unti hám L.A.Tamburinolar Nyuman-Unti keńisligin usındı.

- Rodjer Penrouz óziniń atı menen atalatuǵın Penrouz diagrammaların hám Penrouz shegin keltirip shıǵardi.

1964 - R.V.Sharp hám Mizner Mizner-Sharp massası túsinigin eñgizdi.

- Rodjer Penrouz singulyarlıq haqqındaǵı birinshi teoremanı dálilledi.

- M.A.Melvin óziniń atı menen atalatuǵın Melvin elektrovakuumın ashti (onı Malvinniń magnitlik álemi dep te ataydı).

1965 - Nyuman hám basqalar Kerr-Nyumannıń elektrovakuumlıq sheshimin ashti.

- Penrouz tegis gravitaciyalıq tolqinnıń kontinuumındaǵı jaqtılıq konuslarınıń strukturasın izertledi.

- Kerr hám Alfred Shildler Kerr-Shpld keńislik-waqıtın usındı.

- Chandrasekar sheshimlerdiń ortaqlılıq kriteriyelerin aniqladı.

- Arno Penzias hám Robert Wilsonlar reliktlik nurları ashti.

1966 - Saks hám Ronald Kantovskiler Kantovski-Sakstıń shań ushın sheshimin taptı.

1967 - Djoselin Bell hám Entoni Xyuish pulsarlardı ashti.

- Robert, N. Boyer hám R. Lindkvistler Kerr vakuumı ushın Boyer-Lindkvist koordinataların usındı.

- Verner Izrael "qara qurdımlarda shashtiń joqlığı" haqqındaǵı teoremanı dálilledi.

- Kennet Nordtvedt parametrlestirilgen postnyutonlıq formalizmdi islep shıqtı.

- Xans Stefani "Stefanidiń shańlıq sheshimi" dep atalatuǵın sheshimdi taptı.

- Brays Devitt óziniń kanonlıq kvantılıq gravitaciya haqqındaǵı birinshi jumısın baspadan shıǵardi.

1968 - F. Ernst óziniń atı menen atalatuǵın Ernst teńlemesin dúzdi.

- B. Kent Garrison dál sheshimlerdi generaciyalaw usılı bolǵan Garrison túrlendiriwlerin taptı.

- B. Karter Kerr-Nyumannıń elektrovakuumında geodeziyalıq sızıqlar ushın teńlemesin sheshti.

- Xyugo D. Valkvist Valkvistiń ideal suyılıqqa iye sheshimin taptı.

1969 - Djozef Veber gravitaciyalıq tolqınlardıń baqlanǵanlıǵın xabarladı (tastıyıqlanbaǵan, shaması qáte xabar).

- Uilyam Bonnor Bonnordıń jaqtılıq nurın usındı.

- Penrouz kosmoslıq cenzura gipotezasın (ázzi kosmoslıq cenzura gipotezasın) hám Penrouz processin usındı.

- Stiven Xoking qara qurdımnıń betiniń maydanınıń kemeymeytuǵınlıǵı haqqındaǵı teoremanı dálilledi.

- Mizner "aralas dýnyaniń modelin" usındı (mixmaster universe).

1970 - Franko Zerilli óziniń atı menen atalǵan Zerilli teńlemesin keltirip shıǵardi.

- Vladimir Belinskiy, Isaak Xalatnikov hám Evgeniy Lifshicler Belinskiy-Lifshic-Xalatnikov gipotezasın usındı.

- Xoking hám Penrouz qaplangan betlerdiń qara qurdımlardı payda etetuǵınlıǵı haqqındaǵı teoremanı dálilledi.

- Kinnersli-Uokerdiń fotonlıq raketasi.

- Derd Sekeresh soqlıǵısatuǵın tegis tolqınlardı kórsetti..

1971 - Soqlıǵısatuǵın tegis tolqınlardıń kontinuumı ushın Xan-Penrouz vakuumınıń sheshimi tabıldı.

- Robert Goudi Gudi vakuumlıq sheshimin usındı (gravitaciyalıq tolqınlardıń cirkulyacyyası bar kosmologiyalıq modeller).

- "Uxuru" kosmoslıq apparatınıń járdeminde tabılǵan rentgen nurlarınıń deregi Cygnus X-1 tez ózgeretuǵınlıǵına baylanıslı qara qurdım boliwǵa saldamlı talabańga aylandı.

- Vilyam Press sanlı usıllardıń járdeminde qara qurdımlardıń oscillyacyyaların izertledi.

- Dara tuwindilarǵa iye differentiallıq teńlemelerdiń sistemasi ushın Xarrison-Estabruk algoritmi dúzildi.

- Djeyms York baslangısh maǵlıwmatlar mashqalasındaǵı ADM-kórinisindegi baslangısh maǵlıwmatlardı generaciyalawdıń konformlıq usılin usındı.

- Robert Gerox "Gerox gruppasi" túsinigin kirgizdi hám sonıń menen birge sheshimlerdi generaciyalawdını jańa usılın taptı.

1972 - Djeykob Bekenshteyn entropiyaniń kemeymew (ósiw) nızamınıń qara qurdımlar ushın da orınlanaǵınlıǵın boljadi hám bul jaǵdayda entropiyaniń ornın gorizonttiń (waqıyalar gorizontiniń) betiniń maydani iyeleytuǵının kórsetti.

- Karter, Xoking hám Djeyms Bardin qara qurdımlardıń termodinamikasınıń tórt nızamın tiykarlađı.

- Saks optikalıq skalyar túsinigin kirgizdi hám multipollıq momentlerdiń bólınip shıǵıwi haqqındaǵı teoremanı dálilleđi.

- Rayner Vayss gravitaciyalıq tolqınlardıń interferometrlik detektorı haqqındaǵı ideyanı usındı.

- Djozef Xafele hám Richard Kiting salıstırmalıq teoriyasın tekserip kóriw ushın atomlıq saat penen ótkeriletuǵın Xafele — Kiting eksperimentin orınladı.

- Richard Prays esaplaw eksperimentiniń járdeminde gravitaciyalıq kollapsti úyrendi.

- Saul A.Tyukolski keyinirek óziniń atı menen atalǵan Tyukolskiy teńlemesin keltirip shıǵardı.

- Yakov Zeldovich gravitaciyalıq nurlanıwdıń elektromagnit nurlanıwǵa hám elektromagnit nurlanıwdıń gravitaciyalıq nurlanıwǵa aylanıwınıń múmkın ekenligin boljadi.

1973 - P. Vaydya hám L. K. Patel izotrop shań ushın Kerr-Vaydya sheshimin usındı.

- Charlz Mizner, Kip Torn hám Djon Uiler ózleriniń "Gravitation" ("Gravitaciya") atamasındaǵı fundamentallıq miynetin baspadan shıǵardı (bul kitap rus tilinde 1977-jılı jarıq kórdi). Kitap házirgi zaman salıstırmalıq teoriyası boyınsha standart oqıwlıqqa aylandı.

- Stiven Xoking hám Djordj Ellis "The Large Scale Structure of Space-Time" (rus tilinde "Krupnomasshtabnaya struktura prostranstva-vremeni", 1977-jılı jarıq kórdi) monografiyasın baspadan shıǵardı.

- Gerox "Gerox-Xeld-Penrouz" formalizmin usındı.

1974 - Rassel Xalse hám Djozef Teylor PSR B1913+16 qos pulsarin taptı.

- Djeyms York hám Nil O Murchadxa (Niall Ó Murchadha) baslangısh maǵlıwmatlar máselesiniń analizin usındı hám onıń sheshimleriniń ornıqlıǵıń izertledi.

- R. O. Xansen "Xansen-Gerox multipletlik momentlerin" usındı.

- Tullio Redje Redje esaplawın oylap taptı.

- Stiven Xoking "Xoking nurlanıwı" dep atalatuǵın nurlanıwdıń bar ekenligin boljadi.

1975 - Chandrasekar hám Stiven Detvayler qara qurdımnıń kvazinormalıq modaların esapladi.

- Sekeresh hám D. A. Shafron (D. A. Szafron) Sekerash-Shafronniń shańlar ushın sheshimin taptı.

1976 - Penrouz óziniń atı menen atalatuǵın Penrouz sheklerin (psevdoriman kóp túrliginde hár bir izotrop geodeziyalıq sızıq tegis tolqınday qásıyetke iye boladı) taptı.

1978 - Belinskiy hám Zaxarov shashirawdıń keri máselesiniń járdeminde Eynshteyn teńlemelerin qalay sheshiwdiń múmkın ekenligin kórsetti, birinshi gravitaciyalıq solitonlar.

1979 - Richard Shon hám Shing-Tun Yaular gravitaciyalıq maydanniń energiyasınıń oń mániske iye ekenligi haqqındaǵı teoremanı dálilleđi.

## Atomnıń qurılısı

Elektronrı ashqannan keyin alımlar ushın atomnıń quramalı strukturaǵa (qurılısqı) iye ekenligin aniq boldı. Usı jaǵdayǵa baylanıshı atomda elektronnıń qanday orındı iyeleytuǵınlıǵı hám elektronnan basqa qanday subatomlıq bólekshelerdiń bar ekenligi haqqında másele payda boldı. 1904-jılı atomnıń "júzimleri bar puding" dep atalatuǵın atomnıń birinshi modeli dóretildi (avtorı Djozef Djon Tomson). Bul modelde atom oń zaryadlanǵan dene bolıp, onıń ishinde bir tekli aralasqan elektronlar bar. Elektronlar sol oń zaryadlanǵan denede qozǵala ma, qozǵalmay ma degen másele ashıq qaldırıldı. Tomson ximiyalıq elementlerdiń qásıyetleri atomdaǵı elektronlardıń tarqalıwı boyınsha aniqlanadı degen perspektivalıq ideyanı usındı. Biraq Tomsonniń modeli tiykarında sızıqli spektrdiń payda bolıwin túśindiriw múmkın emes edi. Tap usı waqtıları yaponiyalı fizik Xantaro

Nagaoka<sup>73</sup> atomniú planetarlıq modelin usındı. Biraq Vilgelm Vin<sup>74</sup> elektronlardıń sheńber tárızlı orbitalarınıú klassikalıq elektrodinamikaǵa sáykes kelmeytuǵınlıǵın dárhál kórsetti: eger qozǵalıwshı elektron tuwrı sızıqlı traektoriyadan awısatıǵın bolsa, onda ol energiyasın joǵaltıwı kerek.

1909-1910 jılları Rezerfordtuń basshılıǵında juqa altın plastinkalardaǵı alfa bóleksheleriniń shashırawı boyınsha eksperimentler ótkerildi. Eksperimentallıq jumıslardı onıú basshılıǵında islegen ilimiý xızmetker Xans Geyger<sup>75</sup> hám student Ernst Marsdenler<sup>76</sup> orınladı (eksperimentti ádette "Geyger-Marsden" eksperimenti dep te ataydı). Bul eksperimentlerde altındı juqartıwdıń nátiyjesinde alıngan júdá juqa folga arqalı kelip túskenn 8000 alfa bólekshesiniń birewiniń 90° tan úlken mýyeshke burılatuǵınlıǵı anıqlandı (qalǵanları tuwrı ótedi yamasa kishi mýyeshlerge burıladı). Ayırm alfa bóleksheleriniń keyin qaray qaytatuǵınlıǵı da belgili boldı. Sol waqtıları húkim súrgen atomniú Tomson modeli tiykarında bunday eksperimentallıq nátiyjelerin túsındırıw mýmkin bolmadı. Alıngan eksperimentallıq maǵlıwmatlardı túsındırıwge tırısıwlardıń barısında fizika iliminde keńnen belgili bolǵan Rezerford formulası keltirip shıgarıldı (bul formula 1911-jılı jarıq kórgen Rezerfordtuń "The Scattering of α and β Particles by Matter and the Structure of the Atom" maqalasında keltirilgen). Bul formula bilayinsha jazıladi:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left( \frac{Z_1 Z_2 e^2}{2mv^2} \right)^2 \frac{1}{\sin^4 \frac{\Theta}{2}}.$$

Bul formulada tómendegidey belgilewler paydalanylǵan:

$Z_1$  menen  $Z_2$  - ushıp keliwshi bólekshe menen nishananiú zaryadları.

$m$  menen  $v$  - ushıp keletuǵın bóleksheniń massası menen tezligi.

$\Theta$  - shashırawdıń eki ólshemli mýyeshi.

$e$  - elementar zaryad.

$d\sigma$  - differentiallıq kesim.

$\Omega$  - denelik mýyesh.

Alıngan nátiyjelerdi túsındırıw ushın E.Rezerford joqarida esletilip ótilgen maqalasında atomniú planetarlıq modelin usındı. Bul modelde atomniú derlik barlıq massası onıú orayındaǵı atomniú ólshemlerinen júdá kishi bolǵan asa tiǵız yadroda toplanǵan. Yadronıú zaryadı oń hám onıú mánisi elektronniú zaryadınıń birliklerinde elementtiń D.I.Mendeleev düzgen ximiyalıq elementlerdiń dáwirlık sistemasyndaǵı atomlıq nomerine dál teń keledi. Al elektronlar bolsa oń zaryadlangan yadronıú dógereginde qozǵaladı. Izotoplardıń bar ekenligin túsındire alıwı bul teoriyanıń eń birinshi tabısı bolıp tabiladi.

Biraq basqa da modeller boldı. Dj. Dj. Tomson elektronlar menen yadronıú arasındaǵı óz-ara tásır etisiw kulonlıq tásırlesiwden ayrıladı dep boljadı. Salıstırmalıq teoriyasın paydalaniw hám hátte evklidlik emes geometriyalardı paydalaniwǵa urınıwlar da boldı.

Vodorod atomınıú spektrin túsındire alatuǵın birinshi tabısı teoriyanı 1913-jılı Nils Bor<sup>77</sup> döretti. Bor Rezerford modelin klassikalıq emes xarakterdegi postulatlar menen tolqırtırdı:

1. Elektronlar ornıqlı bolatuǵın orbitalar bar (bunday orbitalar boyınsha qozǵalatuǵın elektronlar energiyasın joǵaltpaydı, yaǵníy elektromagnit tolqınların nurlandırmayıdı).

<sup>73</sup> **Xantaro Nagaoka** (yaponsha 長岡 半太郎, ingliz tilinde Nagaoka Hantarō) (1865-1950) — yaponiyalı fizik, Yaponiyanıú fizikasınıń tiykarın salıwshılardıń biri. Elektr hám magnetizm, atomlıq fizika hám spektroskopiya boyınsha bir qatar miynetlerdiń avtorı.

<sup>74</sup> **Vilgelm Karl Verner Otto Fric Franc Vin** (nemisshe Wilhelm Wien; 1864-1928) — nemis fizigi, "jıllılıq nurlanıwin basqaratuǵın nızamlar oblastındaǵı ilimiý ashıwları ushın" fizika boyınsha Nobel siylığınıń laureatı (1911-jıl).

<sup>75</sup> **Xans Vilgelm Geyger** (nemisshe Johannes "Hans" Wilhelm Geiger; 1882-1945) — nemis fizigi, alfa bóleksheleriniń hám basqa da ionlastırıwshı nurlardıń detektorıń döretti 1908-jılı "Geyger esaplaǵıshi" dep atalatuǵın esaplaǵısti oylap taptı. 1911-jılı Dj.Nettol menen birgelikte Geyger-Nettol nızamın ashti.

<sup>76</sup> Ser **Ernest Marsden** (inglishe Sir Ernest Marsden; 1889-1970) — Jańa zellandiyalı fizik.

<sup>77</sup> **Nils Xenrik David Bor** (daniya tilinde Niels Henrik David Bohr, 1885-jılı 7-oktyabr kúni Kopengagen galasında tuwilǵan hám 1962-jılı 18-noyabr kúni sol qalada qaytıs bolǵan) — daniyalı fizik-teoretik hám jámiyetlik isker, házirgi zaman fizikasın dóretiwshilerdiń biri. Fizika boyınsha Nobel siylığınıń laureatı (1922-jılı alı). 20 dan aslam ilimler akademiyalarınıń ağzası.

2. Ruqsat etilgen bir orbitadan ekinshi orbitaǵa sekirip ótkende orbitalardıń energiyalarınıń ayırmasına sáykes elektron energiyani nurlandıradi yamasa jutadi.

Bordıń teoriyası vodorod atomınıń spektrin dál túsindirdi, biraq basqa elementler ushın teoriya menen eksperimentallıq maǵlıwmatlardıń arasında sáykeslik bolmadı.

1915-jılı Bor teoriyası Zommerfeld hám Vilson tárepinen tolıqtırıldı; Zeeman effekti hám vodorodtıń spektriniń juqa strukturasi túsindirildi. Bor óziniń postulatlarına sáykeslik principin qostı hám bul princip spektrallıq sızıqlardıń intensivligin aniqlawǵa múmkinshilik berdi. 1925-jılı Pauli<sup>78</sup> elektronnda spinniń bar ekenligi haqqındaǵı gipotezani, al keyinirek qadaǵan etiw principin usındı. Bul princip boyınsha spindi esapqa alganda kvantlıq sistemadaǵı eki elektron birdey kvant sanlarına iye bola almaydı. Bunnan keyin atomdaǵı elektronlardıń elektronlıq qabıqlarda (orbitalarda) tarqalıwı túsinkli boldı. 1920-jılları metallardıń elektronlıq teoriyası tiykarinan dóretildi. Bul teoriya metallardıń jaqsı elektr ótkizgishlikke iye bolatuǵınlıǵıń ańsat túsindire aldi. 1930-jılları ferromagnetizm qubılısı túsindirildi.

Áhmiyeti úlken bolǵan bir problema sheshilmey qaldı: atom yadrosunda kulon kúshiniń tásır etisiwiniń saldarınan bir biri menen iyterisetüǵın protonlardı qanday kúshler baylanıstırıp turadı? Georgiy Gamov<sup>79</sup> suylıqtıń tamshısındaǵı bet kerimi kúshlerine sáykes keletüǵın kúsherdeń bolıwı kerek dep boljadi. Usınıń nátiyjesinde kóp sanlı nátiyjelerdi bergen "yadronıń tamshı modeli" payda boldı.

1935-jılı Yaponiya fizigi Xideki Yukava<sup>80</sup> yadrolıq kúsherdeń modelin islep shıqtı. Yukava boyınsha yadrolıq kúshler maydanınıń kvantları bar. Bul kvantlar (bóleksheler) kosmoslıq nurlarıń quramında 1947-jılı ashıldı hám olardı pi-mezonlar dep ataydı.

1932-jılı Chadwick<sup>81</sup> Rezerford tárepinen 1920-jılları boljap aytilǵan neytronı ashti. Atom yadrosunuń strukturası endi túsinkli boldı. Proton 1919-jılı Rezerford tárepinen azot atomların alfa bóleksheler menen bombardirovkalaganda ashılǵan edi. "Proton" atamasın Rezerford keyinirek oylap taptı. Sol 1932-jılı kosmoslıq nurlarda Pol Andrien Moris Diraktnıń<sup>82</sup> antizatlardıń bar ekenligin tastıyıqlaytuǵın pozitron ashıldı. 1934-jılı İtalyalı alım Enriko Fermi<sup>83</sup> beta idırawdıń teoriyasın baspadan shıǵardı – yadrodaǵı neytron elektron menen sol waqtıları ele ashılmagań neytrino dep atalatuǵın jeńil bóleksheni shıǵarip protonǵa aylanadı. Neytronıń idırawın teoriyalıq jaqtan tiykarlaw ushın "kúshli tásirlesiwdiń" ornıma qosımsa jáne bir tórtinshi fundamentallıq tásirlesiwdi qosıw kerek boldı. Bul tásirlesiwdi "ázzi tásirlesiw" dep ataydı.

<sup>78</sup> Wolfgang Ernst Pauli (nemisshe Wolfgang Ernst Pauli; 1900-jılı 25-aprel kúni Vena qalasında tuwilǵan hám 1958-jılı 25-aprel kúni Cyurix qalasında qaytıs bolǵan) - elementar bóleksheler fizikası hám kvantlıq mexanika tarawlarında islegen shveycariyalıq fizik-teoretik. Fizika boyınsha Nobel siyliginiń laureati (1945-jılı aldi).

<sup>79</sup> Georgiy Antonovich Gamov (Djordj Gamov ismi menen de belgili, ingl. George Gamow; 1904-jılı Odessa qalasında tuwilǵan hám 1968-jılı Boulder qalasında qaytıs bolǵan) – Rossiya hám amerikalı fizik-teoretik, astrofizik hám ilimdi xalıq arasında tarqatiwshi.

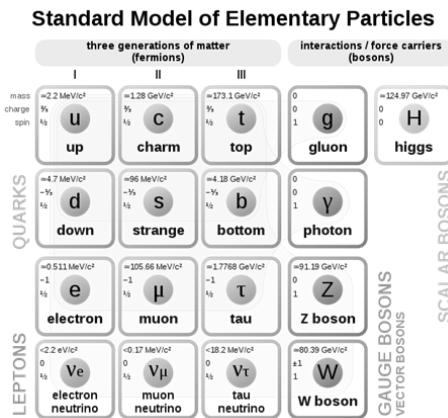
<sup>80</sup> Xideki Yukáva (yaponsha 湯川 秀樹, 1907-jılı Tokio qalasında tuwilǵan hám 1981-jılı 8-sentyabr kúni Kioto qalasında qaytıs bolǵan) yaponiyali fizik-teoretik

<sup>81</sup> Djeyms Chedvik (ingl. James Chadwick; 1891-jılı 20-oktyabr kúni tuwilǵan hám 1974-jılı 24-iyul kúni Kembridjde qaytıs bolǵan) – angliyalı fizik, neytronıń fotojadrolıq reakciyanı ashqanlıǵı menen belgili, fizika boyınsha Nobel siyliginiń laureati (1935-jılı). Faradey medalınıń iyesi (1950-jıl). Ernst Rezerfordıń shákirti. Manchester hám Kembridj universitetlerin pitkergen.

<sup>82</sup> Pol Adrien Moris Dirak (ingl. Paul Adrien Maurice Dirac; 1902-jılı 8-avgust kúni Bristol qalasında tuwilǵan hám 1984-jılı 20-oktyabr kúni AQSh taǵı Florida shtatındaǵı Tallaxassi qalasında qaytıs bolǵan) – angliyalı fizik-teoretik, kvantlıq mexanikanı tiykarın salǵanlardıń biri. Fizika boyınsha Nobel siyliginiń laureati (1933-jılı Ervin Shredinger menen birgelikte).

<sup>83</sup> Enriko Fermi (italyansha Enrico Fermi; 1901-jılı Rim qalasında tuwilǵan hám 1954-jılı 28-noyabr kúni AQSh taǵı Chikago qalasında qaytıs bolǵan) italyalı fizik, dünýadaǵı birinshi yadrolıq reaktordı dóretiw boyınsha islegen jumisları menen belgili, yadrolıq fizikanıń, elementar bóleksheler fizikasınıń hám kvantlıq hám statistikalıq mexanikanıń rawajlanıwına úlken úles qosqan alım. "Atom bombasınıń atalarınıń" biri bolıp esaplanadı. Atom enerjiyasın paydalaniw boyınsha bir neshe patentler alıwǵa miyasar boldı. Fizika boyınsha Nobel siyliginiń laureati (1938-jıl). Fermi teoriyalıq fizikada da, eksperimentallıq fizikada da úlken tabisqa erisken kóp emes fiziklerdeń biri bolıp tabiladi.

Uran atomınıń yadrosınıń bóliniwi ashılgannan (1938-jıl, Otto Gan hám Fric Shtrassman) hám yadrolıq bombanı dóretiw boyınsha orınlıangan jumislardıń tabısınan keyin yadrolıq fizika dýnyalıq tariyxti payda etetüǵın kúshli instrumentke aylındı.



Elementar bólekshelerdiń standart modeli. Bul model boyınsha 12 fermion menen 5 bozon bar. Elementar bólekshelerdiń barlıq áwladların esapqa alatuǵın bolǵan jaǵdayda 61 elementar bólekshe bar boladı: kvarkler (hár qıylı reńdegi hám antikvarkler menen birge) 36, leptonlar 12, 1 foton, W hám Z bozonlar 3, glyuonlar 8.

1967-jılı Stiven Vaynberg<sup>84</sup> penen Abdus Salam<sup>85</sup> burınıraq baspadan shıqqan Sheldon Li Gleshoudıń<sup>86</sup> "elektrázzi" modelin paydalانıp tórt fundamentallıq tásırlesiwdiń úshewin bir bıri menen baylanıstıratuǵın "standart model" dep atalatuǵın modeldi dóretti (bul modelge gravitaciya kirmeydi). Standart model tárepinen boljanǵan Xiggs bozoni ashılgannan keyin standart model mikrodúnya haqqındaǵı házirgi zaman kóz-qaraslarınıń tiykarı bolıp esaplanadı.

## Kvantlıq teoriya

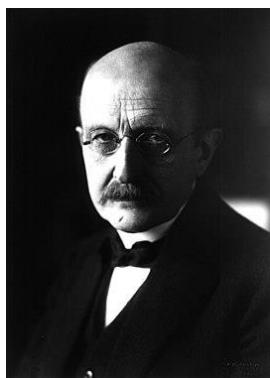
1880-jilları absolüt qara deneniń spektri eksperimentallıq jollar menen izertlendi. Bul spektrdegi energiyaniń jiyilikler boyınsha tarqalıwı sol waqittaǵı bar teoriyalardıń hesh qaysısına sáykes kelmedi (ásirese qısqa, yaǵníy ultrafiolet nurlar ushin). Durıs formuləni 1900-jılı Maks Plank keltirip shıǵardı. Bir neshe hápte ótkennen keyin ol bul durıs formuləni tek minaday jaǵdayda ǵana qatań túrde keltirip shıǵarıwdıń mümkin ekenligin aniqladı: energiyaniń shıǵarılıwı menen jutılıwı porciyalar menen boladı, porciyanıń muğdarı tolqınnıń jiyilige proporsional bolǵan bazi bir kishkene mánisten kishi bolmawı kerek. Bunday modeldi Planktiń ózi dáslep matematikalıq tryuk sıpatında qaradı. Ol hárte 1914-jilda da óziniń ashqan ilimiý jańalığın biykarlawǵa tıristi. Biraq bunday jumista ol tabısqı erise almadı.

A.Eynshteyn jaqtılıqtıń kvantları gipotezasın dárhál qabil etti, ol kvantlanıwdı tek jaqtılıqtıń zatlar menen tásır etisiwi ushin ǵana emes, al jaqtılıqtıń óziniń qásiyeti dep esapladi. Usı tiykarda Eynshteyn 1905-jılı fotoeffekttiń teoriyasın dóretti, al 1907-jılı bolsa ol jıllılıq sıyımlıǵınıń teoriyasın usındı (Eynshteynge shekem tómengi temperaturalarda bul teoriya eksperimentlerde alıngan nátiyjelerge sáykes kelmegen edi). 1912-jılı Debay hám Born júdá tómengi temperaturalarda Eynshteynniń jıllılıq sıyımlıǵı teoriyasına salıstırǵanda dál nátiyjelerdi beretuǵın qattı denelerdiń jıllılıq sıyımlıǵınıń teoriyasın dóretti. Fotoeffekttiń A.Eynshteyn dóretken teoriyası Millikenniń 1914-1916 jilları ótkergen tájiriybelerinde tolıq túrde tastıyıqlandı.

<sup>84</sup> **Stiven Vaynberg** (ingl. Steven Weinberg; 1933-jılı 3-may kúni Nyu-York qalasında tuwilǵan) – amerikalı fizik fizika boyınsha Nobel sıyılgınıń laureati (1979-jıl, Sheldon Li Gleshou hám Abdus Salam menen birgelikte).

<sup>85</sup> **Muxammad Abdus Salam** (urdu tilinde عبدالعزیز محمد, ingliz tilinde Mohammad Abdus Salam; 1926-jılı 29-yanvar kúni Britaniyalıq Indiyadaǵı Djang qalasında tuwilǵan, házirgi waqtıları Pakistan hám 1996-jılı 21-noyabr kúni Ullibritaniyadaǵı Oksford qalasında qaytıs bolǵan) — pakistanlı fizik-teoretik, fizika boyınsha Nobel sıyılgınıń laureati (1979-jıl Sheldon Li Gleshou hám Stiven Vaynberg penen birgelikte). Alımnıń atı menen Triest qalasındaǵı (Italiya) Fizika boyınsha xalıq aralıq oray atalǵan.

<sup>86</sup> **Sheldon Li Gleshou** (ingl Sheldon Lee Glashow; rod. 1932-jılı 5-dekabr kúni Nyu-York qalasında tuwilǵan) – amerikalı fizik, fizika boyınsha Nobel sıyılgınıń laureati (1979-jıl Abdus Salam hám Stiven Vaynberg penen birgelikte).



Maks Plank



Nils Bor



Lui de Broglie

Eń aqırında 1920-jılları klassikalıq fizikanıń járdeminde túsindiriliwi mümkin bolmaǵan bir neshe áhmiyetli kvantlıq qubılıslar baqlandi. Olardıń ishinde Kompton effekti (rentgen nurlarınıń jeńil gazlerdegi qaytalama nurlanıwı) eń úlken kórgizbelilikke iye. 1923-jılı Kompton Eynshteynniń 1917-jıldaǵı jumısına tiykarlanıp bul teoriyanıń teoriyasın islep shıqtı hám "foton" terminin usındı. 1911-jılı jáne ózgeshe kvantlıq qubılıs bolǵan asa ótkizgishlik qubılısı ashıldı. Bul qubılıs tek 1950-jılları ógana teoriyalıq jaqtan túsindirildi (Ginzburg — Landau teoriyası, al bunnan keyin Bardin — Kuper — Shriffer teoriyası).

Solay etip elektromagnet maydanı ushin "korpuskulalıq-tolqınlıq" dualizm tán eken. Francuz fiziği Lui de Broglie 1923-jılı usınday dualizm tek jaqtılıq ushin ógana tán emes, al zatlar ushin da tán dep boljadı. Hár bir materiallıq bólekshäge ol birligi bir jiyiliktegi tolqındı sáykes keltirdi. Bul jaǵday optikadaǵı Ferma principiniń nelikten Mopertyu principine uqsas jáne Bordıń ornıqlı orbitalarına pútin san eselengen tolqın uzınlıqlarınıń jaylasatuǵınlıǵıń túsindire aldi. Tap sol jılı amerikalı fizikler Devisson hám Djermer elektronlardıń qattı denelerdegi shaǵılısıwin izertledi hám de Broglie tárepinen boljap aytilǵan elektronlardıń difrakciyasın taptı. 1921-jıldızıń ózinde Ramzaur effektinde elektronlardıń tolqınlıq qásiyetleri baqlanǵan edi. Biraq sol waqtıları bul effekt durıs túsindirilmegen edi. 1930-jılı bolsa Otto Shtern atomlar menen molekulalar ushin tolqınlıq effektlerdi kórsete aldi (yaǵníi atomlar menen molekulalardıń da tolqınlıq qásiyetlerge iye ekenligin kórsetti).

1925-jılı Verner Geyzenberg subatomlıq qubılıslardıń teoriyasında baqlanbaytuǵın shamalardı emes (koordinatalar, orbitalar h.t.b.), al tek baqlanatuǵın shamalardı paydalaniwdı usındı. Baqlanatuǵın shamalardı anıqlaw ushin ol "matricalıq mexanika" dep atalatuǵın teoriyanı islep shıqtı. Geyzenberg, Maks Born hám Yordan minaday qaǵıydanı usındı: klassikalıq shamlarǵa Ermitlik matricamı sáykes keltirdi, sonlıqtan klassikalıq mexanikanıń hár bir differenciallıq teńleemesi kvantlıq teńlemege aylandı.

De Brogl menen Geyzenbergtiń ideyalarınıń sintezin Ervin Shredinger júzege keltirdi. Ol 1926-jılı ózi keltirip shıǵarǵan "Shredinger teńleemesi" dep atalatuǵın teńlemeniń bazasında jańa obekt bolǵan tolqın funkciyası ushin jańa "tolqınlıq mexanikamı" döretti. Shredingerdiń ózi jańa mexanikanıń matricalıq mexanikaǵa ekvivalent ekenligin kórsetti: Geyzenbergtiń matricalarınıń elementleri kóbeytiwshi dálliginde Gamilton operatorınıń menshikli funkciyaları eken, al menshikli mánisler bolsa kvantlanǵan energiya bolıp tabıladi eken. Bunday türde tolqınlıq mexanika matricalıq mexanikaǵa salıstırǵanda qolaylı bolıp shıqtı hám sonlıqtan kóp uzamay kóphsilik tárepinen tolıq moyinlandı. Shredinger dáslep tolqın funkciyasınıń amplitudası zaryadtıń tígızlıǵıń tárıyipleydi dep esapladi. Biraq bul pikir tezden biykarlandı hám Maks Bornnıń 1926-jılğı usınısı qabil etildi: tolqın funkciyasınıń moduliniń kvadratı bóleksheni tabıwdıń itimallıǵınıń tígızlıǵı bolıp tabıladi ("kopengagenlik interpretaciyası").

1927-jılı V.Geyzenberg anıqsızlıq principin usındı: bóleksheniń koordinatası menen impulsin bir waqıtta dál anıqlaw mümkin emes. Koordinataniń dálligin joqarılataman dep biz tezlikti anıqlawdıń dálligin "buzamız". Bor bul tezisti "bir birin toltrırwshı principke" ulhwmalastırdı: qubılıslardı korpuskulalıq hám tolqınlıq tárıyiplew bir birine tolqıtlıradı; eger bizdi sebeplik baylanıs qızıqtıratuǵın bolsa, onda korpuskulalıq tárıyiplew qolaylı, al eger keńisliklik-waqıtlıq kartına kerek bolsa, onda tolqınlıq tárıyiplew qolaylı. Haqıyatında mikroobekt bólekshäge de, tolqın da emes; bul klassikalıq túsiniklerdiń payda bolıwı biziń ásbaplarımızdıń tek klassikalıq shamalardı ólsheytuǵınlıǵı menen ógana baylanıslı. Bordıń mektebi atomnıń barlıq atributları obektiv türde bolmaydı, al tek baqlawshı menen tásır etisiwdiń waqtında ógana payda boladı. "Onı baqlawdıń

usılınanǵárezsiz shınlıq joq" (Nils Bor). Kóplegen ataqlı fizikler (Eynshteyn, Plank, de Broyl, Bom hám basqalar) kopengagenlik interpretaciyanı basqa interpretaciya menen almastırıwǵa tırıstı<sup>87</sup>. Biraq hesh qanday tabisqa erise almadı.



Ervin Schrödinger<sup>88</sup>



Pol Adrien Moris  
Dirak



Paskual Iordan



Maks Born

Pol Dirak kvantlıq mexanikaniń relyativistlik invariantın islep shıqtı (1928-jılı keltirilip shıǵarılǵan Diraktıń teńlemesi) hám kvantlıq elektrodinamikaniń baslanıwi bolıp tabilitaǵıń pozitronniń bar ekenligin boljadi. 1920-jilları jáne bir ilimniń – kvantlıq ximiyaniń trnaǵı qalandı. Bul ilim valentlik penen ximiyalıq baylanıstiń mánisin dárhál túsindire aldı. 1931-jılı zaryadlangan bólekshelerdiń birinshi izertlewshi tezletkishi bolǵan ciklotron qurıldı. 1935-jılı Eynshteyn - Podolskiy - Rozenniń ataqlı paradoksi basپadan shıqtı.

1950-jillardıń basında N.G.Basov, A.M.Proxorov hám Ch.Tauns kvantlıq sistemalar tárepinen elektromagnitlik nurlardıń kúsheytiliwinıń hám generaciyasınıń tiykargı principleri islep shıǵıldı. Bul principler radiojiyilikli (mazerler) hám optikalıq (lazerler) diapazonlardıń nurlardıń principialıq jaqtan pútkilley jańa bolǵan dereklerin dóretiwge tiykar boldı. 1960-jılı Teodor Mayman rubin kristalliniń tiykarında isleytuǵın tolqın uzınlığı 694 nm bolǵan monoxromat nurlardıń ispulslerin generaciyalaytuǵın birinshi lazerdi (optikalıq kvantlıq generatordı) soqtı. Házirgi waqtıları spektrdiń hár qıylı optikalıq diapazonlarında jaqtılıqtı shıǵaratuǵın hár qıylı xarakteristikalarǵa iye (gaz, qattı deneli, yarım ótkizkishli) lazerlerdiń kóplegen túrleri dóretilgen.

Maydanniń kvantlıq teoriyası dóretildi hám onıń nátiyjeleri eksperimentlerde tekserip kórıldı. Gravitaciyanı da óziniń ishine alatuǵın barlıq fundamentallıq tásirlesiwlerdi birlestiretuǵın maydanniń ulhwmalıq teoriyasın izlew jumısları qızıǵın túrde júrmekte. XX ásirdıń 30-jillarınan baslap gravitaciyanıń kvantlıq teoriyasın dóretiw jumısları úzliksız túrde islenip kiyatır. Usınıń nátiyjesinde házirgi waqtıları quramalı hám jetilisken tálimatlardıń qatarına kiretuǵın superstrunalar teoriyası menen quriqliq kvantlıq gravitaciya qáiplesti. Gravitaciyanıń kvantlıq teoriyası boliwǵa jáne bir talaban M-teoriya bolıp tabiladi. Bul superstrunalar teoriyasınıń jaqında jetilistirilgen modifikasiyası bolıp tabiladi.

Maydanniń kvantlıq teoriyasınıń matematikalıq metodları qattı denelerdiń teoriyalıq fizikasında da tabisli paydalanyldı. Keyinirek fizikanıń bul tarawında topologiya usılları da paydalanylila basladı (mísali, Xolldıń kvantlıq effektin táriyiplew ushın).

<sup>87</sup> **Kopengagenlik interpretaciya** — Nils Bor menen Verner Geyzenberg 1927-jilları Kopengagen qalasında birge islegen waqtıları keltirip shıǵarǵan kvantlıq mexanikaniń interpretaciyası (túsindiriliwi) Bor hám Geyzenberg M.Born tárepinen berilgen tolqın funkciyasınıń itimallıq tiykarında interpretaciyasın jetilstirdi jáne kvantlıq mexanikadaǵı korpuskulalıq-tolqınlıq dualizmnен kelip shıǵatuǵın bir qatar sorawlarǵa, sonní ishinde ólshew haqqındaǵı máselege juwap beriwegé tırıstı.

<sup>88</sup> **Ervin Rudolf Yozef Aleksandr Shredinger** (nemisse Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger; 1887-jılı 12-avgust kúni Vena qalasında tuwilǵan hám 1961-jılı sol jerde qaytis bolǵan) – avstriyalıq fizik-teoretik, kvantlıq mexanikaniń dóretiwshilerdiń biri. Fizika boyinsha Nobel siylığınıń laureati (1933-jılı).

## Astrofizika hám kosmologiya

Fizika menen astronomiyanı birinshi ret bir biri menen tutastırǵan alım Isaak Nyuton bolıp tabıladi. Ol aspan denelerdiń baqlanatuǵın qozǵalıslarınıń fizikalıq sebeplerin taptı (bul haqqında onıń 1687-jılı jarıq kórgen "Natural filosofiyanıń matematikaliq baslamaları" kitabında bayanlangan). Bunnan keyingi ásirler dawamında alımlar jerden tis bolǵan fizikanıń mashqalaların talladı. Olardıń ishine tómendegiler kiredi:

- Basqa aspan deneleriniń temperaturası hám olardaǵı fizikalıq sharayatlar, olardıń atmosferalarınıń hám betindegi topıraqtıń quramı, magnit maydanınıń bar yamasa joq ekenligi.
- Juldızlardıń jarqınlıǵınıń deregi, olardıń strukturasınıń variantları, payda bolıwınıń mekanizmi hám bunnan keyingi evolyuciyasınıń mümkin bolǵan baǵdarları, planetalardıń bar ekenligi.

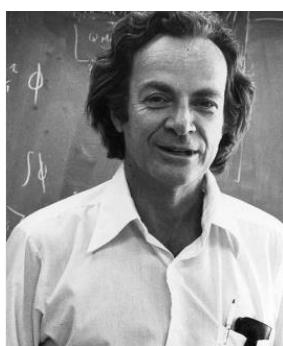
Astrofizika menen barlıq Álemniń qurılısı menen evolyuciyasın izertleytuǵın kosmologiya ilimi tiǵız baylanısqan.

"Planetogenez" (yaǵníy, Quyash sistemasınıń hám basqa da planetarlıq sistemalardıń payda bolıw mekanizmi) haqqındaǵı gipotezanı XVIII ásirde Svedenborg (1732-jılı dekart iyrimleriniń tiykarında), nemis filosofi Immanuil Kant (1755-jılı) hám Per Simon markiz de Laplas (1796-jıl, gashań bulttiń qoyıwlasiwi) usıngan edi. Laplastıń ideyası bir qansha keńeytilgen hám tolıqtırılgan túrde planetogenezdiń házirgi zaman teoriyalarınıń tiykarına kirdi. Biraq, basqa da versiyalar boldı: misali, ullıbritaniyalı fizik-teoretik, astronom hám matematik Djeyms Xopvud Djins (1877-1946) 1919-jılı bir waqtları Quyashtiń qasınan úlken massaga iye juldız ótken. Nátiyjede Quyashtan keyinirek qoyıwlaniwdıń saldarınan planetalarǵa aylanǵan zatlardıń shıǵıwi orın algan. Djinstıń 1904-jılı usınılgan basqa ideyasınıń perspektivaları úlkenirek boldı: Quyashtiń energiyasınıń deregi – atomnıń ishindegi enerjiya bolıp tabıladi.

Jerden tis obektlerdi ilimiý izertlewge jaraytuǵın birinshi qural spektrallıq analiz bolıp esaplanadi (1859-jıl). Bul usıl juldızlardıń hám basqa da aspan deneleriniń ximiyalıq quramın aniqlawǵa mümkinshilik berdi. Nyuton jasaǵan dáwirlerden baslap aspan deneleri jerdegi zatlarday zatlardan turadi dep boljanıp keldi. 1869-jılı shved fizigi hám astronom Andres Yonas Angstrem (1814-1874) Quyashtiń spektriniń birinshi atlasın baspadan shıǵardı, al italyalı diniy xızmetker hám astronom Andjelo Sekki 4000 juldızdıń spektrin izertledi hám klassifikasiyaladı. Usı dáwirleri "astrofizika" termini paydalanylı basladı (nemis astronom Iogann Karl Fridlix Cellner, 1865-jılı).



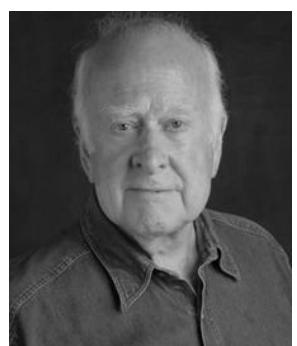
Stiven Xoking



Richard Feynman



Marri Gell-Man



Peter Xiggs

Doppler effekti astrofiziklerdiń ekinshi almastırıwǵa bolmaytuǵın quralına aylandı. Bul effekt astrofizikada tiykarınan juldızlardıń salıstırımlı radiallıq tezliklerin ólshev ushin qollanıladı. XX-ásirdıń basında amerikalı astronomlar Vesto Slayfer (Vesto Melvin Slipher, 1875-1969) hám Edvin Xabbl<sup>89</sup> hám basqa da astronomlar Doppler effektin paydalanylıp galaktikadan tis obektlerdiń bar ekenligi hám olardıń derlik barlıǵınıń Quyash sistemasınan qashıqlasıp baratırǵanlıǵın kórsetti. Angliyalı ullı astrofizik Artur Eddington (Arthur Stanley Eddington; 1882-1944) sol dáwirleri

<sup>89</sup> **Edvin Pauell Xabbl** (inglizshe Edwin Powell Hubble; 1889-jılı 20-noyabr kúni Missouri shtatındaǵı Marshfield qalasında tuwlıǵan hám 1953-jılı 28-sentyabr kúni Kaliforniya shtatındaǵı San-Marino qalasında qaytıs bolǵan) – kosmostıń strukturası túsiniwge sheshiwshi úles qosqan XX ásirdıń eń ullı astronomları menen kosmologlarınıń biri. 1914-1917 jılları Yerk observatoriyasında, al 1919-jıldan baslap Maunt-Vilson observatoriyasında islegen.

tallanıp atırghan ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasınıń kosmologiyalıq modelleriniń tiykarında mına áhmiyetli jaǵdaydı boljadı: Álem keńeyedi hám astronomiyalıq obekt bizden qansha úlken qashiqliqta jaylasqan bolsa, onıń (radiallıq baǵittaǵı) salıstırmalıq tezligi de úlken boladı. A.Eddington óziniń "The Internal Constitution of the Stars" monografiyasında juldızdıń ishki strukturasınıń birinshi modelin usındı. Ol francuz fizigi hám Nobel siyliginiń laureati (1926-jıl) Jan Batist Perren menen birlikte (1870-1942) Quyashtiń energiyasınıń deregi sıpatında termoyadrolıq reakciyalar teoriyasın tiykarladı.

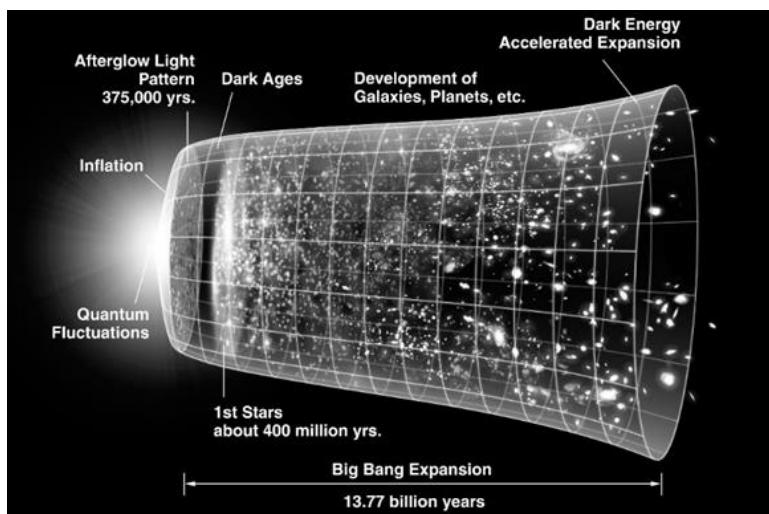
Astrofizikanıń gúlleniwi XX ásirdiń ekinshi yarımında baslandı. Bul waqıtları astronomiyanıń baqlaw quralları keskin túrde rawajlandı: kosmoslıq teleskoplar, rentgen, ultrafiolet, infraqızıl, neytrinolıq hám gamma-nurlanıwdıń detektorları, planetalar aralıq zondlar h.b. Quyash sistemasınıń barlıq iri deneleriniń tiykarǵı fizikalıq xarakteristikaları tabıldı hám izertlendi, kóp sanlı ekzoplanetalar, jaqtırtqıshlardıń jańa tipleri (pulsarlar, kvazarlar, radiogalaktikalar h.b.) tabıldı, reliktlik (kosmoslıq mikrotolqınlıq) nurlanıw tabıldı hám úyrenildi, gravitaciyalıq línzalaniw qubılısı menen qara qurdımlarǵa kandidatlar ashıldı.

1990-jılı 24-aprel kúni AQSh ta NASA tárepinen (AQSh tuń aeronavtika hám kosmos keńisligin izertlew boyinsha milliy basqarma) "Xabbl" kosmoslıq teleskopi (teleskop-reflektor) Jerdiń dóberegeindegi orbitaǵa shıǵarıldı. Ulli astronom Edvin Xabblıń húrmetine "Xabbl" atı berilgen kosmoslıq teleskop (inglishe Hubble Space Telescope, HST, observatoriyanıń kodı "250") avtomat observatoriya bolıp tabıldı. Bul kosmoslıq teleskop NASA menen Evropa kosmoslıq agentliginiń birgeliktegi proekti bolıp tabıldı. Ol NASA niń Úlken observatoriyalarınıń qatarına kiredi.

Orbitasınıń biyikligi ortasha 569 km, aylanıw dáwiri 96-97 minut. Aynasınıń diametri 2,4 m, massası 11 tonna.

Teleskoptı kosmosta jaylastırıw Jer atmosferası móldır bolmaǵan elektromagnitlik nurları registraciyalawǵa mümkinshilik beredi (ultrafiolet, kózge kórinetuǵın hám infraqızıl diapazonlar). Atmosferanıń tásiriniń bolmaǵanlıǵı sebepli teleskoptıń ajirata alıwshılıq qábiletligi Jerdiń betindegi tap sondayc teleskoplardıń ajirata alıwshılıq qábiletligen 7-10 ese joqarı.

Teleskoptıń joqarı dállikte hám nátiyjeli jumıs isley alıw qábiletligin uslap turiw, ońlaw jumısların júrgiziw ushin oǵan tór ret kosmoslıq ekspediciyaları jiberildi (birinshisi 1993-jılı 2-13 dekabr, ekinshisi 1997-jılı 11-21 fevral, úshinshı A ekspediciya 1999-jılı 19-27 dekabr, úshinshı B ekspediciya 2002-jılı 1-12 mart, tórtinshisi 2009-jılı 11-24 may kúnleri).



Házırkı waqıtlardaǵı kóz-qaraslar  
boyinsha  
Álemniń rawajlanıwınıń etapları

1998-jılı "Xabbl" teleskopi tárepinen alıngan maǵlıwmatlardıń tiykarında Álemniń tezleniw menen keńeyip atırghanlıǵın tastiyıqlındı.

2017-jılı 11-fevral kúni eki qara qurdımnıń birigiwiniń saldarınan qozdırılǵan gravitaciyalıq tolqınlardıń baqlanǵanlıǵı haqqında daǵazalandı. Keyinirek eki neytron juldızdıń birigiwiniń saldarınan qozdırılǵan gravitaciyalıq tolqınlar detektorlandı. Bul qara qurdımlar menen neytron juldızlardıń bar ekenligi haqqındaǵı eksperimentallıq dáliller bolıp tabıldı.

Jerdiń dóberegeindegi orbita boyinsha 15 jıl dawamında "Xabbl" teleskopınıń járdeminde aspan obektleri bolǵan juldızlardıń, galaktikalardıń, planetalardıń 1,022 mln súwreti alındı. Hár ayda alınatuǵın maǵlıwmatlardıń aǵısı shama menen 480 GB tı qurayıdı (ulıwma kólem shama menen 50

terabaytqa teń). 3900 dan aslam astronomlar kosmoslıq teleskopitan alıngan nátiyjelerdi paydalaniw múmkinshiligine iye boldı, ilimiý jurnallarda 4000 nan aslam ilimiý maqalalar jariq kórdi. "Xabbl" teleskopı bergen maǵlıwmatlarga tiykarlangan ilimiý maqalalar ushın citatalar keltiriwdiń sani basqa maǵlıwmatlar tiykarında jazılǵan maqalalarǵa berilgen citatalardan eki ese joqarı ekenligi aniqlandi.

WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) Úlken partlanıwdıń saldarınan payda bolǵan reliktlik nurlanıwdı úyreniw ushın arnalǵan NASA niń (Amerika Qurama Shtatlarınıń kosmostı izertlew agentligi) kosmoslıq apparatı bolıp tabıladi. 2001-jılı 30-iyun kúni ushırıldı. 2001-jıldan 2009-jılga shekem aspan sferasın skannerlewdiń nátiyjesin Jerge jetkerip berip turdı. Alıngan nátiyjeler boyınsha 1,4 sm den 3 mm ge shekemgi tolqın uzınlıqlarında aspannıń radiokartası dúzildi. Kosmoslıq stanciyaniń energiya menen támiyinlewshi resurslarınıń tolıq sarıplanıp bolǵanlıǵına bayanıshı házirgi waqıtları ekspluataciyyadan alıp taslańǵan.

Dáslep apparatqa MAP (ingliz tilinde "karta" sózin ańǵartadı) ataması berildi. Proekttiń ilimiý basshilarınıń biri Devid Uilkinson (Wilkinson) 2002-jılı 5-sentyabr kúni qaytis bolǵannan keyin onıń húrmetine apparattıń ataması ózgertildi.

Apparat 2001-jılı 20-aprel kúni Kennedy atındaǵı kosmoslıq orayǵa alıp kelingen hám eki ay dawamında test sınavlarından hám tekserip kóriwlerden keyin Delta-2 raketasınıń járdeminde kosmos keńisligindegi názerde tutılǵan orbitaǵa shıǵarıldı. Lagranj noqatına 2001-jıl 1-oktyabr kúni jetkerildi. Aspan sferasın tolıq skannerlew jumislari 2002-jıl aprel ayında baslandı.

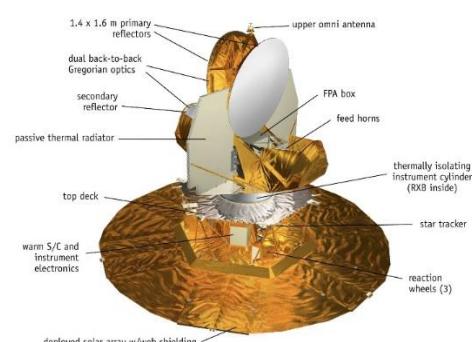
Dáslep zondtıń aktiv türde jumis islewi tek 27 ay dawam etedi dep boljandi. 27 ay ótkennen keyin kosmoslıq apparattıń jumısın 2009-jılga shekem soziw haqqında qarar qabil etildi.

Kosmoslıq apparattıń (zondtıń, stanciyaniń) texnikaliq xarakteristikaları tómendegidey:

Ólshemleri 3,8 x 5 m; Massası 840 kg; Orbitası Quyash-Jer sisteminiń L2 Lagranj noqatınıń átirapındaǵı Lissaju orbitası; Radiometrlerdiń sezgirligi: hár pikselge 20 mikrokelvin (tárepleri 0,3° bolǵan kvadrat); Quwatlıǵı 419 Vt.



"Xabbl" kosmoslıq teleskopunuń "Atlantis" kosmoslıq apparatı tárepinen túsırılgı súwreti.



WMAP kosmoslıq apparatınıń (kosmoslıq stanciyasınıń) súwreti.

2010-jılı 6-oktyabr kúni NASA agentligi apparattıń óziniń jumislariń juwmaqlaǵanlıǵın daǵazaladı.

WMAP kosmoslıq apparatı járdeminde alıngan informaciyalar ilimpazlaraǵa aspan sferasındaǵı mikrotolqınlıq nurlanıwdıń tarqalıwındaǵı temperaturanıń fluktuaciyalarınıń tolıq kartasın dúziwge múmkinshilik berdi. Bunnan burın usınday karta NASA agentliginiń COBE (Cosmic Background Explorer - "kosmoslıq fondı izertlewshi") apparatınıń járdeminde alıngan informaciyalar tiykarında dúzilgen edi. Biraq onıń ajırata alıwshılıq uqıplığı WMAP apparatınıń ajırata alıwshılıq uqıplığının shama menen 35 ese tómen edi.

WMAP apparatınıń toǵız jıllıq jumislardıń nátiyjeleri boyınsha alıngan kosmologiyalıq parametrler

Parameter	Symbol	Best fit (WMAP only)	Best fit (WMAP + eCMB + BAO + H <sub>0</sub> )
Age of the universe (Ga)	t <sub>0</sub>	13.74±0.11	13.772±0.059

Hubble's constant (km/Mps·s)	$H_0$	$70.0 \pm 2.2$	$69.32 \pm 0.80$
Baryon density	$\Omega_b$	$0.0463 \pm 0.0024$	$0.04628 \pm 0.00093$
Physical baryon density	$\Omega_b h^2$	$0.02264 \pm 0.00050$	$0.02223 \pm 0.00033$
Cold Dark matter density	$\Omega_c$	$0.233 \pm 0.023$	$0.2402 \pm 0.0088$ $-0.0087$
Physical cold dark matter density	$\Omega_b h^2$	$0.1138 \pm 0.0045$	$0.1153 \pm 0.0019$
Dark energy density	$\Omega_\Lambda$	$0.721 \pm 0.025$	$0.7135 \pm 0.0095$ $-0.0096$
Density fluctuations at $8h^{-1}$ Mpc	$\sigma_8$	$0.821 \pm 0.023$	$0.820 \pm 0.013$ $-0.014$
Scalar spectral index	$n_s$	$0.972 \pm 0.013$	$0.9608 \pm 0.0080$
Reionization optical depth	$\tau$	$0.089 \pm 0.014$	$0.081 \pm 0.012$
Curvature	$1 - \Omega_{\text{tot}}$	$-0.037 \pm 0.044$ $-0.042$	$-0.0027 \pm 0.0039$ $-0.0038$
Tensor-to-scalar ratio ( $k_0 = 0.002$ Mpc $^{-1}$ )	$r$	$< 0.38$ (95% CL)	$< 0.13$ (95% CL)
Running scalar spectral index	$d n_s / d \ln k$	$-0.019 \pm 0.025$	$-0.023 \pm 0.011$

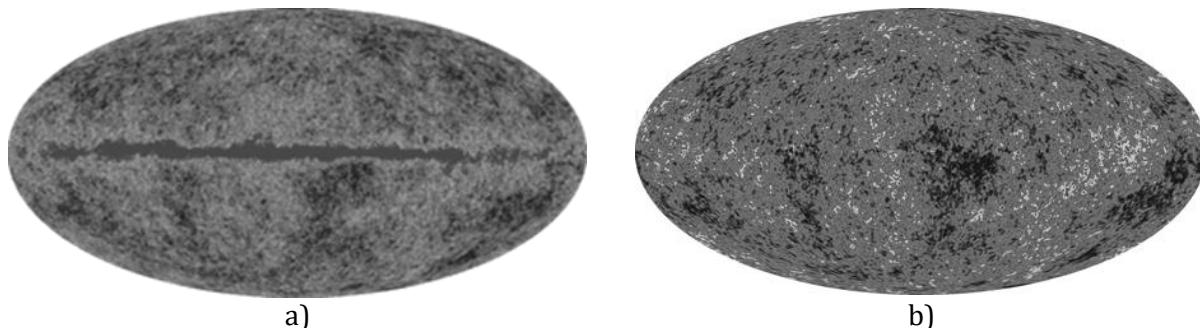
WMAP apparatı járdeminde alıńgan maǵlıwmatlar aspan sferasındaǵı reliktlik nurlardıń temperatura boyinsha tarqalıwınıń normal tarqalıwǵa iye tolıq tosınnan bolatuǵın fluktuaciyalarǵa sáykes keletügılliğín kórsetti. Ólshengen tarqalıwdı táriyipleytuǵın funkciyanıń parametrleri tómendegidey quramǵa iye Álemniń modeline sáykes keledi:

Ádettegi zatlardıń muǵdarı 4 %;

Qarańǵı materiyanıń muǵdarı 23 %;

Qarańǵı energiyanıń muǵdarı 73 %.

Bir qansha ele sheshilmegen mashqalalar úyrenilmekte: qarańǵı energiya (dark energy) menen qarańǵı materiyanıń (dark matter) tábiyatı, Álemniń tezleniw menen keńeyiwiniń (accelerated expansion of the universe) sebepleri h.b. Álemniń iri masshtablardaǵı strukturası belgili boldı. Házirgi waqtları kóphilik tárepinen qabillanatıǵın Álemniń evolyuciyasınıń baslangısh etapı sıpatında Úlken partlanıw teoriyası dóretildi.



a)

b)

WMAP stanciyası tárepinen dúzilgen mikrotolqınlıq nurlarıwdıń kartası. a). Ortadaǵı jolaq Qus jolınıń alinatuǵın súwretke tásirinen payda bolǵan. b). Qus joli menen jaqın juldızlardıń tásirleri alıp taslaǵannan keyingi súwret (bul súwret stanciyaniń 9 jılıq jumısınıń tiykarında alıńgan).

Astronomiyalıq obektlerdi izertlew teoriyalıq fizika ushin oǵada áhmiyetli bolǵan mümkinshiliklerdi beredi. Sebebi masshabı hám kóp túrliliği boyinsha kosmoslıq processler Jerdegi laboratoriyalarda júzege keltiriw jáne baqlaw múnkın bolǵan proceslerge salistırǵanda oǵada joqarı. Misali, astrofizikler Eynshteynniń tartılıs teoriyasınıń durıslıǵıń hám onıń paydalanylıw shegaraların tekserip kóriw ushin kóp sanlı baqlawlardı ótkerdi. Bir qatar baqlanatuǵın qubilislardı (misali

neytronlıq juldızlardı hám kosmologiyalıq effektlerdi) túsindiriw ushın mikrodúnya fizikasınıń usılları qollanıladı hám tekserip kóriledi.

## Aerodinamika hám meteorologiya

Aviaciyaniń payda bolıwı hám dál meteoboljawlardı daǵazalawdıl zárúrlıgi aerodinamika menen ushiwdıń teoriyasınıń tez jetilisiwine alıp keldi. Hawadaǵı yamasa basqa da qarsılıq kórsetetuǵın ortaǵıqlardaǵı qozǵalıslardı esaplawdıl ilimiý tiykarları I.Nyutonniń 1687-jılı jarıq kórgen "Natural filosofiyaniń matematikalıq baslamaları" kitabınıń ekinshi tomında bayanlangan. XVIII ásirde aerodinamikanıń rawajlanıwına úlken úlesti Daniil Bernulli menen Leonard Eyler, al XIX ásirde súykelisti esapqa alatuǵın Nave-Stokstıń ulıwmalıq teńlemeleri keltirilip shıǵarıldı<sup>90</sup>.

1799-jılı angliyalı alım hám oylap tabıwshı Djordj Keyli (ingl. George Cayley, 1773-1857) 1799-jılı ózi jasaǵan waqıttan ádewir alǵa ketip hawadan awır bolǵan apparatlardıń ushiwınıń teoriyasın baspadan shıǵardı. Ol apparattiń ushiwınıń tiykarǵı parametrlerin kirkizdi – salmaǵı, kóteriw kúshi, mańlay qarsılıǵı hám tartıw kúshi. Keyli bir neshe planerlardı soqtı hám sınaqtan ótkerdi. Planerlarda motordıń joq bolıwınıń sebebinen tartıw kúshin qanatlardı qaǵıwdıń járdeminde dóretken. 1871-jılı britaniyalı injener hám alım Frensis Gerbert Uenem (ingl. Francis Herbert Wenham, 1824-1908) tárepinen dúnyadaǵı birinshi izertlew ushın paydalanylataǵın aerodinamikalıq trubalar soǵıldı.

XX ásirdıń basında quwatlı dvigateller payda boldı hám usı jaǵdayǵa bayanıslı hawada samoletti basqarıw, onıń xarakteristikaların optimiziciyalaw hám isenimligin joqarlatıw máseleleri alındıǵı qatarǵa shıqtı. Samoletti basqarıwdı jolǵa salǵan Amerikalı ağalı-inili Uilbul hám Orvill Raytlar ushiwdıń aerodinamikasınıń kóp sanlı teoriyalıq aspektlerin islep shıqtı. Solardıń ishinde aerodinamikalıq qarsılıqtı kemeytiw ushın samolettiń aylanıwınıń úsh kósherin qadaǵalaw máselesi de bar. XX ásirdıń dáslepke eki on jıllıǵında ushiwdıń teoriyası menen ámely aerodinamikanıń teoriyasınıń tiykarları dóretildi. Bul jumislarda gidro- hám aerodinamikanıń tiykarın salıwshılardıń biri, ullı rus alımı hám mexanigi Nikolay Egorovich Jukovskiydi (1847-1921) atap ótiw kerek.

XVII ásirde hawa rayın ilimiý tiykarda boljawǵa birinshi jumıslar orınlındı. Sol waqıtları boljawlardıń dállıgi joqarı emes edi. Ulıwma fizikalıq nızamlar tiykarında teoriyalıq meteorologiyaniń payda bolıwı XIX ásirge tiyisli. 1820-jılı kórgizbeli sinoptikalıq kartalar paydalanylıa basladı. Ciklon hám anticiklon túsıniklerin XIX ásirdıń ortasında belgili astronom Urben Jan Jozef Levere kirkizdi<sup>91</sup>. XIX ásirdıń aqırında meteostanciyalardıń Jer júzi boyınsha tarmağı shólkemlestirildi. Meteostanciyalar dáslep telegraftıń, al keyinirek radioniń járdeminde informaciyalar almasti. Bul jaǵday boljawlardıń isenimligin joqarılattı. 1917-jılı norvegiyalıq meteorolog Vilgelm Berknes jáne bir áhmiyetli túsınik - "atmosferalıq front" túsınigin kirkizdi.

Meteorologiyaniń nızamlarınıń ózine tán ekenligi (joqarı dinamizm, tásır etetuǵın faktorlardıń kóp ekenligi, ornıqlılıqtıń joqlığı h.b.) hawa rayınıń ózgerislerin modellestiriw ushın quwatlı

<sup>90</sup> **Nave-Stokstıń teńlemeleri** (the Navier-Stokes equations) jabısqaq nyutonlıq suyıqlıqtıń qozǵalısın táriyipleytuǵın dara tuwindili differencialıq teńlemelerdiń sistemasi. Nave-Stoks teńlemeleri gidrodinamikanıń eń áhmiyetli teńlemeleriniń biri bolıp, olar kóp sanlı tábiyyıq qubılıslardı hám texnikalıq máselelerde matematikalıq modellestiriw ushın qollanıladı. Francuz fizigi Anri Naveniń hám britaniyalı matematik Djordj Stokstıń atları menen atalǵan.

Qıslımaytuǵın suyıqlıqlar ushın teńlemeler sistemi eki teńlemeden turadı (qozǵalıs teńlemesi hám úzilmeslik teńlemesi).

Gidrodinamikada Nave-Stoks teńlemesi dep tek bir vektorlıq qozǵalıs teńlemesine aytadı. Nave-Stoks teńlemesi birinshi ret Nave (1822-jılı, qıslımaytuǵın suyıqlıq) hám Puasson tárepinen (1829-jılı, qıslatıǵın suyıqlıq) alıngan. Teńlemelerdi keltirip shıǵarganda olar molekulalıq kúshler haqqındaǵı kóz-qaraslardan kelip shıqqan. Keyinirek teńlemenı fenomenologyalıq tiykarda Sen-Venan hám Stoks keltirip shıǵargan.

<sup>91</sup> **Urben Jan Jozef Levere** (francuzsha Urbain Jean Joseph Le Verrier; 1811-jılı 11-mart kúni Sen-Lo qalasında tuwilǵan hám 1877-jılı 23-sentyabr kúni Parij qalasında qaytıs bolǵan) – aspan mexanikası menen shugıllanǵan francuz matematigi, ómiriniń úlken bóliminde Parij observatoriyasında islegen.

Onıń eń belgili bolǵan jetiskenligi astronomiyalıq baqlawlardı matematikalıq tallawdıl nátiyjesinde Neptun planetasınıń bar ekenligin boljawı bolıp tabıladi. Francuz fizigi, astronomı hám siyasiy iskeri Dominik Fransua Jan Aragoniń usınsı menen ol Uran planetasınıń baqlanatıǵın orbitasınıń Kepler menen Nyutonniń nızamlarına alınatıǵın orbitaǵa sáykes kelmewiniń sebeplerin esapladi. Bul jańa planetanıń ashılıwına alıp keldi.

kompyuterlerdi paydalaniwǵa májbürleydi. Biraq usı waqıtlarǵa shekem hawa rayın aldın-ala boljaw mashqalaları aktuallıq mashqalalardıń biri bolıp kiyatır.

## Basqa da jetiskenlikler

1918-jılı Amaliya Emmi Neter<sup>92</sup> mınaday fundamentallıq teoremanı dálilledi: fizikalıq sistemaniń hár bir úzlıksız simmetriyasına bazı bir saqlanıw nızamı sáykes keledi. Mısalı, waqıttıń bir tekli ekenligine baylanıshı energiyaniń saqlanıw nızamı orın aladi. Tómende geypara simmetriyalar menen olarǵa sáykes keletuǵın saqlanıw nızamları keste túrinde keltirilgen:

Túrlendiriew (simmetriya)	Sáykes keliwshi invariantlıq	Sáykes saqlanıw nızamı
↑ Waqıttıń translyaciysi	Waqıttıń bir tekliliği	Energiyanıń...
☒ C, P, CP hám T simmetriyalar	Waqıttıń izotroplılığı	Juplıqtıń...
↔ Keńisliktiń translyaciyaları	Keńisliktiń bir tekliliği	Impulstiń ...
↺ Keńisliktiń aylanıwı	Keńisliktiń izotroplılığı	Impuls momentiniń ...
⤵ Lorenc gruppası	Lorenc-invariantlıqtıń salıstırmalılığı	4-impulstiń ...
~ Kalibrovkaliq túrlendiriew	Kalibrovkaliq invariantlıq	Zaryadıń ...

Bul ilimiý ashılıw fizika ilimindegı simmetriyaniń tutqan ornına kóp alımlardıń dıqqatınıń awdarılıwına alıp keldi hám ol ilimde, ásirese mikrofizikada fundamentallıq áhmiyetke iye bolıp shıqtı.

Fizikaniń rawajlaniwınıń eń baslı bağdarlarınıń biri ámeliy elektronika bolıp tabıladı. Bul taraw XX ásirdiń aqırında adamlardıń iskerliginiń ámeliy jaqtan barlıq oblastların qaytadan qurdi. Ásirdiń basında birinshi elektronlıq lampa – diod (1904-jıl, Fleming) hám triod (1907-jıl, Li de Forest) oylap tabıldı. Sónbeytuǵın terbelislerdi payda etiw hám toqtı kúsheytiw ushn triod almastırıwǵa bolmaytuǵın quralǵa aylandı. Kóp uzamay lampalıq tiykarda radio, televideneniń dáslepki jobaları, al ekinshi Jer júzilik urıstan keyin dáslepki elektron esaplaw mashinaları payda boldı. Elektronlıq dúzilislerdi miniatyrizaciya processiniń jetiskenlikleri, olardıń quwatınıń hám isenimliginiń joqarlıwı universallıq hám ayırim máselelerdi sheshiwge arnalǵan kompyuterlerdiń, baylanıstıń qolaylı qurallarınıń, hám kúndelikli turmısta qollanılatuǵın "aqıllı" mexanizmlerdiń dóretiliwine alıp keldi.

Kompyuterlerdiń keńnen tarqalıwi óz gezeginde kompyuterlik modellestiriwdiń fizika ilimindegı keńnen qollanılatuǵın quralǵa aylanıwına alıp keldi.

XX ásirdiń aqırı menen XXI ásirdiń basındaǵı fizika iliminiń eń ullı jetiskenlikleri sıpatında joqarı temperaturalı asa ótkizgishliktiń ashılıwı (1986-jıl), grafendi hám basqa da eki ólshemli kristallardı alıwdıń texnologiyaları (2002-jıl) bolıp tabıladı. Bul bağdarlardıń ekewi de perspektivalıq bağdarlar dep esaplanadı, biraq olardıń keń türdegi ámeliy qollanılıwları ele aldımızda júzege keliwi kerek.

---

<sup>92</sup> **Amaliya Emmi Neter** (nemisse Amalie Emmy Noether; 1882—1935) – nemis matematigi, óziniń abstrakt algebraǵa hám teoriyalıq fizikaǵa qosqan úlesleri menen keńnen belgili. Pavel Aleksandrov, Albert Eynshteyn, Jan Dedonne, German Veyl hám Norbert Vinerler onı matematikanıń tariyxındaǵı eń kórnekli hayal adam dep esapladı. XX ásirdiń ullı matematikleriniń biri sıpatında Emmi Neter saqynalar, maydanlar hám algebraclar teoriyasın túp-tiykarınan ózgertti. Fizika iliminde Neter teoreması tábiyattaǵı simmetriya menen saqlanıw nızamlarınıń arasındaǵı baylanıstı ashti.



Emma Neter.  
1910-jili  
túsirilgen  
súwret.

### Invariante Variationsprobleme.

(F. Klein zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum.)

Von

Emmy Noether in Göttingen.

Vorgelegt von F. Klein in der Sitzung vom 26. Juli 1918<sup>1)</sup>.

Es handelt sich um Variationsprobleme, die eine kontinuierliche Gruppe (im Lieschen Sinne) gestatten; die daraus sich ergebenden Folgerungen für die zugehörigen Differentialgleichungen finden ihren allgemeinsten Ausdruck in den § 1. formulierten, in den folgenden Paragraphen bewiesenen Sätzen. Über diese aus Variationsproblemen entspringenden Differentialgleichungen lassen sich viel präzisere Aussagen machen als über beliebige, eine Gruppe gestattende Differentialgleichungen, die den Gegenstand der Lieschen Untersuchungen bilden. Das folgende beruht also auf einer Verbindung der Methoden der formalen Variationsrechnung mit denen der Lieschen Gruppentheorie. Für spezielle Gruppen und Variationsprobleme ist diese Verbindung der Methoden nicht neu; ich erwähne Hamal und Herglotz für spezielle endliche, Lorentz und seine Schüler (z. B. Fokker), Weyl und Klein für spezielle unendliche Gruppen<sup>2)</sup>. Insbesondere sind die zweite Kleinsche Note und die vorliegenden Ausführungen gegenseitig durch einander beein-

1) Die endgültige Fassung des Manuskriptes wurde erst Ende September eingereicht.

2) Hamel: Math. Ann. Bd. 59 und Zeitschrift f. Math. u. Phys. Bd. 50. Herglotz: Ann. d. Phys. (4) Bd. 96, bes. § 9, S. 511. Fokker, Verlag d. Amsterdamer Akad., 27./I. 1917. Für die weitere Literatur vergl. die zweite Note von Klein: Göttinger Nachrichten 19. Juli 1918.

In einer eben erschienenen Arbeit von Kneser (Math. Zeitschrift Bd. 2) handelt es sich um Aufstellung von Invarianten nach ähnlicher Methode.

Kgl. Ges. d. Wiss. Nachrichten, Math.-phys. Klasse, 1918, Heft 2. 17

Emma  
Neterdiń  
maqala-  
siniń  
birin-shi  
beti.

## XXI ásir

1970-jillardan baslap teoriyalıq fizikada biraz tınıshlıq baslandı. Ayırım alımlar hâtte "fizikanıń kriziſi" yamasa "ilimniń aqırı" haqqında gáp ete basladı. Biraq usınday situaciyaǵa qaramastan bar teoriyalardıń sheklerinde jumıslar júrip atır. Misalı gravitaciyalıq tolqınlar ashıldı, gravitaciyalıq hám elektromagnitlik tásirlesiwlerdiń tarqalıw tezligi izertlenbekte (salıstırmalıq teoriyası boyınsha olardiń tezlikleri birdey mániske iye boliw kerek). CERN de<sup>93</sup> joqarı energiyalarda isleytuǵın Úlken adronlıq kollayder qurıldı hám paydalanılıp atır<sup>94</sup>. 2013-jili bul kollayderdiń járdeminde Xiggs bozonı ashıldı dep rásimiy türde daǵazalandı. Skalyar bólekshe bolǵan Xiggs bozonınıń ashılıwi standart modeldi juwmaqlastırıdı. Kollayder planlastırılgan jumıslar menen bir qatarda supersimmetriya teoriyası menen elementar bólekshelerdiń standart modeliniń durıslıǵıń tekserip kóriwi kerek.

Fizika iliminiń sheshilmegen mashqalaları júdá kóp. Solardıń ishinde fizika iliminiń úlken progressine alıp keletuǵın ele sheshilmegen aktuallıq mashqalardı atap ótemiz:

- Gravitaciya teoriyasınıń kvantlıq variantın islep shıǵıw hám "barlıǵınıń teoriyasın" dóretiw [ingliz tilinde "theory of everything" (TOE yamasa ToE), rus tilinde "teoriya vsego"].
- Kvantlıq mehanikanı fizikalıq jaqtan tiykarlaw yamasa onı túsinkilirek fizikalıq mániske iye teoriyaǵa ulıwmalastırıw.
- Bir teoriyada bólekshelerdi hám barlıq tórt fundamentallıq tásirlesiwdiń barlıǵın biriktiriw.
- "Álemniń dál nastroykalanganlıǵı" niń ("tonkaya nastroyka Vselennoy") sebeplerin tabıw. Buniń ushin fundamentallıq konstantalardıń sanın minimumǵa alıp keliw.
- "Qarańǵı materiya" hám "qarańǵı energiya" nelerden ibarat? Nelikten úlken mashtablarda tartılıs teoriyaǵa baǵınbaydı (úlken mashtablarda Álemniń tezleniw menen keńeyiwine tartılıstıń iýteriliske almasıwınıń nátiyjesinde boladı, nelikten?)? Kosmologiyaniń eksperimentallıq bazasın keńeytiwdiń zárúrligi.

Standart modeldiń sheklerinen sirtqa shıǵatuǵın eń áhmiyetli mashqalalardıń ishinde fizikler tómendegilerdi ayraqsha orıngá qoyadı:

<sup>93</sup> CERN (CERN) — yadrolıq izertlewler boyınsha Evropalıq shólkem, joqarı energiyalar fizikası boyınsha dünýadaǵı eń iri laboratoriya. CERN abbreviaturası francuz tilindegi Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (yadrolıq izertlewler boyınsha Evropa keńesi) sózlerinen alıngan. Rus tilinde (sonıń ishinde karaqalpaq tilinde de ádette CERN abbreviaturası qollanıladı.

<sup>94</sup> Úlken adronlıq kollayder, qısqasha ÚAK (ingl. Large Hadron Collider, qısqasha LHC, rus tilinde BAK) – ushırasıwshi dástelerdegi zaryadlanǵan bólekshelerdiń tezletkishi. Protonlardıń hám awır ionlardıń (qorǵasın ionlarıń) tezletiw hám soqlığıswıdıń saldarınan alıngan ónimlerdi izertlewge arnalǵan. Kollayder CERN de Jeneva qalasınıń qasında Shveycariya menen Franciyaniń arasında shegarada qurılǵan. ÚAK dünýadaǵı eń iri eksperimentalıq dúzilis bolıp tabıladı. Onıń qurılısında hám izertlew jumıslarında 100 den aslam ellerden kelgen 10 míńan aslam alımlar hám injenerler qatnasqan.

Álemniń baqlanatuǵın bólímidegi materia menen antimateriyanıń asimmetriyası. Neytrinoliq oscillyacyalar. Kúshli CP- problema.

### Ózbekstana fizika iliminiń rawajlanıw tariyxınan

Ózbekstan aymaǵında áyyemgi dawirlerden baslap ilim menen mádeniyat rawajlangan mámlekет bolıp tabıldı. Bul jerde astronomiya, matematika, medicina, ximiya, fizika, filosofiya, til tanıw, ádebiyat tanıw siyaqlı ilimler rawajlandı. Házirgi waqtıları Ózbekstana áyyemgi dawirlerden baslap alımlardıń qaldırǵan miyrasların úyreniw boyinsha keń kólemlı jumıslar alıp barılmaqta

IX-X ásirlerde Orta Aziyada (házirgi waqtıları Oraylıq Aziya) birinshi ilimiý mákemeler menen ilimiý jámiyetler payda boldı hám olar Shıǵıstiń iri ilimiý hám mádeniy oraylarını birine aylandı.

IX ásirde Xorezmniń paytaxtı Urgenish joqarı mádeniyatqa iye abadanlastırılǵan qala boldı. Xorezmshax Abul Abbas ibn Mamun ilim menen mádeniyatqa qızıqtı, alımlardı, shayırlardı, arxitektorlardı, basqa da bilimli adamlardı qollap-quwatladı. Urgenish qalasındaǵı Xorezmshaxlardiń sarayında Shıǵıstiń ullı oyshılları toplandı. Olardan shipaker Ibn Sinani (Avicenna) hám dál ilimlerdiń wákili Abu Rayxan Berunidi, tariyxshi Ibn Miskavayxti, matematik Abu Nasr ibn Iraktı, filosof Abu Saxl Masixidi, dári soǵıwshi Ibn Xammardi hám kóp sanlı basqa da alındıǵı qatar alımlardı atap ótiw mümkin. Musilman ellerindegi "Baytan-Xikama" birinshi ilimiý akademiyasın belgili matematik al-Xorezmi<sup>95</sup> basqardı (783-850). Ol Jer meridiannınıń gradusınıń uzınlıǵıń ólshewge qatnasti; astrolyabiyanı soǵıw boyinsha, "Kitab al-djabr va-l-mukabala" kitabı oğan tiyisli. Ol dúnnyadaǵı eń belgili astronomiyalıq kestelerdiń biri bolǵan "Astronomiyanıq kesteler" di, sonıń menen birge "Hind esaplawı haqqındaǵı traktat", "Quyash saatı haqqındaǵı traktat", "Muzika haqqında traktat" hám basqa da kitaplardıń avtorı.

Al-Xorezmıy birinshi bolıp algebrani sızıqlı hám kvadrat teńlemelerdi sheshiwdiń ulıwmaliq usılları haqqındaǵı óz aldına ilim dep esapladı hám sol teńlemelerdi klasslarga boldı. Ilimniń tariyxshıları Al Xorezmıydiń ilimiý miynetlerin joqarı bahaladı. Misalı amerikalı ilimniń tariyxın izertlewshi ullı alım Dj. Sarton onı "óziniń dawirindegi eń ullı matematik, al barlıq jaǵdaylardı esapqa alǵan jaǵdayda barlıq waqtılardaǵı ullı matematik" dep esapladi.

Al Xorezmıydiń miynetleri arab tilinen latin tiline hám onnan keyin jańa Evropa tillerine awdarıldı. Onıń miynetleriniń tiykarında matematika boyinsha hár qıylı oqıwlıqlar dörtetildi. Al Xorezmıydiń miynetleri Oyanıw dawiriniń iliminiń qáliplesiwinde áhmiyetli orındı iyeledi hám Shıǵıs penen Batıs ellerindegi orta ásirlerdegi ilimniń rawajlanıwına salmaqlı úles qostı.

Al-Xorezmıy sinus funkciyasın óz ishine alatuǵın trigonometriyalıq kestelerdi islep shıqtı. XII hám XIII ásirlerde Al Xorezmıydiń latin tilindegi miynetleriniń tiykarında kóp ásirler dawamında áhmiyetin joǵaltpaǵan Carmen de Algorismo hám Algorismus vulgaris kitapları jarıq kórdı. Evropada XVI ásirge shekem onıń arifmetika boyinsha jazǵan kitaplarınıń awdarmaları matematika boyinsha oqıw quralları sıpatında paydalınlıdı. 1857-jılı knyaz Baldassare Bonkompanya "Hind esaplawı boyinsha kitaplar" miynetin óziniń "Arifmetika boyinsha traktat" iniń birinshi bólimi sıpatında paydalındı.

Al-Xorezmıy astronomiya boyinsha elewli miynetlerdiń avtorı bolıp tabıldı. Óziniń kitaplarında ol kalendarlar, planetalardıń haqiqıy orınlırin esaplaw, parallaks menen tutlıwlardı esaplaw, Aydiń fazaları, astronomiyalıq kestelerdi (zidjlardı) dóretiw haqqında h.t.b. jóninde gáp etken. Al Xorezmıydiń astronomiya boyinsha kitaplarınıń tiykarında hind astronomılarınıń miyneti jatır. Onıń astronomiyalıq kesteleri evropa tillerine keyinirek qıtay tillerine awdarılǵan.

Al Xorezmıy 9 shıgarmanıń avtorı bolıp tabıldı. Olardan bizge shekem 7 shıgarma jetip kelgen.

Házirgi waqtılardaǵı internet tarmaǵındaǵı kóp sanlı enciklopediyalar boyinsha Ál-Beruniy (Abiwy Reyxan Muxammed ibn Axmed ál Beruniy), parsı tilindegi arab tilinde, ingliz tilinde Abū Rayhān Muḥammad ibn Aḥmad Al-Bīrūnī; 973-jılı 4-oktyabr kúni Kát qalasında tuwilǵan hám 1048-jılı arqa Awǵanıstandaǵı ǵazna qalasında qaytis bolǵan orta ásirlerdegi alım-enciklopediyası hám oyshı, tariyx, geografiya, filologiya, astronomiya, matematika, mexanika,

<sup>95</sup> Abu Abdullax (yamasa Abu Djafar) Muxammad ibn Musa al-Xorezmıy (parsı tilindegi arabsha: ابو ریحان بیرونی; shama menen 783-jılı tuwilǵan hám shama menen 850-jılı qaytis bolǵan) - matematik, IX ásirdegi Orta Aziya alımlarınıń eń ullılarınıń biri matematik, astronom, geograf jáne tariyxshi.

geodeziya, mineralogiya, formakogologiya, geologiya hám ilimniń basqa da tarawları boyınsha kapitallıq kitaplardıń avtorı. Beruniy óziniń dáwirindegi barlıq ilimlerdi iyelegen. Oqıwshıları tárepinen dúzilgen onıń miynetleriniń dizimi mayda hárıpler menen jazılǵanda 60 betke jaylasadı. Óziniń ilimiy jumısların arab hám parsı tillerde jazǵan [1-4].

Ál-Beruniy jasaǵan X ásirdiń aqırı hám XI ásirdiń birinshi yarımi Oraylıq Aziyada birinshiden mádeniyattiń gúllenewi, ekinshiden hár qanday mámleketter arasıńdağı basıp alıwshılıq baǵdarındaǵı urıs-jánjellerdiń kúsheyewi menen sıpatlanadı. X ásirdiń ekinshi yarımina kelip paytaxtı Gurganj (házirgi Góne Úrgenish) qalası bolǵan arqa Xorezm hám paytaxtı Kát qalası bolǵan túslık Xorezm mámleketteri bir tekli rawajlaniwǵa eristi. Kát qalasında IX ásirde tiykari salıngan Banıw Irak dinastiyasına kiretuǵın Xorezmshah, al Gurganjı bolsa Oraylıq Aziya mámleketterin VII ásirde basıp alǵan arablar tárepinen qoyılǵan ámirler basqardı.

995-jılı Gurganjlı ámir Mamun ibn Muxammed Kát qalasın baǵındırıp, Xorezmniń barlıq bólımlerin biriktirdi, Xorezmshah óltirildi, ózin Xorezmshah, al Gurganj qalasın bolsa Xorezmniń paytaxtı dep daǵazaladı. Usı dáwirden baslap Gurganjda X ásirdiń úlgisinde iri saraylar qurila basladı, qalada mádeniy oraylar qáiplesti hám bul jerlerdegi ótkerilgen májılıslerde XI ásirdiń eń iri ilimpazları jiynaldi. Xorezm aymaǵında mádeniyattiń gúllenewinde Mamun ibn Muxammedtiń ulti hám onıń aqlıǵı Áliy ibn Mamun hám Ábiw-l-Abbas Mamunlar úlken orın iyeledi.

Bul waqtıları Xorezm bir jaǵınan Samarcandlı Ilekxanniń, ekinshi tárepten qúdireti ósip baratırǵan Maxmud Əgnawiydiń qáwpi astında turdı. Usınıń aqıbetinde, ásirese Maxmud Əgnawiydiń Xorezmdegi bolıp atırǵan mádeniy hám ekonomikalıq gúllenewdi kóre almawinan 1017-jılı báhárde Hazarasp qalasındaǵı Mamunniń áskerleri menen til biriktirip, kóterilis shólkemlestiriw nátiyjesinde Xorezmshah óltirildi. Taxta Maxmudtiń atalası Abdul-Xaris Muxammed ibn Áliy otırǵızıldı. Biraq onıń hákimlik etiwi úsh-tórt aydan aspadı, 1017-jılı jaz aylarında Xorezm gárezsizlikten ayırlıdı hám tolıq Əgnawiylerdiń qol astna ótti.

Tiykarınan basqa ellerdi basıp alıwshılıq, talaw menen óziniń siyasatın júrgizgen hám Hindstan, Iran, Oraylıq Aziyanıń bir qansha aymaqların baǵındırǵan Maxmud Əgnawiy 1030-jılı qaytıs boladı. Onıń ornına ákesinen tek kemshilikli táreplerin ózine miyras etip alǵan ulı Masud taxta keledi. Basıp alıwshılıq siyaseti Əgnawiyler mámlekетin hálsıretip, 1040-jılı Seljuqlar tárepinen qulatladi. Usınıń sebebinen Xorezm qaytadan tolıq gárezsizlikke erisedi.

Minekey usınday awır, tınıshsız hám alasapıranlı tariyxıı waqıyalardıń barısında biziń ullı jerlesimiz Ál-Beruniy kamalǵa keldi hám óziniń ólmes miynetlerin dóretti.

Ábiw Rayxan Muxammed ibn Axmed Beruniydiń zamanlaslarınıń hám keyingi izertlewshilerdiń pikirlerine qaraǵanda Ál-Beruniy ismi "Qala sırtınan kelgen adam" degen mánını bildiredi. Onıń genealogiyası belgisiz. Ábiw Rayxan, Muxammed yamasa ákesiniń atı Axmed aqyń adam atları emes, al Ál-Beruniydiń ózi tárepinen oylap tabılǵan atlar bolsa kerek. Ol ata-anadan tolıq jetim qalǵanlıǵına qaramastan ayriqsha zeynliliǵı hám kitaplarǵa bolǵan intası arqasında tereń bilim alıwǵa erisen. Sol waqtıları Xorezmde bir grek ilimpazı jasaǵan. Ál-Beruniy oğan hár qanday ósimlikler, tuqımlar, miyweler terip alıp kelip, olardıń atlarınıń grek tilinde qalay atalıwin hám jazlıwin úyrengен. Kishi jaslarında ol joqarıda atı atalǵan Banıw Iraklar dinastiyasına kiriwshi bir qatar adamlarıń dıqqatın ózine qaratqan hám olardıń úyelerinde tárbiyalanǵan. Solardıń ishinde astronomiya hám matematika boyınsha áhmiyetli ilimiy jumıslardıń avtorı Ábiw Nasır Mánsúr ibn Irak Ál-Beruniydiń ilimpaz bolıp qáipleśiwine óziniń tikkeley tásırın tiygizdi. Ibn Irak Xorezmshahqa arnalǵan "Shah almagesti", "Azimutlar kitabı", "Matematikalıq tárbıya", "Aspanní shar tárizligi ekenligi haqqında kitap" hám basqa da miynetlerdiń avtorı. Birinshiler qatarında ol tegis hám sferalıq úsh müyeshlikler ushin sinuslar teoremasın dálilledi. 16 jastan baslap Ál-Beruniy sol Ibn Iraktıń bassılığında báhárgı hám gúzgi kún teńlesiw waqtlarında Kát qalasındaǵı Quyashtiń biyikligin ólshegen. Bul nátiyjeler izsiz qalǵan joq, al alımnıń sońǵı jazǵan kitaplarında óz ornın taptı. Al 17 jasına shıqqanda Ál-Beruniy óz betinshe izertlew jumısların basladı.

Tariyxshılar qaldırıp ketken miyraslarǵa qaraǵanda, sol dáwirlerde Kát qalasında áhmiyetli sawda jolları kesilisken, suví tolǵan arnalardıń jaǵalarında bay hám iri bazarlar islep turǵan. Qalada hár qanday ilimiy hám mádeniy jańalıqlardı alıp keliwshi hám barlıq ellere taratiwshı sırt elli miymanlar kóp bolǵan. Mine, sonlıqtan da bunnan mıń jıl burın házirgi Beruniy qalasınıń ornında turǵan Káttıń jer júzilik áhmiyetke iye siyasiy, ekonomikalıq hám mádeniy oray bolǵanlıǵı ayriqsha tilge alınadı. Tap usı jaǵdaylar keltirip shıgaratuǵın máselelerdi sheshiw zárúrlıǵı hám sol waqtardaǵı adamlarıń bilim dárejesine bolǵan talaplar Ál-Beruniydiń ilimiy-dóretiwshilik

miynetine baǵdar berdi. Alımnıń miynetleriniń nátiyjeleri eń áwelden baslap-aq adamzattıń álemdi kóriw gorizontların keńeytti hám jer júzi xalıqlarınıń iygilikleri ushin kóp ásirler dawamında xızmet etti.

Joqarıda sóz etilgendey, 995-jılı ámir Mamun ibn Muxammed tárepinen Kát basıp alındı. Usıǵan baylanıslı taxttan túsirilgen hám qazalanǵan Xorezmshah penen tikkeley baylanıslı bolǵanlıǵı sebepli Ál-Beruniy Rey qalasına (házirgi Tegerannıń bir bólimi) qashıwǵa májbúr boladı. Usı waqıyaǵa baylanıslı alım kóp jıllar ótkennen keyin bilay jazadı (bul maqalada alımnıń miynetlerinen úzindiler házirgi ádebiy tilge jaqınlastırıp awdarılǵan): "Hár qanday baxıtsızlıqlardan qáwipsizlikti hám tınıshlıqtı úmit etkenlikten algan nátiyjelerimdi yadlaǵanım joq. Olardı tek jazıp alıw menen sheklendim. Baxıtsızlıq kútılmegende basıma túskende jazıwlarmnıń barlıǵın hám meniń turısip islegen miynetlerimniń jemislerin tolıq joq etti"

Rey qalasında jas alım dáslep hár tárepleme qyıñshılıqlarǵa ushırasıdı. Biraq, keyinshelik ol sol waqıtłardaǵı belgili astronom, matematık hám astronomiyalıq ásbap-úskeneler soǵıwshi, házirgi Tájikstannıń Xojent qalasınan shıqqan Ábiw Maxmud ál-Xojendiy menen tanısadı. Ol kisi haqqında Ál-Beruniy "Astrolyabiya hám basqa da astronomiyalıq ásbaplar soǵıwda óz dáwirindegi ayriqsha qubılıs" dep jazdı. Astronomiyalıq ásbaplar soǵıw boyınsha Ál-Xojendiydiń tálimatı XV ásırdegi Ulıgbek observatoriyasındaǵı sekstetti salıwdı fundamentalıq tiykar boldı. Sonlıqtan da Ál-Xojendiydi bolajaq ullı alımnıń tábiyattanıw ilimindegı qatań eksperimentallıq usıllardıń tiykarın salıwshıldıń biri bolıp jetilisiwine tikkeley tásırın tiygizdi dep esaplay alamız. Al Ál-Beruniydiń dóretken iliminiń ózi bolsa, eksperimentallıq jaqtan qatań tiykarlanganlıǵı menen ajıralıp turdı hám ılayıqlı bahalandı.

Aradan eki jıl ótkennen keyin ámir Mamun qaytıs boladı hám onıń ulı, jańa Xorezmshah Áliy ibn Mamunniń shaqırıwı menen Ál-Beruniy 997-jılı Kát qalasına qaytip keledi. Tap usı waqitta onıń Buxara qalasında jasap atrıǵan ózinen segiz jas kishi Ibn Sina menen xat jazısıwı arqalı Aristotel tálimatı boyınsha diskussiyası baslandı. Bul xatlardan alımnıń filosofiya boyınsha da tereń biliimge iye, pikirleriniń keskin jáne ótkir ekenligi ayqın kórinedi. Sonıń menen birge usı dáwirde Ál-Beruniydiń bizge jetip kelgen dáslepki "Sekstat", "Kartografiya" hám "Astrolyabiya" shıgarmaları dóretildi.

Biraq, Kát qalasında ilim-izertlew islerin tereń hám keń túrde júrgiziwge imkaniyat bolmadı. Bul jerdegi ornatılǵan ilimiý ásbap-úskeneler Ál-Beruniydi qanaatlandırmadı. Sonıń aqıbetinde 999-jıldıń basında ol óz watanın taslap Kaspiy teńiziniń túslik boylarına ketedi hám sol jerdegi Gurgan qalasında óziniń eń bas muǵallimi - astronom hám shipaker Ábiw Saxlem Iysa ál-Masixiy menen ushırasıdı. Usınıń menen birge Ál-Beruniy Gurgan hám Tabaristan ámiri Ziyarid Qabus ibn Wáshmgirdiń ǵamxorlıǵında boladı hám oǵan arnalǵan óziniń kóp ásirler dawamında jer júzilik áhmiyetin joǵalpaǵan "Xronologiya" ("Ótken áwladlardan qalǵan estelikler") atlı birinshi iri shıgarmasın dóretti [5]. Bul kitaptıń jazılıwı pútkil Shıgis ilimi ushin úlken waqıya bolıp esaplanadı. Sonlıqtan da kóphsilik tariyxshılar jer júzi iliminiń rawajlanıwındaǵı XI ásirdıń birinshi yarımin "Ál-Beruniy dáwiri" dep ádıl túrde ataydı.

Gurgan qalasında alım tárepinen altı jıl dawamında 15 ilimiý miynet, sonıń ishinde 2 kitap dóretildi. Bul waqıt alımnıń ilimdegı jedel túrdegi dóretiwshilik dáwiriniń baslaması bolıp tabıladı.

1004-jıldıń basında Xorezmshah Áliy ibn Mamunniń shaqırıwı menen Ál-Beruniy Gurganj qalasına jumıs islewge keledi. Al 1010-jıldan baslap taxtqa jańadan otırıǵan Ábiw-l-Abbas Mamun ibn Mamunniń ilim másaileleri boyınsha bas keńesgoyı sıpatında alım mámlekетlik islerge aralasadı. Sonıń menen qatar keyingi miynetlerinde óz sáwlesin tapqan astronomiyalıq, mineralogiyalıq hám matematikalıq izertlewlerin dawam etedi. Gurganjǵa Kát qalasınan matematik Ábiw Nasır Ibn Irak, Buxaradan Ibn Sina, basqa da aymaqlardan filosof Ábiw Saxl Masixiy, shipaker Ábiw-l-Hasan Hammar hám basqa da belgili ilimpazlar kelip isley baslaydı. Nátiyjede bul aymaq Ózbekstan Respublikasınıń birinshi Prezidenti I.Karimovtıń arnawlı pármanı menen 1997-jılı qayta tiklengen "Mamun akademiyası" dep atalatuǵın iri ilimiý orayǵa aylanadı. Ál-Beruniydiń "Salıstırmalı salmaqlar" ("Kólemi hám salmaǵı boyınsha metallar hám qımbat bahalı taslar arasındaǵı qatnaslar haqqında kitap") atlı miyneti jarıq kóredi. Bul ilimiý miynette Arximed tárepinen ashılgan hám onıń atı menen atalatuǵın belgili nızam tiykarında házirgi "Materialtanıw" iliminiń sol waqıtları biziń úlkemizde rawajlanıwına úlken salmaq qosılǵanlıǵıń kóremiz.

Gurganj qalasında jasaǵan dáwirinde Ál-Beruniydiń qolında kóp sandaǵı jetilistirilgen ilimiý ásbap-úskeneler boldı. Ol ózindegi diametri 3 metrlik kvadranttıń járdeminde júrgizgen

astronomiyalıq izertlewlerin toqtatpadı. Gidrologiyalıq hám fizikalıq izertlewler menen shuǵillaniwdı basladı. Biraq joqarıda aytılganınday Xorezmdi Maxmud Ғaznawiydiń basıp alıwına baylanışlı Ál-Beruniy 1017-jıldın jaz aylarında Gurganjı taslap Ғazna qalasına kóshiwge májbür boldı. Tutqınlar qatarında bolǵanlıǵına qaramastan, ol Ғaznaǵa ózi menen tolıq ilimiý arxivin alıp ketedi hám ol jerje bariwi menen quramalı jáne qıyın jaǵdaylar orın alǵan bolsa da, teperishlik penen izertlew jumısların dawam etiwge kiristi.

Óz gezeginde Maxmud Ғaznawiy zamanınıń aldıńǵı qatar bilimli adamlarınıń biri edi. Ol óz átirapına belgili ilimpazlardı, shayırlardı, sayaxatshılardı jiynaǵan. Olardıń wazıypası tiykarınan Maxmud Ғaznawiydiń dańqın mángilestiriwden ibarat bolǵan. Sonıń sebebinen, misali, orta ásırlerdegi belgili shayır Ferdawsıydiń "Shahnama" shıǵarması dўnyaǵa keldi. Ál-Beruniydiń óziniń jazıwi boyınsha onıń semyasındaǵı hayal-qızlar da bilimli bolǵan hám hátte ilimiý isler menen de shuǵillanǵan. Islam Shıǵısında birinshi ret Maxmud Ғaznawiy 1018-1019 jılları mámlekетlik medrese saldırǵan hám oǵan kóplegen kitaplardı, qoljazbalardı jiynatqan. Sonıń menen birge ol islam dinin endiriw siltawi hám dinsizlerge qarsı ǵazawat bayraǵı astında qońsı mámlekетlerge bolǵan urısların toqtatqan joq. Biraq bul shin mánisinde basqınhılıq urısları edi. Misali 998-1030 jıllar aralığında Maxmud Hindstanǵa, tiykarınan onıń Penjap hám Káshmir wálayatlarına 17 ret topılıs jasadı.

Dáslepki waqtları Ғaznada Ál-Beruniye salqın qatnas jasalǵan. 1018-jılı onıń iqtıyarında hesh qanday astronomiyalıq ásbap bolmadı. Biraq, 1019-jılǵa kelip, Ál-Beruniy diametri 4.5 metrge teń joqarı dállikte ólsheytuǵın kvadrantqa iye boldı. Bunday ásbap sol waqtqa shekem onıń qolında bolmaǵan edi. Sonıń menen birge Ál-Beruniy qosımsa ásbap-úskenele soǵıp alıw múmkınhılıgine de iye boldı. Sonlıqtan da, alımnıń Ғazna qalasındaǵı ómiriniń ilimiý nátiyjeler menen tabıslı bolıwi ushın qolaylı sharayatlar jetkilikli dárejede jaratıldı dep boljap ayta alamız.

1022-1024 jıllarda Hindstanǵa bolǵan topılıslar dáwirinde Ál-Beruniy Maxmud Ғaznawiydiń qasında boldı, al 1034-jılı óz watanına barıp qaytiw múmkınhılıgine eristi. Ol ómiriniń qalǵan bólimin tolıǵı menen Ғazna qalasında ótkerdi. Alımnıń bul qaladaǵı ómirin tómendegidey úsh bólime bóle alamız:

Deslepki 1018-1029 jıllardı "Geodeziyalıq" dáwir dep ataymız. 1025-jılı onıń jer júzine taralǵan "Geodeziya" ("Elatlı punktler arasındaǵı qashıqlıqtı anıqlaw ushın orınlardıń shegaraların belgilew") atlı miynetı jarıqqa shıǵıp, onda 990-jıllardan baslap jiynaǵan hám ózi tárepinen alıngan ilimiý nátiyjelerdi ulıwmalastırıdı [6]. Ál-Beruniy bul miynetı haqqında bılay jazadı: "Meniń sózimde (miynetimde) aytıwǵa umtilip atırǵan aqırǵı maqsetim... belgili bolǵay. Egerde onı ulıwma túrde alsaq Jerdiń qálegen ornınıń koordinataların shıǵıs hám batis arasındaǵı uzınlıq, arqa menen túslik arasındaǵı keńlik boyınsha, sonıń menen birge orınlar arasındaǵı qashıqlıqtı, azımutlardı bir birine salıstırıp anıqlaw usılların bayanlaw bolıp tabıladı".

"Geodeziya" miynetı úlken kirisiw bólimin, bes teoriyalıq baptan hám aqıń geodeziyalıq máselelerdi sheshiwge qaratılǵan misallardan turadı. Bul kitaptıń dórewinde Ál-Beruniydiń Jer sharınıń ólshemlerin anıqlaw boyınsha Hindstandaǵı Nandna qorǵanınıń qasında ótkergen esaplawları ayrıqsha áhmiyetke iye. Onıń alǵan nátiyjeleri boyınsha Jer sharınıń radiusı 6613 km ge teń (házırkı zamandaǵı qabil etilgen mánisi 6371 km). Usı tiykarda Ál-Beruniy hár qanday qalalardıń yaması berilgen orınlardıń astronomiyalıq usıllar menen anıqlanǵan keńlik hám uzınlıqları boyınsha sferalıq Jer betiniń qaysı noqatına sáykes keletügınligin anıq ayta alıdı. Biziń ullı jerlesimiz áyyemgi grek iliminde dástúrge aylanǵan adamlar tek ǵana Jer sharı betiniń bir shereginde jasayıdı degen kóz-qarası menen pútkilley kelispedi. Evropaniń batisı menen Aziyanıń shıǵısınıń Jer sharınıń árgı tárepi arqalı qanday qashıqlıqlardan keyin tutasatuǵınlıǵıñ bahalay alıdı hám ol tárepte qurǵaqshılıqtıń bar ekenligin durıs boljadı. Álbette, bul boljaw keyinirek durıs bolıp shıqqan bolsa da Ál-Beruniydi Amerikanı birinshi bolıp ashti dep pikir aytıw haqıyqatlıqqa sáykes kelmeydi.

Ál-Beruniydiń "Geodeziya" miynetinde Afrika materiginiń formaları, Baltıq, Aq teńiz, Qıtayıń shıǵıs tárepleri haqqında jeke boljawların sıpatlaydı hám óziniń teńizler teoriyasın bayanlaydı. Bul miynette Ámiwdáryaniń Kaspiy teńizine quyǵanlıǵı haqqında maǵlıwmatlar keltirilgen. Sonday-aq kitapta Ál-Beruniydiń 990-jılları Jerdiń yarım shar túrindegi modelin (yarım globustı) dóretkenligin jazadı. Solay etip ullı alımmızdıń dўnyaǵada birinshi bolıp globustı soqqanlıǵı haqqında maǵlıwmatqa iye bolamız.

Orta ásırlerdegi pútkıl arab geografiyası boyınsha ádebiyatta Ál-Beruniydiń "Geodeziya" hám basqa da miynetlerinde bayanlangan geografiya salmaqlı orın tutadı.

Gazna qalasında alımımız tárepinen 1030-jılı jarıqqa shıgarılğan hám Jer jázi ilimi menen pútkil adamzat mádeniyatında kórnekli orın tutatuǵın miynet "Hindstan" (tolıq atı "Aqlǵa muwapiq keletuǵın yamasa biykarlanatuǵın hindlerge tiyisli tálimatlardı túśindiriw") dep ataladı [7]. Bul kitaptı jazıw ushın materiallardı alım Hindstanǵa bolǵan saparında, sonday-aq Maxmud ǵaznawiydiń áskerlerine tutqıńga túskenniń ilimpazlardan, áskerbasılardan hám basqa da sawatlı adamlardan jiynaǵan. Bul haqqında Ál-Beruniy "Men múmkınhılıgine qaray ózimniń barlıq kúshimdi hind kitaplarıń tabıwǵa hám sol kitaplar jasırılğan orınlardı biletuǵın adamlardı izlewge jumsadım" dep jazadı.

Hind ilimi menen mádeniyati jer jázi ilimi menen mádeniyatınıń rawajlaniwına áyyem zamanlardan berli óziniń unamlı tásirin tiygizip keldi. Solardıń ishinde, misalı, házirgi waqtıları pútkil jer jázinde qabil etilgen arab cifrları dep atalatuǵın cifrlar (toǵız cifrǵa hám nolge tiykarlangan onlıq sistema) shin mánisinde VII ásırlerde tolıq qálipesken, sońinan dáslep arablarǵa, keyinshelik evropahılarǵa taralǵan hind cifrları bolıp tabıladi.

Ál-Beruniydiń "Hindstan" miynetinde Hindstanniń ruwhiy mádeniyatınıń ózgesheliklerin bayanlaw tiykarǵı orındı iyeleydi. Bul jerde avtordıń hindlerdiń geografiyalıq hám kosmologiyalıq kóz-qarasıları menen tolıq tanıs ekenligi qálegen oqıwshını tańlandıradı. Kitaptıń 80 babınıń hámmesinde de Ál-Beruniy óziniń ulıwma eskertiwlernen keyin kóp sandaǵı hind avtorlarınıń jumıslarınan úzindiler keltirip, olardı musılmancıń, áyyemgi greklerdiń, iranlılardıń, qıtaylılardıń hám basqa da xalıqlardıń teoriyaları hám óziniń jeke pikirleri menen salıstırıdı. Usınday jollar menen ilimdi túśindiriwdıń, basqa xalıqlarǵa jetkiziwdıń áhmiyetin hesh nárse menen salıstırıp bolmayıdı.

Ál-Beruniy "Hindstan" kitabı menen bir qatarda 1029-jılı "Juldızlar haqqında ilim" degen miynetin de jazıp pitkerdi (Kitab al-Tafxim) [8]. Bul kitap astronomiya menen astrologiyani úyreniwshiler ushın oqıw quralı bolıp tabıladi hám col waqtıları áhmiyetli bolǵan 530 sorawǵa juwaptı óz ishine qamtydı. Eń qızığı sonnan ibarat, avtor bul miynetin óziniń ana tili bolǵan xorezm tilinde emes, al arab hám parı tillerinde jazǵan hám olar biziń dáwirimizge shekem tolıǵı menen kelip jetken. Ál-Beruniy usı kitaptıń kirisiw bóliminde "Ál-Beruniy aytti: oqıw hám qaytalaw arqalı álemniń dúzilisin biliw hám aspanniń, Jerdiń figurası qanday, olar arasında ne bar ekenligin úyreniw juldız sanaw óneri ushın júdá paydalı. Óytkeni usınday jollar menen tálim algan adam ǵana bul óner menen shugillaniwshıllardıń paydalantuǵın tilin úyrenedi hám sózleriniń mánisine túsinedi. Bul ónerdiń hár qanday sebeplerin hám dálillewlerin úyrenip oğan erkin oy juwırtıw arqalı qatnas jasayıdı. Sonlıqtan bul kitaptı ál-Hasanniń qızı xorezmli Rayxanǵa onıń ótinishi boyınsha túsinıw jeńil boliwi ushın soraw-juwap túrinde dúzdim..." dep jazǵan.

Oqılıwi jeńil bul kitapta alımnıń danışpanlıǵı ayriqsha dárejede kórinedi. Kitap "Geometriya", "Arifmetika", "Astronomiya", "Geografiya", "Astrologiyalıq astronomiya", "Astrologiya" hám basqa da bólimlerden turadı jáne óziniń kórsetpeliliǵı menen hár bir oqıwshını tańlandıradı. Misal retinde "Qus joli degen ne?" degen mazmundaǵı 167-sorawdı alıp qaraymız. Juwapta Qus jolınıń sırtqı formalarınıń qanday ekenligin hám qanday juldızlar toparı arqalı ótetüǵınlıǵınya aýta kelip "Aristotel Qus jolin tútin túrinde shashıraǵan oǵada kóp sandaǵı juldızlardan turadı dep esapladi, olardı hawadaǵı dumanlar hám bultlar menen salıstırıdı" dep jazadı. Bul misal danışpan alımımızdıń haqıyqatlıqtı durıs kóre hám bahalay alganlıǵın ayqın dálileydi.

1030-1037 jıllar Ál-Beruniydiń ómiriniń dóretiwshilik dáwiriniń eń joqarǵı shıńı bolıp tabıladi. Bul dáwirde taxta Maxmudıń ulı Masud otırdı. Elde Ál-Beruniye degen isenim hám húrmet arttı. Oğan jemisli miynet etiwi ushın tolıq jaǵdaylar jaratıldı. Usı waqtıları ol óziniń hesh qashan áhmiyetin joǵaltpaytuǵın astronomiya hám matematika boyınsha enciklopediyalıq miynet bolǵan "Masud kanon" in jarattı [9]. Álbette, 1030-jılı 57 jasqa shıqqan alımnıń ózi astronomiyalıq hám basqa da ólshewler menen tikkeley shugıllana algan joq. Ol bul dáwirde tiykarınan óziniń zamanına shekemgi ilimdi (kitapta 490 alımnıń bul tarawdaǵı jumısları haqqında málimeleme keltirilgen), jas waqtılarında algan ilimiń nátiyjelerin ulıwmalastırıdı hám kelesi áwladlar ushın kitaplar túrinde mánıǵı miyras bolatuǵın estelikler qaldırdı.

Dúnyalıq ilimiń ádebiyatta adamzat tariyxında tábiyattanıw boyınsha shıqqan hám onıń bunnan bilay rawajlaniwına óziniń tikkeley tásirin tiygizgen eń áhmiyetli eki-úsh miynettiń birewi grek ilimpazı Klavdiy Ptolemeydiń biziń eramızdıń II ásırında jazılǵan "Almagest" kitabı bolıp esaplanadı dep aytrıw qabil etilgen. Biraq, ádillik ushın "Masud kanonı" niń "Almagest" ten mazmununuń tereńligi, keltirilgen ilimiń nátiyjelerdiń keńligi, aniqlıǵı hám dálıǵı boyınsha anaǵúrlıım joqarı turatuǵınlıǵıń ayriqsha atap ótemiz. Sonıń sebebinen, misalı, aradan 200 jıl ótkennen keyin dúnyaǵa belgili arab

geografi Yakut "Masud kanonı" niň jer betindegi matematika hám astronomiya boyınsha barlıq kitaplardı almastırǵanlıǵın, al avtorınıń áhmiyetiniń Ptolemydiń jer júzi iliminde tutqan áhmiyetinen de asıp ketkenligin dálillep kórsetti.

Kitaptıń kirisiw bóliminde avtor bılay jazadı "Men barlıq waqıtta matematikanıń bir tarawı menen (astronomiya menen - B.A.) tıǵız baylanısta boldım, oǵan jarmastım, oǵan ózimdi baǵışladım. Bul taraw meni dúnyaǵa keliwimnen baslap-aq úzliksiz qızıqtırdı. Sonlıqtan ózimdi danalıq móri basilǵan Masudtiń kitaplar baylıǵına xızmet etiwimdi, Masudtiń abıraylı, biyik atı menen atalatuǵın astronomiya óneri boyınsha kanondı dúziw kerek dep taptım... Bul kitap basqa jazba estelikler arasında eń kóp jasaytuǵın hám eger iǵbal alıp bara qoyǵan jaǵdaylarda Jer júzindegı hámme orınlarda paydalaniwǵa jaraytuǵın qollanba boladı.

... Hár kimge óz tarawı boyınsha ne islewi kerek bolsa men de sol jol menen júrdim. Ózime shekemgi ilimpazlardiń miynetlerin húrmet penen qabil ettim, qátelikleri tabılǵan jaǵdaylarda tartınbay düzettim.... Men ullı hám mártebeli Alla-taalaga usı niyetimniń ámelge asıwında meni qollawın hám durıs jol kórsetiwin sorap tabınaman. Hár bir insanniń tábiyatına tán bolǵan qátelikler jiberiwden saqlagay dep Allaǵa sıynaman".

Kitapta tiykar etip alıngan kóz-qaras boyınsha "Dúnya tutası menen alganda ishki bólimi qozǵalmaytuǵın shekli sfera tárizli dene... Sheńber boyınsha qozǵalatuǵın dúnyanıń bólimin joqarı dýnya, al turısı sızıq boyınsha qozǵalatuǵın dúnyanıń tómengi dýnya dep atawǵa boladı... Sheńber boyınsha qozǵalıwshi denelerdiń jiynaǵın ulıwma túrde efir dep ataymız... Efir jeti planeta boyınsha biri birine tiyip turatuǵın jeti sferaǵa bólinedi. Jeti sferanıń ústinde barlıq qozǵalmaytuǵın juldızlar ornalasqan segizinshi sfera jaylasadı.

Hár bir planeta dúnyanı tártipke salıp turiwshi jaratiwshınıń qúdiretliliǵi hám danalıǵı menen dóretilgen hám ózleri ushın anıqlanǵan wazıypalardı orınlaw ushın dúnyada ornatılǵan nızamlar boyınsha qozǵalıp júredi", - dep jazadı alım.

Álbette, óziniń dúnyaǵa bolǵan kóz-qaraslarında Ál-Beruniy áyyemgi grek astronomı Klavdiy Ptolemeydiń Almagest miynetinde sáwlelengen dúnyaǵa bolǵan kóz-qaraslardı tolıǵı menen qabil etken. Egipettede Aleksandriya qalasında jasaǵan hám astronomiyaliq baqlawların ótkergen Klavdiy Ptolemey (áyyemgi grek tilinde Κλαύδιος Πτολεμαῖος, latin tilinde Claudius Ptolemaeus, biziń eramızdıń shama menen 100-170 jılları ómir súrgen) ellinler dáwiriniń eń sońǵı astronomı, astrologı, matematigi, mexanigi, optigi, muzıka teoretigi hám geografi bolıp tabıladı. Onıń klassikalıq "Almagest" miyneti áyyemgi aspan mexanikası menen astronomiyaniń rawajlanıwınıń juwmaǵı, sol dáwirlerdegi Greciya menen Jaqın Shiǵıstaǵı astronomiyaliq bilimlerdiń tolıq jiynaǵı bolıp tabıladı [10].

Ál-Beruniy barlıq miynetlerinde, sonıń ishinde ayriqsha "Masud kanonı" kitabında ózine shekem qáliplesken tómendegidey kosmologiyaliq jaǵdaylardi tolıq qabil etken: aspan óziniń formaları boyınsha da, qozǵalısı boyınsha da sferalıq, Jer óziniń forması boyınsha sfera tárizli, Jerdiń orayı pútkıl Álemlıń orayna sáykes keledi, aspan sferasınıń ólshemlerine salıstırǵanda Jerdiń ólshemleri sezilerliktey úlken emes, Jerdiń ózi hesh qanday qozǵalısqatnaşpaydı, aspanda batıstan shıǵısqaray hám shıǵıstan batısqaray bolǵan qozǵalıslardıń eki túri ámelge asadı.

Álbette, házirgi zaman kóz-qarasları boyınsha nadurıs bolǵan bunday kosmologiyaliq jaǵdaylardiń alım tárepinen qabil etiliwi fizika ilimindegi qozǵalıs nızamlarınıń ol dáwirde ele ashılmaǵanlıǵınıń sebebinen bolıp tabıladı. Bul nızamlar Ál-Beruniy zamanınan altı ásirden soń belgili astronomlar N.Kopernikiń geliooraylıq sistemasi jáne I.Keplerdiń atı menen atalatuǵın planetalardıń qozǵalıs nızamları tabılǵannan keyin XVII ásırde I.Nyuton tárepinen tolıq ashıldı hám pútkıl tábiyattanıwdı durıs jolǵa saldı. Biraq, bunday jaǵday alımnıń bunnan derlik miń jıl burın jazılǵan miynetiniń qunıń, gózzallıǵıń, adamlardı ózine tarta alıw qábiletliligin hesh qanday tómenlete almaydı.

Ál-Beruniy ózinen keyin astronomiyada qanday jańalıqlardıń ashılatuǵınlıǵıń kóz-aldına eleslete almadı. Sebebi, "baqlaw astronomiyası" dep atalatuǵın astronomiya menen shuǵıllanǵan ullı alım aspan denelerin óziniń kózi menen baqladı, al ólshewlerdi astrolyabiya siyaqlı ápiwayı qurallardıń járdeminde alıp bardı.

Biz baqlaw, izertlew qurallarınıń ilimde tutqan ornınıń ullı ekenlige minaday misal keltiremiz. AQSh taǵı kosmos keńisligin izertleytuǵın NASA agentligi tárepinen 1990-jılı 24-aprel kúni kosmos keńisligine ushırılgan Xabbl dep atalatuǵın teleskoptıń járdeminde birinshi 10 jıldır ishinde alıngan ilimiý maǵlıwmatlardiń kólemi 1990-jılǵa shekem pútkıl adamzat tárepinen jıynalǵan

astronomiyalıq maǵlıwmatlardan kóleminen úlken bolıp shıqtı. Al házirgi kúnleri islep turǵan hár qıylı observatoriyalardıń múmkinshilikleri pútkeley joqarılap ketti. Bunday dáwirlerde adamzattıń rawajlanıwi da úlken pátler menen júredi hám házirgi 10 jılıqlar buringı bir neshe ásirlerge tatiydi.

Çaznawiyler mámleketi qulaǵannan keyingi 1040-1048 jılları Ál-Beruniy Çazna qalasın taslap ketken joq. Bul aqırğı dáwir onıń dóretiwshilik energiyasınıń tómenlew, kekseliktiń baslanıw, den sawlıgınıń, ásirese kózleriniń kóriwiniń páseyiw dáwiri boldı. Alım astronomiya ilimi menen shugıllanıwdı pútkeley toqtattı, al onıń ornına mineralogiya hám farmakognoziya boynsha jumıslarǵa tiykargı dıqqattı qarattı. Nátiyjede Ál-Beruniy bul waqtıları adamzat tariyxınıń ólmes estelikleri bolıp qalǵan "Mineralogiya" (tolıq atı "Qimbat bahalı zatlardı tanıw ushın arnalǵan málimelemelerdiń jiynaǵı") hám "Farmakogneziya" ("Medicinalıq dárlıler haqqında kitap") miynetlerin dóretti [11-12]. Alım shipaker bolǵan joq, sonıń menen birge dárlılik qásıyetleri bolǵan ósimliklerdiń, basqa da zatlardıń adam organizmine tásırı haqqında pikirlerin jazǵan joq. Al "Farmakogneziya" bolsa Ál-Beruniy zamanına shekemgi dárlılık zatlar haqqındaǵı jer júzilik tálimatti qamtytuǵın enciklopediyalıq miynet bolıp tabıladı.

Ómiriniń aqırğı kúnlerine shekem Ál-Beruniy 140 tan aslamıraq miynet jazdı. Solardıń ishindegi 113 miynettiń dizimin 1036-jılı ózi jazıp qaldırdı hám bul dizim biziń dáwirimizge shekem jetip keldi. Házirgi áwladıń qollarına kelip jetken miynetleriniń sani 26 hám olar alımnıń eń áhmiyetli shıgarmaların qurayıdı. Házirgi kúnleri Ál-Beruniydiń miyrasların izlep tabıw jáne qayta tiklew jumısları jer júzi masshtabında júrgızılıp atır.

Ál-Beruniy 60 jılday jemisli miynetinen keyin 1048-jılı dekabr ayında Çazna qalasında 75 jasında Masudtuń ulı Máwdittiń kishkene ǵana sarayında qaytıs boldı. Alımnıń ómiriniń aqırğı saatları haqqında tómendegidey tariyxıň maǵlıwmatlar bar.

Házirgi jıl esaplaw boyinsha 1048-jılı 11-dekabr kúni keshte onıń jaǵdayları tómenlegen hám usıǵan baylanıslı saray xızmetkeri Ábiw Fazılǵa Ábiw Hámidi tez shaqırıwdı soraǵan. Ol aqıl-hushın joǵaltpay, tolıq sanasında qaytıs bolǵan. Átirapındagılardıń jıllı júzlilik penen atların aytıp, olarǵa jaqsı tilekler tilegen. Ál-Beruniydiń alaqanına shekesin tiygizgen qazı Ábiw Xasan Wálwáliyjiyden "Hiylekerlik jollar menen tabılǵan paydanı esaplaw usılları haqqında sen maǵan bir waqtıları ne aytqan ediń?" dep soraǵan. Usı sorawdı esitken Ábiw Xasan Wálwáliyjiy "Usınday awhalda turıp sorap atırsań ba?" dep tańlangan. Al Ál-Beriwniy bolsa "Usı nárseni bilip bolıp bul dúnýadan ketiw dúnýadan nadan bolıp ketkennen jaqsı gó". Alımnıń usı gápin esitip hámme kúlgen, al Ál-Beruniy bolsa kózin aqırğı ret jumǵan.

Ómiriniń aqırında onıń biytaplıq hám awır halinan xabardar bolǵanday ilimpazdıń ya bala-shaǵası, ya aǵayın-tuwǵanı bolǵan joq. Alımımızdıń qádir-qımbatın bilgen az sandaǵı saray ilimpazları, basqa da aldińǵı qatar adamlar onı eń aqırğı jolǵa shıǵarıp saldı hám basına elespesiz maqbara ornattı.

Solay etip biziń atı álemge belgili alımımız aqırğı demi jetkenshe ózin ilimge baǵıshladı. Onıń nesiybesine awır ómir tiydi. Jaslıq shaǵı kisi esiginde, ómiriniń qalǵan bóleginiń derlik barlıǵı patshalar, xanlar saraylarında ótti. Sonlıqtan da Ál-Beruniy babamız keyingi áwladqa óziniń kitaplarından basqa hesh nárse de qaldıra almadı.

**Mırza Ulug̊bek.** Bir yarım ásirdey húkimlik etken mongol tatarlarınıń awhali XIV ásirdıń ortalarında biraz quramalasti. Máselen, tariyxıń dereklerden biz usı ásirdıń 40-jılları Maverennaxrda mongol tatarlarından Qazan xandi ushıratamız. Bul xan óziniń ústemliğin arttıriw barısında urıw hám taypalardiń bassıhıları menen dushpanshılıǵın kúsheytti. Usınday jaǵdaylarǵa baylanıslı 1346-jılı Qazan Qazaǵan bassılıǵındaǵı urısta óltırıldı. Ol Maverennaxrǵa ústemlik ete basladı. Al burıngı Shaǵatay mámlekетiniń qalǵan bólegi dulatlar urıwınıń bassıhıı bolǵan basqa áskerbasınıń qol astına ótti. Bul adamlar Shińgisqanniń urpaqlarının emes. Sonlıqtan da, joqarıda atı keltirilgen adamlardıń mámlekет basına keliwin mongol tatarlarınıń húkimliginiń Maverennaxrdaǵı aqırı dep qarawımızǵa boladı.

Qazaǵanniń ózi óziniń kúyew balası tárepinen 1358-jılı óltıriledi. Bunnan keyin húkimlik onıń balası Abdullaǵa ótti. Maverennaxrdıń paytaxtı Samarqandqa kóshiwi Abdullanıń atı menen baylanıslı. 1362-jılı mongol xanı Tuluk-Timur Maverennaxrdı qayta basıp aliw maqsetinde shabılıw jasadı. Bolajaq ámir Timurdiń birinshi sátlı áskeriy xızmetleri baslandı hám ol Shaxrisabz benen Qarshınıń hákimi etip tayinlandı. Qazaǵanniń aqlıǵı bolǵan Huseyn menen Timur birgelikte háraket etti, birese bir-birine qarsı gúres júrgızdı. Usınday háraketlerdiń nátiyjesinde Timur 1370-jıldan baslap paytaxtı Samarqand bolǵan Maverennaxrdıń ámırı dárejesine jetti.

Timur tárepinen hákimshilik etilgen mámleket musılmán hám persiya mádeniyatlarınıń elementleri bar, türk-mongol áskeriy dúzimli mámleket edi. Altın ordanı qıyratiwi. Iranga, Kavkaz ellerine, Indiyağa, Kishi Aziyağa bolǵan basıp alıwshılıq topılışlarınıń nátiyjesinde Timur mámleketiniń shegaraları ádewir keńeydi hám qúdireti astı. Samarcand qalasında úlken arxitekturalıq áhmiyetke iye bolǵan saraylar, oqıw orınları salındı. Sonıń menen birge Maverennaxrdıń paytaxtınıń ekonomikalıq hám mádeniy turmısına Indiya, Qıtay, Iran, Shiǵıs Evropa menen bolǵan tıǵız qatnas ádewir tásırın jasadı.

Uluǵbek (Timurdıń balası Shaxruxtıń ulı) 1394-jılı 22-mart ekshembi) kúni Sultaniyada Timurdıń Iranga hám Kishi Aziyağa bolǵan ekinshi bes jıllıq shabıwılı waqtında tuwıldı. Balǵa Muxammed Taraǵay atı qoyıldı (Taraǵay Timurdıń ákesiniń atı). Kishkene waqtınan baslap bolajaq bilimpaz ámir Timurdıń úlken hayali Saray-Múlik xanımızǵa tárbiyaǵa beriledi. Uluǵbek 1405-jılı 18-fevral kúni Timur qaytis bolǵanǵa shekem derlik barlıq waqtıları atası júrgizgen shabıwillarda birge alıp júriledi, ámirdıń shet el elshilerin qabıllaw saltanatlarına qatnasti. Biraz jıllardan keyin Taraǵay kem-kemnen Uluǵbek (Mırza Uluǵbek) atı menen almastırıldı.

Timur qaytis bolǵannan keyin onıń balaları arasında ákeden qalǵan miyrastı bólwgə hám siyasiy ústemshilikke baylanısh úlken jánjeller, urıslar boldı. Sońǵı bes jıl ishinde mámleket tiykarınan ekiǵe bólindi. Maverennaxrda 1409-jılı taxt basında 15 jasar Uluǵbek keldi. Paytaxtı Gerat bolǵan Timur mámleketiniń túslık bólimi Uluǵbektiń ákesi Shaxruxtıń qol astına ótti.

Uluǵbektiń qanday bilim alǵanlıǵı haqqında tariyxta derlik heshnárse qalmaǵan. Onı jaslıq waqtında tárbiyalıǵan Saray-Múlik xanım da, ǵamxorlıq etken Shax-Melik te sawatlı adamlar bolmaǵan. Biraq Uluǵbektiń ákesi Shaxrux kitaplar oqıǵandı, jiynaǵandı jaqsı kórgen. Ol Gerat qalasında sol waqtardaǵı eń bay kitapxana dúzdi. Uluǵbek bul kitapxanada kóp jumis isledi. Joqarıda keltirilgen Platonnıń, Aristotel, Gippark, Ptolemey, al-Ferganiy, Al-Beruniy, Ábiw-Áliy ibn-Sino, al-Xorezmıy hám Omar-Hayyamnıń jumısları menen tanıstı.

1417-jılı Uluǵbek Samarqandta medrese salıwdı basladı. Bul qurılıs úsh jılda pitti. Medreseniń oqıtıwshıların Uluǵbektiń ózi tańlap alǵan. Mısal, retinde olardan Muhammed-Xavafidi (medresedegi birinshi lekciyanı oqıǵan adam), matematik hám astronomlar Salaxuddin-Muwsa-bin-Maxmudı (Qazızada dep te ataladı), Giyas-ad-din Jámshid bin-Masudı (bul kisi 1416-jıldın ózinde astrolyabiya haqqında traktat jazdı), Muin-ad-din-di, onıń ulı bolǵan Mansur-Qashını, Uluǵbek miynetleriniń túsındırıwshısı Áliy-ibn-Muhammed Birjanjiydi kórsetiwge boladı. Medresede tiykarǵı din tanıw menen birge matematika hám astronomiya oqıtılǵan.

Maverennaxrdıń ámırı boliwdıń barısında Uluǵbek kóplegen shákirtler de tayarladı. Olardıń ishindegi eń kórneklerinen Álewátdin Áliy-ibn-Muxammed Qusshı, keyin ala Uluǵbektiń miynetlerin xalıqlar arasında keńnen tarqatıwǵa úles qosqan Maryam Shalabiydi atap ótemiz.

Geypara tariyxiy derekler boyınsha Uluǵbektiń 1417-jılı astronomiyalıq baqlawlar júrgiziw ushın observatoriya salıwǵa baǵıshlangan keńes ótkergenin bilemiz. Bul haqqında máselen Uluǵbektiń zamanında jasaǵan Ábdırazaq Samarqandı bilay dep jazadı. „Usı maqsette ol (Uluǵbek) ózleriniń islerin jaqsı biletuǵın tájiriybelyi matematiklerdi, geometrlərdi, astronomlardı, qurılısshıldı shaqırıdı. Keńeste sol waqıttıń Platonı Salxutdin-Muwsa Qazızada, sol waqıttıń Ptolemeyi Áliy Qusshı, „iyas-ad-din Jamshid, Muwin-ad-din ... ler qatnasti“ (keyinge ekewi basqa jerlerden shaqırılgan). Uluǵbek alındıǵı qatar ilimpazlardıń bul jıynalısında sol waqtılarǵa shekem astronomiya ilimine úles qosqan Baǵdad, Damask, Isfahan, Marage observatoriyaları haqqında gáp etken. „iyas-ad-din Jamshid bin-Masud sol waqıttıǵı astronomiyalıq ásbaplar haqqında bayanat isledi. Keńes qatnasiwshıları bolajaq observatoriyyada islenetuǵın izertlew jumıslarınıń zárúrlıgin da atap kórsetken. Usı jerde Orta ásırlerdegi Oraylıq Aziya xalıqlarınıń alımlarında ózlerinen burıngı oyshıllar qaldırıǵan miyraslarǵa úlken húrmət penen qaraw, miynetlerinde ózlerinen burıngıllarıń isenimli etip tekserilgen nátiyjelerin keltiriw dástúrleriniń bar bolǵanlıǵın aytıp ketkenimiz orınlı boladı.

1417-jılgı keńeste astronomiyalıq observatoriyanıń qurılıwınıń, onıń qanday boliwınıń kerekli ekenligi haqqındaǵı máselerler sheshilgen. Usı sheshim boyınsha observatoriyyada sol waqtardaǵı eń dál ólshewler júrgiziliwiniń kerekligi, bunday ólshew jumıslarınıń ásırler dawamında alıp barılıwınıń zárúrlıgi moyınlańǵan. Tariyxiy derekler observatoriyanıń da úsh jılda pitkerilgenligin aytadı.

Joqarıda keltirilgen misallardıń barlıǵı da Uluǵbektiń ilimdegi jalǵız izertlewshi bolmaǵanın, al onıń óziniń átirapına kóplegen bilimpazlardı toplaǵanın, ilimdi, mádeniyatti rawajlandırıw maqsetinde medreseler, observatoriyalar saldırganlıǵınan derek beredi. Sonıń menen birge

medreselerde, observatoriyada kóplegen kitaplar jıynalǵan. Adamzat tariyxında bunday ámirbilimpazdı birinshi mártebe ushiratamız.

Observatoriyanıń qurılış haqqında gáptı keyinirekke qaldırımız hám Uluǵbek, onıń ilimiý xızmetkerleri tárepinen alıngan nátiyjelerdi bayanlaymız.

Uluǵbek basqarǵan ilimiý jumıslardıń eń tiykargı nátiyjeler “Uluǵbek Zidji” yaması “Quraǵaniy Zidji” dep atalatuǵın astronomiyalıq kestelerde berilgen (Quraǵaniyatı Uluǵbektiń keyin jurtına baylanıslı kelip shıqqan hám onıń zamanlasları tárepinen geyde Uluǵbek Quraǵoniy dep te atalǵan). Jigirmalaǵan jıl ishinde júrgizilgen baqlawlardıń nátiyjelerin óz ishine alatuǵın bul miynet kirisiwden hám astronomiyalıq kestelerdiń ózinen turadı. Uluǵbektiń 4 bólümnen turatuǵın kirisiwiniń teoriyalıq hám metodologiyalıq áhmiyeti ullı.

Kirisiwdiń birinshi bóliminde greklerdiń, siriyalıqlardıń persiyalıqlardıń, Qıtay xalıqlarınıń, uyǵurlardıń kalendarı, jıl, ay hám olardıń bólimleri haqqında tereń maǵlıwmatlar berilgen. Tekst Shiǵıs bilimpazları tárepinen alıngan nátiyjelerdi basqa astronomlardıń ańsat qollana aliwi ushin kóp sanlı kesteler menen bayitılǵan. 22 baptan turatuǵın ekinshi bólimi astronomiya iliminiń usılların táriyplewge baǵışlanǵan. Ushinshi bólimniń 13 babı Quyashtıń, Aydiń hám planetalardıń aspan sferasında anıqlaw usılların bayanlaydı. Qalǵan eki bap Quyash penen Aydiń tutılıwlارın óz ishine aladı.

Kirisiwdiń keyingi 4-bólimi astrologiyaǵa baǵışlanıp aspan deneleriniń jaylaşıwlarınıń adam tágdirine tásırın tiykarklawdı qamtyıdı. Usı jerde astrologiyalıq mäselelerdi sheshiwdiń Uluǵbek hám onıń zamanlasları ushin eń tiykargı mäselelerdiń biri bolǵanın ańgariwımız kerek.

Uluǵbektiń júrgizgen ilimiý jumıslarınıń dinge qayshı kelmegenligin de aytıp ótiwimiz kerek. Bul haqqında joqarida atı keltirilgen ibn-Yunus bılay jazǵan “Aspan denelerin izertlew dinge jat emes. Tek usı izertlewdiń nátiyjeleri ǵana namaz oqıwdıń waqtın, oraza payintında awqat jewge, suw ishiwge bolmaytuǵın waqitta bilemiz. Quyash, Ay tutılǵanda qudayǵa óz waqıtında sıyıniw ushin qashan tutılıw bolatuǵınlıǵıń aldın-ala biliw kerek. Bunday izertlewlər namaz oqılǵanda adam júzin qaratıp turıw ushin Qábaniń qaysı tamanda ekenligin biliw ushin zárúrli... ”.

Uluǵbektiń kestelerinde astronomiyanıń tiykargı turaqlıları berilgen. Mäseleñ Uluǵbek boyınsha juldızlıq jıldıń uzınlığı 365 kún 6 saat 10 minut 8 sekund (házirgi kúnleri qabil etilgen mánisinen 1 minut 2 sekundqa kóp). Uluǵbek boyınsha Saturn planetası jılına 12 gradus 13 minut 39 sekundqa awısadı (házır qabil etilgeninen 3 sekundqa artıq). Bunday masıllardı kóplep keltiriw mümkin. Olardıń barlıǵı da Uluǵbektiń júrgizgen ólshewleriniń qanday dárejede dál bolǵanlıǵın kórsetedi.

Uluǵbek fundamentallıq áhmiyetke iye juldızlar kestesin dúziwdegi Gipparxtan keyingi astronom bolıp tabıladı. Bul keste 1018 juldızdı óz ishine aladı. Solardiń 900 iniń uzınlığı (dolgota) hám 878 iniń keńlikleri (shirota) Uluǵbek observatoriyasında ólshengen (solardiń ishinde 700 juldızdıń eki astronomiyalıq koordinatasi bolǵan uzınlıq hám keńlik observatoriya xızmetkerleri tárepinen tolıq qayta ólshengen). Qalǵan juldızlardıń uzınlıqları hám keńlikleri sol waqıtqa shekem belgili bolǵan kestelerde kórsetilgen juldızlardıń uzınlıqları menen keńliklerine dúzetiwlər kirgiziw joli menen paydalanylǵan. Uluǵbek ushin Ábdırxman Sufiydiń juldız kestesi tiykargı bolıp tabıldı. Óz gezeginde bul kestedegi nátiyjelerdiń basım kóphılıgi Ptolemey kestesinde bar bolıp shıqtı. Uluǵbek kesteleri dálliǵı jaǵınan sol waqıtqa shekemgi eń dál bolǵan Gipparx kesteleriniń dálliginen joqarı turıp Tixo Brage (1546-1601) zamanına shekem birinshilikti qoldan bermedi.

Uluǵbek kestelerde keltirilgen matematikaliq izertlewlər házirgi kúnlerge shekem áhmiyetin joǵaltqan joq. Kestelerdiń trigonometriyalıq kestelerge baǵışlanǵan bólimi sinus, kosinus hám olar arasındań qatnaslardı táriyiplew menen baslanadı. Uluǵbek bul jerde minutlardiń sinuslarınıń keltirilgenligin, al sekundlardıń sinuslarınıń interpolacyianıń járdeminde esaplawdıń mümkinligin jazadi. “Sinuslardıń hám sayalardıń (tangensler menen kotangensler) kestesin esaplaw, - dep jazdı Uluǵbek, - usı waqıtqa shekem heshkim isenimli etip anıqlanbaǵan bir gradustıń sinusına tiykarlaǵan”. Nátiyjede bir gradustıń sinusı ushin 0,017 452 406 437 283 571 shaması alındı. Bunday dál esaplawlardı júrgiziw ushin qanshama esaplawshıllardıń qatnasqanın aytıw qıyın. Házirgi waqıtları kóphılıgımızdıń qollarımızda esaplaw mashinaları bar bolǵanlıqtan joqarida keltirilgen misaldiń durıs ekenligin tekserip kóriwdi oqıwshıllarǵa usnis etemiz.

Óziniń miynetlerinde Uluǵbek ózine shekem qabil etilgen geooraylıq sistemasiń kóz-qarasında turadı. Onıń algan nátiyjeleri, sol zamandań kóz-qaraslar Uluǵbekke geliooraylıq sistemaǵa ótiw boyınsha revolyuciyalıq pikirler aytıwǵa mumkinshilik bermedi. Biraq qalay degen menen Uluǵbek kestelerin, onıń menen birge islesken ilimpazlardıń miynetlerin oqıǵanımızda dúnyanıń orayındagi

Jerdi Quyash penen almastırǵanda da sezilerliktey ózgerislerdiń bolmaytuǵınlıǵı haqqında pikirlerdi tabamız. Máselen, joqarida aytılǵan Qazizada óziniń “Sharx Jagmini” shıǵarmasında “... ayırm bilimpazlar Quyashti planetalardıń orbitalarınıń ortasında jaylasqan dep esaplaydı. Ásterek qozǵalatuǵın planeta Quyashtan úlkenirek qashiqlıqtı turadı”. Usı miynettiń ózinde bilay da jazılǵan “Jer qozǵalmayıdı. Onıń orayı Álemniń orayına sáykes keledi. Usınday gipoteza úlkenirek itimallıqqı iye. Biraq basqa da gipoteza bar. Qay jerde ornalasqanlıǵına qaramastan awır dene Jerdiń orayına qaray qozǵalatuǵın bolǵanlıqtan Jerdiń orayı tek ǵana Jerdiń átirapındıǵı awır denelerdiń ǵana orayı bolıp tabıladı. Sonlıqtan Jerdiń orayınıń hám usı oray menen birgelikte Jerdiń ózi de qozǵaladı dep sanawǵa boladı. Bunday gipoteza da dim jaqsı. “Usınday pikirlerdi biz Uluǵbektiń eń jaqın járdemshilerinen bolǵan Áliy Qusshınıń “Teologiyaniń tezislerine túsinikler” miynetinde de tabamız. Joqarida keltirilgen tariyxıy dereklerdiń barlıǵı da Uluǵbektiń geliooraylıq sistemadan qashiq bolmaǵanlıǵın dálilleydi.

Zidjdiń dúziliw barısında Uluǵbektiń eń jaqın járdemshilerinen “iyas-ad-din Jámshid 1429-jılı, Salaxutdin-Muwsa Qazizada 1435-jılı qaytis boldı.

1449-jılı 27-oktyabr kúni Uluǵbek balası Abdullátif tárepinen óltiriledi. Usınıń menen birge Orta ásirlerdegi Oraylıq Aziyadaǵı astronomiyanıń rawajlanıwı da tamam boldı. Uluǵbektiń sadıq dostı Álewátdin Áliy-ibn-Muhammed Qusshi kárwan dúzip Samarqandtan juldızlar kestesin, kóplegen qoljazbalardı alıp ketip úlgerdi. Ol Stambulǵa jetip sol jerdegi joqarı oqıw ornınıń dáslep oqıtıwshısı, keyinen rektori bolıp isledi hám ómiriniń aqırına shekem (1474-jıl) Uluǵbektiń ilimiyy miyrasların xalıqlar arasında taratıw menen shuǵıllandı.

Uluǵbek kesteleriniń ekinshi nusqası Nerat qalasına jetken hám Alisher Nawayınıń zamanında kóshırıp jazıwlar arqalı parsı hám arab tillerinde kóp jerlerge taratılgan.

Uluǵbektiń juldızlar kestesi 1665-jılı Oksfordǵa, 1843-jılı Londonda basıldı. Kestege kirisiw Parij qalasında 1853-jılı jarıq kórdi. Al Vashington qalasında Uluǵbek kesteleri boyınsha júrgizilgen izardıew jumıslarınıń nátiyjeleri 1917-jılı baspadan shıqtı.

Uluǵbektiń juldızlar kestesinde keltirilgen astronomiyalıq shamalardıń dálliginiń joqarılıǵı sońǵı waqıtta jasaǵan astronomlarda Uluǵbektiń óziniń, observatoriyasınıń XV ásirde dúnýada bolǵanlıǵı haqqında gúmán payda etti. Ásirese XVIII hám XIX ásirdıń astronomları sonshama dárejedegi joqarı dálliktiń XV ásirde alınıwınıń mumkin emesligin dállewge tırısti.

Haqıyatında da Uluǵbek qaytis bolıwdan onıń observatoriyası talan-taraj etildi, qolǵa ilingendey nárseleriniń bári de urlandı, 1499-jılı Timurdiń dushpanı bolǵan Sheybanı xan tárepinen kek aliwdıń bir túri retinde pútkeleý qıyratıldı. Keyin ala observatoriyanıń turǵan jeri bilinbey ketken hám sonlıqtan onıń bar bolǵanlıǵınıń ózi ásirese ilimpazlar arasında gúman tuwdırdı.

Observatoriyanıń bar bolǵanlıǵı haqqında Uluǵbektiń zamanlasları hám onnan keyingi birqansha tariyxshılar jazba túrde miyraslar qaldırıǵan. Uluǵbektiń kishi zamanlaşı, observatoriyanı óz kózi menen kórgen Ábdirazaq Samarqandıy óziniń “Eki baxıtlı juldızlar toparınıń tuwiliwi” shıǵarmasında bilay jazadı: “astronomiyalıq baqlawlar júrgiziw ushın (qurılǵan) ásbaplardı tekserip hám jetiliſtirilip bolǵannan keyin (Uluǵbek) kestelerdi dúziw haqqında buyrıq beridi... Bina bekkem etip salıngan edi... (Ilimpazlar) jiynalısı binanı uzaq waqıt, máńıgı saqlanıwı, awıspawı, terbelmewi ushın bekkem etip salınıwınıń kerekligi haqqında qarar shıǵardı. Sonıń saldarınan biyik, dóńgelek terizli saray salındı... Keyninin Quyashtiń, juldızlardıń qozǵalısların baqlawǵa buyrıq berildi, aniqliǵı hám dálligi menen ayrılatuǵın Quyashtiń hám juldızlardıń qozǵalıslarınıń kestesiniń dúziliwi baslandı”.

XV ásirdıń aqırınıń tariyxshısı Mirxonď bilay jazadı: “Sonıń menen birge sheber ustalardıń observatoriyanıń qurılısına kirisiwi ushın ullı buyrıq shıǵarıldı. Bul iske astronomiya ilimiiniń súyenishi, ekinshi Ptolemey Çiyasaddin Jamshid hám ilimdi ózine sıydırıwshı mırza Nizamaddin al-Qashılar qatnasti. Qurılıs tırısıwlardıń, puxtaliqtıń hám taban tirewshılıktıń saldarınan tez arada pitti”. Mirxonď bul miynetli Alisher Nawayınıń usınısı boyınsha jazılǵan degen tariyxıy derekler bar.

Uluǵbek ólgennen keyin observatoriyanı Zaxreddin Babur (eń ataqlı Timuridlerdiń biri hám mogolidler mámleketiciniń tiykarın salıwshı) barıp kórgen hám XVI ásirdıń basında “Baburnamada” bilay jazadı... “observatoriya úsh basqıshtan (qabattan) turadı. Bul jerde Uluǵbek házır pútkele dúnýada qollanılıp atırılgan “Quraǵoniy kestelerin” dúzdi. Basqa kesteler kem qollanıladı... Pútkele dúnýadajeti yamasa segiz observatoriya qurılǵan boliwı kerek. Solardıń eń ullısı Uluǵbek observatoriyası bolıp tabıladı”.

Uluğbek observatoriyası 1908-jılı Samarqand arxeologi V.L.Vyatkin tárepinen Samarqand qalasınıń arqa-shıǵıs tárepinde Tashkent jolina jaqın jerde Kuhaq tóbeliginiń basınan tabıldı. Tóbeliktiń biyikligi 21 metr bolıp onıń basına shıqqan adamǵa keń gorizont ashıladı. Observatoriyanı izlew jumislari tariyxı hújjetler tiykarında ótkerildi. Arxeologiyalıq qazılmalar bunnan keyin 1914-, 1941- hám 1948-jilları júrgizildi hám observatoriya hám onda qollanılǵan bas ásbap haqqında birqansha tolıq maǵlıwmatlar alındı. Qazba jumislarınıń barısında observatoriyanın 6000 kub metrdey qulap qalǵan qurılıstiń qaldıqları ashıldı. Bul shama Uluğbektiń qanday úlkenliktegi jaydı saldırǵanlıǵı haqqındaǵı dáslepki maǵlıwmatlardı beredi.

Arxitektor-arxeolgardıń tastıyıqlawı boyınsha Uluğbek observatoriyası cilindr tárizli bolıp onıń tırnaǵınıń diametri 48-50 metrge, biyikligi 29 metrge teń bolǵan. Observatoriyaǵa ornatılǵan bas ásbap sekstant (ayırım izertlewhilerdiń pikiri boyınsha kvadrant) shama menen 40 metrlik radiusqa teń. Onıń biraz bólegi jer astında jayǵasqan bolıp doğasınıń uzınlığı sekstant bolǵan jaǵdayda keminde 42 metrge teń. Bunday jaǵdayda doğaniń hárbiř 701,85 millimetrine 1 mýyeshlik gradus sáykes keledi. Bul sekstant meridian boyınsha (arqadan túslık tárepke) dál baǵıtlangan bolıp, onıń járdeminde Quyashtiń, Aydiń, planetalardıń, juldızlardıń meridian sızıǵı arqalı ótken payıtındaǵı koordinataları joqarı dállikte ólshengen.

Joqarıda keltirilgen maǵlıwmatlar Uluğbek tárepinen sol dáwirge shekem bolmaǵan ilimiý observatoriya salınganlıǵınan derek beredi. Bunday is sol waqtları tek ǵana qúdiretli mámlekет basshısı hám eń aldińǵı qatar alımıń qolnan keliwi mýmkin edi.

Tilekke qarsı, Uluğbek zamanında keńnen orın algan diniy fanatizm, Jerdi Álemniń orayı dep esaplaw dástúri, biziń Ulli jerlesimizge sistemamızdıń orayında Quyash jaylasqan dep esaplaytuǵın geliooraylı astronomiyaǵa batıl túrde ótiwge mýmkinshilik bermedi.

Musılmán elleriniń, sonıń ishinde Oraylıq Aziya ellerdiń astronomiyası Uluğbekten keyin aytarlıqtay tabısqı erispedi. Uluğbek bul ellerdi astronomiyalıq hám matematikalıq bilimler menen tórt ásirdıń dawamında tolıq támiyinledi.

Ózbekstandaǵı XIX ásirdegi birinshi ilimiý mákeme - Tashkent fizikalıq-astronomiyalıq observatoriyası (Házırkı waqtıları Ózbekstan Respublikası Ilimler Akademiyasınıń astronomiyalıq instituti) 1873-jılı shólkemlestirildi. Dáslepki waqtıları osbervatoriya ekspediciyalardı shólkemlestiriw menen shuǵıllandı. Usınıń nátiyjesinde regiondaǵı mińan aslam orınlardıń dál geografiyalıq koordinataları dál anıqlandı hám XX ásirdıń 30-jıllarında ǵana observatoriya fundamentallıq astronomiyalıq ilimi boyınsha ilimiý izertlew jumislарın basladı.

1918-jılı Türkistanda ekonomika menen mádeniyattiń hár qıylı tarawları ushın kadrlar tayarlaw boyınsha arnawlı mákemeler shólkemlestirile basladı. 1918-jılı 21-aprel kúni ashılgan Türkistan xalıq universiteti usınday mákemelerdiń biri bolıp tabıladi. Keyinirek Andijanda, Qoqandta, Samarqandta, Ferǵanada hám Jizaqta onıń filialları ashila basladı. 1919-jılı Tashkente Fizioterapiya ilim-izertlew instituti ashıldı. 20-jılları tábiyattanıw ilimleri, medicina, tariyx h.t.b. baǵdarlar boyınsha bir qatar ilim-izertlew institutları shólkemlestirildi. 1920-jılı Türkistan mámlekетlik universiteti (1923-jıldan baslap Orta Aziya mámlekетlik universiteti, 1960-jıldan baslap Tashkent mámlekетlik universiteti, házırkı waqtıları Ózbekstan Milliy universiteti) óz jumısın basladı. Bunnan keyin regionnıń tábiyyiy baylaqların úyreniw hám paydalaniw maqsetinde universitettiń bazasında bir neshe joqarı oqıw orınları jáne ilim izertlew mákemeleri ashıldı.

1940-jılı Tashkent qalasında SSSR Ilimler Akademiyasınıń filiali shólkemlestirildi. Bul filial usı kúnnen baslap Ózbekstandaǵı ilimiý izertlew jumislарın ótkeriwdiń orayına aylandı. Onıń kóp sanlı ilim izertlew institutları, solardıń ishinde fizika ilimi boyınsha izertlewler ótkeriletuǵın mákemeler shólkemlestirildi.

1943-jılı SSSR Ilimler Akademiyasınıń Ózbekstandaǵı filiali Ózbekstan Ilimler Akademiyasına aylandı.

1958-jılı Tashkent qalasınıń qasındaǵı Uluğbek poselkasında Ózbekstan Ilimler Akademiyasınıń Yadrolıq fizika institutında yadrolıq reaktori qurıldı. 1987-jılı Tashkent oblastınıń Parkent rayonınıń aymaǵında "Úlken Quyash oshaǵı" dep atalatuǵın eki aynalı optikalıq-gelioenergiyalıq sistema bolǵan ilimiý-eksperimentalıq obekt paydalaniwǵa berildi.

Ózbekstan Respublikasında miynet etken iri fiziklerdiń dizimi tómendegiden ibarat:

Abibullaev Xatxulla Habibullaevich.

Avakyanc Gedeon Mavsesovich.

Azimov Sadıq Azimovich.

Adirovich Emmanuil Ilich.  
Arifov Atanazar.  
Arifov Ubay Arifovich.  
Ataxodjaev Akbar Qasimovich.  
Vasilev Sergey Sergeevich.  
Ganeev Rashid Ashirovich.  
Gulamov Qadir Gafurovich.  
Muminov Vafo Arabovich.  
Muminov Ramuz Abdullaevich.  
Muminov Tolib Musaevich.  
Padzerskiy Vladimir Andreevich.  
Saidov Muxtar Saparbaevich.  
Habibullaev Polat Qırğızbaevich.  
Xaydarov Rashid Abdulxaevich.  
Yuldashev Begzod Sadıqovich.  
Yunusov Mamadjan Sabirovich.

## Fizika iliminiń xronologiyası

Biz xronologiyani dúziwde fizika iliminiń tariyxın tómendegidey dáwirlerge bólemiz:

1. Fizikanıń tariyxinan burıńga dáwir (áyyemgi dáwirlerden XVII ásirge shekem):

Algashqı dáwir (b.e.sh. VI á. – b.e. V á.)<sup>96</sup>.

Orta ásirler (VI – XIV ásirler).

Oyanıw dáwiri (XV – XVI ásirler).

2. Fizikanıń ilim sıpatında qáliplesiw dáwiri (XVII ásirdiń basınan XVII ásirdiń 80-jıllarına shekem).

3. Klassikalıq fizika dáwiri (XVII ásirdiń aqırınan XX ásirdiń basına shekem).

Birinshi dáwir (XVII ásirdiń aqırı –XIX ásirdiń 60-jılları).

Ekinshi dáwir (XIX ásirdiń 60-jılları – 1894 jıl).

Úshinshi dáwir (1895 – 1904).

4. Házirgi zaman fizikasınıń dáwiri (1905-jıldan baslap).

Birinshi dáwir (1905 – 1931).

Ekinshi dáwir (1932-1954).

Úshinshi dáwir (1955-jıldan).

Algashqı dáwirlerden baslap XVII ásirdiń basına shekemgi dáwir fizika ilimi qáliplespesten burıńğı, tábiyattıń ayırım qubılısları haqqındaǵı fizikalıq bilimlerdi jiynaw, ayırım tálimatlardıń payda bolıw dáwiri bolıp tabıladi. Jámiyettiń rawajlanıw dáwirlerine sáykes sol dáwirdiń ishinde algashqı dáwirdi, orta ásirlerdi hám Oyanıw dáwirin ayırıp kórsetedi.

Fizika ilim sıpatında dál tábiyattanıwdıń tiykarın salıwshı bolǵan Galileo Galileyden baslanadı. G.Galileyden I.Nyutonǵa shekemgi dáwir fizikanıń eń baslangısh fazası – onıń ilim dárejesine jetiw dáwiri bolıp tabıladi.

Bunnan keyingi dáwir I.Nyutonnan baslanadı. Ol kóp sanlı qubılıslardıń nızamlıqların túsinıw mümkinshiligin beretuǵın tábiyattıń bir qatar nızamların ashti. I.Nyuton mexanikaniń tolıq sisteması sıpatında dúnyanıń birinshi fizikalıq kartinasın dóretti (tábiyattıń mexanikalıq kartası). I.Nyuton hám onıń jumısların dawam ettiriwshiler L. Eyler, J. Dalamber, J. Lagranj, P.Laplas hám basqalar tárepinen dóretilgen ulla sistema bolǵan klassikalıq fizika eki ásir dawamında rawajlandı hám tek XIX ásirdiń aqırında ógana onıń sheklerinde túśindiriw mümkin bolmaǵan qubılıslardıń ashılıwına baylanısh óziniń áhmiyetin joǵalta basladı. Dálirek aytqanda, Nyutonnıń fizikasına birinshi soqqını XIX ásirdiń 60-jılları Maksvelldiń elekromagnit maydanı teoriyası berdi. Bul teoriya Nyuton mexanikasınan keyingi ulla fizikalıq teoriya bolıp tabıladi. Onıń bunnan bılayǵı rawajlanıwi klassikalıq fizika menen qarama-qarsılıqtı tereńlestirdi hám fizika ilimindegi revolyuciyalıq ózgerislerge alıp keldi. Sonlıqtan ádette klassikalıq fizikanıń dáwirin úsh dáwirge bóledi: I.Nyutonnan Dj. Maksvelge shekemgi (1687 – 1859), Dj. Maksvellden V. Rentgenge shekemgi (1860 – 1894) hám V. Rentgennen A.Eynshteynge shekemgi dáwirler (1895 – 1904).

Birinshi dáwir Nyuton mexanikasınıń ústemligi menen ótedi, onıń dúnyanıń mexanikalıq kartinası jetilistiriledi, dálligi joqarılataldı, fizika ilimi qáliplesken pútin ilimge aylanadı. Ekinshi dáwir 1860-1865 jılları Dj.Maksvell tárepinen elekromagnit processleriniń qatań ulıwmaliq teoriyasınıń dóretiliwi menen baslanadı. M.Faradeydiń maydan koncepciyasın paydalanan Dj.Maksvell óziniń ismi menen atalatuǵın teńlemeleler sisteması túrinde elekromagnitlik qubılıslardıń dál keńisliklik-waqıtlıq nızamların berdi. Maksveldiń teoriyası bunnan keyin G.Gerctiń hám X.Lorenctiń jumıslarında óz rawajlanıwın taptı. Nátiyjede dúnyanıń elekromagnitlik kartinası dóretildi.

1895-jıldan 1905-jılğa shekemgi dáwir fizikadaǵı revolyuciyalıq ashılıwlar menen ózgerisler dáwiri bolıp tabıladi. Bul dáwirde fizika ilimi jańalandı, ol házirgi zaman fizikasına aylana basladı. Al házirgi zaman fizikası ushın arnawlı salıstırmalıq teoriyası menen kvantlıq teoriya fundament bolıp tabıladi. Usı dáwirdiń eń basın 1905-jılı dep qaraw maqsetke muwapiq keledi. Usı jılı A.Eynshteyn tárepinen arnawlı salıstırmalıq teoriyası dóretildi hám M.Planktiń kvant ideyası jaqtılıq kvantlarınıń teoriyasına aylandırıldı. Bul jaǵdaylardıń barlıǵı da klassikalıq kóz-qaraslar menen túsiniklerden bas tartıwǵa hám dúnyanıń jańa fizikalıq kartinası bolǵan kvantlıq-relyativistlik kartinaniń dóretiliwine alıp keldi. Usınday jaǵdaylarda klassikalıq fizikanıń házirgi zaman fizikasına ótiwi tek jańa

<sup>96</sup> Biz mınalay belgilewlerdi qabil etti: b.e.sh. – biziń eramızǵa shekemgi, b.e. – biziń eramızdaǵı, á. – ásir.

ideyalardıń, jańa faktler menen qubılıslardıń ashılıwlardıń payda bolıwı menen emes, al pútkilley jańa fizikalıq oylaw menen kóz-qaraslardıń, fizikaniń metodologıyalıq prıncipleriniń tereń ózgerisleri menen júzege keldi.

Házirgi zaman fizikası dáwirin de úsh dáwirge bóliw kerek: birinshi dáwir (1905 – 1931 jıllar), bul dáwirde relyativizm menen kvantlar ideyaları keń túrde paydalانıdı hám kvantlıq mehanikanıń döretiliwi hám qáliplesiwi menen pitedi. Kvantlıq mehanika I.Nyutonnan keyingi tórtinshi fundamentallıq fizikalıq teoriya bolıp tabıladi; ekinshi dáwir – subatomlıq fizika dáwiri (1932 - 1954) bolıp esaplanadı hám bul dáwirde fizikler materiyaniń jańa qáddı bolǵan atom yadrosı dúnýasına kirip bardı. Úshinshi dáwir bolsa subyadrolıq fizika (elementar bóleksheler fizikası yamasa joqarı energiyalar fizikası) menen kosmos fizikası dáwiri bolıp tabıladi. Bul dáwir ushın tariyxtıń bası sıpatında 1955-jıldı alıw maqsetke muwapiq keledi. Usı jılı fizikler nuklonniń strukturasın izertley basladı hám bul dáwirdiń ózine tán ózgesheligi jańa keńisliklik-waqıtlıq masshtablardaǵı (subyadrolıq qáddı) qubılıslardı izertlew bolıp tabıladi. Bul dáwir waqtı boyınsha en jayıp atrıǵan ilimiy-texnikalıq revolyuciya dáwirine – óndırıwshi kúshlerdiń jańa qáddı menen adamzat jámiyetiniń rawajlanıwınıń pútkilley jańa sharayatlarına sáykes keldi

Fizika iliminiń tariyxın joqarıda keltirilgendey etip dáwirlerge bóliw qanday da dárejede shártlı bóliw bolıp tabıladi. Biraq, fizikalıq ashılıwlar hám faktlerdi xronologiya menen baylanıstırıp tap usınday dáwirlerge bóliw fizika iliminiń rawajlanıw barısın, jańa ideyalardıń ginezisin, jańa baǵdarlardıń payda bolıwin, fizikalıq bilimlerdiń evolyuciyasın ayqın túrde kóz alǵıga keltiriwge múmkinshilik beredi.

## **1. Fizika ilimi payda bolmastan burnıǵı dáwir (áyyemgi dáwirlerden XVII ásirge shekem)**

Biziń eramızǵa shekemgi III – II miń jıllıqlar – Quyash hám suw saatlarınıń soǵılıwi. Denelerdiń salmaǵı menen sızıqlı ólshemlerin ólshewdiń usıllarınıń döretiliwi, eń ápiwayı tárezilerdiń payda bolıwı (eki ushına salmaǵı ólshenetüǵın hám tárezi tası salınatuǵın idis ildirilgen sterjen).

Ayyemgi dáwir (biziń eramızǵa shekemgi VI ásır – biziń eramızdıń V ásiri)

Biziń eramızǵa shekemgi VI ásır.

– Akustika boyınsha birinshi baqlawlar. Pifagor tonnıń biyikligi menen tardıń yamasa naydıń uzınlığı arasındaǵı baylanıstı tapqan.

– Elektr hám magnetizm haqqındaǵı birinshi maǵlıwmatlar. Súykelen gen yantardıń jeńil predmetlerdi, al magnittiń temirden soǵılǵan predmetlerdi tartıw qásiyetleriniń ashılıwi (Fales Miletksiy).

Biziń eramızǵa shekemgi V – VI ásirler.

– Materiyaniń úzlikli dán tárizli qurılısı, zattıń bóliniw shegi bolǵan atomlar haqqındaǵı ideyalardıń payda bolıwı (Levkipp, Demokrit).

– Platon tárepinen kóriw teoriyasınıń döretiliwi.

B.e.sh. IV ásır – Mexanikaniń elementleriniń tuwılıwi. Tuwrı sızıqlı hám iymek sızıqlı mehanikalıq qozǵalıslardıń úyrenile baslanıwı. Bir birine perpendikulyar bolǵan orın almasıwlardı qosıw, richagtiń teń salmaqlıq qaǵıydasińiń keltirilip shıgarlıwi (Aristotel).

– Sestiń hawada tarqalıwi haqqındaǵı durıs kóz-qaraslardıń qáliplesiwi (ses shıgarıp turǵan dene hawaniń qısılwına hám siyrekleniwine alıp keledi). Jańgırıqtıń sestiń tosqınlıqlardıǵı shaǵılıswı ekenligin túsindiriw. Jaqtılıqtıń sıniw qubılısı belgili boldı (Aristotel).

B.e.sh. IV – III ásirler – Áyyemgi Qıtaylılarǵa kamera-obskura belgili boldı.

B.e.sh. IV – II ásirler – Álemniń qurılısı boyınsha birinshi modeldiń – dúnyanıń geooraylıq sistemasińiń döretiliwi (Evdoks Knidskiy, Aristotel, Gippark).

B.e.sh. III ásır – Dúnyanıń gelioraylıq sisteması haqqındaǵı ideyalardıń payda bolıwı (Aristarx Samosskiy).

– Ayǵa hám Quyashqa shekemgi aralıqlardı anıqlawǵa qaratılǵan birinshi tırısıwlar (Aristarx Samosskiy).

– Jaqtılıqtıń tuwrı sızıq boyınsha tarqalıwi menen jaqtılıqtıń shaǵılısw nızamınıń ashılıwi. Geometriyalıq optikaniń payda bolıwı (Evklid).

– Arximed statikanıń ilimiy tiykarların islep shıqtı, salmaq orayı hám tuwrı sızıqqa hám tegislikke salıstırǵandaǵı kúsh momenti túsiniгин kirgizdi, úsh móyeshliktiń salmaq orayınaptı,

richagtiń qatań teoriyasın berdi, bir birine parallel bolǵan kúshlerdi qosıw qaǵiydasın keltirip shıǵardı.

- Arximed gidrostatikanıń tiykarǵı nızamın ashti (Arximed nızamı), denelerdiń júziw shártin taptı.

B.e.sh. II ásir - Ktesibiy kóp ellerde XVIII ásirge shekem paydalanıp kelingen saattıń prototipi bolǵan suw saatın qurdı.

Biziń eramızdıń I - II ásirleri - Geron Aleksandriyskiy richagtiń, dárvazaniń, sinaniń, vinttiń hám bloktıń tolıq táriyiplemesin berdi. Bul táriyipleme boyınsha usınday mexanizmlerdiń járdemindegi kúshten utıw waqıttań utilıw menen júredi. Házırı waqtılardań puw turbinasınıń eń dáslepki túri bolǵan eolipil dep atalatuǵın ásbaptı táriyipledi, bir qatar texnikaliq oylap tabıwlardı usındı.

- K.Ptolemy eksperimentlerde jaqtılıqtıń sıniw qubılısin izertledi, atmosferaliq refrakciyaǵa dúzetiw kirgizdi (jaqtılıqtıń sıniwin esapqa alıw), precessiya qubılısin túsindirdi.

- K.Ptolemy dýnyanıń geooraylıq teoriyasına eń aqırǵı formasın berdi (Ptolemydiń dýnya sisteması).

## Orta ásirler (VI - XIV ásirler)

VI ásir (aqırı) - Mexanikalıq saatlar haqqındaǵı birinshi maǵlıwmatlar. Bunday saatlardı soǵıwdı Verona qalasında jasaǵan Pacifikus dep esaplaydı (IX ásirdıń bası). Minaraǵa ornatılǵan eń ápiwayı mexanikalıq saattıń 1335-jılı Milan qalasında soǵılǵanı anıq.

XI ásir - Alxazenniń fiziologiyaliq optika boyınsha izertlewshilerdiń kóriw nurları teoriyasınıń ornina Alxazenniń kóriw teoriyası keledi. Bul teoriya boyınsha kózdegi denelerdiń kóriniwi olardan shıqqan nurlar menen baylanıslı. Kózge túsip bul nurlar kóriw sezimin payda etedi. Jaqtılıqtıń shaǵılısıw hám sıniw nızamların izertledi, aynanıń betine túsirlıgen normaldiń, túsiwshi hám shaǵılısqan nurlarıń bir tegislikte jatatuǵınlıǵıń anıqlap shaǵılısıw nızamınıń anıqlamasın jetiliştirdi. Mayıstırılgan sferaliq aynadaǵı jaqtılıq nurlarınıń shaǵılısıw úyrendi. Onıń "Optikaniń qaznasi" ("Sokrovıshe optiki") dep atalatuǵın miynetı bizge latin tiline awdarmada 1572-jılı jariqqa shıqqan kitap túrinde kelip jetti.

- Ilaqtırılgan deneniń tezligin eki qurawshıǵa - tegislikke parallel hám perpendikulyar qurawshılarǵa ayırıw (Alxazen).

- Arablar tárepinen magnit iyneniń orientaciyalanıw qásiyetin "qaytadan ashılıwi" (birinshi ret bul qubılıs qıtaylılar tárepinen biziń eramızdan burińı 2700 jılları ashılgan edi). Kompastiń payda boliwi. Evropada kompas XII ásirde payda boldı.

- Ál Beruniy ishine suw quyılǵan idistiń járdeminde durıs emes formaǵa iye bolǵan denelerdiń kólemin tabıwdıń usılin taptı, bul usıldı ol metallardiń, bazı bir quymalardıń hám qımbat bahalı taslardıń salıstırmalı salmaǵın tabıw ushın paydalandi.

- Omar Xayyam denelerdiń salmaǵı menen salıstırmalı salmaqlardı ólshewdiń usılların jetiliştirdi (onıń "Danalıq tárezisi yamasa absolyut suw tárezileri haqqında" dep atalatuǵın kitabı, "Vesi mudrostey ili ob absolyutníx vodyanix vesax").

1121 - Algacini "Danalıq tárezileri haqqında" kitabı jazdı hám ol orta ásirler fizikasınıń ózine tán kursı bolıp tabıladı. Bul kitapta qattı hám suyuq denelerdiń salıstırmalı salmaqlarınıń kestesi keltirilgen (50 zat ushın), kitapta Arximed nızamınıń hawa ushın da durıs, suwdıń salıstırmalı salmaǵınıń temperaturadıń górezzli, deneniń salmaǵınıń onda toplangan zatqa proporsional ekenliği, tezliktiń ótken joldıń waqıtqa qatnasi menen ólshenetüǵınlıǵı keltirilgen. Sonıń menen bul kitapta areometrди paydalaniwı táriyiplew, sol waqıtları paydalangan tárezilerdiń tórt konstrukciyası sxema túrindegi súwretler menen berilgen.

1269 - P.Peregrinoniń yamasa Marikurlı Perdiń magnetizm boyınsha "Magnit haqqında xabarlama" kitabıń qol jazba túrindegi traktatı payda boldı (1558-jılı jariq kórgen). Bul kitapta magnit tastıń qásiyetleri, magnittiń polyarlıǵıń anıqlaw usılları, polyuslardıń bir biri menen tásırlesiwleri, bir birine tiyiw arqali magnitleniw, magnit indukciyası qubılısı, magnitlerdi bir qatar texnikaliq paydalaniw h.t.b. táriyiplengen.

1271 - Orta ásirlerde keń túrde tarqalǵan Erazm Vitelliyydiń (Vitello) optika boyınsha traktatı payda boldı (1533-jılı baspada basilǵan). Bul kitapta Evklid penen Alxazenlerdiń islegen jumısları menen birge sıniwdaǵı jaqtılıq nurlarınıń qaytımılıǵı nızamı keltirilgen, parabola tárızlı aynalardıń bir fokusqa iye bolatuǵınlıǵı dálillengen.

XIII ásir – R.Bekon sferalıq aynanıń fokuslıq aralığın ólshegen (oǵan mayıstırılǵan aynanıń bas fokusu belgili edi) hám sferalıq aberraciya qubılısin ashti. Sonıń menen birge ol kóriw trubasınıń ideyasın usındı, birinshilerden bolıp linzalardı ilimiý ásbap sıpatında qaradı, biliwdiń tiykari optikada dep esapladi. Eksperimentallıq usıldıń eń dáslepki tárepdarlarıńı biri boldı.

1310 – T.Teotonikus radugani túsindirdi, biraq radugadaǵı túrlerdiń tártibin túsindire álgan joq. Raduganı birinshi ret durıs túsindirgen adam Al-Farizi dep esaplanadı (shama menen 1280).

XIV ásir (bası) – Bir zamathıq tezlik penen tezleniw túsinikleri kirgizildi (U. Geytsberi). Ol qozǵalistıń tezleniwi menen ásteleniwin, teń ólshewli tezleniwshi qozǵalıstaǵı ótilgen jol haqqındaǵı mäseleni birinshi bolıp qaradı.

XIV ásir – Salıstırmalı orın almastırıwdı izertlew, "qozǵaltıwshı kúsh" teoriyası rawajlanadı ("impetus" teoriyası) (J. Buridan, N. Orem, A. Saksonskiy), "materiyaniń muǵdari" túsinigi paydalanyladi (J. Buridan).

– A.Saksonskiy qozǵalıslardı ilgerilemeli hám aylanbalı, teń ólshewli hám ózgermeli dep bóliwdı usındı.

– Teń ólshewli ózgermeli qozǵalıs, müyeshlik tezlik túsinikleri kirgizildi.

– N.Orem eki ólshemli koordinatalar usılin kirgiziw arqalı qozǵalistı grafikalıq jaqtan táriyipledi (bunday jumısti Dj. di Kazalis 1346-jılı orınladı) hám deneniń ótken joli menen waqıttı baylanıstıratıǵın teń ólshewli ózgermeli qozǵalıs nızamın taptı. Usı waqıttan baslap ilimiý miynetlerde qozǵalistıń tezliginiń grafikleri payda bolıp, kinematikalıq dállewler grafikalıq xarakterge endi.

### Oyanıw dáwiri (XV – XVI ásırler)

XV ásir – Gorizont baǵıtında ilaqtırılǵan deneniń erkin túsiwi menen qozǵalısın, deneler arasındaǵı soqqını izertlew, kúsh momenti túsiniginiń keńeyiwi, tetraedrdiń salmaq orayın tabıw, qozǵalıslardı túrlendiriw hám alıp beriw ushın arnalǵan bir qatar mexanizmler oylap tabıladı (konuś tárızlı sharikopodshipnik, shinjırı hám remenli (qayıshı) berilisler, qos baylanıś (házirgi waqıtları "kardanlıq" dep ataladı) h.b. (Leonardo da Vinci).

– Dinamikaniń tuwılıwi (inerciyaniń tábiyatın túsindiriw, tásirdiń qarsı tásirge teń ekenligi hám qarama-qarsı baǵıtlanganlıǵı faktınıń tabılıwı). Súykelistiń mexanizmin hám onıń teń salmaqlıq shártine tásirin úyreniw hám súykelis nızamın ashıw, ortalıqtıń qarsılığınıń hám kóteriw kúshiniń bar ekenligi ashıldı (Leonardo da Vinci).

– Sestiń shaǵılısıwin izertlew hám hár qıylı dereklerden shıqqan ses tolqınlarınıń tarqalıwınıń dereklerden górezsizligi principiniń ashılıwi (Leonardo da Vinci).

– Leonardo da Vinci kóriw nızamın izertleydi, kamera-obskurani táriyipleydi, linzalardaǵı nurlardıń júrisin grafikalıq jollar menen sáwlelendirdi.

1440 – N. Kuzanskiy birinshi gigrometrdi oylap taptı (júnnen soǵılǵan). V 1664-jılı F. da Poppi pergament qaǵazdan gigrometrdi soqtı, 1781-jılı J.Delyuk kittiń murtınan, al 1783-jılı X. de Sossyur shashtan gigrometr soqtı.

1475 – Leonardo da Vinci máńgi dvigateldiń bolmaytuǵınlıǵı haqqındaǵı ideyanı aytti.

1490-jıllar shaması – Leonardo da Vinci suyuqlıqtıń jińishke naylor arqalı kóteriliwin baqlap kapillyarlıq qubılısin ashti.

XV ásir – N. Kuzanskiy qozǵalistıń barlıq nárseniń tiykari hám Álemdegi qozǵalmaytuǵın oraydıń joq (salıstırmalı qozǵalıs ideyası), Álemniń sheksiz ekenligi, al Jer menen barlıq aspan deneleriniń barlığınıń birdey dáslepki materiyadan dóretilgenligi haqqındaǵı pikirdi rawajlandırdı.

1538 – Dj. Frakastoro predmetlerdiń kózge kórinetuǵın ólshemlerin úlkeytiw ushın linzalardı paydalandi.

1543 –N.Koperniktiń dúnýaniń geliooraylıq sistemi bayanlangan hám dúnýaǵa kóz-qaraslardaǵı jáne tábiyattaniwdaǵı revolyuciyalıq ózgerislerge alıp kelgen "Aspan deneleriniń aylanıwı haqqında" ("O vrashenii nebesnix sfer") kitabı jarıq kórdı.

XVI ásir – F. Mavrolık 1567-jılı "Jaqtılıq haqqında bilim beretuǵın" ("Prosveshayushee o svete") traktatın jazıdı (1611 jılı qayıtıs bolgannan keyin baspadan shıqqan). Bul traktatta jaqtılıqtıń tuwrı sızıqli tarqalıwi, jaqtılıqtıń shaǵılısıwi hám siniwi, raduga qubılısı, kózdiń anatomiyası, kóriwdiń mexanizmi berilgen. Mavrolık kóriwdiń defektlerin (uzaqtan kóriwshilik hám jaqınnan kóriwshilik) hám kóz áynektiń tásirin túsindirgen, dóńes linzalardıń jiynawshi, al oyıs linzalardıń shashıratiwshi

ekenligin, jaqtılıq dástesi qaptal betleri parallel bolǵan plastinka arqalı ótkende baǵıtın ózgertpeytugınnı, al óz-ózine parallel qalıp awisatugınlıǵıń kórsetken; birinshi bolıp raduganiń jeti reńin kórsetti (oǵan shekem kóp waqtılar dawamında radugada tek úsh reń bar dep esaplaǵan) hám prizmadaǵı jaqtılıqtıń sınıwin izertley baslaǵan.

1558 - Dj. Porttiń "Tábiyyiy siyqırılıq" traktatı jarıq kórdi. Bul traktatta bir qatar jańa baqlawlardıń nátiyjeleri keltirilgen. Solardiń ishinde oyıs aynalardıń járdeminde tuwrı súwretlerdi alıw, súwret salıw hám olardı proektlew (proekciyalıq fonar ideyası) ushın kamera-obskuradan paydalaniw, magnetizm boyınsha bazı bir maǵlıwmatlar keltirilgen.

1575 - N. Monardes flyuorescenciya (fizikalıq process, lyuminescenciyaniń bir túri) qubılısin baqlaydı.

1583 -G. Galiley tárepinen mayatnikiń terbelisiniń izoxronlıǵı ashıldı.

1584 - Djordano Brunoniń "Álemniń sheksizligi hám dúnýalar haqqında" dep atalatuǵın dialogı jarıq kórdi. Bul miynette Álemniń sheksiz ekenligi, onda Quyash sistemاسınan basqa da planetaliq sistemalardıń bar ekenligi, biz jasap atırǵan Quyash sistemасında basqa da planetalardıń ashılıwınıń mümkin ekenligi, Quyashtiń hám juldızlardıń ózleriniń kósherleriniń dógereginde aylanıwi ideyaları keltirilgen hám tábiyattıń nızamlarınıń birligi ideyası aytılǵan.

1585 - Dj. Benedettidiń "Hár qıylı fizikalıq hám matematikaliq tallawlar" traktatı jarıq kórdi. Bul traktatta deneniń qozǵalısınıń tezleniwin túsindiriw ushın qollanılatuǵın inerciya principi, oraydan qashiwshı kúsh haqqındaǵı pikir, gidrostatikaliq paradoxstıń dálili keltirilgen.

1586 - S. Stevinniń "Statikanıń baslaması" traktatı jarıq kórdi. Bul traktatta máńgi dvigateldiń mümkin emes ekenligi principi bayanlangan qıya tegisliktegi deneniń teń salmaqlıq shártiniń dálili keltirilgen, kúshlerdi qosıw (kúshler parallelogrammi) hám kúshti bir birine perpendikulyar bolǵan eki qurawshiǵa jiklew nızamı ashılgan, dara jaǵday ushın mümkin bolǵan orın almastırıwlar princip keltirip shıgarılǵan. Bul jumısta áyyemgi statika óziniń juwmaǵın taptı.

XVI ásır (aqırı) - Gollandiyalı ustalar tárepinen kóriw trubasınıń oylap tabılıwi (kóriw trubasınıń payda bolıwın Zaxariya Yansenniń atı menen baylanıstradı, 1590). Dóńes hám oyıs linzadan turatuǵın kelte kóriw trubaları shama menen 1608-jıldan baslap tez tarqala basladı.

Per Borel menen Vilgelm Borildiń aytıwi boyınsha olardıń zamanları, Gollandiyalı kóz áynek ustaları Xans Yansen hám onıń balası Zaxariy Yansen quramlıq optikalıq mikroskopı dóretken.

1590 - Mikroskopıń italyalı modeli payda boldı. 1604-jılı mikroskopı Zaxariya Yansen soqtı. 1610 - 1614 jılları mikroskopı G.Galiley konstrukciyaladı.

1592 - Termometrдиń eń dáslepki túri bolǵan termoskopı G.Galiley soğıp aldı (F.Bekon tárepinen birinshi ret 1620-jılı bayanlanǵan).

## 2. Fizikanıń ilim sıpatında qáliplesiw dáwiri (XVII ásirdiń bası -XVII ásirdiń 80-jılları)

1600 - U.Gilberttiń "Magnit, magnitlik deneler hám Jerdiń úlken magniti haqqında" traktatı jarıq kórdi. Bul traktatta elektro- hám magnitlik statikanıń tiykari qalanǵan.

1603 - Fosforescenciya qubılısunıń ashılıwı (V. Kaskariolo).

1604 - I.Keplerdiń "Vitelliye qosımshalar" ("Ad Vitellionem paralipomena") traktatı jarıq kórdi. Bul miynette onıń kóriw teoriyası, kamera-obskuranıń teoriyası keltirilgen, fotometriyanıń tiykargı nızamlarınıń biri bolǵan jaqtılandırılganlıqtıń derekke shekemgi qashıqlıqtıń kvadratına keri proporcionallıq ekenligi nızamı keltirip shıgarılǵan, fokus túsinigi kírgizilgen hám linzaniń formulasi berilgen.

1604 - 1609 - G. Galiley gorizontqa mýyesh jasap ılaqtırılgan deneniń qozǵalıs nızamın taptı hám qıya tegislikte qozǵalatuǵın denelerdiń qozǵalısınıń teń ólshewli tezleniwhı ekenligin ashti.

1604 - K. Drebbel denelerdiń jıllılıqtıń tásirinde keńeyiwi boyınsha tájiriybeler ótkerdi.

1607 - G. Galiley jaqtılıqtıń tezlegin ólshew boyınsha tájiriybeni ámelge asırdı

1609 - I.Keplerdiń "Jańa astronomiya" ("Astronomia nova") miyneti jarıq kórdi. Bul miynette planetalardıń Quyashtiń dögereginde qozǵalısınıń birinshi eki nızamı berilgen hám salmaq barlıq aspan deneleri ushın da tán degen pikir bildirilgen.

- G.Galiley kóriw trubasın soqtı (oyıs okulyarǵa iye) hám onı astronomiyalıq baqlawlar ushın paydalanylataǵın teleskop sıpatında paydalandy (optikaliq astronomiyaniń payda boliwı). 1608-jılı tap usınday teleskoptı X. Lippersgey oylap taptı.

- Termostat oylap tabıldı.

1611 - I.Keplerdiń "Dioptrika" kitabı jarıq kórdi. Bul kitapta kóriw trubasınıń teoriyası, sonıń ishinde dóńes okulyarǵa iye trubanıń konstrukciyası (bunday trubanı Kepler trubası dep ataydı) berilgen. Bul miynetinde hám bunnan burıngı "Ad Vitellionem paralipomena" kitabında I.Kepler elementar geometriyalıq optikanı bayanlaǵan.

1612 - G.Galiley Polshanıń koroli Sigizmund úshinshige okkiolinonı (ital. occhiolino "kishkene kóz") demonstraciyaladı.

1619 - I.Keplerdiń "Dúnyanıń garmoniyası" (Harmonices Mundi") miyneti jarıq kórdi. Bul miynette planetalardıń Quyashtiń dógereginde qozǵalısınıń úshinshi nizamı bayanlaǵan.

- London qalasında Kornelius Drebbel eki dóńes linzaǵa iye bolǵan quramlıq mikroskoptı prezentaciya qlıǵan.

1620 - Ullibritaniyalı filosof Frencis Bekoniń "Jańa organon" ("Novum Organum scientiarum") traktatı jarıq kórdi. Bul traktatta birinshi ret jilliliqtıń qozǵalıs ekenligi haqqında ideya aytılǵan. Bunnan keyin jilliliqqa kinetikalıq kóz-qaraslardı R.Boyl, R.Guk, Iogann hám Daniil Bernulliler rawajlandırdı. 1675 jılı R.Boyl tártiplesken qozǵalistıń tártipsiz qozǵalısqa aylanıwin demonstraciyaladı.

1621 (shama menen) - V. Snellius eksperimentte jaqtılıqtıń sıniw nizamın ashti.

1622 - Drebbel ózi dóretken mikroskoptı Rimde kórsetken.

1624 - Galiley óziniń okkiolinosın dei Linchei Milliy akademiyasınıń (italyan tilinde Accademia Nazionale dei Lincei, qısqasha "Accademia dei Lincei") tiykarın salǵan princ Frederikke kórsetken.

1625 - Galileydiń "Accademia dei Lincei" akademiyasınan dostı Djovanni Faber jańa oylap tabılǵan optikaliq qural mikroskop terminin usındı (teleskop terminine sáykes).

1628 - B.Kastelli trubalar arqalı aǵatıǵın suyiqliqtıń tezliginiń trubanıń kese-kesiminiń shamasına keri proporcionallıq nizamın ashti.

1631 - J.Rey suyiqliq quylıǵan termometrdi oylap taptı.

1632 - G.Galileydiń "Dúnyanıń tiykarǵı eki sistemi bolǵan Ptolemey hám Kopernik sistemaları haqqında" ("Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano"), miyneti jarıq kórdi.

1635 - N.Adjunti tájiriybede suw muzǵa aylanǵanda onıń kóleminiń kishireymeytuǵınlıǵın, al keńeyetuǵınlıǵıń taptı. 1667-jılı bul jaǵdayda X. Gyuygens te kórsetti. Suwdıń muzǵa aylanǵanda kóleminiń keńeyetuǵınlıǵı haqqında G.Galiley de aytqan edi.

1637 - R.Dekartıń "Dioptrika" kitabı jarıq kórdi. Bul kitapta jaqtılıq tarqalatuǵın (jaqtılıqtı alıp jüretuǵıń) efir ideyası bayanlaǵan, sıniw nizamınıń teoriyalıq dálilleniwi (bul haqqında ol 1630-jılı gáp etken edi) hám raduganıń teoriyası keltirilgen.

1638 - G.Galileydiń "... ilimniń jańa eki oblastına tiyisli bolǵan áígimeler hám matematikalıq dálillew" ("Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze") miyneti jarıq kórdi. Bul kitapta tiykarǵı materiallar menen bir qatarda erkin túsiw nizamı (túsiwshi deneniń tezliginiń túsiw waqtına, al ótilgen joldıń waqıttıń kvadratına proporcionallıgi, materiallardıń qarsılıǵı haqqındaǵı nizam bayanlaǵan.

1641 - O. Gerike hawa nasosın oylap taptı.

- P.Gassendi Galileydiń salıstırmalıq principin tastıyıqlaytuǵın tájiriybeni ámelge asırdı.

- Spirli termometr dóretilgen. 1646-jılı spirli termometrdi E. Torrichelli demonstraciyaladı.

- E.Torichellidiń "Erkin túsiwshi hám ilaqtırılgan denelerdiń qozǵalısı haqqında" dep atalatuǵın miyneti baspadan shıqtı. Bul miynette qıya tegisliktegi deneniń teń salmaqlıqta turiw nizamı hám salmaq oraylarınıń qozǵalısı haqqındaǵı princip keltirilgen, gorizontqa mýyesh jasap ilaqtırılgan deneniń qozǵalısı qarap shıǵılgan hám onıń traektoriyasınıń parabolalıq xarakterge iye bolatuǵınlıǵı kórsetilgen. Sonıń menen birge ballastikaniń basqa da teoremları tabılǵan.

- E.Torrichelli ashıq ıdistığı tesikten suyiqliqtıń aǵıp shıǵıw tezligi ushın formuları keltirip shıǵardı (Torrichelli formulası).

1643 - Atmosferalıq basımnıń ashılıwı (E. Torrichelli). Atmosferalıq basımnıń bar ekenligin dálilletyuǵın tájiriybeni Torichellidiń kórsetpesi menen V.Viviani orınlığan, al qubılıstıń ózi 1644-jılı Torichelli tárepinen túsin dirilgen.

1644 - Vakuumniń ("torichelli boşığınıń") hám barometrđiń dóretiliwi (E.Torrichelli). "Barometr" terminin 1662 – 1663 jılları R. Boyl usındı.

-R.Dekarttiń "Filosofiyani basladı" kitabı jarıq kórdı. Bul kitapta inerciya nızamı anıq türde keltirip shıgarılğan, magnetizmniń teoriyası berilgen hám birinshi kosmogoniyalıq gipoteza bayanlangan. Bul kitapta onıń qozǵalıstıń muğdarınıń saqlanıw nızamı da keltirilgen (Dekartta tezlik skalyar shama bolğan). Bul nızam haqqında Dekart 1636-jılı gáp etken edi.

1648 – Jaqtılıqtıń dispersiyasınıń ashılıwi (Ya.Marcı).

- Biyikliktiń úlkeyiwi menen atmosferaliq basımnıń kemeyetuǵınlıǵı eksperimentte tabıldı (eksperimentti B.Paskaldıń ideyası menen F.Pere orınladı).

1653 – B.Pascal tárepinen suyuqlıqtaǵı basımnıń tarqalıw nızamı ashıldı (Pascal nızamı), bul haqqında 1663-jılı jarıq kórgen "Suyıqlıqlardıń teń salmaqlıǵı haqqında" dep atalatuǵın traktatında aytılğan.

1654 – O.Gerike atmosferaliq basımnıń bar ekenligin dálilleytuǵın "Magdeburg yarım sharları" menen demonstraciyalıq tájiriybeni ótkerdi.

1655 – Sınaplı termometr oylap tabıldı.

1657 – X.Guyugens túsiwshi mexanizmge iye mayatnikli saattı soqtı. Bul jumıs eksperimentallıq texnika ushın tiykar bolıp tabıladı (mayatnikti saatta paydalaniwdı dáslep 1636-jılı G.Galiley usındı).

1660 – R.Guk qattı denelerdiń serpimligi nızamın ashti (Guk nızamı). 1676-jılı baspadan shıqqan.

- R.Boyl hám R.Guk hawa nasosın jetiliştirdi (Boyl nasosı).

1661 – R.Boyl hám R.Tounli gazdiń kólemi menen basımnıń arasında keri proporsional górezliliktiń bar ekenligin taptı Tap usınday juwmaqqa 1676-jılı E. Mariott ta keldi (Boyl – Mariott nızamı).

- R.Boyl óziniń "Ximik-skeptik" dep atalatuǵın miynetinde deneniń eń ápiwayı quramlıq bólimi sıpatında ximiyalıq element túsinigin keltirip shıǵardi.

1662 – P.Ferma geometriyalıq optikaniń tiykargı principin keltirip shıǵardı (Ferma principi).

1663 – E.Somerset puw mashinasın oylap taptı (London qalasında 1667-jılı qurılğan hám suwdı 40 fut biyiklikke kótergen). 1705-jılı puwlı-atmosferaliq suwdı kóteriwshi mashinanı T.Nyukomen soqtı.

1664 – Robert Guk óziniń "Mikrografiya" miynetin baspadan shıgaradı. Bul miynet biologiyalıq gravyuralardıń jiynaǵı bolıp tabıladı. Bul kitapta "kletka" termini kirgizilgen (ol kletkanı probkaniń qabıǵında tapqan). 1664-jılı jarıq kórgen bul kitap (bir qatar dereklerde 1665-jılı jarıq kórgen dep jazılğan) tiykarınan illyustracyalarına baylanıshı mikroskopı adamlardıń arasında keńnen tarqatıw qızıǵıwshılıq payda etiw ushın xızmet etti.

1665 – F.Grimaldidiń "Jaqtılıq, reńler hám raduga haqqındaǵı fizika-matematikalıq traktat" miynetin baspadan shıqtı hám bul miynette jaqtılıqtıń difrakciyası qubilisiniń ashılǵanlıǵı orın aldı.

-R.Guktiń "Mikrografiya" miynetin baspadan shıqtı. Bul miynette mikroskopiyalıq baqlawlar, difrakciya qubilisi, juqa plenkalardıń reńleri haqqındaǵı maǵlıwmatlar hám jaqtılıqtıń kóldeneń tolqınlar ekenligi haqqında gipoteza keltirilgen.

1665 – 1666 – I.Nyuton tartılış kúshiniń shamasınıń tartısıwshi denelerdiń arasında qashıqlıqtıń kvadratına keri proporsional ekenligin keltirip shıǵardi.

1665 – X.Guyugens hám R.Guk termometrđiń tiykargı noqatlari sıpatında muzdıń balqıw noqatı menen suwdıń qaynaw noqatin aliwdı usındı. 1694-jılı K.Renaldini tap usınday ideyanı usındı.

1666 – I.Nyuton tárepinen aq jaqtılıqtıń spektrge ayrılıwin (jaqtılıqtıń dispersiyası) qaytadan ashıwi hám xromat (reńli) aberrasiyaniń ashılıwi, jaqtılıqtıń korpuskulalıq teoriyasınıń dóretiliwi. Óziniń "Jaqtılıqtıń jáne reńlerdiń jańa teoriyasın" Nyuton 1672-jılı xabarladı, al keyin 1675-jılı bul xabardıń tiykarında 1704-jılı onıń "Optika" kitabı jarıq kórdı.

1668 – I.Nyuton aynalıq teleskop-reflektordı konstrukciyaladı (onıń proektin 1663-jılı Dj.Gregori usındı).

- R.Guk pokazal barlıq deneler ushın balqıw hám qaynaw noqatlarınıń turaqlı ekenligin taptı.

1669 – E.Bartolin island shıpatı kristallarındaǵı nur sindırıwdı ashti.

- Fosfordıń xemilyuminescenciyasınıń ashılıwi (G.Brandt).

- X.Guyugens óziniń "Soqqınıń tásirindegi denelerdiń qozǵalısı" kitabında serpimli denelerdiń orayılıq soqqısınıń teoriyasın berdi, qozǵalıs muğdarınıń ( $mv$ ) saqlanıw nızamın hám "tiri kúshler" diń (kinetikalıq energiyaniń,  $mv^2$ ) saqlanıw nızamın taptı. "Tiri kúsh" túsinigin mexanikalıq

qozǵalıstiń ólshemi sıpatında 1686-jılı G.Leybnic usıngan edi. Ol "tiri kúshlerdiń" saqlanıw nızamın da taptı.

1673 – X.Guygenstiń "Mayatnikli saat" dep atalatuǵın miyneti jarıq kórdi. Bul miynette fizikalıq mayatnikiń teoriyası, inerciya momenti túsinigi hám oraydan qashıwshı kúshtiń nızamı keltirilgen.

1674 – D.Papin tárepinen suwdıń qaynaw noqatınıń basımnan górezli ekenliginiń ashılıwi (tómengi temperaturalarda suw 100°C temperaturalardan tómen temperaturalarda qaynayıdı).

– Antoni van mikroskoptı bir kletkali organizmlerdi kóriwge shekem jetilistirdi. Levenguktiń mikroskoptı júdá ápiwayı edi hám orayında linza qoyılǵan plastinkadan ibarat boldı. Baqlawshınıń linza arqali onıń ekinshi tárepinen bekitilgen hám jaqtılıq ótip turǵan úlgige qarawı kerek. Konstrukciyasınıń ápiwayılıǵına qaramastan sol dáwirlerdegi mikroskoplardıń úlkeytiwine salıstırǵanda bir neshe ese joqarı boldı. Nátiyjede bakteriyalardıń eritrocitlerin (1683), ashitqılları, eń ápiwayılardı, spermatozoidlardi (1677), jánlıklerdiń kózleriniń hám bulshiq ettiń talshiqlarınıń qurılısın, infuzoriyalardı hám olardıń formalarınıń kóp túrlerin baqlawǵa mümkinshilik berdi. Levenguk 500 den aslam linalardı shlıfovkaladı hám keminde 25 dana hár qıylı tiptegi mikroskoplardı soqtı (olardıń tek toǵızı saqlanıp qalǵan). Biziń kúnlerimizge shekem saqlanıp kelgen mikroskoplar 275 ese úlkeyte aladı. Biraq Levenguk 500 ese úlkeyte alatuǵın mikroskoptı da soqqan bolsa kerek.

1676 – Yupiter planetasınıń joldasların baqlawdiń nátiyjesinde O.Remer jaqtılıqtıń tarqalıw tezliginiń shekli ekenligi haqqında juwmaqqa keldi hám baqlawlardıń nátiyjesinde onıń mánisın (214000 km/s) aniqladı (usı dáwirlerge shekem Dj.Porta, I.Kepler, R.Dekart h.b. jaqtılıqtıń tezligin sheksiz úlken dep esapladi).

1678 – X.Guygens tárepinen shamnıń tolqınlıq teoriyasınıń dóretiliwi hám onıń tiykarında sol waqıtları belgili bolǵan barlıq qubılsıllardı túsindiriwi. Jaqtılıqtıń tolqınlıq tábiyatı haqqındaǵı ideyanı 1648-jılı Ya.Marci hám 1665-jılı F.Grimaldi hám R. Guk usındı.

– Jaqtılıqtıń polyarizaciyasınıń ashılıwi (X.Guygens).

– X.Guygens birinshi ret Parij qalası ushin erkin túsiw tezleniwiniń mánisın tájiriybede aniqladı ( $g = 979,9 \text{ sm/s}^2$ ).

1680 – D.Papin puw qazanın soqtı (Papin qazanı). Ol 1681-jılı qazan ushin saqlawshı klapandı oylap taptı.

### **3. Klassikalıq fizikanıń dáwiri (XVII ásirdiń aqırı-XX ásirdiń bası) Birinshi dáwir (XVII ásirdiń aqırı -XIX ásirdiń 60-jılları)**

1687 – I.Nyutonniń "Natural filosofiyaniń matematikalıq baslamaları" miyneti jarıq kórdi (bul kitaptı "Baslamalar" dep jiyi aytadı). Bul kitapta mexanikaniń tiykargı túsinikleri hám aksiomatikası, solardıń ishinde onıń tiykargı úsh nızamı (Nyuton nızamları) hám pútkıl dúnyalıq tartılıs nızamı bar. Bul kitaptıń jarıq kóriwi fizikanıń tariyxında jańa dáwirdi ashti. Sebebi kitapta tábiyattaǵı kóp sanlı processlerdi basqaratuǵın mexanikaniń tolıq sisteması berilgen.

1690 – X.Guygenstiń "Jaqtılıq haqqındaǵı traktat" miyneti jarıqqa shıqtı (bul jumıs 1678-jılı pitkerilgen). Bul kitapta jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyası (jaqtılıq qozıwları evirdegi serpimli impulsler bolıp tabıladı), aylanıp ótiwshı tolqındı dúziwdiń principi (Guygens principi) hám avtor tárepinen ashılǵan jaqtılıqtıń polyarizaciyası bayanlangan.

1697 – G.Shtal flogiston teoriyasın islep shıqtı. Flogiston ideyasın 1669-jılı I.Bexer usıngan edi.

1699 – G.Amonton qattı denelerdeń sırtqı súykelis nızamların ashti.

1701 – J.Saver turǵın tolqınlar haqqındaǵı kóz-qarastı kirgizdi.

1703 – X.Guygenstiń "Oraydan qashıwshı kúsh haqqında" kitabı jarıq kórdi. Bul kitapta oraydan qashıwshı kúsh ushin ańlatpa berilgen.

– Gollandiyali zergerler turmalin kristallarındaǵı piroelektrlik qubılısın baqladı. Turmalinnıń qızdırǵanda elektrlenetuǵınlıǵı 1754-jılı Dj.Kanton menen F.Epinus tapqan edi.

1706 – Birinshi shiyshe elektr mashinası soǵıldı (F.Gauksbi).

– Gazlerdegi razryadlar izertlene basladı (F.Gauksbi).

1710 (yamasa 1714-jılı) – G.Farengeytiń termometri soǵıldı (Farengeyt shkalası). Bul termometriń ideyasın O.Remer usıngan edi.

1718 – J.Jyuren kapillyar naylardaǵı suyuqlıqtıń kóteriliw nızamın ashti (Jyuren nızamı).

1729 – Elektrótkizgishlik qubılısı ashıldı (S.Grey).

- S.Grey ótkizgishtegi elektr zaryadınıń onıń beti boyınsha tarqalatuǵınlıǵın kórsetti.

- P.Bugerdiń "Jaqtılıqtıń gradaciyası haqqındaǵı optikalıq traktat" kitabı jarıq kórdi. Bul kitapta fotome rajdiń tiykarları bayanlangan. Sonıń menen birge kitapta ortalıqtaǵı jaqtılıqtıń hálsirew nızamı keltirilgen (Buger-Lambert-Ber nızamı).

1730 – R.Reomyur termometrlerde 0 den 80° qa shekemgi shkalanı paydalaniwdı usındı (Reomyur shkalası).

1733 – Elektrdiń eki túriniń ashılıwi, birdey zaryadlardıń iyterisetuǵınlıǵı menen belgileri qarama-qarsı bolǵan zaryadlardıń tartısatuǵınlıǵınıń anıqlanıwı (Sh.Dyufe).

1738 – D.Bernullidiń "Gidrodinamika" jumısı baspada basılıp shıqtı. Bul kitapta ideal suyuqlıqtıń stacionar qozǵalısınıń teńlemesi (Bernulli teńlemesi) hám kinetikalıq teoriyanıń elementleri keltirilgen (Bernulli jıllılıqtı bólekshelerdiń qozǵalısı, gazdi júdá mayda bólekshelerdiń jiynaǵı, al gazdiń idistiń diywallarına túsiretuǵın basımin usı bólekshelerdiń toparınıń tásiriniń nátiyjesi dep esapladi).

1740 – Fotometrдиń oylap tabılıwı (P.Buger).

1742 – Elektrdiń "ótkizgish" hám "ótkizbegish" túsinikleriniń kirgiziliwi (J.Dezagyule).

- A.Celsiy termometrдиń júz graduslıq shkalasın usındı (Celsiya shkalası).

1745 – E.Kleyst hám P.Mushenbruk birinshi elektr kondensatorın soqtı (Leyden bankası).

1746 – Dj. Ellikot tárezi principine tiykarlangan elektrometrdi soqtı.

- Qozǵalıs muǵdarınıń momentiniń saqlanıw nızamı ashıldı (L.Eyler, D.Bernulli).

1747 – J.Nolle tárepinen elektroskopıń soǵılıwi.

1748 – M.V.Lomonosov mınaday juwmaqqı keldi: materianı hám qozǵalistı joq qılıwǵa bolmaydı, olardı dóretiwge de bolmaydı (Lomonosovtiń materiya menen qozǵalistıń saqlanıw nızamı).

- J.Nolle kóbik diywal bir birinen ayrılgan suw menen spirttiń diffuziyasın baqlap suyuqlıqlardıń diffuziyasın ashti.

- J.Nolle osmostı ashti.

1750 – M.V.Lomonosovtiń "Jıllılıq penen suwiqtıń sebebi haqqında" dep atalatuǵıń kitabı baspadan shıqtı. Bul kitapta ol óziniń jıllılıq teoriyasın bayanlaǵan. Lomonosov boyınsha jıllılıq zattıń bóleksheleriniń aylanbalı qozǵalısınıń sebebinen júzege keledi. Bul kitapta temperaturanıń absolyut noli haqqındaǵı ideya da keltirilgen.

- Ya.Segner birinshi reaktivli gidravlikaliq turbinalardıń birin oylap taptı ("segner digirshigı").

- Nayzaǵayótkizgishtiń (molnieotvod, B.Franklin) oylap tabılıwı. 1753-jılı nayzaǵay ótkizgishti I.Vinkler, al 1754-jılı P.Divishler soqtı.

- B.Franklin elektrdiń unitarlıq teoriyasın keltirip shıǵardı, oń hám teris zaryadlar túsiniklerin hám olarǵa sáykes "+" hám "-" belgilerin kirgizdi, elektr zaryadınıń saqlanıw nızamın taptı.

1755 – L.Eyler óziniń "Suyıqlıqlardıń qozǵalısınıń ulıwmalıq principleri" hám "Suyıqlıqlardıń teń salmaqlıq halınıń ulıwmalıq principleri" kitaplarında suyuqlıqlardıń analitikalıq mexanikasın islep shıqtı, ideal suyuqlıqtıń qozǵalısınıń tiykarǵı teńlemelerin keltirip shıǵardı. D.Bernulli menen birgelikte teoriyalıq gidrodinamikanıń dóretiwshisi bolıp tabıladı.

- J.Delyuk birinshi ret muzdı balqıtıw ushın onıń temperaturasın muzdıń balqıw temperaturasına shekem qızdırıwdıń jetkilikli emes, al onı balqıtıw (bir agregat haldan ekinshi agregat halǵa ótkeriw) ushın jáne belgili muǵdardaǵı (balqıwdıń jasırın jılıwi) jıllılıq kerek bolatuǵınlıǵın birinshi bolıp taptı.

1756 – M.V.Lomonosov tárepinen ximiyalıq reakciyalardaǵı zattıń massasınıń saqlanıw nızamınıń ashılıwi. Bul nızamdı 1774-jılı A.Lavuaze de ashqan edi.

1757 – Dj.Dollond axromat obektivti konstrukciyaladı. Bunday obektivtiń ideyasın 1695-jılı D.Gregori hám 1747-jılı L.Eyler bir birinen górezsiz usıngan edi.

1758 – R.Boshkovichtıń "Tábiyattaǵı bar kúshlerdiń birden bir nizamına alıp kelingen natural filosofiya teoriyası" atamasındaǵı kitabı jarıq kórdi. Bul kitapta barlıq fizikalıq qubılıslardı túsimdiriwge háreket etilgen

1760 – I.Lambertiń "Fotometriya yamasa jaqtılıqtı, reńlerdi hám sayanı ólshew hám salıstırıw" kitabı baspadan shıqtı. Bul kitapta fotometriyanıń tiykarǵı túsinikleri menen nızamları keltirilgen. Sonıń ishinde ortalıqtaǵı jaqtılıqtıń sóniw nızamı da bar (Buger-Lambert-Ber nızamı).

1762 – Dj. Blek tárepinen muzdıń balqıw hám puw payda bolıwdıń jıllılıǵı birinshi ret ólshendi.

1763 – Rus injeneri I.I.Polzunov puw mashinasınıń proektiň islep shıqtı.

- 1770 – Dj.Blek jilliliq sıyimligi túsinigin kirgizdi.
- Dj.Uatt quwattiu ólshem birligi bolǵan at kúshin kirgizdi.
- 1772 – J.Delyuk suwdiń keńeyiwindegi anomaliyanı taptı, onıń maksimalliq tiǵızlıǵı muzǵa aylanıw temperaturasında emes, al +40°C temperaturada baqlanadi.
- I.Vilke birinshi bolıp qattı denelerdiń jilliliq sıyimligin ólshedı.
- 1775 – Elektrofor jetilistirildi (A.Volta). Elektrofor mashinası 1757-jılı F.Epinus tárepinen oylap tabılǵan edi.
- 1777 – K.Sheele jilliliq nurlanıwi túsinigin kirgizdi ("nur jılıwı" yamasa "sáwleli jılıw") hám jilliliq nurlanıwin baqlaw jumısların orınladı (jilliliq nurları hám olardıń aynadaǵı shaǵılısıwi 1657-1667 jılları Florenciyadaǵı Tájiriybeler Akademiyasındaǵı alımlar tárepinen tabılǵan edi).
- 1781 – A.Volta sezgir elektroskoptı soqtı (strelkaları xızmetin saban atqardı).
- 1782 – R.Gayui pezoelektr qubılısin ashti.
- 1783 – A.Volta elektr kondensatorın soqtı.
- A.Lavuaze hám P.Laplas 1780-jılı oylap tabılǵan muz kalorimetrdiń járdeminde kóp sanlı qattı hám suyuq zatlardıń salistirmalı jilliliq sıyimligin aniqladı.
- 1784 – Djeyms Uatt úzliksiz aylanbalı qozǵalatuǵın qos háreketli puw mashinasın soqtı (Uat mashinası). Bul mashina universal puw dvigateli bolıp tabıladı (1774-jılı Nyukomenniń puw mashinasın jetilistirip ápiwayı háreketke iye puw mashinasın soqqan edi).
- 1785 – Sh.Kulon tárepinen elektrlik tásırlesiwdiń tiykarǵı nızamı ashıldı (Kulon nızamı). Kúshtıń shamasınıń qashiqliqtıń kvadratına keri proporcionallıq nızamın 1760-jılı D.Bernulli, 1766-jılı Dj.Pristli hám 1771-jılı G.Kavendishler de ashqan edi.
- 1786 – D.Rittengaus difrakciyalıq reshetskani (pánjereni) soqtı. 1821-jıldan baslap difrakciyalıq reshetskani Y.Fraungofer keńnen paydalandi. Usınıń nátiyjesinde bazı bir izertlewshiler Fraungoferdi difrakciyalıq reshetskani birinshi soqqan adam dep esaplaydı.
- 1787 – E.Xladni tarlardıń hám sterjenlerdiń boylıq terbelislerin ashti.
- E.Xladni akustikalıq figuralardı payda etiw menen plastinkalardıń terbelislerin úyreniw boyınsha tájiriybeler qoydı (Xladni figuraları).
  - J.Sharl gazdiń temperaturasınıń temperaturadan górezligi nızamın ashti (Sharl nızamı).
- 1791 – L.Galvanidiń "Bulşıq ettiń qozǵalısındaǵı elektr kúshleri haqqında" kitabı jarıq kórdı. Bul kitapta onıń elektr toǵın ashqanlıǵı haqqında gáp etilgen.
- P.Prevo jılıjwı jilliliq teń salmaqlıǵı teoriyasın usındı.
- 1796 – P.Laplastıń "Dúnya sistemاسın bayanlaw" miynetı jarıq kórdı. Bul kitapta onıń Quyash sistemasiń payda bolıwı haqqındaǵı gipotezasi orın algan.
- E.Xladni qattı denelerdegi sestiń tezliginiń sestiń hawada tarqalıw tezliginiń qatnasın ólshedi.
- 1798 – Genri Kavendish aylanbalı táreziniń járdeminde eki deneniń arasındaǵı tartılıs kúshtıń mánisin ólshedı. Nátiyjede ol gravitaciya turaqlısınıń mánisin hám Jerdiń ortasha tiǵızlıǵınıń ( $5,18 \text{ g/sm}^3$ ) mánisin taptı.
- B.Rumford jilliliqtıń mexanikalıq teoriyasınıń paydası ushın xızmet etetugın tájiriybelerdi ótkerdi.
- 1799 – G.Devi tájiriybede muzdiń eki bólegin bir biri menen súykep suwǵa aylandırdı (Devi tájiriybesi). Nátiyjede mexanikalıq jumıstıń esabınan jilliliqtı aliwdıń múmkın ekenligi dálillendi.
- A. Volta turaqlı elektr toǵınıń birinshi deregin konstrukciyaladı. Onı "Volt baǵanasi" dep ataydı hám ol galvanikalıq elementtiń protopipi bolıp tabıladı.
  - E.Xladni sterjenlerdiń aylanbalı terbelislerin ashti.
- 1800 – Elektr toǵı menen suwdiń idirawi ashıldı (A.Furkrua).
- Elektr toǵı menen suwdiń idirawi ashıldı (U.Nikolson, A.Karleyl, I.Ritter). Suw arqali elektr shaqmaǵı ótkende vodorod penen kislordtıń bólünip shıǵıwın 1789-jılı A.Trustvik penen I. Deyman baqlaǵan edi.
  - U.Gershel infraqızıl nurlardı ashti.
  - T.Yung tárepinen sestiń interferenciyasınıń hám tolqınlardıń superpoziciyası principiniń ashlıwi.
- 1801 – T.Yung jaqtılıqtıń interferenciyası principin keltirip shıǵardı. Bul principi keyinirek 1815-jılı O.Frenel qaytadan ashti.
- Ultrafiolet nurlardıń ashlıwi (U.Vollaston, I.Ritter).
- 1802 – U.Nikolson elektr toǵınıń jaqtılıq (jaqtılıqlıq) tásirin ashti.

- Elektr toğınıń ximiyalıq tásiriniń ashılıwi (U.Vollaston).

- N.Gotro tárepinen ximiyalıq elementtiń polyarizaciyasınıń ashılıwi. Suyıqlıqlar menen kontaktke kelgende metallardıń tez okisleniw qubilisin 1792-jılı Dj.Fabbroni ashqan edi.

- T.Yung tárepinen eki saňlaqtan shıqqan jaqtılıqtıń interferenciyası boyınsha tájiriybeniń ótkeriliwi.

-J.Gey-Lyussak tárepinen gazlerdiń keńeyiwiniń úyreniliwi hám gazdiń kóleminiń temperaturadan górezligi nızamınıń ashılıwi (Gey-Lyussak nızamı). Bul nızamdı sol jılı Gey-Lyussaktan górezsiz Dj.Dalton da ashqan edi (1787-jılı bul nızamdı J. Sharl ashti. Biraq ol ózi algan nátiyjelerdi baspadan shıgarǵan joq).

-V.V.Petrovtıń elektr doğasın ashıwi hám onıń menen bir qatar tájiriybeler ótkerdi (metallardı balqitiw, hár qıylı zatlardı jaǵıw). Tap usınday tájiriybelerdi 1810-jılı G.Devi de orınladi.

1803 - T.Yung tárepinen hár qıylı reńler ushın tolqın uzınlığınıń ólsheniwi. Ol qızıl jaqtılıq ushın 0,7 mkm, al fiolet nur ushın 0,43 mkm mánislerin aldı.

- Dj.Dalton atomlıq salmaq túsinigin engizdi hám ximiyalıq elementlerdiń atomlıq salmaqları boyınsha birinshi kestesin dúzdi.

1806 - 1807 - P.Laplas tárepinen kapillyarlıq teoriyası dörretildi (bul jumısta molekulalıq tartısıw tek kishi qashiqliqlarda orın aladı degen kóz-qaras birinshi ret paydalanılgan).

1806 - P.Laplas kapillyarlıq basımdı anıqlaw ushın formulani usındı (Laplas formulası).

1807 - J.Gey-Lyussak tárepinen gazdi adiabatalıq keńeytkende temperaturasınıń tómenleytuǵınlıǵı, al qısqanda temperaturasınıń tómenleytuǵınlıǵı anıqladı. Bul qubilisti 1788-jılı E.Darvin hám 1800-jılı Dj.Dalton ańgarǵan edi.

-T.Yung tárepinen serpımlilik moduli kírgızıldı (Yung modulu).

1808 - E.Malyus tárepinen shaǵılısqanda jaqtılıqtıń polyarizaciyasınıń orın alatuǵınlıǵı hám óziniń atı menen atalatuǵın nızamdı ashıwi (Malyus nızamı).

1809 - Qattı denelerdegi sestiń tezligin ólshew (J.Bio).

1810 - S.Puasson serpımliliktiń xarakteristikasın kírgızdı - boylıq uzayıwdıń kóldeneń qısılıwǵa qatnasi (Puasson koefficienti).

1811 - A.Avogadro tárepinen zatlardıń qurılısı haqqındaǵı gipotezanıń aytılıwi hám onıń atı menen atalatuǵın nızamnıń ashılıwi (Avogadro nızamı).

- Jaqtılıqtıń sıniwında polyarizaciya qubilisiniń ashılıwi (E.Malyus, J.Bio).

-D.Arago tárepinen jaqtılıqtıń dóńgelek polyarizaciyasınıń ashılıwi (1815-jılı bunday polyarizaciyanı J.Bio menen D.Bryuster de baqlaǵan edi).

- D.Arago kvarcta optikalıq aktivliktiń bar ekenliginaptı (1815-jılı J.Bio skipidardaǵı optikalıq aktivlikti ashqan edi).

- S.Puasson potencial teoriyasın elektrostatikaniń qubilislarına tarqattı, usınıń nátiyjesinde ol óziniń atı menen atalatuǵın áhmiyetli teoremanı keltirip shıǵardı (Puasson teoreması). Potencial teoriyasın S.Puasson 1824-jılı magnetizmge de paydalandı).

1812 - J. Berar jıllılıq nurlarınıń qos sıniwinaptı.

1813 - F.Delerosh hám J.Berar gazlerdiń salıstırmalı jıllılıq sıyımlıklärın birinshi ret dál ólshedi.

1814 - 1815 - Y.Fraungofer tárepinen Quyashtiń spektrindegi jutliwdıń qarańǵı sıziqlarınıń ashılıwi (Fraungofer sıziqları). Bul sıziqlardı 1802-jılı U.Vollaston da baqlaǵan edi. Biraq ol ózi ashqan jańalıqtı durıs bahalay almadı hám onı durıs túśindire almadı.

1815 - J.Bio tárepinen jaqtılıqtıń polyarizaciya tegisliginiń aylanıwi nızamınıń ashılıwi (Bio nızamı).

- D. Bryuster betten shaǵılısqan jaqtılıq tolıǵı menen polyarizaciyalanǵan bolǵan jaǵday ushın sıniw kórsetkishi menen jaqtılıqtıń túsiw mýyesi arasındaǵı baylanıstiaptı (Bryuster nızamı).

1815 - 1816 - O.Frenel Gyuygens principi qaytadan ashti hám onı elementar tolqınlardıń kogerentligi hám olardıń interferenciyası haqqındaǵı kóz-qaraslar menen tolıqtırıldı (Gyuygens-Frenel principi).

1816 - O.Frenel jaqtılıqtıń interferenciyasın alıw ushın eki ayna menen tájiriybeler ótkerdi (Freneldiń aynaları).

- O.Frenel hám D.Arago bir birine perpendikulyar tegisliklerde polyarizaciyalanǵan nurlardıń interferenciyaga ushıramaytuǵınlıǵınapı.

- P.Laplas hawadaǵı sestiń tezligi ushın adiabatlıqqa dúzetiw kírgızilgen formulani keltirip shıǵardı (adiabatalıq formula).

- U.Prout barlıq ximiyalıq elementlerdiń atomları pútin sanlar menen ańlatıldı, yaǵníy vodorod atomınıń kombinaciyaları bolıp tabıldır degen gipotezani usındı (Prout gipotezasi).

1817 - T.Yung jaqtılıq tolqınlarınıń koldeneńligi haqqındaǵı boljawdı aytti (1819-jılı tap usınday joljawdı O.Frenel aytti).

1818 - O.Frenel tárepinen zonalardı dúziw arqalı jaqtılıqtıń difrakciyasınıń teoriyasınıń dóretiliwi (Frenel zonaları).

- O.Frenel qozǵalıwshı denelerdiń optikasın baslap berdi.

1819 - O.Frenel tárepinen jaqtılıqtıń interferenciyasın alıw ushın biprizma menen tájiriybeniń ótkeriliwi (Frenel biprzmaları).

- P.Dyulong penen A.Pti ápiwayı zatlar ushın salıstırmalı jilliliq sıyımlığı menen atomlıq salmaǵınıń kóbeymesiniń turaqlı shama bolatuǵınlıǵıń taptı (Dyulong hám Pti nızamı).

1820 - X.Ersted elektr toǵınıń magnitlik tásırın taptı ("elektr kúshleriniń magnitke tásiri" haqqında ol 1812-jılı aytqan edi), bul elektromagnetizmniń baslaması bolıp tabıldı.

- A.Amper elektr toqlarınıń óz-ara tásırlesiwin ashti hám usı tásırlesiwdiń nızamın ashti (Amper nızamı).

- A.Amper molekulalıq toqlar gipotezasın usındı hám onıń tiykarına toqlar menen magnitlerdiń ekvivalentligi teoremasın jatqızdı. Bul teoremada magnetizmniń payda bolıwınıń toq penen baylanısh ekenligi haqqındaǵı teorema (Amper teoreması) turadı.

- J.Bio hám F.Savar tuwrı toqtıń magnit maydanınıń kernewliligin aniqlaytuǵın nızamı ashti (zakon Bio-Savar nızamı).

- Galvanometr oylap tabıldı (I.Shveygger).

- P.Barlou elektromotordıń modelin dúzdi (Barlou dóngelegi).

1821 - G.Devi tárepinen ótkizgishtiń qarsılığınıń onıń kese-kesiminiń maydanına hám uzınlığına górezligi tabıldı.

- M.Faradey tárepinen toǵı bar ótkizgishtiń magnit maydanındaǵı aylanıwi tabıldı.

- T.Zeebek termoelektr qubılısın ashti (Zeebek effekti).

1821- 1822 - L.Nave izotrop deneniń serpimlilik teoriyasınıń teńlemesin hám qısılmaytuǵın jabısqaq suyuqlıqtıń qozǵalıs teńlemesin keltirip shıǵardı.

- Y.Fraunhofer difrakciyalıq reshetskadaǵı jaqtılıqtıń difrakciyasın aldı (Fraunhofer difrakciyası).

Tolqınlıq teoriya tiykarında M.Shverd tárepinen túsindirildi. Bul jaqtılıq tolqınıń tolqın uzınlığın  $10^{-7}$  dálliginde ólshevwe múmkinshilik berdi hám spektroskopiyaniń tiykarın qaladı.

1822 - A. Amper solenoidti soqtı.

- J.Fureniń "Jilliliqtıń analitikalıq teoriyası" kitabı jarıq kórdı.

- Sıziqlı spektrlardıń ashılıwi (U.Gershel).

- A.Gumboldt hám A.Arango hawadaǵı sestiń tezligin ólshedi hám 331,2 m/s shamasın aldı (1825-jılı sestiń hawadaǵı tezligi ushın 332,77 m/s shaması alındı).

1823 - O.Frenel eki ortalıqtı ayırıp turatuǵın tegis hám qozǵalmaytuǵın bettegi jaqtılıqtıń sıniw hám shaǵlısıw nızamın ashti (Frenel formulaları).

- S.Puasson adiabataniń teńlemesin keltirip shıǵardı (Puasson teńlemesi).

1824 - S.Karnoniń "Ottıń qozǵawshı kúshi hám usı kúshı payda ete alatuǵın mashinalar haqqındaǵı oylar" atamasındaǵı kitabı jarıq kórdı. Bul kitapta termodinamikanıń ekinshi baslamasınıń formulirovkası, jilliliqtıń jumısqa aylanıwi orın alatuǵın qaytimlı dóngelek process (Karno cıkı), hám jilliliq dvigatelleriniń paydalı tásır koefficienti haqqındaǵı teorema keltirilgen (Karno teoreması).

1825 - Kraittallardıń anizotropiyası ashıldı (E.Mitcherlix).

- L.Nobili astatikalıq galvanometrdi oylap taptı.

- Elektromagnittiń dóretiliwi (U.Sterdjen). 1828-jılı Dj.Genri ádewir úlken kúshke iye elektromagnetlerdi konstrukcionaladı.

- E. Avgust psixrometrdi oylap taptı (Avgust psixrometri).

1826 - G.Om toqtıń kúshıń, kernewdi hám qarsılıqtı baylanıstıratuǵın elektr shınjırınıń tiykarǵı nızamın ashti (Om nızamı). 1827-jılı ol nızamı teoriyalıq jollar menen keltirip shıǵardı.

- J.Gey-Lyussak ózi ashqan nızamı Boyl-Mariott nızamı menen biriktirip gaz halınıń teńlemesin taptı.

- J.Ponsele hám onnan górezsiz G.Koriolis kúsh penen usı kúshıń tásırinde ótilgen joldıń kóbeymesi túrindegi jumıs túsinigin kirgizdi.

-N.I.Lobachevskiy tárepinen evklid geometriyasınan basqa bolǵan jańa geometriyanıń engiziliwi (Lobachevskiy geometriyası).

1827 - "Elektr qozǵawshı kúsh", shınjırdaǵı "kernewdiń túsiwi" hám "ótkizgish" túsinikleri kirgizildi (G.Om).

-R.Broun tárepinen eritpeniń ishinde júzip júrgen mayda bólekshelerdiń xaotik (tártipsiz) qozǵalısı ashıldı (Braun qozǵalısı).

- J.Kolladon hám Ya.Shturm Jeneva kólinde sestiń suwdaǵı tezligin ólshew ushın tájiriyye ótkerdi hám 1435 m/s shamasın aldı.

1828 - Dj.Grinniń "Matematikalıq analizdi elektr hám magnetizm teoriyalarında paydalaniw tájiriyybesi" atlı miyneti jarıq kórdi. Bul kitapta potenciallıq funkciya túsinigi hám bir qatar teoremlar orın alǵan.

- U.Nikol sızıqlı polyarizaciyaǵa iye jaqtılıqtı alıw ushın hák shipatınan islengen eki prizmaniń kombinaciyasınan turatuǵın polyarizaciyalawshı prizmani oylap taptı (Nikol prizması).

1829 - A.S.Bekkerel ázzi polyarizaciyalanıwshı galvanikalıq elementti soqtı. 1836-jılı depolyarizatorǵa iye turaqlı ximiyalıq elementti Dj.Daniel (Daniel elementti), al 1839-jılı U.Grouv (Grouv elementti) soqqan edi.

- G.Koriolis quramalı qozǵalıslarda orın alatuǵın qosımsha tezleniw haqqında túsiniki kirgizdi (Koriolis tezleniwi).

1830 - K.Gauss elektrostatikanıń tiykarǵı teoremasın keltirip shıǵardı.

- L.Nobili termoparamı soqtı.

- G.Om toqtıń dereginiń elektr qozǵawshı kúshin birinshi ret ólshedi.

1830 - 1831 - F.Savar adamnıń saw qulagınıń esitiw sheklerin taptı: 24000 Gc (joqarǵı shek) hám 14-16 Gc (tómenge shek).

1831 - M.Faradey tárepinen elektromagnitlik indukciya qubilisiniń ashılıwi (1831-jılı indukciya principi Dj.Genrige de belgili edi, biraq Faradey óziniń jumısın birinshi bolıp baspadan shıǵardı).

- Dj.Genri hám S.dal Negro bir birinen górezsiz birinshi elektrodvigateli soqtı (1827-1828 jılları elektrodvigateliń modellerin A.Yedlik konstrukciyaladı).

1832 - I.Piksi elektromagnitlik indukciya principin paydalananatuǵın ózgermeli toqtıń birinshi generatorın soqtı.

- Dj.Genri ózlik indukciya qubilisın ashti.

- K.Gauss birliklerdiń absolyut sistemasın usındı (bul sistemada uzınlıqtıń birligi sıpatında millimetrdi, massanıń birligi sıpatında milligrammdı, waqittıń birligi sıpatında sekundti aldı).

- Konuslıq refrakciyanıń ashılıwi (X.Lloyd). Bul qubilstiń bar ekenligin 1828-jılı U.Gamilton boljaǵan edi.

1833 - Jilliliq nurlanıwınıń interferenciyası baqlandı (K.Matteuchi).

- E.X.Lenc indukciyanıń elektr qozǵawshı kúshiniń baǵıtın anıqlaw ushın qaǵıydany keltirip shıǵardı (pravilo Lenga).

- M.Melloni termobaǵanani soqtı..

- M.Faradey temperatura tómenlegende kúkirtli gúmistiń elektrlik qarsılığınıń tómenleytuǵınlıǵın birinshi bolıp ańǵardı. Bul yarım ótkizgishler ushın tán qásiyet bolıp tabıladı.

- M.Faradey tárepinen elektroliz nızamları ashıldı.

1834 - J.Pelte hár qıly bolǵan eki ótkizgishtiń tutasqan jeri arqalı elektr toǵı ótkende jilliliqtıń shıǵıwı yamasa jutilıwi qubilisın ashti (Pelte effektı).

- M.Faradey tárepinen kúsh sızıqları (maydanniń ideyası) túsiniginiń kirgiziliwi. Faradeydiń kúsh sızıqları teoriyası - bul óziniń birinshi formasındaǵı maydan teoriyası bolıp tabıladı.

1834 - M.Faradey ionlardıń bar ekenligi haqqındaǵı postulatti usındı. Ionlardıń haqıyatında da bar ekenligin 1853-jılı I.Gittorf dálilledi.

- B.S.Yakobi turaqlı toqta isleytuǵın ámeliy elektromatorlardıń biri bolǵan aylanıwshı valǵa iye elektrodvigateli soqtı.

- Jilliliq nurlanıwınıń polyarizaciyasınıń baqlanıwı (Dj.Forbs). 1836-jılı usınday polyarizaciyanıń bar ekenligin M.Melloni tastiyıqladı.

- U.Gamilton mehanikaniń teńlemelerine kanonlıq formanı berip klassikalıq mehanika menen geometriyalıq optikaniń arasındaǵı analogiyanıń bar ekenligin taptı.

- B.Klapeyron ideal gazdiń hal teńlemesin taptı. Bul teńlemen 1874-jılı D.I.Mendeleev ulıwmalastırdı (Mendeleev-Klapeyron teńemesi).

- B.Klapéyron Karnoniń keri aylanbalı processiniń teoriyasın islep shıqtı.
- 1835 -G.Koriolis tárepinen salıstırmalı qozǵalıs teoriyasınıń dóretiliwi.
- M.Faradey shınjırkı tuyıqlaǵanda hám úzgende baqlanatuǵın ekstratoqlardı taptı hám olardıń bağıtların anıqladı.
- M.Melloni jıllılıq hám jaqtılıq nurlarınıń birdey tábiyatqa iye ekenligin hám tek tolqın uzınlığı boyınsha ayrılatuǵınlıǵın boljadı. (usınday pikirge 1807-jılı T.Yung ta kelgen edi).
- 1837 - M.Faradey tárepinen dielektriklerdiń polyarizaciyasınıń tabılıwi. Ol elektr hám magnitlik tásirdiń aralıqlıq ortalıq arqalı tarqalıwi haqqındaǵı ideyanı usındı (1758-jılı dielektriklerdiń polyarizaciyasın I. Vilke baqladı).
- Ch.Uitston sestiń tembriniń obertonlardiń salıstırmalı intensivligi boyınsha anıqlanatuǵınlıǵın taptı.
- 1839 - M.Faradey turaqlı magnittiń elektrostatikalıq analogiyası sıpatında elektretlerdiń bar ekenligin boljadı (termindi 1892-jılı O.Xevisayd kirgizdi). Eguchi tárepinen 1919-jılı alındı (keyinirek termoelektrretler dep ataldı). 1938-jılı G.Nadjakov fotoelektretlerdi, al 1958-jılı B.Gross - radioelektretlerdi ashti.
- U.Gamilton gruppaliq tezlik túsinigin kirgizdi. Bul túsinik keyinirek Dj.Releydiń jumıslarında rawajlandırıldı (bul fakt kóp waqtılar dawamında Dj.Reley menen Dj.Stokske tiyisli dep esaplandı).
- 1840 - J.Puazeyl suyuqlıqtıń jińishke kapillyar nay arqalı aǵıwıniń nızamın taptı (Puazeyl nızamı).
- Dj.Djoul magnitlik toyınıw qubılısın taptı.
- 1841 - Dj.Djoul elektr toǵınıń jıllılıq tásrıri nızamın ashti (1842-jılı onı E.X.Lenc te ashqan edi). Bunnan Djoul-Lenc nızamı ataması kelip shıqtı.
- 1842 -Yu.Mayer tárepinen energiyaniń saqlanıw nızamınıń ashılıwi hám jıllıqtıń mechanikalıq ekvivalentiniń anıqlanıwi (Yu.Mayerden górezsiz bul nızamdı 1843-jılı Dj.Djoul hám 1847-jılı G.Grin menen G.Gelmgolcler ashti. G.Gelmgolc qarap shıǵıw ushın mechanikalıq hám jıllılıq energiyalarınan basqa da energiyalardı alıp bul nızamnıń paydalanylıw shegaraların keńeytti.
- X.Doppler salıstırmalı qozǵalıstıń sestiń biyikligine tásırın boljadı (Doppler effekti). 1848-jılı A.Fizo bul effektti optikalıq qubılıslarǵa tarqattı (Doppler -Fizo effekti).
- Dj.Genri kondensatordıń razryadınıń terbelmeli xarakterge iye ekenligin taptı. 1847-jılı leyden bankasınıń razryadınıń terbelmeli xarakterge iye ekenligin G.Gelmgolc atap ótken edi.
- Dj.Djoul magnitostrikciyalıq effektti ashti.
- 1843 - Dj.Djoul jıllıqtıń mechanikalıq ekvivalentin ólshedi.
- M.Faradey eksperimentte elektr zaryadınıń saqlanıw nızamın dálilledi.
- Ch.Uinston elektr qarsılıǵın ólshevdiń usılın oylap taptı (Uinston kópiri).
- J.Plato bet kerimi kúshleriniń suyuqlıqtıń betiniń formasına tásır etetuǵınlıǵın dálilleytuǵın tájiriybeni orınladı (Plato tájiriybesi).
- 1844 - L.Vindi barometr-aneroidtı soqtı. Onıń ideyasın 1702-jılı G.Leybnic aytqan edi.
- 1845 - Elektromagnit indukciyası qubılısınıń birinshi matematikalıq teoriyasınıń islep shıǵılıwi hám tuyıq ótkizgishler ushın elektromagnit indukciya nızamınıń ashılıwi (F.Neyman).
- V.Veber qozǵalıwshı eki zaryadtıń bir bıri menen tásır etisiw nızamın ashıp, elektromagnit qubılıslardıń teoriyasın islep shıqtı.
- 1845 - 1847 - G.Kirxgof tarmaqlanǵan shınjırdaǵı elektr toǵınıń tarqalıw nızamlıqların ashti (Kirxgof qaǵıydaları).
- 1845 - V.Xankel temperaturanıń joqarılawi menen suyuqlıqlardıń toq ótkizgishliginiń joqarılıaytuǵınlıǵın taptı.
- M.Faradey tárepinen diamagnetizm hám paramagnetizm qubılıslarınıń ashılıwi (bul terminlerdi ilimge onıń ózi kirgizdi). Bunnan azmaz burın A.Burgmans eksperimentlerinde paramagnetiklerdiń tartısatıǵınlıǵın hám diamagnetiklerdiń iyterisetuǵınlıǵın baqladı (bul túsiniklerdi kirgizbesten).
- M.Faradey jaqtılıqtıń polyarizaciya tegisliginiń magnitlik aylanıwin taptı (Faradey effekti).
- X.Beys-Ballot ózi ótkergen eksperimentlerde akustikalıq tolqınlar ushın Doppler effektin taptı.
- Dj.Djoul ideal gazdiń ishki energiyasınıń onıń kóleminen górezsiz ekenligin taptı (Djoul effekti).
- Dj.Stoks suyuqlıqlardıń jabısqaqlıq teoriyasın hám qısılmayıtuǵın jabısqaq suyuqlıqtıń qozǵalıs teoriyasın dóretti (Nave-Stoks teńlemeleri).
- 1845 -J.Dyuamel óziniń "Mexanika kursı" dep atalatuǵın kitabında massanı denegе túsirilgen kúshıń onıń tezleniwine qatnası túrinde anıqlawdı usındı.

1846 – Universitetlerde birinshi fizikalıq laboratoriylar döretildi (U.Tomson, F.Jolli). Bunnan burınıraq G.Magnus hám F. Neyman tárepinen menshik laboratoriylar shólkemlestirildi.

– U.Grouv eksperimentlerinde suwdıń elektrolitlik dissociaciyasın baqladı.

1847 – Dj.Gerapat gazdiń bólekshelerin turaqlı túrde úlken tezlikler menen tuwrı sızıqlı traektoriya boyınsha qozǵalatuǵın hám bir biri menen soqlıǵısatuǵın serpimli shar túrinde qarawdı usındı (ideal gaz modeli). Usınday kóz-qaraslardı turıp ol gaz nizamların, diffuziya hám sestiń tarqalıw nizamların hám gazdiń basımın túsindirdi. Tap usınday modeldi 1856-jılı A.Krenig döretken edi.

1848 – A.Fizo Doppler effektin optikaǵa paydalandy (Doppler-Fizo effekti).

– O.Brave kristallardaǵı atomlardıń jaylasıwlarınıń tártiplesken ekenligin boljadı hám kristallıq reshettalaryndıń 14 tipiniń bar ekenligin matematikalıq jaqtan keltirip shıǵardı (Brave reshettaları).

– U.Tomson tárepinen absolyut temperatura hám temperaturalardıń absolyut shkalası túsinkileriniń kirkiziliwi (Kelvin shkalası).

– V.Veber elektrodinamometr soqtı.

– Dj.Djoul vodorod molekulalarınıń tezligin esapladi, alıngan nátiyjelerin 1851-jılı baspadan shıǵardı.

1849 – A.Fizo tisli dóńgelek usılın paydalanyıp laboratoriyalıq sharayatlarda jaqtılıqtıń tezligin shamasın ólshedi hám znachenie 313274,3 km/s shamasın aldı.

1849 – 1850 – U.Rankin hám R.Klauzius bir birinen górezsiz jıllılıq penen mexanikalıq jumistiń arasındaǵı ulıwmalıq qatnaslardı aldı (termodinamikaniń birinshi baslaması).

1850 – L.Fuko tárepinen hawadaǵı jaqtılıqtıń tezligin aylanıwshı aynalardıń járdeminde ólshedi. L.Fukonıń maǵlıwmatları boyınsha suwdıǵı jaqtılıqtıń tezligi jaqtılıqtıń hawadaǵı tezliginiń  $\frac{3}{4}$  bólimin qurayıdı.

– R.Klauzius termodinamikaniń ekinshi baslamasın keltirip shıǵardı (1851-jılı ekinshi baslamaniń formulirovkasın U.Tomson usındı).

– U.Rankinnen górezsiz R.Klauzius puw mashinasınıń ideallıq termodinamikalıq ciklin islep shıqtı (Rankin-Klauzius cikli).

– X. Doppler tárepinen Fena universitetinde birinshi fizikalıq instituttıń tiykarı dúzildi (1871-jılı Kembridj universitetinde Kavendish laboratoriyası dúzildi).

1851 – A.Fizo ortalıqtıń qozǵalısınıń usı ortalıqta tarqalatuǵın jaqtılıqtıń tezligine tásiriniń bar ekenligin taptı hám qozǵaliwshı suwdıǵı jaqtılıqtıń tezligin ólshedi (Fizo tájiriybesi).

– A.E.Bekkerel fotogalvanikalıq effekt dep atalatuǵın effektti ashti (jaqtılıqtıń tásirinde galvanikalıq elementtiń elektr qozǵawshı kúshiniń ózgeriwi (Bekkerel effekti).

– L.Fuko mayatniktiń járdeminde Jerdiń óziniń kósheriniń dóbereginde aylanatuǵınlıǵı eksperimentte dálilledi (Fuko tájiriybesi).

– G.Rumkorf óziniń atı menen atalatuǵın indukciyalıq katushkanı soqtı. 1836-jılı indukciyalıq katushkanı irlandiyalı N.Kallan, al 1838-jılı amerikalı Ch.Peydj soqqan edi (biraq alımlar olardıń jumıslar haqqında kóp waqtılar dawamında hesh nárse bilmedi).

– Dj.Stoks jabısqaq suyiqliq arqalı ástelik penen qozǵalǵanda qattı shardıń qarsılıq kúshın aniqlaytuǵın nizamıdı ashti (Stoks nizamı).

1852 – M.Faradey maydan koncepciyasın anıq túrde keltirip shıǵardı (maydan túsinigin ol 1830-jılları kirkizgen edi).

– Dj Stoks tárepinen lyuminescenciyanıń saldarınan payda bolǵan jaqtılıqtıń tolqın uzınlıǵınıń usı lyuminescenciyanıń qozdıratuǵın jaqtılıq tolqınıńıń uzınlıǵınan úlken ekenliginiń tabılıwı (Stoks qagydası).

1853 – G.Videman hám R.Franc tárepinen metallardıń jıllılıq ótkizgishliginiń elektr ótkizgishlige qatnasınıń temperaturadan górezligi ashıldı (Videman-Franc nizamı).

– U.Tomson kondensator menen katushkadın turatuǵın elektr konturınıń elektrlik terbelisleriniń teoriyasın rawajlandırdı hám menshikli terbelislerdiń jiyiligiń sıyımlılıq penen induktivlikten górezligi ushın formulani keltirip shıǵardı (Tomson formulası).

1853 – 1854 – Dj.Djoul hám U.Tomson gazdiń ástelik penen mayda gewekleri bar diywal arqalı stacionar ótkende salqınlaytuǵınlıǵınıń ashılıwi (Djoul- Tomson effekti).

1854 – R.Klauzius qaytimlı processler ushın termodinamikaniń ekinshi baslamasınıń matematikalıq ańlatpasın keltirip shıǵardı (1862-jılı ol qaytimlı emes processler ushın matematikalıq ańlatpanı keltirip shıǵardı).

- G.Riman evklid geometriyasınan basqa geometriyanı döretti (Riman geometriyası).
- 1855 - A. Fik duzli eritpeler ushın diffuziyaniń elementar nızamın taptı.
- J.Lissaju terbelislerdiń qosılıwın baqlawdiń optikalıq usılın islep shıqtı ("Lissaju figuraları").
- G.Geyssler sinaplı vakuumlıq nasostı oylap taptı (Geyssler nasosı).
- 1856 - U.Tomson minaday effektti ashti: ótkizgishtiń uzınlığı temperaturaniń ósiwi yamasa tómenlewi támiyinlengen jaǵdayda toq ótip turǵan ótkizgishten jıllılıqtiń bólip shıǵarılıwi (jutılıwi) orın aladi. (Tomson effekti).
  - R.Klauzius qızdırğısh penen salqınlatqıshıń temperaturaları arqalı puw mashinasınıń paydalı tásir koefficienti ushın formulanı keltirip shıǵardı (bunday máseleni U.Rankin menen U.Tomsonlar da sheshken edi).
  - J.Jamen interferenciyalıq refraktometrdi soqtı (Jamen interferometri).
- 1857 -R.Klauzius tárepinen gazlerdiń kinetikalıq teoriyasınıń döretiliwi. Bul teoriyanı döretiwge D.Bernulli (1738), Dj.Gerapat (1847), Dj.Djoul (1848), A.Krenig (1856) hám Dj. Maksveller de (1859 - 1866) qatnasti.
- Birinshi spektrometr soǵıldı (M.Meyershely).
- 1858 - G.Geyssler gazlerdiń spektrlerin úyreniw ushın qolaylı bolǵan ishinde siyrekletilgen gaz bar hám eki elektrod kirkizilgen shiyshe naydi paydalandi (Geyssler nayı).
- 1859 -G. Kirxgof hám R. Bunzen tárepinen spektrallıq analizdiń ashılıwi.
- G.Kirxgof jıllılıq nurlanıwınıń tiykarǵı nızamlarınıń birin ashti: deneniń nur shıǵarıwshılıq uqıplığınıń nurdı jutıw uqıplığına qatnasi nurlandıratuǵın deneniń tábiyatınan górezli emes (Kirxgof nızamı).
- G.Kirxgof spektrallıq sızıqlardı qálpine keltiriw qubilisın ashti.
- Katod nurları ashıldı (Yu.Plyukker), 1869-jılı katod nurların I.Gittorfta baqladı hám olardıń qásiyetlerin táriyipledi.
  - Yu.Plyumker gazdegi elektr razryadınıń spektriniń gazdiń tábiyatın táriyipleytuǵınlıǵıñ ashti.
  - Dj.Maksvell gaz molekulalarınıń tezlikler boyınsa tarqalıwınıń statistikalıq nızamın ashti (Maksvell tarqalıwi). 1866-jılı molekulalardıń tuwrı hám keri soqlıǵısıwların qarawǵa tiykarlanıp molekulalardıń tezlikler boyınsa tarqalıwın keltirip shıǵarıwdıń ekinshi usılın usındı.
  - R.Klauzius molekulalardıń tásir etiw sferası túsinigini kirkizdi hám olardıń erkin júriw jolınıń ortasha uzınlıǵıñ esapladi.

### **Ekinshi dáwir (XIX ásirdiń 60-jılları - 1894 jıl)**

- 1860 - 1865 - Dj.Maksvell tárepinen elektromagnit maydanınıń teoriyasınıń döretiliwi (maydannıń birinshi differenciallıq teńlemeleri Maksvell tárepinen 1855 - 1856 jılları jazıldı).
- 1860 - Kollektorga iye turaqlı toq dvigateli soǵıldı (saqıynalı elektrdvigatel) hám oni dinamomashinaǵa (elektr generatorına) aylandırıwdıń múmkın ekenligi kórsetildi (A.Pachinotti). 1869-jılı 3.Gramm tárepinen jetilistirildi. F. Xefner-Altenek 1873-jılı saqıyna yakordi baraban menen almastırıdı hám usınıń nátiyjesinde konstrukciyanı ápiwayılastırıdı hám quwatın úlkeytti.
  - G.Plante qorǵasın akkumulyatorıdy oylap taptı.
  - 1861 -Dj.Maksvell tárepinen "awısıw toǵı" túsinigi kirkizildi.
  - T.Endryus kómırqıshqıl gaz (karbonat aggidridi, uglekisliy gaz) ushın kritikalıq temperaturanı ashti (kritikalıq haldı 1822-jılı Sh.Kanyar de Latur baqlaǵan edi, kritikalıq temperaturanı bar ekenligin 1860-jılı D.I.Mendeleev boljadı).
- 1862 - Jaqtılıqtiń anomal dispersiyasınıń ashılıwi (F.Leru), bul qubılistı 1870-jılı K.Kristiansen hám 1871-jılı A. Kundt baqladı.
  - G.Kirxgof qara dene koncepciyasın usındı hám onıń modelin berdi.
- 1863 - Genri Klifton Sorbi meteoritlerdiń quramı menen strukturasın izertlew ushın poliarizaciyalıq mikroskoptı islep shıqtı.
- 1864 -"Elektromagnit maydanınıń dinamikalıq teoriyası" maqalasında Dj.Maksvell elektromagnit maydanǵa birinshi anıqlamanı berdi hám onıń teoriyasınıń tiykarın qaladı.
- 1865 - Dj.Maksvell elektromagnit tolqınlarınıń bar ekenligin postulirledi.

- Dj.Maksvell jaqtılıqtıń elektromagnitlik tábiyatqa iye ekenligi koncepciyasın usındı (jaqtılıqtıń elektromagnitlik tábiyatqa iye ekenligi haqqındaǵı ideyanı 1846-jılı M.Faradey aytqan edi). Jaqtılıqtıń elektromagnitlik teoriyasın 1867-jılı L. Lorenc te islep shıqtı.

- Yu.Plyukker hám I.Gittor spektrlerdi jolaqlı hám sızıqlı spektrler dep ekige bóliwdi kirgizdi.

- R.Klauzius tárepinen entropiya túsiniginiń kirgiziliwi hám jabıq sistemada entropiyaniń ózgerissiz qalıwı (qaytimlı processler) yamasa ósiwi (qaytimlı emes processler) principiniń tabılıwı.

- I.Loshmidt hawa molekulalarınıń diametrin esapladi ( $1,18 \cdot 10^{-6}$  mm) hám ádettegi sharayatlardaǵı  $1 \text{ sm}^3$  kólemdegi molekulalardıń sanın esapladı ( $2,1 \cdot 10^{19}$ , Loshmid sanı).

- E.Villari magnitostrikciyaga keri bolǵan qubılısti ashti - deformaciyanıń saldarınan ferromagnetikiń magnitlengenliginiń ózgeriwi (magnitserpimlik effekt yamasa Villari effekti).

- A.Tepler sınap porshenge iye vakuumlıq nasostı oylap taptı (Tepler nasosı).

1866 - L.Bolcman Maksveldiń molekulalardıń tezlikler boyınsha tarqalıw nızamın ulıwmalıraq jaǵday bolǵan sırtqı maydan bolǵan jaǵday ushın ulıwmalastırıldı (Maksvell-Bolcman tarqalıw nızamı).

- Dj.Maksvell beriw teoriyasın (teoriya perenosa) ulıwma túrde rawajlandırdı hám onı diffuziya, jıllılıq ótkizgishlik hám ishki súykeliş processleri ushın qollandı.

- Dj.Maksvell relaksaciya waqtı túsinigin kirgizdi.

1866-1873 - Nemis fizigi Ernst Abbe óziniń ati menen atalatuǵın Abbe sanın ashti (Abbe sanı - V-san - optikada móldir ortalıqlardaǵı jaqtılıqtıń dispersiyasınıń ólshemi sıpatında paydalanylataǵın ólshem birligine iye emes shama. Bul san qanshama kishi bolsa ortalıqtıń xromatlıq dispersiyası kúshli boladı) hám birinshi bolıp mikroskopıń teoriyasın islep shıqtı. Bul jaǵday mikroskoplardı soǵıw texnikasındaǵı úlken burılıs bolıp tabıldırı (sol waqtılgá shekem mikroskoplardı jetilistiriw sınap kóriw hám qáteler usılina tiykarlanǵan edi). "Karl Ceys" kompaniyası bul ashılıwdı paydalangan sol dáwirlerdegi mikroskoplardı soǵıw boyınsha eń aldińǵı óndırıwshige aylanǵan.

1867 - Dj.Maksvell termodinamikanıń ekinshi baslamasınıń statistikalıq tábiyatqa iye ekenligin kórsetti ("Maksvell demoni").

- Elektr mashinalarınıń ózinen ózi qozıwı principi ashıldı (3.Simens). Bul principti 1838-jılı N. Kallan, 1858-jılı A.Yedlik hám 1867-jılı Ch.Uitston ashqan edi.

- U.Xeggins jaqtılıq ushın Doppler effektin ashti.

1868 -J.Leklanshe poroshok tárizli depolyarizatorǵa iye qurǵaq cinkli-kómırıli galvanikalıq elementtiń konstrukciyaladı (Leklanshe elementi).

1869 -D.I.Mendeleev tárepinen ximiyalıq elementlerdiń dáwirlık nızamınıń ashılıwi. Onnan górezsiz L.Mayer dáwirlık sistemanıń bir qatar ideyaların taptı.

- Dj. Tindal optikalıq jaqtan bir tekli emes ortalıq arqalı ótkende mayda bóleksheler tárepinen jaqtılıqtıń shashırawın ashti (Tindal effekti). Bul effekt 1851-jılı E.Bryukke tárepinen de baqlanǵan edi.

1871 - Dj.Reley ortalıqtıń jaqılıqtı shashıratıw nızamın ashti (Reley nızamı).

- Y.Stefan gezlerdiń diffuziya nızamın islep shıqtı.

1872 -A.N.Lodigin tárepinen elektr qızdırıw lampası oylap tabıldı. 1879-jılı T.Edison hám jetkilikli dárejede uzaq waqt isleytuǵın hám óndırıste soǵıw qolaylı bolǵan hám keyin keń túrde paydalanylğan kómır sabagi bar qızdırıratuǵın lampanı dóretti.

- L.Bolcman ideal gaz ushın tiykarǵı kinetikalıq teńlemani hám H-teoremanı keltirip shıgardi.

- L.Bolcman fizikalıq sistemanıń entropiyası menen onıń hali arasındaǵı baylanısti hám termodinamikanıń ekinshi baslamasınıń statistikalıq xarakterge iye ekenligin taptı.

- L.Dyufor quwıslıqlargá iye diywal arqalı gazlerdiń diffuziyasında temperaturanıń ózgeretuǵınlıǵı (termodiffuziyaǵa qarama-qarsı qubılıs) ashti (Dyufor effekti).

1873 - Dj.Maksvell teoriyalıq jollar menen jaqtılıqtıń basımınıń shamasın anıqladı (jaqtılıqtıń basımı ideyasın 1619-jılı I.Kepler hám 1748-jılı L. Eyler usıngan edi). 1876-jılı A.Bartoli, al 1884-jılı L.Bolcman jaqtılıqtıń basımı haqqındaǵı ideyanı termodinamikalıq kóz-qaraslar boyınsha usındı.

- U.Kruks radiometrdi oylap taptı (Kruks radiometri).

- Selenniń elektr ótkizgishliginiń jaqtılıqtıń tásırindegi ózgerisin -ishki fotoeffekt qubılısunıń ashılıwı (Mey). U.Smit tárepinen táriyiplengen.

- I.Van der Vaals real gazlerdiń hal teńlemesin usında (Van der Vaals teńlemesi).

- B.Feddersen 1872-jılı K.Neyman tárepinen boljanǵan termodiffuziya qubılısun ashti.

- Dj.Gibbs geometriyalıq termodinamkanıń negizin qaladı.

1873 - 1878 - Dj.Gibbs ximiyalıq termodinamikaniń negizin qaladı. Sonıń ishinde termodinamikalıq teń salmaqlıqtıń ulıwmalıq teoriyasın dóretti hám termodinamikalıq potenciallar usılıń oylap taptı, fazalar qagydasın keltirip shıǵardı, betlik qubıhsılardıń ulıwmalıq teoriyasın dúzdi h.b.

1874 - N.A.Umov tárepinen energiyanıń hám energiya ağısınıń tezligi hám qozǵalıs baǵıtı túsinikleriniń kirgiziliwi. Elektromagnit energiyası ushın bunday jumıstı 1884-jılı Dj.Poynting orınladı. Bunnan Umov-Poynting vektorı ataması kelip shıqtı.

- Dj.Stoney elektr zaryadlarınıń diskretligi haqqındaǵı pikirdi ayttı hám onıń shamasın esapladi (1881-jılı baspada basılǵan), 1891-jılı ol elektr zaryadınıń birligin elektron dep atawdı usındı. Elementar zaryad haqqındaǵı ideyanı 1833-jılı M.Faradey, 1845-jılı V. Veber, 1881-jılı G. Gelmgolc h.b. usıńǵan edi.

- Bazi bir sulfidlerdiń (kúkirtli cinkte, qorǵasın perekisindegi, karboundta hám basqa da birikpelerdegi) kristallarındaǵı bir táreplik ótkizgishlik tabıldı (K.Braun).

- D.I.Mendeleev Klapeyron teńlemesin ulıwmalastırıp ideal gaz halınıń teńlemesin keltirip shıǵardı (Mendeleev-Klapeyron teńlemesi).

- Tómengi basımlardı ólshew ushın G.Makleod manometrdi oylap taptı (Makleod monometri).

1875 -Dj.Kerr tárepinen bir tekli elektr maydanındaǵı optikalıq jaqtan izotrop kristallardaǵı qos nur sindırıw qubılısunıń ashılıwi (Kerrdiń elektrooptikalıq effekti).

- G.Lippman elektrokapillyarlıq teoriyasınıń tiykargı teńlemesin keltirip shıǵardı.

- Dj.Everett birliklerdiń jańa absolyut sistemin usındı, Bul sistemada santimetr, gramm, sekund (SGS sistemasi) tiykargı birlikler boldı.

1876 -Dj.Kerr tárepinen magnitooptikalıq effekttiń ashılıwi.

-G.Rouland konvekciyalıq toqlardıń magnit maydanın taptı (Rouland tájiriybesi).

-P.N.Yablochkov ámeliy jaqtan jaramlı bolǵan birinshi elektr lampasın oylap taptı (Yablochkov shami).

- P.N.Yablochkov transformatordı oylap taptı (1882-jılı transformatordı I.F.Usagın hám L. Golar soqqan edi).

- A.Bell telefondı oylap taptı.

1877 - Suyıq kislorodiń alınıwi (L.Kalete, R.Pikte).

1878 - Kómır mikrofon oylap tabıldı (D.Yuz).

- E.Abbe birinshi házirgi zaman optikalıq mikroskopın soqtı.

1878 -1879 - U.Krukstiń katod nurları menen tájiriybelerdi ótkeriwi.

1878 - 1882 - A.Maykelsonniń jaqtılıqtıń tezligin dál anıqlaw boyınsha eksperimentleriniń ótkeriliwi.  $299910 \pm 50$  km/s shaması alıngan.

1879 -Y.Stefan tárepinen absolyut qara deneniń nurlarıń energiyasınıń absolyut temperaturaniń tórtinshi dárejesine proporcionallığınıń ashılıwi. 1884-jılı usı górezlikti teoriyalıq jollar menen L.Bolcman taptı. Nátiyjede "Stefan-Bolcman nızamı" ataması payda boldı.

- U.Kruks ózi sóǵıp alǵan radiometriń járdeminde katod nurlarınıń mexanikalıq tásiriniń bar ekenligin anıqladı.

- U.Kruks zattıń tórtinshi halınıń bar ekenligi haqqındaǵı kóz-qarasti kirgizdi

-E.Xoll magnit maydanına qoyılǵan toq ótip turǵan ótkizgishte magnit maydanı menen toqqa perpendikulyar baǵitta elektr maydanınıń payda bolıw qubılısun ashti (Xoll effekti).

- R.Klauzius kásiplesi O.Mossotidiń ideyaların rawajlandırıp dielektriklerdiń polyarizaciyasınıń teoriyasın islep shıqtı hám dioelektriklik sińırgishlik penen dielektriktiń tíǵızlıǵı arasındaǵı qatnasti taptı (Klauzius-Mossoti teńlemesi).

1880 - Katod nurlarınıń magnit maydanındaǵı qozǵalıs baǵıtınıń ózgeretuǵınlıǵı tabıldı (E.Goldshteyn).

- X.Lorenc daniyalı fizik L.Lorencten górezsiz zattıń sıńıq kórsetkishiniń onıń tíǵızlıǵına górezligi ushın formulani keltirip shıǵardı. Usınday formulani L.Lorenc 1869-jılı alǵan edi (Lorenc-Lorenc formulası).

- Magnit gistenerezisi ashıldı (A. Rigi). Gistenerezisti 1881-jılı E.Varburg hám 1882-jılı Dj.Evingte baqlaǵan edi.

- Pezoelektrlik effekttiń (pezoeffekttiń) ashılıwi (Per Kyuri hám Jak Kyuri).

1881 -Dj.Dj.Tomson elektromagnit massa túsinigin kirgizdi.

- Fizikalıq shamalardı ólshewdiń xalıq aralıq birlikleri qabil etildi (amper, volt, om, djoul hám basqlar).

- S.Lengli bolometrdi doretti (1857-jılı A.Svanberg oylap taptı).

1882 - G.Kirxgof difrakciyaniń qatań teoriyasın doretti.

- G.Rouland mayistırılǵan difrakciyalıq reshetkanı oylap taptı.

1883 - Termoelektronlıq emissiya qubilisi ashıldı (T.Edison).

1885 - I.Balmer vodorodtiń spektrallıq sızıqlarında nızamlıqtı ashti (Balmer formulası).

- Skin-effektiń ashılıwi (T.Xyugs). Onıń teoriyasın 1886-jılı bir birinen górezsiz Dj.Reley hám O.Xevisaydler islep shıqtı.

- V.Rentgen elektr maydanında qozǵalatuǵın dielektrikıń payda etken magnit maydanın taptı (rentgen toǵı).

1886 - Kanallıq nurlardıń ashılıwi (E.Goldshteyn).

1887 - G.Gerc elektromagnit terbelislerdiń generatorın soqtı (Gerctiń vibratorı) hám onı tabıwdıń usılin usındı (Gerctiń rezonatori).

- Sırtqı fotoeffektiń ashılıwi (G.Gerc). 1888-jılı sırtqı fotoeffektı V.Galvaks, A.Rigi hám A.G.Stoletovler de baqladı.

- A.Rigi hám S.Ledyuk termomagnitlik effektlerdiń birin ashti (Rigi-Ledyuk effekti).

- A.Maykelson hám E.Morli tárepinen "efirlik samaldı" (Jerdıń qozǵalısınıń jaqtılıqtı tezligine tásrı) tabıw boyınsha eksperimenttiń orınlarıni (Maykelson-Morli tájiriýbesi). 5 km/s shamasına shekemgi dállikte jaqtılıqtıń Jerdiń orbita boyınsha qozǵalısınıń bağıtında da, oğan qarama-qarsı bağıtta da jaqtılıqtıń tezliginiń birdey bolatıǵınlıǵı kórsetildi. 1881-jılı usınday tájiriýbeni Maykelsonniń ózi ótkergen edi.

1888 - G.Gerc Dj.Maksvell tárepinen boljap aytılgan elektromagnit tolqınlardıń bar ekenligin eksperimentte dálilledi.

- Fotoelementtiń doretiliwi (A.G.Stoletov, A.Rigi).

- Aylanıwshi magnit maydani qubilisi ashıldı (N.Tesla, G.Ferraris).

- Üsh fazalı toq generatorınıń doretiliwi (M.I.Dolivo-Dobrovolskiy).

- Broun qozǵalısınıń jıllılıq tábiyatı dálillendi (L.Gyui).

1889 - A.G.Stoletov tárepinen sırtqı fotoeffekt nızamınıń ashılıwi (Stoletov nızamı).

- R.Etvesh  $10^{-9}$  shamasına shekemgi dállikte inert hám gravitaciyalıq massalardıń birdey ekenligin dálilledi.

1890 - O.Viner turǵın jaqtılıq tolqınlardıń bar ekenligin ashti..

- G.Gerc hám O. Xevisaydlar Maksvell teńlemelerine matematikalıq jaqtan simmetriyalı formanı berdi (Maksvell-Gerc formulaları).

- I.Ridberg universal turaqlını kirgizdi (Ridberg turaqlısı) hám qálegen ximiyalyq elementtiń qálegen spektrallıq sızıǵın táriyipleytuǵın juwıq formulani usındı [Ridberg formulası:  $\frac{1}{\lambda} = RZ^2 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$ ].

$$\frac{1}{\lambda} = R Z^2 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

1888-jılı I.Ridbergtiń qoli menen jazılǵan formula.

- E.Branlı kogererde oylap taptı.

1891 - G.Gerc katod nurlarınıń juqa plastinkalar arqalı ótetüǵınlıǵın kórsetti hám usınıń menen zattıń qurılısin izertlewdiń tiykarın saldı

- V.Berknes óziniń "Tez elektr terbelisleriniń sóniwi haqqında" kitabında elektr rezonansi qubilisin táriyipledi hám rezonanslıq iymeklikti qurdı.

- G.Lippman tárepinen reńli fotografiya usılı islep shıǵıldı hám Quyashtiń nurındaǵı birinshi reńli fotosuwret alındı.

- Joqarı jiyilikli transformator oylap tabıldı (N.Tesla).

1892 – Maykelson menen Morli ótkergen tájiriybeniń teris nátiyjesin túsindiriw maqsetinde X.Lorenc hám Dj.Fitcdjerald qozǵalıstiń baǵtında denelerdiń ólshemleriniń kishireytetügenligi haqqındaǵı gipotezani usındı (Lorenc–Fitcdjerald qısılıwi).

-X.Lorenc tárepinen klassikalıq elektronlıq teoriyanıń tiykarları dóretildi (ol bul máseleniń ústinde 1880-jilları isley baslaǵan edi). Pitkerilgen bul jumistiń nátiyjeleri onıń 1909-jılı jariq kórgen "Elektronlar teoriyası" monografiyasında bayanlangan.

– A.Maykelson hám R.Benua etalon metrdiń uzınlıǵın jaqtılıq tolqınıniń uzınlıǵı menen salıstırıdı.

– Suyıtlıǵan gazlerdi saqlaw ushın Dj.Dyuar qos diywalǵa iye idisti oylap taptı (Dyuar idisi).

1893 – V.Vin absolyut qara deneniń spektrindegi nurlanıw maksimumınıń temperaturaniń joqarılawi menen qısqa tolqınlar tárepke qaray jılısatıǵınlıǵın kórsetti (Vinniń awısıw nızamı).

– A.Blondel bifilyar podveske iye elektromagnit oscillograftı oylap taptı (Blondel oscillograff).

1894 – F.Pokkels kristallardaǵı sızıqlı elektrooptikalıq effektı taptı – elektr maydanına qoyılǵan kristallardıń sıniw kórsetkishiń ózgerisiniń shaması maydanniń kernewligine proporsional (Pokkels effektı).

– A.S.Popov elektromagnit terbelisleriniń generatorıń, kogererde soqtı, antennanı oylap taptı.

### **Úshinshi dáwir (1895 – 1904) – fizikadaǵı revolyuciyalıq ózgerisler dáwiri**

1895 –V.Rentgen tárepinen onıń atı menen atalatuǵın (kóphilik ellierde X-Ray dep ataladı) nurlanıwdıń tabılıwi (rentgen nurları).

– Katod nurlarınıń teris zaryadlanǵan bólekshelerdiń aǵısı ekenligi eksperimentte dálillendi (J.Perren).

– X.Lorenctiń "Qozǵalatuǵın denelerdegi elektrlik hám optikalıq qubılıslardıń teoriyasın dúziw tájiriybesi" kitabı jariq kórdi.

– Dj.Larmor sırtqi magnit maydanındaǵı elektronlardıń precessiyası haqqındaǵı teoremanı taptı. (Larmor teoreması).

– Per Kyuri tárepinen paramagnetlerdiń magnit qabillaǵıshılıǵınıń absolyut temperaturadan górezligi tabıldı (Kyuri nızamı). 1907-jılı P.Veys tárepinen dállığı joqarılataldı (Kyuri–Veys nızamı).

– Per Kyuri bazi bir temperaturadan (Kyuri noqatı) joqarilaǵanda temirdiń ferromagnitlik qásiyetiniń joǵalatuǵınlıǵın taptı. Joqarı temperaturalarda ferromagnetikiń spontan magnitlengenligi buzıladı eken.

– V.Vin menen O.Lyummer tar tesigi bar, ishi aynalıq shaǵılistıratuǵın betlerge iye quwıslıq túrindegi absolyut qara deneniń modelin islep shıqtı.

– A.S.Popov radionı oylap taptı. 1896-jılı 24-mart kúni ol 250 m qashıqlıqta turǵan orıngá birinshi radiogrammani jiberdi 1892-jılı radiobaylanıstıń prınciplerin U.Kruks táriyipledi, 1896-jılı Popovtıń ásbabına usaǵan sımsız baylanıs ushın ásbaplardı G.Markoni de soqqan edi.

1896 – 1-mart kúni A.Bekkerel uranniń tábiyyi radioaktivligin taptı.

– P.Zeeman tárepinen spektrallıq sızıqlardıń magnit maydanındaǵı bir neshe sızıqlarǵa ajıralıwın taptı (Zeeman effektı).

– V.Vin qısqa tolqınlar ushın durıs bolǵan qara deneniń spektrindegi energiyaniń tarqalıwi ushın arnalǵan

$$u_{\nu} = C_1 \nu^3 e^{-C_2 \frac{\nu}{T}}$$

túrindegi formulani keltirip shıǵardı (Vinniń nurlanıw nızamı).

1897 – Dj.Dj.Tomson elektronı ashti.

– Dj.Dj.Tomson atomlardıń quramında elektronlardıń bar ekenligi haqqındaǵı gipotezani usındı.

– X.Lorenc Zeeman effektiniń klassikalıq teoriyasın dóretti.

– K.Braun elektronlardıń qozǵalısın magnit maydanı basqaratıǵın katod trubkasın soqtı (elektronlıq-nurlı trubka).

1898 – M.Sklodovskaya-Kyuri hám Per Kyuri tárepinen jańa radioaktivli elementler bolǵan poloniy menen radiydiń ashılıwi.

1898 – 1900 – Metallardaǵı erkin elektronlar ("elektronlıq gaz") koncepciyasınıń kirgiziliwi (K.Rikke, P.Drude, Dj.Dj.Tomson). Koncepciyaniń bunnan keyingi rawajlanıwı 1904-jılı X.Lorenc tárepinen ámelge asırıldı (Drude–Lorenc teoriyası).

1898 – P.Zeeman menen M.Kornyu magnit maydanındaǵı atomlıq spektrallıq sızıqlardıń úsh qurawshıdan da kóp sanlı qurawshılarǵa bólinetuǵınlıǵınıń ashılıwi (Zeemannıń anomal effektı).

- A.I.Sadovskiy tárepinen teoriyalıq jollar menen jaqtılıq nurlarınıń aylandırıwshılıq tásiri tiykarlandı (Sadovskiy effekti). Eksperimentlerde 1935-jılı tabıldı.

1899 - A.Bekkerel, St.Meyer, E.Shveydler i F.Gizel radiydiń radioaktiv nurlarınıń magnit maydanında awısatıǵınlıǵıń taptı.

- E.Rezerford uranniń nurlarında eki qurawshınıń – alfa hám beta nurlarınıń bar ekenligin kórsetti.

- P.N.Lebedev eksperimentlerde jaqtılıqtıń qattı denelerge túsiretuǵın basımın ólshedi (1907-jılı ol jaqtılıqtıń gazlerge túsiretuǵın basımın ólshedi). 1903-jılı jaqtılıqtıń basımınıń bar ekenligin E.Nikols taptı hám ólshedi.

- Fabri-Pero interferometriniń dóretiliwi.

- Fototoqtıń elektronlıq tábiyatı dálillendi hám fotoelektronlardıń energiyasınıń túsken jaqtılıqtıń intensivliginen emes, al jiyiligenin górezli ekenligi tabıldı (F.Lenard).

- Dj.Reley tárepinen jaqtılıqtıń molekulalıq shashırawınıń teoriyası islep shıǵıldı (Reley shashırawı).

1899 – 1900 – Vinniń jıllılıq nurlanıwı nızamınıń uzın tolqınlar ushın orınlambaytuǵınlıǵı tabıldı (O.Lyummer, E.Pringsgeym, G.Rubens, F.Kurlbaum).

1900 – M.Plank kvantlıq gipotezanı usındı hám hárekettiń ólshem birligindey birlikke iye (yaǵnıy impuls momentiniń ólshem birligindey) fundamentallıq turaqlını kírgizdi (Plank turaqlısı, házirgi mánisi  $h = 6,626 \ 070 \ 040 \ (81) \times 10^{-34} \text{ Dj}\cdot\text{s} = 6,626 \ 070 \ 040 \ (81) \times 10^{-27} \text{ erg}\cdot\text{s}$ ) hám usınıń menen kvantlıq teoriyanıń baslamasın saldı.

- M. Plank (14-dekabr kúni) absolyut qara deneniń nurlanıw spektrindegi energiyaniń jiyilikler (tolqın uzınlıqları) boyinsha tarqalıwı ushın jańa formulani usındı (Plank nızamı).

- Planktıń nurlanıw nızamınıń eksperimentlerdegi tastıyıqlanıwı (G.Rubens, F.Kurlbaum).

- Dj.Reley absolyut qara deneniń nurlanıwı ushın energiyaniń tarqalıw nızamın keltirip shıǵardı, bul nızam 1905-jılı Dj.Djins tárepinen jetilistirildi (Reley-Djins nızamı). 1901-jılı G.Rubens hám F.Kurlbaum tárepinen ótkerilgen eksperimentlerde uzın tolqınlar (kishi jiyilikler) ushın tastıyıqlandı.

1900–1902 – G.Rubens penen E.Xagen metallardıń shaǵlıstırıw qábiletligin ólshedi hám alıngan nátiyjeler Maksvell tárepinen dóretilgen jaqtılıqtıń elektromagnitlik tábiyatı teoriyasın tastıyıqladı.

1900 – P.Villar gamma-nurların ashti.

- Dj.Taunsend gazlerdegi elektr ótkizgishlik teoriyasın dóretti hám zaryadlanǵan bóleksheler ushın diffuziya koefficientlerin esapladi.

1901 – J.Perren atomnıń planetalıq qurılısı haqqındaǵı gipotezanı usındı (Perren modeli).

- Radioaktiv nurlardıń fiziologıyalıq tásiri tabıldı (A.Bekkerel, P.Kyuri).

- O.Richardson termoelektronlıq emissiya toǵınıń toyınıw shamasınıń katodtuń betiniń temperaturasınan górezligin taptı (Richardson nızamı).

1902 – V.Vin tárepinen Kanallıq nurlardıń elektr hám magnit maydanlarındaǵı awısatıǵınlıǵı kórsetti (Kanallıq nurlar razryadlıq trubkadaǵı tez qozǵalatuǵın atomlar menen molekulalardan ibarat boladı, olardıń basım kóphshılıgi oń elektr zaryadına iye hám 10-50 KV kernewlerde  $10^8 \text{ sm/s}$  tezlik penen qozǵaladı).

- Eksperimentlerde elektronnıń massasınıń tezlikten górezli ekenligi baqlandı (V.Kaufman). Biraq salıstırmalıq teoriyası boyinsha massa relyativistlik invariant bolıp esaplanadı hám onıń mánisi tezlikten górezli emes. Tezlikten elektronnıń energiyası menen impulsı górezli.

- F.Lenard fotoeffektiń teńlemede fotoelektronlardıń energiyasınıń kelip túsken jaqtılıqtıń jiyiligenin górezligi berilgen.

1902–1903 – E.Rezerford penen F.Soddi radioaktivli idıraw teoriyasın dóretti hám radioaktivli aylanıslardıń nızamın keltirip shıǵardı.

- M.Abragam elektromagnitlik impuls túsiniń kirgizdi hám elektronnıń elektromagnitlik massası ushın formulani keltirip shıǵardı.

1902 – Dj.Gibbstıń "Statistikaliq mehanikanıń elementar prıncipleri" atlı kitabı jarıq kórdı, bul kitapta klassikalıq statistikalıq fizikanıń dóretiliwi juwmaqlanǵan.

1903 – Dj.Dj.Tomson óziniń atı menen atalatuǵın atomnıń modelin islep shıqtı (Tomson modeli).

- Radiy elementiniń duzları tárepinen jıllılıqtıń úzliksız bólıp shıgarılıwi baqlandı hám 1 s waqittıń ishinde bólüp shıqqan energiyaniń mánisi ólshendi (P.Kyuri, A.Labord).

- P.Kyuri radioaktiv elementtiń yarım ıdiraw dáwirin jer astı jınıslarınıń absolyut jasın anıqlaw ushın paydalaniwdı usındı.

- U.Ramzay menen F.Soddi radonnan geliydiń payda bolatuǵınlıǵın eksperimentlerde dálilledi.

- E.Rezerford alfa nurlarınıń oń zaryadlanǵan bólekshelerden turatuǵınlıǵın dálilledi. Alfa nurlarınıń korpuskulalıq qásiyetlerge iye ekenligin 1900-jılı birinshi ret M.Sklodovskaya-Kyuri kórsetti.

- Scintillyaciya effektiniń ashılıwi hám onıń zaryadlanǵan bólekshelerdi registraciyalaw ushın paydalılıwı (U.Kruks, G.Geytel, Yu.Elster).

- A.A.Eyxenvald magnitlik emes polyarizaciyalanǵan dielektriktiń qozǵalıwdıń saldarınan magnitlengen dielektrikke aylanatuǵınlıǵın kórsetti (Eyxenvald tájiriýbesi).

1904 - X.Lorenc esaplaw sisteması teń ólshevli tuwrı sızıqlı qozǵalǵanda elektromagnitlik qubılıslardı ózgerissiz qaldıratuǵın koordinatalar menen waqıttıń relyativistlik túrlendiriwlerin taptı (Lorenc túrlendiriwleri). 1900-jılı usınday túrlendiriwlerdi Dj.Larmor, al 1887-jılı túrlendiriw tipi boyınsha jaqın bolǵan túrlendiriwlerdi V.Foygt paydalangan edi.

- X.Lorenc elektron ushın massanıń tezlikten górezliginiń formulasın aldı. Bul relyativistlik formulaniń durıs ekenligi 1908-jılı A.Buxerer ótkergen tájiriýbelerde tastıyıqlandı<sup>97</sup>.

- Dj.Dj.Tomson atomlardaǵı elektronlardıń elementlerdiń dáwirligin támiyinleytuǵın hár qıylı konfiguraciyalardı payda etip gruppalarǵa bólinetuǵınlıǵı haqqındaǵı ideyanı kírgizdi. Atomlardıń ishki strukturası haqqındaǵı birinshi ideyalardı ol 1898-jılı usıngan edi.

- Ch.Berkla tárepinen rentgen nurlarınıń polyarizaciyası júzege keltirildi.

1904 - Eki elektrödli elektronlıq lampa oylap tabıldı (Dj.Fleming).

#### **4. Házirgi zaman fizikasınıń dáwiri (1905-jıldan baslap) Birinshi dáwir (1905 - 1931)**

1905 - A.Eynshteyn "Annalen der Physik" 17-tomında "Qozǵalıwsı ortalıqlardıń elektrodinamikasına" atamasındaǵı maqalasınan (maqala redakciyaǵa 1905-jılı 30-iyun kúni kelip túskен) waqıyalardıń bir waqıtlığı túsinigin tereń tallap Maksvell teńlemeleriniń Lorenc túrlendiriwlerine qarata ózgermey qalatuǵınlıǵın dálilledi, arnawlı salıstırmalıq principin hám jaqtılıqtiń tezliginiń turaqlılıǵı principin keltirip shıǵardi. Bul principlerdiń tiykarında arnawlı salıstırmalıq teoriyasın dóretti. Lorenctiń túrlendiriwlerine qarata elektridinamikanıń teńlemeleriniń invariant ekenligin (ózgermeytuǵınlıǵın) sol jılı 5-iyun kúni Parıj Ilimler akademiyasınıń májılısindegi bayanatında A.Puankare dálillegen edi. Bul bayanatta ol salıstırmalıq principiniń universal ekenligin atap ótti hám jaqtılıqtiń tezliginiń shekli ekenligin boljadı. Kvantlıq teoriya menen birgelikte arnawlı salıstırmalıq teoriyası XX ásır fizikasınıń fundamentin payda etti.

- A.Eynshteyn massa menen enerjiya arasındaǵı óz-ara górezlilik nızamıń ashti (1906-jılı bul nızamdı P.Lanjeven de tapqan edi).

- A.Eynshteyn óziniń "Jaqtılıqtiń payda bolıwı menen túrleniwine qatnasi bar bir evristikalıq kóz-qaras" maqalasında jaqtılıqtiń kvantlıq xarakterge iye ekenligi haqqındaǵı gipotezanı usındı (jaqtılıq kvantları haqqındaǵı gipoteza). Eynshteyn tárepinen boljanǵan foton 1922-jılı A.Kompton, al 1929-jılı G.Lyuis tárepinen ashıldı.

- A.Eynshteyn tárepinen jaqtılıqtiń kvantları (fotonlar) tiykarında fotoeffektiń nızamlarınıń túsındırılıwi.

- E.Shveydler ximiyalıq elementlerdiń aylanısları nızamınıń statistikalıq xarakterge iye ekenligin kórsetti. Bul E.Regener tárepinen 1908-jılı ótkerilgen eksperimentlerde tastıyıqlandı.

- Kanallıq nurlardaǵı Doppler effektiniń tabılıwi (I.Shtark).

- P.Lanjeven dia- hám paramagnetizmniń klassikalıq teoriyasın dóretti.

<sup>97</sup> Biz massanıń tezlikten górezligi túsiniginiń tariyxı jaǵdaylar menen bayanıshı ekenligin atap ótemiz. Salıstırmalıq teoriyası boyınsha massa tezlikten górezli emes relyativistlik invariant shama bolıp tabıladı. Al energiya menen impuls tezlikten górezli hám bul górezlik tómendegidey formulalardıń járdeminde beriledi:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

1905-1906 - A.Eynshteyn menen M.Smoluxovskiy fluktuacyalar teoriyasın rawajlandırıp molekulalıq-kinetikalıq teoriyanıň tiykarunda Broun qozǵalısına izbe-iz túsinik berdi.

1906 - M.Plank elektronniň energiyası menen impulsı ushin aňlatpalardı alıp relyativistlik dinamikanıň teńlemesin keltirip shıǵardi.

- A.Puankare birinshi lorenc-kovariantlıq tartılıs teoriyasın islep shıqtı.

- T.Layman vodorodtiň spektriniň ultrafioletlik bólümidegi spektrallıq seriyası ashti (Layman seriyası).

- Ch.Barkla xarakteristikaliq rentgen nurların ashti.

- V.Nernst absolyut nol temperaturada bir tekli qattı yaması suyuq deneniň entropiyasınıň nolge teń bolatuǵınlıǵı haqqındaǵı tastıyıqlawdı usındı (Nernst teoreması). Ekspertmentlerde U.Djiok tárepinen tastıyıqlandı. Bunnan keyin bul jaǵday termodinamikanıň úshinshi baslaması dep atala basladı.

- V.Nernst "gazdiń azǵınıwi" effektin boljadı.

- Triod oylap tabıldı (L. di Forest).

1907 - A.Eynshteyn gravitaciya menen inerciyanıň ekvivalentligi postulatın usındı (Eynshteynniň ekvivalentlik principi) hám gravitaciyanıň relyativistlik teoriyasın (ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyası) dóretiw boyınsha jumısların basladı.

- Radioaktivli qatarlardaǵı qorǵasınnıň izotopalarınıň aqırğı ónim ekenligi aniqlandı (B.Bolyuud).

- A.Eynshteyn tárepinen qattı denelerdiň jıllılıq sıyımlığınıň birinshi kvantlıq teoriyası islep shıǵıldı. Ol kristalda monoxromat ses (serpimli) tolqınlardıň tarqalatuǵınlıǵı haqqındaǵı kóz-qarastı kirgizdi.

- M.Plank termodinamikanıň arnawlı salıstırmalıq teoriyasınıň sheklerinde ulıwmalastırdı. Nátiyjede ol relyativistlik termodinamikanıň tiykarların qaladı.

- P.Veyss P.Kyuriden górezsiz paramagnetiklerdiň magnitlik qabillaǵıshlıǵınıň temperaturadan górezligin taptı (usınday jumis penen 1895-jılı P.Kyuri shuǵıllanǵan edi). Nátiyjede Kyuri-Veyss nızamı dep atalatuǵın nızam ashıldı.

- Ferromagnetiklerdegi ózinshe sagnitlengen uchastkalardıň bar ekenligi haqqındaǵı gipoteza usınıldı hám ferromagnetizmniň birinshi statistikalıq teoriyası islep shıǵıldı (P.Veyss). Tap usınday ideyanı 1892-jılı B.L.Rozing usıńǵan edi.

- E.Kotton hám A. Muton tárepinen magnit maydanına jaylastırılǵan zatlarda jaqtılıq nurları sol maydanniň baǵıtına perpendikulyar baǵitta tarqalǵanda qos nur sindırıw qubılısunıň ashılıwi (Kotton-Muton effekti).

1908 - G.Minkovskiy A.Puankareniň izinshe keńisliktiň 3 ólshemin waqıttı tórt psevdoevklidlik keńislikke biriktiriw ideyasın rawajlandırdı (Minkovskiy keńisligi) hám arnawlı salıstırmalıq teoriyasınıň házırkı waqtılardaǵı tórt ólshemli apparatın dóretti.

- V.Ritc 1890-jılı I.Ridberg tárepinen usınlıǵan spektrallıq sıziqlardıň jiyilikleri ushin juvíq formuları jetiliştirdi hám usınıň nátiyjesinde atomlıq spektrlerdiň sistematikasınıň tiykarǵı principleriniň biri bolǵan kombinacyjalıq principti taptı (Ridberg-Ritc principi).

- F.Pashen infraqızıl oblasttaǵı vodorod atomınıň spektrallıq seriyasın taptı (Pashen seriyası).

- G.Geyger hám E.Rezerford ayırıp zaryadlanǵan bólekshelerdi registraciyalaytuǵın ásbaptı konstrukciyaladı. 1928-jılı Geyger V.Myuller mener birgelikte onı jetiliştirdi (Geyger-Myuller esaplaǵıshi).

- G.Kamerling-Onnes suyuq geliydi aldi hám onıň temperaturasın ólshedı.

- J.Perren molekulalardıň haqıyatında da bar ekenligin birotala dállileytuǵın, zatlardıň qurılısunıň atomlıq-molekulalıq teoriyasın jáne jıllılıqtıň kinetikalıq teoriyasın tastıyıqlaytuǵın Broun qozǵalısların izertlew boyınsha eksperimentler ótkerdi.

- E.Gryuneyzen metaldıň jıllılıq keńeyiw koeficientiniň onıň salıstırmalı jıllılıq sıyımlığına qatnasınıň temperaturadan górezsiz ekenligin kórsetti (Gryuneyzen nızamı).

1909 - Alfa bóleksheleriniň eki ret ionlanǵan geliy atomları ekenligin dállillendi (E.Rezerford, Dj.Royds).

1909-1910 - G.Geyger menen E. Marsden juqa metall plenkalardaǵı (juqa altın folgalardaǵı) alfa bóleksheleriniň shashırawın izertlew boyınsha eksperimentler ótkerdi. Ótkerilgen eksperimentlerdiň nátiyjesinde E.Rezerford atomnıň yadrosunuň bar ekenligin ashti hám atomnıň planetalıq modelin usındı.

1909 – A.Eynshteyn teń salmaqlıq nurlanıwdıń energiyası ushın fluktuaciyalardı izertledi hám energiyaniń fluktuaciyaları ushın formulanı keltirip shıǵardı.

- Qattı denelerdiń serpimli hám optikalıq qásiyetleriniń arasındań baylanıslar ashıldı (E.Madelung).

- G.Kamerling-Onnes 1,04 K temperaturanı aldı.

1910 – A.Gaaz atomniń modelin usındı. Bul nurlanıwdıń kvantlıq xarakterin atomniń strukturası menen baylanıstırıwǵa qaratılǵan birinshi model bolıp tabıladı.

1910-1914 – Elektr zaryadınıń diskretligi eksperimentlerde dállıllendi hám elektronniń zaryadınıń mánisi birinshi ret jetkilikli dállikte ólshendi (R.Milliken).

1911 – E.Rezerford zatlardań alfa bóleksheleriniń shashıraw teoriyasın dóretti hám Kulon nızamı boyınsha tásırlesetuń relativityistik emes noqatlıq bólekshelerdiń shashırawı ushın effektivlik köldeneń kesim ushın formulanı keltirip shıǵardı (Rezerford formulası).

- E.Rezerford atom yadrosın ashti hám atomniń planetalıq modelin dóretti (Rezerford modeli).

1912-jılı ol "yadro" terminin kirgizdi.

- G.Geyger menen Dj.Nettol radioaktiv yadrolardıń jasaw waqıtı menen idıraw energiyası arasındań górezlikti taptı (Geyger- Nettol nızamı).

- Zaryadlanǵan bólekshelerdiń izlerin registraciyalaw ushın fotoemulsiyalar birinshi ret paydalanıldı (M.Rayganum).

- P.Veysse tárepinen magnit momentiniń kvantı bolǵan magneton postulatlandı. P.Veysten górezsiz magnetondı P.Lanjeven boljadi hám onıń shamasın esapladi.

- E.Gryuneyzen kristallıq reshetskaniń atomlarınıń terbelis jiyilikleri menen kristaldıń serpimli konstantaların baylanıstıratuń formulanı keltirip shıǵardı (Gryuneyzen formulası).

- G.Kamerling-Onnes asa ótkizgishlik qubıhsın ashti.

- Yauman entropiyaniń áğısı túsinigin kirgizdi.

1912 – Rentgen nurlarınıń kristallar arqalı ótkendegi difrakciya (interferenciya) qubilisiniń ashılıwi. Bul rentgen nurlarınıń elektromagnitlik tábiyatqa iye ekenligin tolıq tastıyıqladı (M.Laue, V.Fridrix, P.Knipping).

- U.L.Bregg monokristallǵa monoxromat rentgen nuri túskен jaǵdayda orınlanaǵın difrakciya shártın keltirip shıǵardı hám tolqın uzınlıǵın, kristallardań kristallografiyalıq tegislikler arasındań qashıqlıqtı jáne túsiw müyeshin baylanıstıratuń teńlemenı berdi ( $2d \sin \theta = n\lambda$ ). Tap usınday jumıstı 1913-jılı Yu.V.Vulf orınladı. Bunnan Bregg-Vulf teńlemesi (Vulf-Bregg teńlemesi, Breggler teńlemesi, Bragg's law yamasa Wulff-Bragg's condition) ataması kelip shıqqan.

1912-1913 – O.Sakur hám G.Tetrode ideal gazdıń entropiyası ushın formulanı keltirip shıǵardı (Sakur-Tetrode formulası)

1912 – P.Evald dielektriklik kristallar ushın polaryzacıya teoriyasın rawajlandırdı.

- V.Gess kosmoslıq nurlarıń ashti.

- Ch.Vilson zaryadlanǵan bólekshelerdiń izlerin baqlaw ushın ásbaptı oylap taptı (Wilson kamerası).

1912-1914 – Dj.Frank hám G.Gerc elektronlardıń gazdiń atomları menen soqlıǵısıwın izertlew boyınsha eksperimentler ótkerdi (Frank-Gerc tájiriýbesi) hám usınday soqlıǵısıwlardıń bazı bir nızamlıqların ashti. Nátiyjede atomlardań energiyaniń diskret qáddileriniń (stacionar hallardıń) bar ekenligi hám olardıń spektrallıq sızıqlardıń termeleri menen baylanısı birinshi ret dállıllendi. Usınıń saldarınan Planktiń enerjiya kvantları haqqındaǵı gipotezəsi hám Bor tárepinen usınılǵan atomniń kvantlıq teoriyası tastıyıqlandı.

1912 – F.Pashen hám E.Bak kúshli magnit maydanıdańı spektrallıq sızıqlardıń bóliniw kartinasınıń ápiwayılasıw effektin ashti (kúshli magnit maydanında quramalı zeemanlıq bóliniw ápiwayı bóliniwge ótedi, Pashen-Bak effekti).

- Izotoplardıń ashılıwi (D.J.Tomson).

- P.Debay qattı denelerdi atomları (yamasa molekulaları) jiyiliklerdiń shekli diapazonında terbeliske kele alatuńı izotrop hám serpimli ortalıq dep qarap qattı deneler haqqındaǵı kóz-qaraslardı rawajlandırdı (Debay boyınsha qattı deneniń modeli) hám durıs kristall ushın menshikli terbelislerdiń spektrin esapladi (kristaldıń atomlarınıń terbelisleriniń normal terbelisleriniń spektriniń kvantlanıwı).

- P.Debay tárepinen hár bir kristallıq zat ushın kvantlıq effektler sezilerliktey bolatuńı xarakteristikaliq temperatura túsiniginiń kirgiziliwi (Debay temperaturası).

-P.Debay tárepinen kristallıq deneniń jıllılıq sıyımlığınıń absolyut temperaturanıń úshinshi dárejesine proporsional ekenliginiń ashılıwı (Debaydınıń jıllılıq sıyımlığın nızamı). P.Debay boyınsha jıllılıq sıyımlığı

$$C_V(T) = \frac{12\pi^4}{5} N k_B \left(\frac{T}{\theta_D}\right)^3$$

formulasınıń járdeminde esaplanadı.

- M.Born menen T.Karman jiyiliklerdiń pútin spektri menen xarakterlenetuǵın kristallıq reshettanıń terbelisleriniń teoriyasın dóretti.

- A.I.Bachinskiy suylıqlardıń jabısqaqlıq nızamın taptı (Bachinskiy nızamı).

1913 - N.Bor energiyaniń kvantlanıw ideyasın Rezerfordtuń planetar teoriyasına qollanıp elektronniń atomdaǵı qozǵalısınıń ózgesheliklerine sáykes keletüǵın eki postulatti keltirip shıǵardı hám vodorod atomınıń birinshi kvantlıq teoriyasın (durısırığı vodorod atomınıń yarım kvantlıq teoriyasın) islep shıqtı (Bor boyınsha atomnıń teoriyası).

- N.Bor bas kvant sanın (n arqali belgilenedi) kirkizdi.

- Massaniń defekti túsiniginiń kirkiziliwi (P.Lanjeven).

- Atom yadrosınıń zaryadınıń dawirlıq sistemadaǵı ximiyalıq elementtiń qatar sanına teń ekenligi belgili boldı (A.Van den Bruk).

- E.Rezerford protonnıń bar ekenligin boljadı (Protondı 1919-jılı E.Rezerford ashti).

- A.Van den Bruk atom yadrolarınıń protonlar menen elektronlardan turadı degen gipotezanı usındı (protonlıq-elektronlıq gipoteza).

- Elementlerdiń izotoplari haqqındaǵı kóz-qaras qáliplestirildi hám "izotop" termini kirkizildi (F.Soddi). Izotoplар birinshi ret 1912-jılı Dj.Dj.Tomson tárepinen ashılgan edi. Ol massaları 20 hám 22 ge teń neon atomlarınıń bar ekenligin taptı. Bir elementtiń atomınıń birdey bolmaytuǵınlıǵı haqqındaǵı pikirdi 1886-jılı U.Kruks aytqan edi.

- F.Soddi hám K.Fayans bir birinen górezsiz túrde radioaktiv idırawdaǵı awısıw qaǵıydasin taptı (Soddi-Fayans nızamı). Bunday jumısti A.Rassell de orınlagan edi.

- I.Shtark spektrallıq sızıqlardıń elektr maydanındaǵı bóleklerge bóliniw qubilisın ashti (Shtark effektı). 1899-jılı elektr maydanı tásır etkende atomlardıń buzlıwi haqqında V.Foygt gáp etken edi.

1913-1914 - G.Mozli xarakteristikaliq rentgen nurlarınıń spektrallıq sızıqlarınıń jiyilikleri menen ximiyalıq elementtiń qatar sanı arasındaǵı górezlikti taptı (Mozli nızamı) hám atom yadrosınıń zaryadı menen onıń dawirlıq sistemadaǵı qatar sanınıń birdey ekenligin ashti.

1913 - G.Bregg rentgen spektrometrin soqtı.

- Rentgen strukturalıq analiz benen rentgen spektroskopiyasınıń tırnaqları qalandı (ákesi-balası G. hám L.Breggler, Yu.V.Vulf).

- Rentgen nurlarınıń difrakciyasınıń teoriyası islep shıǵıldı (Ch.Darvin).

- Nishana atomlar usılı islep shıǵıldı (D.Xeveshi, F.Panet).

-G.Kamerling-Onnis asa ótkizgishliktiń kúshli magnit maydanı hám úlken toqlardıń tásirinde buzılatuǵınlıǵın ashti.

-I.Langmyur tárepinen termoelektronlıq emissiya toǵınıń tiǵızlıǵı ushın nızamnıń ashılıwı (Langmyurdıń úşten eki nızamı).

- V.K.Arkadev ferromagnetikler tárepinen radiotolqınlarınıń selektivli túrde jutilatuǵınlıǵın taptı (ferromagnitlik rezonans).

- V.Gede molekulalıq vakuumlıq nasostı soqtı.

- A.Eynshteyn hám M.Grossman riman geometriyasınıń apparatın paydalanıp gravitaciyalıq maydan menen keńislik-waqtıń mayısqanlıǵıń baylanıstıratuǵın gravitaciyanıń relyativistlik teoriyasınıń dóretiliwi ushın áhmiyetli qádem atladi.

- Ch.Byalobjeskiy juldızlardaǵı energiyaniń nurlar arqali tarqalatuǵınlıǵı haqqındaǵı ideyanı ayttı.

1914 - E.Rezerford jáne E.Andrade eksperimentlerinde kristallardaǵı gamma tolqınlarınıń difrakciyasın aldı hám usınıń nátiyjesinde olardıń elektromagnitlik tábiyatqa iye ekenligin dálilledi.

- Izotoplardıń xarakteristikaliq rentgen spektrleriniń birdey ekenligi dálilledi. Bul berilgen ximiyalıq elementtiń izotoplarınıń qatar sanarınıń birdey ekenligin dálilledi (E.Rezerford, E.Andrade),

- R.Milliken fotoeffekt ushın dúzilgen Eynshteyn teńlemesin eksperimentlerinde tekserip hám Plank turaqlısınıń mánisin anıqladı.

- V.Shottki mánisi sırtqı elektr maydanınıń tásirinde metallardan elektronlardıń shıǵıw jumısınıń kishireyiwinen ibarat bolǵan effektiń teoriyasın islep shıqtı (Shottki effekti).

1915 – U.Xarkins hám E.Velson yadrolardaǵı jaylastırıw effekti túsinigin kirdizdi.

1915–1916 – A.Zommerfeld Bordıń teoriyasın kóp sanlı dáwirlı sistemalar ushın tarqattı (Bor-Zommerfeld teoriyası) hám radianlıq jáne azimutallıq kvant sanların kirdizdi.

- A. Zommerfeld vodorod spektriniń juqa spektri haqqındaǵı teoriyanı dóretti hám "juqa strukturaniń turaqlısı" túsinigin kirdizdi.

1915 – S.Barnett tárepinen sırtqı magnit maydanı bolmaǵan jaǵdayda da aylanıwshi denedegi magnitlengenliktiń payda bolatuǵınlıǵın taptı (Barnett effekti).

- A.Eynshteyn hám V. de Gaaz tárepinen magnitleniwdiń barısında deneniń aylanatuǵınlıǵı tabıldı (Eynshteyn-de Gaaza effekti).

- D.Gilbert hám A.Eynshteyn bir birinen górezsiz gravitaciyalıq maydanniń ulıwmalıq kovariant teńlemelerin aldı.

- V.Gede diffuziyalıq vauumlıq nasostı oylap taptı.

1916 – P.Debay menen A.Zommerfeld Zeeman effektiniń kvantlıq teoriyasın dóretti.

- Keńisliklik kvantlanıw hám úshinshi ishki kvant sanı haqqındaǵı kóz-qarastiń kirdiziliwi (P.Debay, A.Zommerfeld).

- P.S.Epshteyn hám K.Shvarcshild kóp sandı dáwirlı sistemalardıń ulıwmalıq kvantlıq teoriyasın dóretti.

- Indukciyalıq nurlanıw qubılısı teoriyalıq jaqtan boljandı hám spontan jáne májbúriy nurlanıwlardıń itimallıqları kirdizdi (A.Eynshteyn).

- P.Debay hám P.Sherrer rentgen nurlarınıń difrakciyasınıń járdeminde polikristallıq zatlardıń strukturasın izertlewdiń usılın usındı (Debay- Sherrer usılı).

- R.Tolmen hám T.Styuart metallardaǵı elektronlardıń inerciyası qubılısının taptı (Tolmen-Styuart effekti). Bul effekt ushın durıs intepretaciya 1936-jılı Ch.Darvin tárepinen berildi.

- A.Eynshteynniń "Ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyası" kitabı jariqqa shıqtı. Bul kitapta relyativsitlik gravitaciyalıq teoriyasın dóretiw boyınsha islegen jumısların juwmaqladı, onıń fizikalıq tiykarları menen matematikalıq apparatın sistemali túrde bayanladı. Teoriyanıń durıslıǵıń tekserip kóriw ushın ol úsh effektti kórsetti: Merkuriydiń perigelyiiniń awısıwı, jaqtılıq nurlarınıń Quyashtiń tartılıs maydanındaǵı mayısıwı hám relyativistlik qızılǵa awısıw.

- A.Eynshteyn tárepinen gravitaciyalıq tolqınlardıń bar ekenligin boljaw. 1918-jılı ol gravitaciyalıq nurlanıwdıń quwati ushın formulanı keltirip shıgardi.

Gravitaciyalıq tolqınlar 2015-jılı 14-sentyabr kúni tuwrıdan-tuwrı detektorlaw joli menen LIGO hám VIRGO kollaboraciyaları tárepinen ámelge asırıldı. Gravitaciyalıq tolqınlardıń ashılganlıǵı haqqında 2017-jılı 11-fevral kúni daǵazalandı.

- K.Shvarcshild sferalıq massanıń payda etken gravitaciyalıq maydandı táriyipleytuǵın Eynshteynniń tartılıs teńlemesiniń birinshi dál sheshimin taptı (Shvarcshild sheshimi) hám gravitaciyalıq radius túsinigin kirdizdi.

- A.F.Ioffe menen M.V.Kirpicheva kristallardaǵı ionlıq ótkizgishliktiń (ionlıq kristallardaǵı ionlardıń reshetska arqalı elektr maydanınıń tásirinde qozǵalısı) bar ekenligin eksperimentlerde dálilledi.

- I.Lengmyur kondensaciyalıq puw aǵısı nasosın oylap taptı (Lengmyurdıń kondensaciyalıq nasosi).

- P.Lanjeven kvarctıń járdeminde ultrasesti aliwdıń usılın islep shıqtı.

1917 -F.Soddi tárepinen yadrolıq izomeriya túsiniginin kirdiziliwi.

- A.Eynshteyn kosmologiyalıq turaqlını kirdiziw arqalı ulıwmalıq salıstırmalıq teoriyasınıń teńlemelerin ulıwmalastırdı.

- A.Eynshteyn tárepinen relyativistlik kosmologiyaniń dóretiliwi.

1918 – N.Bor sáykeslik principin islep shıqtı (bul principi 1914-1915 jılları keltirip shıgara baslaǵan edi).

- A.Dempster birinshi mass-spektrometrди soqtı. Onıń islew principi 1907-jılı Dj.Dj.Tomson tárepinen usınılǵan edi.

1918 – Izobaralar ashıldı (Styuart).

- E.Neter úzliksız simmetriya menen fizikalıq saqlanıw nızamları arasındaǵı baylanıstı taptı (Neter teoreması).

- Dúnya kartinasın geometriyalastırıldıń bazasında gravitaciyalıq hám elektr maydanları menen zatlardı birgelikte táriyipleytuǵın maydanniń birden bir teoriyası ideyası usınıldı (G.Veyl). Bul ideya bunnan keyin E.Kartan, A. Eddington, A.Eynshteyn hám basqalar tárepinen de usınıldı.

1919 – E.Rezerford azotti kislorodqa aylandırip birinshi jasalma yadrolıq reakciyanı ámelge asındı.

- E.Rezerford protondı ashti.

- F.Aston jetkilikli dárejedegi joqarı ajırata alıw qábletlikke iye mass- spektrograftı soqtı.

- Ulıwmaliq salıstırmalıq teoriyası tárepinen boljanǵan juldızlardan shıqqan jaqtılıqtıń Quyashtiń tartılıs maydanındaǵı burılıwin eksperimentte birinshi ret tekserip kóriw (A.Eddington).

- G.Barkgauzen magnit maydanı úzliksız ózgergende ferromagnetiklerdiń magnitlengenliginiń sekirmeli tárizde ózgeriwin ashti (Barkgauzen effekti).

1920 – Molekulalardıń tezligin tikkeley ólshew birinshi ret ámelge asırıldı (O.Shtern).

1921 – L.Meytner atom yadrolarınıń alfa bólekshelerden hám elektronlardan turatuǵın modelin usındı.

- A.Lande atomlardıń magnit momentlerin táriyiplew ushın g-faktorın kirgizdi (Lande kóbeytiwshisi).

- O.Gan protaktiniy-234 izotopınıń misalında atom yadrolarınıń izomeriyası qubılısin ashti. 1917-jılı F.Soddi hám 1918-jılı St.Meyer tárepinen boljanǵan edi.

- R.Ladenburg dispersiyaniń kvantlıq teoriyasın islep shıqtı hám óziniń teoriyasında teris mánisli dispersiyaniń bar ekenin kórsetti. Onı eksperimentte 1928-jılı ashti.

- K.Ramzauer áste qozǵalatuǵın elektronlardıń argondaǵı shashırawın úyrengende elektronlardıń neytral atomlar menen táśir etisiwiniń anomallıq xarakterge iye ekenligin kórsetti (Ramzauer effekti).

- T.Kaluca maydanniń birden-bir teoriyasında bes ólshemli keńislikti paydalaniwdı usındı hám bes ólshemli kóp túrlilikti oǵan bes ólshemli metrikani beriwdi usındı (Kalucanıń teoriyaları). O.Kleyn tárepinen rawajlandırıldı (Kleyn-Kalucanıń gravitaciya teoriyası).

1921-1922 – N.Bor tárepinen ximiyalıq elementlerdiń dáwirlık sistemasiń ózgeshelikleriniń túsinidiriliwi (dáwirlık kesteniń Bor boyunsha variantı).

1922 – A.Kompton rentgen tolqınlarıń (qısqa tolqınlı nurlardıń) erkin yamasa ázzi baylanısqan elektronlardaǵı shashıraw qubılısin ashti (Kompton effekti). Usı qubılıstiń járdeminde A.Eynshteyn tárepinen 1905-jılı boljanǵan fotonniń haqiyqatında da bar ekenligin eksperimentte tastıyıladi. 1923-jılı A.Kompton hám P.Debay bul qubılıstı teoriyalıq jollar menen túsinirdi.

- O.Shtern menen V.Gerlax qoyǵan eksperimentlerinde elektronniń magnit momentiniń tek diskret mánislerge iye bolatuǵınlıǵın dálilledi (keńisliktegi kvantlanıw) (Shtern-Gerlax tájiriybesi). Atomlar dástesindegi atomlardıń magnit momentlerin aniqlaw ideyasın 1920-jılı P.L.Kapica hám N.N.Semenovlar usıngan edi.

- M.Katalan spektrallıq multipletler túsinigin kirgizdi.

- F.Brekett vodorod atomınıń infraqızıl oblasttaǵı spektrallıq seriyasınaptı (Brekett seriyası).

- L.Brillyuen tárepinen kristallardaǵı jaqtılıqtıń fluktuaciyalıq shashırawındaǵı spektrdiń juqa strukturasınıń ózgeretuǵınlıǵın boljadı (tap usınday nátiyjeni 1926-jılı L.I.Mandelshtam da alǵan edi). Bunnan Brillyuen- Mandelshtam effekti ataması payda boldı. 1930-jılı eksperimenterde L.I.Mandelshtam G.S.Landsberg hám E.F.Grosslar tárepinen tastıyıllandı.

- E.Kartan tórt ólshemli buralǵan keńisliktiń geometriyasın rawajlandırıldı.

- O.V.Losev metall-yarım ótkizgish kontaktındaǵı joqarı jiyilikli elektromagnitlik terbelislerdiń generacyasın ashti.

- Dj.Lilienfeld avtoelektronlıq emissiya qubılısin ashti (metallar tárepinen kúshli elektr maydanınıń táśirinde elektronlardıń shıǵarılıwı).

1922-1924 – A.A.Fridman Eynshteynniń gravitaciyalıq maydan teńlemeleriniń ( $\lambda$ -aǵzaǵa iye teńlemelerdiń) stacionar emes sheshimlerinaptı hám Álemniń keńeyetuǵınlıǵın boljadı (stacionar emes Álem modeli yamasa stacionar emes kosmologiyalıq model). Bul boljawlar 1929-jılı E.Xabbl tárepinen galaktikalardıń bir birinen qashiwin kóp sanlı astronomiyalıq baqlawlardıń nátiyjesinde tastıyıllandı.

1923 – P.L.Kapica Vilson kamerasın magnit maydanına jaylastırdı hám zaryadlanǵan bólekshelerdiń trekteriniń mayısqanın baqladı. 1924-jılı magnit maydanına jaylastırılǵan Vilson

kamerasınıń járdeminde relyativistlik bólekshelerdiń zatlar menen tásirlesiwin úyreniw jumısları baslandı (D.V.Skobelcın).

- Jaqtılıqtiń kombinaciyalıq shashırawınıń orın alatuǵınlığı boljandı (A.Smekal).
- S.I.Vavilov hám V.L.Levshin optikadaǵı birinshi sıziqlı emes effektti ashti - jaqtılıqtiń intensivliginiń ósiwi menen uran shiyshesiniń jaqtılıqtı jutıwınıń kemeyowi.

1923-1924 - Lui de Broyl materiyanıń tolqınlıq qásiyeti haqqındaǵı ideyanı usındı (de Broyl tolqınları). Korpuskulalıq-tolqınlıq dualizmniń universallığı Shredingerdiń kvantlıq mexanikasınıń tiykarında jattı.

1924 - V.Pauli spektrallıq sıziqlardıń asa juqa strukturasın túsindiriw ushın yadrolıq spin gipotezasın usındı.

1924-1925 - Sh.Boze hám A.Eynshteyn pútin spinge iye bólekshelerdiń kvantlıq statistikasın islep shıqtı (Boze-Eynshteyn statistikası).

- A.Eynshteyn bir atomlı ideal gazdiń kvantlıq teoriyasın dóretti.
- V.Pauli házırkı zaman kvantlıq fizikasınıń eń áhmiyetli principleriniń birin keltirip shıgardi (Pauli principi).

1924 - E.Epplton ionosferanı taptı. 1926-jılı ionosferadagi joqargı shaǵılıstıratuǵın E qatlamın ashti (Epplton qatlamı). Bul qatlamnıń bar ekenligi haqqında O. Xevisayd 1902-jılı postulat túrinde aytqan edi.

1925 - Gamma kvantlarınıń elektronlardaǵı shashırawınıń hár bir elementar akti ushın energiya menen impulstiń saqlanıw nızamlarınıń orınlanaǵınlıǵıń dálilledi (V.Bote, G.Geyger).

- S.Gaudsmit penen Dj.Ulenbek elektronda ishki mexanikalıq hám magnit momentleriniń bar ekenligin postulirledi (spinlik gipoteza). Spinlik gipoteza (spin túsinigi) kóp sanlı qıyın máselelerdi birden sheshti hám bárshe tárepinen moyınlandı (spin ideyasına 1921-jılı A.Kompton hám 1925-jılı R.Kronig te kelgen edi).

- V.Geyzenberg Bordıń jetkilikli emes dárejede izbe-iz bolǵan yarım kvantlıq teoriyasındaǵı qıyınhılıqlardı jeńiw ushın sheshiwhı qádem qoydı. Ol tek baqlanatuǵın shamalar menen shekleniw principinen hám koordinata menen impulslerge ayrıqsha operatorlardı sáykeslendirip jańa kvantlıq mexanikaniń tiykarın dóretti. Usı jılı koordinatalar menen impulsler matricaların kírgizip M.Born menen P.Iordan Geyzenbergtiń ideyalarına korrektli bolǵan matematikalıq túr berdi.

- Azottiń yadrolarınıń alfa bóleksheleri tárepinen bóliniwiniń jáne protonniń izleri menen beriliw yadrolarınıń súwreti Vilson kamerasında birinshi ret alındı (P.Blekett).

- P.Oje qozıw energiyasınıń ishki qayta tarqaliwınıń nátiyjesinde júzege keletuǵın qozǵan atomniń avtoionizaciyası qubilisin ashti (Oje effekti).

- Zaryadlanǵan bólekshelerdi qalıń qatlamlı yadrolıq fotoemulsiyalardıń járdeminde registraciyalaw usılı islep shıgıldı (L.V.Misovskiy h.b.).

- G.Izing sıziqli rezonanslıq tezletkishti usındı. 1928-jılı usınday tezletkishtiń járdeminde birinshi tabıshı eksperimentti R.Videroe ótkerdi.

- X.Kramers hám V.Geyzenberg sáykeslik principiniń járdeminde óziniń ishine kombinaciyalıq shashırawdı da alatuǵın dispersiyaniń jańa formulasın aldı (Kramers-Geyzenberg formulası).

- E.Izing ferromagnetizmniń modelin usındı (Izing modeli).

1926 - E.Shredinger jańa tolqınlıq mexanikanı dóretti hám mikroobekttiń halın táriyiplew ushın tolqın funkcıyasın (yamasa psi-funcıyani) kírgizip onıń tiykarıǵı teńlemesin keltirip shıgardi (Shredinger teńlemesi).

- M.Born, V.Geyzenberg hám P.Iordan tárepinen, olardan górezsiz P.Dirak tárepinen matricalıq varianttaǵı relyativistlik emes kvantlıq mexanikaniń formalizmin quriw jumısları juwmaqlıdı.

- M.Born tolqın funkcıyasınıń statistikalıq interpretaciyasın berdi.

- E.Shredinger Geyzenbergtiń matricalıq mexanikası menen tolqın mexanikasınıń matematikalıq jaqtan ekvivalent ekenligin dálilledi.

- Nollık spinge iye bóleksheler ushın birinshi relyativistlik tolqın teńlemesi keltirip shıgarıldı (Kleyn-Fok-Gordon teńlemesi) (O.Kleyn, V.Gordon, V.A.Fok).

- L.Brillyuen, G.Ventcel hám X.Kramers Shredingerdiń bir ólshemli teńlemesiniń juwıq menshikli mánisleri menen menshikli funkcıyaların tabıwdıń usılın islep shıqtı. Bul usılda Bor-Zommerfeldtiń eski kvantlanıw qaǵıydaları menen baylanıs ornatılǵan (BVK usılı).

- E.Shredinger kvantlıq mexanikadaǵı juwıq usıl bolǵan uyıtqıwlar usılın islep shıqtı.

- P.Dirak hám P.Iordan túrlendiriwler (kórinisler) teoriyasın islep shıqtı.

- M.Born bólekshelerdiń kúsh orayında shashirawı máselesin sheshiwdiń juwıq usılın jetilistirdi (Born shashirawı).

- E.Shredinger tolqın paketi koncepciyasın usındı.

- E.Fermi jáne P.Dirak tárepinen yarım pútin spinge iye bólekshelerdiń kvantlıq statistikası islep shıǵıldı (Fermi-Dirak statistikası).

- Dj. Van Flek diamagnetizmniń kvantlıq teoriyasın islep shıqtı (1927-jılı bunday jumıstı L.Poling te orınlандı).

- Ya.I.Frenkel kristaldıń reshetkasındaǵı qozǵalatuǵın tesikler (tesiklik ótkizgishlik) hám tesikten hám túyinlerdiń arasındaǵı atomnan turatuǵın kristallıq reshetkanıń defektleri haqqındaǵı túsiniklerdi kirgizdi ("Frenkel boyınsha defektler").

- P.Debay jáne U.Djiok bir birinen ǵárezsiz túrde paramagnetiklerdi adiabatalıq magnitsizlendirıw arqalı tómengi temperaturalardı alıw usılın usındı (magnitlik salqınlatiw). 1933-1934 jılları V. de Gaaz, U.Djiok hám F.Saymon usı usıldıń járdeminde birinshi eksperimentlerdi ótkerdi.

- X.Bush magnit maydanınıń fokuslawshı tásırın ashti hám elektronlıq optikanıń negizin qalap elektronlıq magnitlik lınzanı islep shıqtı.

1926-1927 - L.Tomas, E.Fermiler tárepinen elektronlardıń tiǵızlığı bir tekli bolǵan awır atomdaǵı elektronlıq qabıqtı táriyiplew ushın model dúzdi (Tomas-Fermi modeli).

-X.Kramers penen R.Kronig Klassikalıq elektrodinamikadaǵı dispersiyaliq qatnaslardı keltirip shıǵardi (Kramers-Kronig qatnasları).

1927 - V.Geyzenberg kvantlıq mehanikanıń áhmiyetli bolǵan túsinigi – anıqsızlıq principin keltirip shıǵardi.

- N.Bor tárepinen qosımshalıq principin (komplementarlıq principi, complementarity) keltirip shıǵarıldı.

- Elektronlardıń difrakciyasınıń ashılıwi (K.Devisson, L.Djermer, Dj.P.Tomson). Bul qubılıs V.Elzasser tárepinen 1925-jılı boljap aytılǵan edi.

1927-1928 – Ekinshi kvantlanıw usılı islep shıǵıldı (P.Dirak, P.Iordan, O.Kleyn, Yu.Vigner). 1932-jılı bul usıl V.A.Foktiń jumıslarında jáne de rawajlandırıldı.

1927 - L. de Broyl kvantlıq mehanikanı interpretaciyalaw ushın "tolqınnıń ushiwshısı" koncepciyasın usındı.

1927-1931 - Dj. Neyman kvantlıq mehanikanıń principleriniń qatań túrdegi matematikalıq formulirovkasın berdi.

1927 – V.Pauli sırtqı elektromagnit maydanındaǵı spinı  $\frac{1}{2}$  ge teń bolǵan bóleksheniń qozǵalısın táriyiplew ushın relyativistlik emes teńlemenı dúzdi (Pauli teńlemesi).

- P.Dirak elektromagnit maydannıń kvantlıq teoriyasınıń basın qalap nurlanıwdıń kvantlıq teoriyasın dúzdi. 1928-1932 jılları P.Dirak, V.Geyzenberg, V.Pauli, E.Fermi, V.A.Fok hám basqalar tárepinen kvantlıq elektrodinamikaniń hám maydannıń kvantlıq teoriyasınıń tiykarları dóretildi. Maydannıń kvantlıq teoriyasınıń ideyaları A.Eynsteynnen (1905, 1909), P.Erenfestten (1906) hám P.Debaydan (1910) shıqtı.

- Ch.Ellis hám U.Vuster beta ıdirawdagı energiyaniń balansınıń buzılatuǵınlıǵın taptı (Ellis-Vuster eksperimenti).

- Kvantlıq ximiyani baslap bergen vodorod molekulasınıń birinshi esabı orınlандı (F.London, V.Gaytler).

-Yu.Vigner tárepinen aynalıq simmetriyanıń ashılıwi hám juplıqtıń saqlanıw nızamınıń keltirip shıǵarılıwi (tolqın funkciyasınıń juplığı haqqındaǵı kóz-qarastıń kirgiziliwi).

- V.Pauli elektronniń spinin táriyiplew ushın matricalardı kirgizdi (Paulidiń spinlik matricaları).

- D.Dennison protonnıń spininiń bar ekenligin boljadı hám onıń mánisi ushın  $\frac{1}{2}\hbar$  shamasın aldı.

- Atom yadrolarınıń spininiń ashılıwi.

- Atom yadrolarınıń baylanıs energiyasın xarakterlewshi jaylastırıw koefficientleriniń massalıq sanlardan ǵárezliginiń birinshi iymekligin aldı (F.Aston).

- Nurlanıwdıń kvantlıq teoriyasınıń sheklerinde májbúriy jáne kelip túskenn nurlardıń kvantlarınıń teppe-teń ekenliginiń boljanıwi. Bul kvantlıq elektronikanıń tiykarında jatadı (P.Dirak).

-F.Xund tárepinen multipletlerdegi atomlıq qáddilerdiń izbe-izligin anıqlaytuǵın eki emperikalıq qağıyda keltirip shıǵarıldı (Xun qağıydaları).

- V.Pauli tárepinen elektronlıq gazdiń paramagnetizminiń teoriyası islep shıǵıldı (Pauli paramagnetizmi).

- Dj. Van Flek atomlar menen molekulalardıń paramagnitlik qabillaǵıshılığınıń ulıwmalıq teoriyası islep shıqtı hám simmetriyalı emes atomlar menen molekulalar ushin van-flek paramagnetizmi dep atalatugın paramagnetlik qosımshanı aldı.

- D.V.Skobelcın magnit maydanına qoyılǵan Vilson kamerasınıń járdeminde birinshi bolıp kosmoslıq nurlardıń joqarı energiyaly bóleksheleriniń izlerin baqladı. Usı jumısı menen ol kosmoslıq nurlardı izertlewdi baslap berdi.

- Ya.Kley kosmoslıq nurlardıń keńisliklik effektin ashti (bul jumıstı 1932-jılı A.Kompton de orınladı).

- R.Videroe ciklıq indukciyalıq tezletkishti islep shıqtı (bunday ideyaǵa ol 1922-jılı kelgen edi). 1922-jılı tezletkish ideyasın Dj.Slepyan da aytqan edi.

- Absolut nolde kristallardiń energiyalarınıń atomlardıń terbelisleri sıpatında kórinetugınlığı ushin tuwridan-tuwrı dáliller alındı (R.Djeyms, E.Fers).

- S.I.Vavilov tárepinen lyuminescenciyanıń kvantlıq shıǵıwinıń qozdırıwshı nurlardıń tolqın uzınlıǵınan gárezli emes ekenligi ashıldı izlucheniya (Vavilov nızamı).

1927-1928 - Metallarda enerjiya zonalarınıń bar ekenligi haqqındaǵı ideya usınıldı (M.Strett).

1928 - P.Dirak relyativistlik elektronniń qozǵalısın táriyipleytuǵın kvantlıq mehanikalıq teńlemenı keltirip shıǵardı (relyativistlik kvantlıq mehanika, házirgi waqıtları kvantlıq elektrodinamika dep ataladı). Bul teńlemeden elektronniń  $\frac{1}{2}\hbar$  shamasına teń spininiń bar ekenligi kelip shıǵadi.

- L.I.Mandelshtam menen M.A.Leontovichler bóleksheniń potencial tosqınlıq arqalı ótiw teoriyasın dúzdi. 1927-jılı R.Oppengeymer ulıwma türde bóleksheniń eki potencial shuqır arasındaǵı tosqınlıqtan ótiwin esapladi.

- Alfa idiraw teoriyasınıń tunnellik process sıpatında islep shıǵılıwi (Dj.Gamov, E.Kondon, R.Gerni).

- A.Zommerfeld metallardıń birinshi kvantlıq teoriyasın dúzdi. Bul teoriyada metallardaǵı elektronlardı Fermi-Dirak statistikasına baǵınatugıń ideal sistema dep qaradı. Elektron gazınıń kishi jıllılıq sıyımlıǵına iye bolatuǵınlıǵınıń sebebi túsındırıldı.

- Almasıw tásirlesiwiniń ashılıwi hám almasıw kúshleri kirgizildi (V.Geyzenberg, P.Dirak).

- Elektronlardıń almasıw tásirlesiwlerine tiykarlaǵan ferromagnetizmniń birinshi kvantlıq mehanikalıq teoriyaları dóretildi: kollektivizlesken model (Ya.I.Frenkel) hám lokalizaciyalanǵan spinler modeli (V.Geyzenberg),

- R.Fauler jáne L.Nordgeym elektronlıq tunnelleniw tiykarında metallardan elektronlardıń salqın emissiyasın túsındirdi (Fauler- Nordgeym modeli).

1928-1930 - F.Blox hám E.Brillyuenler tárepinen qattı denelerdiń zonalıq teoriyasınıń tiykarları dóretildi.

1928 - Dj.Xartri kóp sanlı deneler máselesin sheshiwdiń juwıq usılin (ózin ózi qollaytuǵın maydan usılı) islep shıqtı. Bul usıl 1930-jılı V.A.Fok tárepinen rawajlandırıldı (Xartri-Fok usılı).

- R.Ladenburg 1921-jılı ózi, al 1924-jılı X.Kramers tárepinen boljanǵan teris dispersiyaniń bar ekenligin eksperimentlerde dálilledi.

- Atomlıq spektrlerdegi asa juqa strukturaniń bar ekenligi ashıldı (A.N.Terenin, L.N.Dobrecov, G.Shuller).

- Kristallardaǵı (L.I.Mandelshtam, G.S.Landsberg) hám suyuqlıqlardaǵı (Ch.Raman, K.Krishnan) jaqtılıqtıń kombinaciyalıq shashırawınıń ashılıwi.

- Suyıq geliydegi 2,19 K temperaturada bolatuǵın ekinshi áwlad fazalıq ótiwiniń hám geliydiń eki túri bolǵan geliy I menen geliy II niń ashılıwi (V.Keezom, M.Volfke).

- Molekulalıq kristallardiń tómengi temperaturalardaǵı spektriniń diskret strukturaǵa iye bolatuǵınlıǵı ashıldı (I.V.Obreimov).

- P.L.Kapica tárepinen magnit maydanınıń kernewligine baylanıslı metaldıń elektr qarsılığınıń sızıqlı ósetuǵınlıǵınıń ashılıwi (Kapica nızamı).

1929 - Kompton effektiniń kvantlıq teoriyası dóretildi (O.Kleyn, I.Nishina) hám usı effekttegi elektronlardıń shashırawı ushin teńleme keltirip shıǵarıldı (Kleyn-Nishina teńlemesi).

- V.Gaytler hám G.Gercbergler azot yadrosınıń qanday statistikaǵa baǵınatuǵının aniqladı (1930-jili usınday jumıstı F.Razetti de orınladı) hám onıń Boze-Eynshteyn statistikasına baǵınatuǵınlıǵıń kórsetti. Bul yadrolardıń protonlıq-elektronlıq gipotezasınıń durıs emes ekenligin dálilledi.

- O.Shtern atomlar menen molekulalardıń difrakciyasın ashti.

- V.Bote jáne V.Kolxersterler kosmoslıq nurlardı izertlew ushın sáykes keliwler usılıń paydalandı (Bote-Kolxerster tájiriybesi) hám dáslepki kosmoslıq nurlardıń zaryadlanǵan bólekshelerden turatuǵınlıǵı haqqındaǵı juwmaqqa keldi.

- N.Mott massası sheksız úlken, strukturaǵa iye emes nıshanadaǵı shashırawdı izertledi hám atomdaǵı shashırawdıń differenciallıq kesimi ushın formulanı keltirip shıǵardı (Mott formulasi).

- N.Mott shashıraǵanda elektronlıq dásteniń polyarizaciyaǵa ushıraytuǵınlıǵıń boljadı.

- X.Bete tárepinen kristallıq maydanniń teoriyasınıń dóretiliwi.

- Hendrik Kramers kristallardaǵı magnetizm mashqalası ushın júdá áhmiyetli bolǵan teoremanı keltirip shıǵardı (Kramers teoreması). Mazmunı minaday: yarım pútin spinli hám waqtıńıń baǵıtınıń ózgeriw operaciyasına qarata invariant gamiltonianı bar sistemada qálegen energiyalıq hal keminde eki ret aynıǵan boladı.

- Plazma hám plazmaliq terbelisler túsinikleriniń kirgiziliwi (I.Lengmyur, L.Tonks).

- E.Merrit germaniydiń yarım ótkizgishlik qásiyetiniń bar ekenligin taptı.

1930 – Berilliyydi alfa bóleksheleri menen bombalaganda úlken ótiwshilik qásiyetke iye nurlarıń ashılıwi (V.Bote, G.Beker). Berilliyydiń nurlarıń úyreniw neytroniń ashılıwına alıp keldi.

- P.Dirak keyinirek 1934-jili V.Geyzenberg hám 1937-jili X.Kramersler tárepinen rawajlandırılǵan "tesikler" teoriyasın usındı.

1930-1931 – Kristaldiń enerjiya spektri haqqındaǵı kóz-qaraslardıń payda boliwi. Bunday enerjiya spektri energiyaniń qadaǵan etilgen mánislerinen ibarat jolaqlar menen ajıratılǵan energiyaniń ruqsat etilgen jolaqlarınan turadı (R.Payerls, L.Brillyuen, R.Kronig h.b.).

1930 – Dj.Sleter kristallardiń polyarlıq modelin usındı.

- I.E.Tamm kristallardaǵı jaqtılıqtıń shashırawınıń kvantlıq teoriyasın rawajlandırdı hám qattı denelerdegi serpimli terbelisler (fononlar) kóz-qarasın kirgizdi. Foton ideyası A.Eynshteynniń 1911-jılga hám P.Debaydiń 1912-jılga jumıslarında da bar edi.

- Ferromagnetiklerdiń domenlik qurlısı teoriyası dóretildi (Ya.I.Frenkel, Ya.G.Dorfman).

- L.D.Landau tárepinen metallardaǵı elektronlardıń diamagnitlik qásiyetiniń bar ekenligi teoriyalıq jaqtan boljandı (Landau diamagnetizmi).

- Spinlik tolqınlar haqqındaǵı túsinik kirgizildi (F.Blox).

- F.Blox ferromagnetikiń tómengi temperaturalardaǵı ózinshe magnitlengenliktiń temperaturalıq górezligin taptı (Bloxiń úşten eki dárejeli nızamı).

- L.V.Shubnikov hám V. de Gaaz suyuq gelidiń temperaturasındaǵı magnit maydanına qoyılǵan vismuttiń elektr qarsılıǵınıń oscillyaciyasın ashti. (Shubnikov-de Gaaz effekti).

- K.Vagner yarım ótkizgishlerdiń eki tipi bolǵan elektronlı hám tesikli yarım ótkizgishlerdi taptı.

- V.Shottki "Shottki boyınsha defektler" túsinigin kirgizdi.

1930-1933 – Segnetoelektrikler (ferroelektrikler) teoriyasınıń dúziliwi (P.P.Kobeko, I.V.Kurchatov).

1931 – V.Pauli neytrino gipotezasın kirgizdi (neytrino gipotezası V.Paulide 1930-jili payda bolǵan edi)

- P.Dirak antibólekshelerdi, juplardıń tuwılıwi menen annigilyacyasın boljadı, elementar magnit zaryadınıń bar ekenligi haqqındaǵı gipotezanı usındı (Diraktıń monopolı).

- R.Van de Graaf zaryadlangan bólekshelerdiń elektrostatikalıq tezletkishin soqtı (Van de Graaf tezletkishi). Onıń islew principin ol 1929-jili islep shıqqan edi.

- Ciklotron qurıldı (E.Lourens, M.Livingston). Onıń ideyasın 1927-jili M.Shteenbek hám 1929-jili L.Sciları, E.Lourens hám J.Tibo lar usıngan edi.

- P.Erenfest penen R.Oppeneymerler spinı  $\frac{1}{2}$  ge teń taq san bólekshelerden yadrolardıń Fermi-Dirak statistikasına, al jup san bólekshelerden turatuǵın yadrolardıń Boze-Eynshteyn statistikasına baǵınatuǵınlıǵıń kórsetti (Erenfest-Oppeneymer teoreması).

- A.Vilson yarım ótkizgishlerdiń kvantlıq teoriyasın dóretti, "donorlıq" hám "akceptorlıq" ótkizgishlik haqqındaǵı kóz-qarasti kirgizdi.

- R.Payerls jıllıq ótkizgishliktiń kvantlıq teoriyasın fononlar gazınıń qozǵalısı sıpatında islep shıqtı, uzatiw processleri (rus tilinde "processı perebrosa") haqqındaǵı túsinikti kirgizdi.

- Ya.I.Frenkel tárepinen molekulalıq eksitonniń boljaniwı (Frenkel eksitonı).
- V. de Gaaz hám P. van Alfen tómengi temperaturalardań metallardıń magnitlik qabillaǵıshlıgınıń magnit maydanınıń kernewliginen gárezligin ashti (de Gaaza-van Alfen effekti).
- Jaqtılıqtıń selektivlik shashırawınıń ashılıwı (L.I.Mandelshtam, G.S.Landsberg).
- I.E.Tamm menen S.P.Shubin metallardań fotoeffektiń kvantlıq teoriyasınıń tiykarların qaladı.
- F.Bitter poroshoklıq figuralar (poroshoktuń járdeminde alıngan figuralar) usılıniń járdeminde ferromagnetikiń domenlik strukturasın birinshi bolıp baqladı (1934-jili usınday baqlawlardı N.S.Akulov penen M.V.Dextyarlar ótkerdi).
- L.Onsanger tárepinen qaytimlı emes processlerdiń termodinamikasınıń tiykarǵı teoremalarınıń biriniń dálilleniwi (Onsanger teoreması) hám sızıqlılıq principiniń tabılıwı.
- Elektronlıq mikroskop oylap tabıldı (M.Knoll, E.Ruska) (1939-jili V.K.Zvorikin 100 000 ese úlkeyte alatuǵın elektronlıq mikroskopı soqtı).
- K.Yanskiy birinshi radioteleskoptı oylap taptı hám kosmoslıq radionurlarıwdı ashti. Usınıń menen birge radioastronomiya payda boldı (1937-jili G.Reber birinshi parabolalıq radioteleskoptı soqtı).
- Ernst Ruska "móldir" obektlerdi izertlew principi boyınsha isleytuǵın birinshi elektronlıq mikroskopı dóretiwdi basladı (Transmission Electron Microscope — TEM). Óz aldına pán sıpatında elektronlıq optika qáliplestı. Usı jumısı ushın Ernst Ruskaǵa 1986-jili Nobel sıylığı berilgen.

### **Ekinshi dáwır (1932-1954 jıllar)**

1932 -Dj. Chedvik tárepinen neytronniń ashılıwı. Neytronniń bar ekenligi 1920-jili E.Rezerford hám U.Xarkivs tárepinen bir birinen gárezsiz boljandi.

- Deyteriydiń ashılıwı (G.Yuri). 1920-jili E.Rezerford tárepinen boljandi.
- Neytronlardıń tásırindegi birinshi yadrolıq aylanıslar ámelge asırıldı (N.Fezer, L.Meytner, U.Xarkins).
- D.D.Ivanenko yadrolardıń neytronlıq-protonlıq strukturası hám elementar bólekshe sıpatında neytron haqqındaǵı gipotezalardı usındı. V.Geyzenberg tárepinen tikkely rawajlandırılgan bul model atom yadrosunuń eski modeli bolǵan protonlıq-elektronlıq model payda etken qıyınhılıqlardı dárhál saplastırdı hám atom yadrolarınıń hágirgi zaman kóz-qaraslarınıń tiykarı bolıp esaplanadı.
- Kúshlı tásırlesiwlerdiń ashılıwı.
- Dj.Kokroft hám E.Uoltonlar protonlardı jasalma jollar menen tezletiwdiń jańa ásbabı bolǵan – kaskadlıq generatordı soqtı (Kokroft-Uolton tezletkishi).
- Dj.Kokroft hám 3.Uolton jasalma túrde tezletilgen protonlar menen birinshi yadrolıq reakciyanı litiy yadrolarınıń trasmutaciyasın (bir ximiyalıq elementtiń atomlarınıń ekinshi ximiyalıq elementlerdiń atomlarına aylanıwı) ámelge asırıldı. Bir neshe aydan keyin bunday reakciya SSSR da da ámelge asırıldı (A.K.Valter, K.D.Sinelnikov, A.I.Leypunskiy, G.D.Latishev).
- K.Anderson pozitrondi ashti (1933-jili pozitronniń ashılıwın P. Blekett penen Dj. Okkialini tastıyıqladı).
- V.Geyzenberg formallıq matematikalıq usıl sıpatında izotoplıq spin túsinigin kirgizdi. 1936-jili B.Kassen menen E.Kondon tolıq izotoplıq spinge sáykes keletuǵın kvant sanı ideyasın usındı.
- V.Geyzenberg yadrolıq kúshlerdiń toyınıwshı kúshler ekenligin kórsetti (1933-jili usınday pikirge E.Mayorana da keldi).

- Yu.Vigner tárepinen waqittiń belgisin ózgertiwge qarata simmetriyani ashti (waqıtlıq juplıqtıń saqlanıw nızamı).

- E.Finberg kvantlıq mehanikadaǵı optikalıq teoremanı keltirip shıǵardı.
- L.Neel antiferromagnetizmniń bar ekenligin boljadı hám magnitlik pojreshetkalar túsinigin kirgizip onıń teoriyasın islep shıqtı. 1933-jili magnetikiń ayraqsha fazası sıpatında antiferromagnetizm túsinigin kirgizdi.

1932 - Kvantlıq-mehanikalıq tunnelleniw haqqındaǵı kóz-qarasti metall-yarım ótkizgish kontaktındaǵı ózgermeli toqtı tuwrlawǵa qollanıw (A.Wilson, Ya.I.Frenkel, A.F.Ioffe, L.Nordgeym).

- I.E.Tamm kristallardıń betindegi elektronlardıń ayraqsha hallarınıń bar ekenligin boljadı (Tamm qáddileri).

- Ultrasestegi jaqtılıqtıń difrakciyasınıń tabılıwı (P.Debay, F.Sirs, R.Lyuka, P.Bikar).

- V.Keez hám K.Klauzius suyiq geliydiń salıstırmalı jıllılıq sıyımlığınıń temperaturalıq gárezligindegi anomaliyalardı taptı hám jıllılıq sıyımlığınıń sekirmeli ózgeretuǵın noqatın (temperaturası 2,19 K) ( $\lambda$ -noqat).

- L.Onsager ayqastırılǵan koefficientlerdiń teńligin (bunı óz-ara túsiniw principi dep te ataydı) ańlatatuǵın ańlatpanı keltirip shıǵardı (Onsager qatnasları). Bul princip L.Onsager tárepinen burınıraq tabılǵan sızcılılıq principi menen birge teń salmaqlı emes processlerdiń teoriyasınıń tiykarına kirdi hám qaytımlı emes processlerdiń termodinamikanıń dóretiliwine salmaqlı úlesin qostı.

1933 – Gamma kvanttan elektron menen pozitronniń payda bolıw qubılısı ashıldı (Frederik hám Iren Jolio-Kyuri, K.Anderson, P.Blekett, Dj.Okkialini). Bul qubılıstiń mexanizmin 1933-jılı R.Oppengeymer túsindirdi.

-F.Jolio-Kyuri menen J.Tibo tárepinen 1931-jılı P.Dirak tárepinen boljanǵan elektronlar menen pozitronlardıń annigilyaciyasınıń eksperimentlerdegi ashılıwi.

- Kosmoslıq nurlarda elektronlıq-pozitronlıq nóserlerdiń ashılıwi (P.Blekket, Dj.Okkialini). 1929-jılı kosmoslıq nurlardaǵı bir neshe genetikalıq baylanısqan (4 ke shekemgi) joqarı energiyalı bólekshelerdi D.V.Skobelcın baqladı, al 1933-jılı kosmoslıq nóserlerdiń payda bolıwin B.Rossi de taptı.

- F. hám I.Jolio-Kyuriler neytronniń massasın esapladi hám onıń protonniń massasına úlken ekenligin kórsetti. Bul neytronniń ornıqlı emes ekenligin hám onıń protonǵa aylanıwınıń mümkin ekenligin kórsetti.

- Yadrolıq reakciyalarda massa menen energiyaniń ekvivalentligi eksperimentlerde dálillendi (M.Olfant, E.Rezerford).

- O.Shtern menen O.Frish vodorod molekulasındaǵı protonniń magnit momentin ólshedı.

1933 – P.Dirak vakuumniń polyarizaciyası effektin boljadı (tap usınday boljawdı 1934-jılı V.Geyzenberg te usındı). Vakuumniń polyarizaciyası effektiniń teoriyasın 1936-jılı V.Vayskopf rawajlandırdı.

- E.Fermi beta ıdırawdıń teoriyasın dóretti. Bul teoriyaǵa ol tásirlesiwdiń jańa tipi bolǵan ázzi tásirlesiwdi kirgizdi.

- P.Dirak antizattiń bar ekenligi haqqındaǵı gipotezanı usındı.

- Awır suw alındı (G.Lyuis, R.Makdonald). 1934-jılı awır suwdı A.I.Brodskiy aldı.

- V.Meyssner menen R.Oksenfeld asa ótkizgishtiń sırttan túsirilgen magnit maydanın sırtqa qısıp shıǵaratuǵının taptı (Meyssner effekti). 1934-jılı bul effektti L.V.Shubnikov penen Yu.N.Ryabininler baqladı.

- I.K.Kikoin menen M.M.Noskov tárepinen magnit maydanına qoyılǵan yarım ótkizgishte onı kúshli jutilatuǵın jaqtılıq penen nurlarıǵanda elektr maydanınıń payda bolatuǵını tabıldı (Kikoin-Noskovtiń fotomagnitlik effekti).

- Yu.Vigner menen F.Zeytc kristallar teoriyasında qutılar usılin islep shıqtı (Vigner-Zeytc usılı). 1934-jılı Dj.Sleter tárepinen ulıwmalastırıldı.

1934 – Jasalma radioaktivliktiń ashılıwi (F. hám I.Jolio-Kyuri).

- F. hám I.Jolio-Kyuri pozitronlıq radioaktivlikti ashti.

- Neytronlardıń tásirinde jasalma radioaktivliktiń payda bolatuǵınlığınıń ashılıwi (E.Fermi).

- E.Fermi zatlardaǵı neytronlardıń ástelenetuǵınlığınıń ashılıwi.

- Deytronlardıń tritiydi payda etetuǵın sintez reakciyasınıń ámelge asırılıwi (E.Rezerford, M.Olfant, P.Xartek).

- Yadrolıq fotoeffekt bolǵan deytronniń fotobóliniwiniń ashılıwi (Dj.Cchedvik, M.Goldxaber).

1937-jılı awır yadrolardaǵı yadrolıq fotoeffektti V.Bote menen V.Gentnerler de baqlaǵan edi

- Neytronniń proton tárepinen gamma kvantı bólip shıǵarıw arqalı tutıw radiaciyalıq tutıw ashıldı (D.Li).

- I.E.Tamm hám D.D.Ivanenko massaǵa iye bólekshelerge iye maydan arqalı keyinirek V.Geyzenberg tárepinen rawajlandırılǵan jup yadrolıq kúshlerdiń maydanlıq teoriyasınıń tiykarların galadı.

- Dj.Vik Fermi teoriyasın pozitronlıq ıdırawǵa (bunday jaǵdayda proton neytronǵa aylanadı) ulıwmalastırıldı.

- Keri beta ıdıraw boljandi hám neytrinoni tabıwdıń mümkinshiligi qarap shıǵıldı (X.Bete, R.Payerls).

- Neytronda magnit momentiniń bar ekenligi haqqındaǵı boljaw usınıldı, bul momenttiń belgisi hám shaması durıs bahalandı (I.E.Tamm, S.A.Altshuler).

- Zatlar arqalı qozǵalǵanda elektronniń radiaciyalıq joǵaltıwlarınıń teoriyası dóretildi (X.Bete, V.Gaytler).

- U.Bennet tárepinen plazmanı úlgı arqalı ótetugın toqtıń menshikli magnit maydanınıń tásirinde plazmanı qosıwdıń mümkinshiligi boljap aytıldı. Bunday qubılıstı pinch-effekt dep ataydı (1938-jili bul effektti L.Tonks te boljaǵan edi).

- P.A.Cherenkov S.I.Vavilovtiń basshılıǵında taza móldir ortalıqlarda jaqtılıqtıń tezliginen de úlken tezlikler menen zaryadlanǵan bólekshelerdiń tásirinde jaqtılıqtıń shıǵıw qubılısı baqlandı (Vavilov-Cherenkov effekti).

- K.Gorter menen X.Kazimir asa ótkizgishliktiń birinshi fenomenologiyalyq teoriyasın dóretti (Kazimir- Gorter modeli).

- K.Gorter salqınlatiw ushın yadrolıq adiabatalıq magnitsizleniw usılın usındı (1935-jili yadrolıq salqınlatiw ideyasın F.Saymon da usındı, ol yadrolıq salqınlatiw ushın zárúrli bolǵan eksperimentallıq sharayatlardı tolıq talladı).

1934-1937 -L.V.Shubnikov tárepinen II áwlad asa ótkizgishleriniń ashılıwi.

1935 - X. Yukava, jup yadrolıq kúshlerdiń maydanlıq teoriyasın rawajlandırıp yadrolıq maydannıń kúshti tásirlesetuǵın kvantınıń (mezonnıń) bar ekenligin boljadı. Bul kvantlar nuklonlar arasındaǵı tásirlesiwge juwap beredi. Yukava tárepinen boljanǵan bóleksheler (pi-mesonlar) 1947-jili ashılda hám mezodinamikaniń payda boliwına alıp keldi.

- Erkin neytronniń protonǵa, elektronǵa hám neytrinoǵa (elektronlıq antineytrinoǵa) beta idırawı boljandi (Dj.Cchedvik, M.Goldxaber, X.Bete, M.Olifant, E.Rezerford).

- Áste qozǵalatuǵın neytronlardıń protonlardaǵı shashırawınıń kesimin birinshi ólshevler ámelge asırıldı (Dj.Danning, Dj.Pegram, I.V.Kurchatov h.b.).

- Jilliliq neytronlarınıń kadmiy menen kúshti tásirlesiwı tabıldı (Dj.Danning, Dm.Pegram, Dj.Fink, D.Mitchell).

- Neytronniń proton tárepinen tutıp alınatıǵınlığı birinshi ret anıq dálillendi (L.A.Arcimovich, I.V.Kurchatov).

- Uran-235 izotopı ashılda(A.Dempster).

- K.Veyczekker yadrolardıń baylanıs energiyası ushın yarım emperikalıq formulani keltirip shıǵardı (K.Veyczekker formulası).

- Antiferromagnetizmniń ashılıwi (L.V.Shubnikov, O.N.Trapeznikova, G.A.Milyutin, S.S.Shalit). G.Bizet tárepinen 1938-jili tabıldı. 1932-jili L.Neel tárepinen boljandi.

- L.D.Landau menen E.M.Lifshic ferromagnetiklerdiń domenlik strukturasınıń teoriyasın rawajlandırdı hám magnit momentiniń qozǵalıs teńlemesin keltirip shıǵardı (Landau-Lifshic teńlemesi).

- F. hám G.Londonlar asa ótkizgishliktiń fenomenologiyalyq teoriyasın islep shıqtı (Londonlar teńlemesi. Bul teńleme asa ótkizgishlerdegi toq penen magnit maydanı arasındaǵı bayanıstu óz ishine aladı).

- Villem Xendrik Keezom hám A.Keezomlar suyıq geliy II niń anomaliyalıq joqarı jilliliq ótkizgishliginaptı ( $\lambda$ -noqatı arqalı ótkende geliy II niń jilliliq ótkizgishliginiń sekirmeli ózgeriwi).

- Bekkemliktiń statistikalıq teoriyası islep shıǵıldı (A.P.Aleksandrov, S.M.Jurkov).

- Yadrolardıń elektrlik kvadrupollık momentleriniń ashılıwi (X. Shyuller, T. Shmidt).

- Fazokontrastlıq mikroskop oylap tabıldı (F.Cernike).

1936 - N.Bor tárepinen quramlıq yadro (kompaund-yadro) teoriyasınıń dóretiliwi.

- Yadronıń tamshı modeliniń dóretiliwi (N.Bor, Ya.I.Frenkel).

- G.Breyt, E.Kondon, N.Kemmer hám R.Prezentler yadrolıq kúshlerdiń zaryadtan górezsizligi gipotezası usınıldı.

- Neytronlardıń difrakciyası ashıldı (D.Mitchell, X.Xalban hám P.Preysverk). Bul qubılıs sol jili V.Elzasser tárepinen boljanǵan edi.

- Gregoriy Breyt penen Yudjin Vigner yadrolıq reakciyalardıń dispersiyalyq formulası usındı (Breyt-Vigner formulası yamasa Breyt-Vignerdiń relyativistlik tarqalıwi).

- Qattı vodorodtaǵı yadrolıq paramagnetizmniń ashılıwi (L.V.Shubnikov, B.G.Lazarev).

- L.D.Landau kulon tásirlesiwı orın alǵan jaǵday ushın plazmaniń kinetikalıq teńlemesin keltirip shıǵardı hám zaryadlanǵan bóleksheler ushın soqlıǵısıw integralınıń túrin taptı.

- Surma-ceziyli fotokatod oylap tabıldı (P.Gerlix).
- Elektronlıq mikroskop soğıldı (Ervin Vilgelm Myuller).

1937 - L.Alvares K-tutıwdı ashti (bul tutıw 1935-jılı X.Yukava hám S.Sakato tárepinen boljanǵan edi.

- Yu.Vigner yadrolıq kúshlerdiń zaryadlıq górezsizliginiń izotoplıq spin menen baylanıshı ekenligin kórsetti hám birinshi ret nuklon-nuklon tásirlesiwindegi izotoplıq spinniń saqlanatuǵınlıǵın anıq túrde keltirip shıǵardı.

- X.Kramers bólekshelerdi sáykes keletugın antibóleksheler menen almastırıwǵa salıstırǵanda tábıyattıń tiykargı nızamlarınıń invariantlıǵın postulat túrinde usındı (zaryadlıq invariantlıq).

- Yadrolardıń statistikalıq teoriyasınıń dóretiliwi (X.Bete, V.Vayskopf, L.D.Landau).

- Kosmoslıq nurlardaǵı nóserlerdiń kaskadlıq teoriyasınıń tiykarkarı islep shıǵıldı (X.Baba, V.Gaytler, Dj.Karlson, R.Oppengeymer). 1938-jılı kaskadlıq teoriyanıń teńlemelerin sheshiwdiń qolaylı matematikaliq usılin L.D.Landau menen Yu.B.Rumerler usındı.

- Kosmoslıq nurlardıń izlerindegi "juldızlardı" birinshi baqlaw ámelge asırıldı (M.Blau, G.Vambaxter).

- I.E.Tamm hám I.M.Frank Vavilov-Cherenkov effektiniń teoriyasın dóretti.

- L.D.Landau asa ótkizgishlerdiń aralıqlıq halınıń teoriyasın islep shıqtı. Bul haqqındaǵı túsinkıtı 1936-jılı R.Payerls penen F.London kirgizgen edi (eksperimentlerde 1937-jılı L.V.Shubnikov tárepinen tastıyıqlıdı).

- L.D.Landau ekinshi áwlad fazalıq ótiwleriniń teoriyasın dóretti. Bunday fazalıq ótiwler haqqındaǵı túsinkıtı 1933-jılı P.Erenfest kirgizgen edi.

- G.Vane menen N.Mott ótkizgishlik zonasındaǵı elektron menen valentli zonadaǵı tesiktıń baylanısqan hali kóz-qarasın rawajlandırdı (Vane- Mott eksitonı). Eksperimentlerde 1951-jılı E.F.Gross hám N.A.Karriev tárepinen mistiń zakisi kristallarında tabıldı.

- Dj.Mayer haqıqıy gazdiń halınıń ulıwmalıq teńlemesin aldı.

1938 - K.Anderson hám S.Neddermeyer myu-mezondı ashti hám onıń massasın anıqladı (240 m<sub>e</sub>). Bunday bólekshelerdiń bar ekenligi haqqındaǵı maǵlıwmatlardı olar 1936-jılı alǵan edi.

- Keń atmosferalıq nóserler ashıldı (P.Oje, V.Kolkerster).

- X.Yukava menen S.Sakata yadrolıq kúshlerdiń zaryadlıq górezsizligin túsindiriw ushin neytrallıq mezondı kirgizdi Neytrallıq mezonnıń bar ekenligin G.Frelix, V.Gaytler hám N.Kemmerler de boljaǵan edi.

- Juldızlardıń energiyasınıń deregi sıpatında termoyadrolıq reakciyalardıń proton-protonlıq cikli ashıldı (X.Bete, K.Kritchfield).

- 1938-1939 - Termoyadrolıq reakciyalardıń uglerod-azotlıq cikli ashıldı (X.Bete, K.Veyczekker).

1938 - (18-dekabr kúni) 1934-jılı I.Noddak tárepinen boljanǵan uranniń yadrosınıń bóliniw qubılısı ashıldı.

- Diraktıń sızıqlı ulıwmalastırılgan teńlemesi keltirip shıǵarıldı. Bul teńleme keyinirek materiyaniń birden-bir teoriyasınıń bazası sıpatında rawajlandırdı (Ivanenko-Geyzenberg teńlemesi).

- A.A.Vlasov bóleksheler arasındaǵı kollektivlik tásirlesiwdi esapqa alatuǵın plazmani táriyipleytuǵın teńlemenı usındı (Vlasov teńlemesi).

- Suyıq geliy II niń fontanlanıw effekti ashıldı (termomexanikalıq effekt) (Dj.Allen, X.Djons).

- Geliy II niń asa aqqıshlıq qásıyeti ashıldı (P.L.Kapica, Dj.Allen).

- L.Tissa geliy II niń eki suyiqlıqlıq modelin usındı.

- Spinlik temperatura túsiniǵı kirgizildi (X.Kazimir). Eksperimentlerde 1951-jılı tastıyıqlıdı.

- Suyıq geliydegi plenkanıń alıp júriliwi qubılısunıń ashılıwi (K.Mendelson, Dj.Daunt).

- Djeyms Xillir basqa Transmission Electron Microscope ti dóretti.

1938-1939 - I.Rabi molekulalıq dástelerdi alıwdıń rezonanslıq usılin islep shıǵıw boyinsha jumısın juwmaqlıdı.

1939 - O.Gan menen F.Shtrasmanniń uran yadrosunuń derlik birdey massaǵa iye eki sınıqqa (yadroǵa) idırawdı baqlaw boyinsha ótkergen eksperimentleriniń nátiyjeleriniń Liza Meytner tárepinen túsindiriliwi (interpretaciyalanıwı). L.Meytner tárepinen "yadronıń bóliniwi" túsiniginiń kirgiziliwi.

- Uran yadrosunuń eki sınıqqa bólinetüǵınlıǵınıń eksperimentlerde tastıyıqlanıwı hám bóliniw energiyasınıń shamasınıń tikkeley ólsheniwi (O.Frish, F.Jolio-Kyuri, G.Anderson, Dj. Danning).

- Uranniń yadrolarınıń áste qozǵalatuǵın neytronlardıń tásirinde bóliniwiniń teoriyası islep shıǵıldı hám yadrolardıń spontan bóliniwi boljandi (Ya.I.Frenkel, N.Bor, Dj.Uiler).
- Uran ushın kritikalıq massanıń shaması esaplандı (F.Perren h.b.).
- Bóliniwde qaytalama neytronlardıń (vtorichniy neutron) shıǵarılatuǵınlıǵınıń ashılıwi (L.Scilard, E.Fermi, G.Anderson, V.Zinn, F.Jolio-Kyuri, X.Xalban, L.Kovarski).
- Uranda bóliniwdiń shinjırı reakciyasınıń ótetüǵınlıǵınıń tiykarlanıwi (L.Scilard, Yu.Vigner, E.Fermi, Dj.Uiler, F.Jolio-Kyuri, Ya.B.Zeldovich, Yu.B.Xariton, A.I.Leypunskiy). Shinjırı reakciyalar ideyasın 1934-jili Scilard hám Jolio-Kyuriler, sonıń menen birge L.Meytner usıngan edi.
- Uranniń bóliniwinde payda bolatuǵın neytronlardıń energiyalıq spektri ólshendi hám bóliniwdiń hár bir aktı ushın ekinshi neytronlardıń ortasha sanı anıqlındı (bul san házirgi waqıtları qabil etilgen sańga júdá jaqın) (V.Zinn, L.Scilard).
- Keshigiwshi neytronlardıń ashılıwi (R.Roberts, R.Meyer, P.Vang).
- Qara qurdımlardıń bar ekenligi boljandı (R.Oppenheimer, X.Snayder).
- Neytronlardı ásteletiwshi sıpatında grafitti qollanıw ideyası usınlıdı (Dj.Pegram, L.Scilard, E.Fermi, G.Plachek).
  - I.Rabi proton menen deytronniń magnit momentlerin dál ólshedı.
  - V.Shottki "yarm ótkizgish-metall" kontakti qatlamında payda bolatuǵın potenciallıq barerdi izertledi (Shottki bareri) hám usniday barerge iye yarım ótkizgish diodlardıń teoriyasın qurdi (Shottki diodları yamasa Shottki barerine iye diodlar).
- 1940 – Uran-235 yadrolarınıń spontan bóliniwi qubılısı ashıldı (G.N.Flerov, K.A.Petrajak).
- Erkin neytronniń magnit momenti ólshendi (L.Alvares, F.Blox).
- Taza uran-235 ajiratıp alındı (Dj.Danning, A.Nir).
- Uran-235 izotopınıń áste qozǵalatuǵın neytronlardıń tásirinde bólinetuǵınlıǵın dálillendi (Yu.But, Dj.Danning, A.Grose),
  - Uran menen awır suwdan turatuǵın sistemada shinjırı yadrolıq reakciyanıń jüretuǵınlıǵınıń mümkinshiliği dálillendi (F.Jolio-Kyuri, X.Xalban, L.Kovarski).
  - Birinshi transuran element – neptuniy sintezlendi (E.Makmillan, F.Abelson).
  - Berilliysi neytronlardı ásteletkish sıpatında paydalaniwǵa bolatuǵınlıǵın kórsetildi (M.Goldhaber).
  - Betatron qurıldı (D.Kerst). Bólekshelerdi indukciyalıq tezletiwdiń ideyasın D.Kerstten górezsiz 1922-jili Dj.Slepyan menen R. Videroe de usıngan edi.
  - Kosmoslıq nurlardaǵı ótkish nöserlerdiń ashılıwi (Dj. Rochester, L.Yanoshi).
  - V.Pauli spinniń statistika menen bayanısı haqqındaǵı teoremanı keltirip shıǵardı.
  - G.London metallardaǵı anomallıq skin-effektti ashti.
- 1940–1941 – L.D.Landau tárepinen geliy II niń asa aqqishlıǵı teoriyası dóretildi. Bul teoriyadan geliyde ekinshi sestiń bolatuǵınlıǵı da kelip shıqtı.
- 1941 – Bóleklerge bólinetuǵın plutoniy-239 izotopı sintezlendi hám onıń áste qozǵalatuǵın neytronlardıń tásirinde bólinetuǵınlıǵı dálillendi (G.Siborg, E.Mak-Millan h.b.).
  - Uran-233 izotopı ashıldı (G.Siborg h.b.).
  - Yadrolardıń fotobóliniwi ashıldı.
  - Mıstıń zakisinde p-n ótiwdiń tabılıwi (V.E.Lashkarev).
  - D.D.Maksutov teleskoplarda keńnen qollanılatuǵın meniskli optikalıq sistemalardı oylap taptı.
- 1942 – 2-dekabr kúni birinshi yadrolıq reaktorda uranniń bóliniwiniń shinjırı reakciyası júzege keldi (E.Fermi, G.Anderson, V.Zinn h.b.).
  - X.Alfven joqarı ótkizgishlikke iye plazmadıǵı kúshli magnit maydanında tarqalatuǵın elektromagnitlik tolqınlardıń jańa tipiniń bar ekenligin boljadı (Alfven tolqınları). Sonday tolqınlardıń bar ekenligin onıń ózi 1950-jili eksperimentlerde ashti.
- 1943 – V.Geyzenberg tárepinen shashiraw matricasınıń yamasa S matricanıń teoriyasınıń islep shıǵılıwi (S-matricanı birinshi ret 1937-jili Dj. Uiler boljadı, sonıń menen birge S-matrica ideyasın L.I.Mandelstam da usındı).
- 1944 – Ásteletkish sıpatında awır suw qollanılatuǵın tábiyyiy urandaǵı birinshi yadrolıq reaktor qurıldı (Argon milliy laboratoriyası).
  - V.I.Veksler bólekshelerdi tezletiwdiń jańa principi bolǵan avtofazirovka principin islep shıqtı hám onıń teoriyasın dóretti. Bul princip zaryadlangan bólekshelerdiń jańa tezletkishlerin

(fazotrondi, sinxrotrondi, sinxrofazotrondi, mikrotrondi) dóretiwdiń tiykarı bolıp tabıldı. 1945-jılı bul principti E.Mak-Millan usındı. Avtofazirovka ideyasın 1934-jılı L.Scilard usıngan edi.

- E.K.Zavoyskiy tárepinen elektronlıq paramagnitlik rezonanstıń ashılıwı (EPR). Bunday paramagnitlik rezonanstıń bolatuǵınlıǵın 1923-jılı Ya.G.Dorfman boljaǵan edi.

- D.D.Ivanenko hám I.Ya.Pomeranchuk tárepinen sinxronlıq nurlanıwdıń (magnitlik-tormozlıq nurlanıwdıń) – magnit maydanında qozǵalatuǵın relyativistlik elektronlardıń magnitlik-tormozlıq nurlanıwdıń boljanıwı (ayırım derekler boyınsha sinxrotronlıq nurlanıwdıń bar boliwı 1912-jılı A.Shott tárepinen boljanǵan edi). 1946-jılı Blyumt tárepinen ashıldı.

Sinxronlıq nurlanıwdıń payda boliwın birinshi ret kimniń aytqanlıǵı haqqında kóp sanlı qaramaqarsılıqlar orın algan.

- Bariy titanati ( $BaTiO_3$ ) kristallarında joqarı segnetoelektriklik (ferroelektriklik) qásiyet tabıldı (B.M.Vul).

- Okeandaǵı sestiń asa uzaq aralıqlarǵa tarqalıw qubılısı ashıldı (M.Iving, Dj. Vorcel). 1946-jılı bul qubılıstı L.M.Brexovskix hám L.D.Rozenbergler de ashti

1945 – 16-iyul kúni AQSh taǵı Alamogordo shólinde birinshi eksperimentallıq yadrolıq partlanıw ámelge asırıldı. AQSh ta birinshi atom bombaları dóretildi.

1946 – Dj. Griffits 1913-jılı V.K.Arkadev tárepinen boljanǵan ferromagnitlik rezonans qubılısin ashti (1947-jılı ferromagnitlik rezonanstı E. K. Zavoyskiy baqladı).

- "Salqın" neytronlar alındı (E.Fermi, G.Anderson, D.Mitchell). Bunday neytronlardıń bar ekenligin 1941-jılı A.I.Axiezer hám I.Ya.Pomeranchukler boljaǵan edi.

- Yadrolıq magnitlik rezonans ashıldı (F.Blox, U.Xansen, E.Parsell, R.Paund).

- U.Libbi geoxronologiyaniń radiouglerodlıq usılın islep shıqtı.

- B.M.Pontekorvo  $^{37}Cl + \nu \rightarrow ^{37}Ar + e^-$  reakciyasında neytrinonı detektorlawdıń xlor argonlıq usılın usındı.

- L.Alvares dreyf naylarına iye protonlardı tezletetuǵın sızıqlı tezletkishti qurdı (Alvares tezletkishi).

- 26-dekabr kúni SSSR daǵı birinshi yadrolıq reaktorda shınjırılı yadrolıq reakciya ámelge asırıldı (I.V.Kurchatovní basshiligindagi topar).

- L.D.Landau plazmadaǵı tolqınlardıń soqlıǵıwsız sóniw qubılısin boljadı (Landaudıń sóniw effekti). Eksperimentlerde 1966-jılı tastıyıqlandi.

- N.N.Bogolyubov kinetikalıq qubılıslardıń házirgi zaman teoriyasınıń tiykarların qaladı.

- A.I.Axiezer magnonlar koncepçiyasın usındı.

- S.I.Pekar polyaronlar haqqındaǵı kóz-qarastı kírgizdi hám 1946-1949 jılları olardıń teoriyasın dóretti.

1946-1948 – Molekulalıq eksitonlardıń ashılıwı (A.F.Prixotko, A.S.Davidov). Bunday eksitonlardıń bar ekenligi 1931-jılı Ya.I.Frenkel tárepinen boljanǵan edi.

- A.D.Leypunskiy tez qozǵalatuǵın neytronlarda isleytuǵın reaktorlardıń ideyasın usındı.

- Dj. Gamov "qızǵan Álem" teoriyasın usındı. Bul teoriyanıń durıs ekenligi 1965-jılı reliktlik (kosmoslıq mikrotolqınlıq) nurlardıń ashılıwı menen tastıyıqlandi.

1947 – Myuonnıń kúshli tásırlesiwigé qatnaspaytuǵın bólekshe ekenligin eksperimentlerde tastıyıqlandi (M.Konversi, E.Panchini, O.Pichchioni).

- Zaryadlangan pionlar ashıldı (S.Pauell, Dj. Okkialini. Ch.Lattes, X.Myuirxed).

- Kaonlar menen giperonlardıń baqlanıwı (Dj. Rochester, K.Batler). Kaonlardıń isenimli túrde ashılıwı 1949-jılı orın aldı dep esaplaw qabil etilgen (G.Pauell h.b.). Kaonlardıń bar ekenliginen derek beretuǵın birinshi eksperimentallıq nátiyjelerdi 1944-jılı L.Leprens-Renge aldı, al giperonlardıń bar ekenligi haqqındaǵı tájiriybelik maǵlıwmatlar 1951-jılga kele alındı.

- U.Lemb hám R.Rizerford vodorod penen deyteriy atomlarınıń energiyalarınıń qáddileriniń juqa strukturaların baqlaw boyınsha tájiriybe ótkerdi (Lemb-Rizerford tájiriybesi). Bul tájiriybeniń nátiyjesi qáddilerdiń awısıwın ólshew bolıp tabıldı (Lemb awısıwi). Lemb-Rizerfordtıń bul effekti (vodorodtıń termleriniń dubletlik bóliniwi) kvantlıq elektrodinamika tárepinen túśindirildi.

1947-49 – Perenormirovka usılı islep shıǵıldı (X.Bete, V.Vayskopf, Yu.Shvinger i dr.).

1947 – N.N.Bogolyubov ideal emes boze-gazdiń teoriyasın dóretti.

- A.B.Pippard anomallıq skin-effektiń teoriyasın dóretti.

- Scintillyacyıyalıq esaplaǵıshıń oylap tabiliwı (X.Kalman).

- I.Prigojin entropiyani islep shıǵıwdıń minimallığı haqqındaǵı teoremanı keltirip shıǵardı (Prigojin teoreması).

1948 - P.Kash elektronniń anomallıq magnit momentin ólshedi. Sol jılı Yu.Shvinger de elektronniń anomallıq magnit momentin ólshegen edi.

- Ázzi tásırlesiwlerdiń  $\mu$ -e universallığı ideyasın usınıldı (Dj.Puppi).

- A.Snell menen L.Miller erkin neytronniń beta idırawın eksperimentte taptı. 1950-jılı bunday jumisti Dj.Robson menen P.E.Spivak ta orınladı hám neytronniń yarım idıraw waqıtın ólshedi.

1948-1949 - Házirgi zaman kvantlıq elektrodinamikasın dóretiw boyınsha jumislardıń juwmaqlanıwi (S.Tomonaga, R.Feynman, Yu.Shvinger, F.Dayson).

1948 -L-tutıwdıń baqlanıwi (B.M.Pontekorvo).

- Rezonanslıq yadrolıq reakciyalardıń teoriyası qurıldı (A.I.Axiezer, I.Ya.Pomeranchuk).

- Kosmoslıq nurlardıń quramında atom yadroları tabıldı.

- Gazorazryadlı plazmadaǵı dástelik ornıqsızlıqtıń boljanıwi (Dj. Pirs, A.I.Axiezer, Ya.B.Faynberg). Bunday boljawdı 1949-jılı D.Bom menen E.Gross ta usındı. 1957-1960 jılları Faynberg hám onıń xızmetkerleri tárepinen eksperimentlerde tabıldı.

- K.Gorter kobalt-60 ti polyarizaciyalaw usılın usındı (1951-jılı bir baǵitta baǵıtlanǵan yadrolardı alıw usılların B.Blini menen R.Paund ta usındı).

- Ushqın esaplaǵısh oylap tabıldı (Di. Keyfel).

- U.Shokli menen Dj.Pirson tranzistordıń dóretiliwi ushın áhmiyetli bolǵan maydan effektin taptı.

- Yarım ótkizgishli tranzistor oylap tabıladı (Dj.Bardin, U.Bratteyn)

- Paramagnitlik rezonanstıń teoriyası dóretildi (N.Bloembergen, E.Parsell, R.Paund).

- A.S.Davidov tárepinen molekulalıq kristallardaǵı jaqtılıqtıń jutılıw teoriyası dóretildi hám aynımaǵan molekulalıq termlerdiń bólinetuǵınlıǵıń boljandı ("Davidov bóliniwi").

- L.Neel ferromagnetizmniń modelin islep shıqtı. 1949-1951 jılları K.Shall tárepinen tastıyıqlandı.

- Suyıq geliy  $^3\text{Ne}$  alındı.

- D.Gabor tárepinen golografiyanıń dóretiliwi (súwretti aliwdıń golografiyalıq usılın 1920-jılı M.Volfke usıngan edi).

1949 - M.Geppert-Mayer nuklonlardıń arasındaǵı kúshli spin-orbitalıq tásırlesiwdi hám yadrodaǵı protonlar menen neytronlardıń bir birinen ýárezsiz energiya qabıqları boyınsha bólisteriliwin boljadı. Bul magiyalıq sanlardı túsindirdi (usınday ideyaǵa 1950-jılı O.Xaksel, X.Yeisen hám G.Zyusste kelgen edi) hám 1949-1950 jılları yadronıń qabıqlıq modeliniń dóretiliwine alıp keldi.

- Proton menen neytron arasındaǵı yadrolıq tásırlesiwdiń almasıw xarakterine iye ekenligi eksperimentte tastıyıqlandı (K.Brakner h.b.).

- E.Fermi menen Ch.Yang pionlardı nuklonlar hám antinuklonlardan turatuǵın sistema degen ideyanı usındı (quramlıq elementar bóleksheniń birinshi modeli).

- Neytronlardıń polyarizaciyalanǵan dásteleriniń alınıwi (D.Yuz, M.Berdji).

- Tez qozǵalatuǵın zaryadlanǵan bólekshelerdiń yadrolardaǵı difrakciyalıq shashırawınıń teoriyası qurıldı (A.I.Axiezer, I.Ya.Pomeranchuk).

- Yu.Vigner barionlardıń sanınıń saqlanıw nızamın keltirip shıǵardı (bul nızamnıń anıq ańlatpası E.Shtyukelbergtiń 1938-jıldaǵı jumisında bar edi).

- R.Feynman kvantlıq elektrodinamikada bólekshelerdiń shashırawınıń hám tuwılıwınıń amplitudaların kórsetiwdiń grafikalıq usılın usındı (Feynman diagrammaları).

- Elektronlıq-yadrolıq nóserlerdiń ashılıwı (D.V.Skobelcin, N.A.Dobrotin, G.T.Zacepin).

- Plazmaniń magnit maydanı arqalı idıstiń diywalınıń betine anomallıq tez ótiwi táriyiplendi (D. Bom). Diffuziya koeficienti ushın emperikalıq ańlatpa alındı (Bomnıń diffuziya koeficienti).

- U.Shokli menen Dj. Xeyns germaniy kristallarındaǵı tiykargı emes zaryad tasıwshılardıń qozǵalıǵıshlıǵı menen jasaw waqıtın tikkeley anıqlawǵa mümkinshilik beretuǵın eksperimentti ótkerdi (Xeyns-Shokli eksperimenti).

- U.Shokli p-n ótkeldiń teoriyasın islep shıqtı (Shokli teoriyası).

- U.Shokli p-n tranzistordı usındı.

- N.D.Morgulis penen P.M.Marchuk energiyani túrlendiriwdıń termoemissiyalıq usılın ashti.

- L.Onsager fazalıq ótiw noqatınan tómengi temperaturalardaǵı kritikalıq tezlikten de úlken tezlik penen qozǵalatuǵın suyıq gelidiń asa aqqısh qurawshısındaǵı kvantlıq iyrimlerdiń payda

bolatuǵınlıǵın boljadı (1955-jılı usınday qubılıstıń bolatuǵınlıǵın R.Feynman boljaǵan edi). Eksperimentlerde bul gipoteza 1961-jılı V.Vaynen tárepinen tastıyıllandı.

1950 – Neytral bolǵan pi-mezon  $\pi^0$  ashıldı (R.Berklund, V.Krendall, B.Moyer hám basqalar). 1950-1952 jılları pi-mezonniń bar ekenligi haqqındaǵı isenimli maǵlıwmatlardı onıń fototuwiliwin baqlaǵan V.Panovskiy menen Dj. Shteynbergerler berdi.

- Yadrodaǵı rezonanslıq shashırawdı (bunday shashırawdı gigant shashıraw dep ataydı) baqlaw (R.Dressel, M.Goldxaber, A.Xanson). Bunday shashırawdıń baqlanıwınıń kerek ekenligin 1948-jılı Goldxaber hám E.Teller tárepinen boljanǵan edi.

- M.Rozenblyut protonlardaǵı serpimli shashıraǵan elektronlar ushın differenciallıq kesimniń formulasın keltirip shıǵardı (Rozenblyut formulası).

- Dj. Reynuoter yadronıń sferaideallıq modelin usındı.

- Yadronıń kollektivlik modeli dúzildi (O.Bor, B.Mottelson). Bul modeldiń dúziliwine úlesti 1950-jılı Dj. Reynuoter, 1953-jılı D.Xill hám Dj. Uiler qostı.

- Joqarı temperaturalı plazmani magnit maydanınıń járdeminde termoizolyaciyalaw ideyası payda boldı. Bul ideya termoyadroliq dúzilistiń jumısınıń tiykarın quradı (I.E.Tamm, L.Spitcer h.b.).

- I.E.Tamm ózi menen isleytuǵın xızmetkerler menen birgelikte tuyıq, toroidallıq magnit tutqıshı

- "Tokamaktıń" proektin usındı.

- Kúshli fokusirovka ideyası aytıldı (N.Kristofilos). 1952-jılı bul ideyanı E.Kurant, M.Livingston hám X.Snayderler de usındı.

- Yadrolıq kvadrupollık rezonanstı baqlaw (R.Paund, X.Demelt, X.Kryuger).

- Asa jańa juldızlar kosmoslıq nurlarıń deregi bolıp tabıladı ideyası usınıldı (D.Xaar). 1956-jılı bul ideyanı S.Xayakava qollap-quwatladı.

- V.L.Ginzburg penen L.D.Landau asa ótkizgishliktiń yarım fenomenologıyalıq kvantlıq teoriyası usındı (Ginzburg-Landau teoriyası).

- Dj. Bardin menen G.Frelix metaldaǵı elektronlar arasındaǵı tartısıwdı virtualıq fononlar almasıw joli menen bolatuǵınlıǵın boljadı.

- G.Frelix elektronlıq-fononlıq tásır etisiwge tiykarlańgan asa ótkizgishliktiń teoriyasın rawajlandırdı (Frelix modeli). Bul model izotoplıq effekttiń orın alatuǵınlıǵın kórsetti.

- Asa ótkizgishlerdegi izotoplıq effekt ashıldı (E.Maksvell, K.Reynolds). Bul asa ótkizgishliktiń elektronlar menen kristallıq reshetskaniń terbelisleri (fononlar) arasındaǵı óz-ara tásirlesiwdıń bar ekenliginen derek berdi.

- F.London asa ótkizgishlerdegi maydanniń sińiw tereńligi haqqında kóz-qarastı kirgizdi.

- Deformaciyalıq potencial haqqındaǵı túsinik kirgizildi (Dj.Bardin, U.Shokli). 1952-jılı deformaciyanı potencial haqqındaǵı kóz-qarastı S.I.Pekar da islep shıqtı.

- I.Ya.Pomeranchuk  ${}^3\text{Ne}$  tíń tómengi temperaturalardaǵı tek ózine tán bolǵan qásiyetlerine tiykarlańgan salqınlatıwdıń jańa usılın usındı (Pomeranchuk effekti). Tájiriybelerde 1965-jılı júzege keltirildi.

- E.Parsell menen R.Paund indukciyalanǵan nurlanıwdı birinshi ret baqladı.

- Magnitogidrodinamikalıq tolqınlardıń ashılıwi (X.Alfven). Bunday tolqınlardı 1942-jılı boljanǵan edi.

- E.Gan yadrolıq spinlik jańǵırıqtı ashti.

1951 -Lyambda-nul-giperon  $\Lambda^0$  ashıldı (R.Armenteros, K.Batler, A.Kashon, A.Chepmen).

- Ersi (strange) bólekshelerdiń jubı menen payda bolatuǵınlıǵı gipotezası usınıldı (Y.Nambu, K.Nishidjima, I.Yamaguchi, S.One-da). 1952-jılı usınday ideyanı A.Pays ta usınǵan edi.

- Pozitroniy ashıldı (M.Deych, E.Dulit). Pozitroniydiń bar ekenligin 1934-jılı S.Moxorovichich boljaǵan edi.

- X.Bete menen E.Solpiter baylanısqan hallarıń táriyiplew ushın relyativistlik teńlemenı keltirip shıǵardı (Bete-Solpiter teńlemesi).

- Yadrolıq janılgını keńeytilgen türde qayta isleytuǵın reaktor-kóbeytkish iske tústi (briderlik reaktor). Bul reaktorda birinshi ret elektr energiyası alındı (V. Zinn). 1955-jılı tez ushatuǵın neytronlarda isleytuǵın birinshi Sovet reaktori BR-1 iske tústi (A.I.Leypunskiy).

- K.Gorter tárepinen antiferromagnitlik rezonanstıń ashılıwi. Onıń teoriyasın sol jılı bir birinen ǵárezsiz Ch. Kittel menen T. Nagamiyyalar islep shıqtı.

- E.Parsell menen R.Paund oń hám teris spinlik temperatura haqqındaǵı kóz-qarastı engizdi. Spinlik temperatura túsinigin birinshi ret 1938-jılı X.Kazimir menen Dj. Pre kirgizgen edi.

- E.F.Gross penen N.A.Karriev mis zakisi kristallında Vane-Motta eksitonın taptı.
- L.Spitcer stellarator ideyasın usındı.
- Pinch-effektiň ashılıwi (A.Ueyr).
- Ervin Myuller maydanlıq ionlıq mikroskopı döretti hám birinshi bolıp atomlardı kórdı.
- 1952 – Ksí-minus-giperon ashıldı (R.Armenteros, K.Barker, K.Batler, A.Kashoi, K.York).
- Pi-mezoatomlar ashıldı (M.Kamak).
- Giperyadrolar ashıldı (M.Danish, E.Pnevskiy).
- Birinshi eksperimentallıq termoyadrolıq partlanıwda kóp muğdardağı termoyadrolıq energiyaniň basqarılmay shıgarılıw qubilisi baqlandı (O.Bikini).
- Gazlerdegi quwathı impulslik razryadlardıń neytronlardı hám qattı gamma-nurlardıń nurlarıniň ashıldı (L.A.Arcimovich, M.A.Leontovich h.b.).
- G.I.Budker (R.Posttan hám X.Yorkten górezsiz) kúsh sıziqları qoyıwlasatuǵın orınlarga iye magnit maydanında plazmanı uslap turıw ideyasın usındı (magnitlik probkalar).
- D.Glezer kóbik kameranı oylap taptı.
- Metallardağı elektronlıq paramagnitlik rezonanstıń baqlanıwi (T.Grisuold h.b.).
- A.A.Abrikosov II áwlad asa ótkizgishlerdiń bar ekenligin boljadı (1934–1937 jılları bunday asa ótkizgishlerdi eksperimenterde L.V.Shubnikov ashqan edi).
- Optikalıq sorıp alıwdıń (optikalıq nakachkanıń) ashılıwi (A.Kastler).
- 1952– 53 – Leptonlıq san túsinigi kirgizildi hám leptonlıq sanniń saqlanıw nızamı ashıldı (Ya.B.Zeldovich, D.Marks, E.Konopinskiy, G.Maxmud).
- 1953 – Sigma-plyus-giperon ashıldı (A.Bonetti h.b.).
- Ersilik (strange) túsinigi kirgizildi hám ersiliktiń saqlanıw nızamı ashıldı (M.Gell-Mann, K.Nishidjima). Olar tárepinen jáne izotoplıq invariantlıq principin ulıwmalastırıw hám onı pionlar menen giperonlarǵa qollanıw ámelge asırıldı, elektr hám barionlıq zaryadlardı, ersilikti hám izotoplıq spinniň úshinshi proekciyasın baylanıstıratuǵın formula keltirip shıgarıldı (Gell-Mann-Nishidjim a formulası).
- Myu-mezoatomlar ashıldı (V.Fitch, Dj. Reynuofer).
- Kúshli tásirlesiwlerdegi zaryadlıq górezsizlik gipotezası usınıldı (R.Saks). Tap usınday ideyaǵa 1955-jılı X.Bete menen F.Goffman kelgen edi.
- 12-avgust kúni birinshi ret vodorod bombası sınap kórildi (I.V.Kurchatov).
- Tuwrıdan tuwrı jüretuǵın yadrolıq reakciyalardıń modeli usınıldı (S.T.Batler).
- Overxauzer effektiniń ashılıwi (T.Karver, Sh.Shlixter). 1953-jılı A.Overxauzer tárepinen boljanǵan edi.
- Yarım ótkizgishlerdegi ciklotronlıq rezonanstıń ashılıwi (Dj.Dresselxauzen, Ch.Kittel h.b.).
- 1951-jılı bir birinen górezsiz Ya.G.Dorfman hám R.Dingl tárepinen boljanǵan edi.
- A.Pippal Londonlardıń asa ótkizgishler ushın dúzgen modelin kogerentlik uzınlığı kóz-qarasın kirgizip modifikasiyaladı hám asa ótkizgishlerdiń lokallıq emes teoriyasın usındı (Pippard teńlemesi).
- Energiya sańlaǵınıń bar ekenligi birinshi ret eksperimentlerde tastıyıqları (B.Gudman).
- A.E.Chudakov tárepinen ótpedi (perexodnoe) nurlarıwdıń ashılıwi. Bunday nurlarıwdı 1946-jılı V.L.Ginzburg penen I.M.Frank tárepinen boljanǵan edi.
- I.M.Lifshic penen A.M.Kosevich de-Gaaza-van Alfen effektiniń tolıq teoriyasın dúzdi
- B.Platen birinshi bolıp almazdı sintezledi. 1955-jılı almazdıń sintezi AQSh ta (R.Ventorf) hám 1960-jılı SSSR da (L.F.Vereshagin) ámelge asırıldı.
- 1954 – Ersi bólekshelerdiń generaciyasınıń mexanizmi, kúshli tásirlesiwlerdegi olardıń associativlik tuwılıwi hám ázzi tásirlerdegi idirawı eksperimentte tastıyıqları (U.B.Fauder, R.Shatt, A.Torndayk, U.Vittemor).
- R.Dalitc úsh bólekshege bólinetuǵın stabilli emes bólekshelerdiń kvant sanların anıqlawdıń usılın usındı (Dalitc diagrammaları).
- Sigma-minus-giperon ashıldı (S.Debenedetti, S.Garelli, L.Tallone, M.Vigone h.b.).
- Vodorod nishana arqali ótkende protonlar dásteşiniń polyarizasiyası ashıldı (S.Oksli).
- V.Vayskopf G.Feshbax hám K.Porter menen birgelikte yadronıń optikalıq modelin islep shıqtı.
- Vakuumnıń polyarizaciya effekti tastıyıqları (M.Stiris).
- Berkli qalasında 6,3 GeV enerjiyaga mólsherlengen protonlıq sinxrofazotron iske tústi.
- Deytronniń difrakciyalıq bóliniw effekti boljandi (E.L.Feynberg, A.I.Axiezer, A.G.Sitenko).

1954 – 27-iyun kúni kuwatlıǵı 5000 kVt bolǵan dúnýadaǵı birinshi atom elektrostancıyası Obninsk qalasında iske tústi (I.V.Kurchatov, D.I.Blovinccev).

- M.Gell-Mann, M.Goldberger hám V.Tirring maydanniń kvantlıq teoriyasında dispersiyalıq qatnaslar usılın usındı. Bul usıldı 1956-jılı N.N.Bogolyubov pion-nuklonlıq shashıraw ushın qatań túrde tiykarladı.

- M.Gell-Mann menen F.Lou renormalizaciyalıq gruppı usılın rawajlandırdı. Bul jumısti N.N.Bogolyubov, D.V.Shirkov hám E.Shtyukelbergler de orınladı.

- Ch.Yang menen R.Mills maydan teoriyasınıń birinshi abellik emes kalibrovkalıq teoriyasın keltirip shıǵardı (Yang-Mills teoriyası). Bunday jumısti R.Shou da orınladı.

- Ammiak molekulalarınıń dástesindegi birinshi kvantlıq generator dóretildi (N.G.Basov, A.M.Proxorov, Ch.Tauns). Usınıń menen kvantlıq elektronika ushın jol ashıldı. Kúsheytiw jáne generaciya ushın indukciyalıq nurlanıwdı ámelyj jaqtan paydalaniw ideyası 1951-1952 jılları Ch.Tauns, A.M.Proxorov, N.G.Basov jáne Dj.Veber tárepinen usınlıǵan edi.

- M.Kruskal hám M.Shvarcshild tárepinen magnit maydanıdaǵı plazmalıq shnurdıń orınlı emes ekenliginiń boljanıwı (Kruskal-Shvarcshild orınlıqsızlıǵı).

- Mikroskopiya professorı Eji Nomarskiy differenciallıq interferenciyalıq-kontrastlıq mikroskoptıń teoriyalıq tiykarların baspadan shıǵardı.

1954-1965 – Házırkı zamandaǵı metallardıń elektronlıq teoriyasınıń dóretiliwi (I.M.Lifshic),

1954 – Akustoelektrlik effekt ashıldı (R.Parmenter).

- Birinshi "tokamak" qurıldı (I.N.Golovin, N.A.Yavlinskiy).

1954-1955 – A.B.Migdal tormozlıq nurlanıwdıń sanlıq teoriyasın dóretti.

- Dj.Chu menen F.Lou tómengi energiyalardaǵı pionlardıń nuklonlardaǵı shashıraw teoriyasın dóretti.

1954 – Izbe-iz jalǵanǵan p-n ótkellerden turatuǵın Quyash batareyası konstrukciyalandı (D.Chaplin, K.Fuller, Dj.Pirson).

## Úshinshi dáwır (1955-jıldan baslap)

1955 – Nuklonlardıń strukturasın olardi joqarı energiyalı elektronlar menen bombalaw joli menen izertlewler baslandı (R.Xofshtadter). Keńisliklik-waqıtlıq masshtablarınıń jańa oblastına, subyadrolıq qáddige kiriw.

- Tezletilgen protonlardıń yadro-nishananiń nuklonları soqlıǵısıw processinde antiprotonnıń ashılıwı (S.Cemberlen, E.Segre, S.Viganc, T.Ipsilantis).

-  $K_1^0$  hám  $K_2^0$  mezonlarınıń bar ekenliginiń boljanıwı, olardıń massası menen jasaw waqtınıń esaplanıwı (M.Gell-Mann, A.Pays).

- 101-ximiyalıq element bolǵan mendeleleviydiń sintezleniwi (G.Siborg, A.Giorso, B.Garvey, G.Chopin, S.Tompson).

- V.Pauli elementar bólekshelerdiń simmetriyasın sáwlelendiretuǵın CPT-teoremanı keltirip shıǵardı (Lyuders-Pauli teoreması). 1954-jılı usı teorema menen baylanıslı bolǵan bazi bir mäselelerdi G.Lyuders izertledi.

- N.N.Bogolyubov maydanniń kvantlıq teoriyasında aksiomatlıq usıldı usındı (1956-jılı usınday usınısti A.Vaytman da kirgizdi). Bul usıldıń ramkalarında S-matrica ushın sebeplilik shártın keltirip shıǵardı (Bogolyubovtıń mikrosebeplik shártı).

- N.G.Basov penen A.M.Proxorov teń salmaqlı emes kvantlıq sistemalardı dóretiwdiń úsh qáddili usılın usındı.

- Juldızlardaǵı ximiyalıq elementlerdiń payda boliwınıń termoyadrolıq teoriyası usınlıdı (Dj.hám M.Berbidji, U.A.Fauler, F.Xoyl).

- Jiyiliktiń atomlıq standartı dóretildi (L.Essen).

- Qaytimlı emes processlerdiń kvantlıq teoriyası oblastındaǵı ilimiý izertlewler baslandı (L.Van-Xov, R.Kubo).

1956 – Bólekshelerdi tezletiwdiń kollektivlik usılları islep shıǵıldı (V.I. Veksler, G.I.Budker, Ya.B.Faynberg). Bul boyinsha birinshi ideyalardı 1934-jılı U.X.Bennet hám 1939-jılı X.Alfveı usındı.

- Antineutron ashıldı (B.Korn, O.Pichchioni, U.Venzell, G.Lembertson).

-  $\bar{\nu} + p \rightarrow e^+ + n$  keri beta idırawda antineytrino eksperimentlerde tabıldı (F.Reynes, K.Kouen).

- Sigma-nol-giperon  $\Sigma^0$  diň bar ekenligi haqqında isenimli dáliller alındı (L.Alvares).
- $K_2^0$  –mezon ashıldı. (K.Linde, L.Lederman).
- Gamma kvantları tárepinen myuonlar jubınıń payda bolıwı eksperimentlerde dálillendi (V.Panovskiy).
- Myuonlıq kataliz ashıldı (L.Alvares). Bul kataliz 1947-jılı F. Frank hám 1953-jılı Ya.S.Zeldovich tárepinen boljanǵan edi.
- T.Li menen Ch.Yang ázzi tásirlesiwlerde juplıqtıń saqlanbaytuǵınlıǵı haqqında boljawdı usındı (yaǵni P-invariantlıq buzıladi) hám olar juplıqtıń buzılatuǵınlıǵı (mısali beta-ıdırawda) nızamın eksperimentte tabıw ushın bir neshe usinislardı berdi. Kóp sanlı eksperimentallıq maǵlıwmatlardı tallap, T.Li menen Ch.Yang kúshli hám elektromagnitlik tásirlesiwlerde juplıqtıń saqlanıw nızamı joqarı dállikte orınlanaǵınlıǵın kórsetti. Biraq ázzi tásirlesiwlerde juplıqtıń buzılatuǵınlıǵı haqqındaǵı boljaw eksperimentallıq dálillewlerge iye emes ekstrapolyaciyalıq gipoteza bolıp tabıldı.
- Kúshli tásır etisiwshi bóleksheler ushın jańa kvantlıq san sıpatında giperzaryad túsinigi kirgizildi (B. d'Espanya, Dj. Prentki). Yu.Shvinger usı jańa kuant sanın  $Y = S + V$  formulasınıń járdeminde ersilik hám barionlıq san menen baylanıstırdı.
- S.Sakata mezonlar menen barionlardıń klassifikasiyasiń sxeması usındı. Onıń tiykarına p, n hám  $\Lambda^0$  di jaylastırdı (Sakata sxemasi).
- D.Kerst zaryadlı bólekshelerdi tezletiw ushın ushırasıwshi dásteler ideyasın usındı (onnan górezsiz G.I.Budker tárepinen rawajlandırıldı).
- L.Kuper fermi-bólekshelerdiń sistemasynda qanshama dárejede júdá kishi tartılıs bolǵanda da baylanısqan juplardiń payda bolatuǵınlıǵın kórsetti (Kuper effekti).
  - L.D.Landau tárepinen fermi-suyıqlıq teoriyasınıń islep shıǵılıwi.
  - Metallardaǵı ciklotronlıq rezonanstıń ashılıwi (E. Foset). Sol jıldıń ózinde boljanǵan edi.
  - Antiferromagnetiklerdiń ázzi ferromagnetizmi tabıldı (A.S.Borovik-Rominov, M.P.Orlova).
  - Qos elektronlıq-yadrolıq rezonans ashıldı (Dj. Feer).
  - Magnitlik akustikalıq rezonanstıń baqlanatuǵınlıǵı boljandı (A.I.Axiezer V.G.Baryaxtar, S.V.Peletminskiy).
- 1956-1957 – V.I.Veksler, G.I.Budker hám Ya.B.Faynberg bólekshelerdi tezletiwdiń kollektivlik usılların islep shıqtı.
- 1957 – Ázzi tásirlesiwlerdegi juplıqtıń saqlanbaytuǵınlıǵı (kobalt-60 izotopındaǵı polyarizaciyalanǵan yadrolar tárepinen beta ıdırawdaǵı elektronlardıń tarqalıwındaǵı asimmetriyanıń tabılıwi) eksperimentlerde dálillendi (C.Vu). Sol jılı juplıqtıń saqlanıw nızamınıń buzılatuǵınlıǵı pionlar menen myuonlardıń ıdırawında (L.Lederman) hám giperonlardıń ıdırawında tabıldı (F.Krauford h.b.).
- Beta ıdırawda (ázzi tásirlesiwlerde) tek góana keńisliklik juplıqtıń (P-invariantlıq) góana saqlanbaytuǵınlıǵı menen birge zaryadlıq juplıqtıń da (C-invariantlıq) saqlanbaytuǵınlıǵı postulat túrinde usınlıdı (T.Li, Ch.Yang, R.Eme).
- Ázzi tásirlesiwlerde kombinaciyalanǵan juplıqtıń (CP-invariantlıqtıń) saqlanatuǵınlıǵı gipotezası usınlıdı (L.D.Landau, A.Salam, T.Li, Ch.Yang).
- Eki qurawshıǵa iye neytrino teoriyası usınlıdı. Bul teoriya boyınsha neytrinoniń teris spirallıqqa (oń vint), al antineytrinoniń oń spirallıqqa (shep vint) iye ekenligi, yaǵni neytrino menen antineytrinoniń bir birine teppe-teń emes bóleksheler ekenligi kelip shıǵadı (L.D.Landau, A.Salam, T.Li hám Ch.Yang). Spinleri  $\frac{1}{2}$  ge teń bolǵan bólekshelerdiń eki qurawshıǵa iye relyativistlik teoriyasın dóretiwdiń múmkınhiligin birinshi ret 1929-jılı G.Veyl izertledi. 1937-jılı eki qurawshıǵı teoriyanı keltirip shıǵarıwdıń jolın E.Mayorana kórsetti.
- Beta-ıdıraw menen mezonlardıń ıdırawında payda bolatuǵın neytrinolardıń hár qıylı bóleksheler ekenligi (elektronlıq neytrino hám myuonlıq neytrino) boljandı (M.A.Markov, K.Nishidjima, Yu.Shvinger).
- Siyrekletilgen plazmaniń ornıqsızlıǵı boljandı (B.B.Kadomcev, M.Rozenblyut, S.Longmayr). Eksperimentlerde M.S.Ioffe tárepinen 1961-jılı tastıyoqlandı.
  - 4-oktyabr kúni SSSR da Jerdiń birinshi jasalma joldası tabıslı türde ushırlıdı.
- 1957-1958 – R.Xofshtadter joqarı energiyalı elektronlardıń nuklonlardaǵı shashırawın baqlaw boyınsha ótkergen eksperimentlerde nuklonlar ushın form-faktordı birinshi bolıp anıqladı (1957-jılı

protonniń zaryadlıq hám magnitlik form-faktorın, al 1958-jılı neytronniń magnitlik form-faktorın aniqladı).

- Ázzi tásirlesiwlerdiń universallıq teoriyasınıń dóretiliwi (M.Gell-Mann, R.Feynman, R.Marshak, 3.Sudarshan, Dj. Sakurai).

1957 - B.M.Pontekorvo neytrinoliq oscillyaciyalardıń payda bolıwınıń mümkinshiligin kórsetti.

- Barionlıq zaryadtıń saqlanıw nızamı eksperimentlerde tastıyıllandı.  $p \rightarrow e^+ + \pi^0$  sxeması boyınsha protonniń jasaw waqtı aniqlandı hám onıń shaması  $3 \cdot 10^{24}$  jıl bolıp shıqtı (F.Reynes). Protonniń jasaw waqtı ushın házirgi kúndegi qabil etilgen shama  $10^{33} \text{--} 10^{34}$  jıl.

- Y.Nambu nuklonniń elektromagnitlik strukturasın túsındırıw ushın vektorlıq  $\omega$ - hám  $\rho$ -mezonlardıń bar ekenligi haqqındaǵı postulattı usındı. Tap usınday usınıstı 1959-jılı Dj. Fulko menen V. Frezer, al 1960-jılı Dj. Chu berdi.

- Yu.Shvinger ázzi hám elektromagnit tásirlesiwlerdi biriktiriw ideyasın usındı (1958-jılı bul ideyanı Sh.Gleshou, A.Salam hám Dj. Uordlar da usındı),

- Dj. Louson termoyadroliq reaktordıń energiyasınıń balansında kritikalıq noqattı alıw ushın kriteriydi keltirip shıǵardı: temperatura  $2 \cdot 10^8$  K, tıǵızlıq  $10^{-14}$  g/sm<sup>3</sup>, jasaw waqtı 1 s (Louson kriteriyi).

- Tábiyattaǵı awır elementlerdiń sinteziniń s- hám r-processler dep atalatuǵın processlerdegi erkin neytronlardı tutıp alıw joli menen júre alatuǵınlıǵı kórsetildi (M. hám Dj. Berbidji, U.A.Fauler, F.Xoyl).

- 10 GeV enerjiyalı sinxrofazotron iske tústi (V.I.Veksler).

- Ushqınlı kamera oylap tabıldı (T.Kranshaw, Dj. de Bir).

- Dj.Bardin, L.Kuper hám Di. Shriffrer kuper jupalarınıń payda bolıw effektiniń tiykarında asa ótkizgishliktiń mikroskopiyalyq teoriyasın dóretti (BKSh teoriyasın) (1958-jılı asa ótkizgishliktiń mikroskopiyalyq teoriyasın N.N.Bogolyubov ta dúzdi).

- A.Pippard Fermi betiniń kórinisin birinshi bolıp aniqladı. Ol mis ushın Fermi betiniń sırtqı kórinisin aniqladı.

- L.V.Keldish yarım ótkizgishlerdegi tunnellik qubılıslardıń teoriyasın dóretti.

- A.A.Abrikosov quyın tárizli strukturaǵa iye "aralas" hal kóz-qarasın kírgizip asa ótkizgish quymalardıń magnitlik qásiyetleriniń teoriyasın dóretti (Abrikosov quyınları).

1957 - Oscillistorlıq effektiniń (qattı deneniń plazmasındaǵı vintlik ornıqsızlıq) ashılıwi (Yu.L.Ivanov, S.M.Rívkin). 1961-jılı gaz razryadınıń plazmasınıń vintlik ornıqsızlıǵınıń teoriyasınıń tiykarında M.Gliksman tárepinen túsındırıldı (Kadomcev–Nedospanov teoriyaları).

- L.Esaki yarım ótkizgishlerdegi tunnelleniwdi ashti hám tunnellik diodtı dóretti.

- Birinshi kvantlıq paramagnitlik kúsheytkish dóretildi (G.Skovil, Dj. Feer, G.Zaydel). Onıń ideyasın 1956-jılı N.Bloembergen usıngan edi.

- R.Kubo termodinamikalıq teń salmaqlı hám kinetikalıq koefficientlerdi esaplaw ushın ulıwmalıq statistikalıq-mexanikalıq usıldı islep shıqtı (Kubo usılı).

- K.Sigban elektronlıq spektroskopiyaniń baslanıwınıń tiykarın saldı (ESXA usılı).

- I.E.Dzyaloshinskiy antiferromagnetzmniń termodinamikalıq teoriyasın dóretti.

- D. Uiler tárepinen geometrodinamikanıń islep shıǵılıwi.

1958 - Anti-lyambda-nul-giperon  $\tilde{\Lambda}^0$  ashıldı (M.Baldo-Cheolic, D.Praus).

- Pi-mezonniń elektron menen neytrinoǵa tuwrıdan-tuwrı ıdırawı ashıldı. Bul jaǵday ázzi tásirlesiwlerdiń teoriyasın tolıq tastıyılacıdı (Dj. Shteynberger).

- A.Abragam hám U.Proktor dinamikalıq yadroliq polyarizaciyanı ashti (solid-effekt).

- Atomlar soqlıǵısqanda orın alatuǵınlıǵı spinlik almasıw qubılısı ashıldı (X.Demelt).

- A.B.Migdal hám V.M.Galickiyler fermi-sistemalar ushın Grin funkciyalarınıń usılnı usındı.

- M.Goldxaber tárepinen neytrinoniń spirallığı aniqlandı. Elektronlıq neytrinoniń shep vintlik spirallıqqa iye ekenligi tabıldı (Goldxaber tájiriybesi). Keyinirek myuonlıq neytrinoniń da shep vintlik spirallıqqa, al elektronlıq hám myuonlıq antineytrinoniń oń vintlik spirallıqqa iye ekenligi belgili boldı.

- I.Ya.Pomeranchuk júdá joqarı sheklik energiyalarda nuklon menen bóleksheniń hám antibóleksheniń kesiminiń birdey bolatuǵınlıǵı haqqındaǵı teoremanı keltirip shıǵardı (Pomeranchuk teoreması).

- R.Messbauer tárepinen beriliwsız yadroliq gamma-rezonans effekti ashıldı (Messbauer effekti).

- Yadronıń asa aqqış modelin dörtildi (N.N.Bogolyubov, O.Bor, B.Mottelson, Dj. Payns).

1958-1960 - A.S.Davidov yadrolardıń aksiallıq simmetriyasın esapqa alatuǵın sferalıq emes atom yadrolarınıń kollektivlik qozǵan hallarınıń teoriyasın islep shıqtı (Davidovtń aksiallıq emes yadrolar teoriyası).

1958 - R.Van de Graaf teris zaryadlangan ionlardıń birinshi tandemlik tezletkishin soqtı (oǵan usı tezletkishtiń ideyası da tiyisli).

- Ch.Tauns penen A.Shavlov lazerdiń jumıs islewiniń principin islep shıqtı.

- A.M.Proxorov, A.Shavlov hám R.Dikke házirgi zaman lazerlerinde keń túrde paydalanılıp júrgen ashıq tiptegi rezonatordı usındı.

- T.Stiks plazmanı qızdırıw ushın ciklotronlıq terbelislerdi paydalanıw ideyasın usındı.

- P.L.Kapica quwathı joqarı jiyilikli gaz razryadında elektronlıq temperaturası  $10^6\text{K}$  bolǵan joqarı temperaturalı stacionar plazmanıń payda bolatuǵınlıǵın eksperimentte taptı.

- Magnitlik probkalarǵa iye "Ogra-1" termoyadroliq dúzilis iske tústi (I.N.Golovin).

- L.V.Keldish elektr maydanınıń tásirinde yarım ótkizgish kristallarda jutıw jolaqlarınıń jılıjytıǵınlıǵın boljadı (Keldish-Franc effekti). 1961-jılı T.Moss tárepinen baqlandı.

- B.Mattias ferromagnit asa ótkizgishti aldı.

- V.L.Ginzburg penen L.P.Pitaevskiy asa aqqıshıqtıń yarım fenomenologıyalıq teoriyasın dúzdi (Ginzburg-Pitaevskiy teoriyası).

- L.P.Pitaevskiy  $^3\text{Ne}$  diń asa ótkizgishligin boljadı.

1958-1959 - L.P.Gorkov Grin funkciyalarınıń járdeminde asa ótkizgishliktiń mikroskopiyalıq teoriyasın rawajlandırdı.

1958 - M.Gliksman menen M.Stil qattı denelerdiń plazmasında pinch-effektti taptı.

- F.Anderson tártiplespegen sistemalardaǵı elektronlardıń lokalizaciyası kóz-qarasın keltirip shıǵardı.

- Dj.Bernal suyuqlıqlardıń strukturalıq teoriyasın dörtetti.

- Jerdiń radiaciyalıq poyasları ashıldı (ishki poyası - Dj. Van-Allen, sırtqı poyası - S.N.Vernov, A.E.Chudakov).

1959 - T.Redje elementar bólekshelerdiń shashırawın táriyiplew ushın relyativistlik emes kvantlıq mehanikada hám maydanniń kvantlıq teoriyasında usıl islep shıqtı (Redje polyusları, Redje traektoriyaları).

- SU(3)-simmetriya keltirip shıǵarıldı (Y.Onuki, S.Ogava, M.Ikeda).

- B.M.Pontekorvo myuonlıq hám elektronlıq neytrinolardı tabıw ushın eksperimenttiń ideyasın usındı. Bul ideya 1962-jılı júzege keltirildi.

- Mezoatomlardaǵı radiaciyasız ótiw qubılısı ashıldı (B.M.Pontekorvo).

- 28 GeV enerjiya ushın qatań túrdegi fokusirovkalaytuǵın protonlıq sinxrofazotron iske tústi (CERN).

- N.G.Basov, B.M.Vul hám Yu.M.Popov yarım ótkizgishli lazer ideyasın usındı.

- A.S.Borovik-Romanov 1957-jılı I.E.Dzialoshinskiy tárepinen boljap aytılǵan pezomagnit effektti ashti.

- D.N.Astrov magnitoelektronlıq effektti ashti (sol jılı L.D.Landau, I.E.Dzialoshinskiy hám E.M.Lifshic tárepinen boljanǵan).

- Ciklotoronalıq rezonansta isleytuǵın mazerler usınıldı (A.V.Gaponov-Grecox, Dj. Shneyder).

- Ferrodielektriklerdegi kinetikalıq, relaksaciyalıq hám joqarı jiyilikli processlerdiń teoriyaları dörtildi (A.I.Axiezer V.G.Baryaxtar, S.V.Peletminskiy).

- Kondensirlengen ortalıqlardaǵı van-der-vaals kúshleriniń ulıwmalıq teoriyası dörtildi (E.M.Lifshic, I.K.Dzialoshinskiy, L.P.Pitaevskiy).

- Atomlıq muzjargısh "Lenin" iske tústi. Bul korabl 1960-jılı Arqa teńiz joli boyınsha birinshi reyske shıqtı (A.P.Aleksandrov).

- Quwati 11,5 kVt bolǵan birinshi eksperimentallıq MGD-generator dörtildi.

1960 - Antisigma-nul-giperon  $\tilde{\Sigma}^0$  ashıldı (Dj. Batton, F.Eberxard, G.Linch, B.Maglich, G.Kalbfleysh, Dj. Lanutt L.Stivenson).

- Anti-sigma-plyus-giperon  $\tilde{\Sigma}^+$  ashıldı (E.Amaldi, K.Kostanoli, A.Manfreddini).

- Anti-sigma-minus-giperon  $\tilde{\Sigma}^-$  ashıldı (V.I.Veksler, I.V.Chuvilo h.b.).

- Rezonanslardıń massalıq ashılıwi (L.Alvares). Birinshi rezonanslıq bólekshı bolǵan pion-nuklonlıq rezonansti 1952-jılı E.Fermi menen G.Anderson baqlaǵan edi.

- Kúshli tásirlesiwlerdegi izospinniń saqlanıw nızamı eksperimentlerde dálillendi (A.Kryu, D.Xarting).
  - Eki protonlıq radioaktivlik boljandi (V.I.Goldanskiy).
  - Myuoniysiń payda bolıwı ushin birinshi tuwrıdan-tuwrı dáliller alındı (V.Yuz).
  - Yadrolıq molekulalardıń bar ekenligi haqqında birinshi dálil alındı (E.Almkvist, Dj. Kuxner, D.Bromli).
  - Dj. Sakurai vektorlıq kompensaciyalawshi maydanlar teoriyasın islep shıqtı. Bul teoriya birinshi fenomenologiyalıq kalibrovkaliq  $SU(2) \times U(1)$  teoriya bolıp tabıladi hám onıń tiykarında mezonlardıń eki izoskalyar jáne izovektorlıq tripletleriniń bar ekenligi boljandi.
  - 33 GeV energiyada isleytuǵın qatań fokuslaytuǵın protonlıq sinxrafazotron iske tústi (Brukxeyven).
  - Juqa plenkalardaǵı cilindrlik magnit domenlerdiń ashılıwi (K.Koy, V.Enc, Dj.Kacer, R.Gemperle). 1967-jili A.Bobek olardı elektronlıq esaplaw mashinalarında informaciyalardı jazıw hám bir orınnan ekinshi orıngá jetkerip beriw ushin paydalaniwdı usındı.
  - Jiyiliktiń standartı sıpatında keń türde qollanıla baslaǵan vodorod mazer dóretildi (N.Ramzey).
  - 1960-1961 - Lazerlik spektroskopiyaniń baslaması dóretildi (A.Shavlov, N.Bloembergen).
  - 1960 - Tez neytronlardaǵı ispulslik reaktor IBR-1 iske tústi (D.I.Bloxincev),
  - Rubin kristalında lazer soǵıldı (T.Meyman).
  - Geliy-neonlı lazer (gaz lazer) dóretildi (A.Djavan, U.R.Bennet, D.Eriott).
  - Dubno qalasında argonniń ( $Z = 18$ ) ionına shekemgi awır tezletilgen ionlardıń intensivli dástesin alatuǵın tezletkish iske tústi (G.N.Flerov).
  - B.B.Kadomcev hám A.V.Nedospanov gaz razryadınıń ázzi ionlasqan plazmasındaǵı vintlik ornıqsızlıqtıń teoriyasın dóretti (Kadomcev-Nedospanov teoriyası).
  - Laboratoriyalıq sharayatlarda gravitaciyalıq qızılǵa awısıwdıń tabılıwi (R.Paund, Dj. Rebka).
  - A.Jiver asa ótkizgishten izolyaciyalıq barer arqalı basqa metalǵa toqtıń tunnellik ótiwin ashti hám asa ótkizgishten soǵılǵan tunnellik diodti dóretti.
  - A.A.Abrikosov penen L.P.Gorkov magnitlik atomlar qosılǵan asa ótkizgishler teoriyasın islep shıqtı hám saňlaqsız ótkizgishlik qubilisın boljadı (bul qubilisti 1962-jili F.Raff hám M. Wolf ashti).
  - I.M.Lifshic kuantlıq ciklotronlıq rezonans qubilisın boljadı.
  - Qattı denelerdiń plazmasındaǵı gelikonlardıń ashılıwi (P. Egren, O. V. Konstantinov, V. N. Perel).
  - 1961 - M.Gell-Mann hám Yu.Neeman barlıq kúshli tásirlesiwshi bólekshelerdiń hám olar arasındaǵı tásirlesiwlerdiń  $SU(3)$ -simmetriyanı qanaatlandıratuǵınlıǵı haqqındaǵı gipotezanı usındı hám kúshli tásirlesiwge qatnasatuǵın bólekshelerdiń klassifikasiyasınıń sxemasın - "segiz ólshemli joldı" usındı (Gell-Mann – Neeman).
  - Vektorlıq mezonlar ashıldı:  $\omega$ -mezon (L.Alvares, A.Rozenfeld, A.Pevzner),  $\rho$ -mezon (A.Ervin),  $\eta$ -mezon (A.Pevzner).
  - Anti  $\tilde{K}^0$ -mezon ashıldı (V.Fitch).
  - Dj. Goldstoun simmetriyanıń spontan buzılıw ideyasın paydalaniıp gipotezalıq massaǵa iye emes bóleksheni kirgizdi (goldstoun bozonı) hám simmetriyanıń buzılıwınıń tipin aniqlaw ushin áhmiyetli bolǵan teoremanı keltirip shıǵardı (Goldstoun teoreması). Teoremanıń ulıwmalıq matematikalıq dálilleniwin 1962-jili Dj. Goldstoun, A.Salam hám S.Vaynbergler taptı.
  - Dj. Chu butstrap gipotezin usındı.
  - 12-aprel kúni basqarılıtuǵın "Vostok-1" kosmoslıq kemesinde adamnıń kosmosqa birinshi ushiwı ámelge asırıldı (Yu.A.Gagarin).
  - 1000 GeV energiyaǵa mólsherlengen kibernetikalıq tezletkishtiń tiykarında jatatuǵın avtokorreksiya principi usınıldı (A.L.Minc).
  - Kristallardaǵı jaqtılıqtıń jiyiliginiń eki ese kóbeyiw effekti - jaqtılıqtıń ekinshi garmonikasınıń generaciyası effekti ashıldı (kvarc kristalli arqalı rubin lazerdiń qızıl nuri ótkende ultrafiolet jaqtılıqqa aylanıwı) (L.Franken). Bul ashılıw sızıqlı emes optikanıń tuwiliwinan derek beredi. Optikadaǵı birinshi sızıqlı emes effektti 1923-jili S.I.Vavilov penen V.L.Levshin baqlaǵan edi.
  - Jaqtılıqtıń eki fotonlıq jutlıwi ashıldı (V.Kayzer, Ch.Garret).
  - Elektr toǵınıń tásirinde plazmaniń qarsılığınıń anomal türde úlkeyiwi hám turbulentlik qızıwi ashıldı (E.K.Zavoyskiy, L.I.Rudakov, Ya.B.Faynberg h.b.).
  - Fokuslengen lazer nurunuń tásirinde joqarı temperaturalı plazmani alıw ideyası payda boldı (lazerlik termoyadrolıq sintez) (N.G.Basov, O.N.Kroxin).

- Jińishke asa ótkizgish cilindrge tutıp alıngan magnit ağısınıń kvantlanıwı qubılısı eksperimenterde tastıyıqları (U.Diaver, U.Ferbenk, R.Doll, M.Nebauer). 1950-jılı F.London tárepinen boljanǵan edi.

- Magnitlik-fotonlıq rezonanstiń boljanıwı (V.L.Gurevich, Yu.A.Firson, M.I.Klinger). 1963-jılı ashıldı (S.Puri hám T.Djeball).

- L.A.Rivlin yadrolıq gamma-ótiwlärde lazerdi payda etiwdiń principiallıq jaqtan múmkinshiligin birinshi ret qaradı (gamma-lazer yamasa gazer).

- G.A.Askaryan tárepinen elektromagnitlik nurlarıń ózinen ózi fokuslanıw effektiniń boljanıwı. 1966-jılı ol teoriyalıq jollar menen ses, ultrases hám giperses tolqınlarınıń ózinen ózi fokuslanıwın teoriyalıq jaqtan taptı.

- Magnit yarım ótkizgishlerdiń ashılıwi.

- Gravitaciyanıń skalyarlıq-tenzorlıq teoriyası islep shıǵıldı (R.Dikke, K.Braj).

- Quwatlı asa ótkizgish magnitler dóretildi (Dj.Kyuncler).

- Birinshi segnetomagnetik alındı (G.A.Smolenskiy).

- Kristallardaǵı ultrases tolqınlarınıń kúsheyiw effekti tabıldı (A.Xatsov, Dj.Makfi, D.Uayt).

1962 -Anti-ksi-minus-giperon  $\tilde{\Xi}^-$  ashıldı (X.Bardi, B.Kulvik, U.B.Fauler h.b.).

- Neytrinoniń eki tipiniń bar ekenligi (elektronlıq hám myuonlıq) eksperimentte tastıyıqları (L.Lederman, M.Shvarc Dj. Shteynberger).

Eskertiw: netrinoniń úshinshi tipi 2000-jılı DONUT kollaboracyası tárepinen (ingliz tilinde Direct Observation of the Nu Tau — neytrino taudı tuwridan-tuwri baqlaw) ashıldı.

- Ázzi tásirlesiwlerdegi vektorlıq toqlardıń saqlanıw nızamı tabıldı (Yu.D.Prokoshkin). C.Vu tárepinen da tabıldı. 1955-jılı Ya.B.Zeldovich hám S.S.Gershelyn tárepinen teoriyalıq jaqtan tiykarlandı.

- Stabilli emes halda turǵan yadrolardıń spontan bóliniwi qubılısı ashıldı (G.N.Flerov h.b.).

- M.Gell-Mann tárepinen  $\Omega$ -omega-minus-giperonniń boljanıwı.

- Keshigwshi protonlardıń shıǵıwı qubılısı ashıldı (V.A.Karnauxov, G.M.Ter-Akopyan, V.G.Subbotin).

- Polaryazacyalanǵan proton nışhananıń dóretiliwi (A.Abragam).

- Yarım ótkizgishli lazer dóretildi (B.Leks, U.Dumke, M.Neten hám basqalar).

- Hár qıylı bolǵan eki lazerden aralas nurlarıwdı payda etiw processi ámelge asırıldı (P.Franken).

- Jaqtılıqtıń gigant impulslerin beretuǵın modulyaciyalanǵan sapa faktorına iye lazer dóretildi (F.Mak-Klang, R.Xelluort).

- Optikalıq diapazondaǵı elektromagnitlik tolqınlardı parametrlik kúsheyetiw hám generaciyalaw principi usınıldı hám islep shıǵıldı (S.A.Axmanov, R.V.Xoxlov, R.Kingston, N.Kroll).

- Jaqtılıqtıń májbúriy kombinaciyalıq shashırawı ashıldı (E.Vudberi, U.Ng). Onıń teoriyası sol jılı N.Bloembergen hám 1963-jılı R.V.Xoxlov islep shıqtı.

- Yu.M.Denisuk qalıń qatlamlı fotografiyalıq emulsiyalarda golografiyalıq jazıwdı ámelge asırıwdı usındı (Denisyuk gologrammaları). Usinday usıldıń járdeminde alıngan gologrammalar kólemlik hám reńlik qásiyetlerge iye boladı.

1962-1964 - Golografiyada lazer nurları paydalanyldı. Lazer nurların paydalaniw optikalıq golografiyanıń dóretiliw múmkinshiliklerin ádewir keńeytti (E.Leyt, Dj.Upatnieks).

1962 - B. Djozefson tunnelleniwdiń jańa túrin (djozefson tunnelleniwi) hám onıń menen baylanıslı bolǵan bir qatar effektlerdi boljadı.

- Magnitlik qospalarǵa iye boliwınıń sebebinen sańlaqsız asa ótkizgishliktiń baqlanıwı (F.Rayf, M.Volf). Bul qubılıś 1960-jılı A.A.Abrikosov hám L.P.Gorkovlar tárepinen boljanǵan edi.

1963 - Anti-ksi-nul-giperon  $\tilde{\Xi}^0$  ashıldı (S.Belti, S.Sendvays, X.Taft, B.Kulvik, U.B.Fauler).

- Pionlardıń qos qayta zaryadlanıw qubılısı tabıldı (S.A.Bunyatkov, V.M.Sidorov, Yu.N.Batusov, V.A.Yarba).

- N.Kabibbo ázzi tásirlesiwdiń V-A teoriyası ersi (strange) bólekshelerdiń qatnasatuǵın processlerine tarqattı (Kabibbo teoriyası).

1963-1965 - Qarama-qarsı baǵıttıǵı dástelerdegi birinshi tezletkishler salındı (G.I.Budker h.b.).

1963-1966 - 102-elementtiń bir qatar izotopları sintezlendi (G.N.Flerov).

1963 - Qos giperyadrolar ashıldı (M.Danish, E.Pnevskiy).

- Gazdiń optikalıq idırawi qubılısı ashıldı (P.Meyker, R.Terxyun, K.Sevidj). 1967-jılı N.G.Basov xızmetkerler menen birge neodim lazer menen indukciyalanǵan eki metr uzınlıqtığı ushqındı

birinshi ret baqladı (uzın optikalıq buzılıw). 1976-jılı uzınlığı 60 m den de uzın bolğan ushqın payda etildi.

- Jaqtılıq-gidravlikaliq effekt - kvant generatorının shıqqan jaqtılıq nurnıń suyiqliqtıń ishinde jutılıwındağı gidravlikaliq soqqı impulstiń payda boliw qubılısı ashıldı (A.M.Proxorov, G.A.Askaryan. G.P.Shipulo).

- Elektronniń g-faktorınıń úlken dállikte aniqlanıwı (D.Uilkinson, G.Kreyn).

- Kristallardaǵı bólekshelerdiń kanallanıw effekti tabıldı (R.Nelson, M.Tompson).

- Plazmaniń dreyflik-ciklotronlıq ornıqsızlıǵı boljandi (A.B.Mixaylovskiy, A.V.Timofeev). 1966-jılı R.Post hám M. Rozenblyut tarepinen izertlendi.

- F.Ancerson hám Dj.Rouell Djozefsonniń stacionar effektin eksperimentte taptı.

- Dj.Gann kúshli elektr maydanına jaylastırılǵan galliy arsenidi hám indiy fosfatı kristallarında asa joqarı jiyilikli nurlanıwdıń generaciyalanıw qubılısının ashti (Gann effekti).

- Atawlıq strukturaǵa iye juqa metall plenkalar arqalı toq ótkerilgende elektronlardıń salqın emissiyası qubılısınıń ashılıwı (P.G.Borzyak, O.G.Sarbey, R.D.Fedorovich).

- Magnitlik-fononlıq rezonans qubılısunıń eksperimentlerdegi baqlanıwı (S.Puri, T.Djeball). 1961-jılı V.L.Gurevich, Yu.A.Firsov hám M.I.Klinger tarepinen boljandi.

- 1960-jılı I.M.Lifshic tarepinen boljanǵan  $2\frac{1}{2}$  -áwlاد fazalıq ótiwdi B.G.Lazarev ashti.

1964 - Omega-minus-giperon ashıldı (N.Samios h.b.). Bunday bóleksheniń bar ekenligi 1962-jılı M. Gell-Mann tarepinen boljanǵan edi.

- Kvarkler gipotezası usinıldı (M. Gell-Mann, Dj. Cveyg).

- Peter Xiggs simmetriyanıń spontan buzılıwinıń saldarınan vektorlıq bozonlardıń massalarınıń "payda boliw" mexanizmin usındı (Xiggs mexanizmi). Bunday boljawǵa 1967-jılı T.Kibbl de kelgen edi. Xiggs mexanizmi kalibrovkalanǵan maydanlar teoriyasınıń tiykarı bolıp tabıladi.

Massası  $125,26 \pm 0,21$  GeV bolğan Xiggs bozonınıń CERN de baqlanǵanlığı haqqındaǵı maǵlıwmatlar 2013-jılı mart ayında payda boldı.

-  $K_2^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$  ıdırawında kombinirlengen juplıqtıń saqlanbaytuǵınlıǵı eksperimentte tabıldı (SR-invariantlıqtıń buzılıwı) (Dj. Kristenson, Dj. Kronin, V.Fitch, R.Tarley).

1964-1967 - Eksperimentlerde  $\nu_\mu$  menen  $\tilde{\nu}_\mu$  lerdiń hár qıylı bóleksheler ekenligi aniqlandı.

1964 - 104-ximiyalıq element - kurchatoviy sintezlendi (G.N.Flerov).

- Jańa kvantlıq san bolğan charm niń (tań qalarlıqtıń) kirgiziliwi (Dj.Berken, Sh.Gleshou).

1964-1965 - Jańa kvantlıq san bolğan - reń kirgizildi (N.N.Bogolyubov, B.V.Struminskiy, A.N.Tavxelidze, Y.Nambu, M.Xan, Y.Miyamoto).

- A Pays, L. Radikati hám F. Gyursey SU(6)-simmetriyanıń sxemasıñ usındı .

1964 - Yadrodaǵı keńisliklik juplıqtı saqlamaytuǵın nuklonlar arasındaǵı ázzi tásirlesiwdıń bar ekenligi eksperimentlerde tastıyqlandı (Yu.G.Abov, P.A.Krupchinskiy, V.M.Lobashev).

- 14-avgust kúni yadroliq energiyani tikkeley elektr energiyasına aylandıratuǵın dúnyadaǵı birinshi "Romashka" yadroliq dúzilisi iske qosıldı (M.D.Millionshikov).

- Uglekisliy gazdegi lazer - molekulalıq lazer dóretildi (K.Patel).

- Ionlıq lazer dóretildi (U. Bridjes h.b.).

- Stacionar emes Djozefson effektiniń eksperimenttegi ashılıwı (djozefson elektromagnit nurlanıwınıń ashılıwı) (I.K.Yanson, V.M.Svistunov, I.M.Dmitrenko). Bul effektti 1965-jılı A.Jiver de baqladı.

- Akustikalıq magnitlik elektrlik effekt ashıldı (A.A.Grınberg, Yu.V.Gulyaev, A.P.Korolyuk).

- Fotopezoelektrlik effekttiń ashılıwı (I.K.Kikoin).

- Fotonlıq jańǵırıq effektiniń ashılıwı (N.Kurnit h.b.).

- R.Dike ekvivalentlik principin  $10^{-11}$  dállikte eksperimentte tekserip kórdı.

- Brillyuen-Mandelstamnıń májbúriy shashırawınıń ashılıwı (Ch.Tauns, B.Stoychev, R.Chiao).

- Kondo effektiniń teoriyası dóretildi (Dj. Kondo).

- Suyıqlıqlardaǵı májbúriy qos nur sindırıw effektiniń ashılıwı (F.Jir, Dj. Meyer). 1958-jılı A.Pekar hám S. Kelix tarepinen boljanǵan edi.

1964-1965 - Dj. Strouk Fure golografiyasıñ islep shıqtı hám golografiyalıq spektroskopiyaniń tiykarın qaladı.

1965 - Reliktlik nurlanıwdıń (kosmoslıq asa joqarı jiyilikli fonlıq nurlanıwdıń) ashılıwı. Bul nurlanıw Úlken partlaniwdan shama menen 4000 jıl ótkennen keyin Álemniń temperaturası 3000 K

shamasına shekem salqınlığannan baslap vodorod atomlarınıń payda bolıwı menen baylanıslı payda bolǵan (A.Penzias, R.V.Vilson).

- Joqarı energiyaǵa iye gamma-kvanttiń "proton – antiproton" jubına aylaniwı júzege keltirildi.
- M.Xan menen Y.Nambu pútin sanlı zaryadlarǵa iye úsh tripletlik kvarklerge tiykarlańgan kúshli tásirlesiwlerdiń sxemasın dúzdi (Xan–Nambu modeli).
- Antiproton menen antineytronnıń baylanısqan hali bolıp tabılatuǵın birinshi antiyadro sintezlendi (L.Lederman).
- $^{256}103$  izotopı sintezlendi (G.N.Flerov).
- Ximiyalıq lazer dóretildi (Dj. Kasper, Dj. Pimentai).
- Jiyilikler boyınsha ózgertiliwi  $10^{-11}$  dállikte múmkin bolǵan parametrlik lazerler dóretildi (S.A.Axmanov, R.V.Xoxlov h.b.).
- Jaqtılıq dásteleriniń ózinen-ózi fokuslanıwı qubılısı ashıldı (N.F.Pilipeckiy, A.R.Rustamov).
- Spin-magnitofononlıq rezonanstıń ashılıwı (I.M.Cidilkovskiy, M.M.Akselrod, B.I.Sokolov).
- Faradeydiń keri effekti ashıldı – cirkulyarlı-polyarizaciyalanǵan nurdıń dástesinde jaylasqan móldir denedegi magnitlengenliktiń payda bolıwı (Dj. Xall h.b.).
- Fononlardıń qatnasiwındaǵı tunnelleniw qubılısunıń baqlanıwı (I.Goldsteyn, B.Abeles, E.Leks, F.Vernon).
- Asa ótkizgishlerdiń dinamikalıq aralıqlıq halınıń ashılıwı (Yu.V.Sharvin).
- Djozefsonniń asa ótkizgish ótkelleri ashıldı (D.Langenberg h.b.).
- X.Kogelnik tolqın frontın jazıwdıń hám tolqın frontın qayta tiklewdiń golografiyalıq usılın islep shıqtı.
- 1965-1970 – Álemde singulyarlıqlardıń bar ekenligin dálllew (R.Penrouz, S.Xoking).
- 1966 – Y.Nambu pútin zaryadlańgan kvarkler modeli sheklerinde reńli tásirlesiw túsinigin kirgizdi hám kvantlıq xromodinamikanıń baslanıwına túrkti berdi. M.Gell-Manniń, S.Vaynbergtiń hám basqalardıń jumıslarında bul ilimniń bunnan keyingi rawajlanıwı orın aldı.
- V.M.Strutinskiy kvazistacionar haldaǵı kúshli deformaciyalanǵan awır yadrolardıń payda bolıw qubılısun teoriyalıq jollar menen taptı.
- Stanfor qalasında 22 GeV energiyaǵa mólscherlengen elektronlardıń sızıqlı tezletkishi iske tústi (V.Panovskiy).
- A.M.Proxorov quwatlı lazerdiń jańa tipi bolǵan gazodinamikalıq lazerdi soqtı.
- Uzinlıǵı  $10^{-12}$  s bolǵan jaqtılıqtıń ultraqısqıa ispulsli lazer dóretildi (A.De-Maria, D.Stetser, G.Xeynau).
- Boyawlardaǵı lazerler dóretildi (P.Sorokin, Dj.Lankard).
- Spin este saqlaw effekti tabıldı (K.Anderson, Z.Sabiskiy).
- Dipollık molekulalardıń paraelektrlik rezonansı baqlandı (U.Bron, R.Dreyfus h.b.). 1964-jılı U.Kun hám F.Leti tárepinen boljangan edi.
- 1967 – S.Vaynberg, onnan górezsiz A.Salam (1968-jıl) hám Sheldon Li Gleshou (1960-jılı) kalibrovkalıq simmetriya ideyaları tiykarında ázzi hám elektromagnit tásirlisiwdiń birlestirilgen teoriyasın (elektrázzi tásirlesiw teoriyası) islep shıqtı (Vaynberg–Salam teoriyası).
- Kóplegen processlerdiń jańa klassın qarawǵa – inklyuzivlik reakciyalargá kirisiw (A.A.Logunov, Nguen Van Xeu).
- Serpuxov qalasında 76 GeV energiyaǵa mólscherlengen qatań fokuslanıwshi protonlıq sinxrofazotron iske tústi.
- 1967-1968 – Toroidlıq magnit tutqıshlarda uslap turılatuǵın plazmadaǵı jıllılıqtıń hám bólekshelerdiń alıp ótiliwinıń neoklassikalıq teoriyası dóretildi (R.3.Sagdeev, A.A.Galeev).
- 1967 – N.Ramzey neytronnıń elektrlik dipollık momentin aniqladı.
- Pionlıq hám kaonlıq mezoatomlardıń tabılıwı.
- "Uragan" atamasındaǵı stellaratorlıq tiptegi termoyadrolıq dúzilis iske tústi.
- Fotolastiklik effekttiń ashılıwı (Yu.A.Osipyan, I.B.Savchenko).
- F.Anderson virtuallıq baylanısqan hallar haqqındaǵı kóz-qaraslarǵa tiykarlanıp metallardaǵı lokallıq modeldi usındı (Anderson modeli).
- Pulsarlar ashıldı (A.Xyuish, J.Bell). 1968-jılı pulsarlardıń óziniń kósheriniń dóberegende aylanatuǵın neytronlıq juldızlar ekenligi belgili boldı.

- Ervin Myuller óziniń maydanlıq ionlıq mikroskopına waqt-ushın mass-analizatorın qostı. Nátiyjede birinshi zondlanatuǵın atomlıq mikroskopti dóretti hám nátiyjede hár bir individuallıq atomdı ximiyalıq identifikasiyalaw mümkinshiligi payda boldı.

1968 - Ultrasalqın neytronlardıń alınıwi (F.L.Shapiro).

- "Tokamak-4" dúzilisinde birinshi termoyadrolıq neytronlar registraciyalındı (L.A.Arcimovich).

- Lazer nuri litiy deytriyinen soǵılǵan nışhanaǵa kelip túskende payda bolatuǵın plazmada neytronlardıń payda bolıwi baqlandı (N.G.Basov).

- Relyativistik elektronlar dástesiniń járdeminde termoyadrolıq sintezdi júzege keltiriw mümkinshiligi kórsetildi (E.K.Zavoyskiy). Bul ideyanı górezsiz túrde U.X.Bennet te usındı.

- Elementar bóleksheler fizikasında (joqarı energiyalar fizikasında) duallıq koncepciyası keltirip shıǵarıldı (D.Xorc h.b.).

- L.V.Keldish elektronlıq-tesiklik tamshılardıń payda bolıwi menen eksitonlardıń kondensaciyasın boljadı.

- Pulsarlardıń óziniń kósheriniń dógereginde aylaniwshı neytronlıq juldızlar ekenligi kórsetildi (T.Gold).

1969 - R.Feynman nuklonniń partonlıq modelin islep shıqtı.

- Adamnıń Aydiń betine qoniwi ámelge asırıldı. 21-iyul kúni AQSh tiń "Apollon-11" kosmoslıq korabliniń kosmonavtları N.Armstrong penen E.Oldrinler Aydiń topıraqına tústi.

- Yu.Shvinger dionlar gipotezasın usındı.

- Joqarı energiyalardaǵı kúshlı tásirlesiw processleriniń masshtablıq invariantlığı eksperimentlerde tastıyıqlandı (A.A.Logunov, Yu.D.Prokoshkin, E.Blum). Masshtablıq invariantlıq yamasa skeyling olardan górezsiz Dj. Berken hám R.Feynman tárepinen de usındı.

- Gamma-magnitlik rezonans tabıldı (L.Pfayfer h.b.).

- I.M.Lifshic hám A.F.Andreevler kvantlıq kristallar dep atalatuǵın kristallar haqqındaǵı kóz-qarasti rawajlandırdı.

- Massanıń fluktuaciyasınıń tolqınları túsiniginiń kirgiziliwi hám kvantlıq kristallardaǵı kvantlıq diffuziyaniń bolatuǵınlıǵın boljaw (I.M.Lifshic, A.F.Andreev).

1970 - Sh.Gleshou, Dj. Iliopoulos hám L.Mayani Vaynberg-Salamnıń ázzi hám elektromagnit tásirlesiw teoriyasın oğan tań qalarlıq (charm) kvarklerdi qosıp modifikaciyaǵa ushırttı hám adronlar semeystvosın supermultipletlerde kórsetiw ushın sxemalardi dúzdi.

- Eki fotonlı rezonanslar boljandı (V.P.Chebotaev).

- Giperonlıq hám antiprotonlı atomlardıń payda bolatuǵınlıǵı haqqında isenimli dáliller alındı (Dj. Bakenshtoss).

- B.S.Djelepow tárepinen boljanǵan protonlıq radioaktivlik ashıldı (Dj. Chernı).

- A.Abragam hám basqalar birinshi ret yadrolıq antiferromagnitlik haldı baqladı.

- Antigeliy-3 tiń yadrolarınıń payda bolıwi menen ıdirawi eksperimentte tabıldı (Yu.D.Prokoshkin).

- Elektronlar menen tásir etiskende kórinetuǵın protonnıń ishki strukturası haqqındaǵı tuwrıdan-tuwrı eksperimentallıq nátiyjeler alındı.

- 105-element sintezlendi (G. N. Flerov).

- Skanerlewshi elektronlıq mikroskopti járdeminde ayırm atomlar baqlandı.

- Antiferromagnetiklerdegi termodinamikalıq jaqtan ornıqlı domenlik struktura tabıldı (V.G.Baryaxtar, A.A.Galkin, V.V.Eremenko).

1971 -Anti-omega-giperon ashıldı (A.Faystoun h.b.).

- G.t'Xooft [Gerard 't Xooft (niderlind tilinde Gerardus (Gerard) 't Hooft] spontan buzılǵan Abellik emes kalibrovkaliq teoriyanıń perenormirovkaǵa ushıraytuǵınlıǵıń birinshi ret dálilledi 1972-jılı bul dálillew G.t'Xooft, M.Veltman, B.Li hám J. Zinn-Jyusten tárepinen juwmaqlандı.

- Kúshlı tásirlesiwlerdiń tolıq kesimleriniń energiyalıq górezligindegi nızamlıq eksperimentte tabıldı (bul qubılıstı Serpuxov effekti dep te ataydı) (Yu.D.Prokoshkin h.b.).

- 31 GeV energiyaǵa mólsherlengen ushırasatıǵın pp-dástelerde isleytuǵın tezletkish iske qosıldı (Jeneva qalası).

- Sh.D.Kakichashvili tárepinen elektromagnitlik maydanniń súwretiniń qaytadan tikleniwi eksperimentte tabıldı. Bul qubılıstıń júzege keletuǵınlıǵıń Sh.D.Kakichashvili 1973-jılı teoriyalıq jollar menen tiykarlaǵan edi. Polyarizaciyalıq gografiyanıń tiykarında jatadı.

- Kúshli magnit maydanında jańa magnitlik hallardıń qaytimsız indukciyalanıw effekti ashıldı (A.A.Galkin, E.A.Zavadskiy).

1972 - Bataviyada (Batavia, Niderlandiya) 200 GeV energiyaǵa mólscherlengen protonlıq sinxrotron iske tústi (R.R.Vilson). 1976-jılı tezletilgen protonlardıń energiyası 500 GeV ke jetkerildi.

1972-1974 - Supersimmetriya koncepciyası kirkizildi (D.V.Volkov, B.Zumino h.b.).

- Kúshli, elektrömagnetlik hám ázzi tásirlesiwlerdiń modelleri usınıldı (Dj. Peti, A.Salam, G.Djordji, Sh.Gleshou, L.V.Proxorov).

1972 - Kvantlıq kristallardaǵı kvantlıq diffuziya qubılısı tabıldı (V.N.Grigorev hám B.N.Eselson, M.Richards, Dj. Poup hám A.Vaydem).

- K.Vilson statistikalıq fizikada kritikalıq qubılsırlarǵa renormalastırılǵan gruppı usılin paydalaniп olardıń teoriyasın qurdi.

- Gelyi  ${}^3\text{Ne}$  tiń asa aqqıshlıǵı tabıldı (D.Osheroff, R.Richardson, D.Li). 1958-jılı L.P.Pitaevskiy tárepinen boljanǵan edi.

1973 - Glyuonlar gipotezası usınıldı (M.Gell-Mann, S.Vaynberg, A.Salam h.b.).

- Neytrallıq toqlardıń ashılıwi (F.Xazert h.b.). 1937-jılı Dj. Gamov, E.Teller, N.Kemmer hám G.Ventcel hám 1958-jılı S.Bladmen hám Dj. Leyte-Lopes tárepinen boljanǵan edi.

- Dimyuonlıq waqıyalar tabıldı (myuonlıq neytrino menen neytron tásirleskende aqırǵı hal túrinde payda bolatuǵın eki myuon hám neytrino menen baylanıslı bolǵan waqıyalar (FNAL)).

- Myuonlıq antineytrinoniń elektronlardaǵı shashırawı baqlandı.

- D.Politcer, D.Groos hám F.Vilcek maydanniń bazi bir kalibrovkaliq-invariant teoriyalarda berilgen energiyadaǵı kúshli tásirlesiwlerdiń kernewliginiń energiyaniń úlkeyiwi menen kemeyetuǵınlıǵın ashti (asimptotalıq erkinlik qubılısı).

- Asa ótkizgish halǵa ótiw temperaturası ushin eń joqarı mánis alındı  $T_e = 23 \text{ K}$  ( $\text{Nb}_3\text{Ge}$ ).

1974 - Psi-bólekshelerdiń ashılıwi ( $\text{J}/\psi$ -mezonlardıń ashılıwi) (S.Ting, B.Rixter). Tań qalarlıq kvarktiń (charm) óziniń antibólekshesi menen bolǵan baylanısqan hali.

- 106-ximiyalıq element sintezlendi (G.N.Flerov).

- Antitritiyidiń yadroları sintezlendi.

- Baylanısqan nuklonlar menen antinuklonlardan turatuǵın kvaziyadrolar tabıldı. 1970-jılı X.S.Shapiro tárepinen boljanǵan edi.

- Relyativistik yadrolar soqlıǵısqanda orın alatuǵın kumulyativlik effekt tabıldı (A.M.Baldin).

- S.Xoking qara qurdımlardaǵı bólekshelerdiń kvantlıq tuwılıwin boljadı (Xoking nurlanıwi).

1975 - Tań qalarlıq kvark penen antikvarktiń baylanısqan hali bolǵan charmoniy boljandi (T.Appelqvist, D.Politcer, Sh.Gleshou, A. de-Ruxula). Onıń fizikalıq realizaciyası psi-bóleksheler bolıp tabıldı.

- Tau-lepton ashıldı (ań awır lepton) (M.Perl).

- Leptonlıq neytrino menen leptonlıq antineytrino ashıldı (M.Perl).

-  $e^+e^-$ -annigilyaciya processindegi adronlıq aǵıstiń (struyaniń) jińishke dástesiniń ashılıwi (bul jińishke dásste  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$  processinde kvarklerdiń "fragmentleniwiniń" nátiyjesinde payda boladı (G.Xanson h.b.). Bul qubılıs kvarklerdiń bar ekenliginiń janapay tastıyıqlanıwi bolıp tabıldı).

- Termoyadrolıq dúzilislerdiń jańa áwladı bolǵan "Tokamak-10" hám RLT dúzilisleri iske tústi.

1976 - Tań qalarlıq barionlar menen antibarionlardıń ashılıwi.

- Tań qalarlıq kvarkten hám ersi emes antikvarklerden turatuǵın tań qalarlıq neytrallıq hám zaryadlanǵan D-mesonlardıń ashılıwi (G.Goldxaber h.b.).

- 107-elementtiń sintezi haqqındaǵı maǵlımatlar alındı (G.N.Flerov).

-  $\pi\mu$ -baylanısqan hal bolǵan pionyidiń ashılıwi (M.Shvarc).

- Jeneva qalasında 400 GeV energiyaǵa mólscherlengen SPS protonlıq sinxrotronınıń iske túsiwi.

1977 - Ipsilon-bóleksheniń (vektorlıq  $\Upsilon$ -mezon) ashılıwi (Amerikalı fizik Leon Lederman).

- Tań qalarlıq kvark penen ersi kvarkten turatuǵın tań qalarlıq F-mesonlarınıń ashılıwi (R.Brandelik hám basqalar).

- Neytral toqlar menen baylanıslı bolǵan atomlardaǵı hám elektronlar menen nuklonlar arasındaǵı tásirlesiwlerdegi jupliqtıń saqlanbaytuǵınlıǵınıń baqlanıwi (L.M.Barkov, M.S.Zolotarev).

- Gamburg qalasında 19 GeV energiyaǵa mólscherlengen ushırasıwshi dástelerdegi RETRA tezletkishi iske tústi.

1979 - RETRA dúzilisinde  $e^+e^-$ -annigilyaciya processindegi glyuonlıq aǵıslardiń ashılıwi. Bul aǵıs  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}q$  hám  $\Upsilon \rightarrow 3q$  processlerindegi glyuonlardıń adronlıq fragmentaciyasınıń nátiyjesinde

payda boladı (K.Berger, T.Nyuman, G.Volf). Kvarkler arasındań kúshli tásirlesiwlerdi alıp júriwshi bóleksheler bolǵan glyuonlardıń bar ekenligi haqqındań janapay tastiyıqlaw bolıp tabıladı.

- Úrleniwshi Álemniń birinshi variantı izertlendi (A.A.Starobinskiy).

1980 – Neytrinoniń massasınıń nolge teń emes haqqındań maǵlıwmatlar alındı (V.A.Lyubimov, E.G.Novikov, V.3.Nozik, E.F.Tretyakov, V.S.Kozik). Basqa da izertlewshiler ótkergen eksperimentlerde bul maǵlıwmatlar tastiyıqlanbadı.

1981 - "Gózzal" bólekshelerdiń bar ekenligi haqqında birinshi maǵlıwmatlar alındı.

- Jeneva qalasınıń qasındań CERN de 62 hám 600 GeV energiyaǵa mólscherlengen ushırasıwshi dástelerdegi birinshi dúzilisler iske tústi.

- Gerd Binnig hám Genrix Rorer skanerlewshi tunnellik mikroskoptı islep shıqtı (Scanning Tunneling Microscope — STM).

- Amerikalı Alan Gus inflacyalyq kosmologiyaniń tiykarın saldı.

1982 – Álemniń evolyuciyasınıń inflacyalyq teoriyası dóretildi (Álemniń evolyuciyasınıń jańa scenariyi) (A.D.Linde, A.Albrext, P.Dj. Steynxart).

1983 – CERN de Karlo Rubbia hám Simon van der Meer (Carlo Rubbia, Simon van der Meer) CERN degi UA-1 kollabraciyasınıń járdeminde vektorlıq  $W^{\pm}$ - hám  $Z^0$ -bozonlardı ashti.

1984 – Rouz (H.J. Rose) hám Djons (G.A. Jones) klasterlik radioaktivlikti taptı.

- "Sentyabrdegi tarlıq (strunaliq) revolyuciya". Maykl Grin (Michael B. Green) hám Djon Shvarc (John H. Schwarz) strunaliq tásirlesiwlerdiń dinamikasınıń keńislik-waqıttıń ólshemleriniń sanın bir mánisli aniqlay alatuǵınlıǵıń taptı.

- Bir waqtta hám bir birinen górezsiz nemis (Darmshtadt, G.Myuncenberg h.b.) hám Rossiya alımları (Dubna, Yu.C.Oganesyan xızmetkerleri menen) 108-elementti sintezledi.

- Rouz (H.J. Rose) hám Djons (G.A. Jones) klasterlik radioaktivlikti taptı.

1986 – Gerd Binnig, Kueyt hám Gerber skanerlewshi atomlıq-kúshlik mikroskoptı (Atomic Force Microscope — AFM) dóretti.

- Andrey Linde xaotik inflacyiyaniń tiykarın dóretti.

1987 –  $B_d^0 \leftrightarrow \overline{B_d^0}$  oscillyaciyalarınıń ashılıwı – t-kvarktiń júdá awır ekenligin birinshi ret kórsetti ( $m_t > 100$  GeV).

- Nemis alımları tárepinen (Darmshtadt, G.Myuncenberg h.b.) 109-element sintezlendi.

1988 – Alfred Cerezo, Terens Godfri hám Djordj Smit zondlaytuǵın (tekseretuǵın) atomlıq mikroskopta poziciyalıq-sezgir detektordı qollandı. Nátiyjede olar atomlardıń turǵan ornın úsh ólshemli keńislikte kóre aldı.

1989 –  $e^+e^-$ -kollayderlerinde (SLC, SLAK, AQSh) hám (LEP, CERN, Shveycariya) Z-bozonıń rezonansınıń keńligi dál ólshendi hám usınıń saldarınan leptonlar menen kvarklerdiń úsh áwladınıń bar ekenligi kórsetildi.

- Z-bozonıń rezonansınıń keńligin ólshew leptonlar menen kvarklerdiń úsh áwladınıń bar ekenligi kórsetti.

1990-2000 – Rossiyali, nemis hám amerikalı alımlar yadrolıq sintez usılınıń járdeminde qatar sanları 110-, 111-, 112-, 114- hám 116-ximiyalıq elementlerdi sintezledi.

1991 – Kelvinniń quwathı zondlaw usılı oylap tabıldı (Metod zonda Kelvin, Kelvin Probe Force Microscopy, KPFM).

- Vodorod atomlarınıń payda bolıwına alıp keletuǵın elektronnıń lazerlik-stimulyaciyalanǵan rekombinaciyası baqlandı (atomlıq optikada, atomlıq lazerde qollanıldı).

1995 – t-kvark ashıldı (E. Fermi atındańı laboratoriya, AQSh).

- Zattıń jańa tipi bolǵan ideal Boze-gazdıń kondensatı alındı (siyrek atomlıq gaz tárızlı siltili metall).

1996 – 1999 – Antivodorodtıń alınıwı (CERN laboratoriyaları), protoniydiń (proton menen antiprotonnan turatuǵın atom) sintezi hám onı izertlew.

1998 – Super-Kamiokande (Yaponiya) neytrinolıq detektorında atmosferalıq myuonlıq neytrinolardı registraciyalawdıń barısında neytrinolardıń oscillyaciyasınıń ashılıwı.

- Sol Perlmutter (Saul Perlmutter), Brayan P.Shmidt (Brian P.Schmidt) hám Adam Riss (Adam Riess) tárepinen Álemniń tezleniw menen keńeyip atırǵanlıǵınıń ashılıwı

1999 – KTeV (FNAL) hám NA48 (CERN) kollobraciyaları tárepinen neytral kaonlardıń idırawındańı tuwrıdan-tuwrı CP-buzlıwdıń ashılıwı.

2000 – Tau-neytrinoniń birinshi baqlanıwı (E.Fermi atındańı laboratoriya).

- Ultrarelyativistlik awır yadrolar soqlısqanda kvark-glyuonlıq plazma alındı (CERN).
- Reliktlık nurlanıwdı izertlewdiń tiykarında jas Álemaniń tolıq kartası alındı.
- 116-ximiyalıq element sintezlendi.
- asa ótkizgish quriqtaǵı (ilmektegi) elektr toǵınıń bir waqıtta eki baǵitta ótetüǵını dálillendi.
- Kvantlıq kompyuterlerdiń jumıs islewiniń mümkinshiliqi demonstraciyalandı.

2001 - Salberidegi (Kanada) neytronlıq laboratoriyada ótkerilgen ólshevler Quyash neytrinolarınıń ağısınıń (dúzilis neytrinolardıń barlıq úsh tipin de registraciyaladı) mánisiniń standart Quyash modeli boyınsha ótkerilgen esaplawlardıń nátiyjeleri menen júdá jaqsı sáykes keletugınlıǵıń kórsetti. Quyash neytrinosınıń probleması sheshildi. Usınıń menen bir waqıtta neytrinolıq oscillyaciyalar gipotezasınıń paydasına kúshli argumentler alındı.

- Neytrallıq B-mezonlar sistemasında janapay CP-buzılıwdıń ashılıwi (SLAC hám KEK).

2002 -  $^{45}\text{Fe}$  izotopınıń eki protonlıq radioaktivligi GANIL(Franciya) hám GSI (FRG) laboratoriyalarda ashılıwi.

2004 - 113- hám 115-elementler sintezlendi.

2001-2004 - Elektrlik jaqtan neytral bolǵan B-mezonlar sistemasında CP-invariantlıqtıń buzılıwinıń ashılıwi.

2005 - Unitarlıq úsh mýyeshliktiń mýyeshleriniń shamasınıń birinshi ret eksperimentte ólsheniwi

2006 - 118-ximiyalıq element sintezlendi.

2009 - 117-ximiyalıq element sintezlendi.

2012 - Xiggs bozoni ashıldı.

2017 - Gravitaciyalıq tolqınlar ashıldı.

## Fizika boyınsha Nobel sıylıqlarınıň laureatları

Fizika boyınsha Nobel sıylığı (shved. Nobelpriiset i fysik) — fizika boyınsha jetiskenlikleri ushin hár jılı Nobel fondı tárepinen beriletugın eń abıraylı sıylıq. Bes Nobel sıylığınıň biri.

Nobel sıylığı (shved tilinde Nobelpriiset, ingliz tilinde Nobel Prize) — kórnekli ilimiy izertlewler, revolyuciyalıq oylap tabıwlar yamasa adamzat jámiyetiniň mádeniyati yamasa rawajlanıwına qosqan úlesi boyınsha hár jılı beriledi.

### Tariyxı

Fizika boyınsha Nobel sıylığı Alfred Nobel (Alfred Bernhard Nobel, Alfred Bérnxard Nöbel (shved. Alfred Bernhard Nobel; 1833 jılı 21- oktyabr kúni Stokgolm qalasında tuwilğan hám 1896-jılı 10-dekabr kúni Italiyadağı San-Remo qalasında qaytis bolğan) — shved ximigi, injeneri, oylap tabıwshısı, biznesmeni hám filantrop) shvedskiy ximik, injener, izobretatel, predprinimatel i filantrop.) tárepinen 1895-jılı 27-noyabr kúni Parij qalasında jazılğan onıń jazba miyrasında belgilengen. Jazba miyrastıń fotonusqası tómendegi súwrette berilgen.

Alfred Nobel ilimde dinamitti oylap tapqan alm sıpatında belgili. Onıń Bofos kompaniyası boldı hám kompaniyani ol metallurgiyadan ximiyalıq hám pushkkalar soğatugın óndirislerge aylandırdı. Nobeldiń 355 patentti bolğan, solardiń ishindegi eń belgilisi dinamitti óndiriw boyınsha patent bolıp tabıladı. Qural-jaraqtı satıwdan alıngan paydanı óz ishine alǵan nekrologtu waqtinan burın oqıgannan keyin ol fizika, ximiya, medicina, ádebiyat hám paraxatshılıqtı bekkemlew ushin qosqan úlesi ushin óziniń dýnyasın Nobel sıylıqların beriwdi shólkemlestiriw haqqında miyras qaǵazın jazdı. Onıń ismi házirgi zaman kompaniyalarında da saqlanıp qaldı (mısralı Dynamit Nobel hám AkzoNobel).



Fizika hám ximiya boyınsha Nobel laureatlarına beriletugın medal.

Nobeldiń miyras qaǵazında tómendegidey bes bağdar boyınsha sıylıqlaw ushin aqsha karjıların bólıw názerde tutılğan:

1. Fizika (1901-jıldan baslap Shvaciyyada beriledi);
2. Ximiya (1901-jıldan baslap Shvaciyyada beriledi);
3. Fiziologiya hám medicina 1901-jıldan baslap Shvaciyyada beriledi);
4. Ádebiyat (1901-jıldan baslap Shvaciyyada beriledi);
5. Dúnyada paraxatshılıqtı ornatiwigá qosqan úlesi ushin (1901-jıldan baslap Norvegiyada beriledi).

Fizika boyınsha Nobel sıylığı hár jılı 1901-jıldan beri berilip kiyatır hám tek altı ret – 1916-, 1931-, 1934-, 1940-, 1941- hám 1942-jilları sıylıqtı beriw ámelge asırılmadı.

Fizika boyınsha birinshi Nobel sıylığınıň laureati Vilhelm Rentgen bolıp tabıladı. 1901-jıldın 1915 jılıǵa shekem 200 adam 201 sıylıq aliwga miyasar boldı.

### Sıylıqtı aliwǵa talabanlardı saylap alıw

Nobel qorınıń ustavına sáykes sıylıqqa talabanlardı tómendegidey qánigeler usınadı:

1. Shved koroliniň Ilimler Akademiyasınıń aǵzaları;
2. Fizika boyınsha Nobel komitetiniň aǵzaları;
3. Fizika boyınsha Nobel sıylığınıň laureatları;

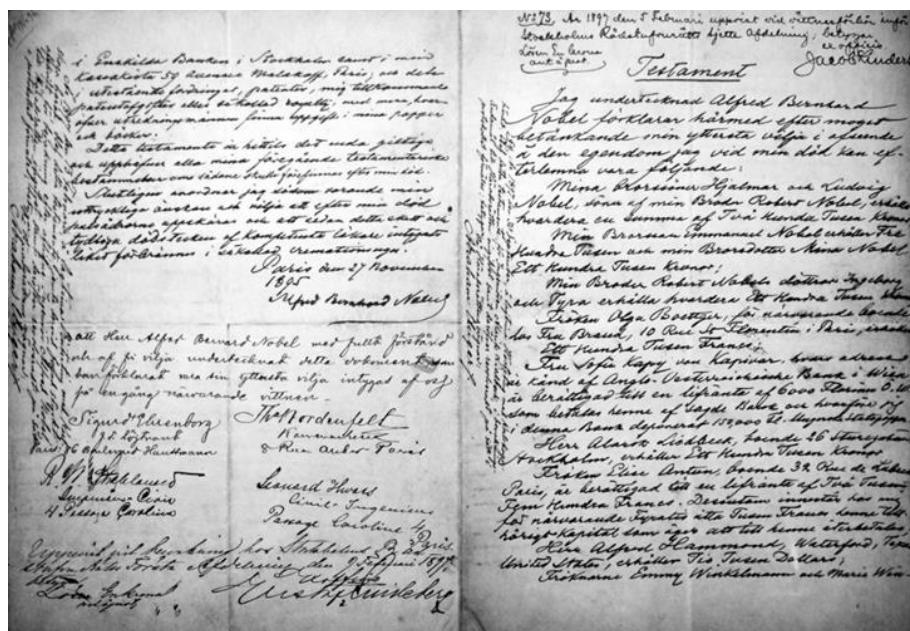
4. Shveciyaniń, Daniyanıń, Finlyandiyaniń, Islandiyaniń, Norvegiyaniń universitetleri menen texnikalıq joqarı oqıw orınlarında hám Stokgolmdegi Karolina institutında turaqlı túrde hám waqtsha islep atırǵan fizika ilimleriniń professorları;

5. Ilimler Akademiyası tárepinen hár qıylı eller boyınsha tiyisli bóliw túrleri boyınsha tańlangan keminde altı universitettiń yamasa universitetlik kolledjlerdiń sáykes kafedralarınıń baslıqları;

6. Akademiya usınısların qabillaw kerek dep esaplaytuǵın basqa da alımlar.

5- hám 6-punktlerdegi eske alıngan adamlardı saylap alıw siyliq beriletugın jıldıń aldındıǵı sentyabr ayınıń aqırına shekem beriliwi kerek.

Talabanlardı Fizika boyınsha Nobel komiteti tańlap aladi. Olardıń ishinen Shveciyaniń Korollıq ilim akademiyası laureatlardı tańlaydı. Sonıń menen birge bir waqıtta bir yamasa eki jumıstı siyliqlawǵa boladı, biraq siyliq alıwshılardıń samı úshten aspawı kerek.



Alfred Nobeldiń  
miyras qaǵazınıń  
fotonusqası.

## Siyliqlaw

Fizika boyınsha Nobel siyliğiniń laureatları oktyabr ayınıń basında medicina hám fiziologiya boyınsha laureatlardı daǵazalanǵannan keyin daǵazalanadı. Siyliqtı tapsırıw Stokgolm qalasında Alfred Nobel qaytıs bolǵan 10-dekabr kúni ámelge asırılıdı. Basqa Nobel siyliqlarınıń laureatları siyaqlı fizika boyınsha laureatlarǵa diplom, medal hám aqshalay siyliq beriledi. Fizika menen ximiya tarawları boyınsha laureatlardıń medalları reversi boyınsha ajiraladı.

## Laureatlardıń dizimi 1900-jıllar

Jıl	Portreti	Eli, laureat	Siyliqqa tiykar
1901		 Germaniya. Vilhelm Konrad Rentgen (1845—1923)	<p>Óziniń ati menen atalatuǵın nurlardı ashiw menen ilimde qosqan oǵada áhmiyetli úlesi ushin ("in recognition of the extraordinary services he has rendered by the discovery of the remarkable rays subsequently named after him").</p>

		 Niderlandiya. Hendrik Antoon Lorenc (1853—1928)	Magnetizmniń nurlanıw qubılısına tásırı boyınsha ózleriniń izertlewleri menen ilimge qosqan úlesleri ushın ("in recognition of the extraordinary service they rendered by their researches into the influence of magnetism upon radiation phenomena").
1902		 Niderlandiya. Piter Zeeman (1865—1943)	
		 Franciya. Antuan Anri Bekkerel (1852—1908) (siyliqtıń 1/2 bólegi)	Óz-ózinen jüretuǵın radioaktivlikti ashıw menen ilimge qosqan úlesi ushın ("for his discovery of spontaneous radioactivity").
1903		 Franciya. Per Kyuri (1859—1906) (siyliqtıń 1/4 bólegii)	Professor Anri Bekkerel tárepinen ashılǵan radiaciya qubılısin birgelikte izertlep ilimde qosqan úlesi ushın ("for their joint researches on the radiation phenomena discovered by Professor Henri Becquerel").
		 Franciya. Mariya Kyuri (1867—1934) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	
1904		 Angliya. Djon Uilyam Strett (lord Reley) (1842—1919)	Eń kóp tarqalǵan gazlerdiń tiǵızlıqların izertlejeni hám usı izertlewlerdiń barısında argondı ashqanlıǵı ushın ("for his investigations of the densities of the most important gases and for his discovery of argon in connection with these studies").
1905		 Germaniya. Filipp Eduard Anton fon Lenard (1862—1947)	Katod nurların izertlew boyınsha izertlew jumisları ushın ("for his work on cathode rays").

1906		 Angliya. Djozef Djon Tomson (1856—1940)	Gazler tárepinen elektr ótkizgishlikti teoriyalıq hám eksperimentallıq izertlewleri ushin ("for his theoretical and experimental investigations on the conduction of electricity by gases").
1907		 AQSh. Albert Abraxam Maykelson (1852—1931)	Dál optikalıq ásbaplardı dóretkeni hám usı ásbaplardıń járdeminde spektroskopiyalıq hám metrologiyalıq izertlewlerin ótkergeni ushin ("for his optical precision instruments and the spectroscopic and metrological investigations carried out with their aid").
1908		 Franciya. Gabriel Lippman (1845—1921)	Interferenciya qubilisiniń tiykarında reńlerdi fotografiyalıq qayta tiklew usılın islep shıqqanı ushin ("for his method of reproducing colours photographically based on the phenomenon of interference").
1909		 Italiya. Guglielmo Marconi (1874—1937)	Simsız telegrafiyanı rawajlandırıwda qosqan úlesi ushin ("for their contributions to the development of wireless telegraphy").
		 Germaniya. Karl Ferdinandt Braun (1850—1918)	
<b>1910-jıllar</b>			
1910		 Niderlandiya. Jan Diderik Van-der Waals (1837—1923)	Gazler menen suyiqlıqlardıń hal teńlemelerine arnalǵan jumısları ushin ("for his work on the equation of state for gases and liquids").
1911		 Germaniya. Vilhelm Wien (1864—1928)	Jillılıq nurlanıwin basqaratuǵın nızamlardıń ashılıwına baylanışlı bolǵan jumısları ushin ("for his discoveries regarding the laws governing the radiation of heat").

1912		■ Shveciya. Nils Gustav Dalen (1869—1937)	Jaqtılıq derekleri ushın gaz akkumulyatorları menen birgelikte paydalananıtuğın avtomat regulyatorlardı islep shıqqanı ushın ("for his invention of automatic valves designed to be used in combination with gas accumulators in lighthouses and buoys").
1913		■ Niderlandiya. Keyke Kamerling Onnis (1853—1926)	Zatlardı tómengi temperaturalarda izertlegeni hám bul izertlewlerdiń basqa da ashılıwlar menen bir qatarda suyuq geliydiń alınıwına alıp kelgenligi ushın ("for his investigations on the properties of matter at low temperatures which led, inter alia, to the production of liquid helium").
1914		■ Germaniya. Maks fon Laue (1879—1960) (siyliq 1915-jili tapsırılgan)	Kristallardaǵı rentgen nurlarınıń difrakciyasıñ ashqanlıǵı ushın ("For his discovery of the diffraction of X-rays by crystals").
1915		■ Angliya. Uilyam Genri Bregg (1862—1942)	Rentgen nurlarınıń járdeminde kristallardıń strukturasıñ izertlewde qosqan úlesleri ushın ("For their services in the analysis of crystal structure by means of X-rays").
		■ Angliya. Uilyam Lorens Bregg (1890—1971)	
1916	<i>Siyliq hesh kimge berilmegen. Aqsha qarjıları sekciyanıń arnawlı qorına ótkerilgen.</i>		
1917		■ Angliya. Charlz Glover Barkla (1877—1944)	Ximiyalıq elementlerdiń xarakteristikaliq rentgen nurlarıwın ashqanlıǵı ushın ("For his discovery of the characteristic Röntgen radiation of the elements").
1918		■ Germaniya. Maks Karl Ernst Lyudvig Plank (1858—1947)	Energiyanıń kvantların ashıwı menen fizika iliminiń rawajlanıwına qosqan úlesi ushın ("for the services he rendered to the advancement of physics by his discovery of energy quanta").

1919		 Germaniya. Yoxannes Shtark (1874—1957)	Kanallıq nurlarda Doppler effektin hám elektr maydanında spektrallıq sızıqlardıň bir neshe sızıqlarǵa bólinetügىnligiň ashqanlıgi ushın ("for his discovery of the Doppler effect in canal rays and the splitting of spectral lines in electric fields").
<b>1920-jıllar</b>			
1920		 Shveycariya. Sharl Eduard Giyom (1861—1938)	Nikeldiň kuymaları menen polattaǵı anomaliyalardı ashıw arqali dál ólshevlerdi ámelge asırıwdagi xızmetleri ushın ("for the service he has rendered to precision measurements in physics by his discovery of anomalies in nickel-steel alloys").
1921		 Germaniya, Shveycariya. Albert Eynshteyn (1879—1955)	Teoriyalıq fizikanıń алдındaǵı xızmetleri, ásirese fotoelektrlik effektti ashqanlıgi ushın ("for his services to theoretical physics, and especially for his discovery of the law of the photoelectric effect").
1922		 Daniya. Nils Bor (1885—1962)	Atomlardıň qurihsın hám olar tárepinen nurlandırılğan elektromagnit tolqınlardı izertlewlerdegi islegen xızmetleri ushın ("for his services in the investigation of the structure of atoms and of the radiation emanating from them").
1923		 AQSh. Robert Endryus Milliken (1868—1953)	Elementar elektr zaryadin aniqlaw hám fotoelektrlik effektti izertlew boyınsha islegen jumisları ushın ("for his work on the elementary charge of electricity and on the photoelectric effect").
1924		 Shveciya. Manne Sigban (1886—1978)	Rentgen spektroskopiyasın ashqanlıgi hám usı oblasttaǵı ótkergen izertlew jumisları ushın ("for his discoveries and research in the field of X-ray spectroscopy").
1925		 Germaniya. Djeyms Frank (1882—1964)	Elektronniń atom menen soqlıǵısıwi nızamın ashqanlıgi ushın ("for their discovery of the laws governing the impact of an electron upon an atom").

		 Germaniya. Gustav Lyudvig Gericke (1887—1975) (1926-jılı tapsırılğan)	
1926		 Fransiya. Jan Batist Perren (1870—1942)	Materiyanıń diskret qurılısının hám ayraqsha sedimentacialıq teń salmaqlıqtı ashqanlığı ushın ("for his work on the discontinuous structure of matter, and especially for his discovery of sedimentation equilibrium").
1927		 AQSh. Artur Xolli Kompton (1892—1962)	Óziniń atı menen atalatuǵın effektti ashqanlığı ushın ("for his discovery of the effect named after him").
		 Angliya. Charlz Tomson Riz Vilson (1869—1959)	Puwdiń kondensaciyasınıń járdeminde elektr zaryadı menen zaryadlanǵan bólekshelerdiń traektoriyasın kóriw usılin tapqanlıǵı ushın ("for his method of making the paths of electrically charged particles visible by condensation of vapour").
1928		 Angliya. Ouen Uillans Richardson (1879—1959) (sılylıq 1929-jılı tapsırılğan)	Termionlıq qubılıslardı izertlewdegi tabısları hám ayraqsha onıń atı menen atalatuǵın nızamıdı ashqanlığı ushın ("for his work on the thermionic phenomenon and especially for the discovery of the law named after him").
1929		 Fransiya. Lui de Broyl (1892—1987)	Elektronlardıń tolqınlıq qásiyetlerin ashqanlığı ushın ("for his discovery of the wave nature of electrons").
<b>1930-jıllar</b>			
1930		 Indiya. Chandrasekxara Venkata Raman (1888—1970)	Jaqtılıqtıń shashırawın izertlew boyınsha jumisları hám onıń atı menen atalatuǵın effekti ashqanlığı ushın ("for his work on the scattering of light and for the discovery of the effect named after him").
1931			Sılylıq hesh kimge berilmegen

1932		 Germaniya. Verner Karl Geyzenberg (1901—1976)	Qollanılıwı hár qıylı qubilislardıń ashılıwı menen birge vodorodtıń allotropiyalıq formasınıń ashılıwna alıp kelgen kvanlıq mexanikanı döretkeni ushın ("for the creation of quantum mechanics, the application of which has, inter alia, led to the discovery of the allotropic forms of hydrogen").
1933		 Avstriya. Ervin Shredinger (1887—1961)	Atomlıq teoriyanıń jańa jemisli formasın ashqanlıǵı ushın ("for the discovery of new productive forms of atomic theory").
		 Angliya. Pol Adrien Moris Dirak (1902—1984)	
1934	<i>Siyliq hesh kimge berilmeli.</i>		
1935		 Angliya. Djeyms Chedvik (1891—1974)	Neytrondı ashqanı ushın ("for the discovery of the neutron").
1936		 Avstriya. Viktor Franc Gess (1883—1964)	Kosmoslıq nurları ashqanı ushın ("for his discovery of cosmic radiation").
1936		 AQSh. Karl Deyvid Anderson (1905—1991)	Pozitrondı ashqanı ushın ("for his discovery of the positron").
1937		 AQSh. Klinton Djozef Devisson (1881—1958)	Kristallardaǵı elektronlardıń difrakciyasın ashqanı ushın ("for their experimental discovery of the diffraction of electrons by crystals").

		 AQSh. Djordj Padjet Tomson (1892—1975)	
1938		 Italiya. Enriko Fermi (1901—1954)	Neytronlar menen nurlandırǵanda jańa radioaktiv elementlerdiń alınatuǵınlıǵın dálillegeni hám usı qubılıs penen baylanısh bolǵan áste qozǵalatuǵın neytronlardıń tásirinde júretuǵın yadrolıq reakciyalardı ashqanı ushın ("for his demonstrations of the existence of new radioactive elements produced by neutron irradiation, and for his related discovery of nuclear reactions brought about by slow neutrons").
1939		 AQSh. Ernest Orlandi Laurens (1901—1958)	Ciklotrondi oylap tapqanı menen onı jetilistirgeni hám onıń járdeminde qolǵa kirgizgen nátiyjeleri, ásirese jasalma radioaktiv elementlerdi ashqanı ushın ("for the invention and development of the cyclotron and for results obtained with it, especially with regard to artificial radioactive elements").
<b>1940-jıllar</b>			
1940			<i>Sylıq hesh kimge berilmeli. Aqsha qarjıları sekciyanıń arnawlı fondına (2/3 bólegi) hám Nobel fondına (1/3 bólegi) ótkerilgen.</i>
1941			
1942			
1943		 AQSh, Germaniya. Otte Shtern (1888—1969)	Molekulalıq dásteler usılın rawajlandırıwda qosqan úlesleri hám protonní magnit momentin ashqanı ushın ("for his contribution to the development of the molecular ray method and his discovery of the magnetic moment of the proton").
1944		 AQSh, Polsha. Isidor Ayzek Rabi (1898—1988)	Atom yadrolarınıń magnitlik qásiyetlerin ólshewdiń rezonanslıq usılın tapqanı ushın ("for his resonance method for recording the magnetic properties of atomic nuclei").
1945		 Avstriya. Wolfgang Pauli (1900—1958)	Onıń atı menen atalatuǵın qadaǵan etiw principin ashqanı ushın ("for the discovery of the Exclusion Principle, also called the Pauli principle").

1946		 AQSh. Persi Uilyams Bridjmen (1882—1961)	Asa joqarı basımdı payda ete alatuğın ásbaptı oylap tapqanı hám usıǵan baylanıslı joqarı basımlar fizikasındaǵı ilimiý ashıwları ushın ("for the invention of an apparatus to produce extremely high pressures, and for the discoveries he made there within the field of high pressure physics").
1947		 Angliya. Eduart Viktor Eplton (1892—1965)	Atmosferaniń joqargı qatlamların izertlegeni hám Eplton qatlamı dep atalatuğın qatlamdı ashqanlıǵı ushın ("for his investigations of the physics of the upper atmosphere especially for the discovery of the so-called Appleton layer").
1948		 Angliya. Patrik Meynard Styuart Blekett (1897—1974)	Vilson kamerası usılın jetistirgeni hám usıǵan baylanıslı yadrolıq fizika menen kosmoslıq nurlar fizikası oblastlarındaǵı ilimiý ashıwları ushın ("for his development of the Wilson cloud chamber method, and his discoveries therewith in the fields of nuclear physics and cosmic radiation").
1949		 Yaponiya. Xideki Yukava (1907—1981)	Yadrolıq kúshlerdi teoriyalıq izertlewleri tiykarında mezonlardıń bar ekenligin boljaǵanı ushın ("for his prediction of the existence of mesons on the basis of theoretical work on nuclear forces").
<b>1950-jıllar</b>			
1950		 Angliya. Sesil Frenk Pauell (1903—1969)	Yadrolıq processlerdi izertlewdiń fotografiyalıq usılın islep shıqqanlıǵı hám onıń járdeminde mezonlardı ashqanı ushın ("for his development of the photographic method of studying nuclear processes and his discoveries regarding mesons made with this method").
1951		 Angliya. Djon Duglas Kokroft (1897—1967)	Basqarılıtuğın atomlıq bólekshelerdiń járdeminde atom yadrolarınıń aylanısları boyinsha ótkergen izertlew jumısları ushın ("for their pioneer work on the transmutation of atomic nuclei by artificially accelerated atomic particles").
		 Irlandiya. Ernest Tomas Sinton Uolton (1903—1995)	

		 AQSh. Feliks Blox (1905—1983)	
1952		 AQSh. Edvard Mills Parsell (1912—1997)	Yadrolıq ólshevlerdiń dál usılların rawajlandırǵanı hám onıń menen baylanıslı bolǵan ilimiý ashiwları ushın ("for their development of new methods for nuclear magnetic precision measurements and discoveries in connection therewith").
1953		 Niderlandiya. Fric Cernike (1888—1966)	Fazalıq-kontastlıq usıldı tiykarlaǵanı, sonıń ishinde ayraqsha fazalıq-kontrastlıq mikroskopı islep shıqqanı ushın ("for his demonstration of the phase contrast method, especially for his invention of the phase contrast microscope").
1954		 Batis Germaniya. Maks Born (1882—1970)	Kvantlıq mehanika boyinsha fundamentallıq jumısları, sonıń ishinde ayraqsha tolqın funkciyasın statistikalıq jaqtan interpretaciyalagaraǵanı ushın ("for his fundamental research in quantum mechanics, especially for his statistical interpretation of the wavefunction").
1954		 Batis Germaniya. Valter Bote (1891—1957)	Kosmoslıq nurlardı tabıw ushın sáykes keliw usılin tapqanı hám usı usıldıń járdeminde ilimiý ashılıwları ushın ("for the coincidence method and his discoveries made therewith").
1955		 AQSh. Uills Yudjin Lemb (1913—2008)	Vodorotlıń juqa spektri menen baylanıslı bolǵan ilimiý ashiwları ushın ("for his discoveries concerning the fine structure of the hydrogen spectrum").
1955		 AQSh. Polikarp Kush (1911—1993)	Elektronniń magnit momentiniń shamasın dál anıqlaǵanı ushın ("for his precision determination of the magnetic moment of the electron").

		 AQSh. Uilyam Bredford Shokli (1910—1989)	
1956		 AQSh. Djon Bardin (1908—1991)	<p>Yarım ótkizgishlerdi izertlegeni hám tranzistorlıq effekti ashqanı ushin ("for their researches on semiconductors and their discovery of the transistor effect").</p>
		 AQSh. Uolter Xauzer Bratteyn (1902—1987)	
1957		  Qıtay, AQSh. Yang Chjennin (1922)	<p>Elementar bóleksheler fizikasındaǵı áhmiyetli ilimiý ashılıwlardaǵa alip kelgen juplıq nızamları dep atalatuǵın nızamlardı tereń izertlewleri ushin ("for their penetrating investigation of the so-called parity laws which has led to important discoveries regarding the elementary particles").</p>
		  Qıtay, AQSh. Li Chjendao (1926)	
1958		 SSSR. Pavel Alekseevich Cherenkov (1904—1990)	<p>Cherenkov effektin ashqanı hám túsingirgeni ushin ("for the discovery and the interpretation of the Cherenkov effect").</p>
		 SSSR. Ilya Mixaylovich Frank (1908—1990)	

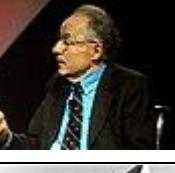
		 SSSR. Igor Evgenievich Tamm (1895—1971)	
1959		 AQSh. Emilio Djino Segre (1905—1989)	Antiprotondı ashqanı ushın ("for their discovery of the antiproton").   AQSh. Ouen Chemberlen (1920—2006)
			
<b>1960-jıllar</b>			
1960		 AQSh. Donald Artur Glazer (1926—2013)	Kóbikli kamerani oylap tapqanlığı ushın ("for the invention of the bubble chamber").
1961		 AQSh. Robert Xofshtadter (1915—1990)	Elektronlardıń atomlardıń yadrolarında shashırawların izertlewleri hám usı izertlewlerge baylanışlı nuklonlardıń strukturاسına qatnası bar ilimiy ashıwları ushın ("for his pioneering studies of electron scattering in atomic nuclei and for his thereby achieved discoveries concerning the structure of the nucleons").
1961		 Basis Germaniya. Rudolf Lyudvig Messbauer (1929—2011)	Gamma nurlarınıń rezonanslıq jutılıwin izertlegeni hám usıǵan baylanışlı onıń ismi menen atalatuǵın effektti ashqanı ushın ("for his researches concerning the resonance absorption of gamma radiation and his discovery in this connection of the effect which bears his name").
1962		 SSSR. Lev Davidovich Landau (1908—1968)	Kondensaciyalanǵan ortalıqlardıń novatorlıq teoriyasın, ayraqsha suyuq geliydiń teoriyasın döretkeni ushın ("for his pioneering theories for condensed matter, especially liquid helium").

		 AQSh. Yudjin Vigner (1902—1995) (siyliqtıń 1/2 bólegi)	Atom yadrosı hám elementar bóleksheler teoriyasına ayriqsha ashılıwlardıń hám simmetriyanıń fundamentallıq prinsipleri járdeminde qosqan úlesi ushin ("for his contributions to the theory of the atomic nucleus and the elementary particles, particularly through the discovery and application of fundamental symmetry principles").
1963		 AQSh. Mariya Geppert-Mayer (1906—1972) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	
		 Batis Germaniya. Xans Yensen (1907—1973) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	Yadronıń qabiqlıq strukturasına baylanıslı bolǵan jumısları ushin ("for their discoveries concerning nuclear shell structure").
		 AQSh. Charlz Xard Tauns (1915—2015) (siyliqtıń 1/2 bólegi)	
1964		 SSSR. Nikolay Gennadievich Basov (1922—2001) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	Lazerlik-mazerlik prinsipte isleytuǵın generatorlar menen kúsheytkishlerdiń döretiliwine alıp kelgen kvantlıq elektrodinamika tarawındıǵı fundamentallıq jumısları ushin ("for fundamental work in the field of quantum electronics, which has led to the construction of oscillators and amplifiers based on the maser-laser principle").
		 SSSR. Aleksandr Mixaylovich Proxorov (1916—2002) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	
<a href="#"><u>1965</u></a>		 Yaponiya. Sinitiro Tomonaga (1906—1979)	Elementar bóleksheler fizikası ushin úlken nátiyjelerdi bergen kvantlıq elektrodinamika boyınsha fundamentallıq jumısları ushin ("for their fundamental work in quantum electrodynamics (QED), with deep-ploughing consequences for the physics of elementary particles").

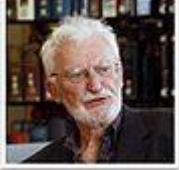
		 AQSh. Djulian Shvinger (1918—1994)	
		 AQSh. Richard Phillips Feynman (1918—1988)	
1966		 Franciya. Alfred Kastler (1902—1984)	Atomlardaǵı Gerc rezonansların izertlewdiń optikalıq usılların ashqanı hám islep shıqqanı ushın ("for the discovery and development of optical methods for studying Hertzian resonances in atoms").
1967		 AQSh. Xans Albrekt Bete (1906—2005)	Yadrolıq reakciyalar teoriyasına qosqan úlesi, ayriqsha juldızlardıń energiyasınıń dereklerine baylanıshı bolǵan ilimiy ashiwları ushın ("for his contributions to the theory of nuclear reactions, especially his discoveries concerning the energy production in stars").
1968		 AQSh. Luis Uolter Alvares (1911—1988)	Elementar bóleksheler fizikasına qosqan úlesi, atap aytqanda ol islep shıqqan vodorodlıq kóbiklik kamera menen maǵlıwmatlardı qayta islew usılıń paydalaniw joli menen kóp sanlı rezonanslardı ashqanı ushın ("for his decisive contributions to elementary particle physics, in particular the discovery of a large number of resonance states, made possible through his development of the technique of using hydrogen bubble chamber and data analysis").
1969		 AQSh. Myurrey Gell-Mann (1929—2019)	Elementar bólekshelerdiń klassifikasiyası hám olardıń bir biri menen tásirlesiwi boyınsha islegen ilimiy ashiwları ushın ("for his contributions and discoveries concerning the classification of elementary particles and their interactions").
<b>1970-jıllar</b>			
1970		 Shveciya. Xannes Alven (1908—1995)	Magnitlik gidrodinamikadaǵı fundamentallıq jumisları hám ilimiy ashiwları jáne olardı plazma fizikasınıń hár qıylı tarawlarında jemisli túrde paydalangانı ushın ("for fundamental work and discoveries in magnetohydrodynamics with fruitful applications in different parts of plasma physics").

		 Franciya. Lui Ejen Feliks Neel (1904—2000)	Qattı deneler fizikasında úlken jańalıqlarǵa alıp kelgen antiferromagnetizm menen ferromagnetizmge baylanlısı bolǵan fundamentallıq miynetleri menen ilimiý ashiwlari ushin ("for fundamental work and discoveries concerning antiferromagnetism and ferrimagnetism which have led to important applications in solid state physics").
1971		 Angliya. Denesh Gabor (1900—1979)	Golografiyalıq usılıdı oylap tapqanlığı hám jetilistirgeni ushin ("for his invention and development of the holographic method").
1972		 AQSh. Djon Bardin (1908—1991)	Ádette BKSh teoriyası dep atalatuǵın asa ótkizgishlik teoriyasın dóretkeni ushin ("for their jointly developed theory of superconductivity, usually called the BCS-theory").
		 AQSh. Leon Nil Kuper (1930)	
		 AQSh. Djon Robert Shriffrer (1931)	
1973		 Angliya. Brayan Devid Djozefson (1940) (siyliqtıń 1/2 bólegi)	Tunnellik barer arqalı ótetuǵın toqtıń qásiyetlerin teoriyalıq boljaǵanı, sonıń ishinde ádette Djozefson effekti dep atalatuǵın qubılıstı ashqanı ushin ("for his theoretical predictions of the properties of a supercurrent through a tunnel barrier, in particular those phenomena which are generally known as the Josephson effect").
		 Yaponiya. Leo Esaki (1925) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	Sáykes yarım ótkizgishlerdegi hám asa ótkizgishlerdegi tunnellik qubılıslardı ashqanı ushin ("for their experimental discoveries regarding tunneling phenomena in semiconductors and superconductors, respectively").

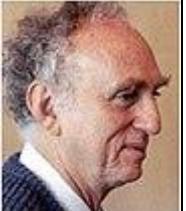
		 AQSh. Ayvar Djayever (1929) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	
1974		 Angliya. Martin Rayl (1918—1984)	Ilimiy baqlawları menen oylap tabıwları, sonıń ishinde aperturalıq sintez usılnı tapqanı ushın ("for their pioneering research in radio astrophysics: Ryle for his observations and inventions, in particular of the aperture synthesis technique").
		 Angliya. Entoni Xyuish (1924)	Pulsarlardıń ashılıwında onıń tutqan baslı ornı ushın ("Hewish for his decisive role in the discovery of pulsars").
1975		 Daniya. Oge Nils Bor (1922—2009)	<p>Atom yadrosındaǵı kollektivlik qozǵalıs penen ayırım bólekshelerdiń qozǵalısı arasındaǵı óz-ara baylanıstı ashqanı hám usı baylanıs tiykarında atom yadrosınıń qurılısunıń teoriyasın rawajlandırǵanı ushın ("for the discovery of the connection between collective motion and particle motion in atomic nuclei and the development of the theory of the structure of the atomic nucleus based on this connection").</p>
		 Diniya. Ben Roy Mottelson (1926)	
1976		 AQSh. Leo Djeyms Reynuoter (1917—1986)	<p>Jańa tiptegi awır elementar ashiwdagı salmaqlı úlesi ushın ("for their pioneering work in the discovery of a heavy elementary particle of a new kind").</p>
		 AQSh. Semyuel Ting (1936)	
1977		 AQSh. Filip Uorren Anderson (1923)	Magnitlik hám tártipke túspegen sistemalardıń elektronlıq strukturasın fundamentallıq teoriyalıq izertlegeni ushın ("for their fundamental theoretical investigations of the electronic structure of magnetic and disordered systems").

		 Angliya. Nevill Francis Mott (1905—1996)	
		 AQSh. Djon Van Flek (1899—1980)	
		 SSSR. Petr Leonidovich Kapica (1894—1984) ( $\frac{1}{2}$ bólegi)	Tómengi temperaturalar fizikası tarawındagı fundamentallıq oylap tabıwları hám ilimiý asıwları ushin ("for his basic inventions and discoveries in the area of low-temperature physics").
1978		 AQSh. Arno Allan Penzias (1933) (siylıqtıń siylıqtıń $\frac{1}{4}$ bólegi)	Mikrotolqınlıq reliktlik nurlardı ashqanı ushin ("for their discovery of cosmic microwave background radiation").
		 AQSh. Robert Vudro Wilson (1936) (siylıqtıń $\frac{1}{4}$ bólegi)	
1979		 AQSh. Sheldon Lee Glashow (1932)	
		 Pakistan. Abdus Salam (1926—1996)	Elementar bóleksheler arasındaǵı birlesken ázzi hám elektromagnitlik tásırlıw teoriyasın dóretiwdegi úlesi, sonıń ishinde ázzi neytrallıq toqlardıń bar ekenligin boljaǵanı ushin ("for their contributions to the theory of the unified weak and electromagnetic interaction between elementary particles, including, inter alia, the prediction of the weak neutral current").
		 AQSh. Steven Weinberg (1933)	
<b>1980-jıllar</b>			

1980	 <b>AQSh.</b> Djeyms Uotson Kronin (1931—2016)		<p>Neytral K-mezonlardıń ıdırawında simmetriyanıń fundamentallıq principleriniń buzılıtuǵınlıǵıń ashqanı ushın ("for the discovery of violations of fundamental symmetry principles in the decay of neutral K-mesons").</p>
1981	 <b>AQSh.</b> Val Logsdon Fitch (1923—2015)		
1981	 <b>AQSh.</b> Nikolas Blombergen (1920—2017) (siylıqtıń 1/4 bólimi)		<p>Lazerlik spetroskopiyaniń rawajlaniwına qosqan úlesi ushın ("for their contribution to the development of laser spectroscopy").</p>
	 <b>AQSh.</b> Artur Leonard Shavlov (1921—1999) (siylıqtıń 1/4 bólegi)		
1982	 <b>AQSh.</b> Kay Sigban (1918—2007) (siylıqtıń 1/2 bólimi)		<p>Fazalıq ótiwlerge baylanılı kritikalıq qubılıslardı ashqanı ushın ("for his theory for critical phenomena in connection with phase transitions").</p>
1983	 <b>Indiya, AQSh.</b> Subramanyan Chandrasekar (1910—1995)		<p>Juldızlardıń qurılısı menen evolyuciyasında áhmiyetli orındı tutatuǵıń fizikalıq processlerdi teoriyalıq izertlegeni ushın ("for his theoretical studies of the physical processes of importance to the structure and evolution of the stars").</p>
1983	 <b>AQSh.</b> Uilyam Alfred Fauler (1911—1995)		<p>Álemdегi ximiyaliq elementlerdiń payda bolıwı ushın áhmiyetli orındı iyeleytuǵıń yadrolıq reakciyalardı teoriyalıq hám eksperimentallıq izertlegeni ushın ("for his theoretical and experimental studies of the nuclear reactions of importance in the formation of the chemical elements in the universe").</p>

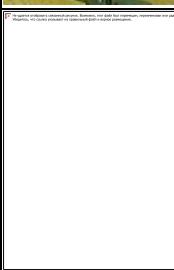
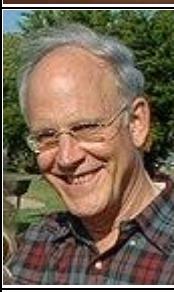
		 Italiya. Karlo Rubbia (1934)	
1984		 Niderlandiya. Simon van der Merwe (1925—2011)	Iske qosılıwi ázzi táśirlerdi alıp júretugın maydannıń kvantları bolǵan W hám Z bozonlarıńı ashılıwına alıp kelgen úlken proektke qosqan úlesi ushin ("for their decisive contributions to the large project, which led to the discovery of the field particles W and Z, communicators of weak interaction").
1985		 Batis Germaniya. Klaus von Klitzing (1943)	Kvantlıq Xoll effektin ashqanı ushin ("for the discovery of the quantized Hall effect").
		 Batis Germaniya. Ernst Ruska (1906—1988) (siylıqtıń 1/2 bólimi)	Elektronlıq optika boyınsha fundamentallıq jumısları hám birinshi elektronlıq mikroskopı dóretkeni ushin ("for his fundamental work in electron optics, and for the design of the first electron microscope").
1986		 Batis Germaniya. Gerd Binnig (1947) (siylıqtıń 1/4 bólimi)	Skannerlewshi tunnellik mikroskopı oylap tapqanı ushin ("for their design of the scanning tunneling microscope").
		 Shveycariya. Heinrich Rohrer (1933—2013) (siylıqtıń 1/4 bólimi)	
1987		 Batis Germaniya. Georg Bednorc (1950)	Keramikalıq materiallarda asa ótkizgishlikti ashıw menen fizikadaǵı úlken jańalıqtı ashqanlıǵı ushin ("for their important break-through in the discovery of superconductivity in ceramic materials").
		 Shveycariya. Karl Muller (1927)	
1988		 AQSh. Leon Lederman (1922—2018)	Neytrinoliq neytrinoni ashıw usılın dóretkeni hám myuonlıq arqalı leptonlardıń dubletlik strukturasıń dálillegeni ushin ("for the neutrino beam method and the demonstration of the doublet structure of the leptons through the discovery of the muon neutrino").
		 AQSh.	

		Melvin Shvarc (1932—2006)	
		 AQSh. Djek Steynberger (1921)	
1989		 AQSh. Norman Ramsey (1915—2011) (siyliqtıń 1/2 bólımı)	Rezonanslıq oscillyaciyalanıwshı maydanlar usılın oylap tapqanı hám vodorodlıq mazerde hám basqa da atomlıq saatlarda qollanǵanı ushın ("for the invention of the separated oscillatory fields method and its use in the hydrogen maser and other atomic clocks").
		 AQSh. Xans Demelt (1922—2017) (siyliqtıń 1/4 bólımı)	Jalǵız ionlardı uslap turiw usılın islep shıqqanı ushın ("for the development of the ion trap technique").
		 Batıs Germaniya. Wolfgang Paul (1913—1993) (siyliqtıń 1/4 bólımı)	
<b>1990-jıllar</b>			
1990		 AQSh. Djerom Fridman (1930)	Bóleksheler fizikasındaǵı kvarklik modeldiń rawajlanıwında úlken áhmiyetke iye bolǵan elektronlardıń protonlardaǵı hám baylanısqan neytronlardaǵı tereń serpimli emes shashırawı boyınsha islegen pionerlik xızmetleri ushın ("for their pioneering investigations concerning deep inelastic scattering of electrons on protons and bound neutrons, which have been of essential importance for the development of the quark model in particle physics").
		 AQSh. Genri Kendall (1926—1999)	
1991		 Kanada. Richard Teylor (1929—2018)	Ápiwayı sistemalardaǵı tártipke keliw qubılısları ushın rawajlandırılgan usıllardıń materiyaniń quramı bolǵan formaları ushın qollanıwǵa, sonıń ishinde suyıq kristallar menen polimerlerdi izertlewge de bolatúǵınlıǵıń tapqanı ushın ("for discovering that methods developed for studying order phenomena in simple systems can be generalized to more complex forms of matter, in particular to liquid crystals and polymers").

1992		Franciya, Polsha. Jorj Sharpak (1924—2010)	Bóleksheler detektorlarının oylap tapqanı hám jetilistirgeni, sonıń ishinde kóp sımlı proporcionallıq kameranı dóretkeni ushın ("for his invention and development of particle detectors, in particular the multiwire proportional chamber").
1993		AQSh Rassel Xals (1950)	Gravitaciyanı úyreniwde jańa múmkinshiliklerdi ashıp bergen pulsarlardıń jańa tipin ashqanı ushın ("for the discovery of a new type of pulsar, a discovery that has opened up new possibilities for the study of gravitation").
		AQSh. Djozef Teylor (kishkenesi). (1941)	
1994		Kanada. Bertram Brokxauz (1918—2003)	Neytronlıq spektroskopiyani dóretkeni ushın ("for the development of neutron spectroscopy" and "for pioneering contributions to the development of neutron scattering techniques for studies of condensed matter").
1994		AQSh. Klifford Shall (1915—2001)	Neytronlıq difrakciya usılıń dóretkeni ushın ("for the development of the neutron diffraction technique" and "for pioneering contributions to the development of neutron scattering techniques for studies of condensed matter").
1995		AQSh. Martin Perl (1927—2014)	Tau-leptondı ashqanı ushın ("for the discovery of the tau lepton" and "for pioneering experimental contributions to lepton physics").
1995		AQSh. Frederik Raynes (1918—1998)	Neytrinoni eksperimentte ashqanı ushın ("for the detection of the neutrino" and "for pioneering experimental contributions to lepton physics").
1996		AQSh. Devid Li (1931)	Geliy-3 tiń asa aqqışlığın ashqanı ushın ("for their discovery of superfluidity in helium-3").

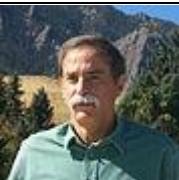
		 AQSh. Duglas Osherov (1945)	
		 AQSh. Robert Richardson (1937—2013)	
1997		 AQSh. Stiven Chu (1948)	
		 Franciya. Klod Koen-Tannudji (1933)	Lazer jaqtısınıń járdeminde atomlardı salqınlatıw hám bir ornda uslap turiw usılların dóretkeni ushın ("for development of methods to cool and trap atoms with laser light").
		 AQSh. Uilyam Fillips (1948)	
1998		 AQSh. Robert Laflin (1950)	
		 Germaniya. Xorst Shtermer (1949)	Bólshek elektr zaryadlarına iye qozıwlarǵa ushırayıtuǵın kvantlıq suyılqıqtıń jańa formasın ashqanı ushın ("for their discovery of a new form of quantum fluid with fractionally charged excitations").
		 AQSh. Deniel Cui (1939)	

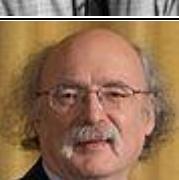
		 Niderlandiya. Gerard 't Hooft (1946)	
1999		 Niderlandiya. Martinus Veltman (1931)	Elektráazzi tásirlesiwdiń kvantlıq strukturasın aniqlaǵanı ushın ("for elucidating the quantum structure of electroweak interactions in physics").
<b>2000-jıllar</b>			
		 Rossiya. Jores Ivanovich Alferov (1930—2019) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	
2000		 Germaniya. Gerbert Kremer (1928) (siyliqtıń 1/4 bólegi)	Joqarı jiyilikli sxemalarda hám optoelektronikada paydalanylataǵın yarım ótkizkishli geterostrukturalardı islep shıqqanı ushın ("for developing semiconductor heterostructures used in high-speed- and optoelectronics").
		 AQSh. Djek Kilbi (1923—2005) (siyliqtıń 1/2 bólegi)	Integrallıq sxemanı islep shıǵıwdaǵı qatnasları ushın ("for his part in the invention of the integrated circuit").
		 AQSh. Erik Kornell (1961)	
2001		 Germaniya. Wolfgang Ketterle (1957)	Siltili metallardıń siyrekletilgen gazlerdegi Boze-Eynshteyn kondensaciyasına jetkeni hám kondensaciyalanǵan qásiyetlerin baslangısh fundamentallıq izertlegeni ushın ("for the achievement of Bose-Einstein condensation in dilute gases of alkali atoms, and for early fundamental studies of the properties of the condensates").
		 AQSh Karl Viman (1951)	

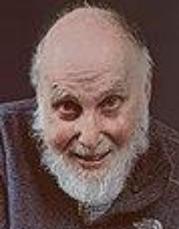
		<p>AQSh. Raymond Devis (kishkenesi) (1914—2006) (sıyılıqtıń 1/4 bólegi)</p>	
2002		<p>Yaponiya. Masatosi Kosiba (1926) (sıyılıqtıń 1/4 bólegi)</p>	<p>Astrofizikaǵa qosqan pionerlik úlesi, sonıń ishinde kosmoslıq neytrinonı tapqanı ushın ("for pioneering contributions to astrophysics, in particular for the detection of cosmic neutrinos").</p>
		<p>AQSh. Rikkardo Djakkoni (1931—2018) (<math>\frac{1}{2}</math> bólegi)</p>	<p>Nátiyjesi rentgen nurlarınıń kosmoslıq detektorınıń ashılıwına alıp kelgen astrofizikadaǵı izertlewleri ushın ("for pioneering contributions to astrophysics, which have led to the discovery of cosmic X-ray sources").</p>
2003		<p>Rossiya, AQSh. Aleksey Alekseevich Abrikosov (1928—2017)</p>	
		<p>Rossiya. Vitaliy Lazarevich Ginzburg (1916—2009)</p>	<p>Asa ótkizgishler hám asa aqqish suyılqlıqlar teoriyasına qosqan pionerlik úlesi ushın ("for pioneering contributions to the theory of superconductors and superfluids").</p>
		<p>Angliya, AQSh. Entoni Leggett (1938)</p>	
2004		<p>AQSh. Devid Gross (1941)</p>	<p>Kúshli tásirlesiwdegi asimptotalıq erkinlikti ashqanı ushın ("for the discovery of asymptotic freedom in the theory of the strong interaction").</p>
		<p>AQSh. Devid Politcer (1949)</p>	

		 AQSh. Frenk Vilchek (1951)	
2005		 AQSh. Roy Glauber (1925—2018) (sıyılıqtıń 1/2 bólegi)	Optikalıq kogerentliktiń kvantlıq teoriyasına qosqan úlesi ushın ("for his contribution to the quantum theory of optical coherence").
		 AQSh. Djon Xoll (1934) (sıyılıqtıń 1/4 bólegi)	Lazerlik dál spektroskopiyaniń rawajlanıwına qosqan úlesi, sonıń ishinde jiyiliktiń optikalıq standartındaǵı jaqtılıqtıń jılısıwin preceziyalıq esaplaw texnikasın dóretkeni ushın ("for their contributions to the development of laser-based precision spectroscopy, including the optical frequency comb technique").
		 Germaniya. Teodor Xensh (1941) (sıyılıqtıń 1/4 bólegi)	
2006		 AQSh. Djon Mazer (1946)	Kosmoslıq mikrotolqınlıq fonlıq nurlarıwdıń spektrin qara deneniń spektriniń formasınday ekenligin hám onıń anizotropiyasın ashqanı ushın ("for their discovery of the blackbody form and anisotropy of the cosmic microwave background radiation").
		 AQSh. Djordj Smut (1945)	
2007		 Franciya. Alber Fert (1938)	
		 Germaniya. Peter Gryunberg (1939—2018)	Gigant magnitlik qarsılıq effektin ashqanı ushın ("for the discovery of giant magnetoresistance").
2008		 Yaponiya, AQSh. Yoitiro Nambu (1921—2015) (1/2 bólimi)	Subatomlıq fizikadaǵı simmetriyanıń spontan buzılıwınıń mexanizmin ashqanı ushın ("for the discovery of the mechanism of spontaneous broken symmetry in subatomic physics").

	 <p>● Yaponiya. Makoto Kobayashi (1944) (siyliqtıń 1/4 bólegi)</p>	Tábiyatta kvarklerdiń keminde úsh áwladınıń bar ekenligin boljawǵa alıp kelgen simmetriyanıń buzılıwınıń deregin ashqanı ushin ("for the discovery of the origin of the broken symmetry which predicts the existence of at least three families of quarks in nature").
	 <p>● Yaponiya. Tosixide Maskava (1940) (siyliqtıń 1/4 bólegi)</p>	
2009	 <p>🇨🇳 🇺🇸 Qıtay, AQSh. Charlz Kuen Kao (1933—2018) (<math>\frac{1}{2}</math> bólimi)</p>	Optikalıq baylanıs ushin jaqtılıqtı talşıqlarda jetkerip beriwgə baylanılı bolǵan revolyuciyalıq jetiskenlikleri ushin ("for groundbreaking achievements concerning the transmission of light in fibers for optical communication").
	 <p>🇺🇸 AQSh. Uillard Boyl (1924—2011) (siyliqtıń 1/4 bólimi)</p>	Súwretlerdi registraciyalaw ushin yarım ótkizgishli sxemani – PZS-sensordı dóretkeni ushin ("for the invention of an imaging semiconductor circuit – the CCD sensor").
	 <p>🇺🇸 AQSh. Djordj Smit (1930) (siyliqtıń 1/4 bólimi)</p>	
	<b>2010-jıllar</b>	
2010	 <p>🇷🇺 Rossiya. Andrey Geym (1958)</p>	Eki ólshemli material bolǵan grafendi izertlew boyınsha novatorlıq eksperimentleri ushin ("for groundbreaking experiments regarding the two-dimensional material graphene").
	 <p>🇷🇺 🇬🇧 Rossiya, Angliya. Konstantin Novoselov (1974)</p>	

		 AQSh. Sol Perlmutter (1959) ( $\frac{1}{2}$ bólegi)	
2011		 Avstraliya, AQSh. Brayan Shmidt (1967) (siylıqtıń 1/4 bólegi)	Alistaǵı asa jańa juldızlardı baqlaw joli menen Álemniń tezleniw menen keńeyip atırǵanın ashqanı ushın ("for the discovery of the accelerating expansion of the Universe through observations of distant supernovae").
		 AQSh. Adam Riss (1969) (siylıqtıń 1/4 bólegi)	
2012		 Franciya. Serj Arosh (1944)	Ayırım kvantlıq sistemalardı ólshewdi hám olardı basqariwǵa mümkinshilik beretuǵın kvantlıq sistemalardıń ústinde manipulyacyyalaw texnologiyasın dóretkeni ushın ("for ground-breaking experimental methods that enable measuring and manipulation of individual quantum systems").
		 AQSh. Devid Uaynlend (1944)	
2013		 Belgiya. Fransua Engler (1932)	Sońǵı waqtları bar ekenligi CERN degi Úlken adronlıq kollayderde ótkerilgen ATLAS hám CMS eksperimentlerinde tastıyıqlanǵan subatomlıq bólekshelerdiń massalarınıń payda bolıwin túsındırıwge járdem beretuǵın mexanizmdi teoriyalıq jollar menen tapqanı ushın ("for the theoretical discovery of a mechanism that contributes to our understanding of the origin of mass of subatomic particles, and which recently was confirmed through the discovery of the predicted fundamental particle, by the ATLAS and CMS experiments at CERN's Large Hadron Collider").
		 Angliya. Piter Xiggs (1929)	

		● Yaponiya. Isamu Akasaki (1929)	
2014		● Yaponiya. Xirosi Amano (1960)	Jaqtılı hám energiyani únemleytuǵın aq jaqtılıqtıń derekleriniń payda bolıwına alıp keletuǵın effektivli jaqtılıq diodların dóretkeni ushın ("for the invention of efficient blue light-emitting diodes which has enabled bright and energy-saving white light sources").
		● 🇺🇸 Yaponiya, AQSh. Syudzi Nakamura (1954)	
		● Yaponiya. Takaaki Kadzita (1959)	
2015		● 🇨🇦 Kanada. Artur Makdonald (1943)	Neytrinonıń massasınıń bar ekenligin kórsetetuǵın neytrinoliq oscillyaciyalardı ashqanı ushın ("for the discovery of neutrino oscillations, which shows that neutrinos have mass").
		● 🇬🇧 Angliya. Deyvid Tauless (1934—2019) (1/2 bólegi)	
2016		● 🇬🇧 Angliya. Dankan Xoldeyn (1951) (sıyılıqtıń 1/4 bólegi)	Topologiyalıq fazalıq ótiwlerdi hám zattıń topologiyalıq fazaların ashqanı ushın ("for theoretical discoveries of topological phase transitions and topological phases of matter").
		● 🇬🇧 Angliya. Djon Kosterlic (1942) (sıyılıqtıń 1/4 bólegi)	

		 AQSh. Reyner Vays (1932) ( $\frac{1}{2}$ bólimi)	
2017		 AQSh. Barri Berish (1936) (siyliqtıń 1/4 bólimi)	LIGO detektorı ushin sheshiwshi úles qosqanı hám gravitaciyalıq tolqınlardı ashqanı ushin ("for decisive contributions to the LIGO detector and the observation of gravitational waves").
		 AQSh. Kip Torn (1940) (siyliqtıń 1/4 bólimi)	
		 AQSh. Artur Eshkin (1922) (siyliqtıń $\frac{1}{2}$ bólégii)	Optikalıq pincetti oylap tapqanı hám olardı biologiyalıq sistemalarda paydalanganı ushin ("for groundbreaking inventions in the field of laser physics", in particular "for the optical tweezers and their application to biological systems").
2018		 Franciya. Jerar Muru (1944) (siyliqtıń 1/4 bólégii)	Joqarı intensivli, ultra qısqa optikalıq impulslardı generaciyalaw usılı ushin ("for groundbreaking inventions in the field of laser physics", in particular "for their method of generating high-intensity, ultra-short optical pulses").
		 Kanada. Donna Striklend (1959) (siyliqtıń 1/4 bólégii)	

## Qızıqlı faktler

Fizika boyinsha Nobel siyliğin beriwdiń tariyxında tek úsh hayal adam siyliq alıwǵa miyasar boldı: 1903-jılı Mariya Kyuri (ol Nobel siyliğin alıwǵa miyasar bolǵan birinshi hayal kisi bolıp tabıladi), 1963-jılı Mariya Geppert-Mayer hám 2018-jılı Donna Striklend.

Mariya Kyuri Nobel siyliğin ekinshi ret 1911-jılı ximija boyinsha aldı.

Fizika boyinsha Nobel siyliğin eki ret algan bir adam boldı (Djon Bardin 1956- hám 1972-jilları).

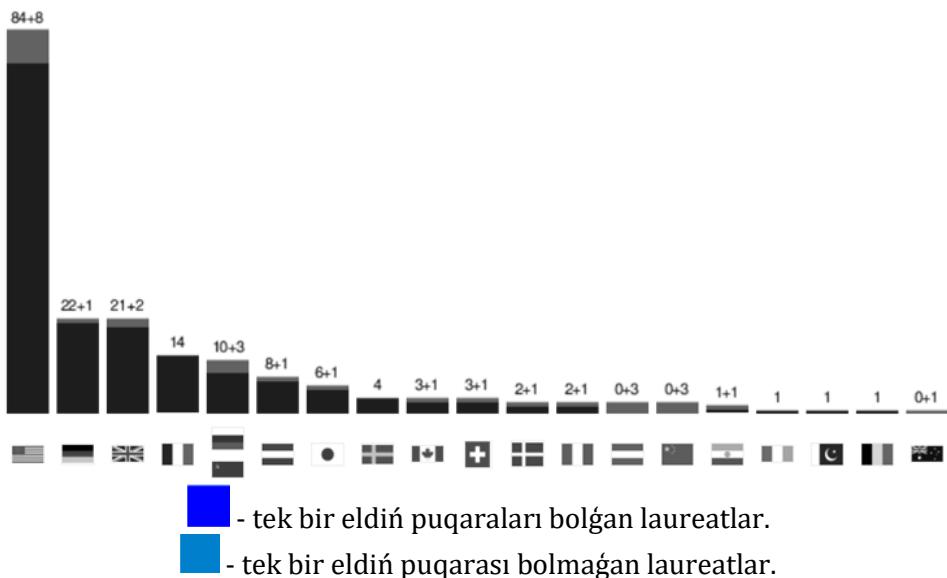
Fizika boyinsha Nobel siyliğin tapsırǵan waqitta eń jas bolǵan alım Uilyam Lorenc Bregg edi (ol Nobel siyliğin 1915-jılı 25 jasında óziniń ákesi Uilyam Genri Bregg penen birge algan edi).

Fizika boyinsha Nobel siyliğin tapsırǵan waqitta eń jasi úlken adam Artur Eshkin edi. Ol siyliqtı 2018-jılı 96 jasında aldı (ol siyliqtı algan waqitta barlıq Nobel siyliqların alganlardıń ishinde eń jası úlkeni edi).

Fizika boyinsha Nobel sıylığın alıwǵa miyasar bolǵanlardıń ishinde Charlz Tauns (ol sıylıqtı 1964-jılı aldı) 99 jıl jasadi. Laureatlardıń ishinde barlıǵınan kem jasaǵan sıylıqtı 1903-jılı alıwǵa miyasar bolǵan Per Kyuri edi. Ol 1906-jılı 46 jasında jol apatında qaytis boldı.

Nobel sıylığın algannan keyin eń uzaq jasaǵan laureat Lui de Broyl edi. Ol Nobel sıylığın 1929-jılı aldı hám 1987-jılı qaytis boldı.

### **Eller boyinsha statistika**



### **Terminler sózligi**

Aq irgejeyli - Paulidiń qadaǵan etiw principine sáykes elektronlar arasındaǵı iyterisiw kúshiniń payda boliwınıń saldarınan teń salmaqlıqta turatuǵın turaqlı salqın juldız

Annigilyaciya - bólekshe menen antibólekshe soqlıǵısıp bir birin joq qılatuǵın process.

Antibólekshe - materiyaniń hár bir bólekshesinde antibólekshesi bar. Olar bir biri menen soqlıǵısıp bir birin joq qıladı.

Antroplıq princip - Álem qanday bolsa, biz Álemdi sonday etip kóremiz, eger ol basqa bolǵanda bizler bul jerde bolmaǵan bolar edik hám bizler baqlay almas edik.

Arnawlı salıstırmalılıq teoriyası - Eynshteynniń teoriyası, tiykarǵı mánisi erkin türde qozǵaliwshi barlıq baqlawshılar ushın olardıń qozǵalıs tezliginen górezsiz ilim nızamları birdey boladı.

Atom - ádettegi zatlardıń eń kishi bólekshesi. Atom protonlar menen neytronlardan turatuǵın oǵada kishkene yadrodan hám onıń dógeregide aylanıp júretuǵın elektronlardan turadı.

Ázzi tásirlesiw - ázzılıgi boyinsha ekinshi orında turatuǵın tórt tásirlesiwdiń biri. Júdá kishi tásir etiw radiusına iye. Ázzi tásirlesiwde materiyaniń barlıq bóleksheleri qatnasadı, biraq tásirlesiwdi alıp júriwshi bóleksheler qatnaspayıdı.

Bólekshelerdi tezletkish - elektromagnitlerdiń járdeminde qozǵaliwshi zaryadlangan bólekshelerdi olardıń energiyaların turaqlı türde úlkeytip bariw menen tezlendiretuǵın dúzilis.

Bólekshelik-tolqınlıq dualizm - bóleksheler menen tolqınlar arasında ayırma joq dep qaralatuǵın kvant mexanikasınıń tiykarında jatatuǵın kóz-qaras. Bir qatar jaǵdaylarda bóleksheler tolqınday, al tolqınlar bólekshedey bolıp kórinedi.

Virtuallıq bólekshe - kvant mexanikasında - tikkeley registraciyalaw mümkin emes bólekshe, biraq olardıń bar ekenligi ólshew mümkin bolǵan effektler tiykarında tastıyıqlanadı.

Gamma nurlanıw - radioaktivlik idırawda yamasa elementar bóleksheler soqlıǵısqanda bólínip shıǵatuǵın júdá kishi tolqın uzınlığına iye elektromagnit nurlanıw.

Geodeziyalıq - eki noqat arasındaǵı eń qısqa (yamasa eń uzın) jol.

Gravitaciyalıq tásirlesiw - úlken tásir etiw radiusına iye tórt fundamentallıq tásirlesiwdiń eń ázzisi. Gravitaciyalıq tásirlesiwge materiyaniń barlıq bóleksheleri qatnasadı.

Dáslepki qara qurdım - Álemniń rawajlanıwınıń eń dáslepki stadiyalarında payda bolǵan qara qurdım.

Doppler effekti - tolqın deregi menen baqlawshınıń bir birine salıstırǵandaǵı qozǵalısınıń sebebinen tolqın jiyiliginiń ózgerisi.

Jaqtılıq sekundası (jaqtılıq jılı) - jaqtılıqtıń bir sekundta ótetüǵın jolınıń uzınlığı (bir jilda).

Jaqtılıq konusı - keńislik-waqittaǵı bet, bul bet berilgen waqıya arqalı ótiwshi jaqtılıq nurlarınıń mûmkin bolǵan baǵıtların shekleydi.

Jalańash singulyarlıq - qara qurdımnıń ishinde jaylaspaytuǵın keńislik- waqittaǵı singulyarlıq.

Jiyilik - tolqın ushın bir sekundtaǵı tolıq cikler sanı.

Jormal waqt - jormal birliklerde ólshenetüǵın waqt.

Kvant - tolqınnıń shıǵarılwı yamasa jutılıwı ólshenetüǵın eń kishi porciya.

Kvantlıq mexanika - Planktiń kvant-mexanikalıq principi hám Geyzenbergtiń anıqsızlıq princihi tiykarında islep shıǵılgan teoriya.

Kvark - kúshli tásirlesiwge qatnasatuǵın zaryadlangan elementar bólekshe. Protonlar menen neytronlardıń hár qaysısı úsh kvarkten turadı.

Kvarklerdiń úsh áwladı ushın minaday atamalar qatıl etilgen:

Áwlad	Ingliszhe	Russa	Qaraqalpaqsha
Birinshi	Down	Nijniy	Tómengi
	Up	Verxniy	Joqarǵı
Ekinshi	Strange	Stranniy	Ersi
	Charm (charmed)	Ocharovanniy	Tań kalardıq
Úshinshi	Beauty (botton)	Prelestniy	Gózzal
	Truth	Istinniy	Haqıyqıy

Keńislik-waqıt - noqatları waqıyaǵa sáykes keletüǵın tórt ólshemli keńislik.

Konfaynment - adronlar ishindegi reńli kvarkler menen glyuonlardıń uslanıp turılıwı, olardan uship shıqpawi.

Koordinatalar - noqattıń keńisliktegi hám waqt boyınsha awhalın anıqlaytuǵın sanlar.

Kosmoslıq cenzura - jalańash singulyarlıqlardıń payda bolıwına mûmkinshilik bermeytuǵın boljaw.

Kosmologiyalıq turaqlı - keńislik-waqıttıń keńeyiw tendenciyasın alıwı ushın Eynshteyn tárepinen kirgizilgen matematikalıq qosımsısha shama.

Kosmologiya - Álemdi tutası menen úyrenetüǵın ilim.

Kúshli tásirlesiw - tórt tásirlesiw arasındaǵı eń kúshli hám eń qısqa aralıqlardan tásir etetuǵın tásirlesiw. Kúshli tásirlesiwdiń saldarınan kvarkler protonlar menen neytronlardıń ishinde uslasıp turadı, al protonlar menen neytronlar bir jerde birlesip atom yadroların payda etedi.

Qara qurdım - keńislik-waqıttıń hâtte jaqtılıq ta shıǵıp kete almaytuǵın oblastı, sebebi qara qurdımda gravitaciyanıń tásiri oǵada kúshli.

Qızılǵa awısıw - bizden qashiqlasıwshi juldızdan shıqqan jaqtılıqtıń Doppler effektine baylanıshi qızarıwi.

Magnit maydani - magnit kúshlerin payda etiwshi maydan. Házirgi waqıtları magnit maydani menen elektr maydani elektromagnit maydanına birigedi.

Maydan - keńislik penen waqıttıń barlıq noqatlarında bolatuǵın bir nárse (bólekshe bolsa keńislik penen waqıttıń bir noqatında jaylasadi).

Massa - denedegi zatlardıń muǵdarı. Deneniń inertlilikiniń ólshemi yamasa onıń tezleniwge qarsılıq kórsetiw dárejesi.

Mikrotolqınlıq nurlarıw fonı - eń dáslepki issı Álemdegi nurlarıw (reliktiv nurlarıw dep ataydı). Bunday nurlarıw kúshli qızılǵa awısqan bolıp, jaqtılıq túrinde emes, al mikrotolqınlıq diapazonda registraciyalanadı (tolqın uzınlığı santimetrlerge teń radiotolqınlar).

Neytrino - tek ázzi hám gravitaciyalıq tásirlesiwge qatnasatuǵın jeńil (massasınıń joq bolıwı mûmkin) elementar bólekshe.

Neytron - qásiyetleri boyınsha protonǵa jaqın zaryadı joq bólekshe. Kóphsilik atom yadrolarına kiriwshi bólekshelerdiń yarımmıan aslamın qurayıdı.

Neytronlıq juldız - Pauli principine sáykes neytronlar arasındaǵı iyterisiwdiń nátiyjesinde

jasawshı salqın juldız.

Pozitron - elektronniń antibólekshesi (oń zaryadlanǵan).

Paulidiń qadaǵan etiw principi - spinleri  $1/2$  ge teń eki birdey bóleksheler bir waqıtta keńisliktegi bir awhalǵa hám birdey tezliklerge iye bola almaydı (anıqsızlıq principi beretuǵın sheklerde).

Proporcionallıq - "X shaması Ú shamasına proporsional" degen Ú ti bir shamaǵa kóbeytkende X tiń da sonday shamaǵa kóbeyetuǵınlıǵıń bildiredi. "X shaması Ú shamasına keri proporsional" degen Ú ti bir shamaǵa kóbeytkende X shamasınıń sol sańga bólinetuǵınlıǵıń bildiredi.

Planktiń kvant-mexanikalıq principi (Planktiń nurlanıw nızamı) - jaqtılıq (yamasa qálegen klassikalıq tolqın) tek ǵana diskret porciyalar - kvantlar (jiyilikke proporsional bolǵan energiya) túrinde shıǵarıldı yamasa jutiladı dep esaplaydı.

Proton - oń zaryadlanǵan bólekshe. Kóphsilik atomlardıń yadrolarınıń shama menen jartısın qurayıdı.

Radioaktivlik - bir atom yadrosınıń ekinshisine ózinen ózi aylanıwi.

Salmaq - gravitaciyalıq maydan táripinen denege tásir etetuǵın kúsh. Deneniń salmaǵı onıń massasına proporsional, biraq massaǵa teń emes.

Singulyarlıq - mayısqańlıq sheksiz bolǵan keńislik-waqıttıń noqati.

Singulyarlıq haqqındaǵı teorema - belgili bir sharayatlarda singulyarlıqtıń orın alatuǵınlıǵıń, dara jaǵdayda Álemniń basınıń singulyarlıq ekenligin dálileytuǵıń teorema.

Spektr - tolqınnıń (misalı elektromagnit tolqınnıń) jiyilik boyınsa qurawshılarǵa jikleniwi.

Spin (inglizshe - aylanıw, dóńgelew, tawlanıw) - óziniń menshikli kósheri dógeregide aylanıwına baylanıslı bolǵan bóleksheniń ishki qásiyeti.

Stacionar hal - waqıttıń ótiwi menen ózgermeytuǵın hal: turaqlı tezlik penen aylanıwshı shar stacionar halda turadı. Sebebi aylanıwına qaramastan waqıttıń hár bir momentinde birdey bolıp kórinedi.

Tezleniw - qanday da bir obekttiń tezliginiń ózgeriwig tezligi.

Temperaturaniń absolyut noli - temperaturaniń múmkın bolǵan eń kishi shaması. Absolyut nolde zatlar jıllılıq energiyasına iye bolmaydı.

Tolqın uzınlığı - tolqınnıń eki qońsılas órkeshleri yamasa oyıqları arasındaǵı qashiqliq.

Ulli birlesiw teoriyası - elektromagnit, ázzi hám kúshli tásirlesiwlerdi birléstiretuǵıń teoriya.

Ulli birlesiw teoriyası energiyası - energiyaniń mánisi, bul energiyadan joqarı energiyalardı elektromagnit, ázzi hám kúshli tásirlesiwler arasında ayırma bolmaydı.

Ulıwmalıq salıstırmalılıq teoriyası - Eynshteyn tárepinen dóretilgen teoriya. Onıń tiykarında qozǵalısınan górezsiz barlıq baqlawshılar ushın ilimniń nızamlarınıń birdey bolıwi kerek degen boljaw jatadı. Bul teoriyada gravitaciyalıq tásirlesiw tórt ólshemli keńislik-waqıttıń iymeyiwi menen túsındırıldı.

Úlken partlanıw - Álem payda bolǵan momenttegi singulyarlıq.

Úlken qawsırlıw - Álemniń jasawınıń aqırǵı noqatındaǵı singulyarlıq.

Waqıya - keńisliktegi awhalı hám waqt penen anıqlanatuǵın keńislik-waqıttıǵı noqat.

Waqıyalar gorizontı - qara qurdımnıń shegarası.

Faza (tolqın ushın) - berilgen bir waqt momentindegi cikldaǵı noqattıń awhalı: noqattıń órkeshte, oyıqta yamasa olar arasındaǵı qanday da bir orında jaylasatuǵınlıǵınıń ólshemi.

Foton - jaqtılıqtıń kvanti.

Cherenkov nurlanıwı - zattaǵı jaqtılıqtıń taralıw tezliginen úlken turaqlı tezlik penen qozǵalatuǵıń zaryadlanǵan bóleksheler tárepinen jaqtılıqtıń nurlanıwı.

Chandrasekar shegi - turaqlı salqın juldızdıń massasınıń múmkın bolǵan maksimalıq mánisi. Juldızdıń massası bul shekten bolsa kollapslanıp qara qurdımǵa aylanadı.

Shegaralardıń joqlıǵı shártı - jormal waqıttı Álem shekli, biraq shegaraları joq dep qaraytuǵıń kóz-qaras.

Elektr zaryadı - bóleksheniń qásiyeti, usı qásiyetke iye bolatuǵınlıǵınıń saldarınan bólekshe tap sonday (yamasa qarama-qarsı belgige iye) zaryadqa iye bolǵan bóleksheni iyteredi (yamasa tartadı).

Elektromagnit tásirlesiw - elektr zaryadına iye bóleksheler arasındaǵı payda bolatuǵıń tásirlesiw, tórt fundamentallıq tásirlesiwdıń kúshi jaǵınan ekinshisi.

Elektron - teris elektr zaryadına iye, atomda yadro dógeregide aylanıwshı bólekshe.

Elementar bólekshe - bólínbeydi dep esaplanatuǵıń bólekshe.

Elektráazzi teoriya energiyası - energiyaniń mánisi (shama menen 100 GeV), bul energiyadan joqarı energiyalardı elektromagnit hám ázzi tásirlesiwler arasında ayırma bolmaydı.

Energiyaniń saqlanıw nızamı - energiya (yamasa onıń massalıq ekvivalenti) payda bolmaydı yamasa joq bolmaydı dep esaplaytuǵın ilim nızamı.

Yadro - kúshli tásirlesiwdiń saldarınan bir biri menen uslanıp turatuǵın protonlar hám neytronlardan turatuǵın atomniń oraylıq bólimi.

Yadrolıq sintez - eki yadronıń soqlığısıwı hám onnan keyin massası úlken yadroǵa birigiwi.

## Paydalanylǵan ádebiyatlardıń dizimi

### Tiykargı ádebiyat

1. П.С.Кудрявцев. История физики. Том I. От древности до Менделеева. Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства Просвещения СССР. Москва. 1956. 563 с.
2. П.С.Кудрявцев. История физики. Том II. От Менделеева до открытия квант. Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства Просвещения СССР. Москва. 1956. 487 с.
3. П.С.Кудрявцев. История физики. Том II. От открытия квант до создания квантовой механики. Издательство "Просвещение". Москва. 1971. 424 с.

### Qosimsha ádebiyat

1. П.С.Кудрявцев. Курс истории физики. Издательство "Просвещение". Москва. 1974. 312 с.
2. Ю.А.Храмов. Физики. Биографический справочник. Издание второе, исправленное и дополненное. Под редакцией А.И.Ахиезера. Издательство "Наука". Москва. 1983. 400 с.
3. Б.И.Спасский. История физики. Часть I. Издательство "Высшая школа". Москва. 1977. 320 с.
4. Б.И.Спасский. История физики. Часть II. Издательство "Высшая школа". Москва. 1977. 303 с.
5. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики: С древнейших времен до конца XVIII века. Издание второе, стереотипное. Издательство КомКнига. Москва. 2007. 352 с.
6. Я.Г.Дорфман. Всемирная история физики с начала XIX до середины XX века. Издательство "Наука". Москва. 1979. 317 с.
7. <https://ru.wikipedia.org>
8. <https://en.wikipedia.org>

## Mazmuni

Kirisiw.	3
Eý áyyemgi kóz-qaraslar.	3
Mesopotamiya hám áyyemgi Mísır.	4
Áyyemgi Qıtay.	5
Áyyemgi Indiya.	6
Áyyemgi fizika.	6
Dáslepki elementler hám platonizm.	7
Atomizm.	8
Aristotel.	8
Aleksandriya mektebi.	10
Ayyemgi Rim.	11
Islam elliři.	11
Orta ásirlerdegi Evropa.	13
Fizikanıń tuwılıwi.	13
XVII ásir.	16
Kepler hám Dekart.	17
Klassikalıq mehanikanıń dóretiliwi: Gyuygens hám Nyuton.	19
Optika: jaňa effektler.	21
Elektr hám magnetizm – birinshi izertlewler.	21
Gazler teoriyasınıń tuwılıwi hám basqa da jetiskenlikler.	22
XVIII ásir.	23
Mexanika.	23
Elektr hám magnetizm.	25
Jıllılıq.	28
Akustika.	28
Optika.	28
XIX ásir. XIX ásir fizikasınıń ulıwmalıq xarakteristikası.	29
Jaqtılıqtıń tolqınlıq teoriyası.	29
Elektrodinamika menen elektrotexnikanıń payda bolıwı.	31
Elektromagnit maydanınıń teoriyası.	33
Termodinamika, gazler, zattıń qurılısı.	37
Elektronniń ashılıwi. Radioaktivlik.	39
Mexanika, optika, serpimlilik teoriyası.	41
XX ásir. XX ásirdiń ulıwmalıq xarakteristikası.	42
Salıstırmalıq teoriyası.	42
Atomnıń qurılısı.	48
Kvantlıq teoriya.	51
Astrofizika hám kosmologiya.	54
Aerodinamika hám meteorologiya.	58
Basqa da jetiskenlikler.	59
XXI ásir.	60
Ózbekstanda fizika iliminiń rawajlanıw tariyxinan.	61
Fizika iliminiń xronologiyası.	73
Fizika boyinsha Nobel siyılqlarınıń laureatları.	125
Terminler sózligi.	155
Paydalanylǵan ádebiyatlardıń dizimi.	158