

**Ý. JEPBAROW**

**FIZIKANYŇ TARYHY  
W E  
TAGLYMAT ESASY**

**ÝOKARY OKUW MEKDEPLERINIŇ TALYPLARY ÜÇIN  
SYNAG OKUW KITABY**

***Türkmenistanyň Bilim ministrligi tarapyndan hödürlenildi***

**AŞGABAT – 2010**

**Ý.Jepbarow. Fizikanyň taryhy we taglymat esasy.  
Ýokary okuw mekdepleriniň talypalary üçin  
synag okuw kitaby. – A., 2010.**

Synag okuw kitabynda ilkinji fiziki düşünjeleriň dörän gadymy döwründen häzirkî zaman fizikasynyň subkwark döwrüne çenli bolan aralykda edilen fundamental açyşlar, fiziki ideýalaryň we nazaryetleriň döreýşi, gazanylan ylmy netijeler, ýetilen sepgitler görnükli fizikleriň durmuşy, ylmy garaýyşlary we döredijiligi hem-de fizikanyň adamzat jemgyýetiniň ösüşindäki ähmiýeti baradaky maglumatlar beýan edilýär.

## GIRIŞ

Döwletiň ösüşiniň ýokary depgini, ýaşayyş-durmuş derejesi ýurtda alnyp barylýan bilim-ylm syýasaty bilen berk baglanyşyklydyr. Şoňa görä-de, biziň ýurdymyzda ýaşlaryň döwrebap bilim-terbiýe almagy üçin ähli zerur şertler döredildi. Ýurt baştutanymyz okuw mekdepleriniň döwrebap okuw kitaplary we gollanmalary bilen doly üpjün edilmegini nygtaýar. Bu synag okuw kitaby Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň fizika hünäriňiň talyplary üçin okalýan umumy okuwlaryň ýazgylary esasynda ýazyldy.

Islendik täze ylm öwrenilip başlananda bu ylmyň näme baradadygy, nämäni öwrenýändigini, adamzat jemgyýetinde bu ylmyň eýeleýän orny barada aýdylyar. Adam özüniň ýaşayan dünýäsi baradaky ylmy taýýar, gutarnykly görmüşde almayar. Meselem, häzirki wagtda her bir okuwça belli bolan hereket kanynlary baradaky bilimler (Nýutonyň kanunlary) müň ýyla barabar ýoly geçip öwrenildi. Nýutonyň kanunlarynyň uniwersal dældigi we onuň örän uly tizlikler bilen herekt edýän jisimler üçin we örän kiçi bölejikler üçin takykklanmaly taraplarynyň köpdüğine düşünmek üçin ýene-de 250 ýyl gerek boldy.

Her bir derňew edýän adam, öwrenýän soragynda özüne çenli näme edilendigini bilmelidir, alynan netijeleri tankydy bahalandyrmalydyr, başgaça aýdanymyzda taryhçynyň içini etmelidir. Boş ýerde edilen işler ýokdur, her bir nesil özünden öňki nesliň saklanan ýerinden başlaýandyr we edilen işleri indiki nesle geçirýändir. Ýewklidsiz we Arhimedsiz Nýuton bolmazdy, Nýutonsyz Eýnşteýn we Bor bolmazdy. Akyl ýetirşiň ösüş prosesini öwrenmeklik – ylmyň taryhy diýip atlandyrylýan aýratyn ylmyň meselesi bolup durýar. Fizikanyň taryhy fizika ylmyň taryhynyň ösüşini öwrenýän ylmyň taryhynyň bir bölegidir.

Her ylmyň esasy meselesi – bu ylmyň işleýän oblastynda hereket edýan kanunlary açmaklykdyr. Şeýlelikde, ylmyň taryhynyň esasy meselesi-ylmyň ösüşini dolandyran kanunlary tapmaklykdyr.

Fizikanyň taryhy dersi - adamlaryň durmuşynda kesgitli orny eýeleýän we onda belli bir roly ýerine ýetirýän, jemgyýetçilik hadysasy hökmünde fiziki ylmyň döreýiş we ösüş prossini bir бүtewlikde öwrenýän ylmdyr.

Tebigaty we jemgyýeti öwrenmeklige tebigat-ylmy we gumanitar çemeleşmekligiň sintezi hökmünde seretmek bolýandygyna biz fizikanyň taryhyny öwrenenimizde göz ýetirýäris.

Bularyň birinjisi takyklygy, esaslylygy, bölekleriniň logiki birligi bilen häsiýetlenýär. Gumanitar çemeleşme bu predmete güýçli emosional duýgyny, ähli taryhy ylmlaryna mahsus bolan, bolup geçýän wakalara gatnaşýanlygyny duýmaklygy girizýär. Şoňa görä-de, fizikanyň taryhyny öwrenmeklige tebigat-ylmy bilimi gumanlaşdyrmagyň esasy ugurlarynyň biri hökmünde seretmek bolar.

Fizikanyň taryhyna ylm hökmünde we okuw dersi hökmünde seretmeklik aşakdaky prinsiplere daýanýar:

1. Fizikanyň taryhyny öwrenmek üçin ilki bilen fizikany öwrenmek gerek.

2. Elmydama ýatda saklamak gerek - diňe XVII asyrdan fizika naturfilosofiýadan aýryldy. Soňa görä-de, fizikanyň taryhy dersiniň birinji böleginde astronomiýa we himiýa, geografiýa we filosofiýa, mehanika we harby iş, ýagny ylmyň taryhynyň ilkinji etraplarynda olar bir-birlerinden aýry däldiler.

3. Fizikanyň ösüşi jemgyýetiň ösüş taryhy bilen baglanyşyklydyr. Fizikanyň taryhy dersiniň esasy meseleleriniň biri, ol hem fizikanyň we jemgyýetiň köp taraplaýyn baglanyşykda bolýandygyny görkezmekdir. Meselem, Beýik geografik açyşlar eýýamy astronomiýada edilen açyşlar bilen

berk baglanyşyklydyr. Munuň özi şol döwürde senagatyň ösmegine getirdi. Fizika bilen tehnikanyň hyzmatdaşlygy-köp asyrlaryň dowamynda adamzat jemgyýetiniň progressiniň hereketlendirijisi bolup geldi.

Häzirki zaman ylmy özüniň ösüşi üçin uly maýa goýumlaryny talap edýär. Atom fizikasynyň we ýadro energetikasynyň ösmekligi izotoplary bölmek, reaktorlary we tizlendirijileri gurmak, gymmat bahaly abzallary döretmek üçin ýörite kärhanalary döretmekligi talap etdi. Häzirki zaman kosmiki ylmy hem uly çykdajylary talap edýär. Häzirki zaman ylmy köp sanly ýokary hünärli hünärmenleri, ýagny kuwwatly, ösen halk magaryf ulgamynyň bolmagyny talap edýär. Ýagny, diňe güýçli ykdysadyýet häzirki zaman ylmyňy ösdürmek üçin şeýle şertleri döredip biler. Fizikanyň taryhy dersi geljekki mugallymlary adamzat jemgyýetinde şol ýa-da beýleki fiziki hadyslaryň orny barada okuwçylara düşnükli we ýerlikli gürrüň bermeklige çagyýar.

4. Geljekki mugallymlara ylmy çözlüşleriň owadanlygyny görmekligi, “ylmyň ysyny” (aromatyny) duýmaklygy öwretmek.

5. Fizikanyň taryhynyň döränine iki müň ýyldan hem köp wagt geçdi. Emma onuň ösüş tempy birmeňzeş bolmady. Biziň günlerimize golaýlaşdygymyzça bu temp çaltlaşýar. Şoňa görä-de, fizikanyň taryhy dersinde fizikanyň häzirki zaman taryhyna bagyşlanan bölüm örän uludyr.

6. Bilşimiz ýaly halklaryň adaty taryhy iň ähmiýetli wakalar barada gürrüň berýär. Edil şonuň ýaly, fizikanyň taryhynda hem iň uly, has möhüm hadysalaryň we kanunlaryň açylyş taryhy barada aýdylýar. Netijede, şeýle çemeleşmede, fizikada janaýamazlykly işleýän köp sanly adamlar, ýagny “ylmyň gara işçileri” barada aýdylan galýar. Emma olaryň ylma edýan ägirt goşantlaryny ýatlaman bolmaz.

Ylym hökmünde fizikanyň taryhynyň maksatlaryna

seredeliň:

1. Her bir taryhy ylmynda boluşy ýaly fizikanyň taryhynyň esasy maksady - faktlary toplamak we olary taryhy yzygiderlikde beýan edip fizikanyň ösüş kartinasyny doly dikeltmekdir.

2. Fizika ylmyňyň ösüş prosessini öwrenmek.

3. Bu ylmyň ösüşiniň kanunalaýyklyklaryny derňemek. Başgaça aýdanymyzda, ylmyň taryhyny öwrenmek bilen fizika ylmyňyň ösüşiniň içki logikasyny derňemek.

Ýokarda sanalan maksatlaryň birinjisi ýeterlik düşüňklidir. Fizikanyň taryhyny öwrenmekligiň bütin dowamynda biz bu maksada eýereris.

Ikinji maksat käbir düündirişi talap edýar. Jemgyýetçilik önümçiligi, ideologiýalaryň göreşi, din, filosofiýa, ykdysadyýet, syýasat, döwlet gurluşy we üýtgedip gurma ylmyň ösüşine we hususynda fizika kesgitli täsirini ýetirýär.

Şol bir wagtyň özünde fizikanyň özi hem jemgyýetiň sosial durmuşyna has uly täsirini ýetirýär. Meselem, elektronikanyň, radiofizikanyň, atom energiýasynyň öleşdirmegiň, kosmiki barlaglar we ş.m. adamlaryň material derejesiniň ýokarlanmagyna getirýär.

Indi, fizikanyň taryhynyň üçünji maksadyna seredeliň. Fizikanyň ösüş-i- çylyşyrymly prosesdir. Onuň öşüş-i daşky şertlere baglydyr. Emma ylmyň özüniň ösüş prosessi hem az gyzyklanma döretmeýär.

Dialektikanyň tassykلامasyna görä, her bir hereketiň esasy - gapma-garşylykdyr, ýagny täzäniň köne bilen göreşidir. Fizikanyň ösüşiniň taryhynda gapma-garşylyklaryň döreyişiniň we onuň çözüşiniň köp sanly mysallary getirilýär. Şunlukda, seredilýän döwürde agalyk edýän nazaryýetiň täze eksperimental faktlar bilen gapma-garşylygy fizikada has ýygy duş gelyär. Fizikada döredýän täze faktlar rewolýusion rol

oýnaýar. Emma, häzirkî zaman fizikasynda nazaryýet bilen tejribäniň orunlarynyň çalyşýan wagty seýrek bolmaýar.

Indi, fizikanyň beýleki dersler bilen baglanyşygyna seredeliň. Fizika beýleki ylmlar, ilkinji nobatda tebigat ylmlary bilen berk baglanyşyklydyr. Öň belläp geçişimiz ýaly XVII asyra çenli fizika naturfilosofiýa bilen bileli. Fizika aýratyn bilim hökmünde diňe XIX asyrdan başlarynda ýüze çykyp başlady. Himiýa, biologiýa, astronomiýa fizikadan ýaşy boýunça uludyr. Aýratyn ylmlaryň arasyndaky araçäk daşky tapawutlary bilen kesgitlenýär, we ilkinji nobatda matematiki apparatynyň dürlüligi bilen tapawutlanýarlar. XVII asyrdan köp alymlar bir wagtda hem fizikdiler, hem himikdiler, hem astronomdylar. Meselem, Robert Boyle, Edm Mariott, Genri Kawendş, Antun Lawuaze, Gemfi Dewi. Atom düşüňjesini kesgitlemekde deň derejede fizikler we himikler gatnaşdylar. Bu bolsa, täze ylmyň – *fiziki himiýanyň* döretmekligine getirdi.

Fizikanyň *matematika* bilen berk baglanyşygy bardyr. Matematika fizikanyň intellektual ýaragydyr. Diňe ol tebigatyň kanunlarynyň takyk ylmy aňlatmasyny berýär. Fizikanyň köp üstünlikleri matematikanyň üstünlikleri bilen baglanyşyklydyr. Şeýle hem tersine, ýagny fiziki soraglaryň goýulyşy matematikanyň ösmegine getirdi. Meselem, mehanikanyň üstünlikli ösmegi Isaak Nýutona differensial we integral hasaplamalary işläp taýýarlamaklyga (döretmeklige) getirdi. Başga tarapdan, abstrakt matematiki ders bolan – matrisalar nazaryýeti – Werner Geýzenberge kwant mehanikasynyň bir görnüşini döretmäge mümkinçilik berdi. Ýa-da, haotik (tertipsiz) hereketleriň häzirkî zaman fizikasy bir wagtyň özünde hem fiziki, hem matematiki dersdir.

Fizikanyň *tehnika* bilen baglanyşygyny giňişleýin derňemekligiň zerurlygy ýok. Sebäbi, tehnika bu amaly

fizikadyr. Bu ugurlar bir-birleri bilen berk baglanyşyklydyrlar we bir-birlerini baýlaşdyrýarlar.

Fizika bilen *filosofiýanyň* baglanyşygy barada aýdylanda fizikanyň ösüşiniň baglangyç etaplarynda fizika we filosofiýa bütewidi. Filosoflary ilkinji nobatda, fizika has golaý bolan, akyl ýetiriş nazaryýeti gyzyklandyrýardy. Tebigat ylymlarynyň ösmekligi ähli belli filosoflara güýçli täsir edýärdi. Meselem, Isaak Nýuotonyň açyşlary Emmanyel Kantyň dünýa garaýşyna düýpli täsir etdi.

Fizikanyň filosofiýa bilen baglanyşygyny derňemek bilen, *ylmyň metodologiýasy* hökmünde ýüze çykýan *idealizm* we *materializm* barada durup geçmek gerek. Uzak wagtyň dowamynda, özüniň garaýşy boýunça fizikleri materialist hasapladylar. Emma taryhyň görkezişine görä, olaryň idealistik garaýyşlarynyň hem bardygyny bellemek gerek. Munuň olaryň döredijiligine kömek edipmi ýa-da ýok, ony aýtmak kyn. Emma bir zat bolsa belli-labatoriýalarda, tejribeler geçirilende ýa-da nazaryýetler döredilýärkä, alym-fizikler özlerimiň filosofiki garaýyşlaryna seretmezden, dünýä gürrüňsiz akyl ýetirip bolar diýip hasaplaýarlar.

Her bir özbaşdak ylym ýaly fizikanyň taryhynyň hem, diňe özüne mahsus bolan derňew usullary bardyr. Olary derňäliň.

1. *Çeşmeleri derňemek*. Ähli ulanylyan çeşmeler ilkinji we ikilenji çeşmelere bölünýärler. *Ilkinji çeşmelere* golýazmalar, hatlar, gözegçilik dergileri we ş.m. degişlidirler. Olaryň örän ýokary taryhy gymmatlygy bardyr, sebäbi olarda alymyň işleýş usuly, pikir ýöredişi berilýär. *Ikinji çeşmelere* neşir edilen işler degişlidirler. Olar redaktirlenmä, awtora degişli bolmadyk pikirleri we bellikleri (awtoryň olar bilen ylalaşmaýan hem bolmagy mümkin) saklaýar. Şol sebäpli ilkinji çeşmeleri öwrenmek has möhümdir.



2. *Taryhy ähmiýetli tejribeleri modelirmek.* Bu usul özüniň täsin netijelerini berýär, meselem, şol ýa-da beýleki belli tejribe, gözlenilýän kanuny açmak üçin ýeterlik takyklygy bermeýär. Diňe şu tejribäni geçiren alymyň güýçli intellekti bu kanuny açmaga mümünçilik beripdir.

3. *Statistik usul* soňky döwürde has köp ulanylýar. Ylaýtada ol, köp täze ugurlary bolan häzirki zaman fizikasynyň ösüşini derňemekde üstünlikli ulanylýar.

4. *Interwýu usuly*, şeýle hem *ýatlamalary öwrenmek usuly* häzirki zaman usullaryna degişlidir. Bu usul ilkinji çeşmeleri öwrenmeklige meňzeş, sebäbi has köp derejede derňewi geçiren alymyň hut öz pikirini beýan edýär.

Taryh ylymlarynda boluşy ýaly, fizikanyň ösüşi. birnäçe eýýamlara bölünýär. Fizikanyň taryhynyň eýýamlary, gumanitar ylymlarynda boluşy ýaly, absolyt häsiýete eýe däl. Seredilýän eýýamda ylmyň haýsy ugurlarynyň kesgitli häsiýete eýe bolandygyndan ugur alyp, bu eýýamlar birnäçe görnüşlere eýe bolup bilýärler.

Fizikanyň ähli ösüş döwrüni birnäçe böleklere bölmek bolar:

1. *Ilkinji fiziki düşüňjeleriň döremek döwri* gadymy döwürden biziň eýýamyzyň XVI asyryna çenli aralygy eýeleýär. Ol gadymy dünýäni, antik döwri, Orta asyrlary (Gündogarda, şeýle hem Ýewropada) we Galkynyş eýýamy öz içine alýar.

2. *Fizikanyň ylym hökmünde ýüze çykyş döwri* XVII asyryň başyndan XVIII asyryň ahyryna çenli aralygy öz içine alýar. Bu döwürde fizikanyň düýbi tutuldy, ol özbaşdak ylym hökmünde ýüze çykdy.

3. *Nusgawy fizika döwri.* Bu döwür takmynan 1800-nji ýyldan başlanyp 1912-nji ýyla çenli dowam etdi we daşky dünýäniň we materiýanyň gurluşy baradaky biziň

düşünjelerimizi rewolýusion görnüşde üýtgeden kwant we relýatiwistik garaýyşlaryň döremegi bilen gutardy.

4. *Kwant-relýatiwistik we subatom fizikasy döwri* 1900-1905-nji ýyllardan başlap häzirki döwre çenli dowam edýar. Bu eýýamyň haçan gutarjakdygy barada hiç zat aýdyp bolmaz. XXI asyryň ilkinji ýyllarynda materiýanyň kwant we subkwark derejesindäki gurluşy baradaky oblastlarynda fundamental açyşlar ediler. Bu bolsa, edil XX asyryň başlarynda boluşy ýaly, materiýa, giňişlik, meýdan, massa we. s.m. fiziki obýektler baradaky, fizikada döp bolup galan düşünjelerimiziň düýpleýin üýtgemegine getirmegi mümkin. Eger şeýle bolsa, onda biziň ýokarda sanan döwürlerimiz hem üýtgär.

# I BÖLÜM

## FIZIKANYŇ DÖREMEKLIĞI

### BİRİNJİ BAP. GADYMY DÜNYÄ FİZİKASY

#### *1.1.1 Ilkinji ylmy düşüňjeleriň döreyşi*

Adam özüniň daşky dünýä baradaky bilmini özüniň ýaşamagy üçin bolan göreşde gazandy. Ol kem-kemden haýwanat dünýäsinden daşlaşyp, goranmak üçin we iýmit tapmak üçin ulanýan taýagyndan we daşyndan, daşdan ýasalan ýaraglara, ok we ýaýlara, balyk tutujy enjamlara, aw awlamak üçin “aldaýjy” – ilkinji programmalaýyn gurluşlara geçip başlady.

Adamyň iň uly gazanan üstünligi - ody alyp we ulanyp bildi. Bu münlerçe we münlerçe ýyllary dowam eden ewolýusiýanyň netijesinde admyň aňy ösdi, gepleşik sözi döredi, dünýä baradaky garaýyşlar, hususanda daşky hadysalary düşündirýän ilkinji antropomorfnyý düşündirmeler döredi. Şol düşüňjeleriň käbirleri häzirki döwürde hem ulanylýar, ýagny ilkidurmuş adamy ýaly biz hem gün “ýöreyär”, aý seredýär” we ş.m. sözleri ulanýarys.

Ýygananan bilimler, praktiki endikler nesilden nesle geçip geljekki ylmyň esasyňy emele getirdiler. Daýhançylyk döredi. Gowy hasyl alynýan ýerlerde obalar, şäherler soňra döwletler döredi. Şeýle şertler Nil derýasynyň jülgesinde (Müsürde), Tigr we Yefrat derýalarynyň aralarynda we beýleki ýerlerde dörediler. Biziň eramyzdan öň IV müňýyllykda ilkinji guleýeçilik döwletleri döredi. Metalyň (misiň) garylyp alynmagy we gaýtadan işlenilmegi, tehnikanyň ösmegi we ýaraglaryň ýasalmagy güýçli ykdysadyýeti bolan jemgyýetçilik gurluşynyň döremegine getirdi. Bularyň hemmesi ýazuwyň -

Müsürde ieroglifleriň, Wawilonda klinopisiň, şeýle hem ilkinji astronomik we matematik bilimleriň döremekligine getirdi.

Müsüriň beýik piramidalary biziň eramyzdan öňki III müňýyllykda jemgyýetiň köpsanly adamlaryň işini gurap, materiallaryň hasabatyny, işçi güýjüni, sarp edilen zähmetiň hasabyny ýöredip bilendigine şaýatlyk edýär. Bu zatlaryň hemmesini akyl zähmetiniň işgärleri alyp barypdylar. II-müňünji ýyllyryň taryhy ýadygärliklerinde: Britan muzeýinde saklanýan Rundiň papirusynda, Moskwa papirusynda – matematiki hasaplamalar, meýdanlary we göwrümleri kesgitlemek baradaky hasaplamalar saklanýar. Meselem, Moskwa papirusynda kesik piramidanyň göwrümini hasaplamaga degişli formula bar. Müsürliler tegelegiň meýdanyny  $\pi = 3,16$  bahany ulanyp hasaplapdylar.

Wawilonda matematika we astronomiýa has uly ösüşe eýe boldy. Wawilonlylar Pifagoryň teoremasyny bilýärdiler, sanlaryň kwadratlaryny we kubuny hasaplaýardylar, kwadrat we kub kökleri alyp, kwadrat deňlemeleri we deňlemeler ulgamyny çözüp bilýärdiler.

Nil derýasynyň gaýtgynlarynyň başlanýan wagtyny kesgitlemeklik astronomiki gözegçiligi geçirmekligi talap etdi. Müsürliler her aýy 30 günden ybarat kalendary dörettiler. Bu kalendara bir ýylda 5 gün goşulýardy. Olaryň kalendarynda bir aý 3 on günlüğe, 24 sagatdan ybarat gije – gündize ( 12 gündiz, 12 gije ) deňdi. Ýylyň wagtyna görä gije bilen gündiziň dowamlylygy hemişelik däl, ol ýylyň paslyna görä üýtgeýärdi.

Gadymy döwletlerde galalaryň, piramidalaryň gurulmaklygy gurluşyk mehanikasy we statikasy baradaky bilimleri bilmekligi talap edýärdi. Gurluşykda ýönekeý maşynlar: ryçaglar, arabalar, ýapgyt tekizlikler ulanylýardy. Şeýlelikde, praktiki zerurlyk arifmetika, geometriýa, algebra, astronomiýa, mehanika baradaky ilkinji ylmy bilimleriň

döremekligine getirdi. Umuman ylmyň taryhynyň başlangyç döwrüniň ähmiýeti uludyr.

### ***1.1.2 Antik döwletleri üçin häsiýetli aýratynlyklar. Aantik ylmyň aýratynlyklary***

Matemaik – taryhçylar müsür we wawilon matematikasyna uly üns berýärler. Diňe şol ýerlerde matematiki ylmyň pyntyklary döredi.

Ylmyň taryhynda antiki döwür diýip grek medeniýetiniň dörän wagtyndan, ýagny b.e.ö. VII-VI asyrlardan b.e.-yň V asyryň ikinji ýarymy aralygyna aýdylýar. Şeýlelikde, antik ylmyň taryhy barada aýdylanda biz ylmyň Gadymy Gresiýadaky, şeýle hem respublika we imperiýa döwründe Gadymy Rimdäki ösüşine düşünmelidiris.

Grek we Rim ylmylarynyň tapawudy barada aýdylanda, grekler – döredijilerdir. Şoňa görä-de, grek akyldarlaryna degişli köp ylmy ideýalar münlerçe ýyl geçse hem, häzirki döwürde alymlaryň üns merkezinde galýar. Rimliler bolsa – öňki aýdylan ideýalary özleşdirip, durmuş üçin peýdalý etmegi başarypdyrlar, nesillere geçiripdirler.

Nazary ylym Gadymy Gresiýada döredi diýip hasap edilýär. Müsür ýa-da wawilon ýazuwçysy hasaplamagyň düzgünini ýazanda, “şeýle etmeli ” diýýär, ol näme üçin “şeýle etmelidigini ” düşündirmeyär. Grek alymy bolsa munuň subut edilmegini talap edýär. Bu barada atomistikany esaslandyryjy Demokrit şeýle aýdýar: “Bir zadyň ylmy subudyny tapmaklyk meniň üçin ähli pars şalygyna eýe bolmakdan gowudyr”. Häzirki zaman ylmyň köp pudaklary, meselem, matematika, mehanika, fizika, biologiýa, geografiýa we ş. m., massa, atom, elektron, izotop we ş.m. sözler grek sözleridir. Şeýle hem köp

formulalarda grek harplary ulanylar. Fales, Pifagor, Demokrit, Aristotel, Arhimed, Ýewklid, Ptolomeý grek alymlarydyr.

Gadymy Gresiyada alymlara filosoflar (“akyllylygy söýýänler”) diýipdirler. Platonyň akademiýasy we Aristoteliň liseýi dünýäde ilkinji okuw-ylmy edaralary, häzirki zaman ýokary mekdebiň nuqsgalarydy.

Antik döwletleri üçin häsiýetli aýratynlyklar:

1. Söwdägarleriň we erkin hünärmenleriň köplügi.

Bular halkyň işjeň bölegi bolupdyr. Olara örän köp gullar degişli bolupdyr. Antik jemgyýeti alymlary ekläp bilipdir, adamlaryň bir bölegine ylym, filosofiýa bilen meşgul bolmaga mümkinçilik beripdir, okadypdyr we okapdyrlar.

2. Antik döwletleriň ikinji aýratynlygy, olarda ylmyň häzirki zaman görnüşiniň döremegine getiren, guleýeçilik demokratiýasynyň bolmagydyr. Haçan-da jemgyýetde adamyň demokratik hukuklary we erkinligi bolanda ylym has gowy ösýär. Antik döwletlerinde erkin halk üçin bu hukuklar bardy, bu bolsa ylmyň ösmegine itergi berdi.

3. Antik döwürde din ylma goşulmady, ýagny erkin pikir ýöretme bardy. Gynansakda, şeýle erkin ylmy derňewler etmeklik ähli taryhy döwürler üçin häsiýetli dälki, munuň özi ylmyň ösmekligine öz täsirini ýetiripdi.

Diňe antik döwürde adam özüniň aňynyň ägirtligini duýdy. Antik döwürde adamlar ylym bilen diňe bir onuň *gerekligi* üçin däl-de, onuň *gyzyklydygy* üçin hem meşgullanyp başladylar. Şoňa görä-de, diňe şol döwürde filosoflaryň (“akyllylygy söýýänleriň”) döremekligi geň däl. Jemgyýetde şeýle hünärmenlere zerurlyk duýulýardy, akyldar mugallymlar gerekdi, alym we mugallym diýlen kärler döredi.

Fizikanyň taryhynyň antik döwrüniň derňewçileri köp sanly kynçylyklara duş gelýärler. Olaryň esasyalarynyň biri - antik döwrüň kitaplarynyň, hatlarynyň, leksiýalarynyň köp bölegi bize gelip ýetmedi. XV asyryň dowamynda antik

döwrüň eserleriniň köp bölegi ýitdi. Uruşlar, ýangynlar, dini fanatizm, tebigy betbagtçylyklar ol işleriň köpüsini ýok etdi. Diňe orta asyr ysalam Gündogarynda antik döwrüň işlerini ýygnap, gorap sakladylar we bu işleri latyn, gadymy grek dillerinden arap diline terjime etdiler.

Häzirki döwre çenli saklanylyp galan işleriň arasynda gadymy döwrüň beýik akyldary **Aristoteliň** dört traktaty: “Fizika”, “Asman barada”, “Döremeklik we ýok bolmaklyk barada”, “Meteorologika” ýaly onuň Likeýde okan leksiýalarynyň ýazgylary bar. Şeýle hem, *Platonyň* astronomiýanyň we tebigat ylmlarynyň bilermenleri üçin okan çykyşy görnüşinde düzülen “Timeý” atly ýygyndysy, hakykatda ensiklopediýa bolan işi dolylygyna saklanyp galdy.

**Tit Lukresiýa Karyň** (b.e.ö. 99-55 ýyllar) “Zatlaryň tebigaty barada” (*De rerun nature*) atly belli didaktik poemasyny Rim imperiýasynyň gülläp ösen döwrüniň ylmy-biliminiň ensiklopediýasy diýip hasaplamak bolar. Goşgular görnüşinde ýazan bu altý kitabýnda Lukresiý Kar dünýäniň manysy, kosmogoniýa, optika we görüş, astronomiýa, meteorologiýa, geologiýa, geografiýa, tehnika, biologiýa we nesil nazaryýeti, anatomiýa, psihologiýa, adamzat jemgyýetiniň taryhy, medeniýet, saz we ş.m. soraglara seredýär.

Saklanyp galan antik ýygyndylar ylmyň taryhçylary üçin, ilkinji nobatda bütin fizika üçin uly ähmiýete eýedir. Bulardan başga, antik alymlarynyň ýene-de birnäçe ýygyndylary bölek-leýin, ýa-da soňraky awtorlaryň beýan etmelerinde bize gelip ýetdi. Bular **Demokritiň**, **Epikuryň** ýygyndylarynyň bölekleri, dürli awtorlaryň “Timeýe” we “Fizika” berýän düşündirişleridir. Bize, doly däl hem bolsa **Ahimeidiň** (b.e.ö. 287-212ý.ý.) “Tekiz figuralaryň deňagramlylygy barada”, “Ýüzýän jisimler barada” işleri, **Ýewklidiň** (b.e.ö. III asyr) ýygyndylary, **Geron Aleksandriýskiniň** mehanika, pneumatika, harby tehnika barada okuw kitaplary, **Witruwiýa**

**Polionyň** (b.e.ö. I asyryň ikinji ýarymy) “Aritektura barada” we käbir beýleki işler bellidir.

Şeýlelikde, antik döwrüň çeşmeleri bize ýeterlik däl mukdarda gelip ýetdi we olar erbet saklanypdyrlar. Şoňa görä-de, biz antik döwürde fizikanyň ösüşi kartinasyny doly dikeldip bilmeýäris. Diňe bu döwürde fiziki bilimiň we garaýyşlaryň umumy derejesi barada aýtmak bolar.

Ýokarda belleniş i ýaly, diňe antik döwürde, häzirki wagtda hem dowam edýän ylym döredi. Antik ymyna mahsus bolan aýratynlyklara düşünmeklik fizikanyň ösüşiniň ahli taryhy döwrüni derňemek üçin örän zerurdyr.

Antik ylmyny häsiýetlendirýän esasy aýratynlyklara seredeliň. Ilkinji nobatda göze iýän zat tejribäniň (eksperimentiň) ýoklugydyr. Häzirki zaman ylymy tejribä daýanýar, onuň ähli üstünlikleri tejribeleri geçirmek we tejribelerde alynan netijeleri derňemek bilen baglydyr. Antik ylymy düýbünden başga görmüşdedi. Tejribe onuň esasy däl di, nazary netijeler ýönekeýdi we gös-göni gözegçilikler, ölçegler bilen bagly däl di.

Şeýle ýagdaýyň birnäçe sebäplerini görkezmek bolar. Ilkinji nobatda – ylymyň taryhçylarynyň belleýşi ýaly - bu döwrüň *ideologiýasy* günäkärdi. Guleýeçilik jemgyde erkin adamlar fiziki zähmet çekmeýärdiler, diňe gullar zähmet çekýärdiler, olar bolsa filosoflar däl di. Şeýlelikde, antik jemgyýetiň aýratynlygyna görä, tejribe geçirmeklik, ölçeg geçirmeklik bu jemgyýet üçin ulanarlykly däl di. Ýene-de bir esasy zady bellemek gerek. Guleýeçilik jemgyýetiň *ykdysady esasy* gowşakdy. Material bazanyň ýoklugy, tehnikanyň pes derejede bolmaklygy ylymy tejribeleri geçirmäge mümkinçilik bermeýärdi, olar diňe tebigat hadysalaryna daşyndan gözegçilik edip bilýärdiler.

Emma, antik döwletleriniň durmuşynyň beýleki käbir ugurlarynda, meselem, harby işde we gurluşykda ýagdaý beýle



däldi. Bu ugurlarda güýçli ylmy tejribeler geçirilýärdi. Bu barada bize gelip ýeten çeşmeler şaýatlyk edýär. Diňe bu ugurlarda antik ylmy gadymy dünýäniň beýik alymy Arhimed ýaly görnükli alymlary we inženerleri berdi.

Antik döwrüniň ylmyň ýene-de bir aýratynlygy, ylmy derňewlerde matematikanyň çäklil ulanylmagydyr. Gadymy dünýäniň beýik matematigi Pifagoryň yzyny ýöredijileriň “ähli zatlar sanlardyr” diýen taglymaty giň goldaw tapmady. Pifagorlylar tebigat ylmlarynyň çäginde çykdylar. Olar sanlary hudaýlaşdyryp we “diňe sanlar dünýäni dolandyrýar” diýip başladylar.

### ***1.1.3 Gadymy grek alymlarynyň ylmy garaýyşlary***

Öň belleýişimiz ýaly häzirki zaman ylmy özüniň başlangyjyny antik ylmyndan alyp gaýdýar. Diňe şol döwürde, jogabyny köp nesilleriň alymlarynyň gözlän we şol sanda häzirki zaman alymlarynyň hem gözlemeklerini dowam etdirýän, birnäçe “baky” soraglary döredi. Antik tebigaty öwrenijileriň önünde haýsy esasy problemalar durýardy?

Antik alymlarynyň önünde ilkinji we esasy mesele bolup – *materiýanyň\_guruluşy* baradaky mesele durýardy. Olar “ähli zatlar nämeden düzülen?”, “nämäni elementar diýip hasaplamak bolar?” diýen soraglara jogap gözleýärdiler. Bu soraglara jogaplar dürli-dürlüdi: **Fales Miletskiý** bu - suw, **Anaksimenes** – howa, **Geraklit** – ot, **Empedokl** – dört element (ot, howa, suw, ýer) diýip hasaplaýardy. **Anaksimandr** we **Anaksagor** kem - kemden atom düşüňjesine geldiler (Anaksagoryň “tohumlary”). Şeýlelikde ilkinji atomistik düşüňjeler döräp başlady. Atomistik ylmynda saklanma prinsipi esasy rol oýnaýar.

**Empedokla** (b.e.ö. 490-430 ý.ý.) görä: ”Elementleri

herekete getirýän iki başlangyç bardyr- söýgi we duşmançylyk. Elementler söýgi bilen birleşýärler, duşmançylyk bilen aýrylyşýarlar”. Tebigatdaky üýtgeşikler dartylma we itekleşme güýçleriniň – söýgüniň we duşmançylygyň üsti bilen bolýar. Elementler bakydyr. Onuň garaýşyna görä älemde saklanmak kanuny ýerine ýetýär. Hiç zatdan hiç zat emele gelmeýär, bar zat ýok bolmaýat”. Bu häzirki zaman fizikasyndaky saklanma kanunynyň esasydyr.

**Anaksagor** - “Aý, Gün, planetalar, ýyldyzlar gyzygyn daşlardyr”, diýýärdi (araplar we grekler olaryň hudaý tarapyn gelip çykyşlary bar diýýärdiler). Asman jisimleriniň materiallygy baradaky ylmy üçin ol Afinadan kowulýar we Kiçi Aziýada aradan çykýar.

**Demokrit** (b.e.ö. 460-370ý.ý.) we **Lewkipp** (b.e.ö. V asyr) ähli jisimler şol bir materiýadan düzülendir diýlen çaklamany aýtdylar. Şeýle hem, jisimleriň häsiýetleriniň dürli bolmaklygy bu bölekleriň formalarynyň dürlüliginden, olaryň özara ýerleşişinden we aýlanyşýndan diýdiler.

*Demokritiň prinsipleri:*

1) Hiç zatdan hiç zat döremeýär. Ähli üýtgeşmeler bölekleriň birleşmesi we dargamagy bilen bolýar;

2) Hiç zat tötänleýin bolmaýar, hemme zatlar bir zadýň esasynda we zerurlygynda amala aşýar;

3) Atomlardan we boş giňlikden başga hiç zat ýokdur;

4) Sany boýunça atomlar tükeniksizdir we formalary boýunça hem tükeniksiz dürli-dürlüdür;

5) Zatlaryň arasyndaky tapawut olaryň atomlarynyň sanynyň dürlüligi, ululygy, formalary we tertibi bilen bolup geçýär. Atomlaryň arasynda hil taýdan tapawut ýokdur. Atomlaryň hiç hili “ıçki gurluşy” ýokdur, olar biri-birlerine basyş we urgy bilen täsir edişýärler;

6) Ruh (jan) oduň atomlaryna meňzeş ýuka, ýylmanak we

tegelek atomlardan ybaratdyr. Bu atomlar has ýndamdyrlar we olar bedene girip ähli ýaşayş hadysalaryny döredýärler.

7) Atomlaryň hereketi baky. Boş tükeniksiz giňşlikde atomlar hereket edýärler, biri-birleri bilen çaknyşýarlar we ähli zatlar, şol sanda tükeniksiz dünýäni hem emele getirýärler.

Demokritiň boş tükeniksiz giňşligi – düýbünden täze garaýyşdyr, bu düşünje dünýäniň kartinasynyň täze elementidir. Bu garaýyş geometriýanyň ösmegi bilen döredi.

Demokritiň matematik hökmünde subut eden zatlar: piramidanyň göwrüminiň prizmanyň göwrüminiň  $1/3$  –ne deňligini; konusyň göwrüminiň silindriň göwrüminiň  $1/3$  –ne deňligini. Demokrite görä çyzygyň atomlary - nokatlardyr, üstüň atomlary – çyzyklardyr, göwrümiň atomlary – ýuka listlerdir.

**Aristotel** (b.e.ö. 384-322 ý.ý.) - Gresiýanyň Stagir şäherinde dogulýar. Onuň kakasy Nikomah makedon patyşasy Aminta II-niň köşk lukmany bolupdyr. Aleksandr Makedonskiniň kakasy, Amintanyň ogly Filipp, Aristoteliň çagalyk dosty bolupdyr. Soň ol patyşa bolanda, geljekde beýik serkerde bolan ogluny terbiýeleýji edip Aristoteli öz ýanyna çagyryar. Aleksandr Makedonskiý Pars döwletini, Müsüri, Orta Aziýa döwletlerini we Hindistany basyp alýar.

Aristotel b.e.ö. 336-njy ýylda Afinada liseý döredýär. Aristotel ylmyň taryhynyň esasyňy goýdy. Ol özüniň “Metafizika” eserinde ylmyň we sungatyň döreýşi baradaky pikirleri aýdýar, özünden öňki alymlaryň işlerine baha berýär.

Aristoteliň okuwçylaryna *peripatetikler* (gezmeleýänler) diýipdirler. Bu at filosofyň likeýiň alleýalarynda gezelenç edip okuwçylary bilen sapak geçirýändigini üçin aýdylypdyr.

Ol idealist däl (onuň mugallymy Platon idealistdi). Aristotel material dünýäniň barlygyna ynanypdyr we oňa akyl ýetirip bolar diýipdir. Emma bir wagtyň özünde hudaýyň barlygyna hem ynanypdyr, bu dünýä we ol dünýä ynanypdyr.

Aristoteliň “Fizika”, “Döremeklik we ýok bolmaklyk”, “Asman barada”, “Mehanika” eserlerinde tebigat we hereket barada aýdylýar.

Ol fizika ylmynyň atasydyr. Onuň tebigaty öwrenmek baradaky kitabynyň ady (“Fizika”) fizika ylmynyň ady boldy. Aristoteliň belleýşine görä tebigat baradaky ylm tebigatyň “birinji sebäplerini”, onuň “birinji başlangyçlaryny” we “elementlerini” öwrenmelidir.

Häzirki zaman dilinde aýdanymyzda fizika tebigatyň esasy kanunalaýyklyklaryny (“birinji sebäplerini”) we prinsiplerini (“birinji başlangyçlaryny” we onuň “elementlerini” (“elementar bölejiklerini”)) öwrenmelidir.

Aristoteliň dünýä akyl ýetiriş usulyna seredeliň: Aristoteliň “Fizikasynda” häzirki zaman fizika okuw kitabýndan tapawutlylykda, biz matematiki formulalary, tejribeleriň we abzallaryň ýazgylaryny görmeýäris. Aristotel öz netijelerini çekeleşmeler we gürrüň bermek arkaly edýär.

Aristotele görä “Her bir zat materiýanyň we formanyň birligidir, tebigatda elmydama materiýanyň forma, formanyň materiýa geçişi amala aşýar”.

Ol wagty hereket bilen baglanyşdyrýar, wagty hereketiň ölçegidir, “hereketiň sany” diýýär. Ol atomistleriň giňişlik we tükeniksiz köp atomlaryň we dünýäleriň barlygyny tankytlaýar.

Ol “sreda (gurşaw) näçe dykyz bolsa, şonça-da herekete köp garşylyk görkezýär” diýip dogry aýdýar. Şeýle hem ol “giňişlikde ähli jisimler birmeňzeş tizlik bilen gaçýarlar” diýip dogry aýdýar.

Materiýanyň ilkinji hallary hökmünde Aristotel iki sany esasy gapma-garşylygy alyar: ýyly-sowuk we gurak-çygly we esasy (pes) elementler hökmünde: - ýer, howa, ot, suw we efir hasaplaýar. Şunlukda ol kosmologiýany gurýar, ýagny onup pikirçe dünýä aýüsti we aýdan aşaky bölege bölünýär. Aýüsti dünýädäki jisimleri ol ideal obýektler diýip atlandyrýar. Onuň

pikiriçe aýüsti dünýädaki jisimler “tebigy” ýa-da “özerkine”, aýdan aşaky dünýädaki jisimler bolsa “emeli”, ýagny “güýjün täsiri bilen” hereket edýärler. “Tebigy” hereket güýç goýulmagyny talap etmeýär. Öz tebigatyna görä “tebigy” hereket-kämildir. Muňa mysal edip töwerek boýunça hereketi almak bolar. Planetalaryň, ýagny asman jisimleriniň hereketi tebigy hereketdir. Aristoteliň pikirine görä göniçyzykly hereket tükeniksiz dowam edip bilmez, sebäbi şeýle tükeniksizlik ýokdur. Aýüsti dünýä efirden ybaratdyr, baky deňleşli hereketleriň oblastydyr. Aýdan aşaky dünýä pes elementlerden düzülendir bu dünýäde tertipsiz deňleşli däl hereketler höküm sürýär. Aristotel dünýäniň absolýut hereketsiz merkezi hökmünde Ýeri hasap edipdir. Ol atomizmi we dünýäniň geliosentrik ulgamyny inkär etdi.

Aristoteliň ylmy iki sany uly – hristian we yslam – dinleri tarapyndan kanonlaşdyryldy. Diňe Aristoteliň garaýyşlary bilen bolan göreşde häzirki zaman dünýä garaýyş ulgamy döredi.

**Ýewklid** (b.e.ö. III asyr) - grek matematigi we naturfilosofy. Onuň “Başlangyç” atly kitaby häzirki zaman ýewklid geometriýasynyň esasydyr. Onuň garaýyşyna görä:

- 1) Giňişlik boş, tükeniksiz, izotrop, onuň üç ölçegi bar;
- 2) Atomlar boş giňişlikde hereket edýärler;
- 3) Nokat ýönekeý geometrik obýektidir, ony bölekler bölüp bolmaýar, ýagny nokat giňişligiň bölünmeýän atomydyr;

Şeýle hem ol tükeniksiz giňişlik üç sany postulat bilen häsiýetlenýär diýýär:

1. Islendik nokatdan islendik nokada göni çyzyk geçirip bolýar;
2. Çäkli gönini göni boýunça dowam etdirip bolýar;
3. Islendik merkezden tegelek geçirip bolar.

Ýewklid geometriýasynyň esaslary häzirki döwürde bütün dünýäde umumy bilmiň zerur elementlerine öwürüldi.

Ol geometrik optikanyň esasyny goýdy (“Optika”, “Katoptrika”). Ol ýagtylygyň göniçyzykly ýaýramak kanunyny, ýagtylygyň serpilme kanunyny, kölegäniň emele gelşini, kiçi ýşlaryň kömegi bilen şekilleri almaklygyň usullaryny işläp düzdi. Ýewklid bu kanunlary formulirlände ýagtylyk şöhlelerini däl-de, göreçden çykýan şöhleleri göz önüne tutýardy. Muňa seretmezden ol tekiz, oýuk we güberçek aýnalardan serpilýän şöhleleriň ugurlaryny dogry kesgitläp bildi, emma fokusy takyk kesgitläp bilmedi.

**Arhimed** (b.e.ö. 286-212ý.ý.) - grek alymy, Sisiliýanyň Sirakusy şäherinde doguldy (1-nji surat).



1-nji surat. Arhimed

Ol mehanik, optik, gidrawlik, harby inžener. Köpsanly açyşlaryň we oýlap tapyşlaryň awtory, ýagny meýdanlary suwarmak üçin gurallary (2-nji surat), agyr ýükleri ýokary göterýän bloklary, harby daş zyňyjy aşynlary oýlap tapdy. Agyrlyk merkezi diýen düşüňjani girizdi, köp jisimleriň we figuralaryň agyrlyk merkezlerini kesgitledi, ryçagyň matematiki kanunlaryny getirip çykardy, gidrostatikanyň esasyny

goýdy. “Ýüzýän jisimler barada” atly eserinde gidrostatikanyň esaslaryny beýan edýär we şol ýerde “Arhimediň kanuny” atly belli kanuny hem getirýär. Ol “Maňa daýanç nokadyny beriň, men Ýeri dündererin” diýipdir.

Arhimed optika we astronomiýa bilen hem gyzyklanypdyr. Arhimed Günüň görünýän burçuny ölçemek

üçin, Gün diskini ýapyp duran silindr ýasapdyr. Onuň ölçeglerine görä bu burç  $30^1$  deňdir. Onuň häzirki zaman orta bahasy  $32^1$  deňdir. Rim floty bilen söweşde ol güberçek aýnalary ulanyp gämileriň ýelkenlerini ýakypdyr. Ol tekiz, oýuk we güberçek aýnalarda şekilleriň emele gelişlerini bilipdir.



2-nji surat. Arhimediň winti

Arhimediň döredijiligi – gadymy dünýäniň ylmy pikiriniň depesidir. Antik döwürüň ondan soňky alymlary onuň diňe üstünliklerini gaýtaladylar.

**Geron Aleksandriýskiý**\_\_ (takmynan 150-250 ý.ý.) - gadymy grek alymy we inženeri. Ol “Pnewmatika”, “Mehanika” eserlerini ýazdy. Bu eserlerinde ol özünden öňki alymlaryň esasy açyşlaryny beýan edýär. “Pnewmatikada” ol gysylan ýa-da gyzgyn howa we bug bilen işleýän gurluşyň ýazgysyny getirýär. “Mehanikada” ýönekeý mehanizmleriň: ryçagyň, derwezäniň, bloguň, wintiň, dişli geçirijiniň işleýişlerini beýan edýär. Bu eser-antik tehnikasynyň entiklopediýasydyr.

**Klawdiý Ptolemeý** (b.e. II asyry) “Astronomiýanyň XIII kitapydaky beýik matematiki gurluşy” atly traktatyň awtorydyr (3-nji surat). Arap dünýäsinde bu kitaby “Almagest” diýip atlandyryrlar. Bu kitapda dünýäniň geosentrik, ýagny dünýäniň Ptolemeý ulgamy beýan edilýär.

Ptolemeýiň “Optika” kitaby hem bellidir. Onuň bu kitabynda şöhläniň suwdan howa, howadan aýna, suwdan aýna geçişlerinde döwürleme burçlary öwrenilýär. Bu ölçegler

Snelliusyň (XVII asyry) işlerinden has ön edilen hem bolsa, örän uly takyklygy bilen tapawutlanýarlar.



3-nji surat K. Ptolemeý



## İKİNJİ BAP. ORTA ASYR FİZİKA YLMY

### 1.2.1 Taryhy bellikler

Biziň eýýamyzyň 573-nji ýylynda warwarlaryň (grekleriň) çozuşlary netijesinde antik döwrüň iň soňky döwleti Rim imperiýasy ýykyldy. Antik ylmyň ösmegine getiren faktorlar ýok boldy.

Täze döwletlerde antik döwrüniň erkin pikir ýöretmesinden düýpgöter tapawutly – hristian we yslam dinleri döredi. Gündogarda, Hytaýda, Hindistanda feodalizme Günbatar Ýewropadan öň geçildi. Şoňa görä-de bu döwletler ykdysady we medeni taýdan olardan öňe geçdiler. Munuň özi bu ýurtlarda ylmyň ösmekligine getirdi.

Dünýä dinleriniň içinde iň uly din bolan yslam dini VII asyryň başlarynda Arap ýarym adasynda Muhammet pygamberimiz tarapyndan döredi. Gysga wagtyň içinde yslam Eýrana, Orta Gündogara, Müsüre ýaýrady. Ylmyň we medeniýetiň taryhynda araplar örän möhüm rol oýnadylar. Olar gündogar bilen günbatar medeniýetiniň arasynda, antik bilen orta asyr ylmyň arasynda birleşdiriji zynjyr bolup hyzmat etdiler. Netijede irki orta asyr döwründe (VII-XI asyrlar) ylmyň ösmeginde Gündogar esasy rol oýnady.

Arap Halifatynyň ýurtlarynda medreseler bilen bir hatarda, Ýewropadan hem has öň uniwersitetler döredi. 735-nji ýylda Bagdatda, 755-nji ýylda Kordowada (İspaniýa), 972-nji ýylda Kairde uniwersitetler esaslandyryldy.

Şeýlelikde, orta asyr ylmyň taryhy, şol sanda fizikanyň taryhy, jemgyýetiň taryhy bilen deňşililikde, 3 sany hronologik döwre bölünýär:

1. Gündogarda ylmyň ösüş döwri (VII-XI a.a.).
2. Ýewropa feodal ylmyň ösüş döwri (XI-XV a.a.)

3. Tejribäniň kömegi bilen tebigaty öwrenişiň döreyiş döwri (XV asyryň ahyry, XVII asyryň I ýarymy).

Öz pikirini açyk beýan etmeklik XI asyrdan başlap musulman dünýäsinde sufizmiň döremekligine getirdi (sufizmyslanyň “kökleri” baradaky dini ylym). Sufizmi ýöredijiler bu “kökler” hökmünde Alla ynanmaklyga, onuň pygamberlerine we o dünýä ynanmaklyga düşünýärler. Olar bu “köklere” ynanmaýanlary kapyrlar diýip hasaplapdyrlar. Yslam dünýäsinde sufizmiň ýaýramaklygy tebigat ylmlarynyň önän güýçli ösmegine getirdi.

Şeýle hem ylym parahatçylyk, häkimiýetiň goldawy we buthananyň goşulmaýan ýerlerinde has gowy ösýär. XI asyrdan başlap arap Gündogarynda ýokarky görkezilen şertleriň hemmesi bardy. Şoňa görä-de, arap ylmy güýçli ösdi, esasan hem astronomiýa, mehanika, optika ugurlary boýunça uly ösüşler gazanyldy.

### *1.2.2 Orta asyr Gündogar ylmynyň üstünlikleri*

Yslamda namazy ähli musulmanlaryň keramatly şäheri bolan-Mekke şäherine seredip okamaklyk kabul edilendir. Ähli metjitler hem Mekke şäherine seredýändirler. Bu şertleri diňe astronomiýa ylmyna daýanyp ýerine ýetirip bolar.

Gündogaryň beýik alymy **Muhammet Ibn Ahmet Al-Biruni** (973-1048)-sferiki astronomiýa bilen gyzyklanypdyr. Ol Aristoteliň we Ptolomeýiň astronomiýa baradaky işlerini öwrenipdir. Ol takyk astronomiki we geografiki ölçegleri geçiripdir, ýagny ol ýeriň radiusyny kesgitlemegiň usulyny işläp düzdi.

Şeýlelikde, ol ýeriň radiusy 6490 km deň hasap etdi. Ol Ýer Günüň daşynda aýlanýar diýdi we geosentriki modeli tankyt etdi.

Biruni 973-nji ýylyň 4-nji sentýabrynda Horezmiň Kýat şäherinde hünärmenler maşgalasynda eneden dogulýar. Ol ýaşlykdan ylym bilen meşgul bolup başlaýar. Ol 21-22 ýaşlarynda diametri 15 tirsek bolan tegelegiň kömegi bilen takyk astronomik ölçegleri geçiripdir. Şol döwürlerde Horezmde döwlet agdarylyşygy bolýar we ol 10 ýyl ýat ýurtlarda ýaşaýar. Soňra Biruni Watanyňa dolanyp gelýär we görnükli döwlet işgäri bolýar. Şol döwürlerde ol metallaryň we gymmat daşlaryň udel agramyny kesgitleýär. Ol İbn Sina (Awisenna) bilen ylmy hat alyşýar, Aristoteliň köp pikirlerini tankyt edýär.

1017-nji ýylda Horasanyň we Owganystanyň hökümdary Mahmut Horezmi basyp alýar. Ol Birunini ýesir alyp Gazni şäherine äkidýär. Ol şol ýerde 13 ýyl ýaşaýar. Ol bu ýerde agyr şertlerde “Hindistan” diýen ylmy işini ýazýar. Soňra döwletiň başyna Mahmudyň ogly Masut geçýär. Masut Birunä we ylma gowy garaşyk edýär. Biruni Masuda bagyşlap “Masudyň Kanony” atly belli eserini ýazýar. Bu eser astronomiýa we sferiki trigonometriýa bagyşlanan. Ol şeýle hem “Mineralogiýa” we “Sagaldyjy maddalar baradaky kitap” eserlerini hem ýazýar. Biruni 1048-nji ýylyň 13-nji dekabrynda (käbir maglumatlara görä 1050 ýa-da 1051-nji ýylda) aradan çylýar. Belli sowet gündogary öwreniji I.Ý. Kraçkowsiniň aýtmagyna görä Biruni şol döwrüň matematika-fizika we tebigat-taryh ylmlarynyň ähli ugurlaryny öz içine alýan görnükli entiklopedistdir.

Biruni Ýeriň ekliptikasynyň ekwatora ýapgytlyk burçuny we onuň asyryň dowamynda üýtgemesini kesgitledi. 1020-nji ýyl üçin ol burç  $23^{\circ}34'00''$  boldy. Häzirki zaman hasaplamalaryna görä 1020-nji ýyl üçin ol burç  $23^{\circ}34'45''$  deňdir.

Biruni aý tutulmlarynda Aýyň reňkiniň üýtgemesine gözegçilik etdi we ony düşündirdi, Gün tutulmalarynda Günüň daşynda döreýän gün täjini düşündirdi.

Belli astronom, beýik Timuryň agtygy **Ulugbek** (1394-1449) Samarkantda obserwatoriýa gurdy we ony şol döwrüň ýokary derejeli abzallary bilen üpjün etdi. Ol ýyldyzlaryň takyk katalogyny, planetalaryň hereket tablissasyny döretdi. Onuň alan netijeleriniň takyklygy örän uly derejeligi bilen tapawutlanýar.

Optikanyň ösmeginde **Abu Ali Ibn Al – Haýsamyň (Alhazen)** (965-1039) eden ylmy işleriniň ähmiýeti uludyr. Ýewropada ol Alhazen hökmünde tanalýar. Alhazeniň esasy işi “Optikanyň dürdänesi” atly eseridir. Bu eser 7 kitapdan ybaratdyr, onuň 3-si göreje we göze degişlidir. Ol gözüň anatomiği gurluşyny beýan etdi, görejiň nazaryýetini döretdi we şekili kabul edijiniň gözüň görejidigini aýtdy. Ýewklid we Platon gözden çykýan görüş şöhleleriniň predmetleri “gaplap” alyandygy we şol sebäpli görülýär diýen ýalňyş pikirlerini tankyt etdi.

Alhazen kamera-obskuryň işleýşini bilýän ilkinji alymdyr. Ol gözi kamera-obskura meňzetdi. Şunlukda, ol şekil janly organizmden daşarda emele gelýär we onuň fiziologiki esasy ýokdur diýdi. Hakykat-da, biz häzirkä döwürde şeýle düşünjeden peýdalanýarys. Ol tekiz, sferik, silindr we konik aýnalaryň täsirlerine seretdi. Ol silindrik aýnanyň serpikdiriji nokadynyň ýagdaýyny 4-nji derejeli deňlemäni çözüp (geometriki usul bilen) kesgitleýär. Bu meseläni soňra Hristian Gýuýgens başga usul bilen çözüär.

Alhazen ýagtylygy bölejikleriň akymyna meňzeden ilkinji alymdyr. Beýle ýagdaýda serpilmäni mehaniki hadysa hökmünde beýan etmek bolar. Şeýle hem ol, ýagtylyk gutarnykly tizlik bilen ýaýraýar diýip aýtdy.

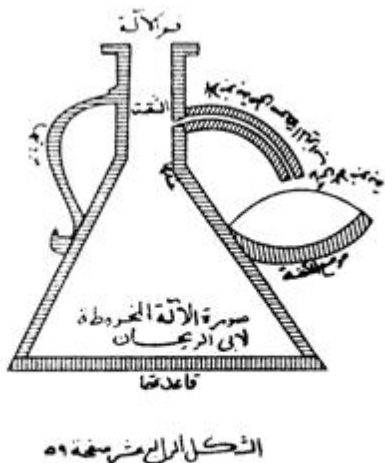
Alhazen ýagtylygyň döwülmesini hem öwrenipdir. Ol döwülme burçuny oýlap tapypdyr we tejribe üsti bilen döwülme burçunyň düşme burçuna proporsionaldäl digini subut edipdir. Ol düşýän we döwülýän şöhleleriň, düşme nokadyna indirilen perpendikulýar bilen bir tekizlikde ýatýar diýipdir. Ol tekiz-güberçek linzanyň ulaltma täsirini, görüş burçy baradaky düşünjäni, onuň aralyga baglylygyny öwrenýär.

“Optikanyň dürdänesi” XII asyrdan latyn diline terjime edildi. Bu eseri Ptolomeýiň işiniň nusgasy hasaplaýardylar. Diňe Ptolomeýiň hakyky kitaby tapylandan soň Alhazeniň bu kitabyň Alhazene degişlidigi aýan boldy.

### ***1.2.3 Gündogar-eksperimental ylmyň ata watanydyr***

Tereziler we udel agram baradaky ylmyň orta asyr Gündogarynda has-da ösüpdir. Munuň esasy sebäbi ysalam dünýäsinde söwdanyň ösenligindendir. Söwdagär tereziler bilen iş salşyp bilmelidir, gymmat metallary we daşlary, olary udel agramlary boýunça tapawutlandyryp bilmelidir. Şoňa görä-de orta asyr Gündogarynda bu ylmy tematika aktual bolupdyr.

Maddalary çekmeklik we olaryň udel agramlaryny kesgitlemeklik eksperimental derňewlerini geçirmekligi talap edýär. Şol sebäpli Gündogar eksperimental ylmyň başlanan ýeri, ýagny eksperimental ylmyň ata watany hasaplanýar. Köp oýlap tapyşlar, şol sanda mehaniki sagatlar, kompas, däri, kagyz Ýewropa ýurtlaryna diňe Gündogardan geçdi.



4-nji surat. Udel agramy ölçemek üçin  
Al-Birununiň abzaly

**Biruni** dürli maddalaryň dykzylyklaryny özüniň döreden “koniki gaby” bilen kesgitledi (4-nji surat). Onuň oýlap tapysynyň manysy: gaba derňelýän madda goýberilende, şol maddanyň göwrümüne deň mukdardaky suw gapdan dökülýär. Şeýle usul bilen ol şol wagtda belli bolan köp materiallaryň dykzylyklaryny ölçedi.

Onuň kesgitlemesine görä altynyň dykzylygy, hüzirki zaman birliklerinde –  $19,5 \text{ g/sm}^3$  (häzirki döwrüň ölçegine görä -  $19,32 \text{ g/sm}^3$ ), simabyňky –  $13,56 \text{ g/sm}^3$  (häzirki döwrüň ölçegine görä –  $13,546 \text{ g/sm}^3$ ). Biruniniň udel agramy kesgitlemekde ulanan usuly häzirki döwürde hem ulanylýar.

**Al-Hazini** (Omar Haýýamyň okuwçysy, Biruniniň yzyny ýörediji) özüniň “Akyl terezileri baradaky kitabynda” tereziler barada kesgitleme berýär we Arhimediň kanunyny howada ýerleşen maddalar üçin ulanýar. Onuň terezileri diňe bir maddanyň agramyny ölçemän, olaryň udel agramyny hem ölçäpdir (5-nji surat).



**1-nji tablissa.** Al-Hazini boýunça käbir maddalaryň dykyzlyklary we olaryň häzirki zaman bahalary:

Materiallar	Dykyzlyk, g/sm <sup>3</sup>	
	Al-Hazini boýunça	Häzirki zaman bahalar
Altyn	19,05	19,32
Simap	13,56	13,546
Sapfir	3,96	3,90
Süýt	1,110	1,04-1,42

#### ***1.2.4 Orta asyr Ýewropa ylmy***

Orta asyrda Ýewropa ylmy ýaňy dörap başlapdy. VIII-XI asyrlarda Gündogarda ylym ösüpdi. Araplar Ýeri şar şekilli hasaplaýardylar, Biruni onuň radiusyny kesgitledi. Katolik buthananyň işgäri **Blažennyý Awgustin** bolsa Ýeri tekiz hasaplaýardy we onuň arka ýüzünde adamlar ýaşamaýar diýip aýdýardy. Orta asyr Ýewropa ylmynda, Aristotelň ideýalaryna esaslanan, mehanika we astronomiýa öwrenilýärdi.

**Foma Akwinskiý** (1225-1274) jisimler erkin hereket edip bilmeýärler, olar daşky güýjüň täsiri bilen hereket edýärler diýip aýdýar. Bu kinematiki çemeleşmedi.

Bu döwürlerde uniwersitetlerde ylmy barlaglaryň metodologiki esasy hökmünde *sholastika* hyzmat edýärdi. Sholastika - esasy maksady hristian dogmatlaryny goraýan filosofiki akym. Olar antik alymlary Platonyň we aýratyn-da Aristotelň ideýalaryny hristian dininiň ruhunda düşündiripdirler. Olar tebigaty tejribäniň üsti bilen öwrenip bolar diýlen pikiri äsgermezlik edipdirler.

**Rodžer Bekon** (1214-1294) - Angliýanyň Sommerset graflygynda doglan, Pariž we Oksword (Angliýa)



uniwersitetlerinde okady. Oksword uniwersitetiniň professory boldy, doktor mirabilis (täsin) lakamyny alan alym. Otuz alty ýaşynda monah bolan, buthana oňa ylmy kitaplary ýazmagy gadagan edipdir, türmede oturan, Klimet IV papa tarapyndan boşadylan. Soňra Bekon Pariže gidýär we ol ýerde hem türmä salynýar. Umuman, ol ömrüniň on baş ýylyny türmede oturypdyr.

Rodžer Bekon görnükli orta asyr ýewropa alymy – matematik, optik, astronom. Ol eksperimenti mahabatlandyran ilkinji alymdyr. Ol kamera-obskury, linzalarda ýagtylygyň döwürleşmesini, optiki abzallary gurmaklygy başarypdyr. Älemgoşaryň döreýişini düşündirdi.

Orta asyr ylmyňň çäkliligine seretmezden bu döwürüň ylmy, Galkynyş (Renessans) döwürüniň başlanmagynda uly bolmadyk rol oýnady. Galkynyş döwürine: XIII asyr-treçento, XIV asyr-kwatroçento, XV asyr- ýokary Galkynyş degişli edilýär. Italiýa Galkynyş döwürüniň watany hasaplanýar. Bu döwürde täze synp – buržuaziýa döredi. Senagat we hünärmenlik ýokary depginde ösdi. Buthana indi durmuşyň ähli talaplaryny gözegçilikde saklap bilmeýärdi. Netijede, tebigata, adam organizmine bolan gyzyklanma has-da artdy. Şol döwürde Galkynyşyň ägirtleri: beýik hudožnikler Mikelandželo, Rafael, Leonardo da Winçi, ýazyjylar Dante, Bokaçço, beýik geografiki açyşlary eden Magellan, Hristofor Kolumb dörediler.

**Leonardo da Winçi** (1452-1519) - italyan hudožnigi, arhitektor, alym, oýlap tapyjy, mehanik, inžener (6-njy surat), Italiýada Winçi şäherinde 1452-nji ýylyň 14-nji aprelinde doglan. Belli bolmadyk sebäplere görä Leonardo da Winçi özüniň işlerini gizlin saklapdyr. Olary diňe şifr bilen açyp bolupdyr. Ol aýna hatlary ýazypdyr. Başýüz ýyllap onuň golýazmalary näbelli bolup galdy. Onuň işlerini XIX asyrdan açdylar we olar ilkinji gezek 1887-1891-nji ýyllarda neşir

edildi. Ol eksperimentator bolupdyr. Ol sholastika garşy çykypdyr, Yagny, tejribäni ähli bilimleriň esasy edipdir.

“Islandik hereket güýç goýulmagyny talap edýär” diýýän Aristotelden tapawutlylykda, Leonardo da Winçi “her bir hereket özüniň saklanmagyna ymtylýar” diýip ýazdy. Bu inersiýa kanunynyň açylmasy däl, ýöne bu oňa tarap aýgytly ädimdi. Ol şeýle hem gaty jisimlerdeki maýyşgaklyk güýjüni we sürtülme güýjüni, tüpeňniň nilindäki güýçleri derňedi. Ol gidrodinamikada,



6-njy surat Leonardo da Winçi

akustikada tolkunlaryň superpozisiýasyny ulandy. Ol beýik oýlaptapyjydyr: wertolýotyň, welosipedniň, şarikopodşipnigiň ilkinji nusgalaryny hödürledi. Ýöne, onuň bu teklipleri häzirki zaman garaýyşlaryndan daşdady. Ol uniwersitet alymy däl, ol genial özi öwrenijidi. Onuň “Madrid kodeksi” we “Jokonda” atly belli eserleri bardyr.

Galkynyş eýýamy fizikada uly üstünlikleri getirmede, ýöne fiziki eksperimentiň ösmegine getirdi.

Orta asyrdan ilkinji uniwersitetler döredi, ilki başda araplar tarapyndan Ispaniýada (Kordowa şäherinde), soňra Italiýada, Parižde, Angliýada. Bu uniwersitetler häzirki zaman uniwersitetlerinden düýpli tapawutlanýardylar. Emma häzirki wagta çenli şol döwürde ulanylan alymlyk derejeleri (doktor we magistr), professor we dosent atlary, bilim bermekligiň esasy formasy hökmünde leksiýa, uniwersitetiň bölümi hökmünde

fakultet atlary saklanyp galdy. Okatmagyň formasy hökmünde disputlar ýitip gitti, emma ylmy diskussiýalar we seminarlar häzirki zaman ylmynda we ýokary mekdeplerde giňden ulanylýar.

Leksiýa (okamaklyk diýmekdir) orta asyr uniwersitetlerinde bilim bermekligiň esasy görnüşidi. Kitaplar azdy, olar gaty gymmatdy, şoňa görä-de, dini we ylmy işler okalýardy we düşündirilýärdi. XVIII asyra çenli latyn dili halkara dilidi. Latyn dilinde Kopernik, Lomonosow, Nýuton ýazypdyrlar.

Häzirki wagta çenli Ýewropa uniwersitetlerinde dabaraly sözler latyn dilinde okalýar, diplom işler bolsa latyn dilinde ýazylýar. Dabaraly ýygnaklara professorlar orta asyr doktor mantiýalarynda we papaklarda gelyärler.

## II BÖLÜM

### FIZIKANYŇ YLYM HÖKMÜNDE ÝÜZE ÇYKMAGY

#### BİRİNCİ BAP. XVI - XVII ASYRLARDA YLMY REWOLÝUSIYA

##### *2.1.1 XVI-XVIII asyrlarda jemgyýetçilik syýasy ýagdaý*

XVI-XVIII asyrlar ylymda, hususan-da, fizikada uly açyşlaryň döwri boldy. Ylymda we medeniýetde bolup geçýän üýtgeşmeler elmydama jemgyýetde, ykdysadyýetde we syýasatda bolup geçýän ösüşleriň aýratynlyklaryna baglydyr. Ilkinji ylmy-tehniki rewolýusiýanyň döwri bolan XVI-XVIII asyrlarda jemgyýetçilik-syýasy ýagdaýa seredip geçeliň.

Ykdysadyýetde kapitalistik önümçilik usuly agdyklyk edýardi. Bu feodal döwür bilen deňeşdireniňde, zähmet öndürjiligiň artmagyna getirdi. Önümçilige täze we täze tehnologiýalar zerurdy, olary bolsa diňe ylym berip biljekdi. Adamzadyň taryhynda ilkinji gezek ylym jemgyýetiň öndürji güýçleriniň ösmeginde rol oýnap başladylar.

Meselem, ýeriň formasy baradaky problema seredeliň. Şol wagtyň jemgyýeti üçin muny bilmekligiň näme zerurlygy barka? Ýeriň şar formasynyň bardygy baradaky fakt Beýik geografiki açyşlar eýýamyny dörettdi. Geografiki açyşlar Ýewropany baýlaşdyrdy. Bu açyşlary etmek üçin astronomiýany bilmek gerekdi, ýa-da, egriji stonogyň (dokma stonogyň) oýlanyp tapylmagy ýurtlaryň ykdysadyýetiniň ösmegine getirdi.

XVI-XVIII asyrlarda uly syýasy özgerişler, ýagny Gollandiýada we Angliýada buržuaz refolýusiýalary bolup geçdi. Olaryň ýeňişleri bu ýurtlarda adamlaryň syýasy we hukuk taýdan azat bolmaklaryna getirdi. Indi bu ýurtlarda

buthanalar “öç alyjy gylyç” hökmünde (inkwizasiýa) bolup bilmeýärdi. Diniň jemgyýetçilik-syýasy täsiri peselipdi. Bu bolsa ylma öz täsirini ýetirdi. Katoliki buthananyň käbir tebigy-ylmy barlag geçirmek baradaky gadaganlyklary aradan aýryldy.

XVI-XVIII asyrlarda şeýle bir ýagdaý döredi, ýagny uniwersitet ylmy jemgyýetden üzňe ýagdaýdady. Ykdysadyýetdäki we syýasatdaky özgerişler bu ýerde orun tapmady. Uniwersitetlerde sholastika höküm sürýärdi, antik döwrüň ylmlary öwrünilýärdi, stilistiki turnirler geçirilýärdi, filologik jedeller geçirilýärdi. Frensis Bekon, Rene Dekart uniwersit bilimini güýçli tankytladylar.

Emma muňa seretmezden, XVI-XVIII asyrlarda fizika ylmynda gazanylan esasy üstünliklere seredip geçeliň.

### ***2.1.2 N.Kopernigiň ylmy rewolýusiýasy***

**Nikolay Kopernik** (1473-1543) - beýik polýak astronomy, dünýäniň geliosentrik ulgamyny döreden alym (7-nji surat). 1473-nji ýylda Torun şaherinde baý söwdagäriň maşgalasynda doguldy. Kratiw uniwersitetinde, Italiýada Boloniýa we Padui uniwersitetlerinde hukuk we lukmançylyk ugurlarynda okady. 1503 -nji ýylda hukuk ylmlarynyň doktory boldy. Kopernik lukman, diplomat we döwlet işgäri bolan.

N.Kopernik ýaşlykdan matematika we astronomiýa bilen gyzyklanýar. Şol döwürde dünýäniň geosentrik ulgamy baradaky düşünje örän çylşyrymly (episiklikli) beýan edilýärdi. K.Ptolomeýe görä (geosentrik ulgam) Ýeriň daşynda: Aý, Merkuriý, Wenera, Gün, Mars, Ýupiter, Saturn töwerek boýunça aýlanýardylar. Aýratyn hem Aýyň hereketi çylşyrymly düşündirilýärdi. Bu mesele doly çözülmän galdy.

Kopernik merkezinde Gün bolan has ýonekey geliosentrik ulgamy hödürledi. Bu modelde Aýyň hereketi aňsat düşündirilýär. “Asman sferalarynyň aýlanyşy barada” kitabyňy ol 1530-1532-nji ýyllarda ýazýar. Emma katoliki



7-nji surat. N. Kopernik

buthana ony 10 ýyllap çap etmäge rugsat bermeyär.

Onuň dünýäniň geliosentrik ulgamy baradaky pikirleri 1543-nji ýylda, onuň aradan çykan ýyly, dini professor Osianderiň giriş sözi bilen çap edilýar. Bu giriş sözünde Osixander şeýle ýazýar: “Kitapda aýdylanlar planetalaryň hereketini beýan edilşini

eňilleşdirmek üçin ulanylan matematiki

çaklanma. Şoňa görä-de, dünýäniň hödürlenýän ulgamy hakyky däl, dünýä ulgamynyň gurluşyny diňe hudaý bilýär” diýip ýazýar. Muňa seretmezden Kopernigiň bu kitaby öz döwürdeş almlaryna örän güýçli täsir etdi.

1616-nji ýylda onuň kitaby katoliki buthana tarapyndan gadagan edildi.

Taryhyň görkezişi ýaly N. Kopernigiň hödürän dünýäniň gurluşy baradaky täze modeli täze tebigat bilimleriniň jarnamasy (manifesti) boldy. Kopernigiň hödürän geliosentrik ulgamynda Günüň daşynda Merkuriý, Wenera, Ýer, Mars, Ýupiter, Saturn aýlanýar.

Ilki bilen bellemeli zat, Kopernik dünýäniň gurluş ulgamynda adam baş roly yerine ýetirýär diýen ideýadan el çekýär. Ol

kitabýnda “Eger Ýer Älemiň merkezi däl bolsa, onda Ýerde ýaşayan adam hem Hudaý tarapyndan döredilen dünýäde baş we eketäk jandar däl. Adam - bu dünýäniň bir bölegidir, onuň Älemdäki roluny täzedan kesgitlemelidir” diýip ýazýar. Ol bu pikiri aýdyp raýatlyk (graždanlyk) batyrgaýlygyny görkezdi.

Kopernik öz ideýalarynyň şol döwrüň ideologiýasyna garşydygyny bilýärdi. Şoňa görä-de, ol öz işlerini çap etmäge gyssanmaýardy. Diňe ömrüniň ahyrynda, haçan-da, kimiň dogry, kimiň nädogrulygyny, adam däl-de, hudaýyň kesgitlemeli wagtynda çap etdi.

Dünýäniň täze ulgamynyň tassyklanmagy köp asyrlar bäri dowam edip gelýän Aristoteliň we Ptolemeýiň abraýyndan el çekmekligi talap edýärdi. Iki mün ýyllap ähli alym-astronomlaryň ynanyp gelen nazaryýetine ýalňyş diýip aýtmak bilen Kopernik örän batyrgaý ideýa bilen çykyş etdi. Kopernik öz pikiriniň dogrulygyna ynanýardy.

N.Kopernik öz hasaplamalarynda, planetalar tegelek orbitalar boýunça aýlanýarlar diýip hasap etdi. Şoňa görä-de, onuň alan netijeleri astronomiki gözegçilikler netijesinde alnan magumatlar bilen gabat gelmedi. Soňra Iogann Kepler bu orbitalaryň elliptikdigini subut etdi we nazaryýet bilen tejribe maglumatlarynyň gabat gelmesi garanyldy.

Köpernigiň işi ylmyň önünde, ilkinji nobatda astronomiýanyň önünde köp meseleleri goýdy:

- nazaryýeti tejribede barlamak meselesini;
- nazaryýetiň tejribe bilen gabat gelmezliginiň sebäplerini anyklamak meselesini;
- umuman dogry bolan nazaryýeti takykklamak meselesini;

Kopernigiň ideýasy planetalary öz aralarynda näme baglanyşdyrýar, olar nähili we name üçin aýlanýarlar diýlen soraglara nazaryýete esaslanyp jogap berilmegi talap edýärdi.

Bu soraglara jogap bermek üçin mehanikany ösdürmek gerekdi, esasan hem gadymy dünýäniň mehanikasy bolan statikany däl-de, deňeşdirme, täze ylmy-dinamikany ösdürmelidi. Bu zatlary etmek üçin bolsa tejribe we matematikI üpjünçilik gerekdi.

Dörän kynçylyklaryň netijesinde Kopergenň modeliniň dünýäde ykrar edilmesi köp ýyllara çekdi. Bu göreş orän agyr boldy we köp sanly gahrymanlary öňe çykardy. Şeýle gahrymanlaryň biri Žordano Bruno boldy.

### ***2.1.3 Täze ylmy dünýä garayyş (geliosentrik ulgam) ugrunda göreş***

**Jordano Bruno** 1548-nji ýylda Italiýada doguldy. Ol Kopernigň ideýalaryny goldapdyr we ol ideýalar absolýut guarnykly däl hasaplapdyr.

Ol köp ýerlerde leksiýalar okapdyr, kitaplaryny çap edipdir. J.Bruno Älemi tükeniksiz hasaplapdyr we köp dünýäler bar diýipdir, hereketiň otnositelligi barada aýdypdyr. Ol täze dünýägarayyşy, ýagny buthananyň sholastik ideýasyndan düýpli tapawutlanýan ideýany wagz edipdir, bu bolsa buthana ýaramandyr.

J.Bruno Wenesiýa şäherine, dworýanin Moçenigonyň çakylygy bilen alhimiki tejribeleri geçirmek üçin gelende, hojaýynyň şugullamagy esasynda inkwizisiýa tarapyndan tussag edilýar we 7 ýyl türmede oturýar. 1600-nji ýylyň 17-nji fewralynda Rim şäheriniň Guller meýdançasynnda otda ýakylýar. Bu ýerde häzirki wagtda onuň ýadigärligi oturdylan, katolik buthananyň ýolbaşçysy papa Ioanna-Pawel II göýberilen ýalňyşlyk üçin ötünç sorady.

Ylmyň ösüşiniň post Kopernik döwrüniň beýleki ugry, gözegçilik astronomiýasy bilen baglanşyklydyr. Bu ýerde daniýa astronomy **Tiho Brageni** bellemek gerek. Ol



Kopernigiň nazaryýetini kabul etmän, tejribe taýdan esaslandyryjak bolup köp sanly astronomik gözegçilikleri geçirdi. Ol ägirt köp sanly material toplady.

**Iogann Kepler** (1571-1630) - nemes alymy, asman mehanikasyny esaslandyryjylaryň biri, 1571-nji ýylda ýönekeý soldat bolup gulluk eden, garyp dworýanin maşgalasynda eneden dogulýar (8-nji surat). Ol monastyr mekdebi gutarýar. Soňra Týubingen dini akademiýasynda okaýarka Kopernigiň kitaby bilen tanyşýar we astronomiýa bilen gyzyklanyp başlaýar. Akademiýany gutarandan soň ol matematikadan we filosofiyadan okadýar. Goroskoplary düzüp gazanç edipdir.

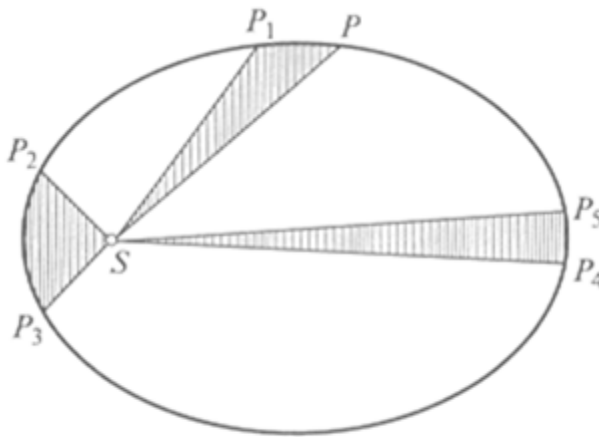


8-nji surat. I. Kepler

XVII asyryň başynda Kepler katoliklerden gaçyp Wengriýa geçýär, soňra 1601-nji ýylda Praga geçýär. Bu ýerde I. Kepler astronom Tiho Brage bilen Praga uniwersitetinde bir ýyla golaý bile işleýär. T. Brage aradan çykandan soň I. Kepler T. Brageniň 35- ýyllap toplan astronomik gözegçiliklerini bellän žurnalyna eýe bolýar. Bu materiallary teoretiki umumlaşdyryp Kepler asman mehanikasynyň üç esasy kanunyny döredýär, bu kanunlar häzir onuň adyny göterýär. Bu kanunlaryň ikisi 1609-njy ýylda “Täze astronomiýa” traktatda, ikinjisi 1619-njy ýylda “Dünýäniň sazlaşygy (garmoniýasy)”

traktatynda çap edildi. Bu kanunlar Nýutonyň açyşlaryna uly ýardam etdi.

1611-nji ýylda Kepleriň “Dioptrika” işi çap edildi. Ol bu işinde özüniň döreden teleskopyny ýazyp beýan edýär, linzalarda we linzalar ulgamynda şöhleleriň geçişine seredýär. Şeýlelikde, ol şöhle has optiki dykyz sredadan az dykyzlykly sreda geçende doly içki serpilmäniň döreýändigini gördi. I.Kepler “şekil gözüň setçatkasynda döreýär, göreç bolsa linzanyň rolyny ýerine ýetirýär” diýdi. Ýagny ol görejiň nazaryýetini döretti. Şol bir wagtyň özünde ol ýagtylygyň döwürleme kanunyň döredip bilmedi.



### 9-njy surat. Kepleriň ikinji kanuny

Kepleriň esasy üstünligi, ol hem onuň geliosentrik ulgamynda planetalaryň hereket nazaryýetini döredenligidir, ýagny “planetalar Güniň daşynda elliptik orbitalar boýunça aýlanýarlar” diýdi. Köp wagtyň dowamynda Kepler we Kopernik planetalar Güniň daşynda tegelek orbitalar boýunça aýlanýarlar diýip hasap edýärdiler. Kepleriň nazaryýetine görä, planetalar orbita boýunça deňölçegsiz hereket edýärler, Güne golylaşdygyça olaryň tizlikleri artýar, uzaklaşanda bolsa –

meýdanlar kanunyna laýyklykda tizlikleri kiçelýärler ( 9-njy surat).

I.Kepler tarapyndan planetalaryň Günüň daşynda aýlanmak kanunlarynyň açylmaklygy astronomik gözegçilikleriň Kopernigiň nazaryýeti bilen gabat gelmezligini aradan aýyrdy.

Kepler bütün ömründe maddy kynçylyga sezewar bolup geçdi. Germaniýada Otuzýyllyk urşuň gidýänligine görä, oňa aýlyk bermeyärdiler. Şeýle hem, ol ejesini inkwizisiýadan satyn almaly bolupdy. Onuň ejesini porhanlykda aýyplap, ony otda ýakmaly diýip höküm çykarylypdy. Kepler az wagtylyk görnükli şwed serkerdesi Wallenşteýniň şahsy astrologi bolup işleýär. Wallenşteýniň diňe üstünlikleri we ýeňişleri getirýän goroskopyny düzýär. Emma, Wallenşteýn tiz wagtdan dil düwüşiligiň pidasy bolýar we öldürilýär. Kepler ýene-de, ýetmezçilikde ýaşamaly bolýar. Kepler 1630-njy ýylda garylykda we sergezdançylykda aradan çykýar.

#### ***2.1.4 XVI – XVII asyrlarda ylmy progrese filosofiki garayyşlar we matematiki derňewler***

**Frensis Bekon** (1561-1626) - Angliýanyň görnükli döwlet işgäri, lord-kansler. Ol 1620-nji ýylda çykan “Täze organon” kitabynda ylmy progres barada filosofiki pikir ýoretmelerini beýan etdi.. Ol sholastikany düýbünden inkär edýär we sholastika akyl ýetirmek prosessini tormozlaýar diýýär. Bekonyň pikirine görä, adamyň aňy akyl ýetirş prosessinde, adama mahsuz bolan köp sanly kynçylyklara sezewar bolýar, diýdi. Bu kynçylyklary ol “eýeler (prizraki)” diýip atlandyrýar. Bekon adamyň aňyndaky “eýeleri” aşakdakylara bölýär.

“*Nesil eýeleriniň*” döremeginiň sebäbi, adamyň aňy ýekeleýin faktlary umumylaşdyrmaklyga aňsat ýygryn edýär. Bu esasyda adam hakykat bilen elmydama gabat gelmeýän netijelere gelýär. Adam inertli, ol ynanan zadýndan aňsat ýüz öwürmeýär. Adam özüni duýdansyz haýran edýän zada has duýgur bolýar.

“*Gowak eýeleri*” adamyň indiwiidual hasaba alýan zatlary bilen baglanyşyklydyr. Käbir adamlar gadymyýete, milli zatlara, käbirleri täzelige, moderne ýygryn edýär.

“*Bazar eýeleri*” jemgyýetçilik pikiri bilen döreýär.

“*Teatr eýeleri*” agalyk sürýän nazaryýetler bilen baglanyşyklydyr.

Bekona görä dogry barlag usuly, adamyň aňyny bu “eýelerden” azat bolmaga kömek etmelidir. Bu usulyň esasy edip Bekon tejribäni goýýar.

**Rene Dekart** (1596-1650) (latynça ady Karteziý) –



10-njy surat. R.Dekart

fransuz filosofy, fizigi we matematigi, Turyň golaýynda Lae obasynda belli, emma baý däl maşgalada eneden dogulýar). 1614-nji ýyldan başlap ol Puate uniwersitetinde lukman-çylygy, hukugy öwrenýär we iki ýyldan soň bakalawr bolýar (10-njy surat). Dekart filosof hökmünde rasionalist we käbir derejede sholast. Onuň esasy kitaplary: “Usul barada pikir ýöretme”, “Dioptrika”, “Meteorlar”, “Geometriýa”. Ol

matematikada has-da uly üstünlik gazandy. Dekart

„Geometriýa“ kitabynda analitik geomertiýanyň esaslaryny goýdy. Onuň alymlar tarapyndan häzir hem ulanylýan filosofiki şygary “Hemme zada ynamsyz gara“ bolupdyr. Onuň „ähli giňişlik, elmydama hereketde bolan materiýa bilen doldurylandyr“ garaýşy, öz döwri üçin gürrüňsiz, progressiw ideýadyr. Ýöne ol fiziki hadysalary düşündirende ýalňyşlyklary goýberdi. Emma, ol älemgoşar hadysasyny dogry düşündirmekligi başaryp bildi.

Dekartyň kitaplary katolik buthana tarapyndan gadagan edilen kitaplaryň sanyna goşuldy. Emma onuň ideýalary gowşaman, tersine has-da, giň ýaýradý. Hat-da, döwlet ýolbaşçylary ondan filosofiýany öwrenmeklige çalyşýardylar. 1649-njy ýylda ol şwesiýanyň şa aýaly Kristinanyň haýyşy boýunça onuň mugallymy bolmaklyga çagyrylýar. Emma ol kesseläp 1650-nji ýylda aradan çykýar.

### ***2.1.5 XVI – XVII asyr ylmynyň umumy häsiýetnamasy***

Indi, XVI – XVII asyr ylmyna umumy häsiýetnama bereliň.

Ilki bilen bilimiň obýektiwleşendigini bellemek gerek. Ylym antik, ýa-da orta asyr döwründäki ýaly hyýaly garaýyşlara esaslanman, obýektiv kanunlara has köp daýanyp başlady.

XVI – XVII asyr ylmynyň ikinji aýratynlygy – antik ylmyna näbelli bolan derňew etmegiň eksperimental usullarynyň girizilmegidir.

XVI – XVII asyr ylmynyň üçünjü aýratynlygy – onuň institutlaşmagydyr, ýagny esasy meselesi ylym bilen, şol sanda fizika bilen iş salyşýan guramalaryň döremegidir. Şeýle guramalaryň biri hem, ylymlar akademiýasydyr.

1645-nji ýyldan başlap Londonda tebigat ylymlaryny söýjileriň gurnagy döreýär. Bu gurnak 1660-njy ýylyň 28-nji noýabrynda *London korollyk jemgyýetiniň* (LKJ) statusyny alyar. Onuň agzasy bolup belli fizikler Robert Boýl, Robert Guk, Konsantin Ren we beýlekiler girdiler. Bu gurama häzirki döwürde Beýik Britaniýanyň ylymlar Akademiyasy diýilýär. LKJ-de Robert Guk tölegli esasy tejribeleri geçirmegiň kuratory wezipesinde işläpdir. Gukyň gulluk wezipesi LKJ-niň her hepdede geçirýän ýygnaclarynda tejribeleri taýýarlamak we olary geçirmek bolupdyr.

1666-njy ýylda Lýudowik XVI Fransiýada *Pariz ylymlar akademiyasyny* dörettdi. Onuň ilkinji agzalary Hristian Gýuýgens, Kassini we beýlekiler boldular.

1657-nji ýylda Galileýiň okuwçylary *Italýan ylymlar akademiyasyny* esaslandyrdylar. 10 ýyldan soň pap toparynyň talap etmegi boýunça bu gurama ýapylýar. Şu döwürden başlap italýan ylmy özüniň dünýä meşhurlygyny ýitirdi.

*Rus ylymlar akademiyasy* Petr I Permany bilen 1724-nji ýylyň 28-nji ýanwarynda döredildi we bir ýyldan soň, Pert I aradan çykandan soň, işläp başlaýar. Häzirki döwürde bu gurama, dünýäde has abraýly alymlary birleşdirýän guramadyr.

XVI – XVII asyrlaryň bütin dowamynda ylmy maglumatlar oblastyndaky ýagdaý bütinleý üýtgedi. Galileý döwründe ylmy maglumatlar alymlaryň arasynda hat alyşmak arkaly, şeýle hem kitaplary çap etmek we uniwersitetlerde leksiýalary okamak bilen amala aşyrylýardy. Maglumatlary şeýle usul bilen ýaýratmaklyk kämilleşen däl diýmek we bu usul alymlary kanagatlandyrmady. Täze usullar gözlenilýärdi. Meselem, akustika boýunça alym, monah **Maren Mersem** (1588-1648), ömrüniň esasy maksady edip ylmy maglumatlary ýaýratmaklygy guramak edip goýdy. Ol ähli belli alymlar bilen hat alyşypdyr we olary baglanyşdyrýan merkez bolupdyr. Ony „adam-žurnal“ diýip atlandyrypdyrlar.

Hakyky žurnallar hem çykyp başlady. Ilkinji bolup 1665-nji ýylda LKJ-niň „Philosophical Transaction“, soňra Pariž ylmlar akademiýasynyň işleri çykyp başlady. 1682-nji ýyldan başlap Leýpsigde „Acta Eruditorum“ ylmy žurnaly çykýar. Periodiki çykýan ylmy žurnallar häzir hem esasy maglumat çeşmeleri bolup durýarlar. Häzirki döwürde elektron tehnologiýasynyň çalt ösmekligi ylmy maglumatlary elektron maglumat serişdeleriniň (Internet seti, telefon, faks, telefaks we ş.m.) kömegi bilen geçirmeklige mümkinçilik berýär.

XVI – XVII asyr ylmyny häsiýetlendirýän ýene-de bir zat, ol hem, latyn dilinden adaty dillere geçilmegidir. Ilkinji şeýle, halka ýakyn dilde ýazylan kitap Galileýiň “Düniäniň iki ulgamy barada dialog” kitabydyr.

XVI – XVII asyryň fiziki ylmyny umumy bahalandyrmak bilen, bu döwrüň dünýä taryhynda ilkinji ylmy-tehniki rewolýusiýa döwri bolandygyny bellemek gerek. Bu döwürde ylym ilkinji gezek özüniň jemgyýetçilik aňynyň görnüşidigini we öndüriji güýçdigini yglan etdi. Has takygy, diňe şu döwürde, häzirki zaman ylmynyň esasy goýuldy. Ilkinji ylmy-tehniki rewolýusiýa döwri dünýä köp belli alym-fizikleri berdi. Olaryň arasynda täze wagtyň ylmynyň esasy goýan Nikolay Kopernigiň adyny has-da bellemek gerek.

## IKINJI BAP. GALILEÝO GALILEÝ WE ONUŇ DÖWÜRDEŞLERI

### ***2.2.1 Galileýiň durmuş ýoly we onuň „Dünyäniň Ptolemey we Kopernik iki ulgamynyň dialogy“ atly kitabynyň ahmiýeti***

XVI – XVII asyrdaky Italiýa ylmy taýdan iň ösen ýurt hasaplanýardy. Şol döwrüň ýewropa fizika ylmynyň iň ägirleriniň biri Galileo Galileý 1564-nji ýylyň 15-nji fewralynda Italiýanyň Piza şäherinde eneden dogulýar (11-nji surat). Onuň kakasy sazanda we saz öwrediji bolupdyr.

Pizan uniwersitetinde okaýarka lukmançylyk bilen gyzyklanýar, emma tiz wagtdan geometriýa we mehanika bilen gyzyklanyp başlaýar we uniwersiteti taşlap Florensiýada ýaşayan kakasynyň ýanyna gidýär. Ol ýerde Galileý özbaşdak bilim alýar we 1559-njy ýylda Pizan uniwersitetiniň professory bolýar. 1592-nji ýyldan başlap 18 ýylyň dowamynda ol Florensiýanyň Paduýa uniwersitetiniň professory bolýar. Galileýiň abraýy çalt artýar. Ol Florensiýanyň hökümdary Beýik gersog Kozimo II Medičiň köşk filosofy, matematigi we astronomy bolýar. Şol wagtdan başlap Galileýiň durmuşynda kyn döwür başlanýar.

Professoryň wezipesinde işleýänligi sebäpli ol talyplara geosentrik ulgam barada aýdýardy, emma onuň özi muňa ynanmaýardy. Kopernigiň ideyasyny goramaklygy ol möhüm, emma kyn iş hasaplaýardy we bu mesele barada jedalet girişmeklige gyssanmaýardy. Galileý tejribe we bilim topaýardy.



Italiýada Lordana Bruno jezalandyrylandan soň reaksiön güýçler hüjüme geçdiler. Köperniğiñ ideýasynyñ dogrulygyny tassyklaýanköp sanly tejribeleriñ bardygyna seretmezden dünýäniñ Ptolemeý ulgamynyñ tarapdarlary boýun egmeýärdiler. Olar aýyk hüjüme geçip başladylar. Olar buthanalaryñ munberlerinden, Köperniğiñ ylmy Keramatly Ýazga garşy gelýär diýip başladylar. Bu örän güýçli argumentdi. 1613-nji ýylda Galileý öz okuwçysy we dosty B.Kastella ýazan hatynda, bu çykyşlaryñ dogry dældigini, ylymda elmydama gözlegiñ bardygyny we ylymyñ hereketde bolýandygyny, bu dünýäde bilmeli zatlarymyzyñ hemmesini biziñ biýänimizi, kim tassyklap biler diýip ýazýar.



11-nji surat. G.Galileý

1615-nji ýylda Galileýiñ bu ýazan hatyny we onuñ üstüne töhmetleri goşup inkwizisiýa ýetirýärler. Ol Rime gidip örän ussatlyk bilen goranýar. Emma 1616-njy ýylyñ 5-nji martynda Köperniğiñ kitaby gadagan edilýär we onuñ ylmy garaýşy Keramatly Ýazga ters gelýär diýlip yglan edilýär. Geliosentrizmi mahabatlandyrmaly däl edilýär. Emma Ptolemeýi we Aristoteli tankytlamak gadagan edilmeyär. Galileý mundan peýdalanýar.

1630-njy ýylda Galileý „Dünýäniñ Ptolemeý we Köpernik iki ulgamynyñ dialogy“ atly kitabyňy çap etmäge rugsat berilmegini sorap Rime gidýär. Senzor Galileýe bu kitabyñ girişinde „Köperniğiñ ulgamy çaklamalaryñ diñe biri“

diýip ýazmak şerti bilen kitaby çap etmeklige rugsat berýär. Galileý şeýle şerte razy bolýar we şeýlelikde bu kitap 1632-nji ýylda Florensiýada çap edilýär.

Bu kitap buthana gullukçylarynda güýçli gahar-gazap döredýär. Netijede, 1633-nji ýylyň fewralynda ýarawsyz Galileýi Rime getirýärler. 1633-nji ýylyň 12-nji aprelinde 21-nji iýunyňa çenli Galileýi sud edýärler. Ertesi, 22-nji iýunda inkwizisiýanyň düzen teksti boýunça Galileý öz pikirinden ýüz owüýär.

Taryhçylara Galileýiň sudynda köp zatlar näbelli bolup galdy: ol gynalypmy ýa-da gynalmanmy?. Emma ol sudda güýçli argumenti, ýagny buthananyň kabul eden kesgitlemesini ulandy: kitapda Kopernigiň ulgamy ylmy çaklamalaryň biri hökmünde ulanylypdy. Şoňa görä-de, inkwizisiýa ony otda ýakmak üçin ýeretik diýip bilmedi. Sudda ol „ýeretiklikde güýçli şübhelenýän“ hasaplanylady. Bu Galileýi halas etdi.

Başga döwürde ýaşaýan biz, Galileýiň pikirinden ýüz öwürlenligi üçin ony tankytlamalymy? Ýok, ol öz pikirinde galdy. Legenda görä, ol pikirinden ýüz öwürlen badyna „Näme diýseňizem ol aýlanýar“ diýipdir.

Galileý sud edilenden soň inkwizisiýanyň gözegçiliginiň astynda bolýar. Ol güýçden gaçýar, kör bolýar, emma işlemesini dowam etdirýär. Suddan soň, ýagny 5 ýyldan soň onuň „Iki täze ylmlar baradaky gürrüňler“ atly beýik kitaby çykdy. Bu kitap Nýutonyň „Başlangyçlar“ atly kitabyň döremekligine getirdi we materiallaryň garşylyklary baradaky ylmyň esasyňy goýdy.

1642-nji ýylyň 8-nji ýanwarynda Galileý aradan çykýar. E.Torriçelli we W.Wiwiani ýaly okuwçylary we egindeşleri onuň tabydyňyň ýanynda boldular. Galileý Florensiýada belli Santa-Kroçe kapellasynda – Italiýanyň has belli adamlarynyň jaýlanýan pateonynda jaýlanýar. Katolik buthana soň öz sudunyň Galileýi sud edişini ýalňyş hasaplady.

Galileý özüniň bütin ömrüniň dowamynda, köp sanly kynçylyklara seretmezden, hat-da, ömri üçin howply bolsa-da, N.Kopernigiň taglymatyny goldady. Şeýle nukdaý nazara ony nämäniň getirenligine düşünmeklik örän möhümdir. Ol köp sanly tejribelerde, ilkinji nobatda özüniň geçiren tejribelerinde alynan faktlary derňemegiň netijesinde şeýle nukdaý nazarda boldy. Ilki bilen, Galileýiň astronomiýada we mehanikada eden işlerine seredeliň.

### ***2.2.2 Galileýiň astronomiýada we mehanikada eden açyşlary***

1609-njy ýylda Galileý oýuk we güberçek linzalardan ybarat bolan görüş trubkasyny döredýär. Onuň trubkasy 30 esse ulaldyp bilipdir. Kitaplarda ol ilkinji bolup görüş trubkasuny astronomik gözegçilikler üçin ulnydyr diýilýär. Emma Gündogarly alymlar bu trubkany ondan has oň astronomiýada ulanypdylar.

Galileý astronomiýada nähilli açyşlar etdi?

Ol Aýda kraterleri we Günde tegmilleri gördi. Wenera planetasy Ýer ýaly Günüň daşynda aýlanýar diýdi. Galileý Saturnda bir aýratynlygyň bardygyny gördi, emma düşündirip bilmedi. Soň Gýuýgens Saturnda halkalaryň bardygyny subut eydi. Galileý Ýúpiter planetasynyň dört hemrasynyň bardygyny (Io, Ýewropa, Ganimed, Kalipso) açdy. Ol Ýúpiter planetasy, edil Gün ulgamynyň modeli ýaly, Gün ulgamyna meňzeş diýdi. Onuň astronomiki gözegçilikleri Kopernigiň modelini tassyklaýardy. Ol bu işlerini „Ýyldyz habarlarynda“ çap edýär.

Indi Galileýiň esasy üstünligi bolan - mehanika boýunça geçiren tejribelerine seredeliň. Aristoteliň (peripatetikleriň) taglymatyna görä, jisimleriň ýokardan gaçma tizligi agyrylyk güýjüne proporsionaldyr. Galileý Pizede geçiren tejribeleri bien

peripatetikleriň bu taglymatyny inkär edýär. Galileý ýapgyt Pizan diňinden ( 12-nji surat) bir meňzeş agramly çoýun we agaç şarlary aşak oklaýar we olaryň bir wagtda ýere düşändiglerini görýär.

Şeýle tejtibeler  
Galileýden öň hem  
geçirilýärdi, ýöne Galileý  
aşakdakylary, meselem,  
howanyň tempetaturasyny  
we ýagdaýyny, tejribe  
geçirýän adamyň saglygyny,  
zyňlyýan jisimleriň himiki  
düzümini we ş.m. hasaba  
almady. Ol ähli ünsüni,  
jisimiň gaçma tizliginiň  
agyrlyk güýjüne bagly  
däldigine gönükdirdi.

Aristoteliň

mekanikasyňa görä ähli  
ideal däl hereketler, şol  
sanda deňleşli öňe bolan

herket hem, güýç goýulmagyny talap edýär. Bu taglymat tüpeň  
oýlanyp tapylyança dowam etdi. Italiýaly Nokola Tartalya,  
uçýan okuň traýektoriyasy peripatetikleriň aýdyşlary ýaly  
üzülmeýär-de, bir bütewi egri çyzygy emele getirýändigini  
gördi. Ol Aristoteliň tarapynda galyp, muny tebigy we mejbury  
hereketleriň garyndysy bilen düşündirdi.

Şunlukda, ylym inersiýa düşüncesine has golaý geldi.  
Ýöne diňe Galileý „Dünýäniň Ptolemeew we Kopernikow iki  
ulgamynyň dialogy“ atly kitabynda, biziň häzirki öwrenişen  
görnüşimizde bolmasa-da, inersiýa kanunynyň kesgitlemesini  
berip bildi. Galileý jisimleriň öz tizliklerini saklama  
häsiýetlerini açyp bildi. Inersiýa kanunyny ol anyk ýagdaýlar



12-nji surat. Galileýiň tejribe  
geçiren Pizan diňi

üçin ulanyp bildi, ýagny topdan atylan ýadro berlen tizlik bilen, bir wagtyň özünde ýere gaçyp, uçmagyny dowam etdirýär.

Galileý bu kitabynda, Ýer hemişe hereketde bolýar, emma biz onuň bilen bile hereket edip onuň hereket edýändigini duýmaýarys, diýýär. Gäminiň aşagyndaky otagdaky (trýumdaky) adam bu otagda damjanyň aşak gaçýşyny, kebelekleriň we siňekleriň uçuşyny, pökginiň hereketini we ş.m. görýär. Gäminiň tizligi çaltlananda we peselende bu hereketleri synlaň. Eger hereket deňölçegli bolsa bu jisimleriň hereketinde hiç hili üýtgeşmeleriň ýüze çykmaýandygyny görmek mümkin we bu hereketleriň hiç haýssy boýnça, gäminiň hereketlenýändigini ýa-da hereketlenmeýändigini aýdyp bolmaz. Şeýlelikde, Galileý möhüm fiziki prinsipi-*otnositellik prinsipini* formulirleýär: *hiç hili mehaniki tejribe bilen ulgamyň dynçlykdadygyny ýa-da deňölçegli göniçyzykly hereket edýändigini kesgitlep bolmaz* – bu ulgamlarda hereket birmeňzeş geçýär.

Otnositellik prinsipini Kopernigiň garşydaşlary goldamadylar.

Galileý ýapgyt tekizlik boýunça jisimiň hereketini hem öwrendi. XXII asyrdan bar bolan gurluşlar bilen aşak hereketlenýän jisimiň orun üýtgeşme tizligini kesgitlemek üçin, gaçýşyň şertini üýtgetmän, bu tizligi ep-esli kiçeltmek zerurdy. Ýapgyt tekizligi ulanyp, Galileýe muny etmek başardy. Galileý, ýapgyt tekizligiň uzynlygynyň beýiklige bolan gatnaşygy näçe esse bolsa, jisim ýapgyt tekizlik boýunça hereket edende togarlanma tizliginiň jisimiň dik ugurda gaçýan tizliginden şonça-da kiçidigini kesgitledi.

Şeýlelikde, ol tejribe üsti bilen jisimleriň aşak gaçma kanunyny döretdi. Ol wagty suw sagatlary bilen pulsyň 1/10 urgusy, ýagny 1/800 min. takyklyk bilen ölçedi. Dürli ýapgyt tekizlikleri ulanyp Galileý fundamental fiziki kanuny döretdi:

$$S = at^2/2$$

Galileý ilkinji termometri (Galileýiň tmostaty) hem oýlap tapdy.

XXII asyryň köp alymlary Galileýiň ýoly bilen, beýlekiler öz ýollary bilen gitdiler.

### 2.2.3 Galileýiň döwürdeşleri

**Ewanjelist Torriçelli** (1608-1647) – Galileýiň okuwçysy we onuň ideýalaryny dowam etdiren Italiýan fizigidir (13-nji surat). Onuň köp işleri çap edilmän galdy. Torriçelli mehanukanyň ballistika bilen galtaşýan oblastynda köp işleri etdi: gorizonta erkin burç boýunç zyňylan jisimleriň hereketiniň parabolik häsiýetni, ballistikaniň beýleki teremalaryny.



13-nji surat. E. Torriçelli

1643-nji ýylda ol atmosfera basyşynyň bardygyny açdy. Ol simap we suw barometrleri bilen köp tejribeleri geçirdi, spirt termometrini döretdi, gabyň deşiginden suwuklygyň akma kanunyny, suw çüwdüriminiň tizligini hasaplamak üçin formulany kesgitledi. Torriçelli ilkinji gezek ýeliň atmosfera basyşynyň tapawudy netijesinde döreýän howa akymalarynyň hereketi netijesinde döreýändigini aýtdy.

Torriçelliniň atmosfera basyşy baradaky açyşy alymlarda güýçli gyzyklanma döretdi. Dekart bu basyşy dürli

beýikliklerde ölçemekligi tekliþ etdi. Bu ideýany fransuz matematigi we fizigi **Blez Paskal** (1623-1662) amala aýyrdy. Ol dagyň eteginde we depesinde howanyň basyşyny ölçäp, beýikligiň artmagy bilen basyşyň kemelýändigini gördi. Paskalyň we Torriçelliniň tejribelerinden ylmy meteorologýa döredi.

Onuň tejribeleri Magdeburg şäheriniň burgomisteri **Otto fon Gerike** (1602-1686) tarapyndan dowam etdirildi. Ol 1672-nji ýylda çykan „Boş giňişlik barada magdeburg tejribeleri“ atly kitabynda atmosfera basyş güýjüniň bardygyny we şeýlelikde, peripatetikleriň tassyklaýan „tebigatda boş giňişlik ýokdur“ diýýän taglymatlarynyň nädorydygyny, ýagny, tebigatda boş giňişligiň bardygyny subut edýär ( 14 -nji surat).



14-nji surat. O.fon Gerikeniň tejribesi

**Pýer Ferma** (1601-1665) optikada *ýagtylygyň iň kiçi wagt ýaýrama prinsipi* atly güýçli usuly hödürledi. Bu usulyň kömegi bilen Ferma döwürleşme kanunyny açdy.

Alym-dindar **Francesko Grimaldi** (1618-1663) aradan çykandan soň onuň „Fizika ylmy ýagtylyk, reňkler we älemgoşar barada“ işinde, Grimaldiniň ýagtylygyň difraksiýa kanunyny açandygy belli boldy.

1669-njy ýylda daniýa alymy **Erazm Bartolin** (1625-1698) island şpatynda şohläniň ikileýin döwürleşmesini açdy.

Beýleki bir daniýa alymy **Olaf Rýemer** (1644-1710) Ýupiteriň hemralarynyň tutulmalarynyň tablisalaryny düzdi we bu tutulmalaryň yza galmasyny ýagtylygyň tizliginiň gutarnykly baha eýe bolýanlygy bilen düşündirdi.

Rene Dekart ýagtylyk göz-açyp ýumasy salymda (magnowen) ýaýraýar diýip hasap edýärdi, eger tersine bolsa, onda munuň özi abberasiýa getirer, ýagny asman ýyldyzlarynyň ornunyň ýoýulmagyna getirer diýýärdi. Bu abberasiýany **Jems Bradleý** (1693-1762) 1728-nji ýylda kesgitledi.

XVII asyryň ylmy **Robert Guksyz** (1635-1703) göz önüne getirmek kyn. Guk bize esasan maýyşgaklyk nazaryýetiniň awtory hökmünde belli. Ol kapillýarlyk we ýylylyk nazaryýeti bilen hem gyzyklandy. Ol ýagtylygyň tolkun nazaryýetiniň tarapdarydy. 1674-nji ýylda Guk „Gözegçilikler arkaly Ýeriň hereket edýänligini subut etmäge synanyşyk“ atly işinde asman jisimleriniň hereketine öz garaýyşlaryny beýan etdi. Onuň bu garaýyşlaryny soň Nýuton ösdürdi. Şeýlelikde, Guk dartylma kanunyny açmaga ukyply bolan alymlaryň biridir.

Gukuň ylma esasy goşan zady, ol hem, maýyşgaklyk kanunydyr. Bu kanun fundamental kanun bolmasa hem, onuň fizikada roly ulydyr. Guk bu kanuny şeýle ýazdy: „Sozulma nähilli bolsa, güýç hem şeýledir“, „Agram nähilli bolsa, sozulmada şeýledir“. Häziki wagtda Guluň kanuny şeýle



áýdylyar: „*naprýaženiýe deformasiýa proporsionaldyr*“, bu kesgitleme Gukuň aýdanyňa garşy däl.

Golland fizigi we matematigi **Hristian Gýuýgens** (1629-1695) mehanika we optika degişli köp işleri etdi (15-nji surat). Onuň optika boýunça esasy işleri „Ýagtylyk barada traktat“ atly ýygyndyda çap edildi. Bu kitabyň esasynda efir düşünjesi ýatyr. Efir düşünjesi XIX asyryň ahyryna çenli saklandy. Onuň pikirçe efir- ähli Älemi, hat-da gaty jisimleriniň içini hem dolduryp duran, agramsyz dury suwuklyk. Efir maýyşgak, we onda edil akustik tolkunlary ýaly, elektrtomagnit tolkunlary ýaýrap bilýärler, ýagny elektromagnit tolkunlary efirniň maýyşgak yrgyldylarydyr diýlen düşünje bardy. Hatda Maxwell hem efir çaklamany goldaýardy. XIX asyryň ahyrynda efir madda bilen özara täsir edişýärmí we ol hereket edýän madda bilen äkidilýärmí diýlen soraglar döredi. Bu soraglara otirisatel jogabyň bolmagy, alymlara efir düşünjesinden el çekmäge mejbur etdi.

Häzirki wagtda efir düşünjesine ýene-de gaýdyp geläýmegimiz mümkin. Sebäbi, häzirki wagtda elementar

bölejikleriň massasynyň ululygyna jogapkär gipotetik higgs meýdany efir bolaýmagy mümkin!!! diýlen çaklama bar. Eger bu higgs meýdany bar bolsa, onda biz efir düşünjesine gaýdyp gelmeli bolarys.



15-nji surat. H. Gýuýgens

Gýuýgens optikada tolkun nazaryýetiniň tarapdarydy. Ol häzirki wagtda *Gýuýgensiň prinsipi* diýlip atlandyrylýan prinsipi döretdi. Onuň prinsipine görä, tolkun fronty ikenji elementar tolkunlaryň kämegi bilen gurulýar. Bu prinsip ýagtylygyň göni çyzykly ýaýramasyny düşündirmeyär. Onuň bu prinsipini şol döwrüň alymlary goldamadylar. Diňe XIX asyrdan Ogýusten Frenel ikenji tolkunlaryň kogerentligi barada düşünje girizenden soň Gýuýgensiň prinsipini kabul etdiler. *Gýuýgensiň- Freneliň prinsipi* häzirki döwürde radiofizikada we beýleki amaly ylmlarda ulanylýar.

Gýuýgens mehanikada hem köp işleri etdi. Ol 1656-njy ýylda maýatnikli sagady döretdi. Gýuýgens şarlaryň maýyşgak çaknyşma nazaryýetini hem döretdi. Ol „Urgy täsirinde bolan jisimleriň hereketi barada“ (1669) atly işinde hereket mukdarynyň saklanma kanunyny, Dekartdan tapawutlylykda , wektor görnüşinde ulandy. (Dekart ilkinji gezek mehanika „hereket mukdary“ diýlen düşüňjani girizipdi. Onuň jisimleriň urgusyna degişli alan netijeleri ýalňyş boldy). Gýuýgens hasaplamalarynda otnositellik prinsipini we häzirki zaman düşüňjesi bolan, koordinatalary öwürme usulyny ulandy.

Gýuýgens „Merkezden daşlaşýan güýç barada“ atly işinde güýç bilen tizlenmäniň arasyndaky baglanyşyga (Nýutonyň ikinji kanunyna) örän ýakyn geldi. Ol 1678-nji ýylda ýagtylygyň polýarizasiýasyny açdy. Gýuýgens astronomiýada, ýylylyk fizikasynda, geofizikada we ş.m. köp işleri etdi.

Gýuýgensiň garaýşyna görä, tebigatyň ähli hadysalaryny mehanikanyň kanunlary bilen düşündirip bolýar. Ol dünýäniň mehaniki gurluş prinsipini tassyklan, öňe süren alymlaryň biridir. XVII asyryň ähli ylmy özüniň ösüşinde täze geniniň – Nýutonyň döremekligini taýýarlapdy.

## III BÖLÜM

### NUSGAWY FIZIKA

#### BİRİNCİ BAP. NÝUTON WE ONUŇ YLMY USULY

##### *3.1.1 Nýuton-nusgawy fizikanyň esasyňy goýujydyr*

Fizikanyň taryhy beýik atlara baýdyr. Görnükli alymlaryň arasynda hünäri boýunça öz döwürdeşlerinden has beýikde bolan alymlar köpdür. Emma olaryň arasynda ylymda gazanan üstünlikleri we ylymda tutýan orunlary boýunça has bilimli döwürdeşlerinden belentde durýan şahsyýetleriň biri, iňlis fizigi we matematigi Isaak Nýutondyr. Ol fizika ylmynyň sütünleriniň biridir, ähli döwürleriň we halklaryň beýik alymydyr. Onuň döredijiligi - adamzat ylmy akylynyň depesidir. Hat-da, ylym has uly ylmy derejelere ýetse hem onuň işleriniň ähmiýeti kemelmez. Ol ökte eksperimentatordyr we fizik-teoretikdir. Ol häzirki zaman ylmy metodologiýany esaslandyryjylaryň biridir, nusgawy mehanikanyň atasydyr, XVII-XIX asyrlarda fizikanyň ösüşiniň ylmy meýilnamasynyň awtorydyr.

**Issak Nýuton** 1643-nji ýylyň 4-ýanwarynda Angliýanyň Linkolnşir graflygynyň Wulstorp obasynda, fermer maşgalasynda doguldy (16-njy surat). Onuň kakasy ogly dugulmanka aradan çykýar we ol 12 ýaşyna çenli enesiniň terbiýesini alýar. Ol ilki Grantema şäherinde mekdepde, soňra Kembridž uniwersitetiniň Swýatoy Troiskiy kolležinde okaýar.

Şol ýyllarda uniwersitetler birnäçe kolležleriň obşinasyndan ybaratdy. Onuň agzalary kolležlerde ýaşayardylar, işleýärdiler we okaýardylar. Obşinanyň üpjünçilikleri az agzalary – sabsaýzerler, ýagny, özlerini

eklemek üçin töläp bilmeýänler, kolležiň beýleki talyplaryna hyzmat etmelidiler. 1661-nji ýylda Nýuton uniwersitete sabsaýzer hökmünde kabul edilýär.

Nýutonyň mugallymy professor Isaak Barron bolupdyr. Ol kafedra müdiridi. Ol ýokary derejede optikadan leksiýa okaýardy. Barron bilen Nýutonyň arasynda dostlukly gatnaşyk bolupdyr. 1665-nji ýylda I.Nýuton bakalawr derejesini, 1668-nji ýylda magistr derejesini alýar. 1665-1668-nji ýyllarda



16-njy surat. Isaak Nýuton

Londonda we Kemбриžde garahassalyk döwri bolupdyr we köp adamlar uzak obalara gidipdirler. Nýuton şol döwürlerde Wulstorpde öz öýünde ýaşapdyr. Köp boş wagtynyň bolanlygy sebäpli ol tebigatyň gurluşy barada köp pikir edipdir, işläpdir. Şol ýyllarda Nýutonyň geljekki beýik açyşlarynyň esasy tutulypdyr.

1669-nji ýylda I.Barron teologiýa bilen gyzyklanyp başlaýar we ýolbaşçylyk edýän kafedrasyny öz okuwçysy Nýutona

tabşyrýar. Şol döwürden başlap köp ýyllaryň dowamynda Nýuton Kemбриž uniwersitetiniň professory wezipesinde, optikadan leksiýa okaýar. Nýuton özüniň ylmy işine matematikadan başlaýar. Ol hatarlar nazaryýeti bilen gyzyklanýar.

Umuman, Nýuton özüniň işlerini göwünsiz çap edýärdi. Onuň ähli çap eden işleri güýçi jedelleri döredýärdi (oýlanyp tapylan teleskop-refraktory, ýuka plenkalaryň reňkleri,

bütindünýä dartylma kanuny, differensial hasaplama we ş.m.). Bu jedeller Nýutony gynandyrdy, bu ideýalar şol wagtlar “howada asylyp” durdylar. Şol döwrüň mehanikasy, optikasy we matematikasy netijeleşýi açyşlar üçin taýýardy we Nýuton bu netijeleşýi işi örän ýönekeý ýerine ýetirdi.

Onuň döwürdeşleri Nýutonyň genidigini bilýärdiler. Dogry, adamlaryň hemmesi oňa düşünmeýärdiler we ony kabul etmeýärdiler, üstesine Nýutonyň özi hem oňsuksyzdy. Üç asyr geçenden soň biz Isaak Nýutonyň beýikligine baha berip bilýäris. Ol häzirki zaman fizikasynyň daýanýan sütünleriniň biridir. Ol özüniň döwürdeşleriniň içinde, hat-da olaryň in beýikleriniň içinde hem, has beýigidir.

1688-nji ýylda Nýuton parlamentiň deputatlygyna saýlanýar. Şol döwürde täze hökümet maliýe krizisini başdan geçirýärdi, dolandyryşda ulanylýan altyn teňňeleriniň erbet çekanka edilendigi sebäpli, ol dolanyşykda ulanyp bolmaz ýaly derejä getirilipdi. 1695-nji ýylda Nýuton Korollyk monet köşgüniň seredijisi edilip bellenilýär. Az wagtyň dowamynda ol inlis teňňeleriniň ählisini täzeden çekanlap çykdy we döwletiň maliýe ulgamyny berkitdi. Ol 1699-njy ýylda monet köşgüniň direktory wezipesine bellenýär.

Nýuton 1703-nji ýylda LKJ-niň prezidentligine saýlanýar. 1705-nji ýylda Angliýanyň korolewasy (şa aýaly) Anna oňa Angliýanyň pýer derejesini berýär, ýagny lord derejesini berýär. Şol döwürde hem onuň “Optika” eseri çap edilýär.

I. Nýuton 1727--njiýylyň 31-nji martynda Londonda aradan çykýar.

Nýutonyň ylmy döredijiligine seredeliň.

### 3.1.2 Nýutonyň “Ýagtylygyň we reňkleriň täze nazaryýeti” atly ylmy işiniň ähmiýeti

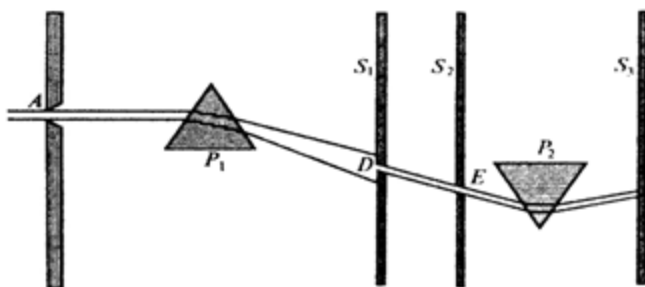
Nýutonyň optikada eden açyşlaryna seredeliň. Ol serpikdiriji teleskopy oýlap tapýar (17-nji surat). Serpikdiriji teleskop Nýutona 1668-nji ýylda fizik hökmünde abraý getirýär. Teleskopy oýlap tapanlygy üçin ony Londonyň Korollyk jemgyýetine (LKJ) agza hökmünde aýýarlar. Bu astronomiki abzalda linzalar ýokdy, şoňa görä-de bu teleskopda hromatiki abberasiýa ýokdy. Bu teleskop häzirkä döwürde hem ulanylýar.



17-nji surat. Nýutonyň teleskopynyň çyzgysy

Linzadan ýagtylygyň geçişini öwrenip Nýuton ýagtylygyň dispersiýa hadysasyny açdy (18-nji surat). Nýutondan öň hem alymlar prizmanyň kömegi bilen ýagtylygy dürli reňklere bölüpdirler. Emma olaryň hiç haýsysy bu hadysany içgin derňemändirler.

Köp sanly tejribeleriň netijesinde Nýuton şeýle netijä geldi: Ak ýagtylyk spektral düzüjilere dargaýar. Her bir emele gelen reňkli şöhleler soňra dargamaýarlar. Bu emele gelen reňkli şöhleleri täzedan prizmanyň kömegi bilen ýygnap, ýene-de ak ýagtylygy alyp bolýar.



18-nji surat. Prizma bilen geçirilen tejribe  
(Nýutonyň çeken suraty)

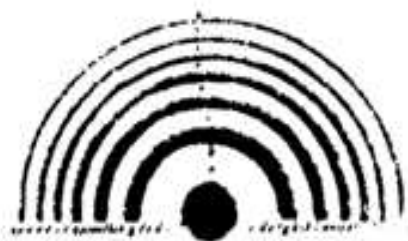
Ol bu işinde prizmalary çatrymlaýyn goýmak usulyndan peýdalandy (prizmalary bir-birlerine görä käbir burç boýunça ýerleşdirmek usuly). Bu usul soňra anomal dispersiýa hadysasyny derňemekde ulanyldy (R.Wud, D.Roždestwenskiý).

Nýutonyň ajaýyp tejribeleriniň biri, “Nýutonyň halkasy” adyny alan interferensiýa hadysasydyr. Desgany monohromatik we ak ýagtylyk bilen ýagtylandyryp ol bu halkalaryň periodikligini açdy (19-njy surat).

Häzirki zaman fiziki dilde aýdanymyzda, Nýuton interferensiýa hadysasynyň mukdar derňewini geçirdi. “Nýutonyň halkalary” görüňän abzal - bu ilkinji interenferension spektroskopdyr.

Ýagtylygy ýuka plenkalardan geçirip, Nýuton bu halkalaryň plenkanyň galyňlygyna baglylygyny açdy. Nýuton difraksiýa hadysasyny hem derňedi. Ol adamyň saçynyň kölegesiniň araçäginde döreýän reňkli zolaklaryň döreýşini düşündirdi.

Ýagtylygyň tebigaty barada Nýutonyň garaýyşlary çylşyrymlydyr. Ol ýagtylyga korpuskullaryň akymy



a)



b)

(difraksiýany düşündireninde) hökumde garaşsyzny tolkun garaşsy (Nýutonyň halkalaryny düşündireninde) bilen birikdirmäge synanyşdy. Umuman Nýutonyň ýagtylygyň tebigatyna bolan garaşsyzönekeý (primitiw) korpuskulýartolkun dualizmi görnüşindedir.

19-njy surat. Nýutonyň halkalary.

a) çekilen suraty we b) fotosuraty



### **3.1.3 Nýutonyň “Natural filosofyýanyň matematiki başlangyçlary” atly ylmy işiniň ähmiýeti**

1687-ýylda Nýutonyň “Natural filosofyýany matematiki başlangyçlary” atly belli kitaby çapdan çykdy. Bu kitap dünýäniň ulgamy baradaky Kopernigiň işinden 144 ýyldan soň çykdy. Bu kitabyň çykmagy bilen täze mehanikany döretmek baradaky Galileýiň başlan işi tamamlandy. Nýutonyň 3 kanuny nusgawy mehanikany döretmek boýunça Galileýiň, Dekartyň, Gýuýgensniň we beýleki alymlaryň işlerini jemledi.

Nýutonyň esasy we möhüm üstünligi-mekanikadadyr. Ol güýçleriň aralyga baglylygyny aldy we ol bu baglanyşygyň üsti bilen tebigatdaky ähli hadysalary düşündirip bolar diýip aýdýar.

Onuň “Natural filosofyýanyň matematiki başlangyçlary” atly işinde mehanikanyň esasy düşüňjeleriniň kesgitlemesi, mehanikanyň esasy kanunlary (Nýutonyň kanunlary), mehanikanyň kanunlarynyň merkezi güýçleriň täsirindäki hereketlere ulanyşy getirilendir, bütindünýä dartuw kanuny esaslandyrylýar we dünýäniň gurluşy beýan edilendir, ýagny dartyлма kanuny esasynda planetalaryň we hemralaryň hereketi hasaplanandyr. “Başlangyçlar” materiýanyň mukdarynyň kesgitlemesi bilen başlanýar: “Materiýanyň mukdary onuň dykyzlygyna we göwrümine proporsional bolan ölçegdir”. Nýuton massany, häzirki zaman kitaplarynda massanyň we göwrümiň üsti bilen kesgitlenýän, dykyzlygyň üsti bilen aňladýar. Ol gadymy atomistler ýaly atomlar we giňişlik bar diýip hasaplaýar. Nýutona görä, birmeňzeş atomlaryň mukdary materiýanyň mukdarydyr. Ýagny, materiýanyň mukdary, alhan göwrüm näçe uly boldygyça we bu göwrümde atomlar näçe dykyz ýerleşen bolsa, şonçada uludyr diýýär.

Şeýlelikde, Nýutonyň materiýanyň mukdary baradaky kesgitlemesi atomistika daýanýar. Iň esasy zat, bu ululygy

ölçäp bolýanlygydyr. Materiýanyň mukdary jisimiň agramy boýunça kesgitlenýär, ol jisimiň agramyna proporsionaldyr.

Galileý, howasyz giňişlikde ähli jisimleriň birmeňzeş tizlik bilen gaçýandygyny aýdypdy. Nýuton Galileýiň bu aýdýanlaryny tejribede barlady. Ol içinden howasy çykarylan trubkada guş perisini, gurşun bölegini we probkany ýerleşdirip, howasyz giňişlikde olaryň birmeňzeş tizlik bilen gaçýandyklaryny gördi. Şeýlelikde, ol agyrylyk güýjüniň tizlenmesiniň jisimiň massasyna bagly daldigini tassyklady. Ol massa we agram bir-birlerine proporsional diýen netijä leýär. Nýuton bu baglanyşygy massany ýa-da maddanyň mukdaryny ölçemek üçin ulanýar.

Nýuton düşüňjesinde massanyň we maddanyň mukdarynyň deň mana eýe bolmaklygy aýratyn närazylyklara getirmedi, sebäbi massa agram bilen ölçelýärdi, agramlylyk bolsa maddanyň aýratyn häsiýetnamasy hasaplanýardy. XX asryň başlarynda fizika we himiýa okuw kitaplarynda, madda we materiýa - bu agramy bar bolan we giňişligi eýeleýän zatdyr, diýlip ýazylýardy.

Nýutonyň bellemegine görä, agram - bu tötänleýin, jisime täsir edýän üýtgeýän täsiridir, şoňa görä-de, jisimiň içki häsiýetini - inersiýany kesgitlemek gerek, diýýärdi (häzirki döwürde bu ululyga inertlilik diýilýär). Massa inersiýanyň ölçegi hökmünde häzirki zaman fizika okuw kitaplarynda saklanyp galdy we massany, Nýuton döwründäki ýaly terezide ölçelýärler. Umuman inersiýany ölçemeklik massany ölçemekligiň umumy usulydyr.

Nýuton ilkinji gezek fizika massa diýlen döşňjäni girizdi we ony ölçemekligiň usulyny görkezdi. Şeýle hem Nýuton, mehanikanyň ilkinji fundamental düşüňjesini, ýgny hereket mukdary diýlen düşüňjäni girizdi: Ol hereket mukdaryny hereketiň ölçegi hökmünde kesgitledi. Onuň

kesgitlemesine görä hereket mukdary massa we tizlige proporsionaldyr.

“Hereket mukdary” diýlen düşüňjani Dekart hem ulanypdy. Dekart bu ululygnyň wektor häsiýetiniň barlygyna düşünmedi we ony urgy nazaryýetine ýalňyş ulandy. Nýuton tizligiň wektor häsiýetiniň barlygyny bilýärdi we şoňa görä-de, hereket mukdary wektor ululyk diýip hasap etdi.

Emma, ylmyň taryhynyň görkezşişine görä, “hereket mukdary” diýlen termin şowsuz termindir, sebäbi hereketi nähili ölçemelidigi düýbinden aýdyň däldi. Bu termin, edil “at güýji” diýlen termin ýaly häzirki döwre çenli saklanyp galdy. Häzirki wagtda “hereket mukdary” diýlen termin “impuls” termini bilen çalşyryldy.

Şeýle hem Nýuton fizika güýç diýlen düşüňjani (şol sanda merkezden daşlaşýan güýji) girizdi we ony (güýji) ölçemegiň usullaryny görkezdi. Soňra Nýuton giňişlik we wagt düşüňjesine kesgitleme berýär. Giňişlik- bu , materiýany saklaýjy, özboluşly ýaşikdir. Bu ýaşikde materiýa ýerleşýär we hereket edýär. Wagt - bu, ýöne dowamlylykdyr. Giňişlik we wagt baradaky bu düşüňjeler XX asyryň başlaryna çenli, tä relýatiwistik fizika döreýänça dowam etdi.

Ýokarda sanalan düşüňjeleri peýdalanyp Nýuton 3 sany belli kanunlary dörettdi:

I kanun: Goýlan güýçleriň täsiri mejbur edýänça her bir jisim özüniň dynçlyk ýa-da deňölçegli gönüçyzykly hereket halyna saklanýar.

II kanun: Hereket mukdarynyň üýtgemekligi goýlan hereketlendiriji güýje proporsionaldyr we bu üýtgemeklik güýjüň täsir edýän göniniň ugry boýunça bolup geçýär.

III kanun: Täsir elmydama ters täsire deňdir we oňa ters ugrukdyrylandyr, başgaça aýdylanda, iki jisimiň bir-birine we öz aralarynda özara täsiri deňdirler we garşylykly ugrukdyrylandyr.

Russiýanyň mekdeplerinde XX asyryň başlaryna çenli Nýutonyň bu kanunlaryny latyn dilinde öwrenipdirler. Munuň özi beýik alyma bolan hormatdy.

Fizikanyň ösüşinde matematikanyň roly ägirt uludyr. Häzirki zaman nazary fizika-çylşyrymly matematik apparatda gurlan arassa matematiki dersdir. “Natural filosofiýa” termini ylmyň we filosofiýanyň berk baglanşykdadygyna şaýatlyk edýär. Manysy boýunça “natural filosofiýa” fizikany aňladýar. Angliýanyň uniwersitetlerinde fizika natural filosofiýa diýipdirler. Şeýlelikde, ylmyň taryhynda “fizika” termini tebigatyň filosofiýasynda natural filosofiýa degişli kitaplary bellemek üçin ulanypdyrlar. “Natural filosofiýa” termini bolsa nusgawy fizikanyň esaslaryny bellemek üçin ulanypdyrlar. Emma bu taryhy ýagdaýyň öz düýpli sebäpleri bar: Aristotel hem, Nýuton hem fizikanyň meselesine birmeňzeş seredipdirler, ýagny fizika tebigatyň umumy teoriýasyny çözüär diýipdirler. Olaryň garaýyşlary düýpli tapawutlanýarlar. Nýuton natural filosofiýany, ýagny tebigatyň teoriýasyny matematiki we eksperimental başlangyçlarda gurupdyr, Aristotel bolsa tebigata akyl ýetermekde matematikany we eksperimenti inkär edipdir.

Nýutonyň “başlangyçlary” karteziýanlar (dini topar) bilen güýçli jeddeleri döretdi. Kitapda getirilen absolyt boş giňişlik we giňişlik arkaly aralyga täsir edýän grawitasiýa güýji filosofiki jeddeleri döretdi. Bu jedellere Nýuton hem gatnaşdy. Ol “başlangyçlaryň” II neşiriniň girişinde “Umumy düşündirişler”-i çap etdi. Onuň bu düşündirişi - dini häsiýetdedi. Ol dünýäni Hudaý dolandyryar diýip aýdýar.

Umuman, Nýuton din bilen hem güýçli gyzyklanýar. Ol birnäçe dini (teologiki) işleri ýazdy: “Dannil pygamberiň kitabynda düşündiriş”, “Apokalipsis”, “Hronologiýa”. Ol antikatolik we antipapistik garaýyşdady.

Mehanikanyň kanunlaryny döredip, Nuýton bu kanunlardan gelip çykýan netijeleri hem kesgitledi: güýçleriň parallelogram düzgünini, massa merkezleriniň hereket kanunlaryny we ş.m.

Nuýton tarapyndan döredilen mehanika dünýä ulgamynyň kartinasyny döretmekde özüniň esasy ulanyşyny tapdy. Onuň esasasynda Kopernigiň modeli ýatyrdy. Kopernigiň geliosentrik ulgamy astronomik gözegçilikler bilen ýeterlik tassyklanan hem bolsa, ol ahyryna çenli subut edilmändi, sebäbi onuň dogrulygy ösen, gowy nazaryýet bilen düşündirilip bilinmedi. Bu meseläni çözmek üçin alymlar 150 ýyllap netijesiz işlediler. Bu bolsa dürli çaklamalaryň döremegine getirdi. R.Dekartyň tarapdarlary (karterianslar) dartylmany efir tüweleýleri bilen düşündirmäge synanyşdylar. Dartylmanyň tüweleý konsepsiyasy, owadan model bolsa hem, asman ýagtylgýçlarynyň hereketini takyk hasaplap bimeýärdi. Diňe Nuýtonyň işleriniň döremegi bilen geliosentrik ulgamy nazary düşündirmek mümkin boldy.

Nuýton dartylma güýji diýlen düşünjäni girizdi we bu güýç ýeriň üstünde agyrylyk güýjüne deň diýip aldy. Soňra ol tejribelerden we Kepleriň kanunyndan ugur alyp: “Planetalary orbitalarda saklaýan güýçler Güne tarap ugrukdyrylandyrlar we olaryň merkezlerine çenli bolan aralyklaryň kwadratlaryna ters proporsionaldyrlar” diýip belledi. Dartylma güýjüniň özara täzir edişýän jisimleriniň massalaryna proporsionallygyny Nuýton şeýle formulirleýär: “Dartylma ähli jisimlere täsir edýän we olaryň her haýsysynyň massalaryna proporsionaldyr”. Munuň dogrulygyny ol Galileýiň tejribelerinde görýär, ýagny ol tejribelere görä agyr jisimlerini Ýere gaçmak wagty olaryň massalaryna bagly däldir. Ol bu fakty has takyk usul bilen, ýagny “maýatnikleriň yrgyldy wagtynyň deňligi” bilen subut etdi (ýüküň agramyna bagly

bolmazdan maýatnikler birmeňzeş periodlar bilen yrgyldaýarlar).

Nuýtynyň dartylma kanunynyň kömegi bilen asman jisimleriniň hereketine degişli köp sanly eksperimental faktlar, şeýle hem gaýtgynlaryň we joşgunlaryň kanunalaýyklygy subut edildi. XIX asyrdan **Lewerýe** we **Adamson** “galamyň ujunda” Neptun planetasyny bu kanuny ulanyp açdylar. Häzirki zaman kosmo-nawtikasynda, mundan üç yüz ýyl öň döredilen bütündünýä dartylma kanunyny ulanyp, kosmiki apparatlaryň traýektorýalary uly takyklyk bilen hasaplanýarlar.

“Başlangyçlary” okanynda dartylma güýjüniň tebigaty barada sorag gelip çykýar.

Nuýtynyň ylmy,- bu uzakdan täsir nazaryýetidir, ýagny islendik özara täsir tükeniksiz uly tizlik bilen göz-äçyp ýumasy salymda (mgnowen) ýaýraýar. R.Dekardyň nazaryýeti (efirde tüweleýli hereket nazaryýeti) bolsa - gysga täsir nazaryýetidir. Bu nazaryýete görä özara täsir gutarnykly tizlik bilen ýaýraýar. Fizikanyň ösüş taryhyna görä, tebigatda diňe gysga täsir bardyr. Emma, bu fakta ynanmak üçin fizika örän köp ýol geçmeli boldy. Fizikanyň taryhynda bolsa bu şeýle boldy: hakykatda dogry bolan gysga täsir konsepsiýasy ylmyň ösüşini tormozlady, fizikanyň soňra yüz öwürän uzakdan täsir nazaryýeti bolsa, köp ýyllaryň dowamynda onuň göni ýoly boldy. Bularyň hemmesi, ylymda göni ýoluň ýokdugyna mysal bolup biler.

Indi, Nýutonyň matematika degişli işlerine seredeliň.

Matematikada Nýuton nemes alymy **G.W.Leybnis** (1646-1716) bilen bir hatarda *differensial we integral hasaplama usuly*ny doredijidir. Şol döwürde üýtgeýän ululyklaryň matematikasyny döretmek zerurlygy ýiti ýüze çykdy. Nýuton we Leybnis egri çyzykly meýdanlaryň kwadraturasyny (integralyny), maksimumlar we minimumlar problemsyna degişli meseleleriň umumy çözüşlerini tapmagy başardylar.

Nýutonyň usulyňa “flýuksy hasaplamak” (häzirki wagtda bu usula önümi hasaplamak) diýilýär.

Flýukslary Nýuton depesine nokat goýulan harplar, ýagny wagta görä alynan önümleri ,  $\dot{x}, \ddot{x}, \dot{y}$  we ş.m. bilen belläpdir. Leybnis önümleri ştrihler bilen ( $y', y''$  we ş.m.) ýa-da differensiallaryň gatnaşygy ( $\frac{dy}{dx}$ ) hökmünde belläpdir.

Kwadraturany Leybnis uzaldylan latyn  $\int$  harpy bilen, ýagny häzirki döwürde bellenýän integral bilen belläpdir.

XIX asyra çenli bu usuly kimiň ilkinji açanlygy barada jedeller dowam etdi. Emma bellemei zat, bu iki beýik alymlaryň ikisi hem bu beýik açyşa biri-birlerine baglanyksyz we birwagtda gelipdirler diýip aýdyp bolar.

Ylmyň ösüşinde Nuýtonyň ornuny kesgitlemek bilen onuň derňew etmegiň täze usulyny hödürändigini hem bellemek gerek. Bu usul islendik derňewiň algoritmini kesgitleýär we şundan ybarat: tejribäniň esasynda umumy kanunalaýyklyk alynýar we ondan tejribe üsti bilen barlap bolýan kanunlar we netijeler deduktiv ýol bilen alynýar. Kanunlaryň tejribe bilen gabat gelmegi-nazaryýetiň esasy düzgünleriniň dogrulygynyň girewidir. Ylmy barlaglaryň häzirki zaman usullarynyň esasy bolup Nuýton usuly hyzmat edýär.

Nuýtonyň belleýşine görä, onuň ähli döreden zatlary ahyrky hakykat däldir we dünýä akyl ýetirmek tükeniksizdir diýýär. Ol şeýle ýaýar: “Dünýäniň meni nähilli hasaplaýanyňy bilemok, emma men özümi deňziň kenarynda şu wagta çenli adatdakydan hem has reňkli daşlary, ýa-da has owadan balykgulaklary gözläp, oýnap ýören oglanjyk hasaplaýaryn. Meniň önümde bolsa derňelmän ýatan hakykatyň beýik ummany ýatyr”.

## IKINJI BAP. NUSGAWY MEHANIKANYŇ ÖSÜŞI.

### 3.2.1 *Mehanikanyň analitik usul bilen beýan edilişi*

Nusgawy fizikanyň taryhyny öwrenmekligi mehanikadan başlamaklygyň öz düýpli esaslary bardyr. E. Mahyň belleýşine görä, Nýutonyň prinsipleri ýeterlikdir: „...ýagny mehanikanyň her bir mümkin bolan ýagdaýlaryna seretmek üçin. Eger şunlukda kynçylyklar döreýän bolsa, onda ol kynçylyklar prinsipial däl-de, diňe matematiki häsiýetde bolmalydyrlar“.

Isaak Nýuton özünden soň iki esasy problemalary galdyrdy: mehanikany has kämil ulgam görnüşine getirmekligi we takyk statiki we dinamiki meseleleri hasaplamak usullaryny döretmek problemalaryny. Bu problemalary çözüp Nýuton programmasyny amala aşyrmaga geçmek bolar.



20-nji surat. L.Eýler

Esasy mesele-Nýuton mehanikasyny analitik görnüşe öwürmekdir. Ilkinji şeýle synanyşygy **Leonard Eýler** (1707-1789) Peterburgda

işleýärkä amala aşyrdy (20-nji surat). Ol 1736-njy ýylda „Mehanika ýa-da analitik usul bilen beýan edilen hereket baradaky ylym“ atly kitabyňy çap etdi. Ol bu kitabynda

mehanikany analitik usuly bilen beýan edip, ony amaly hasaplamalaryň serişdesi hökmünde ulandy. Ol bu işinde Nýutonyň köp sanly geometrik hasaplamalaryndan el çekip, olary oňalyly analitik usullaryň kömegi bilen beýan etdi.



Eýleriň kitaby korteziýanslar (olaryň merkezi Parižde ýerleşýärdi) bilen nýutonianslar (Londandan) aralarynda giňişligiň tebigaty barada güýçli jedelleriň dörän döwründe çap edildi. Bu jedeller Eýleriň bu işinde öz beýanyny tapdy, ol bu iki nukdaýnazarlaryň birini saýlap almalydy. Ol edil paragmatik ýaly hereket etdi. Nýutonyň nukdaýnazary hasaplamalar üçin has oňaýlydy, we Eýler ony kabul etdi. Emma ol giňişlik-bu diňe dünýäni „saklaýan“ zat däl-de, bu diňe oňaýly matematiki abstraksiýadyr.

Eýler Nýutonyň güýç we massa baradaky kesgitlemelerini hem goldaýar. Ol Nýutonyň kanunlaryny biziň häzirki döwürde ulanýan görnüşimizde formulirledi. Mehanikanyň sütüni hökmünde Eýler Nýutonyň ikinji kanunyny ulandy we onuň kömegi bilen dürli takyk meselelere seretdi. Ol, hususanda, gaty jisimiň aýlanma hereketiniň esasy deňlemesini we Nýutonyň esasy deňlemelerinden käbir beýleki netijeleri aldy. L. Eýler tarapyndan alnan bu deňlemeler häzirki döwürde çenli fizikada we tehnikada ulanylýar.

Leonard Eýler - Şweýsariýanyň Bazel şäherinde doguldy. Eýler matematika, mehanik, astronomiýa, fizika, tehnika, hat-da oba hojalygy bilen hem gyzyklanypdyr. Şeýle hem ony logika, filosofiýa, statistika gyyklandyrypdyr. Onuň 900-golaý ylmy işleri we köp sanly kitaplary bar. Onuň ylmy döredijiliginiň köp bölegi Peterburg ylymlar akademiýasynda geçdi. L. Eýler Peterburgda 1727-1741-nji we 1766-1783-nji ýyllarda ýaşady we işledi.

Eýler fizikanyň dürli bölümlerine degişli fiziki derňewleri etdi. Ol efir düşüňjesiniň esasynda mehaniki, optiki, ýylylyk we beýleki hadysalary özünde saklaýan dünýäniň bütewi suratyny gurmaga synanyşdy.

Onuň Nýuton mehanikasyny kämilleşdirmek baradaky işlerinden başga-da ylmy işleri kändir. Ol gidrodinamikany esaslandyryjylaryň biridir. Onuň akustika, materiallaryň

garşylygyna, gämileriň nazaryýetine, matematiki fizikanyň käbir problemalaryna degişli ylmy işleri bardyr. L. Eýleriň işleriniň köp bölegi optika degişlidir. Ol özüniň hususy, ýagtylygyň tolkun nazaryýetini döretdi we köp sanly hususy meseleleri çözdü.

### 3.2.2 *Mehanikanyň prinsipleri*

I.Nýuton tarapyndan mehanikanyň esasyňa goýlan prinsipler onuň ulgamyny gurmak üçin ýeke-täk mümkinçilik dälidir. Muňa XVIII asyryň alymlary hem düşünyärdiler. Olar Nýutonyň prinsiplerine ekwiwalent ýa-da hatda has umumy bolan, mehanikanyň esaslaryny gözlediler. Olaryň gözlegleri netijesinde nusgawy mehanikanyň kursundan belli bolan wariasion usullar: *mümkün bolan orun üýtgetmeler prinsipi, Dälamberiň prinsipi* we *in az täsir prinsipi* döredi. Ulgamyň umumy deňagramlyk şertini kesgitleýän, ýokarda agzalan prinsipleriň birinjisi, 1717-nji ýylda I.Bernulli tarapyndan formulirlendi, onuň häzirki zaman görnüşini bolsa Ž.L.Lagranž formulirledi. Bu prinsip matematiki görnüşde şeýle ýazylýar:

$$\sum \delta A_i \equiv \sum F_i \delta S_i \cos \alpha_i = 0$$

Bu ýerde  $F_i$ -täsir edýän aktiw güýçler;  $\delta S_i$ -bu güýçleriň goýlan nokarlarynyň mümkin bolan orun üýtgetmeleriniň ululygy;  $\alpha_i$ -güýçleriň ugurlary we mümkin bolan orun üýtgetmeleriniň arasyndaky burçlar.

P. Fermi tarapyndan optikada in az täsir prinsipi ulanyldy. Mehanikada bu prinsip **P. Mopertyúi** tarapyndan 1740-1744-nji ýyllarda döredildi, soňra Eýler tarapyndan häzirki zaman görnüşinde ýazyldy.

Matematik we filosof **Žan Leron D'alamber** (1717-1783) „Dinamika barada traktat“ atly kitabynda mehanikany üç prinsipde gurýar: inersiya güýçleri, hereketleri goşmak we deňagramlylyk. Olaryň birinjisi Eýler tarapyndan alnan deňlemä getirilýär, ikinjisi hereketleriň goşulma (superpozisiya) prinsipi, üçünjisi D'alamberiň prinsipidir:

$$(F_i + N_i + J_i) = 0$$

Bu ýerde  $F_i$  -aktiw güýçler;  $J_i$  -inersiya güýçleri;  $N_i$  -baglanyşyklaryň reaksiya güýçleri.

Şeýlelikde, 1744-nji ýyla çenli mehanika iki sany möhüm: D'alamberiň we Mopertýui-Eýleriň prinsipleri bilen baýlaşdy. Bu prinsipleriň esasynda **Žozef Lui Logranž** (1736-1813) analitik mehanikanyň gutarnykly ulgamyny döretdi. Ol Nýutonyň geometriki usullaryndan el çekdi. Onuň 1788-nji ýylda fransuz dilinde çykan çykan“Analitik mehnika“ atly kitabynda düýbünden çyzgylar ýokdy.

„Analitik mehanika kitaby“ iki bölümden, ýagny statika we dinamika bölümlerinden ybaratdy. Olaryň birinjisi üç prinsiplere: ryçaga, güýçleriň goşulyşyna we wirtual tizliklere esaslanýardy. Şunlukda, Lagranžyň beýan etmelerde taryhy çemeleşmäni ulanýandygy gyzyklydy. Onuň öz netijeleri bu ugruň taryhy ösüşiniň netijeleri hökmünde getirilýärdi. Hakykatda Lagranž mehanikanyň ilkinji taryhçysy bolupdy. XVIII-XIX asyrlarda taryhy çemeleşmäniň örän giň ýaýrandygyny bellemek gerek. Mehanikada, elektrikde we optikada bu şeýle bolupdy.

Lagranž dinamikanyň esasyňa iň kiçi täsir prinsipini goýdy. Ol ondan matematiki nokatlaryň hereketini beýan edýän umumy formulany we soňra hereketleriň deňlemelerini we kanunlaryny alýar. Olary ösdürip, Lagranž nusgawy mehanikanyň belli deňlemesini alýar.

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{dL}{d \dot{q}_s} \right) - \frac{dL}{dq_s} = 0$$

•

Bu ýerde  $q_s$  we  $\dot{q}_s$  - umumylaşdyrylan koordinatalar we tizlikler;  $L$  - kinetik we potensial energiýalaryň tapawudyny aňladýan lagranžian:

$$L = T - U$$

Lagranžyň usuly örän kuwwatly usuldyr, ol birnäçe meseleler toplumyny çözmäge kömek edýär. Belli matematik we mehanik U. P. Gamilton, örän owadan bolanlygy üçin, Lagranžyň işini „matematiki poema“ diýip atlandyrdy. Bu işi bilen nusgawy mehanikanyň esaslaryny döretmekligiň örän netijeli periody tamamlandy. Häzirki zaman nazary fizikasynda Lagranžyň deňlemeleri mehanikanyň çäklerinden çykýan örän uly ähmiýete eýe boldy. Lagranžyň deňlēmeleri termodinamikada, elektrodinamikada we atom fizikasynda üstünlikli ulanylýar.

L.Lagranž Turinde doguldy. On sekiz ýaşynda ol matematikanyň differensial, integral we wariasion hasaplama oblastlarynda ilkinji ylmy netijeleri özbaşdak aldy, on dokuz ýaşynda Turinde artilleriýa mekdebiniň professory boldy. 1759-njy ýylda ol L.Eýleriň hödürlemegi bilen Berlin ylmylar akademiýasynyň agzalygyna saýlandy. 1766-njy ýylda Eýleriň Peterburga işlemäge gidenligi sebäpli, onuň ýerine Lagranž saýlanýar.

### 3.2.3 Saklanma kanunlarynyň ulanylyşy

Mehanikanyň ösüş prosesinde gözlegler ýene-de bir ugur boýunça alnyp barylýar. Bu ugurlaryň biri-saklanmak kanunlaryny ulanmak. Gyúýgens we ondan hem öň Galileý energiýanyň saklanmasyny hususy hallarda ulandylar. Soňra Leybnis „janly güýçleriň “  $(m\mathcal{G}^2)$  saklanmasy barada kanuny formulirledi we ony mehanikanyň esasyna goýdy.

Leybnisiň ideýalaryny **Iogann Bernulli** ösdürdi. Ol tebigatda hereketleriň saklanmasynyň ýüze çykmagyna Nýutonyň ynamsyz garaýandygyny tankyt edýär. Janly güýçleriň saklanmasy bardaky ideýany gorap, ol bu ideýany dürli mehaniki: şarlaryň hereketleri we çaknyşmalary, fiziki maýatnigiň yrgyldylary ýaly meseleleri çözmekde ulandy. Umuman aýdylanda, I. Bernulli janly güýçleriň saklanma kanunyny diňe, haçanda olar potensial energiýany (agyrlýk güýjiniň meýdany ýa-da deformasiýanyň potensial energiýasyny) aňladýan ýagdaýlarda ulandy. Onuň dogany **Daniil Bernulli** (1700-1782) has hem öňe gitdi. Ol bu kanuny suwuklygynyň hereketi we aralarynda merkezi güýçler täsir edýän material nokatlaryň ulgamy üçin ulandy.

Janly güýçleriň saklanmak kanuny soňra Lagranž tarapyndan „Analitik mehanikada “ beýan edildi. Onuň janly güýç diýip atlandyrylýany, häzirki zaman dilinde aýdylanda, potensial energiýadyr.

„Energiýa“ termininiň döremegi örän haýal bolup geçdi. Galileýiň „impeto“, Leybnisiň „janly güýç“, Monža Karnonyň „dinamiki effekt“ düşüňjeleriniň hemmesi energiýa manyny berýärdi. 1807-nji ýylda Tomas Ýung „Natural filosofiýa boýunça leksiýalar“ atly ylmy makalasynda işiň we energiýanyň toždestwenligi barada ýazýar, ýagny ol „jisimiň massasynyň (ýa-da agramynyň) onuň tizligini aňladýan sanyň kwadratyna köpeltmek hasylyna deňdir“ diýip aýdýar.

1820-nji ýylda matematik **Žan Wiktor Ponsele** (1788-1867) „iş“ terminini gutarnykly tassyklaýar we onuň ikeldilen bahasy, hiç zatdan alynmaýan we ýitmeýän, diňe öwrülýän, janly güýje deňdir.

Şeýlelikde, amalyýetçiler (tejribeçiler) hereketiň hakyky ölçegini anyklaýan wagtlarynda, nazaryýetde ozalkysy ýaly

dürli ululyklar (janly güýçler  $m\dot{g}^2$ , täsir  $m\dot{g}s$  ýa-da  $m\dot{g}^2 t$ ) ulanylýardy. Bu ugurda irland matamatigi **Uilýam Rouan Gamilton** (1805-1865) köp işleri etdi. 1834-1835-nji ýyllarda ol kinetik we potensial energiýalar (atlaryny däl-de, fiziki manysyny) baradaky garaýyşy girizdi. „*Potensial*“ ýa-da „*potensial funksiýa*“ terminlerini iňlis alymy **Jord Grin** (1793-1841) girizdi. Ol matematikada Griniň funksiýasyny, Griniň formulasyny we beýlekileri girizdi. Ol 40 ýaşyna çenli çörek bişirijidi we degirmençidi, soňra ol Kemrij uniwersitetini tamamlady we öz döwriňiň görnükli matamatikleriniň biri boldy. Potensial energiýa düşünjesini mehanika gutarnykly girizen nemes matamatigi **Karl Fridrih Gaussdyr** (1777-1855). Kinetik energiýa düşünjesini bolsa G. L. F. Gelmgols girizdi. F. Gelmgols 1847-nji ýylda energiýanyň saklanmak kanunyňy formulirlledi.

Janly güýçleriň saklanmak kanunyndan başga-da mehanika örän ir wagtlerden başlap hereketiň saklanma kanunyndan peýdalanyňy başlady. Ol ilkinji gezek Dekart tarapyndan formulirlendi, emma soňra onuň kesgitlemesi ýalňyş diýlip ykrar edildi. Leybnis ony *ugurlaryň saklanma kanuny* diýip atlandyrdy, emma bu termin ulanylmady. Lagranž bu kanuny ulgamyň agyryk merkeziniň heretiniň prinsipi hökmünde ulandy we ony edil janly güýçleriň (energiýanyň) saklanma kanuny ýaly, mehanikanyň has umumy prinsipleriniň netijesi hasap etdi.

Saklanma kanunlarynyň üçünjisi-*impulsiň momentiniň saklanma kanuny*-bir wagtyň özünde L. Eýler we D. Bernulli

tarapyndan aýlanma hereketeri derňelende döredildi. Soňra 1747-nji ýylda fransuz alymy Darsi bu kanuny jisimleriň ýapyk ulgamy üçin ulandy. Ol bu kanuny Mopertyuiniň in az täsir prinsipine gapma-garşy goýmaga synanyşdy.

Fizikanyň ösmegi bilen bu kanunlar tebigatyň umumy kanunlary hökmünde öüze çykdylar. Energiýanyň we impulsyň saklanma kanunlary mehanikanyň çäklerinden çykdylar, we häzirki döwürde biz fizikany şularsyz göz önüne getirip bilmeýäris.

### ***3.2.4 Mehanikanyň soňraky ösüşleri***

XIX asyrdan mehanikanyň ösüşi **Simeon Deni Puassonyň** (1781-1840), Karl Fridrih Gaussyň, Ž.W.Ponseleniň, U.P.Gamiltonyň we **Rujer Iosip Boşkowiçiň** (1711-1787) atlary bilen baglydyr.

R.I.Boşkowiç Horwatiýanyň Raguzada (häzirki Dubrownik) şäherinde doguldy, Italiýada okady we işledi, 1773-1783 ýyllar aralygynda Parižde deňiz flotunda optika degişli işlere ýolbaşçylyk etdi. Ol matematika, optika, mehanika we meteorologiýa degişli işleri etdi. R.I.Boşkowiç 1758-nji ýylda „Tebigatda bar bolan güýçleriň ýeke-täk kanunyna getirilýän natural filosofiýanyň nazaryýeti“ atly traktatynda dinamiki atomizmiň esasy düzgünlerini beýan etdi. Bu işde otnositellik nazaryýeti we materiýanyň bölejikleri bilen onuň hereketi arasyndaky baglanyşyk baradaky ideýalaryň ilkinji pyntyklary getirildi. Bu nazaryýet XIX asyryň birinji ýarymynda fizikanyň ösmekligine düýpli täsir etdi.

Gamilton özüniň nazaryýetinde R.I.Boşkowiçiň taglymatyna esaslandy. Boşkowiç dünýäni atomlaryň (nokatlaryň) birleşmesi hökmünde göz önüne getirýär. Bu atomlar biri-birleri bilen şeýle özara täsir edişýärler, ýagny

özara täsir güýçleriniň modullary we ugurlary aralyga görä üýtgeýäler, dartyлма itekleşmä geçýär we tersine.

Gamiltonyň görkezişine görä, şeýle nokatlaryň hereketini kesgitlemek üçin iki esse köp bolan ikinji tertipli diferensial deňlemeleri integrirlemek gerek. Emma oňa kinetik we potensial energiýalaryň jemini aňladýan bir sany häsiýet (harakteristik) funksiýasyny tapmaklyk başartdy:

$$H = T + U$$

Onuň yz ýanyndan Gamilton esasy funksiýany:

$$S = \int_0^t (T - U) dt$$

täsiri we erkinlik derejesi bire deň bolan,

$$\dot{q}_i = \frac{dH}{dp_i}; \quad \dot{p}_i = -\frac{dH}{dq_i}$$

görnüşli ýönekeý deňlemeler ulgamyny girizdi.

Gamilton tarapyndan işlenip düzülen we mehanikanyň we optikanyň sintezi bolan mehanikanyň analitik apparaty, rus akademigi **B.S.Ýakobiniň** (1801-1874) dogany **K.G.Ýakobiniň**, şeýle hem **M.B.Ostrogradskiniň** (1801-1862) işlerinde ösdürildi. Awtoryň görkezişine görä Gamiltonyň girizen karakteristik funksiýasyny, hem korpuskulýar dilde, we hem tolkun nazaryýeti dilinde beýan etmek bolar. Uzak wagtyň dowamynda korpuskulýar we tolkun garaýyşlarynyň arasyndaky bu özboluşly meňzeşlik ýatdan çykaryldy, we diňe 100 ýyldan soň E.Şredinger ony kwant mehanikasynyň kanunlaryny döredende ulandy.

Nýutonyň özünden soňky galdyran ikinji problemasy-takyk meseleleri çözmek üçin hasaplama usullaryny döretmek. Bu problema mehanikanyň ösüşiniň bütin dowamynda çözülýär



we çözülmegini dowam etdirýär. Bu ugurda esasy üstünlikleriň biri planetalaryň hereket traýektorýalaryny hasaplamak bilen baglanyşyklydyr (Neptun planetasynyň Lawerýe we Adamson tarapyndan açylyşyny ýatlalyň), XX asyrdan bolsa emeli hemralaryň we kosmiki apparatlaryň hereket traýektorýalaryny hasaplamak. Mehanikada beýleki meseleler hem (akustikanyň, statikanyň, gidrostatikanyň we gidrodinamikanyň meseleleri, sesden ýokary tizliklerde hereket edýän jisimleriň we ş.m.) öz çözülişlerini tapdylar. Fizikanyň nusgawy mehanika bölümne fransuz alymy **Lui Puanso** (1777-1859) statianyň problemalary, Parižň Politehniki mekdebinde köp wagtyň dowamynda işläň **Gaspar Gýustaw Koriolis** (1792-1843) herekediň otnositel nazaryýetine degişli işleri bilen uly goşant goşdylar. Koriolisniň ady fizikada *koriolis tizlenmesi* we *koriolis güýji* bilen bellidir.

### 3.2.5 XX asyrdä mehanikanyň ösüşi

XX asyryň başlarynda mehanikanyň ösüşi haýallady. Bu ugur boýunça ylmy-barlag işleri dowam etdirilen hem bolsa, bu işleriň köpüsi amaly häsiýetde (giroskoplaryň nazaryýeti, statika, yrgyldylaryň nazaryýeti, akustika, aerodinamika we ş.m.) boldy. Bu döwürde mehanikanyň nusgawy däl beýleki oblastlary döredi. Meselem, tizlikleri ýagtylygyň tizligi bilen deňeçerräk bolan tizlikler bilen hereket edýän fiziki ulgamlaryň häsiýetlerini öwrenýän *relýatiwistik mehanika* döredi. Şeýle hem, mikro bölejikleriň hallaryny beýan edýän kwant mehanikasy döredi.

Şol bir wagtyň özünde nusgawy mehanika ösüşde hem boldy. Onuň XX asyrdaky esasy ösüşleri amaly häsiýetde boldy. Ýagny, mehanikanyň kosmiki apparatlaryň we hemralaryň traýektorýalaryny hasaplaýan bölümi uly üstünlikler gazandy. Kompýuterleriň döremekligi, täze hasaplaýyş usullarynyň ulanylmaklygy kosmiki laboratorýalaryň köp ýyllaryň dowamyndaky hereketlerini hasaplamaga mümkinçilik berdi. Ýöne, nusgawy mehanikanyň birnäçe ugurlary boýunça fundamental barlaglaryň uly üstünliklere getirendigini bellemek gerek.

1918-nji ýylda nemes matamatigi **Emmi Nýoter** (1882-1935), häzirki wagtda onuň adyny göterýän, fizikanyň fundamental teoremasyny döretdi. Bu teorema fiziki ulgamyň simmetriýa kanunlaryny saklanma kanunlaryny bilen baglanyşdyrýar. Nýoteriň teoremasy diňe bir nusgawy mehanikada däl-de, kwant, meýdanlar teoriýasynda, elementar bölejikleriň fizikasynda we ş.m. saklanma kanunlaryny almaklygyň has ýönekeý we uniwersal usullaryny berýär. Bu teoremanyň çäklerinde wagtyň bir jynslylygy (üýtgeşsizligi) energiýanyň saklanma kanunyna getirýär we giňişligiň bir jynslylygy we izotroplygy- impulsyň we impulsyň momentiniň

saklanma kanunlaryna getirýär. Elektrodinamikada zarýadyň saklanma kanuny kalibroko simmetriýasynyň netijesidir. Kwant mehanikasynda hem Nýoteriň teoremasy örän giňden ulanylýar. Şeýlelikde, ilki başda nusgawy mehanikada döran ideýa bütün fizikada möhüm fundamental teoremalaryň biri boldy. Ýene-de bir zady bellemek gerek, ýagny Nýoteriň teoremasy, saklanma kanunlary fundamental kanunlarymy ýada Lagranžyň tassyklaýyşy ýaly, olar diňe mehanikanyň beýleki prinsipleriniň netijelerini diýlen, iki asyrdan bäri dowam edip gelýän jedeli çözdü.

XX asyryň ikinji ýarymynda alymlar fizikanyň ähli oblastlarynda, şol sanda mehanikada hem bolup geçýän çyzykly däl hadysalary bilen gyzyklanyp başladylar. XXI asyryň fizikasynda çyzykly däl fizika degişli barlaglara köp üns beriler. Häzirki wagtda mehanikada çyzykly däl dinamika has çalt ösýän ugurlaryň biri boldy. Bu ugurda haotiki yrgyldylar boýunça uly açyşlary eden, nobel baýragynyň eýesi, asly rus bolan Ilya Prigožiniň (1917-nji ýylda doglan) işlerini görkezmek bolar. Haotiki hadysalary matematikler, teoretik-fizikler, eksperimentator-fizikler, meteorologlar, ummany öwrenijiler we beýlekiler içgin öwrenýärler.

## ÜÇÜNJİ BAP. ELEKTROMAGNETİZMİŇ KANUNLARYNYŇ AÇYLMAGY

### *3.3.1 Jisimleriň magnit we elektrik häsiýetleri barada likinji maglumatlar*

Angliýanyň şasy Ýelizawetanyň lukmany **Ulýam Gilbert** (1540-1603) “Magnit, magnit jisimleri we magnit barada täze fiziologiýa” kitaby elektrik we magnit hadysalaryna bagyşlanandyr.

Gilbert “elektrik”diýilýän täze termin girizdi. (ýantary grekçe elektrik diýip atlandyrýarlar). Ol magnit peýkamyna meňzeş edip, iňňäniň ujunda duran, islendik metaldan ýasap bolýan peýkam ýaşaýar. Bu peýkam häzirki elektroskopdy. Ol bu peýkamyň köp jisimleri (tebigy we emeli) özüne çekýändigini görýär. Ol şeýle hem köp jisimleriň özlere beýleki jisimleri çekmeýändiglerini, hat-da olar başga jisimlere sürtülende hem çekmeýändiglerini görýär. Meselem, altyn, kümüş, mis. Özüne çekmäge ukuply jisimlere ol elektrikleşen jisimler, özüne çekmeýän jisimlere elektrikleşmedik jisimler diýýär. Gilberte görä elektrik hadysalary magnit hadysalaryndan düýpli tapawutlanýarlar.

Gilbert jisimleri nähili elektrikleşdirmelidigini aýdýar: “Bu jisimleri olaryň üstleri ýalpyldar ýaly, ýüpek mata, ýün mata, ýa-da elň aýasy bilen sürtmeli. Ýa-da, ýantary ýantara, ýantara almaza sürtmeli”.

**Boýl** (LKJ-niň agzasy) elektrik özaratäsirleriň wakuumda hem döreýändigini aýtdy.

1700-nji ýylda doktor **Woll** sürtelen uly ýantar böleginden üçgun aldy.

1716-njy ýylda **I.Nýuton** elektrikleşen jisim bilen iňňäniň ujunyň arasynda üçgun aldy (kiçi ýyldyrym).

**Stefan Greý** (1670-1736) (LKJ-nyň agzasy) 1729-njy ýylda jisimleriň elektrik geçirijilerini açdy we elektrigi saklanmak üçin jisim goralan (izolirlenen) bolmaly diýdi.

**Şarl Duýfe** (1648-1739) (fransuz alymy) elektrik hadysalaryň ilkinji nazaryýetini döretdi. Ol elektrik özara täsiriň iki jynslylygyny açdy: dartylma we itekleşme. Ol “Elektriklenen jisimler elektriklenmedik jisimleri özüne çekýärler we şol bir wagtyň özünde elektriklenmedik jisim elektriklenen jisim bilen galtaşandan soň elektriklenýändigine görä, ony itekleýär” diýdi.

Ol şeýly diýýär: “Iki jynsly elektrik bardyr: “aýna” elektrik we “smola” elektrik. Elektriklenmäniň bu iki jynsynyň aýratynlygy - bir jynsly elektrikler itekleşýärler, garşylykly jynsly elektrikler dartýşýarlar. Meselem, “aýna” elektrik bilen elektriklenen jisimler “aýna” elektriklenen jisimlerden iteklenýärler, “aýna” elektrik bilen elektriklenen jisimler “smola” elektrikli jisimler bilen dartýşýarlar we tersine”.

### ***3.3.2 Elektriklenme boýunça ylmy tejribeler***

**G.W.Rihman** 1711-nji ýylyň 11-nji iýulynda Estoniýada doguldy. Ilki Germaniýada, Soňra Reterburg ylymlar akademiýasynyň uniwersitetlerinde okaýar. 1741-nji ýylda şol akademiýanyň professory boldy.

Rihman elektrik güýjini “ölçemäge” synanyşdy. Bu ideýa elektrometri oýlap tapmaga getirdi. Onuň elektrik baradaky işleri 1751-nji ýylda Peterburg ylymlar akademiýasynyň “Täze Kommentariýalarynda” çap edildi. Onuň döreden elektrometri, ýagny elektrik güýjini ölçýji abraýly, elektrik nazaryýetiniň ösmegine getirdi.

Has takyk elektrometrler, ýagny häzirki zaman elektrometrleri, ondan 100 ýýldan soň, XIX asyryň ikinji ýarymynda ýasaldy.

Rihman ýyldyrymyň elektrini öwrenmek üçin hem tejribeleri geçirýar. Şeýle tejribeleriň birinde ol 1753-nji ýylyň 26-njy iýulynda pajygaly ýagdaýda aradan çykýar.

Rihman zarýadlanan jisimiň töwereginde elektrik meýdanynyň barlygyny açdy, we bu meýdanyň güýjenmesiniň jisimden daşlaşdygyça, “häzirligçe näbelli kanun” boýunça kemelýändigini aýtdy.

Seýleklikde, ol elektrik meýdanynyň barlygyny açdy bu meýdanyň täsiriniň meýdanyň çeşmesine çenli bolan aralyga baglydygyny açdy (1758-nji ýylda). Bu häzirligçe näbelli kanun” Rihmandan 40 ýyl soň Kulon tarapyndan açyldy.

Rihman öz işinde Frankliniň polozitel we otrisatel elektrik nazaryýetini goldaýar.

### **3.3.3 Amerikan ylmyny esaslandyryjy B.Frankliniň ylmy işleri**

Amerikan ylmyny esaslandyryjy **Wenýamin (Benjamin) Franklin** 1706-njy ýylyň ýanwarynda Angliýada doguldy (sabyň ýasaýjynyň maşgalasynda). Onuň kakasy garyp hünärmen, uly maşgalaly bolupdyr. Ol 15-nji çaga eken. Kakasy gowy durmuş gözläp Angliýadan Amerika gidýär. Wenýamin ýaşlykdan zähmet çekýär, ilki kakasyna, soňra uly bolmadyk neşiratyň eýesi bolan agasyna kömek edýär. Agasy gazet çykaryp başlanda, Franklin öz güýjini zurnalistikada barlap görmek üçin gizlinlikde gazetde makalasyny çykaryar. Onuň makalasy jemgyýetçiligiň ünsini çekýär. Onuň makala çap edenini agasy bilýär we onuň agasy bilen arasy bozulýar. Franklin agasy bilen sertnamasyny bozup iş gözläp Nýu-Ýorka

gidýär. Onuň zähmetsöýerligi we sabyrlylygy köp ýyllardan soň ony uly üstünlige getirýär. Ol baý, iň bir hormatlanýan adamlaryň biri bolýar we uly jemgyýetçilik işgäri bolýar.

Ony Pensilwani welaýatynyň Ýygnaçynyň sekretary edip saýlaýarlar, soňra poçtalaryň direktory, amerikan koloniýalarynyň general-poçtmeýsteri bolýar. Ol Filadelfiýa statynda kitaphana, Pensilwan uniwersitetini we Filadelfiýa filosofiki jemgyýeti esaslandyrýar. Ol amerikan koloniýalarynyň özbaşdak gazanmak ugrundaky göreşinde uly rol oýnady.

Franklin ABS-yn konstitusiýasyny düzmeklige işjeň gatnaşdy, negrleri ezmeklige garşy göreşi goldady, döwleti demokratik ýol bilen dolandyrmak prinsiplerini goldady. Şeýlelikde, Franklik ABŞ-y esaslandyryjylaryň, täze döwleti döredijileriň biridir.

Ol 1790-njy ýylyň 17-nji aprelinde aradan çykdy.

Franklin amerikan ylmyňy, ilkinji amerikan uniwersitetini esaslandyryjydyr. Ol amerkan we dünýä ylmyňa goşant goşdy. Bu işlere iň arasynda ilkinji orny onuň elektrik baradaky işleridir.

Ol elektrik baradaky işlerini “Elektrik barada tejribeler we gözegçilikler” atly ylmy makalasynda beýan edýär. Ol bu işleni LKJ-niň agzasy Piter Kollisona iberýär. Bu kitap ýewropa dilleriniň köpüsine terjime edilýär (rus diline terjime edilmedi).

Franklin şeýle hem ýyldyrymy öwrenýär. 1752-nji ýylda ol batbörekleri, ýyldyrym çakýan bulutlara iberip, belli tejribesini geçirýär.

Ol leýden bankasynyň işleýşini düşündirdi, taryhda birinji gezek tekiz kondensatory döretdi. Frankliniň tejribeleri ýyldyrym sowujylary (molniootwodlary) döretmäge mümkinçilik berdi.

Franklin elektrigiň “unitar nazaryýetini” döretdi. Bu nazaryete görä jisimde käbir “elektrik substansiýa” atly

suwuklyk bar. Bu suwuklyk örän kiçjik bölejiklerden ybarat, bu suwuklyk garşylyk görmän materiýanyň içine aralaşýar. Materiýa bu ýagdaýda elektrik suwuklygyny, edil “gubkanyň” soruşy ýaly sorýar. Elektrik substansiýanyň bölejikleri birbirlerinden itekleşýärler. Bu tebigatda substansiýanyň mukdarynyň saklanmak kanunydy.

### ***3.3.4 Elektrigiň we elektromagnetizmiň kanunlarynyň soňraky ösüşleri***

1759-nji ýylda Peterburgda nemes alymy **Teodor Epinusyň** (1724-1802) “Elektrigiň we magnitiň nazaryýetiniň nejrübeleri” atly kitaby çap edildi.

Ol özüniň nazaryýetiniň esasy edip “jisimde elektrik we magnit suwuklyklary bar, bu suwuklyklaryň bölejikleri materiýa bilen we öz aralygynda dartýşma ýa-da itekleşme güýçleri bilen özara täzir edişýärler” diýen garaýşy goýdy..

Epinus elektrik we magnit hadysalaryny öwrenýär we Gilbertden tapawutlylykda ol elektrik we magnit hadysalary meňzeşdir diýdi.

Epinus Frankliniň elektrik suwuklyk baradaky pikirini goldaýar. Ol “bu suwuklygyň bölejikleri materiýa tarapyndan dartylýar” diýdi.

Onuň pikirine jisimler elektrik suwuklygy boýunça 2 topara bölünýärler:

- 1) elektrik suwuklygy gowy geçirýän materiallar;
- 2) elektrik suwuklygyň hereketine päsgel berýän materiallar.

Epinus birinji topara “elektrik” materiallar, ikinji topara “elektrik däl” materiallar diýdi.

Franklin bu terminleri nädogry hasaplady. Ol olary geçiriji we geçirmeýjiler diýip atlandyrdy. “Elektrik” we “elektrik däl” terminler XIX asyryň birinji ýarymyna çenli



saklandy. Soňra bu terminler “geçiriji” we “izolyator” diýlip çalşyryldy.

Elektrik hadysalaryna meňzeşlikde Epinus, magnit hadysalary beýan etmek üçin magnit suwuklygy diýilýän düşüňjani girizdi. Ol “Magnit suwuklygynyň bölejikleri edil elektrik suwuklygynyň bölejikleri ýaly, bir-birlerini itekleýärler. Emma tebigatda köp jisimler magnit suwuklygyny duýmaýarlar. Diňe olaryň käbirleri, meselem, demir magnit materiýasy tarapyndan dartylýar”.

Epinusyň belleýşine görä, jisimler “tebigy mukdarda” elektrik ýa-da magnit suwuklygyna eýe bolýarlar. Onuň pikiriçe jisimdäki elektrik we magnit suwuklygy “tebigy derejesinden” uly ýa-da kiçi bolanda jisimde elektrik ýa-da magnit häsiýetleri döreýär.

Epinus Frankliniň aşakdaky aýdanlaryny tassyklaýar: eger elektrik “elektrik suwuklygyny” almak bilen suwuklygyny artdyrsa, onda şeýle elektrige položitel elektrik diýilýär, eger elektrik “elektrik suwuklygyny” kemeltmek bilen alynsa, onda şeýle elektrige otrisatel elektrik diýilýär.

Iňlis alymy Lord **G.Kawendiş** (1731-1810) öz ylmy işlerini göwünsiz çap edipdir. Bütün ömrüni öz mülkinde ylym bilen meşgullanyp geçiripdyr. Diňe Makswell 1879-njy ýylda onuň ylmy işini çap edende, G.Kawendişiň 1771-nji ýylda elektrik zarýadlarynyň özara täsir kanunyny açandygy belli bolýar. G.Kawendiş bu açyşy şol döwürde çap etmändi.

Kawendiş kondensatoryň sygymyna sredanyň täsirini açdy we maddalaryň dielektrik geçirijiligini kesgitledi. Ol Ýer şarynyň “agramyny ölçän” adam hökmünde taryha girdi. Ol 1798-nji ýylda towlanma terezileriniň kömegi bilen bütündünýa dartylma kanunyny barlady we grawitasiýa hemişeligini ölçedi.

**Şarl Ogýustern Kulon** (1736-1806) fransuz harby inženeri (21-nji surat). Ol uzak wagtlaý sapaklaryň towlanmasyny öwrendi we şu gatnaşygy tapdy:

$$\gamma = c \frac{pl}{r^n}$$

bu ýer-de -  $\gamma$  towlanma burçy;  $p$  -towlaýjy güýç;  $l$  - sapagyň uzynlygy;  $r$  - sapagyň radiusy.

1784-nji ýylda ol duýgur abzal-towlanma terezisini ýasady. Bu abzalyň kömegi bilen ol elektrik we magnit zarýadlarynyň özara täsir kanunyny açdy. Kulonyň abzaly (22-nji surat) 4 aýna silindrinden, onuň merkezinden geçýän 5 kümüş sapakdan asylan 6 egin agaçdan ybaratdyr. 6 egin agajy izolýatordan ýasalan. Egin agaja 1 buzin şary we oňa deňagramly bolan 3 şar goýulýan. 1 şar zarýadsyz, 2 şar zarýadlanan. Ilki şarlar gatnaşdyrylýar, soňra aýrylýarlar. Sunlukda ilkibaşdaky zarýad deň ikä bölünýär we özara täsir edişýän 1-2 zarýadlaryň ululyklary deň bolýar.



21-nji surat. Ş.Kulon

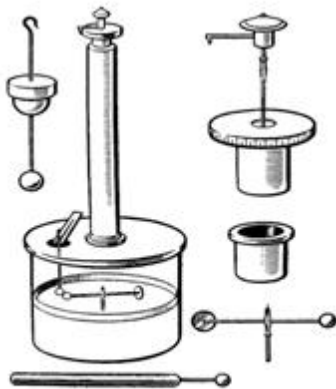
onuň takyklygy örän uly ähmiýete

1785-nji ýylda Kulon tejribäniň kömegi bilen tapylian elektrostatikanyň esasy kanunyny açdy: *zarýadlaryň arasyndaky özara täsir güýji bu zarýadlaryň ululyklaryna göni proporsional we zarýadlaryň aralygyna ters proporsional*. Bu kanun *Kulonyň kanuny* ada eýe boldy. Onuň ölçegleriniň takyklygy uly däldi.

Kulonyň kanuny-fundamental kanun we

eýedir. Formulanyň maýdalawjysynda  $r^n$  ululyk dur. Kulona görä  $n$  – iň bahasynyň 2-ä deň bolmaklygy elektromagnit meýdanyň kwantynyň dynçylyk massasynyň (fotonyň) ululygy bilen gös-göni baglanyşyklydyr.

Eger  $n$  has takyk 2-ä deň bolsa, gamma fotonyň massasy nola deň bolmaly. Kulonyň formula-syndaky dereje görkezijisiniň ululygyny has takyk ölçesek, sonça-da fotonyň dynçylyk massasy nola deň diýip aýdyp bileris. Soňa görä-de, indi 200 ýyllap bu derejäni takyk ölçemäge synanyşýarlar.



22-nji surat. Kulonyň tejribesi

Häzirki wagtda  $n = 2 \pm q$ , bu ýerde  $q \leq 6 \cdot 10^{-16}$  deň. Bu bolsa fotonyň dynçylyk massasy (eger ol massa bar bolsa)  $1,6 \cdot 10^{-50} \text{ kg}$  - dan uly bolmaly däldigini görkezýär.

Kulonyň kanunynyň açylmagy elektrostatikanyň doly dikelmegine getirdi. Elektriğiň indiki ösüşi elektrodinamikanyň döremegine getirdi.

Italýan fizikleri **Luidji Galwani** (1737-1798) janly elekriği we **Aleksandro Wolta** (1745-1827) ilkinji elektrik tok çeşmesini döredenler fizikany elektrostatikadan elektromagnetizme geçmäge taýýarladylar. Peterburg ylymlar akademiýasynyň agzasy D.Wellanskiý: “Elektromagnetizm 1820-nji ýylda Kopengagende professör H.Ersted tarapyndan acyldy ” diýdi.

**Hans Kristian Ersted** (1777-1851) - Kopengagende dogulýar, 20 ýaşda farmasewt, 22 ýaşynda filosofıanyň doktory bolýar (23-nji surat). Ol ýylylygyň, ýagtylygyň, elektrigiň we magnitiň arasyndaky baglanşyk barada kân piker edýär. Ol 1820-nji ýylda “Elektrik gapma-garşylygyň magnit peýkamyna täsir edişine degişli tejribelr” atly makalasyny çap edýär. Ol bu işinde elektrik togunyň magnit meýdanynyň barlygy barada aýdýar. Bu açyş onuň adyny taryha girizdi.



23-nji surat. H.K.Ersted

**Bio J.B.** (1774-1862), **F.Sawar** (1791-1841), **S.Laplas** (1749-1827) Erstedniň tejribelerini gaýtaladylar we köp täzelikler tapdylar: togyň elementleri bilen nokadyň magnitlenmesiniň arasyndaky özara täsir kanunyny açdylar. Olar ylmy, fizikanyň täze bir araçägine - elektrodinamika getirdiler.

“Elektrodinamika”

termini **Andre Mari Amper** (1775-1836) fransuz alymy girizdi (24-nji surat). Amperiň ylmy döredijiliginiň depesi elektrodinamikany döredenligidir.

Erstedniň işinden üç hepdeden soň täze ylmyň-elektrodinamikanyň esaslaryny beýan edýän Amperiň



24-nji surat. A.M.Amper

makalasy çap edildi.

Amper fizika aşakdaky düşüňjeleri girizdi: “elektrik togy”, “elektrik napriýajeniýe”, “elektrik zynjyry” we aşakdakylary kesgitledi: elektrik zynjyrynda togyň ugruny; toguň mehaniki täsirini; magnitiň we solenoidiň (tegegiň) deň güýçlidiklerini;

Ol “galwanometr” terminini, elektromagnit telegrafy ideýasyny hödürledi. Onuň “Tejribeden getirilip çykarylan elektrodinamiki hadysalaryň nazaryeti” (1826.ý) ylmy işi elektrodinamika degişli eden işlerini jemleýär.

Amper toguň elementleriniň özara täsirini beýan edýän formulany (Amperiň formulasy) hödürledi:

$$F = ILB\sin(\vec{L}, \vec{B}) = ILB\sin\alpha$$

Ol çep eliň düzgünini hödürledi.

Soň **T.I. Zeýbek** (1770-1831) (nemes alymy) termoelektrigi, **G.S.Om** (1787-1854) (nemes alymy) togy we napriýajeniýany baglanyşdyrýan elektrik zynjyrynyň kanunlaryny, **J.Genri** (1797-1878) elektromagniti oýlap tapdy.

### 3.3.5 *M.Faradeýiň ylmy ýeňişi*

Inlis fizigi **Maýkl Faradeý** (1791-1867) demirçiniň maşgalasynda doguldy (25-nji surat).

Mekdebi gutaryp kitaplary jitleýäniň okuwçysy boldy. Öz bilimini özbaşdak okap üstüni ýetirýär. Himiýadan, fizikadan leksiýalara gatnaşýar.

Ol özüniň barlaglaryny elektroliz hadysasyny öwrenmekden başlaýar, soňra ony toguň daşynda döreýän mehniki hereketi döretmäge mümkinçilik berýän, magnit meýdany gyzyklandyryp başlaýar. Netijede, 1821-nji ýylda taryhda birinji elektrodwigateli işletdi. Mundan soň, ol “magniti elektrige öwürmek” meselesini çözüýär. Ol bu ugurdan

köp makala çap edýär we üç tomlyk “Elektrik boýunça eksperimental derňewler” işini ýazdy.

Bu kitapda şu bölümler bar: “Elektrik toklaryň induksiýasy”, “Elektrigiň we magnitiň döreýşi barada”, “Materiýanyň täze elektrik häsýeti barada ”, “Magnit hadysalaryny düşündirmek barada”. Bu bölümleriň mazmuny bize fizikadan belli.

Ol bu işlerinde magnit özara täsiriň “ýaýraýanlygyny” we bu prosesi yrgyldylar nazaryeti bilen beýan edip bolar diýdi.

Ol hakykatdan-da, elektromagnit meýdany we onuň gutarnykly tizlik bilen ýaýraýandygy baradaky ideýa geldi.

Elektromagnit induksiýa hadysasyna M. Faradeý bilen bir wagtda O.J.Frenel, A.Amper, J.Genri hem gelipiler. Olar “Bu hadysany biz hem öň görüpdik, ýöne oňa üns bermedik” diýýärdiler.

Faradeý magnit akymy üýtgände induksiýanyň EHG-niň döreýänligini tapdy. J.K. Makswell bu kesgitlemäni aşakdaky deňlik bilen aňlatdy:

$$E = \frac{d\Phi}{dt}$$

Makswell ony soňra şeýle aňlatdy:

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$$



25-nji surat. M.Faradeý

Bu deňlärinde (-) alamaty Lensiň düzgünine görä ýazylýar.

Faradeý aşakdaky terminleri girizdi: anod, katod, elektroliz, elektromagnit, elektrik zaryadynyň diskretligi barada ideany.

Faradeý elektroliz kanunyny hem açdy (bu kanun onuň adyny göterýär). Faradeý dielektrikleri hem öwrenýär. Ol udel induksiýa we udel induktiwlenneme ukyplylygy diýen düşüňjeleri girizdi. Häzirki döwürde oňa  $\epsilon$  dielektrik syzyjylygy diýilýär.

Ol gazlardaky zaryadlaryň dürli formalaryny hem öwrenýär. Katodda we anodda döreýän şöhlelenmeleriniň arasynda ýüze çykýan garaňky giňişlige *Faradeý giňişligi* diýilýär.

Bu kitabynda ol energiýanyň saklanma we öwrülme kanunyny hem formulirleýär. Polýarizasiýa tekizliginiň aýlanma effekteini beýan etdi (bu effekte häzir *Faradeýiň effekti* diýilýär).

Ol fundamental täze ideýa- meýdan ideasyna geldi. Faraday teoretik däl. Onuň meýdan düşüňjesiniň Makswell matematiki beýan etdi. Faradeý ajaýyp eksperimentatordy.

Mehanikada Galileo Galileý nähili rol oýnan bolsa, elektromagnetizmde M.Faradeý şeýle rol oýnady. Galileýsiz Nyutonyň açyşlary bolmazdy. Faradeýiň işi bolmasa Makswelliň nazary işleri bolmazdy.

A.Eýnşteýn: “Faradeýiň meýdan baradaky ideasy, Nyutondan soň açylan iň möhüm açyşdyr” diýdi.

**DÖRDÜNJI BAP. MAKSWELL TARAPYNDAN ELEKTROMAGNIT  
MEÝDANY NAZARYÝETINIŇ DÖREDILMEGI  
WE ONUŇ TEJRIBEDE TASSYKLANÝŞY**

**3.4.1 *Makswell we onuň elektromagnit meýdany  
baradaky nazaryýeti***

Faradeýiň açyşlary elektrik ylmynda rewolýusiýa boldy. Elektromagnit telegrafy döredi. XiX asyryň 70-nji ýýllarynda ol Ýewropany ABŞ, Hindistan, Günorta Amerika bilen birleşdirdi. Ilkinji elektrik togunyň generatorlary we elektrodwigatelleri döredi, elektrik himiýada giňden ulanylyp başlandy. Elektromagnit prosesleri ylymda çuň öwrenilip başlandy. Dünýäniň elektromagnit kartinasynyň dünýäniň mehaniki kartinasyny çalyşyp biljek eýýämi gelip ýetipdi. Edil Nýuton ýaly öz döwrüne çenli toplanan faktlary birleşdirip biljek we onuň esasynda täze dörän kanunlary düşündirip biljek, täze nazaryýeti döretjek adam gerekdi. Bu adam Jeýms Klerk Makswell boldy.

**Jeýms Klerk Makswell** (1821-1879 ý.) – şotland alymy, Edinburg ş. eneden doguldy (26-njy surat). Ol ýäpyk mekdepde (Edinburg akademiýasinda) V synpa çenli höwessiz okaýar. Ol geometriýa bilen gyzyklanýar we 15 ýaşynda ilkinji ylmy işini çäp edýär.

Ol 1847-nji ýylda Edinburg uniwersitetine okuwa girýär we 1850-nji ýylda Edinbary korollyk jemgyýetinde maýyşgak jisimleriň deňagramlylygy barada doklad edýär. Ol bu işinde häzirki bize belli bolan maýyşgaklyk nazaryýetindäki *Makswelliň teoremasyny* beýan edýär. 1850-nji ýylda Kembriž uniwersitetine, (belli Trinit kolleje, Nýutonyň okan ýerine) geçirilýär. 1859-nji ýylda bakalawr derejä ekzamen tabşyrýar. Ol elektrik we optika bilen gyzyklanýar. Ol reňkili görüş nazaryýetini, reňkli pyrlawaç döredýär.



Kakasy aradan çykandan soň Şotlandiýa dolanýar. Ol bu ýerde elektrodinamikanyň problemalarynyň üstünde işleýär.

Eýnşteýn “Galileý we Nýuton mehanikada nähili rol oýnaýan bolsa Faradeý we Makswell elektrik ylmynda şonuň ýaly rol oýnaýar” diýip aýtdy.

Galileýiň mehaniki effektlerine Nýutonyň matematiki forma berişini ýaly, Makswell “elektromagnit meýdany” terminini girizdi. Bu meýdany düşündirmegiň matematiki kanunlaryny açdy. Galileýiň we Nýutonyň dünýäniň mehaniki kartinasynyň esasyňy goýdular, Faradeý we Makswell bolsa – elektromagnit.



26-njy surat. J.K.Makswell

“Faradeýiň güýç çyzyklary” (1857) makalasynnda ol elektromagnetizm baradaky ideýalaryny aýdýar. Ol bu işde Gamiltonyň matematiki apparatyndan peýdalanylýan elektrodinamikanyň baglanyşyklary matematiki dilde aňladýar.

1871-nji ýylda Genri Kawendişiň serişdeleriniň hasabyna Kombrižde eksperimental laboratorýanyň jaýy gurulyp başlanýar we bu laboratorýa 1971-nji ýylyň 16-njy iýunynda açyldy. (bu laboratorýa Kawendişiň laboratorýasy diýilýär). Makswell bu laboratorýanyň ilkinji müdiri we kafedranynyň professory bolýar.

Makswell elektromagnit meýdana materiýanyň görnüşini hökmünde kesgitleme berýär we onuň ýüze çykmalaryny 20 deňlemeler ulgamy hökmünde aňladýar. (Soňra Oliwer

Hewisaýd we Genrih Gors Makswelliň deňlemeler ulgamyny biziň häzirki bilýän görnüşimize getirdiler).

Makswelliň deňlemeleri–diňe bir fizikanyň däl, бүтін adamzat siwilizasiýasynyň beýik gazananlarynyň biridir. Onuň deňlemeleri tebigat ylymlaryna mahsus bolan logiki yzygiderligi, sungat we gumanitar ylymlaryna mahsus bolan owadanlygy we ölçeglilik saklaýarlar. Bu deňlemeler mümkin bolan maksimal takyklyk bilen tebigat hadysalarynyň manysyny beýan edýärler.

Makswelliň deňlemeleriniň mümkinçilikleri heniz doly açylyp görkezilenok. Onuň esasynda fizikanyň dürli oblastlaryndaky açyşlary - aşageçirijilikden başlap astrofizika çenli – düşündirmek bolýar.

Makswelliň deňlemelerini, iň bolmanda onuň manysyny bilmeklik-diňe fizige däl, islendik bilimli adama hökmandyr.

Alynan deňlemeleriň esasynda D.J.Makswell anyk meseleleri çözüýär: dielektrikleriň döwürleme koeffisiýentini kesgitledi (  $n = \sqrt{\epsilon\mu}$  ) , samoinduksiýa tegekleriň özara täsir induksiýa koeffisiýentlerini we ş.m. kesgitledi.

Häzirki wagtda Makswelliň adyny göterýän deňlemelere Makswelliň nähili gelendigini derňäliň. Ol meýdany beýan etmek üçin koordinatalaryň skalýar we wektor funksiýalaryny girizdi. Makswell tarapyndan girizlen terminler öz fiziki manysyny saklap, öz atlaryny üýtgetdiler. Meselem, Makswelliň “elektromagnit momentine” (“elektromagnit hereket mukdaryna”) häzirki döwürde –  $\vec{A}$  wektor potensialy diýilýär.

Makswell efir düşünjesiniň tarapdarydy (efir – ähli Älemi dolduryp duran, hereketsiz hasaplaýyş ulgamy hökmünde kabul edip bolýan, agramsyz we göze görünmeýän elektrik suwuklygydyr (gurşawdyr). Makswell bu “gozgamaýan efir” tapmaga alymlary cagyrypdyr. Şol döwrüň mehanikasy efire

daýanyardy. Makswell bu deňlemeleri döredip, “men efiň mehanikasyny döredýärin” diýipdir.

Meselem: Ol elektrik meýdanyň induksiýasy üçin deňlemäni şeýle ýazýar (häzirki zaman belgilerinde, ýöne Makswelliň ýazyşy ýaly):

$$\vec{E} = \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$$

J.K.Makswell “bu deňleme mehanikadaky inersiýa güýjüne meňzeş” diýdi:

$$\vec{E} = -\frac{\partial \vec{P}}{\partial t}$$

Bu ýerde  $\vec{p} = m\vec{g}$ .

Bilişimiz ýaly, häzirki görnüşde Makswelliň deňlemesi şeýle ýazylýar.

$$\vec{B} = \text{rot} \vec{A}$$

$$\vec{E} = [\vec{v} - \vec{B}] - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - \text{grad} \psi$$

$\Psi$ -skalýar potensial.

Ol geçirijiniň göwrüm birligine meýdan tarapyndan täsir edýän güýjiň deňlemesini şeýle aňladýar:

$$\vec{f} = [j\vec{B}]$$

Bu deňlemä ol “magnitlenme deňlemesini” gosýar:

$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi\vec{I}$$

we “elektrik toklarynyň deňlemesini” (Makswelliň birinji deňlemesini) gosýar:

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \cdot \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Makswell boýunça, elektrik meýdanynyň güýjenmesi, elektrik süýşme wektory  $\vec{D}$  bilen şeýle baglanyşykly:

$$\vec{D} = \frac{c}{4\pi\sigma} \cdot \vec{E}$$

Ol Omuň kanunyny differensial formada ýazdy:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

$\vec{B} = \mu \vec{H}$  deňlemäni we gyraky şertleri ýazdy:  
 $D_{n1} + D_{n2} = \sigma$

Bu deňlemeleriň köpüsi wektor häsiýetlidir we üç ölçegli koordinatalar ulgamynda ýazylandyr.

Makswelliň deňlemelerinden köp möhüm netijler gelip çykýar. Olaryň biri  $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$  tizlik bilen ýaýraýan kese

elektromagnit tolkunlarynyň barlygydyr.

Makswelliň özi klassik fizikdi, onuň deňlemeleri bolsa başga ylma degişlidi. Makswell 1879-njy ýylda aradan çykdy. Ol dirikä onuň bu nazaryýetini kabul etmediler. Onuň bu nazaryýetine G.Gersň we P.N.Lebedewiň tejribelerinden soň ynandylar. Makswell özüniň nazaryýetine ynanyardy, şol wagtlarda edilen tejribeler bilen gabat gelmezligine perwaýsyz garaýardy.

Makswell fizikanyň beýleki bölümlerinde hem uly açyşlary etdi. Onuň gazlaryň kinetik nazaryýeti baradaky işleri oňa şöhrat getirdi (1859).

Ol fizika ilkinji bolup ähtimallyk usullaryny girizdi.

Gazlardaky prosesleri beýan etmek üçin statistik düşüňjelerden peýdalanmaly boldy: paýlanma, dispersiýa, orta kwadratik gyşarma we ş.m. Onuň gazlaryň molekulalarynyň tizlikler boýunça paýlanşy baradaky deňlemesi bize bellidir.

Ol reňkli görüş efektini, Saturnyň halkalarynyň mehanikasyny (ol halkalaryň aýratyn böleklerden ybaratdygyny matematik subut etdi), gazlarda äkidiliş hadysasy nazaryýetini we ş.m. döretdi.

Makswelliň nazaryýetiniň esaslarynyň tejribede tassyklanyşyna seredeliň. Rus alymy **N.A.Umow** (1846-1915) (Moskwa uniwersitetinde 1896-1911-nji ýyllarda kafedra müdiri bolup işläň) energiýanyň hereketi barada, energiýanyň akymy *Umowyň wektory*) formulany hödürledi. Bu işler (1874) akustik tolkunlar üçin edildi. 11 ýyldan soň inlis alymy **J.G.Poýting** (1852-1914) edil şeýle işi elektromagnit energiýasynyň akymy üçin, Umowyň işlerinden habarsyz, etdi. Şoňa görä-de, bu formula *Umow-Poýtingiň wektory* diýilýär.

Poýting Makswelliň tarapdarydy. Makswelliň döwründe elektromagnit meýdana düşünmeýärdiler. Edil şeýle ýagdaý kwant mehanikasy döwründe we ýörite otnositellik teoriýasy döwründe-de, bolupdy.

Radioaragatnaşyk tehnikasynyň ösmegi bize elektromagnit meýdanyny adaty zada öwürdi. Ylmyň taryhyny öwrenip biz köp ylmy açyşlaryň durmuşa we adamlaryň aňyna kynlyk bilen ornaşýanlygyna kän şaýat bolduk.

### ***3.4.2 G. Gers tarapyndan elektromagnit tolkunlarynyň açylmagy***

Makswelliň nazaryýetiniň ýeňmeginde esasy rol nemes fizigi **Genrih Rudolf Gers** (1857-1894 ) oýnady (27-nji surat). Ol 1875-nji ýylda gimnaziýany gutarýar, soňra Drezden we Mýunhen şäherinde ýokary tehniki uçilişede okaýar. Soňra ol Berlin uniwersitetine girip, Gelmglsyň ýolbaşçylygynda fizikany öwrenýär. Gers Gelmgolsyň söýgüli okuwçysy bolýar.

Gelmgols Gerse “Elektrik togy kinetik energiya eýe bolýarmy?” diýen soraga jogap tapmaklygy tabşyrýar. Gers 5-aýlyk işi 3 aýda ýerine ýetirýär. Tejribeler hiç hili netije bermeýär. Sebäbi tejribäniň takyklygyny 1000 esse artdyrmalydy. Gersiň işi baýraga mynasyp bolýar. 1897-nji ýylda ol “Aýlanýan jisimlerini induksiýasy barada” doktorlyk işine başlaýar we 2-3 aýda ýerine ýetirýär. Şeýlelikde, ol talyp döwründe “tapawutly” baha bilen doktorlyk derejäni gorýar.

Gelmgols Gerse Makswelliň nazaryýetini tejribede barlamaklygy maslahat berýär we Gerse ýapyk däl elektrik zynjyryndaky prosessleri öwrenmekligi tabşyrýar. Gers tejribelerine başlamanka elektrik yrgydyalary doly öwrenilipdi. U.Tomson häzirki wagtda her bir okuwça belli formulany hödürledi:



27-nji surat. G.R.Gers

$$T = 2\pi\sqrt{AC}$$

(Häzirki döwürde bu formulany şeýle ýazýarlar:

$$T = 2\pi\sqrt{LC})$$

Bu formulada A-induktivlik, C-sygy. A-ny Gers “elektrodinamiki sygy” diýip atlandyrdy.

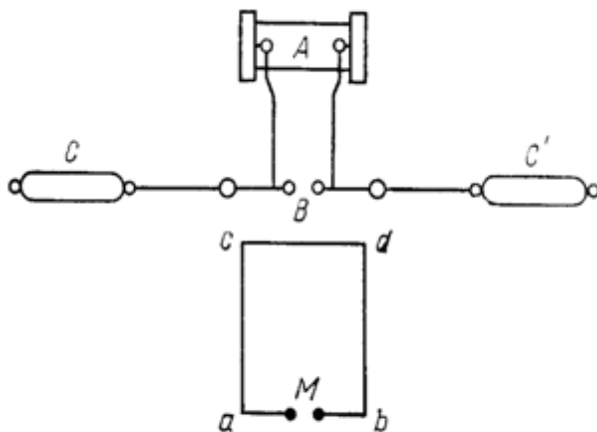
Gers induksion tegekler bilen peridy  $10^{-8}$  s bolan çalt elektrik yrgydyalary aldy we ýokary ýygyllykly generatory (ýokary ýygyllykly yrgydy çeşmesini) we rezenatory-

bu yrgydyalary kabul edijini döretdi.

Gersiň generatory A induksion tegekden (antennadan) we oňa sim bilen birikdirilen iki sany B şarjagazdan (razrýadnikden) ybaratdyr (28-nji surat).

Rezonator göniburçly abdc simden we M iki şarjagazlardan ybaratdyr. Eger generatorda ýokary ýygylkly yrgyldylar dörese (B şarlaryň arasynda uçgun dörese), onda generatordan 3 m aralykda ýerleşen rezenatoryň M şarjagazlarynyň arasynda kiçi uçgun döreýär. “Bu uçgun hähili döreýär?” diýlen sorag ýüze çykýar. Ýa-da, bu Gelmgolsyň elektromagnit induksiýa hadysasymy? Ýa-da, bu Makswelliň nazaryýetine görä döreýän elektromagnit tolkunymy?

Gers 1887-nji ýylda öz tejribelerini “Örän çalt elektrik yrgyldylary barada” makalasynda beýan etdi.



28-nji surat. Gersiň vibratory we rezonatory

Gers tejribäni ilki düşündireninde mikswell tolkunlary döreýär diýip aýtmady. Ol “geçirijiler özara täsir edişýärler” diýdi we ony uzakdan täsir nazaryýeti bilen düşündiriýär. Gersiň tejribesindeki geçirijilere, häzirki zaman dilinde antenna we dedektor diýilýär. Gers olary vibrator we rezenator diýip

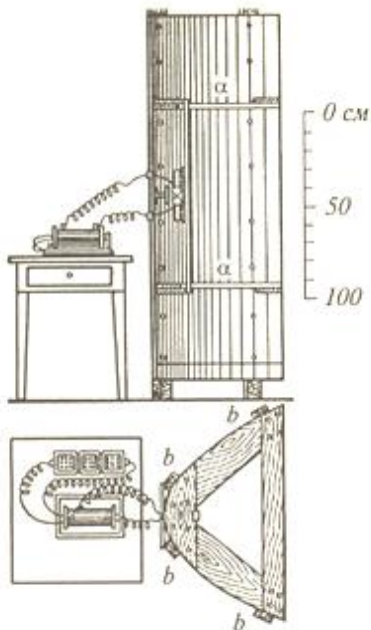
atlandyrýar. Geçirijä (abcd) rezonator diýilmeginiň sebäbi ol özüniň hususy yrgyldylary bilen rezonans bolan yrgyldylarda has-da güýçli yrgyldaýar (antennanyň ýygylgy kabul edijiniň ýygylgy bilen gabat gelende rezonans bolýar).

Gers generatoryň razryadnigi ultramelewşe şöhleleri bilen şöhlendirilende döreyän uçgunyň kabul edijidäki elektrik razryady artdyryandygyny gördi. Bu barada Gers 1887-nji ýylda “Ýagtylygny elektrik razryada täsiri barada” atly ylmy işinde habar berdi. Ol bu hadysany *daşky fotoeffekt* diýip atlandyrdy.

Şeýlekde, tötänleýin, tejribäniň maksadyna degişli bolmadyk açyş edilýar. Bu fakt bilen derrew alymlar gyzyklandylar. Bu täze effekti **A.G.Stoletow** (1839-1896) (Moskwa uniwersiteti) örän içgin öwrendi we bu effekte *aktinoelektrik effekti* diýip at berdi.

Generatory we rezenatory dürli hili ýerleşdirip, Gers, gutarnykly tizlik bilen ýaýraýan elektromagnit tolkunlary bar diýen netijä gelýär.

Gers Makswelliň deňlemelerini ýönekeýleşdirýär, ondan Poýtingiň teoremasyny (onuň aýdyşy ýaly “iň ýokary derjede ajaýyp”) getirip çykarýar. Biz häzirki döwürde Makswelliň deňlemelerini Gersiň bize hödürän görnüşinde ýazýarys.



29-njy surat. Gersiň aýnasy



Elektromagnit tolkunlary özüni ýagtylyk tolkunlary ýaly alyp barýarmy? Elektromagnit tolkunlarynyň serpilme we döwürleme kanunlaryny, polýarizasiýasyny kesgitläp Gers, bu tolkunlaryň ýagtylyk tolkunlary bilen meňzeşdigini açdy Bu tejribeler üçin ol ýörite aýna, asfaltdan ýasalan prizma we ş.m. ýasady (29-njy surat). Bu netijeleri ol “Elektrik güýjüniň şöhleleri barada” (1888) atly işinde belläp geçdi. 1888-nji ýyl elektromagnit tolkunlarynyň açylan ýyly we Makswelniň nazaryetiniň tejribede tassyklanan ýyly hasaplanýar.

Biz Gersi radiony diňlänimizde, telewizora seredenimizde, Internetden, el telefonýndan peýdalananymyzda radio tolkunlaryndan peýdalanyandygymyzy unutmaly däliris. A.S. Papow simsiz aragatnaşyk (radiony) döredende onuň efire iberen ilkinji sözi “Genrih Gers” boldy.

### ***3.4.3 Fotoeffekti öwrenmek boýunça A.G.Stoletowyň ylmy tejribeleri***

**A.G.Stoletow** (1839-1896) Russiýada, Wladimir şäherinde baý maşgalada dogulýar (30-njy surat). Wladimir gimnaziýasyny tamamlap,



Moskwa uniwersitetiniň fizika-matematika fakultetine okuwa girýär. 1862-1865-nji ýyllarda Germaniýada (Krihgofyň, Magnusyň ýanynda) hünärini kämilleşdirýär. 1866-njy ýylda Moskwa uniwersitetiniň mugallymy boýar, 1869-njy ýylda magistr derejesini alyar. 1872-nji ýylda “Ýumşak demiriň magnitlenme funksiýasyny derňemek” tema

30-njy surat. A.G.Stoletow

boýunça doktorlyk dissertasiýasyny gorady. Ol bu işi ýerine ýetirmek üçin ýene-de Kirhgofyň ýanyna gidýär. Bu işde maksweiliň nazaryýetiniň we amaly elektrotehnikanyň esasy meselesini - magnit gurşawyň elektromagnit özara täsire täsiri, şeýly hem magnit kabul edijiligiň we magnit syzyjylygyň daşky magnit meýdanynyň güýjenmesine baglylygy öwrenildi. Bu baglansygyň egrisine *Stoletowyň egrisi* diýilýär. Stoletow: "Bug maşynlarynyň nazaryýetini bilmek üçin bugyň häsýetlerini bilmek zerur bolşy ýaly, elektromagnit dwigatellerini we magnitoelektrik maşynlary gurnak we ulanmak üçin demiriň magnitlenmesini bilmek zerurdyr".

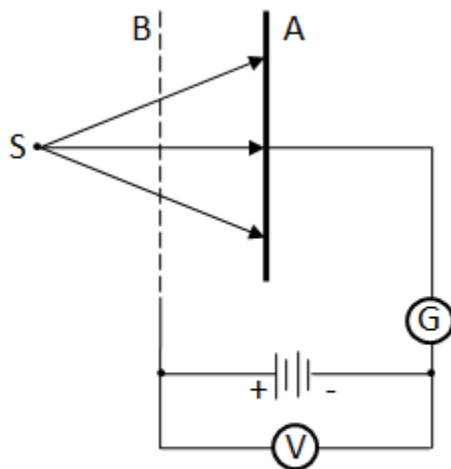
A.G.Stoletowyň has beýik açyşy fotoeffekt hadysasydyr (1888-1890).

Onuň tejribesiinde (31-nji surat) A kondensator (bitewi sink plastina) G galwanometriň üsti bilen tok çeşmesiniň (-) polýusyna birikdirilen. B-sinkden ýasalan tor plastina tok çeşmesiniň (+)

polýusy bilen birleşýär. A plastina elektrik dugasy bilen ýagtylandyrylýar.

Netijede, fotoeffektiň bir kanuny açyldy (bu kanuna Stoletowyň kanuny diýilýär):

"Plastinalara goýulan napriýajeniýanyň artmagy bilen fototok käbir ululyga (doýgun fototok) çenli ilki artýar, soňra hemişelik ululygunda galýar. Doýgun



31-nji surat. Stoletowyň tejribesiniň  
çyzgysy

fototogyň güýji katoda düşýän ýagtylyk akymyna göni proporsionaldyr”.

Fotoeffektiň kwant nazaryýeti we onuň ähli tejribede alan baglanşyklary A.Eýnşteýn (1905) tarapyndan düşündirildi. Stoletowyň tejribe geçiren desgasy ilkinji fotoelementdi.

Bu tejribe geçirilýärkä elektron açylmandy. Ýagtylygyň täsiri netijesinde elektronyň goparylýandygyny ol bilmeýärdi we şoňa görä-de, ol: ”Otrisetel zarýadlanan jisimiň üstüne şöhle düşip ondan zarýadlary goparýarlar” diýdi.

Stoletow “Seýreklenen gazlarda aktinoelektrik hadysalary” işinde fotoelementde gazyň basyýynyň roluny kesgitleýär. Gazyň basyşy kemelende fototok ilki ýuwaş, soňra çalt artýar we käbir kritiki basyşda (Stoletow bu kritiki basyşy  $P_m$  bilen belledi) maksimuma ýetýär.  $P_m$ -e ýetenden soň tok käbir gutarnykly baha ýetip kemelýär.

Stoletow kritiki basyşyň kondensatoryň zarýady bilen baglylyk kanunyny açdy:

$$\frac{P_m \cdot \ell}{E} = Const$$

bu kanun gaz razrýadynyň fizikasyna *Stoletowyň kanuny* hökmünde girdi.

Stoletow köp fizikleriň mugallymydyr. Ony Peterburg ylymlar akademiýasyna agzalyga hödürleýärler. Emma akademiýanyň prezidenti Knýaz K.K.Romanow onuň kandidaturasyny aýyrýar. Onuň ýerine ýaş fizik B.B.Golysin saýlanýar (onuň dissertasiýasyny Stoletow tankytlapdy). Bu ýagdaýa ol gaty gynanýar we 1896-njy ýylyň 15-nji maýynda aradan çykýar.

### 3.4.4 *Ultragysga tolkunlary almak boýunça* *P. M. Lebedewiň tejribeleri*

**Petr Nikolaýewiç Lebedew** (1866 – 1921) - Moskwada baý maşgalada dogulýar (32-nji surat). Gersiň usulyny kämilleşdirip ol şol wagtda iň gysga elektromagnit tolkunlaryny aldy ( $\lambda = 6$  mm). Gersiň tejribesinde alynan elektromagnit tolkunlarynyň uzynlygy  $\lambda = 0,5$  mm deňdi. Gers gysga tolkunlary alyp bilmedi

1894-nji ýylda „Annalen der Physik“ žurnalnda Lebedewiň „Elektrik güýji bolan şöhleleriň ikileýin döwürleşme barada“ makalasy çap edildi. Ol şol makalanyň girişinde şeýle ýazýar: „Gers ýagtylygyny elektromagnit nazaryýetiniň



32-nji surat. P.N. Lebedew

netijelerini tejribede barlamak usullaryny görkezeninden soň, onuň tejribelerini uly bolmadyk ölçeglerde, ylmy barlaglar üçin has oňaly bolar ýaly ölçeglerde, geçirmek zerurlygy ýüze çykdy “.

Lebedew gysga tolkunlary almak usulyny işläp düzdi. Lebedewiň elektromagnit generatory (wibratory, antennasy) her haýsysynyň uzynlygy 1,3 mm we diametri 0,5 mm bolan iki platina siminden

ybaratdy. Bu simleriň arasynda uçgun döredildi. Onuň abzallary örän kiçidi (jübüde göterip bolýardy). Izotrop gurşawlarda bu şöhleleriň ikileýin döwürleşmesini hem öwrendi. Şöhleleriň döwürleşmesini derňemek üçin beýikligi

1,8 sm, ini 1,2 sm, agramy 2g bolan ebonit prizmany ulandy. Gersiň prizmasynyň agramy 600 kilogramdy. Gersiň tejribesinde şohläni ikileýin döwýän prizma kükürden ýasalandy we formasy rom şekillidi. Lebedew döreýän gysga tolkunlara gözegçilik etmek üçin termoelementden peýdalandy.

Lebedew elektromagnit tolkunlarynyň uzynlygyny infragyzyl şöhleleriň uzynlygyna çenli kemeltmegi arzuw edýärdi. Gurultaýlaryň birinde ol Rubens bilen duşuşanda (Rubens infragyzyl tolkunlaryny öwrenýärdi) degişip, oňa efirde duşuşmaklygy arzuw edipdi. Onuň bu arzuwyny 1927-28-nji ýyllarda **A.A.Glaglyewa-Arkadyewa** we **M.A.Lewiskaýa** amala aşyr dylar.

Abzallaryň we shemalaryň ölçeglerini kiçeltmeklik häzirki döwürde alymlaryň we konstruktorlaryň önünde iň möhüm meseleleriň biri bolup durýar.

Şeýlelikde, P.N.Lebedew radiofizikanyň we radiotehnikanyň dörän eýýamynda elektromagnit tolkunlaryny şöhlelendirmek üçin ulanylýan abzallary kiçeltmek (miniaturizasiýalaşdyrmak) meselesini goýdy. Ýagny, ol bu oblastda häzirki döwürde ulanylýan konstruktiv pikiriň ugruny görkezdi.

### 3.4.5 *Ýagtylygyň basyşy barada P. M. Lebedewiň tejribeleri*

Lebedew „ Şöhle goýberýän jisimleriň itekleýji güýji barada“ işinde (1891) şeýle ýazýar: „Makswelliň görkezmegine görä, ýagtylyk we ýylylyk şöhlesi ýuwudyjy jisime düşüp, jisime düşme ugruna görä basyş edýär“. Bu basyş güýjüni şeýle aňlatmak bolar:

$$P = \frac{E}{g}$$

E - wagt birliginde ýuwudýan jisime düşýän energiýa.

*g* - jisimiň yerleşýän guşawynda şöhläniň tizligi.

Jisim tarapyndan ýagtylyk ýuwudylanda ýa-da serpilende, saklanma kanunyna görä, jisimiň üstüne ýagtylyk düşmänkä we düşenden soňky impulslarynyň tapawudyna deň bolan impuls jisime berilýär. Netijede, jisime degişli güýç täsir edýär we ýagtylyk basyşy döreýär.

Ýagtylyk basyşy baradaky ideýa Kepler tarapyndan, Gün tarapyndan kometalaryň guýrugynyň gyşarmasyny düşündirmekde ulanylypdy. Kepleriň bu ideýasy köp jeddeleri döretdi. Sebäbi, ýagtylygyň basyşyny tejribede barlamak kyndy.

Tolkun nazaryýetiniň tarapdarlary, ýagtylygyň basyşy ýok diýip hasaplaýardylar. Şeýle tejribeleriň ýoklugyny bolsa subutnama (argument) hökmünde ulanýardylar. Korpuskulýar nazaryýetiniň tarapdarlary bolsa, ýagtylygyň basyşy bar diýip aýdýardylar. Ol basyş hökman bolmaly diýýärdiler. Makswelliň ýagtylygyň elektromagnit nazaryýeti bolsa ýagtylygyň basyşynyň barlygyny önünden aýdypdy. Ýagny, elektromagnit tolkuný gaty jisimiň tekiz üstüne normal düşýän we doly ýuwýdylýan bolsa, onda 1 sekuntda jisimiň  $1\text{m}^2$  üstüne dykzlygy

$$G = \frac{E}{c^2}$$

bolan elektromagnit tolkunynyň impulsy düşýär. Ýokarky formulada,  $E$  - ýagtylyk akymynyň dykzylygy;  $C$  - ýagtylygyň tizligi.

Netijede, ýagtylyk basyşy üçin aşakdaky formula alynýar:

$$P = c \cdot G = c \cdot \frac{E}{c^2} = \frac{E}{c}$$

Jisimiň üstünden ýagtylyk doly serpilende jisime 2 esse köp impuls geçirilýär, netijede 2 esse köp basyş edilýär.

Adaty şertlerde ýagtylyk basyşy örän az. Meselem, Ýer orbitasynda Gün şöhlemenmesiniň akymynyň dykzylygy, takmynan

$$E = 1400 \frac{Wt}{m^2}$$

deňdir. Bu ýagdaýda ýagtylygyň basyşy  $P = 1400 / (3 \cdot 10^8) Pa = 0,5 \cdot 10^{-5} Pa$  deň bolar. (Ýeriň üstünde ýerleşdirilen aýnanyň  $1m^2$  üstüne gün şöhleleri normal düşende gün şöhleleri bu aýna  $10^{-5} N$  güýç bilen täsir edýär). Atmosfëra basyşy  $\approx 10^5 Pa$  deň. Diýmek, Ýere ýagtylygyň basyşy atmosfëra basyşyndan  $10^{10}$  esse kiçidir. Şoňa görä-de, bu basyşy ölçemek örän kyndy.

**U.Kruks** (1832-1919) ilkinji bolup ýagtylyk basyşyny towlanma terezilerinde ölçedi. Onuň tejribesinde tereziniň ýapraýyklary ýagtylyk bilen ýagtylandyryldy. Ol sapagyň towlanmasy bilen ýapraýyklara täsir edýän güýji kesgitledi. Emma, radiometrik effektiň döreýänligi netijesinde Kruksa ýagtylyk şöhlesiniň basyşyny ölçemek başartmady.

Ýokarda bellenişi ýaly, doly serpilmede basyş iki esse uludyr. Bu kesgitlemäni tejribede barlamak kyndy.

Birinjiden, ölçenilýän basyş örän kiçi we bu bolsa

örän inçe tejribe goýmaklygy talap edýärdi. Bu basyşy ölçemek üçin hem örän duýgur abzallar gerekdi. Lebedew örän uly takyklykda ölçäp bilýän towlanma terezileri gurýar. Bu towlanma terezileri ýeňil we ýuka disklerden ybaratdy.

Ikinjiden, konweksion akymlary we radiometrik effekti ýok etmelidi. Sebäbi, pes wakuumda konweksion akymlar we radiometrik effektlar ýüze çykýardy.

Diskleriň ýagty düşýän tarapynda temperatura, onuň düşmeýän tarapy bilen deňeşdirilende, ýokary bolýar. Bu bolsa diskiň ýagtylanýan tarapyndan gazyň molekulalary garaňky tarap bilen deňeşdirilende, uly tizlik bilen diskden iteklenmegine getirer. Netijede, ýagtylyk basyşynyň ugruna ondan hem uly bolýan goşmaça itekleýji güýç ýüze çykýar (Krukzyň we Bartoliniň tejribelerinde  $10^3$  esse uly güýç döredir). Ýagny, wakuumy pes bolan seýreklandirilýän gazda ýagtylanan we ýagtylanmadyk üstleriň gyzmagy netijesinde temperaturalaryň tapawudy döreýär we radiometrik effekt ýüze çykýar. Bu bolsa ýagtylyk basyşyny takyk ölçemäge mümkinçilik bermeýär. Lebedew güýçli wakuum döredip konweksion akymlary we radiometrik effekti doly ýok etmekligi başardy. Seýleklikde, ýagtylygyň basyş güýji agdyklyk edýär we ony ölçäp bolýar.

Lebedewiň tejribesinde radiometrik güýçleri aýyrmaklyk şeýle amala aşyryldy.

Eger şöhle düşýän üst ýagtylygy doly serpikdirýän bolsa, onda basyş, ýagtylygy doly ýuwudýan ýagdaý bilen deňeşdirilende 2 esse uly bolar, radiometrik täsir kiçi bolar. Eger üst ýagtylygy doly ýuwudýan bolsa, onda basyş, ýagtylygy doly serpikdirýän ýagdaý bilen deňeşdirilende 2 esse kiçi bolar, radiometrik güýçler bolsa uly bolar.

Lebedew hakykatdan hem, towlanma terezileriň serpikdirýän ganatjyklary ýagtylandyrylanda ýagtylyk basyşynyň, ýuwudýan (gara) ganatjyklaryň ýagtylanyşy bilen



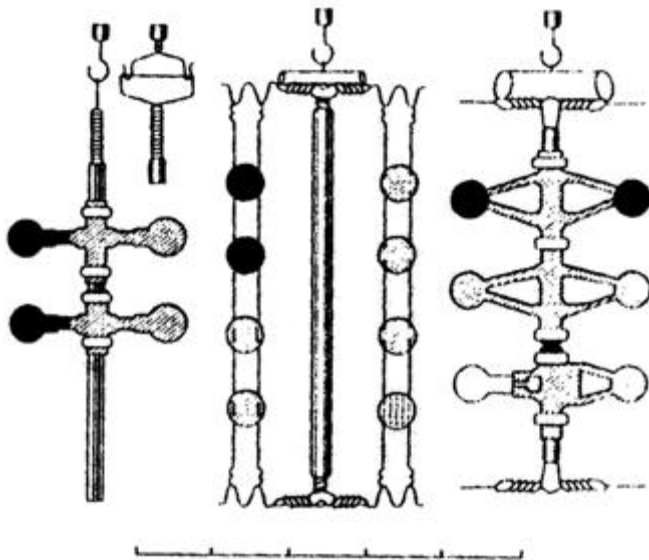
deňeşdirilende 2 esse artýandygyny gördi. Munuň özi radiometrik täsiriň aýrylandygyny subut edýär.

P.N.Lebedew örän uly ussatlyk bilen bu kynçylyklary ýeňip geçýär:

1) platinadan ýasalan ganatlaryň galyňlygyny 0,1 – 0,01 mm etdi. Bu bolsa diskiň iki tarapynda hem temperaturanyň deňleşmegine getirdi.

2) ähli abzaly, basyşy  $10^{-4}$  mm simap sütüniniň beýikligi bolan wakuumda ýerleşdirildi.

Lebedew tejribesinde inçe maýyşgak sapakdan asylan gurluş ulandy (33-nji surat). Suratda zerkal we garaldylan metal ganatjyklar görkezilendir.



33-nji surat. Lebedewiň tejribesi

Lebedew bu işiniň netijeleri barada 1900-nji ýylda fizikleriň Bütindünýä kongresinde çykyş edýär we 1901-nji ýylda nemesleriň «Annalen der Physik» žurnalynda “Ýagtylyk

basyşynyň tejribe derňewleri» makalasynda çap edýär. Bu işe alymlar uly baha berdiler. Bu Makswelliň nazaryýetini tassyklaýan täze tejribe boldy.

B.Tomson „Men bütün ömrümde Makswelliň ýagtylyk basyşy baradaky ideýasyny kabul etmän göreşdim. Emma, Lebedewiň tejribeleriniň önünde men başymy egýärim“ diýdi.

Lebedewiň tejribesini 1923-nji ýylda Gerlah, güýçli wakuum döredip, gaýtalady. Onuň alan netijeleri nazaryýetde alynan netije bilen 2 % takyklykda ýerine ýetdi.

Ýagtylyk basyşynyň barlygy baradaky subutnamanyň uly filosofiki we ylmy ähmiýeti bardyr. Elektromagnit tolkunlarynyň basyşy baradaky faktdan örän wajyp netije gelip çykýar: elektromagnit tolkunlary mehaniki impulsa, diýmek massa hem eýedirler. Ýagny, elektromagnit meýdan impulsa we massa eýedir, ýagny ol materialdyr, diýmek materiýa diňe bir madda görnüşde bolman, ol meýdan görnüşde hem bolýar. 1900-njy ýylda Lebedew magistr dissertasiýasyny goranda oňa ylymlaryň dogtory derejesi berilýär (ylymda örän seýrek ýagdaý).

Ol 1901-nji ýylda Moskwa uniwersitetiniň professory bolýar. Şeýlelikde, 10 ýylda ol laborantlykdan proffesor derejä ýetýär.

### **3.4.6    *Ýagtylygyň gazlara edýän basyşy barada*** ***M.Lebedewiň ylmy işleri***

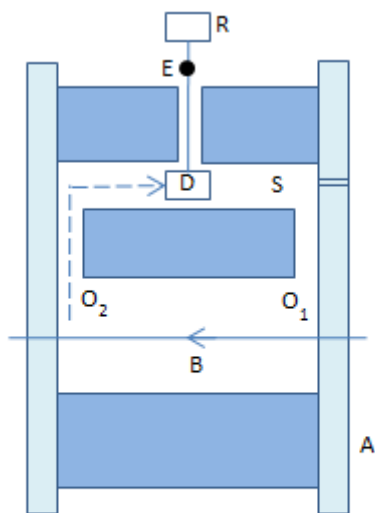
Lebedew ýagtylygyň gazlara edýän basyşyny hem öwrendi. Ýagtylygyň gazlara edýän basyşyna degişli tejribeler geçirilende hem, ol uly kynçylyklara sezewar bolýar (1900). Sebäbi, ýagtylygyň gazlara edýän basyşy, ýagtylygyň gaty jisimlere edilen basyşyndan örän kiçidir. Diýmek, bu iş has inçe tejribe geçirmekligi talap edýärdi.

1900-nji ýyla çenli ýagtylygyň gazlara edýän basyşyny kesgitlemek boýunça ähli taýýarlyk işleri ýerine ýetirilýär. Ol irginsiz zähmet çekýär we 1909-njy ýylda netije alanlygy barada ilkinji habaryny berýär. 10 ýylyň dowamynda ol 20 sany abzal ýasaýar, uly kynçylyklar çekýär, tejribeleriň netije bermeýänligi sebäpli bu işleri bes etmek hem isleýär.

Ýagtylygyň gazlara edýän basyşy baradaky bu iş ylmy dünýäsini haýrana getirýär. Ylmy dünýä onuň tejribe geçirmek boýunça ussatlygyna uly baha berýär. Angliýanyň Korollyk instituty Lebedewi özüniň hormatly agzasy edip saýlaýar.

Bu işiň netijeleri 1910-njy ýylda „Annalen der Physik“ žurnalynda çap edilýär.

34-njy suratda ýagtylyk basyşynyň gazlara edýän basyşyny ölçemek üçin desganyň shemasy görkezilen.



34-nji surat. Ýagtylygyň gazlara edýän basyşyny ölçemek üçin Lebedewiň tejribesiniň çyzgysy

Ölçenilýän basyş örän azdy we ähli amatly şertlerde bu basyş gaty jisimiň üstüne düşýän ýagtylygyň basyşynyň 1%-ne barabardy. Şeýle kiçi güýçleri ölçemek üçin Lebedew örän inçe akylllyk we oýlap tapyjylyk ussatlygyny görkezdi.

Ýagtylyk şöhleleri A flýunoriden ýasalan kwars aýnadan B kamera düşýär. B kamera gaz bilen doldurylan. Ak

ýagtylyk şöhleleri gaz gatlagyndan geçende gazyň molekulalaryna basyş edip, molekulalary şöhleleriň düşýän ugruna tarap hereket etmäge mejbur edýär. Ýagtylyk basyşynyň täsiri netijesinde gaz B kameradan O<sub>1</sub> we O<sub>2</sub> kanallaryň içi bilen C kanala geçýär. Netijede, O<sub>1</sub> we O<sub>2</sub> penjireleriň arasynda gazyň basyşynyň tapawudy döreýär. Bu tapawut ýagtylyk düşmeýän C kanaldaky gazyň basyşy bilen deňagramlaşmaga ymtylýar. C kanalda E sapakdan asylan ýeňil D porşen ýerleşdirilen. D porşen duýgur towlanma tereziniň R egnine berkidilen. Haçan-da porşeniň üstünde gazyň basyşynyň käbir tapawudy dörende, E sapak towlanýar. Sapagyň towlanma burçy (ýagtylyk şöhlesiniň gaza edýän basyşyna bagly bolan) sapaga berkidilen aýna düşýän

ýagtylyk şöhesiniň gyşarma burçy bilen ölçelýär.

Düşýän şöhläniň umumy energiýasyny kalorimetr bilen, gazyň ýagtylygy ýuwutma koeffisiýentini iki sany termoelement bilen ölçäp bolýar. Porşeniň diametrini, E kwars sapagyň uzynlygyny, eginagajyň egniniň uzynlygyny, şkalanyň aýna çenli uzaklygyny bilip, gazyň basyşynyň tapawudyny (şkalanyň bir kesimine degişli bolan) ölçäp bolýar. Şeýlelikde, Lebedew Fitsžeraldanyň, ýagtylygyň gazlara edýän basyşyny aňladýan kanunyny barlady:

$$P = \alpha \frac{E}{g}$$

$\alpha$  - ýuwutma koeffisiýenti, E – 1 sekuntda gaz gatlagyna düşýän ýagtylyk energiýasy,  $g$  - ýagtylygyň tizligi.

Bu iş ýerine ýetirilende Lebedewiň duş gelen kynçylyklary:

1). Ýagtylyk şöhleleri bilen gaz deňölçegli gyzmaýardy. Netijede konweksion akymlar döreýärdi. Kamerada gazyň temperaturasy ähli ýerinde birmeňzeş bolar ýaly, şöhleleri kamera örän parallel düşürmelidi, eger parallel däl bolsa, onda konweksion akymlar döreýärdi. Örän parallel şöhleleri almak bolsa örän kyn meseledi. Ol örän akylly çözüş tapýar: gazyň içine uly ýylylyk geçirijiligi bolan birazrak wodorod goýberýär. Netijede, temperaturalaryň tapawudy çalt deňleşýär.

2). Radiometrik effekti ýok etmek üçin tejribede iki kanally kamera ulanyldy.

Şeýle inçe tejribe geçirilende hem, Lebedew ýagtylygyň gaza edýän basyşyny 20% takyklyk bilen ölçäp bildi. Ol ýazýar: „Men bu barlagy şeýle takyklyk bilen ölçemek bilen çäklendim, sebäbi bu netije ýagtylygyň basyşy baradaky esasy soragy çözmek üçin ýeterlikdir. Has takyk netijeleri almak üçin uly tejribe kynçylyklaryny ýeňmek gerek bolýar“. Hat-da, ýokarky netijeleri almak üçin ol bir

näçe ýyl işlemeli boldy.

Lebedewiň alan ylmy netijeleri:

1). Ýagtylygyň gaza bolan basyşy tejribe üsti bilen tassyklandy.

2). Bu basyşyň ululygy ýagtylyk dessesiniň energiýasyna we gazyň ýuwutmak koeffisiýentine proporsionaldyr.

3). Fitsžeraldýň deňlemesi alnan netijäni mukdar taýdan kanagatlandyrýar.

Şeýlelikde, Kepler tarapyndan 300 ýyl öň aýdylan ýagtylygyň gazlara edýän basyşy baradaky çaklamasy nazary we tejribe üsti bilen tassyklandy.

Lebedewiň ýagtylygyň basyşy baradaky tejribeleri ýagtylyk kwantlarynyň mehaniki impulsynyň bardygyny tassyklan ilkinji tejribedir.

Ýagtylygyň mehaniki impulsa eýedigi we netijede ýuwudýan üste basyş edýändigini baradaky fakt Eýnşteýniň  $E = mc^2$  gatnaşygynyň dogrulygyny subut edýär.

Eýnşteýn 1905-nji ýylda „Jisimiň inersiýasy jisimdäki energiýa baglymy?“ atly ylmy işinde: „Jisimiň massasy, bu jisimdäki saklanýan energiýanyň ölçegidir. Eger energiýa  $L$  ululyga üýtgeşe, massa degişlilikde  $\frac{L}{9 \cdot 10^{20}}$  ululyk

üýtgeýär, bu ýerde energiýa erg-de, massa gramda ölçenýär. Eger nazaryýet tejribe bilen gabat gelse, onda şöhlenenme, şöhlenenýän we ýuwudýan jisimleriň arasynda inersiýany äkidýär“ diýip ýazýar.

Eýnşteýniň belleýşine görä bu netije: impulsyň saklanma kanunyna, şöhlenenmäniň basyş kanunyna we ýagtylygyň abberasiýa kanunyna (alnan şekiliň ideýal şekilden gysarmasyna abberasiýa diýilýär) esaslanandyr.

S.I.Wawilow 1922-nji ýylyň 18-nji martynda Lebedewe bagyşlanan ýygnakda «Ýagtylygyň basyşy, massa, energiýa»

dokladynda Lebedewiň alan  $P = \frac{E}{c}$  formulasyndan

$E = mc^2$  formulany, ýagy energiýa bilen massanyň arasyndaky baglanyşyk formulasyny alyp bolýandygyny görkezdi.

Şeýlelikde, P.N.Lebedewiň ýagtylygyny basyşyny ölçemek boýunça tejribeleri Eýnşteýniň kanunyny tassyklaýan ilkinji tejribe boldy. Emma, Lebedew

$E = mc^2$  formulany bilmeýärdi, hat-da, Eýnşteýn hem bu baglanyşgy ýeketäk ýol bilen, ýagny radioaktiv dargamalarda tejribede subut edip bolar diýýärdi (meselem, Kaufmanyň geçiren parallel elektrik we magnit meýdanlarynda  $\beta$  - bölejikleriniň gysarmasyny tassyklaýan tejribesinde). Şeýlelikde, Lebedewiň geçiren tejribeleriniň ähmiýeti örän uludyr. *Lebedewiň tejribeleri diňe bir Makswelliň ýagtylygyny elektromagnit nazaryýetini tassyklaman, ol ýagtylygyny kwant nazaryýetini we otnositellik nazaryýetiniň esasy meseleleriniň birini çözdü.*

Lebedew fizikleriniň mekdebini döretdi (Lazarew P.P., B.K.Arkadyew, S.I.Wawilow, A.K.Tumaryarew onuň okuwçylarydyr). Sowet fizikasynyň üstünlikleri köp babatda Lebedewe minnetdar bolmalydyr. Ol örän ökde eksperimentator we guramaçydy, köp taraply alymdy.

1911-nji ýylda Lebedew şol döwürdäki Russiýanyň magaryf ministri Kassa bilen oňuşman, beýleki professorlar bilen Moskwa uniwersitetini taşlap gidýär. Şol ýyl ol 2 gezek Stokgolmdaky Nobel institutyna, laboratoriýanyň direktory wezipesine çagyryş alýar we oňa köp pul hödürleýärler. Oňa Nobel baýragyny bermek baradaky sorag galdyrylýar. Emma Lebedew bu çagyryşlary kabul etmän öz watanynda galýar. Ol öz hasabyna hususy laboratoriýa açýar. Zerur şertleriň bolmazlygy we işden gidenligine

gynanyp ol agyr kesele sezewar bolýar we 46 ýaşynda, 1912-njy ýylyň 1-nji martynda aradan çykýar. OL aradan çykanda I.P.Pawlow: „Haçan Russiýa özüniň beýik ogullaryny – Watanyň hakyky sütünlerini - gorap saklamagy öwrenerkä“ diýip nekrologda ýazdy.

## **BÄŞINJI BAP. XVII – XIX ASYRLARDA OPTIKANYŇ ÖSÜŞI**

### **3.5.1 XVII - XVIII asyrlarda optikanyň ösüşi**

Adamlar gadymyýetden başlap optiki derňewleri geçirip gelipdirler. Munuň esasy sebäbi, adam maglumatyň köp bölegini göreji bilen alýar. Optika boýunça ilkinji işler antik alymlary (Ýewklid, Arhimed, Aristotel we beýlekiler) tarapyndan edildi. Şunlukda, gözden çykýan şöhleler nazaryýetinden gözi optiki gural hökmünde seredýän taglymata kem-kenden geçip başladylar. Bu taglymata görä, ýagtylyk göni çyzykly ýaýrapan şöhleler hökmünde seredilýär.

Bu işleriň netijesinde ýagtylygyň göniçyzykly ýaýraýyşy we serpilmesi açyldy, ýönekeý optiki abzallaryň işleýşleri (tekiz, egri aýnalaryň, linzalaryň we ş.m.) düşündirildi.

Orta asyr alymlary, umuman, antik alymlaryň işlerini gaýtaladylar. Olardan, aýratynda, Alhazen döwürme kanunyny açmaklyga golaý geldi. Diňe XVII asyrdan optika ösüşe eýe bolup başlady. Bu ýerde I.Keplere uly rol degişlidir. Ol beýik astronom bolmak bilen çäklenmän, ol belli optikdi. Orta asyr alymlarynyň aýdan optiki pikirlerini umumylaşdyryp, ol häzirki zaman optikasynyň esasy, aýratynda optiki abzallary döretmekligiň nazaryýetiniň we amalyýetiniň (Kepleriň trubasy) esasy goýdy. Bu ugurda, Keplere çenli Galileý hem işläpdi. Ýöne, olaryň ikisi hem ýagtylygyň döwürme kanunyny bilmeýärdiler.



Ýagtylygyň döwürme kanunyny 1621-nji ýylda golland matematigi **Willebrod Snellius** (1580-1626) döretdi. Ol bu açýşyny çap etmändi.

R.Dekart özüniň „Dioptrika“ kitabynda ikinji gezek ýagtylygyň döwürme kanunyny beýan etdi. Şeýle hem ol älemgoşaryň tebigatyny düşündirdi.

1693-nji ýylda **Edmund Galley** tarapyndan linzanyň formulasy alyndy.

Fransuz matematigi **Pýer Ferma** (1601-1665) *ýagtylygyň in kiçi wagt aralyga ýaýrama prinsipini (Ferma prinsipini)* hödürledi we, Dekatra seredeninde, ýagtylygyň döwürme kanunyny has takyk kesgitledi.

1665-nji ýylda monah **F.M.Grimaldi** (1618-1663) ilkinji gezek difraksiýa hadysasyny, ýagtylygyň tolkun häsiýeti bar diýip hasap edip, düşündirdi. Daniýa alyny **Erazm Bartolin** (1625-1698) 1669-njy ýylda island şpatynda şöhläniň ikileýin döwürmesini beýan etdi. Daniýaly asrtonom Ýupiteriň hemralarynyň tutulmasýndan ilkinji gezek ýagtylygyň tizligini kesgitledi.

XVII asyrda optikanyň ösmekliginde aýratyn rol H.Gýuýgensede deňşlidir. 1690-njy ýylda onuň fransuz diline terjime edilen „Ýagtylyk barada traktat“ kitaby çykdy (bu kitap öň latyn dilinde çap edilipdi). Bu kitabynda ol Gýuýgensiň prinsipi diýlip atlandyrylan, ýagtylyk tolkunlarynyň ýaýrama prinsipini beýan edipdi. Bu prinsipiň kömegi bilen ýagtylygyň döwürme we serpilme kanunlary getirilip çykaryldy, şöhläniň ikileýin döwürme nazaryýeti ösdürildi. Gýuýgensiň prinsipine görä ýagtylyk tolkunlarynyň ýaýramak tizligi kristalyň dürli ugurlary boýuça dürlidir. Bu netije alymyň uly üstünligidir. Gýuýgens ilkinji bolup ýagtylygyň polýarizasiýasyny hem kesgitledi.

Gýuýgensiň prinsipini ilki başda alymlar goldamadylar, emma käbir belli alymlar (Eýler, Lomonosow) ony

goldaýardylar. Sebäbi, Gýúýgensin prinsipi bilen ýagtylygyň göniçyzykly ýaýraýşyny düşündirip bolmaýardy. Şeýl hem, Gýúýgens öz işinde difraksiýany we reňkleriň nazaryýetini düşündirmeýärdi. Ol diňe ýagtylygyň döwürleme we serpilmesini derňeýärdy (şol sanda ikileýin döwürlemäni). Alymlar onuň nazaryýetiniň mümkinçilikleri çäkli diýip hasaplaýardylar. Gýúýgensin prinsipiniň mümkinçiliginiň ulydygyny Frenel subut etdi.

Beýik alym Nýuton optika uly goşant goşdy. Biz onuň ýagtylygyň difraksiýasy, teleskop-reflektor we beýleki işlerini bilýäris. Fizikanyň taryhy üçin örän wajyp hakykat, ol hem, Nýuton ýagtylygyň tebigaty baradaky (tolkun ýa-da korpuskulýar) jedelleriň merkezinde boldy. Şol döwrüň alymlarynyň köpüsi ýagtylygyň tolkun nazaryýetiniň tarapdarlarydy. Nýuton özüniň öňden görüjiligi bilen olardan tapawutlanýardy. Bizin bilişimiz ýaly, Nýuton korpuskulýar-tolkun dualizminiň tarapdarydy. Bu bolsa şol döwrüň garaýyşlaryndan has öňe gitmekligi aňladýardy.

Gýúýgensin tolkun optikasy we Nýutonyň optikasy (esasan korpuskulýar) biri-birlerinden tapawutlanýan hem bolsalar, olaryň bir umumylygy bardy. Olaryň ikisi hem optiki hadysalary mehaniki nukdaý nazarynda düşündirýärdiler. Iki alym hem ýagtylyk hadysalary mehaniki hadysalara getirjek bolýardylar. Emma, nýutondan soňky fizika kem-kemden mehanikadan çykyp başlady. Bu köp babatda optika degişli işlere degişlidir.

XVIII asyryň alym-fizikleri ýagtylygyň korpuskulýar „maddalaşan“ tebigatyny kabul etdiler. Fransuz alymy **Pýer Buger** (1698-1758) fotometriýany esaslandyrdy, häzirki wagtda ulanylan fotometriki birlikleri (ýagtylandyryş, ýagtylyk güýji, ýagtyjylyk we ş.m.) girizdi. Ol „Ýagtylyk akymynyň intensiwligi ýuwudyjy gatlagyň galyňlygynyň artmagy bilen eksponensial kanun boýunça kemelýär“ diýlen

kanuny (*Bugeriň kanuny*) hem hödürledi. Buger bu işleri barada 1760-njy ýylda (ol aradan çykandan soň) çykan „Ýagtylygyň gradasiýasy barada optiki traktat“ kitalynda aýdýar.

**I.G.Lambert** (1728-1777) „Fotometriýa“ kitabynda Bugeriň kanunyna, çeşmäniň ýagtylygynyň ýagtylygyň goýberilýän burçuna baglylygy baradaky kanuny goşdy.

1725-nji ýylda **Jems Bradley** ýagtylygyň abberasiýasyny açdy. Bu açyş ýagtylygyň tizligini ölçemekligiň täze usullaryny oýlap tapmaklyga mümkinçilik berdi we şeýle hem, hereket edýän gurşawlaryň optikasynyň ösmekliginde uly rol oýnady.

### 3.5.2 *T.Ýungyň, E. L. Malýusyň, D.Brýusteriň we D.F.Aragonyň optika ylmynda goşan goşantlary*

XVIII asyryň derňewleri XIX asyrdaky optikanyň ösüşiniň has-da öňe gitmekligine getirdi. Bu ösüşler ilkinji nobatda T.Ýungyň we O.J.Freneliň atlary bilen baglanyşyklydyr. Bularyň döredijiligi netijesinde ýagtylygyň tolkun nazaryýeti uly ösüşlere eýe boldy.

Inlis alymy **Tomas Ýung** (1773-1829) 1773-nji ýylyň 13-nji iýunynda eneden doglýar (35-nji surat). Ol iki ýaşynda okamagy öwrenýär, 9 ýaşynda latyn we grek dillerini bilipdir, 14 ýaşynda 10 sany dili bilipdir. Uniwersitetde T.Ýung lukmançylygy öwrenipdir. Uniwersitete okuwa girmänkä onuň fiziologiki optika boýunça, ýagny gözüň akkomodasiýasy baradaky nazaryýeti çap edilýär.



35-nji surat. T.Ýung

T.Ýung köp taraply alymdy: ol fizik, fiziolog, lukman, filolog, botanik, astronom, geofizik, gämi gurujy. Ylmyň dürli ugurlary boýunça ol belli Britan ensiklopediýasy üçin ellä golaý makala ýazypdyr. T.Ýung şol döwürde belli bolan ähli saz gurallarynda saz çalyp bilipdir, haýwanlary gowy tanapdyr, hat-da sirk artisti - çapyksuwar we ýüpde ýöreyän hem bolupdyr. Bu beýik adam 1829-njy ýylda aradan çykýar.

T.Ýungyň açan fiziki açyşlarynyň içinde has möhümi, onuň 1801-nji ýylda açan *tolkunlaryň superpozisiýa prinsipidir*. Ol bu prinsipin esasynda ýagtylygyň interferensiý hadysasyny düşündirdi. „Interferensiýa“ terminini hem T.Ýung girizdi.

T.Ýungyň döreden tolkun nazaryýeti birnäçe çaklamalara esaslanandyr.

Birinji çaklama: maýyşgak we seýreklenen ýagtylyk efiri bütün Älemi doldurýar; Ikinji çaklama: haçan-da jisim ýagtylanyp başlanda, efirde tolkun görnüşli hereketler oýandyrylýarlar; Üçünji çaklama efirde yrgyldylaryň ýygylgy bilen bagly bolan dürli reňkleri duýmaklygy kesgitleýär. Bu çaklamalary jemläp T.Ýung şeýle kesgitlemäni aýtdy: „Şöhlelenýän ýagtylyk ýagtylygy äkidýän efirin tolkun şekilli hereketlerinden ybaratdyr“.

T.Ýungyň superpozisiýa prinsipi: „Dürli çeşmeler tarapyndan doredilýän efiň yrgyldylary, efiŕde biri-birine bagly bolmazdan ýaýraýarlar“.

Superpozisiýa prinsipiniň açylmaklygy T.Ýunga 1802-nji ýylda interferensiýa prinsipini döretmeklige mümkinçilik berdi. Interferensiýa prinsipini T.Ýung şeýle formulirledi: „Nirede şol bir ýagtylygyň iki bölegi dürli ugurlar boýunça, ýollarynyň tapawudy „käbir uzynlygyň“ bütin sanyna kratnyý bolup göze düşýän bolsalar, şol ýerde ýagtylyk güýçlenýär we interferirlenýän bölekleriň aralyk ýagdaýlarynda has-da gowşaýar. Dürli reňkli ýagtylyk üçin bu „uzynlyk“ dürlidir“.

Bu prinsip T.Ýung tarapyndan tejribede tassyklandy. Görünýän interferension zolaklaryň inini ölçäp T.Ýung öz kanunyndaky şol „käbir uzynlygy“ kesgitläp bildi. Bu fizikanyň taryhynda ilkinji gezek ölçenen ýagtylygyň *tolkun uzynlygy* boldy. Tokun uzynlygynyň dörtde bir interwalyny Nýuton hem ölçäpdi, emma ol tokun uzynlygy diýlen düşüňjani ulanmandy. T.Ýung bolsa tejribelerinde ýagtylygyň tokun uzynlygyny düşüňip kesgitledi we spektrometriýanyň esasyňy goýdy. T.Ýung Nýutonyň halkalaryny, Nýutondan hem gowy derňedi we ultramelewşe şöhleleriň spektroskopiýasyny öwrendi.

T.Ýungyň nazary garaýyşlaryny onuň döwürdeşleri goldamadylar.

Fransuz alymy **Erten Lui Malýus** (1775-1812) mekdebi gutaryp göni harby gulluga, gämi portlarynyň gurluşyk işlerine çagyrylýar. Inženerçilik talanty ony Politehniki mekdebe getirýär. Bu mekdebi ol 1796-njy ýylda gutarýar. Politehniki mekdebi gutarandan soň Malýus, ýene-de harby gullukda bolýar. Napoleýonyň Müsüre bolan harby ýörüşlerine gatnaşýar. 1810-njy ýylda ol akademik bolýar. 1812-nji ýylyň başynda inçakeselden aradan çykýar.

1808-nji ýylda Malýus ýagtylygyň käbir kesgitli düşme burçlarynda, ikileýin döwýän kristalda (island şpatynda) görüňän şekilleriň biriniň ýitýändigini gördi. Şeýlelikde, Malýus ýagtylyk şöhesinde, bölejikleriň polýarizasiýa häsiýetlerine meňzeşlikde, assimetriýany açdy.

Nýutonyň korpuskullaryň polýaryzasiýa häsiýetleri baradaky ideýasyny goldap, Malýus optika „ýagtylygyň polýarizasiýasy“ diýen termini girizdi. Malýus ýagtylygyň serpýän üste käbir burç bilen düşende polýarlanýandygyny kesgitledi. 1815-nji ýylda **D.Brýuster** (1781-1868) bu doly polýarlanma burçunyň

$$tgi = n$$

(n – ýagtylygy serpýän maddanyň döwülme görkezijisi) deňlemäni kanagatlandyryandygyny tapdy.

Ýagtylygyň polýarizasiýa oblastyna degişli açyşlar dowam etdi: 1810-njy ýylda Malýus polýarlanan şöhläniň analizatordan geçende onuň intensiwliginiň üýtgemek kanunyny açdy. Häzir bu kanuna *Malýusyň kanuny* diýilýär. **D.F.Arago** (1786-1853) 1811-nji ýylda bir okly kristallarda ýagtylygyň hromatiki polýarizasiýasyny we kwarsda polýarizasiýa tekizliginiň aýlanmasyny açdy. J.B.Bio (1774-1862) hem bir okly kristallarda hromatiki polýarizasiýasyny we 1815-nji ýylda polýarizasiýa tekizliginiň aýlanmasyny açdy.

Bu derňewler ýagtylygyň korpuskulýar teoriýasynyň tarapdarlaryny höweslendirýärdi. P.S.Laplas bir okly kristallarda ýagtylygyň ikileýin döwülme teoriýasyny düzdi. Bu teoriýanyň esasynda kristalyň molekulalarynyň ýagtylyk korpuskullary bilen özara täsiri ýatyrdy. Bio bu teoriýany iki okly kristallar üçin hem umumylaşdyrdy.

Optikida edilýän açyşlar köpeldi. Bu hadysalary düşündirip biläýjek bir bütewi teoriýany döretmeklik zerurlygy döredi. Şeýle teoriýa duýdansyz döredi. Duýdansyz diýilmeginiň sebäbi, Malýusyň we onuň egindeşleriniň eden açyşlaryndan

soň nädogry diýlip hasap edilen tolkun teoriýasynyň dikeldilmegidi. Bu бүтewi teoriýany normandiýaly inžener O.Ž.Frenel döretdi.

### **3.5.3 O.Ž.Freneliň we I.Fraungoferiň optikada eden açyşlary. I.Fizonyň we L.Fukonyň tejribeleri**

**Ogýusten Žan Frenel** (1788-1827) Normandiýada arhitektoryň maşgalasynda doguldy (36-njy surat). Saglygynyň gowşaklygyna seretmezden ol 16,5 ýaşynda Politehniki



36-njy surat. O.Ž.Frenel

mekdebe okuwa girýär. Ol fizika, filosofiýa, dini ylym, himiýa we tehnika bilen gyzyklanypdyr. 1823-nji ýylda ol akademik bolýar. Doly дәl 9 ýylyň dowamynda ol ýagtylyk baradaky ýlymda doly agdarylyşyk etdi. Freneliň optikada eden işleri Nýutonyň mehanikada, Makswelliň elektrodinamikada eden işleri ýaly uly ähmiýete eýedir. Freneliň eden işlerine häzirki zaman fizikasy nukdaý nazaryndan seredip derňäliň.

Frenel özüniň birinji ýatlamalarynda (1815) ýagtylygyň korpuskulýar tebigatyny düşündirmäge synanyşýan Nýutony hem tankytlaýar. Frenel öz işinde “Ýagtylyk hadysalaryny düşündirmek üçin Nýutonyň nazaryýetinden yrgyldylar nazaryýeti has-da amatlydyr” diýip belleýär.

Ýagtylygyň tolkun nazaryýetini goldaýan hem bolsa, Frenel ony edil korpuskulýar nazaryýetini derňeýşi ýaly çuň we

ähli taraplaýyn derňeýär. Tolkun nazaryýetiniň iň gowşak ýeri hökmünde Frenel bu nazaryýetiň, ýagtylygyň göniçyzykly ýaýraýyşyny düşündirip bilmeýänliginde, diýip hasaplaýardy.

Muny düşündirmek üçin Frenele örän ussatlyk bilen ýerine ýetirilen difraksion barlaglaryny geçirmek gerek boldy. Bu tejribelerde ol tolkunlaryň superpozisiýa we interferensiýa prinsipleriniň çäklerinde düşündirip bolýan optiki effektlere gözegçilik etdi. Bu tejribeleriň netijesinde Frenel difraksion eksperimentdäki interferension meýdanyň suratyny çekmegi başardy we interferension prinsipiň kömegi bilen diňe bir difraksion hadysalary düşündirmän, ýagtylygyň serpilme we döwürleme kanunlaryny düşündirmekligi başardy. Ol serpilme kanunyň we döwürleme kanunyň kanagatlandyrylan ugurlardan başga ähli ugurlarda ýagtylyk tolkunlary biri-birini söndürýärler diýip, tassyklady.

1816-njy ýylda ýazan ikinji ýatlamalarynda Frenel Nýutonyň halkalary bilen geçirilen tejribäni tolkun nukdaý nazarynda düşündirýär. Bu ýerde ol tekiz parallel plastinkalarda interferension şöhleleriň ýollarynyň tapawudy üçin formulany hem hödürleýär:

$$d = 2x \cos i$$

bu ýerde  $x$  - plastinanyň galyňlygy,  $i$  – döwürleme burçy. Bu işde *Freneliň aýnalary* diýlip atlandyrylýan nusgawy tejribe hem beýan edildi ( 37-nji surat).

Freneliň şol ýatlamalarynyň fizikanyň taryhy üçin gyzykly tarapynyň biri hem, ol şol döwürde ýatdan çykan Gýugensiň prinsipine alymlaryň ünsini çekýär. Frenel bu işinde Gýugensiň prinsipini ikilenji çeşmeleriň şöhleleriniň interferensiýa ideýasy bilen üstüni ýetirýär. Şunlukda Frenel bu prinsipi geometrik prinsipden fiziki principe öwürdi.

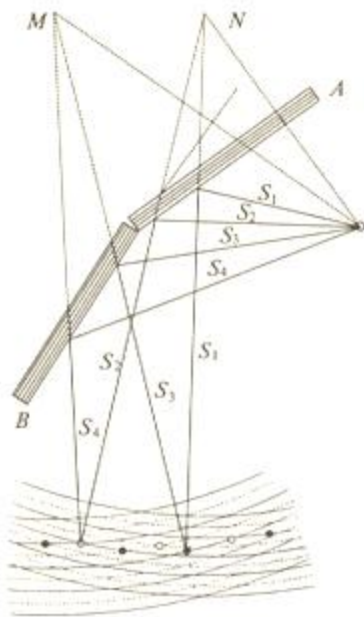


Netijede, optika köp sanly meseleleri çözmek üçin örän kuwwatly gurala eýe boldy. Bu usulyň ähmiýeti wagtyň geçmegi bilen kemelmeýär-de, diňe artýar. Diňe bu usul XX asyrdan mikrotolkun antennalarynyň radiofiziki, optiki gurallaryň we hat-da, Wawilow-Çerenkow hadysalarynyň hasaplamalary üçin esasy usul boldy. Freneliň özi täze prinsipi ulanyp ilkinji hasaplamalary ýerine yetirdi.

Öň belläp geçişimiz ýaly, Ýung interferensiýa prinsipini açypdy. Frenel onuň eden işlerini bilmän, özbaşdak bu prinsipi açdy.

1816-njy ýylda Frenel “Diňe polýarizasiýa hadysasy tolkun nazaryýeti bilen düşündirilip bilinmedi. Ýagtylyk barada garaýyşlary üýtgetmek zerurdyr. Bu üýtgeşiklik ýagtylyk tolkunlarynyň kese tolkunlygydyr” diýip belledi.

Ýagtylyk tolkunlarynyň keseligi baradaky ideýa maýyşgak suwuklyklardaky yrgyldylaryň tebigaty baradaky bar bolan garaýyşlara ters gelýärdi. Özi ynansa hem Frenel bu ideýany aýtmaga gyssanmaýardy. 1817-nji ýylyň 12-nji ýanwarynda Ýung bu çaklamany ilkinji bolup aýtdy. Emma Frenel Arago bilen bilelikdäki öz çaklamasyny, iki özara perpendikulýar ugurlarda polýarlanan ýagtylygynyň



37-nji surat. Freneliň aýnalary

interferensiya hadysasyny ýüze çykarmaýandygyna göz ýetirenden soň aýtdy.

Freneliň ideýasyna görä tebigy ýagtylyk, bu “tolkunlaryň dürli ugurlar boýunça polýarlanan ulgamlarynyň birleşmesidir ýa-da has takygy çalt yzygiderligidir”. Şunlukda, polýarizasiya munuň özi kese hereketleriň iki özara perpedikulýar ugurlar boýunça dagamasydyr. Bu ideýa şelýe bir “ýnanarlykly däl-di”, hat-da Freneliň wepaly egindeşi Arago hem ony goldamady.

Freneliň nazaryýeti efir meselesini düýbünden başga tekizlikde goýdy – onuň ylalaşmaýan häsiýetlerini nähili ylalaşdymaly. Nämе üçin efiriň maýyşgaklygy onuň diňe süýşme deformasiýasynda ýüze çykýar, emma onuň gysylma we ýaýrama deformasiýalarynda ýüze çykmaýar? Nämе üçin, özüniň häsiýeti boýunça gaty jisimiň häsiýetine meňzeş bolan efir asman jisimleriniň hereketine garşylyk görkezmeýär. Frenel bu soraglara jogap berip bilmedi, emma biz ony bilýäris. Efir ýok, ýagtylyk tolkunlary bolsa bir wagtlar ýagtylyk tolkunlaryna meňzeş edilip alynan, howadaky akustik tolkunlaryna meňzeş däl-dir.

Muňa seretmezden, ýagtylyk tolkunlarynyň keseligi baradaky ideýany we polýarlanan ýagtylyga interferensiya prinsipini ulanyp O.Frenel beýleki köp sanly optiki hadysalary düşündirip bildi. Hususanda, ol 1821-nji ýylda tegelek we elliptik polýarizasiya düşünjesini girizdi, polýarlanan tolkunlary derňemekligiň usullaryny hödürledi (meselem, Freneliň parallelepipedini).

1823-nli ýylda Frenel ýagtylygyň serpilme formulalaryny esaslandyrdy. Häzirki wagtda bu formulalar passiw we aktiw distansion zondirlemegiň kömegi bilen Ýer we Dünýä ummanynyň üstlerini distansion usul bilen öwrenmekde esasy rol oýnaýar.

Frenel kristallooptikada hem uly işleri etdi. Gýuýgenssiň bu ugur boýunça ideýalaryny ulanyp we kämilleşdirip, Frenel ajaýyp gurluşy –kristalyň maýyşgaklygynyň ellipsoidi atly gurluşy girizdi. Onuň kömegi bilen anizotrop kristallik gurşawda ýagtylyk tolkunlarynyň ýaýraýyş tizlikleriniň üýtgeýşini hasaplap bolýar. Freneliň ideýasyny ösdürip, 1832-nji ýylda Gamilton iki okly kristallarda inçe effëkitiň – koniki refraksiýasynyň bardygy barada netijä geldi. Frenel-Gamiltonyň nazaryýetinden peýdalanylýp, 1832-nji ýylda H.Lloyd (1800-1881) bu effëkti ýüze çykardy. Bu bolsa ýagtylygyň tolkun nazaryýetiniň örän uly üstünligi boldy.

Örän gysga wagtyň içinde Frenel tarapyndan çözülen meseleleriň geriminiň ululygy hemmelerde oňa bolan hormaty artdyryr. Ýokarda aýdylanlaryň üstüne onuň Ýeriň hereketiniň optiki effëklere täsiri baradaky ideýasy geljekde uly ähmiýete eýe boldy we relýatiwistik hadysalara bolan gyzyklanmany dörettdi. Şeýle hem ol, ajaýp inžinerdi. Alym tarapyndan ýörite basgançakly linzanyň esasynda, maýaklar üçin gurnalan optiki ulgam ony ýene-de bir gezek бүтін дүнйә meşhur etdi.

XIX asyr alym-optikleriň ýenede biri **Iosef Fraunhofer** (1787 - 1826) Germaniýada garyp aýna ýasaýjynyň maşgalasynda doguldy. 14 ýaşyna çenli Fraunhofer düýbünden sowatsyzdy. 12 ýaşynda ol ýetim bolýar we şol döwürde ähli ýasaýjylary heläk bolan, ýykylan jaýyň aşagynda galýar we agyr ýaralanýar. Bu heläkçiligiň şaýady bankir Utşşneýder çaga kömek edýär. Utşşneýderiň kömegi bilen Fraunhofer ökde hünärmen-optik bolýar. 1806-njy ýylda ol Utşşneýderiň firmasynda degişli bolan Optika-mehaniki instituta okuwa girýär.

Ussatlyk we talant Fraunhoferi gulluk wezipesi boýunça çalt ösmekligine we biznesde üstünlik gazanmagyna getirdi. 1811-nji ýylda ol бүтін bawar optiki senagatyň ýolbaşçysy bolýar, olaryň döreden “Utşşneýder we Fraunhofer” firmasy

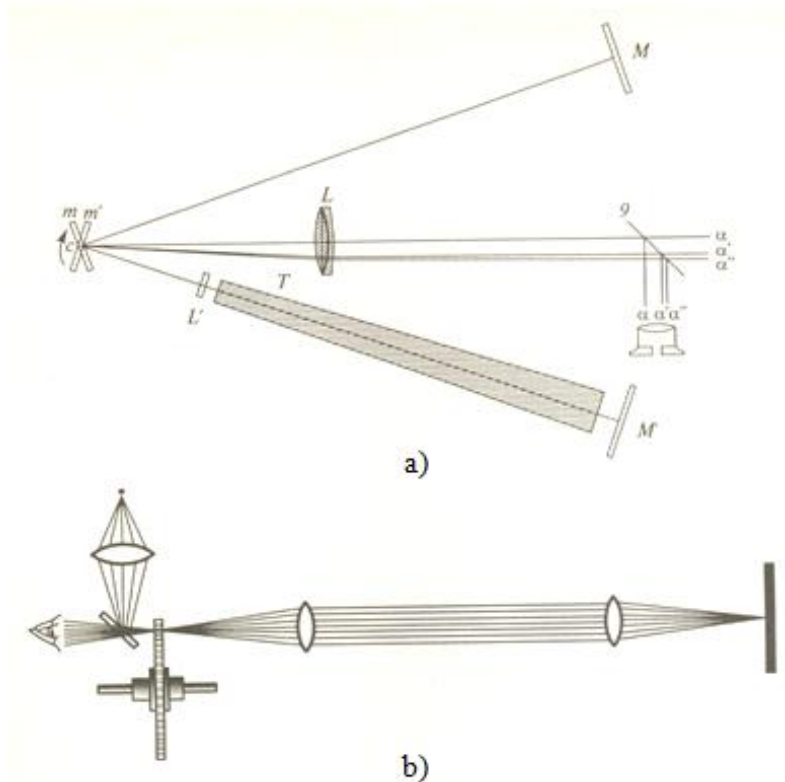
dünýäde iň gowy optiki gurallary öndürýän firmalaryň biri bolýar. Şeýlekde, ol sowatsyz ýetimlikden professorlyga we akademiklige, dünýä belli firmanyň eýesi derejelerine ýetmegi başardy.

I.Fraungofer optikada iki sany esasy açyş etdi. Birinjiden, bu fraungofer çyzyklarydyr. Gün şöhleleriniň Güniň atmosferasynda ýuwudylmagy netijesinde döreýän Güniň spektrindäki garaňky zolaklar. Bu çyzyklary ilkinji gezek U.H.Wollaston (1766-1828) 1802-nji ýylda görüpdi. Emma ol olaryň tebigatyna düşünmedi we olary doly derňemedi. Diňe Fraungofer 1814-1815-nji ýyllarda bu hadysany içgin öwrendi we ony 1817-nji ýylda beýan etdi. Ikinjiden, Fraungofer difraksiýa gözenegini döredijidir. 1785-nji ýylda difraksiýa gözeneginiň prinsipi amerikalý D.Rittenhauzen tarapyndan aýdylan hem bolsa, diňe Fraungofer difraksiýa gözenegini ýasady we ony durmuşda ornaşdyrdy. Fraungofer aradan çykandan 9 ýyldan soň K.Şwerdiň (1792-1871) monografiýasynda difraksiýa gözeneginiň doly nazaryýetiniň getirilendigini bellemek gerek.

Optikanyň taryhyny öwrenip ýagtylygyň tizligini ölçemek baradaky soraglara seretmezlik mümkin däl. XIX asyryň ortalarynda bu mesele bir wagtyň özünde **Ippolit Fizo** (1819-1896) we **Leon Fuko** (1819-1868) tarapyndan çözüldi. Fizonyň we Fukonyň ölçeg desgalary (38-nji surat) gurluş prinsipleri boýunça meňzeş bolup, biri-birinden tapawutlanýarlar. Fizo 1849-njy ýylda geçiren tejribesinde,

ýagtylygy

howadaky



38-nji surat. a) Fizonyň tejribesi; b) Fukonyň tejribesi

tizligi üçin 313000 km/s bahany aldy. Fuko ýagtylygyň tizligini howda we suwda deňeşdirmäge mümkinçilik berýän desgany döretdi. 1850-nji ýylda geçirilen gözegçilikler ýagtylygyň suwda, howadaky bilen deňeşdirilende, haýal ýaýraýandygyny görkezdi. XIX asyry ortalarynda bu netije tolkun nazaryýetiniň peýdasyna bolan aýgytlaýjy netijedi. Şondan soň korpuskulýar nazaryýetden ýüz öwrdiler. Ýagtylygyň korpuskulýar nazaryýeti ýarym asyrdan soň, täze, nusgawy däl fizika

döränden soň, aýaga galdy. Nusgawy optika bolsa tolkun nazaryýetiniň ajaýyp ýeňişi bilen tamamlandy.

Indi, optikanyň XX asyrda gazanan üstünliklerine seredeliň. Bu üstünlikler ilki bilen optiki gurallaryň nazaryýetine we olary amalyýetde, şeýle hem optiki usulla-ryň elektromagnit tolkunlaryň goňşy diapozonlarynda ulanyşyna degişlidir.

XX asyrda optikler tarapyndan öň görülmedik teleskoplar döredildi. Ýagny teleskoplaryň çözüjiligiň artmagynyň esasy şerti bolup olaryň aperturasynyň artmagydyr, uly diametrli aýnalaryň döredilmegidir. Şeýle teleskoplaryň biri, Kawkaz dagynyň eteginde oturdylan, aýnasynyň diametri 6 m bolan Russiýanyň BTA teleskopydyr.

XX asyryň optikasynyň fundamental problemasy bolup ylmyň bu oblastyndaky çyzykly däl hadysalary nazary taýdan öwrenmeklikdir. XX asyryň ikinji ýarymynda dörän çyzykly däl optikanyň döremeginde rus alymlary Rem Wiktorowiç Hohlow (1926-1977) we Sergeý Alekseyewiç Ahmanow uly rol oýnadylar.

## ALTYNJY BAP. MOLEKULÝAR-KINETIK NAZARYÝETIŇ WE STATISTIK FIZIKANYŇ DÖREMEGL

### 3.6.1 Ýylylyk hadysalarynda atomizm ideýasy

Ýylylyk hadysalaryny beýan edýän molekulýar-kinetik nazaryýetiň taryhy gadymýetden gaýdýar. Bilşimiz ýaly maddanyň atom düzümi baradaky ilkinji düşüňjeler antik alymlary Demokritiň-Epikuryň ylmy garaýyşlarynda aýdylypdy. Fizikanyň ösüşiniň bütin dowamynda atomizm düşüňjesi öz ähmiýetini ýitirmedi.

XV asyrdaky tapylan Lukresiý Karyň „Zatlaryň tebigaty“ barada poemasy durşuna atomistik ideýa ýugrulandy. Tebigaty öwrenijileriň arasynda örän meşhur bolan bu kitap atomizmiň hemmeler tarapyndan ykrar edilen taglymat bolmagyna ýardam etdi. Şunlukda, diskretlik tebigatyň uniwersal häsiýeti hasap edildi.

Atomizmi wagyz etmekde fransuz filosofy we alymy **Pýer Gassendi** (1592-1655) köp işleri etdi. Ol Dina uniwersitetinde teologýadan, Ekse uniwersitetinde filosofýadan we Pariž uniwersitetinde matematikadan professor wezipelerinde işledi. P.Gassendiniň fizika degişli barlaglary atomistika, ýylylyga, optika, akustika degişlidir. Ol ýagtylygyň korpuskulýar nazaryýetini esaslandyryjylaryň biridir. Epikuryň atomizm baradaky antik garaýyşlaryny wagyz ediji hökmünde P.Gassendi ähli zatlar atomlardan ybaratdyr, bu atomlar hereket etmäge tebigy ymtlyşa eýedirler diýip hasaplapdyr. Şeýle hem tebigatda atomlar hereket edýän giňişlik bardyr, giňişlik tükeniksizdir, gaýtadan döredilmeýär we ýok bolmaýar diýipdir.

Ýylylyk hereketiň görnüşidir diýlen ideýa fizikada ir wagtlardan bäri duş gelýär. XVII asyrdaky Frensis Bekon özüniň

„Täze agranon“ işinde şeýle ýazýar: “ýylylyk bu kiçi böleklerde kynlyk bilen bolup geçýän hereketiň ýaýramagydyr“ R.Dekart hem edil şeýle pikirde bolupdyr. R.Guk, H.Gýuýgens we I.Nýuton hem atomizmiň tarapdarydylar. Ýylylyga bölekleriň hereketleriniň görnüşi hökmünde seretmek baradaky çaklama olar tarapyndan kabul edilipdi. Emma bu garaýyşlar hil häsiýetlidi we XVII asyr fizikasynyň az sanly tejribe materiallaryna daýanýardy.

Atomizm örän şowly däl aýratynlyga eýedi. Atomlarda aňsat ýüze çykarylýan fiziki häsiýetler ýokdy. Şol bir wagtyň özünde himiýada atomizmiň şeýle häsiýetleri bardy. Şoňa görä-de, fizika bilen deňeşdirilende ol himiýada oňat ornaşdy.

### **3.6.2 Kalorimetrik düşünjeleriň döremegi**

XVII asyryň fizikasynda empirik usul agdyklyk edýärdi. Ýylylyk nazaryýetinde *teplorod* düşünjesi höküm sürýärdi. Teplorod - mukdary berlen jisimiň ýylylyk häsiýetlerini kesgitleýän, agramsyz ýylylyk suwuklygydyr. Häzirki wagtda biz bu ýagdaýy fantastika diýip hasaplaýarys, emma şol döwürde bu düşünje alymlary doly kanagatlandyryýardy.

**Danil Bernulli** 1738-nji ýylda belli “Gidrodinamika” eserini çap etdi. Häzirki döwürde okuw kitaplarynda ulanylýan “Bernulliniň deňlemesi” we gazyň, kinematik modeli esasynda Boýl-Mariottyň kanunlarynyň getirilip çykarylyşy bu kitapda getirilendir.

Bilfenger we Kraft Rus ylymlar akademiýasynda ilkinji fiziki kabineti döretdiler. Kraft gyzgyn we sowuk suwuň garyndasynyň temperaturasyny kesgitlemek üçin kalorimetrik formulany ilkinji bolup hödürledi.



Teplorod we onuň tarapdarlary ýylylygy mukdar taýdan ölçemekligi mümkin etdiler. 1777-nji ýylda **A.L.Lawuazýe** (1743-1794) we P.Laplas buz kalorimetrini döredtiler we birnäçe maddalaryň udel ýylylyk sygymyny, ýylylyk döredijilik ukybyny, faza geçişleriniň ýylylygyny kesgitlediler, ýagny ýylylyk eksperimental obýekti hökmünde ulanylyp başlandy.

Umuman, ähli kalorimetrik düşüňjeler barada biz şotland alymy Jozef Bleke (1728-1799) minnetdar bolmalydyrys. G.Rihman tarapyndan alnan formula daýanyp, Blek “ýylylyk sygymy”, “udel ýylylyk sygymy”, “gizlin eremek ýylylygy” diýlen terminleri girizdi. Blek özüniň alan netijelerini düýbünden çap etmändir we onuň golyazmaları ol 1803-nji ýylda aradan çykandan soň çap edildi.

Şeýlelikde, XVIII asyryň ortalarynda esasy kalorimetrik düşüňjeler döredildi. Emma, ýylylygyň öz birligi-kaloriýa ondan 100 ýyldan soň 1852-nji ýylda hödürlendi.

Molekulýar - kinetik nazaryýetiň esasynda atomizm bilen bilelikde ýylylyk baradaky taglymat hem ýatyrdy. Haçanda, biz „ýylylyk“ barada aýdanymyzda, molekulýar - kinetik nazaryýet ilkinji ädimlerini ädýän döwründe, ýagny XVIII asyrdan, “ýylylyk” we „temperatura“ terminleriň biri-birinden tapawutlandyrylmadygyny ýatdan çykarmaly däliris. „Ýylylyk derejesi“ we „ýylylyk gradusy“ terminleri şol bir manyny berýär diýip hasaplaýardylar. Bu terminleri tapawutlandyrmaklygyň zerurlygy barada I.G.Lambert aýtdy, emma oňa üns bermediler.

### **3.6.3 Termometriýanyň we ýylylyk geçirijilik nazaryýetiniň döremegi**

XVIII asyryň biriji çäryeginde alymlaryň esasy ünsüni termometriýa çekdi. 1703-nji ýylda golland fizigi, aýna bejeriji we telekeçi **G.D.Farangeýt** (1686-1736) spirt, 1714-nji ýylda bolsa simap termometrlerini ýasap başlady. Olary kalibrowka etmek üçin ol iki reper nokatlaryny-suwuň gaýnamak  $t=212^0$  temperaturasyny we suwuň doňmak  $t=32^0$  temperaturasyny aldy. Şunlukda, Farangeýt nol nokat hökmünde suwuň, buzuň we naşatyryň garyndysynyň doňmak nokadyny aldy.

Fransuz zoology we metallurgy **R.A.F.Reomýur** (1683-1757) suwuň doňmak nokady nol diýip hasap edilýän termometri hödürledi. Işçi jisim hökmünde 80 %-li spirti, soňra simaby ulanyp, ol ikinji nokat hökmünde suwuň gaýnama  $80^0$  nokadyny aldy.

Şwed astronomy **A.Selsiý** (1701-1744) Reomýuryň alan netijelerini barlady we ol 1742-nji ýylda geçiren tejribeleriniň netijelerini beýan etdi. Ol suwuň gaýnamak temperaturasynyň basyşa baglylygyny açdy. Şoňa görä-de, ol  $0^0$  nokady suwuň gaýnama nokady, doňmak nokady bolsa  $100^0$  deň diýip kabul etdi. Belli şwed alym-biology Karl Linneý Selsiniň termometrini ulandy, ýöne ol onuň çäkleriniň „ ýerini üýtgetdi“, ýagny ol suwuň gaýnamak nokady hökmünde  $100^0$ , onuň doňmak nokadyny  $0^0$  diýip kabul etdi. Şoňa görä-de, Selsiniň termometri, umuman, Linneýiň termometri bolmaly. Başga-da temperatura şkalalary boldy, meselem, Deliliň şkalasy ( $150^0 - 0^0$ ).

Lomonosowyň döwründe simabyň doňma temperaturasy iň pes temperatura hasaplanýardy. Ýokary temperaturalar ýörite taýýarlanylýan linzalaryň kömegi bilen alynýardy: iki sany gyberçek-oýuk linzalaryň arasyna spirt guýulýardy (Lawuazyeniň tejribesinde 130 litr spirt guýuldy).

Bu linzanyň kömegi bilen Lawuazýe gün şöhlelerini fokusirläp, almazy ýakyp bilipdir, misi, sinki, altyny eredipdir. Şunlikda, temperatura ölçelmändir.

Häzirki wagtda Ýer şertlerinde iň pes temperatura  $\approx 10^{-9} K$  deň (ýadro spinleriniň magnitsizlenmesi), iň ýokary temperatura  $\approx 10^8 K$  - Tokamak desgasyndaky plazmanyň temperaturasy.

1782-nji ýylda Lawuazýe we Laplas ilkinji gezek dürli materiallaryň: aýnalaryň, metallaryp we ş.m. ýylylyk giňelmelerini kesgitlediler.

Ýylylyk baradaky ylym XIX asyryň başlarynda şeýle ýagdaýdady. Eger XVIII asyrda fizikada empirizm agalyk süren bolsa, XIX asyrda ýagdaý üýtgedi. Fizikanyň, ýylylyk baradaky bölümlerinden başga, ähli bölümlerinde nazary fizika has-da ösüpdü. Ýylylyk baradaky ylymda faktlary toplamak, ol ýa-da beýleki ululyklary kesgitlemek usullary gözlenilýärdi: meselem, giňelmek, ýylylyk geçirijilik koeffisiýentleri we ş.m. Bu ilkinji nobatda tehnikanyň talaby bilen baglanyşyklydy. „Onuň aly hezretleri bug“ ähli fabriklerde we zawodlarda, deňizde we demir ýollarda işleýärdi. Bug maşyny XIX asyrda kapitalistik progresiň dwigatelidi.

**Žan Žosef Furýeniň** (1768-1830) “Ýylylygyň analitik nazaryýeti” işinde ýylylyk geçirijiligiň nazaryýeti beýan edildi. Furýe ýylylyk geçirijiligiň differensial deňlemelerini getirip çykardy, birnäçe hususy ýagdaýlar üçin berlen gyraky şertlerde bu deňlemeleri itegirleme usullaryny döretdi. Furýe trigonometrik hatarlar (Furýe hatarlary) oblastyna degişli köp sanly matematiki işleri bilen hem şöhratlandy. Furýe hatarlary häzirki zaman yrgyldylar nazaryýetiniň matematiki esaslarynyň biridir.

Furýe öz garaýyşlaryna, edil beýleki görnükli fransuz alymy we harby inženeri Sadi Karno (1796-1832) ýaly teplotrod nazaryýetiniň tarapdarydy. S.Karno özüniň 1824-nji ýylda çap

eden “Oduň hereket edýän güýji barada pikirlenmeler” kitabynda, baky dwigateli gurmaklygyň mümkin dældiginden ugur alyp, haçan-da, ýylylyk has gyzgyn jisimden has az gyzdyrylan jisime geçende, peýdaly işi alyp boljakdygyny ilkinji gezek görkezdi (bu, hakykatda, termodinamikanyň ikinji başangyjydy). Diňe temperaturalaryň tapawudy ýylylyk dwigatelinin peýdaly täsir koeffisiýentini kesgitleýär, işçi jisimi bolsa hiç hili rol oýnamaýar (*Karno teoreması*).

Karno aradan çykandan 10 ýyldan soň fransuz fizigi **Benua Klapeýron** (1799-1864) ylmy jemgyýetçiligiň ünsüni Karnonyň işlerine çekdi. B.Klapeýron Karnonyň ideýalaryny ösdürdi we olara matematiki görnüş berdi.

S.Karno şu döwre çenli ulanylýan “Ideal ýylylyk maşyny”, “Ideal sikl”, “Prosessiň öwrüljiligi” we ş.m. terminleri ulanýşa girizdi.

### **3.6.4 M. W. Lomonosow we onuň ylmy işleriniň ähmiýeti**

Ilki bilen XVIII asyrdan Russiýada ylmyň ýagdaýyna seredeliň. Russiýada Petr I-iň reformlary netijesinde senagat döredi, içki we daşky söwda ösdi. Krepostnoýçylyk gurluş we pomeşçilik ösdi. Petr I döwletiň ösmegi üçin ylmyň ösmeginiň gerekdigine düşünyärdi.

Ol daşary ýurtlara syýahatlarynda Londonda we Parižde ylmyň guralyşy bilen tanyşypdy. Ol nemes ylmynyň gönüklü wekili Leýbnis bilen aragatnaşyk saklapdyr, onuň bilen Russiýada ylmy edaralary gurmak barada maslahatlaşýardy. Şol döwürde 2 sany esasy ylmy edara bardy; LKJ we Pariž ylmylar akademiýasy. LKJ “korollyk” diýip aýdylýan hem bolsa, bu edara hususy adamlaryň birleşmesidi.

Pariz ylymlar akademiýasy bolsa beýle däldi. Bu edara korolyň serişdeleriniň hasabyna isleýärdi, akademiklere “pensiýa” berilýärdi. Olar korolyň gullukçylarydy.

Petr I nusga hökmünde Pariz wariantyny aldy. Emma ol akademiýanyň milli ylmy kadrlary taýýarlamagyny isleýärdi. Onuň permanynda görä akademiýalaryň ýanynda gimnaziýalary we uniwersitetleri döretmeli diýilýärdi. Emma akademikler mugallymçylyk işini alyp barmagy halamaýardylar. Şoňa görä-de, okatmaklyk, akademiýa bilen bagly bolmadyk ýörite orta we ýokary okuw mekdeplerinde alnyp barylýdy.

Şeýlelikde, 1755-nji ýylda Moskwada M.W.Lomonosowyň ýolbaşçylygynda Russiýada ilkinji uniwersitet açyldy. Şoňa bu uniwersitet M.W.Lomonosowyň adyny göterdi.

Russiýada akademiýany döretmek baradaky Petr I-niň permany 1724-nji ýylyň 28-nji ýanwarynda çykdy. Milli kadrlary taýýarlamak meselesi akademiýanyň taryhynyň ilkinji ýyllarynda kynlyk bilen çözüldi. Akademiýada uzak ýyllaryň dowamynda nemesler uly rol oýnadylar we rus we “başga dilli” alymlaryň arasyndaky göreş, tä sowet döwrüne çenli dowam etdi.

Bir ýyldan soň Petr I aradan çykýar. Köşk agdarylyşyklary we beýleki wakalar dolandyryjy synpyň ünsini sowýardy, olar akademiýanyň işi bilen az gyzyklandylar.

Rus ylymlar akademiýasy 1728-nji ýylda “Commentariýalar” atly žurnaly çap edip başlady. Bu žurnalda görnükli daşary ýurt alymlary ylmy işlerini çap edipdirler. Rus ylymlar akademiýasy I - derejeli ylmy edara hökmünde işläp başlady. Emma erbet syýasy ýagdaýynyň döremegi netijesinde akademiýanyň işi gowşady. Köp ýaş alymlar: Bernulli, Eyler, German, Kraft daşary ýurda gidýärler. Rus akademiýasyna sowatsyz kitaphanaçy Şumaher ýolbaşçylyk edip başlaýar.

Akademiýanyň şeýle ýagaýynda oňa geljekki ilkinji rus akademigi M.W.Lomonosow gelyär.

**Mihail Wasilýewiç Lomonosow** Russiýanyň Arhangelsk guberniýasynyň Holmogor şäheriniň golaýyndaky Mişaniň obasynda, balykçy daýhan maşgalasynda, 1711-nji ýylyň 20-nji noýabrynda eneden dogulýar (39-njy surat). Ol ýaşlygynda Meletiya Smotriskiniň “Gramatika” we Leontriya Magniskiniň “Arifmetikasyňy” öwrenýär. Bu kitaplaryň birinjisi buthana slawýan diliniň ensiklopediýasy, ikinjisi matematika ylmlarynyň ensiklopediýasydyr.



39-njy surat. M.W.Lomonosow

Ol 1730-nji ýylda Moskwa okuwa gidýar. 1731-nji ýylda ol şol döwrüň ýokary okuw jaýyna – Zaikonospsskiý dini akademiýa (Moskwa ş.) okuwa girýär. Ol ekspedisiýada swýaşennik bolup işlemegi pikir edýär eken. Emma bagtly mümkinçilik onuň ykbalyny düýbünden üýtgedýär.

Petr I döwründe düýbi tutulan metal magdanlary gazyp almak we gaýtadan işlemek boýunça senagata hünärmenler gerekdi. Olary daşary ýurtdan çagyrmak isleýärdiler. Emma akademiýadaky we senagatdaky adamlar öz milli kadrlary taýýarlamagyň wagty gelendigini aýdýarlar. Akademiýanyň talap etmegine görä senat şol döwürde bar bolan ýokary okuw mekdeplerinden bilimli talypalary akademiki uniwersitetde okuma saýlap almak barada perman çykarýar. Permana görä 12 sany ýaş adam, şol sanda M.W.Lomonosow 1736-njy ýylyň 1-nji ýanwarynda Peterburga gelyärler. Şolaryň 3 sanysy: M.W.Lomonosow, Winogradow

we Reýler daşary ýurda, umumy kursy okamak üçin Marburg şäherine, belli filosof Hristian Wulfyň ýanyna ugradyýarlar. Häzirki dilde aýdanymyzda olar Wulfyň ýanynda aspiranturada bolýarlar, soňra bolsa Freýburgda, Genkiliň ýanynda dag işleri boýunça ýörite taýýarlyk geçýärler. Lomonosow daşary ýurtda 5 ýyl bolýar. Ol 1741-nji ýylda Russiýa dolanyp gelýär. Şu wagtdan başlap ömrüniň soňky günine çenli ol Russiýada ylmy ösdürmek üçin köp işledi. Onuň ylma goşan şahsy goşandy ägirt uludyr.

M.W.Lomonosow himýadan ilkinji rus professorydyr (1745), ilkinji rus himiki laboratorijany döredijidir (1748), dünýäde ilkinji fiziki himiýa kursunyň awtorydyr. Ol fizikada gazlaryň kinetiki nazaryýetini, ýylylyk nazaryýeti, optika, elektrik, grawitasiýa we atmosferanyň fizikasyna degişli ylmy işleri ýazdy.

Lomonosowyň astronomiýa, taryha, geografiýa, dil bilimine, metallurgiýa degişli işleri bar. Ol şahyr, mozaiki suratlary döredijidir. Russiýada reňkli aýnalary öndürýän fabrigi gurdy. Ol ylymda, tehnikada, edebiyatda we sungatda yz galdyran köptaraplaýyn alymdyr.

Ol 1765-nji ýylyň 4-nji aprelinde aradan çykýar.

M.W.Lomonosowyň ylmy döredijiliginiň esasy etaplaryna seredeliň. Bu etaplary öwrenmeklik bize diňe bir Lomonosowyň işleri bilen tanyşman, eýsem, XVIII asyryň birinji ýarymynda ylmyň problemalary bilen tanyşmaga mümkinçilik berýär.

1734-nji ýylda matematikanyň we filosofiýanyň talyby M.W. Lomonosow ylymlar Akademiasyna “Korpuskullaryň birleşmesinden ybarat bolan garyşyk jisimleriň tapawudy barada” atly tema boýunça ýazylan dissertasiýasyny hödürledi. Marburgda Lomonosow “Matematiki himiýanyň elementleri “ atly ýygynyndysynyň üstünde işläp başlaýar. Bu iş ýazylyp gutarylmady. Umuman, Lomonosowyň fizika we himiýa

boýunça gutarylman galan işleri örän köp. 1741-nji ýylda Lomonosowyň “Ritorika” we “Grammatika” işleri we goşgulary çap edilýär.

Köp ýyllaryň dowamynda Lomonosow ilkinji nobatda şahyr we ýaryjy hökmünde tanaldy. A.S.Puşkin Lomonosowyň ylymda gazanan üstünliklerine ýokary baha berip, ony “ilkinji rus uniwersiteti” diýip atlandyrdy.

Onuň “Matematiki himiýanyň elementleri” eseri onuň ylmy garaýyşlarynyň osmegine getirdi.

XVII asyrdaky himiýa alhimiki garaýyşlardan azat däl. Alhimikler adaty maddalary gymmat bahaly maddalara öwürmeklige çalyşýardylar, Aristoteliň 4 “elementler” (ýer, howa, suw, ot) nazaryýetini ulanyp, ýokarda aýdylan netijä gelip bolar diýip alhimikler hasap edýärdiler. Alhimikler ilkinji “hilleri” (ýyly-sowuk, gurak-çygly) kombinirläp we elementleri degişlilikde çatyşdyryp, işlendik häsiýetli maddalary alyp bolar diýärdiler.

Lomonosowyň “Ýagtylygyň gelip çykyşy barada söz” işinde 3 element: simap, duz we kükürt barada aýdylýar. Lomonosowyň döwünde diňe 2 sany gaz: howa we kömürturşy gazy bellidi. Wodorod, kislorod we azot ol aradan çykandan soň açyldy. Bu şertlerde ýanmagyň dogry nazaryýetini döretmek mümkin däl. Emma ol şol döwürň himiýa ylmyndaky ýetmezçiligi gördi we dogry çözgütleri tapdy.

Lomonosowa görä ylymda nazaryýet we praktika aýrylmaz baglanyşyklydyr.

Onuň pikiriçe himiki nazaryýet mehanikanyň we matematikanyň kanunynlary esasanmalydyr diýdi. Häzirki zaman nazary himiýa kwant mehanikasyna esasanýar. Oňa düşünmek üçin bolsa matematikany çuňňur bilmek gerek. Munuň özi Lomonosowyň maksatnamasynyň dogrulygyny tassyklaýar.



## ÝEDINJI BAP. ENERGIÝANYŇ SAKLANMA WE ÖWRÜLME KANUNYNYŇ AÇYLMAGY

### 3.7.1 *Termodinamikanyň birinji başlangyjy*

Sürtülmede ýylylyk bölünip çykýandygy daş asyrdan başlan biziň ata-babalarymyza hem belli eken. Emma diňe XIX asyryň alymlarynyň derňewleri bu effekti mukdar taýdan düşündirmeklige mümkinçilik berdi. Bu ugurda ilkinji işi amerikaly **Benjamen Tompson** (soňra Lord Rumford) (1753-1814) ýerine ýetirdi. Ol ABŞ-da doguldy.

Rumford artilleriýa toplarynyň nilleri buraw bilen burawlananda ýylylyk bölünip çykýandygyna üns berdi. Ol birnäçe tejribeleri geçirdi we olaryň esasynda, ýylylyk - bu hereketiň aýratyn görnüşidir diýlen netijä geldi.

Rumfordyň tejribelerini angliýaly **Gemfri Dewi** (1778-1829)-dermanhanaçy, soňra himik, ömrüniň ahýrynda Londonyň korollyk institutynyň himiýadan professory, gaýtalady. Dewi iki sany buz bölekleri sürtülende bolup geçýän prosesleri derňedi. Ol hem Rumfordyň gelen netijelerine geldi: teplorod çaklamasy tejribeleriň netijelerini düşündirmeyär, ýylylyk bolsa hereketiň haýsy-da bolsa bir görnüşini bolmaly.

Taryhyň täsinlikleriniň biri hem, energiýanyň saklanmany baradaky ideýa fiziklerde döremedi-de, pikirleşiş häsiýetleri olardan tapawutlanýan adamlarda döredi. Energiýanyň saklanma we öwürülme kanunynyň (termodinamikanyň birinji başlangyjynyň) açylmagynda wraç **Ýilins Robert Maýer** (1814-1878), piwo ýasaýjy **Jeýms Preskott Joul** (1818-1889), fiziolog we wraç **German Lýudwig Ferdinand Gelmgols** (1821-1894) uly rol oýnadylar.

R.Maýer Týubingensk uniwersitetinde ýokary lukmançylyk bilimini aldy. Onuň ylmy is tejribeliginde Ýawa gidýän golland gämisinde gämi lukmany hökmünde işlemegi

kesgitli orun eýeledi. Şol gämide R.Maýer energiýanyň saklanma kanunynyň açylmagyna getiren ylmy derňewleri geçirdi. Täsin ýeri, adaty medisina barlaglary wagtynda organizme gan iberilende ganyň reňkiniň üýtgemekligi ony bu açyşa itekledi. Damardan alynýan ganyň reňki organizmiň sarp edýän kislorodynyň mukdaryna, ýa-da organizmde bolup geçýän okislenme prosessiniň intensiwligine baglydyr.

Maýeriň döwründe tebigaty öwrenijileriň aňlarynda *witalizm* düşüňjesi höküm sürýärdi. Janly organizmler özlerinde käbir “ýaşaýyş güýjüniň” barlygy sebäpli fizikanyň we himiýanyň kanunlaryna boýun egmeýärler diýlip hasap edilýärdi. Özüniň gözegçilikleri bilen Maýer munuň beýle dälidigini, ýagny fizikanyň we himiýanyň kanunlarynyň janly organizmlerde hem täsiriniň bardygyny görkezdi.

Bu barlaglardan soň Robert Maýer „Güýçleriň mukdar we hil taýdan kesgitleniş barada” diýen makalasyny ýazdy. 1841-nji ýylda ol ony „*Annalen der Physik*” žurnalyna iberdi. Žurnalyň baş redaktory J.K.Pogtendorf bu makalany çap etdirmedi we yzyna, awtora hem bermedi. Makala Pogtendorfyň is stolynda 36 ýyl, ol aradan çykýança ýatdy. Elbetde, redaktoryň makalany çap etmezlik üçin kesgitli subutnamalary barday. Makala gowy ýazylmandy, birnäçe düşnüksiz we ýalňyş pikirleri saklaýardy. Emma onda genial açyşlar hem bardy, ýöne olary Pogtendorf görmändi.

Bu makalada Dekart bilen Lomonosowyň düşnüksiz aýdan zatlary doly aýdyň görkezilýärdi: "Döreyän ýylylyk ýok boolean herekete proporsionaldyr" (gürrüň bu ýerde maýyşgak däl urgy barada barýar).

Pogtendorfdan jogaba garaşman Maýer „Jansyz tebigatdaky güýçler baradaky bellikler” atly ikinji makalasyny ýazýar. O1 köp okalmaýan himiýa-farmasewtik žurnalda çap edilýär. Makala dine bir energiýanyň saklanma kanunynyň takyk kesgitlemesini däl-de, eýsem Rumfordyň, Dewiniň we

awtoryň özüniň tejribelerde alan maglumatlarynyň doly derňewini özünde saklaýar. Tejribeleriň netijelerini derňäp, Maýer olary düşündirmek üçin teplorod düşünjesinden ýüz öwürýär. Maýer ýylylygyň tebigatyny düşündirmäge synanyşmady. Şoňa görä-de, ol özüniň açyşyny analogiýalaryň (meňzetmeleriň) (meselem, himiýadan belli bolan massanyň saklanma kanuny bilen) kömegi bilen esaslandyrmaga mejbur bolýar. Şol makalada ýylylygyň mehaniki elementini kesgitlemek boýuça tejribäniň ideýasy hödürlendi. Şeýle eksperimenti 1847-nji ýylda, Maýeriň işlerinden habarsyz, J.Joul amala aşyrdy. Bu makalada, şeýle hem dostlaryna ýazan hatlarynda, R.Maýer özüniň belli deňlemesini hödürledi:

$$C_p - C_v = R$$

Bu deňlemäni soňra *Maýeriň deňlemesi* diýip atlandyrdylar.

Maýeriň makalasy alymlary gyzyklandyrmady. Energiýanyň saklanma kanunyna bolan gyzyklanma dine Joulyň we Gelmgolsyň işleri peýda bolandan soň döredi.

1974-nji ýylda „Ýylylygyň mehanikasy" ady bilen onuň işleriniň ýygyndysy çap edilýär. Maýer 1878-nji ýylyň 20-nji martynda aradan çykdy.

Robert Maýer ylmyň önünde fotosintez problemasyny goýup, termodinamiki nukdaý nazardan ösümlükleriň kosmiki roluny açdy. Şonuň üçin K.A.Timirýazew öz belli “Gün, ýaşayyş we hlorofil” atly kitabynda Maýeriň sözlerinden ýatlamalar getirýär.

Maýeriň öz hödürän kanunlarynyň Kosmosa we janly tebigata ýaýratmaga bolan synanşyklary, onuň öňe süren giň filosofiki umumlaşdyrmalary, bu zatlaryň hemmesi - arassa metafizika diýip hasaplaýan alymlary uzak wagtyň dowanynda ýaýdandyrdy. Emma takmynan şol wagtlarda geçirilen

J.P.Joulyň tejribeleri onuň nazaryýetiniň dogrulygyny tassykladý.

**Jeýms Preskott Joul** 1818-nji ýylda doguldy. Ol Mançesterde piwo çykaryan uly zawodyň eýesi bolupdyr. Ýaş wagtynda J Joul elektrik tejribeleri bilen meşgullanypdyr we 1841-nji ýylda elektrik togunyň ýylylyk effekti baradaky makalasyny cap etdi (Rus alymy E.H.Lens bu tejribäni soň, ýöne has içgin öwrendi). Geçirijiden elektrik togy geçende bölünip çykýan ýylylygy kesgitleýän kanuna *Joul-Lensiň kanuny* diýilýär.

1943-nji ýylda Joul Londonyň Korollyk jemgyýetinde nutuk bilen çykyş edende özüniň garaýşyna görä, ýylylygy „magnitoelektrigi“ (elektromagnit induksiýany) ulanyp mehaniki işiň kömegi bilen döredip bolýandygyny aýdýar.

Bu ýylylyk induksion toguň güýjiniň kwadratyna proporsionaldyr. Elektromotory ýylylyk energiýasy bilen mehaniki işiň arasynda aralykçy edip, Joul ilkinji bolup ýylylygyň J mehaniki ekwiwalentini kesgitledi. Alym şeýle ýazýar: “1 funt suwy  $1^{\circ}\Phi$  gyzdyrmaga ukyply bolan ýylylyk mukdary, 773,6 funty 1 fut dik ýokary beýiklige galdyryp bilýän mehaniki güýje öwürülip biler”. Joulyň ulanan köne iňlis birliklerini täze birlige öwürüp, alarys:  $J = 460 \text{ kgs} \cdot \text{m} / \text{kkal}$ .

Bu tejribelerden gelip çykýan umumy netijeler, şol sanda janly organizmlerde bolup geçýän himiki öwürülmelerde, energiýanyň saklanmagy baradaky garaýyşdy.

Joul tejribelerini dowam etdirdi. 1850-nji ýylyň Joul tejribeleriniň nusgawy toparyny geçirip, olardan  $J = 424 \text{ kgs} \cdot \text{m} / \text{kkal}$  bahany aldy. Soňra ol Uilyam Tomson (geljekde lord Kelwin) bilelikde köp işleri etdi. Olar bilelikde tejribeleri geçirip *Joul-Tomsonyň effekti* diýip atlandyrylýan hadysany açdylar.

1870-nji ýylda ol U.Tomson, J.K.Makswell we beýleki alymlar bilen ýylylygyň mehaniki ekwiwalentliligini

kesgitlemek boýunça Komissiýanyň düzümine girýär. Ýylylygyň tebigaty baradaky özüniň garaýyşlarynda Joul, ýylylygyň kinetiki nazaryýetini goldaýardy, ol gazlaryň kinetiki nazaryýetini esaslandyryjylaryň biri bolupdy. J.P.Joul 1889-njy ýylda aradan çykdy.

**German Lýudwik Ferdinand Gelmgols** 1821-nji ýylda Potstamda, gimnaziýanyň mugallymynyň maşgalasynda eneden doguldy. 1843-nji ýylda ol lukman bolup işe başlady, soňra Berlinde birwagtda iki fakultetde okady. Fizikany ol Magnusdan, fiziologiýany - German Mýullerden öwrendi. Gelmgolsyň ylmy ösüşi Germaniýada tebigy bilimlere gyzyklanmanyň ösýän döwründe bolup geçdi. 1847-nji ýylda onuň „Janly güýjüň saklanmagy barada“ atly işi çapdan çykdy.

Gelmgolsyň döredijiliginde fiziologiýa bilen fizika garyşyk gelýär. Ol fiziologik optika we akustika, nerw impulslarynyň geçiriliş tizligi, eşidişiň rezonans nazaryýeti, gözüň akkomodasiýa nazaryýeti barada ylmy işleri etdi. Göz lukmanlary Gelmgolsa, oftalmoskopý – gözüň içini öwrenmek üçin abzal – döredenligi üçin minnetdar bolmalydyrlar.

Fizikada Gelmgols elektrik problemalary, yrgydylaryň nazaryýeti, gidrodinamika metorologiýa, fiziologik optika bilen meşgullandy. 1870-nji ýylda ol Berlinde açylan Fizika-tehniki institutyň prezidenti boldy. Gelmgolsyň ýolbaşçylygynda bu institut uly ylmy merkeze we mekdebe öwrüldi.

Fizikanyň taryhy üçin Gelmgolsyň ähli işleri möhümdir, ýöne, biz onuň diňe “Janly güýjiň saklanmagy barada” işine giňişleýin seredeliň. Bu işinde ol energiýanyň saklanma kanunyny *baky dwigateli döretmegiň mümkin dældigi* bilen baglanyşdyrýar.

Baky dwigatel baradaky sorag – fizikanyň taryhynyň aýratyn oblastydyr. Taryhda belli ilkinji mehaniki baky dwigatelň taslamasyny 1245-nji ýylda **Willar de Onnekur** hödürledi. 500 ýyldan gowrak wagtyň dowamynda, 1775-nji

ýylda Pariž ylymlar akademiýasy baky dwigateller baradaky taslamalary seretmekden ýüz öwürýänçä, şuňa meňzeş taslamalar adamlaryň aňyny tolgundyryp geldi.

Hemişelik hereketlendiriji baradaky sorag bu fizikanyň taryhy aýratyn bölegidir. Taryhda ilkinji mehaniki hereketlendirijiniň taslamasyny 1745-nji ýylda Willar de Onnekere düzüpdir. Şondan son alymlar tarapyndan 500-den şeýle hereketlendirijileriň taslamalaryny dörediler. Bu taslamalara Pariž akademiýasy 1775-nji ýylda seretmekden boýun gaçyrdy. Emma, häzirki wagtda hem, wagtal-wagtal şeýle taslamalar hödürlenýär.

Gelmgolsa dolanyp gelesiň. Onuň pikiriçe, dünýä, merkezi güýçler arkaly biri-biri bilen özara täsir edişýän material nokatlaryň birleşmesidir. Şunlukda, Gelmgols esasy zat edip *janly güýjüň saklanma prinsipini* goýýar. Munuň özi, geçişin usulyna, ýoluna we tizligine bagly bolmazdan, käbir biriji haldan ikinjä geçilende edilen işin mukdarynyň, ikinji haldan birinjä geçilendäki ýaly bolmagyny talap edýär. Hakykatda Gelmgols bu ýerde “janly güýç” we “dartgynly güýçleriň jemi” diýip atlandyryp, kinetik we potensial energiýalar düşünjelerini girizdi. Maýerden tapawutlylykda Gelmgols bu işinde eassy ünsüni fizika berýär, biologik hadysalar barada bolsa az aýdýar. Muňa seretmezden, diňe bu işi üçin Gelmgolsy Kenigsberg uniwersitetiniň fiziologiýa kafedrasyna müdir edip belleýärler.

Gelmgols nemes ylmynyň, diňe bir fizikadanyň däl-de, himiýanyň we fiziologiýanyň lideri hökmünde 1894-nji ýylda aradan çykdy. Maýer, Joul we Gelmgols dürli ýollar bilen energiýanyň saklanma kanunyna geldiler. Ylym bolsa olaryň irginzis zähmetleri we göreşleri bilen beýik kanuny aldy.

### 3.7.2 Termodinamikanyň ikinji başlangyjy

Indi bolsa termodinamikanyň ikinji kanunynyň döreýiş taryhyna seredeliň XIX asyrdaky ýylylyk tehnika güýçli depginler bilen ösdi. Bu bolsa öz gezeginde ylmy barlaglaryň geçirilmegine itergi berdi. Bu ýerde esasy roly **U.Tomson** (1824-1907) we **P.Klauzius** (1822-1888) oýnadylar.

Özüniň uzak ylmy ömründe inlis fizigi Uilyam Tomson köp sanly ylmy işleri ýazdy. Biz onuň esasan termodinamikanyň ikinji başlangyjyny döretmekde goşan goşandyna seredeliň. S.Karnonyň işleri U.Tomsona termometrik jisimi saýlap almaga bagly bolmaýan temperatura şkalasyny girizmek mümkindigi baradaky möhüm pikiri salgy berdi. Häzirki döwürde Kelwiniň şkalasy diýip atlandyrylýan bu şkala, absolýut häsiýeti bolan Karnonyň sikline esaslanandyr.

1852-nji ýylda “Tebigatda ýüze çykýan mehaniki energiýanyň ýaýramagynyň umumy tendensiýasy” atly makalasynda U.Tomson “Älemiň ýylylyk ölümi” baradaky belli konsepsiýany formulirleýär. Bu konsepsiýa görä, Älemde ähli energiýalar ahyr soňunda, Älemiň maddalary boýunça deňölçegli ýaýrajak, ýylylyk hereketiniň energiýasyna geçerler, ondan soň Älemde ähli makroskopik prosessler togtar. Bu makalada indi “hereket etdirýän güýç” termini ulanylyp, Glazgo uniwersitetiniň professory **Uilyam Jon Makuori Rankiniň** (1820-1872) girizen “energiýa” termini ulanylyp. U.J.M.Rankin energiýanyň saklanma kanunynyň häzirki zaman kesgitlemesini berdi. Şol döwürden başlap “energiýa” termini we energiýanyň saklanma kanuny ählumumy ulanyşa girdi.

Klauziusyň termodinamik degişli işleriniň netijesi onuň iki tomdan ybarat “Ýylylygyň mehaniki nazaryýeti barada düzme” işinde beýan edildi. Bu işde termodinamikanyň birinji kanuny üçin analitik aňlatma getirilýär we „içki energiýa“

diýlen fundamental düşünje girizilýär. Klauzius termodinamikanyň birinji kanunyny aşakdaky görnüşde formulirleýär:

$$dQ = dH + dI + dW$$

Bu ýerde  $dH$  - jisimdäki ýylylyk mukdary;  $dI$  - içki iş;  $dW$  - daşky iş.

$$H + I = U$$

Bu ýerde  $U$  - içki energiýa.

Onda

$$dQ = dU + dW$$

Klauzius 1850-nji ýylda çap eden makalasynda S.Karnonyň işlerine esaslanyp termodinamikanyň ikinji kanunyny aşakdaky görnüşde formulirleýär: "*Ýylylyk öz - özünden has sowuk jisimden has gyzgyn jiime geçip bilmez*".

"Öz-özünden" sözünüň nämäniň nämäni aňladýandygyny düşündirmek üçin ol soňra täze kesgitleme berýär: "*Ýylylygyň has sowuk jisimden has ýyly jisime geçmekligi kompensasiýasyz amala aşyrylyp bilinmez*".

1865-nji ýylda Klauzius özüniň termodinamiki ideýalaryny ösdürip täze fiziki düşünjäni -entropiýany girizdi. Entropiýa "trope" grek sözi bolup, öwrülme diýmekligi aňladýar. Entropiýa  $\tau$  temperaturanyň funksiýasy hökmünde aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$dS = \frac{dQ}{\tau}$$



Şeýlelikde, öwrülişikli proses üçin:

$$\int \frac{dQ}{\tau} = 0$$

Öwrülişikli däl proses üçin:

$$\int \frac{dQ}{\tau} \neq 0$$

Şunlukda, Klauzius entropiýany ölçemekligiň prosessiň geçýän ugruny kesgitleýändigini görkezdi. Kluziusa görä, soňky aňlatma, termodinamikanyň ikinji başlangyjynyň matematiki aňladylyşydyr.

Şeýlelikde, entropiýanyň möhüm häsiýeti açyldy: ýapyk ulgamda entropiýa kemelmeýär. Indi, termodinamikanyň ikinji kanuny şeýle formulurlendi: „Älemiň entropiýasy maksimuma ymtylýar“. Netijede, U.Tomsondan 20 ýyldan soň Klauzius hem „Älemiň ýylylyk ölümüne“ geldi.

Älemiň ýylylyk ölümü baradaky ideýa alymlaryň arasynda düýpli närazylygy döretdi. Şeýle närazylyklaryň biri, 1870-nji ýylda Makswell tarapyndan aýdylan, „Makswelliň demony“ ady bilen belli bolan hyýaly tejribedir. Makswelle görä termodinamikanyň ikinji başlangyjynyň ulanyş oblasty çäklidir. Onuň pikiriçe, mikrodünýäde prosesser termodinamikanyň ikinji başlangyjynyň görkezýän ugurlaryna ters bolan ugurlarda amala aşyrylyp bilinýärler. Hususanda, molekulýar-kinetik nazaryýetiň çäklerinde mikroskopik jandar (demon) çalt we haýal molekulalary bölýär diýip göz önüne getirmek bolar. Demon energiýany sarp etmän gabyň bir böleginde temperaturany peseldýär we beýleki böleginde bolsa, ýokarlandyryr.

„Makswelliň demony“- termodinamikanyň ikinji başlangyjyna statistik nukdaý nazardan düşünmeklige bolan ilkinji ädimdi. Bu aýmlaryň arasynda uly jeddeleri döretdi we mikrodünýäniň kanunlary Makswelliň tejribesini amala aşyrmaga mümkinçilik bermeýär diýlen netijä gelindi. Şol bir wagtyň özünde bu tejribe termodinamikanyň ikinji başlangyjynyň statistiki häsiýetine düşünmäge bolan ýolda möhüm ädim boldy.

### 3.7.3 *Statistik fizikanyň döremekligi*

Statistiki fizikanyň döreýiş taryhyna gaz hallarynyň kanunlarynyň derňeliş taryhyny bilmän düşünmek mümkin däldir. Olaryň ösüş taryhynyň esasy etaplaryna seredeliň.

1801-nji ýylda fransuz himigi **Zan Lui Prust** (1784-1826) tarapyndan düzümiň hemişelik kanunyny açyldy. **Jon Dalton** (1766-1844) bu kanunyň esasynda, her madda mahsus bolan kiçijik bölejikleriň bardygy baradaky pikiri aýtdy. 1802-nji ýylda ol Geý-Lýussakdan habarsyz, gazlaryň ýylylyk giňelme kanunyny açdy. 1802-nji ýylda gazlaryň ýylylyk giňelme kanuny **Josef Lui Geý-Lýusson** (1778-1850) hem açdy. 1811-nji ýylda **Amedeo Awagadro** (1776-1856) atom-molekulýar nazaryýeti ösdüdip, häzirki wagtda onuň agyny göterýän kanuny açdy.

1857-nji ýylda P.Klauzius gazlaryň kinetik nazaryýetiniň esasy deňlemesini getirip çykardy. Bu deňleme görä gazyň basyşy göwrüm birligindäki ähli molekulalaryň orta kinetik energiýasynyň  $\frac{2}{3}$  bölegine deňdir.

Görnükli fizik J.K.Makswell 1859-njy ýylda “Gazlaryň dinamiki nazaryýetine düşündiriş” atly doklad edýär. Ol bu dokladynda molekulalaryň tizlikler boýunça paýlanyşyny beýan etdi. Bu paýlanyşdan J.K.Makswell molekulalaryň

tizlikleriniň orta bahasyny, gazyň molekulalarynyň gabyň diwaryna edýän basyşyny, molekulalaryň erkin ýolunyň uzynlygyny, Awagadra sanyny we beýleki ulylyklary hasaplaýar. Makswelliň özi Awagadro sanynyň tassyklanmagyna bu işiň esasy üstünligi hasaplaýar. Bu ýerde, Makswell tarapyndan ösdürilen nazaryýetiň nýuton mehanikasyna esaslanandygyny bellemek gerek.

XIX asyryň alymlary gazlary suwuk hala geçirmegiň usullaryny tapdylar. 1882-nji ýylda fransiýaly gullukçy **K. de Latura** kesgitli şertlerde suwuklyk bilen gazyň arasyndaky tapawudyň ýitýändigini gördi. 1883-nji ýylda Faradeý hlory suwuklandyrdy, 1845-nji ýylda bolsa – ýene-de dürli 15 sany gazy suwuklandyrdy. Bu

tejribeleri görmüklü rus alymy **D.I.Mendeleyew** (1834-1907) düşündirdi.

1863-nji ýylda Tomas Endrýus (1813-11885)

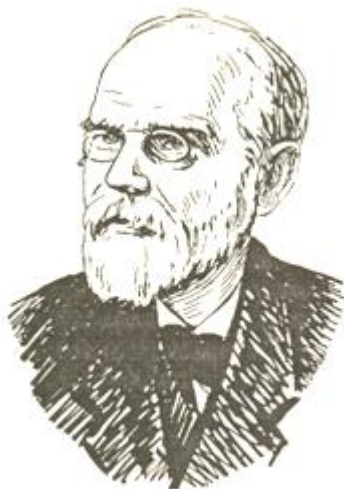
kömürturşy gazynyň izotermalaryny aldy we ony suwuklandyrdy. Ol kritiki temperatura düşünjesini girizdi.

1873-nji ýylda

**J.D.Wan-der-Waals** (1837-1923) dissertasiýasynda

suwuklyk we gaz halynyň üznüksizligini nazary

derňedi (40-njy surat). 1910-njy ýylda bu alyma fizika boýunça Nobel baýragy berildi. Wan-Der-Waalsyň deňlemesi gazyň molekulalarynyň göwrümini we molekulaara özara täsirini göz önüne tutup, real gazyň halyny beýan edýär. Real gazyň halynyň deňlemesi ähli maddalar üçin gaz we suwuk



40-njy surat. J. Wan-der-Waals

hallarynyň bardygyny nazary taýdan öňünden aýdýar. Emma bu aýdylanlary ähli belli gazlary suwuklandyryp tassyklamak gerekdi.

Gazlary suwuklandyrmaklyk pes temperaturalary almak bilen berk baglanşyklydyr. 1877-nji ýylda fransuz inženeri **K.Kalýete** we şol bir wagtyň özünde şweýsariýaly **R.Pikme** kislorody suwuklandyrdylar. Karl Linde Joul-Tomsonyň effektini ulanyp howany suwuklandyran abzaly ýasady. 1898-nji ýylda inlis fizigiwe himigi Jeýms Dýuar ilki suwuk, soňra gaty wodorody aldy. Suwuk we gaty wodorody öň Pikte hem, polýak fizikleri **Z.F.Wrublewskiý** (1845-1888) we **K.Olşewskiý** (1846-1915) hem alyp bilmändiler. Bu tejribeleriň birinde Z.F.Wrublewskiý heläk boldy. 1908-nji ýylda niderland fizigi **Geýke Kamerling-Onnes** (1853-1926) suwuk gelini aldy. Bu açyş üçin oňa 1913-nji ýylda Nobel baýragy berildi. G.Kamerling-Onnesiň tejribesinden soň gazlar bilen buglaryň arasynda hiç hili düýpli tapawudyň ýokdugy, Älemiň ähli maddalarynyň gaz, suwuk we gaty hallarda bolup bilýändikleri belli boldy.

Yylylyk baradaky taglymatyň soňraky ösüşleri barada aýdylanda **J.U.Gibbs** (1839-1903) we **L.Bolsman** (1844-1906) ýaly görnükli alymlaryň atlaryny bellemek gerek. .

Gibbs özüniň ilkinji işlerinde termodinamikada grafiki usuly ulandy. Ol *entropiýa diagrammalaryny* döretdi. Hususanda, Karno sikli “entropiýa - temperatura” ulgamynda göniburçlykdyr. 1871-1873-nji ýyllarda Gibbs üç ölçegli termodinamiki diagrammlary hödürledi we onuň kömegi bilen maddanyň ähli häsiýetlerini düşündirip bolýandygyny görkezdi. Sunlukda *termodinamiki üst we göwrüm* diýlen düşüňjeler girizildi. Gibbse görä termodinamiki üsti gurup bolýardy; onuň her bir nokadynyň koordinatasy termodinamiki ulgamyň halyny, onuň görümini, entropiýasyny we energiýasyny kesgitleýärdi. Bu usul Makswelli örän begendiripdir we

gipsden suwuň termodinamiki üstüni ýasap ony Gibbse sowgat hökmünde iberipdir.

1875-1878-nji ýyllarda Gibbs *termodinamiki funksiýalar usulyny* döretdi we ony işjeň ulandy. Ol häzirkî zaman termodinamikasynda giňden ulanylýan *erkin energiýa, entalpiýa* we *Gibbsiň termodinamiki potensialy* diýlip atlandyrylýan düşüňjeleri girizdi. Özüniň ylmy işlerinde Gibbs gomogen we geterogen ulgamlaryň deňagramlylyk şertlerini formulirledi, jisimleriň kesgitli düzümini we halyny häsiýetlendirýän “faza” termini girizdi. Gibbsiň bu işleri bolmasa häzirkî zaman termodinamikasy bolmazdy.

Gibbs köp daşary ýurt akademiýalarynyň agzalygyna saýlandy, 1902-nji ýylda bolsa onuň “Statistik mehanikanyň esaslary” atly fundamental işi çykdy.

**L.Bolsmanyň** esasy hyzmaty - statistik mehanikany döredenligidir we termodinamikanyň ilkinji kanunyny statistik esaslandyrmagydyr. Ol entropiýa bilen ähtimallygyň arasyndaky baglanyşygy açdy we onuň adyny göterýän paýlanyş funksiýasyny hödürledi.

Bolsmana görä entropiýanyň artma kanuny özüniň ýönekeý düşündirişini tapdy: “Ulgam has ätimal hala ymtylýar”. Şeýlelikde, termodinamikanyň ikinji kanuny tebigatyň absolýut kanuny bolmaklygyny bes etdi we ol statistik kanun bolýar. Prosessler iki tarapa hem gidip biler, diýmek Älem üçin ýylylyk ölümi ýokdyr.

L.Bolsmanyň garaýyşlary onuň käbir döwürdeşleri tarapyndan güýçli tankyda sezewar bolýar. Şol bir wagtyň özünde görnükli alymlar (J.K.Makswell, G.A.Lorens, M.Plank) diňe bir onuň igeýalaryny goldaman, olary işjeň ösdürdiler hem. Ýagy, M.Plank entropiýa bilen ähtimallygyň arasyndaky gatnaşygyň ýönekeý we takyk deňlemesini hödürledi. Ol aşakdaky görnüşe eýedir:

$$S = k \cdot \ln W$$

Bu ýerde  $S$  - entropiýa;  $W$  - ähtimallyk;  $k$ - fundamental hemişelik (Bolsmanyň hemişeligi).

Bolsmanyň we Gibbisiň işleri bilen termodinamikanyň we statistiki fizikanyň ösüşiniň işjeň periody tamamlandy. Ýöne, XX asyrdaky bu ylmyr, aýratynda olaryň kwant mehanika bilen galtaşýan oblastlarynda, uly depginler bilen ösdüler.

Termodinamikany we statistik fizikany döreden görnükli alymlaryň terjimehallaryna seredeliň.

**Rudolf Ýulius Emmanuel Klauzius** - görnükli nemes fizigi, Polşanyň Keslin şäherinde (häzirkä Koşlin ş.) 1822-nji ýylda, pastoryň maşgalasynda doguldy. Ol Berlinda ýokary bilim aldy. Hünär saýlanda, fizika ýa-da taryhçy bolmaklygyň arasynda köp pikir edipdi we fizikany saýlapdyr. 1850-nji ýylda onuň termodinamika boýunça ilkinji makalasy çykdy. Bu makalasynda ol bug-suwukluk we suwuklyk-gaty jisim faza geçişlerini beýan edýän deňlemeleri (Klaýron- Klauzius deňlemesi) umumlaşdyrdy. Şol ýyl Klauziusyň iň belli işi çap edildi. Bu işde ol termodinamikanyň ikinji kanunyny beýan etdi. Bu ugry dowam etdirip, ol 1865-nji ýylda “entropiýa” diýilýän täze termodinamik düşüňjani hödürledi. Entropiýanyň häsiýetlerini öwrenip Klauzius geljekde Älemiň ýylylyk ölümi baradaky netijä gelýär. Emma soňra onuň bu pikirini Bolsman inkär edýär.

1869-njy ýyldan başlap P.Klauzius Bonn uniwersitetinde işleýär, soňra bu uniwersitetiň rektory bolýar. Bu ýerde ol dielektrikleriň polýarlanmasyny (Klauzius-Mossotiniň deňlemesi) we termoelektrik hadysalaryny derňedi. 1870-nji ýylda ol ýaralanýar we şondan onuň ylmy işjeňligi pese gaçýar. P.Klauzius 1888-nji ýylda aradan çykdy.

**Uilýam Tomson (Kelwin)** - görnükli iňlis fizigi 1824-nji ýylda Belfastda matematika mugallymynyň maşgalasynda doguldy. Soňra olaryň maşgalasy Şotlandiýanyň Glazgo

şäherine göçýärler we şol ýerde U.Tomson galan ömrüni ýaşady. 22 ýaşynda ol Glazgo uniwersitetiniň professory bolýar we 1899-njy ýyla çemli 53 ýyllap kafedra müdiri bolýar.

Kafedra müdiri bolandan son U.Tomson uniwersitetde ylmy işi ýola goýdy. Tiz wagtdan uniwersitetde ylmy abzalary öndürýän firma açylyar. Tomsonyň ýaşayan öýi we kafedrasý Britaniýada ilkinji bolup elektrik ýagtylandyryş bilen üpjün edildi. Kafedra bilen ussahanalaryň arasynda ýurtda ilkinji telefon liniýalary çekilýär. Soňra ussahanalar fabrige öwürlip, kafedranýň filialy ýaly boldular. Umuman, U.Tomson özüniň uniwersitetini şeýle bir şöýýärdi, hat-da oňa ýokary wezipeleri (Kembriždäki Kawendiş laboratoriyasynyň direktory, Edinburg uniwersitetiniň rektory we ş.m.) hödüränlerinde hem, ol öz uniwersitetini taşlamady.

U. Tomson görnükli pedagogdy. Hepdede baş gün, her gün iki leksiýa okapdyr: biri-fizikadan, beýlekisini-matematiki fizikadan. U.Tomsonyň köp okuwçylary, şol sanda, ilki başda fizika bilen iş salşaryn diýip pikir etmedikler hem, görnükli alymlar bolup ýetişdiler. Mysal üçin, **Jon Kerr** (1824-1907) - elektrooptik effekti ilkinji açan alym – başda swýaşennik derejesini aldy, ýöne ahyr soňunda kärini üýtgedip, alym-pedagog boldy.

1892-nji ýylda U.Tomson lord Kelwin titulyňy aldy (Glazgo uniwersitetiniň golaýyndan akyp geçýän Kelwin derýasynyň ady).

U.Tomsonyň ylmy döredijiligi esasan termodinamika bilen baglanyşyklydyr. Ol öňi bilen temperaturanyň absolýut şkalasyny döreden alym hökmünde bellidir, termodinamikanyň ikinji başlangyjynyň awtorydyr we Älemiň ýylylyk ölümi nazaryýetiniň “atasydyr”. Bulardan başga-da, ol birnäçe möhüm termodinamiki effektleri (meselem, Joul-Tomson effekti) açdy. U.Tomson magnetizm, yrgyldylaryň fizikasy we ş.m. oblastlarda hem köp işleri etdi.

U.Tomson 1907-nji ýylda aradan çykdy.

**Jozaýýa Uillard Gibbs** 1839-njy ýylda ABŞ-yň Konmentikut ştatynda, Iýelskiý uniwersitetiniň professorynyň maşgalasynda doguldy. 1866-njy ýylda ol Ýewropa gidýär we ol ýerde Magnusyň, Kirhgofyň, Gelmgolsyň okuwçysy bolýar. 1869-njy ýylda Gibbs öz Nýu-Heýwen şäherine gaýdyp gelýär we matematikanyň professory derejesini alýar.

J.Gibbsiň esasy ylmy işleri himiki termodinamika we statistik mehanika bilen baglydyr. Ol statistik mehanikany esaslandyryjylaryň biridir. J.Gibbs özüniň termodinamik garaýyşlaryny atomistik esasyda düşündirýän statistik mehanika ulgamyny hem ösdürdi. Gibbsiň paradoksy, Gibbsiň kanonik, mikrokanonik we uly kanonik paýlanyşlary, Gibbsiň adsorbsiýa deňlemesi we başgalar alymyň ady bilen baglydyr. Şeýle hem ol, häzirki zaman görmüşdäki wektor hasaplama usulyňy döredijileriň biridir. D.U.Gibbs 1903-nji ýylda aradan çykdy.

**Lýudwig Bolsman** - awstriýa fizigi, 1844-nji ýylda Wenada doguldy. Ol entek Wenada, Geýdelbergde we Berlinde okaýan wagty, ýagny talypka ylmy işlerini cap etdirip başlady. 25 ýaşly talantly teoretik L.Bolsmany Gras uniwersitetiniň fizika professory wezipesine saýlaýarlar. Soňra ol Wenadaky, Grasdaky we Mýunhendäki uniwersitetlerde kafedra müdiri bolup işledi.

Bolsmanyň ylmy is tejribesi köp taraplydyr. Ol esasan gazlaryň kinetik nazaryýeti, termodinamika we ýylylyk şöhlelenmesi oblastlarynda köp möhüm işleri etdi. Bolsman ýylylyk sygymynyň kinetik nazaryýetini döretdi. Diňe ol, kinetiki energiýanyň erkinlik derejeler boýunça deňölçegli paýlanyşy baradaky belli teoremany subut etdi. Statistik fizikanyň soraglarynyň üstünde işläp, Bolsman termodinamikanyň ikinji başlangyjyna statistik subutnama



berdi. Onuň bu işleri fizikanyň geljekde has-da ösmegine uly täsir etdi.

Bolsmanyň filosofik garaýyşlary onuň atomistik düşüňjani goldandygyny tassyklaýar. L.Bolsman diňe bir termodinamika bilen gyzyklanmady. Ol matematika, mehanika, optika, gidrodinamika, maýyşgaklyk nazaryýetine, elektromagnit meýdany nazaryýetine we ş.m. degişli köp sanly ylmy işleri etdi. Fundamental fiziki hemişelikleriň biri Bolsmanyň adyny göterýär. Lýudwig Bolsman 1906-njy ýylda aradan çykdy.

**Jon Dalton** (1776-1844) iňlis himigi we fizigi. Bilimi özbaşdak aldy. Mançesterde matematiki mugallymy bolup işledi. Daltonyň esasy eden işi - himiýada atomistik garaýyşlary ösdürmekdi. Ol ylma atom agramy düşüňjesini girizdi we elementleriň atom agramlarynyň ilkinji tablisasyny düzdi. Ol gaz kanunlaryna gegişli köp işleri etdi, hususanda, Dalton 1801-nji ýylda gazlaryň parsial basyşlarynyň kanunyny açdy. 1794-nji ýylda ol görejiň defektini – daltonizmi – ilkinji beýan etdi.

**Josef Lui Geý-Lýussak** - fransuz fizigi we himigi, 1778-nji ýylda doguldy. Polítehniki mekdebi gutaryp, bu mekdepde himiýanyň professory, soňra Sorbonda fizikanyň professory boldy. Alymyň esasy işleri gaz kanunlaryna degişlidir. Bu kanularyň biri onuň adyny göterýär. Birnäçe fiziki abzallary (gigrometr, termometr, spirtomer, nasos) döretdi. Alym 1850-nji ýylda aradan çykdy.

**Amadeo Awagadro** - italyan fizigi we himigi, Turin şäherinde 1776-njy ýylda eneden doguldy. Hukuk ugrundan bilim aldy, ýöne soň fizikany we matematikany öwrendi. 1803-nji ýylda elektrik boýunça ilkinji ylmy işi bilen çykyş etdi. 1834-nji ýyldan başlap Turin uniwersitetiniň professory boldy. Molekulýar fizika bagyşlanan esasy ylmy işleri belli Awagadro kanunynyň açylmagyna getirdi. Taryhda ilkinji molekulýar

fizika boýunça gollanmanyň awtorydyr. A.Awagadro 1856-njy ýylda aradan çykdy.

**Geýnke Kamerling - Onnes** - niderland fizigi, 1853-nji ýylda Groningende doguldy. Groningen uniwersitetini tamamlady, soňra Leyden we Gettingen uniwersitetlerinde hünärini kämilleşdirdi. 1882-1923-nji ýyllarda Leyden uniwersitetinde professor, kriogen laboratoriyasyny esaslandyrdy we ömrüniň ahryna çenli onuň direktory bolup işledi.

Alymyň ylmy işleri onuň öz döreden pes temperaturalar fizikasyna we aşageçirijilige degişlidir. 1908-nji ýylda ilkinji bolup gelini suwuk hala geçirdi. Geliý temperaturalarynda metallaryň häsiýetlerini öwrenip, 1911-nji ýylda simapda, soňra galaýyda, gurşunda, tallýde we beýlekilerde aşageçirijilik hadysasyny açdy. Güýçli magnit meýdanlaryny almak üçin aşageçiriji sargyny ulanmagy tekliptdi. Geýee Kamerling - Onnes 1913-nji ýylda Nobel baýragynyň laureaty boldy. O1 1926 - njy ýylda aradan çykdy.

**Iohannes Diderik Wan-der-Waals** - belli niderland fizik-teoretigi, 1837-nji ýylda Leyden şäherinde doguldy. Leyden uniwersitetini tamamlady, 1877-nji ýyldan 1907-nji ýyla çenli Amsterdam uniwersitetiniň professory boldy. Ylmy işleri molekulýar fizika we pes temperaturaly hadysalary öwrenmeklige bagyşlanandyr. 1873-nji ýylda real gaz halynyň deňlemesini getirip çykardy. Bu deňleme häzir onuň öz adyny göterýär. Kritiki hadysalary we olaryň häsiýetlerini düşündirýän nazaryýeti tekliptdi. 1910-njy ýylda Nobel baýragyny aldy. Alym 1926-njy ýylda aradan çykdy.

## IV BÖLÜM

### HÄZIRKI ZAMAN FIZIKASY

#### BIRINJI BAP. XIX ASYRYŇ AHYRYNDA WE XX ASYRYŇ BAŞLARYNDA YLMY REWOLÝUSIÝA

##### *4.1.1 XIX asyryň ahyrynda we XX asyryň başlaryndaky ylmy rewolýusiýa umumy häsiýetnama*

XIX ahyryhda we XX asyryň başlarynda nusgawy fizikadan täze kwant relýatiwistik fizika geçildi. 1899-nji ýylda Lýudwig Bolsman nazary fizikanyň usullarynyň ösüşi baradaky nutugyny aşakdaky sözler bilen tamamlady: „Umuman ýüzýyllykda ýeterlik işlenildi. O1 geljekki ýüzýyllyga garaşylmadyk položitel faktlary we usullaryň beýik durulygyny we aýdyňlygyny miras goýýar. Spartaklaryň harby hory ýaşlary çagyýar: siz bizdenem gaýratly boluň! Haçan-da, biz gadymy däbe eýerip, täze ýüzýyllygy garşylanymyzda spartanlaryňka deň bolan beýiklik bilen, oňa geçen asyrdanam beýik we manyly bolmagyny arzuw eders“.

Bu wagt A.Eýnşteýn 20, N.Bor bolsa 14 ýaşyndady. Hiç kim şol sanda L.Bolsmanyň özi hem geljekki ýüzýyllygyň geçmişde öwrenilmedik, garaşylmadyk faktlary açjakdygyny, adaty garaýyşlary inkär edýän nazary derňewiň täze usullaryny döretjekdigini bilmeýärdi. Şol wagt hiç kim fizikanyň rewolýusion eýýama gadam basandygyny çaklamaýardy. Bu rewolýusiýa XIX asyrdan miras galan köne garaýyşlarda döredi.

Rewolýusiýadan öň fizika öňki bölümler boýunça ösýärdi. Ylmy žurnallarda cap edilýän işleriň sany ýylda 3-3.5 müňe deňdi. Alymlaryň sany hem şoňa deňeçerräkd.

Täze fizika „nusgawyi" ruhda ýerine ýetirilen işleriň çäginde çykyp kem-kemden döredi, şunlukda, käwagtlar düýbünden täze hadysalar hem öwrenilýärdi. Adaty is düzgüni bilen işläp, fizika synaglar we ýalňyşlyklar usury bilen, seresaplyk bilen täsin dünýäniň häsiýetlerini öwrenip başlady. Bu dünýä düşnükli bolan Nýutonyň we Makswelliň nusgawy dünýäsinden düýpli tapawutlanýardy.

Täze fizikanyň döräp başlamagy onuň jemgyýet bilen özara gatnaşygyna täsirini ýetirdi. ABŞ-da we Ýewropanyň öňde baryjy ýurtlarynda öndüriji güýçleriň işjeň ösmegi ylmyň hem şeýle depginler bilen ösmrgine getirdi. Ylm esasan hem hususy kärhanalarda ýokary ösüşe eye boldy. Ýagny, Germaniýanyň belli „Siemens" elektrotehniki konserni, Gelmgols tarapyndan ýolbaşçylyk edilýän Berlindäki Fiziki-tehniki inistitutyny ykdysady tarapdan finansirlemegiň ýarsynyň üpjün edýärdi. Soňra "Siemens & Galske" we „Siemens & Şukkert" firmalary öz kärhanalarynda hususy elektrotehniki laboratoriyalary gurnadylar. Şuňa meňzeş firmalar, ýöne kiçi ölçeglerde Angliýada, ABŞ-da w Fransiyada döredi. Russiýa bu tarapdan Ýewropanyň we Amerikanyň ösen ýurtlaryndan düýpli yza galýardy.

Dine meşhur Nobeliň telekeçiler maşgalasy Russiýada ylmy ösdürmek üçin pul serişdelerini goýmagy zerur hasap edýärdiler. Elbetde, bu XX asyryn basy üçin ýeterlik däl.

Ylmy barlaglary maliýe tarapdan üpjün etmäge hususy kapitallyň gatnaşmagy alymlar bilen iş berijileriň arasynda täze özara gatnaşyklaryň döremegine getirdi. Muňa 1909-njy ýylda „General elektrik" firmasynyň ylmy-barlag laboratoriyasyna işe giren meşhur alym we inžener Irwing Lengmýuryň aşakdaky sözleri aýatlyk edýär. „Tehniki prosesleri gowulandymaga gyzyklanýan kärhana ýolbaşçylary, köplenç özläriniň zähnet öndürijiliklerini giňeldýän ylmy açyşlaryň mümkinçiliklerine dogry baha berýärler. Şonuň üçin olar ýörite meseleleri çözmek

üçin ylmy-barlag laboratoriyalaryny döretmegiň maksada laýykdygyna düşünýärler." Soňra Lengmýur firmanyň ýolbaşçylarynyň bazar garaýyşlary bilen alymyň garaýyşlarynyň arasyndaky kofliktiň gutulgysyzdygy barada aýdýar. Alym üçin ylmy bilesigelijilik hemme zatdan ýokarydyr. Bu tendensiýa ylmyň häzirki ýagdaýy üçin häsiýetlidir.

1901-nji ýylda Nobel baýragynyň döredilmegi ylmy-tehniki rewolýusiýa döwründe ylm bilen jemgyýetiň öazara gatnaşyklarynda örän peýdaly boldy. Nobel baýragy bir tarapdan alym üçin ýokary baýrak bolmak bilen, beýleki tarapdan adaty adama ylm dünýäsine höwes döredýär. Nobel baýragynyň döredilmegi ylmyň jemgyýetde täze rola eýe bolandygyna şaýatlyk edýär.

Yokarda belläp geçişimiz ýaly XIX-XX asyrlaryň çatrygynda fizika bilen takmynan 3000 adam meşgullanýardy. 1901-nji ýylda Parižde geçirilen fizika boýunça I Halkara kongrese 300 golaý alym geldi. Olaryň arasynda ýaş alymlar has köpdi. Fizika bilen ýaş alymlaryň gyzyklanmagy täze ylmy rewolýusiýa üçin häsiýetli prosesdir. Kopernik has ýokary ylmy işjeňlik ýagdaýyndaka 70 ýaşyndady, Galileý bilen Nýuton bolsa 45 ýaşyndadylar. XX asyryň täze fizikasyny döredijiler - E.Rezerford, A.Eýnşteýn we N.Bor 30 ýaşlaryna ýetmänkäler beýik açyşlar etdiler. Olaryň okuwçylary olardan hem ýaşdylar.

Bu döwürde döran ylm nusgawy fizkanyň ideaýalarynda we prinsiplerinde terbiýelenen uly we orta ýaşly alymlar tarapyndan öran kynlyk bilen kabul edilýärdi. Albert Eýnşteýn **Paul Erenfestiň** (1880-1933) öz janyna kast etmegi, ýagny „ynsap konflikti" barada ýazdy we bu konflikt ýaşy elliden aňyrdan bolan hiç bir professoý perwaýsyz goýmaýar diýdi. Bu konfliktiň düýp mazmunyny täze garaýyşlara öwrenişmegiň kynlygydyr.

Ozalky ylmy rewolýusiýa bu konflikt bilmeýärdi. Ol döwürlerde täze garaýyşlar ýuwaşlyk bilen döreýärdiler we alymlar olary özleşdirip ýetişärdiler. Ýagny, Nýuton ýaş D. Bernulli tarapyndan hödürlenen wariasion meseläni kynçylyksyz çözdü. Ýöne, eýýäm XIX asyrdan nesilleriň gapma-garşylygy duýulyp başlady. Ýagny, energiýanyň saklanma kanunynyň tassyklanmagynda ýaşlar (R.Klauzius, U.Tomson, R.Maýer, G.Gelmgolts) öz uly alym ýoldaşlary bilen düşünişmediler.

#### ***4.1.2 Ýylylyk şöhlelenmesini derňemekligiň taryhy***

Bu ylmy rewolýusiýanyň gazananlaryna garap geçmekligi ýylylyk şöhlelenmesini derňemek taryhyndan başlamak oňalydyr. Taryhdan belli boluşy ýaly, meşhur U.Tomsonyň öz okuwçylarynyň birine şeýle diýipdir: “Fizikany öwrenmek gerek däl. Ol doly öwrenildi. Fizikanyň aýdyň gorizontynda diňe iki sany bulutjagaz bar: absolýut gara jisimiň şöhlelenmesi we atom”. U.Tomson düýpli ýalňyşýardy. Bu “bulutjagazlar” ýönekeý “bulut” däl-de, olar “güýçli, çagbaly” bulutlardy. Soň olardan, U.Tomsonyň wepaly bolup galan nusgawy fizikasyndan hem ýokarda duran, täze fizika döredi.

Absolýut gara jisimiň şöhlelenmesiniň öwreniliş taryhyna seredeliň. Bu mesele boýunça barlaglar ir döwürde başlanypdy. 1792-nji ýylda şweýsar fizigi **Pýer Prewo** (1751-1839) onuň ady dakylan düzgüni döretti. Bu düzgüne görä jisimiň şöhlelenme we ýuwutma ukypalary biri-birine proporsionaldyr. Ýöne absolýut gara jisimiň hakyky derňewlerini **Gustaw Kirhgof** (1824-1899) geçirdi. Onuň fizikada eden işleri hemmä bellidir: belli *Kirhgofyň kanuny*, Gýuýgens-Freneliň prinsipiniň matematiki subutnamasy,

**R.W.Bunzen** (1811-1899) bilen bilelikde spektral derňew usulyny oýlap tapmagy, günün spektrindäki fraungofer çyzyklaryny düşündirmekligi we ş.m.

Kirhgofyň döreden kanunyna görä, islendik jisimiň şöhlenenme we ýuwutma ukybynyň gatnaşygy şol bir baha deňdir:

$$\frac{E(\nu, T)}{A(\nu, T)} = \varepsilon(\nu, T)$$

$E$  (şöhlenenme ukyby) we  $A$  (ýuwutma ukyby) funksiýalary dürli bolup bilýärler,  $\varepsilon(\nu, T)$  funksiýasy bolsa üýtgemän galýar. Bu netije kanuny getirip çykaranda Kirhgofyň peýdalanan temodinamiki garaýyşlaryndan gelip çykýar. Absolyt gara jisim üçin  $\varepsilon(\nu, T) = 1$

Soňky barlaglar  $\varepsilon(\nu, T)$  - iň görnüşini kesgitlemeklige gönükdirildi. Şunlukda, hem tejribe we hem nazary işlerde alnyp barylýdy.  $\varepsilon(\nu, T)$  görnüşi 1879-njy ýylda awstriýaly fizik **Ý.Stefan** (1835-1893) tarapyndan tejribede alyndy, 1884-njy ýylda bolsa L.Bolsman aşakdaky formulany nazary hödürledi:

$$\varepsilon = \sigma T^4$$

Bu aňlatma *Stefan-Bolsmanyň kanuny* diýilýär. Bu kanun integral kanundyr. Ol absolyt gara jisimiň şöhlenenme energiýasynyň temperatura baglylykda üýtgemesini kesgitleýär.

Indiki mesele absolyt gara jisimiň karakteristik şöhlenenmesiniň ýygylga baglylygyny kesgitlemekdi. Ilkinji bolup bu meseläni **Wilhelm Win** (1864-1928) çözdü we 1896-njy ýylda absolyt gara jisimiň spektrinde energiýanyň paýlanyşynyň kanunyny algy. Munuň üçin ol ýapyk zerkal gabyklaryň içinde ýerleşdirilen, termodinamiki deňagramlylykda absolyt gara jisimiň spektrindäki

energiýanyň paýlanyşyna degişli bolan tolkun uzynlyklary boýunça paýlanmaklyk bolup geçýän, osillýatorlaryň birleşmesine seretdi. Netijede aşakdaky aňlatma alyndy:

$$\varepsilon(\nu, T) = \text{const} \nu^3 F(\nu/T)$$

Bu formula termodinamika üçin getirilip çykarylandyr we spektriň uzyn tolkunly böleginde ýerine ýetmeýär. 1886-njy ýyda Win has takyk formulany tekliplendi:

$$\varepsilon(\nu, T) = C_1 \cdot \nu^3 \cdot \exp(-c \nu T^{-1})$$

Bu formula Makswelliň paýlanmasyna hem gabat gelýär.

**J.U.Reley** (1842-1919) we **J.H.Jins** (1877-1946) absolýut gara jisimň şöhlemenme karakteristikalarynyň ýygylga baglylygy üçin aňlatmany aldylar. Bu formula adatyça *Reley-Jinsiniň formulasy* diýilýär. Bu formula spektriň uzyn tolkunly bölegini oňat beýan edýär. Spektriň gysga tolkunly böleginde aňlatma şöhlemenmäniň intensiwliginiň ýokarlanmagyna getirýär (*ultramelewşe weýrançylygyna*).

Şeýlelikde, Winiň we Reley-Jinsiniň formulalary absolýut gara jisimň şöhlemenmesiniň aýratynlyklaryny doly beýan edip bilmediler. Ýokarky formulalar getirilip çykarylanda ulanylan nusgawy fizikanyň çäklerinde muny edip boljak däldi. Çözüwe täze garaýyşlar we çemeleşmeler zerurdy. Bu bolsa **Maks Planka** (1858-1947) başardy. OL *absolýut gara jisimň şöhlemenmesi diskretli, kwantlary goýbermek bilen bolup geçýär* diýlen çaklamany aýdyp ylymda rewolýusion ädim ätdi.

Ilkibaşda Plank termodinamiki garaýyşlardan ugur alyp, özüniň belli formulasyny, entropiýanyň ossilýatoryň orta energiýasy bilen baglanyşygyny aşakdaky görnüşde aldy:



$$\varepsilon(\nu, T) = \frac{c_1 \cdot \nu^3}{e^{\frac{c_2}{T}} - 1}$$

Bu formula 1900-nji ýylda alyndy.

Alynan formula tejribe bilen doly gabat geldi.

Indi Maks Plankyň öňünde has çylşyrymly mesele – bu formulany nazary ýol bilen almak meselesi durdy. Bu ýerde Maks Plank özüniň beýikligini görkezdi. Ol ideal gazyň makrohalynyň mikrohallaryň sany bilen kesgitlenýändigini baradaky Bolsmanyň ideýasyny döredijilikli ulandy. Maks Plank  $V$  hususy ýygylgy bolan  $N$  ossillýatorlaryň arasynda  $E$  energiýanyň kesgitli paýlanyşynyň ähtimallygy, bu ossillýatorlaryň arasynda energiýanyň paýlanyp bijek usullarynyň sanyna deňdir diýip çaklady. Soragyň şeýle goýulyşy dogry bolýar, haçan-da energiýa käbir  $\mathcal{E}$  ululyga kratnyny bolup posýalaýyn paýlanýan bolanda. Plank

$$E = \varepsilon \cdot p$$

diýip aldy, bu ýerde  $p$  - bütin san.

Plankyň özi we beýleki alymlar, onuň döwürdeşleri, kwantlama iş çaklamasy hökmünde seredipdirler we ol geljekde nusgawy fizikanyň çäklerinde öz düşündirişini tapar diýip çaklapdyrlar.

Kwant fizikasynyň esaslaryny tassyklamakda Albert Eýnşteýne uly orun degişlidir. Plankyň çaklasyny ol öňi bilen ýylylyk sygymynyň temperatura baglylygyny düşündirmek üçin ulandy. Nusgawy nazaryýete laýyklykda molýar ýylylyk sygymy islendik jisim üçin  $3RT$  - deňdir. Bu belli kanuna ony açan alymlaryň, ýagny **Pýer Lui Dýulongyň** (1785-1838) we **Aleksis Tereza Ptiniň** ady dakylandy. Tejribede ol ähli maddalar üçin ýerine ýetmeýär: käbir materiallar üçin temperaturanyň peselmegi bilen ýylylyk sygymy kemelýär.

Ossilyatorlaryň energiýalary kwantlanýarlar diýip çak edip, Eýnşteýn 1907-nji ýylda, bir erkinlik derejesine, nusgawydan tapawutly bolan energiýa deňişdigini görkezdi. Onda ýylylyk sygymy üçin, tejribe bilen oňat gabat gelyän, aňlatmany almak bolar:

$$c_0 = 3R \left( \frac{h\nu}{kT} \right)^2 \frac{\exp \frac{h\nu}{kT}}{\left( \exp \frac{h\nu}{kT} - 1 \right)^2}$$

Soňra (1912) bu nazaryýeti kämilleşdirilip **P.Ý.W.Debaý** (1884-1966) ony gaty jisimleriň ýylylyk sygymyny hasaplamak üçin ulandy.

1905-nji ýylda Eýnşteýn Plankyň çaklamasyny fotoeffekti we oňa ýakyn hadysalary düşündirmek üçin ulandy. Eýnşteýn adaty nusgawy optika “öz” hadysalaryny oňat düşündirýär, emma ýuwutma we şöhlelenme proseslerini bolsa ol düşündirmägy ukyply däl diýip hasaplaýardy. Ol şöhlelenme giňişlikde energiýalary  $h\nu$  bolan bölekler (kwantlar) görnüşinde ýaýraýar diýlen garaýşy ulanmaly diýip aýtdy.

Absolýut gara jisimiň şöhlelenmesini düşündirmekde Eýnşteýniň çemeleşmesi Plankyň çemeleşmesinden tapawutlanýardy. Eýnşteýn öz hasaplamalarynda termodinamikanyň kömegi bilen alynan Winiň formulasyny ulanýar monohromatik şöhlelenmäniň entropiýasyny aşakdaky aňlatma bilen kesgitleýär:

$$\Delta S = n \cdot \ln \left( \frac{V_1}{V_2} \right)$$

Bu ýerde  $V_1$  - gabyň göwrümi,  $V_2$  - şöhlelenme bilen doldurylan göwrüm.

Bu bolsa ideal gaz üçin alynan deňişli aňlatma bilen gabat gelyär, şunlukda

$n = \frac{\varepsilon}{h\nu}$  - kwantlaryň sany. Bu ýerden hem şöhlenme kwantlary girizilýär.

Şeýlelikde, şöhlenmäniň kwant modeliniň çäklerinde birnäçe effektleri: *fotoeffekti*, *gazlaryň fotoionizasiýasyny*, *lýuminessensiýada stoks süýşmesini* we ş.m. ýönekeý we aýdyň düşündirmek mümkin boldy.

Eýnşteýniň özi şöhlenme meseleleri bilen köp we netijeli işledi. Ol 1912-nji ýylda fotohimiýanyň esasy kanunyny açdy: *her bir ýuwudylan foton bir elementar fotoreaksiýany döredýär*. 1917-nji ýylda A. Eýnşteýn *spontan* we *mejbury şöhlenme* düşüňjesini girizdi. Bu düşüňjeler häzirki zaman kwant generatorlarynyň (lazerleriň) esasy düzýärler. 1917-nji ýyldaky işinde ol fotonyň impulsy  $\frac{h\nu}{c}$  diýip kabul etdi.

A. Eýnşteýniň fizika girizen fotonlaryny uzak wagtyň dowamynda uly ýaşly nesliň alymlary äsgermediler. Bu düşünişmezligi 1924-nji ýylda **Artur Holl Kompton** (1892-1962) rentgen şöhleleriniň ýaýramak effektini açyp, aradan aýyrdy.

1918-nji ýylda A. H. Kompton Kemбрижде hünärini kämilleşdirdi. Ol rentgen we gamma şöhleleriniň  $\lambda$  tolkun uzynlyklaryny ölçemek barada temany aldy. Bu şöhleler ataomlar tarapyndan ýaýrama sezewar edilende, ýaýran şöhlede, esasy şöhle bilen birlikde başga tolkun uzynlykly düzüjiniň döreýändigini, şunlukda,  $\lambda$  -nyň üýtgemesiniň ýaýrama burçyna baglydygy belli boldy.

Nusgawy nazaryýet Kompton effektini düşündirip bilmedi. Kwant nazaryýeti foton düşüňjesini ulanyp Kompton effektini düşündirip bildi. Bu ýerde fotonuň impulsynyň saklanma kanunynyň ulanylandygyny bellemek gerek. Komptonyň effektiniň açylmagy fizika kwantlygy girizen

Palnkyň we Eýnşteýniň ideýalarynyň dogrulygyny gutarnykly tassyklady.

Kwant nazaryýeti fizika ylmynyň bir bölegi boldy. Indi hiç kim ony inkär edip bilmeýärdi. Korpuskulýar-tolkun dualizmi, ýagny fotona bir wagtyň özünde tolkunyny we bölejigiň häsiýetlerini berip bolýanlygyny, nusgawy fizika nukdaý nazarynda düşündirip bolmaýandygy belli boldy. Bu dualizmi hasaba alyp fizikler düşünişer ýaly täze düşüňjeler gerekdi. Bu düşüňjeler kwant mehanikasynyň döremegi bilen döredi.

Kwant nazaryýetini esaslandyran alymlaryň terjimehallaryna seredeliň.

**Maks Karl Ernst Lýudwig Plank** (1858-1947) - görnükli nemes fizigi - nazaryýetçisi, Kil şäherinde hukuk fakultetiniň professorynyň maşgalasynda eneden doguldy. Mýunhende, soňra Berlinde okady. Mýunhen, Kil, soňra 1889-1928-nji ýyllarda Berlin uniwersitetleriniň professory boldy. Ylmy is tejribesine XIX asyryň 70-nji ýyllarynyň ahyrynda başlady. Garylan erginleriň himiki deňagramlylygy baradaky teoriýa oňa uly şöhrat getirdi.

Maks Plankyň esasy ylmy üstünligi - "täsir kwantyny" girizenligidir. Plank bilmi we ynanjy boýunça nusgawy bolup, professional pianist ýa-da



41-nji surat. M.Plank

fizik bolmaklyga höwes eden adamdyr. Ol nusgawy we kwant fizikasynyň arasyndaky göze görünmeýän araçäkden ilkinji bolup geçdi.

1900-njy ýylyň 14-nji dekabrynda Maks Plank Nemes fiziki jemgyýetinde şöhlenenme kanunynyň nazary getirilip çykarylşy barada habar berdi (41-nji surat). Şol güni kwant fizikasynyň dörän güni hasaplamak bolar.

Plankyň işi alymlar tarapyndan çalt kabul edilmedi, diňe Eýnşteýniň işlerinden soň onuň işleri olar tarapyndan kabul edildi. 1918-nji ýylda Maks Plank Nobel baýragynyň eýesi boldy.

Maks Plankyň fizikanyň önündäki hyzmaty onuň kwant düşüňjesini girizenligi bilen çäklenmeýär. Plank ilkinjileriň hatarynda otnositelilik nazaryýetini kabul etdi we goldady. Ol relýatiwistik dinamikanyň çäklerinde energiýa we impuls üçin aňlatmany aldy. Hat-da, “otnositellik nazaryýet” diýlen termin hem Maks Planka degişlidir.

Maks Plankyň ömrüniň soňky ýyllary örän agyr geçdi. Birinji Jahan urşy döwründe onuň ogly wepat bolýar, soňra bolsa iki gyzy aradan çykýar. 1945-nji ýylda antigitler dil düwüşigine gatnaşanlygy üçin Plankyň ýene-de bir ogly jezalandyrylýar. Uruş döwründe onuň öýi ýykylýar, kitaphanasy ýanýar. Maks Plank 1947-nji ýylda 90 ýaşynyň golaýynda aradan çykýar. Täze, nusgawy däl fizikanyň döremegi onuň gözüniň önünde bolup geçdi. Onuň özi hem bu prosese uly goşant goşdy.

**Artur Holli Kompton** (1892-1962) - görnükli amerikean fizigi. 1927-nji ýylda Nobel baýragyny aldy. Wnster ş. (Ogaýo şaty) doguldy, Priston uniwersitetini tamamlady. Rentgen şöhlelerini derňemek we ulanmak boýunça hünärmen. Uzak wagtlap Çikago we Waşington uniwersitetlerinde işledi, Çikagoda metallurgiýa laboratoriyasyna ýolbaşçylyk etdi. A.H.Komptonynyň esasy

ylmy üstünligi - maddanyň elektronlarynda rentgen şöhleleriniň pyramagy hetjesinde tolkun uzynlygynyň üýtgemesini (*Kompton effekti*) tejribede açdy we bu hadysanyň nazaryýetini döredti.

**Gustaw Robert Kirhgof** (1824-1888) - nemes fizigi. Kýonigsberg uniwersitetini tamamlady, Breslaw, Geýdelberg we Berlin uniwersitetleriniň professory boldy. Alymyň ylmy işleri elektrige, mehanika we optika degişlidir. Ol şahalanan elektrik zynjrlarynyň garşylygyny (Kirhgofyň düzgüni) hasaplamak boýunça işleri bilen bellidir. Kirhgofyň esasy üstünligi spektroskopiýadadyr, ýagny ol fraungofer cyzyklarynyň tebigatyny düşündirdi.

**Wilgelm Win** (1864-1928) - nemes alymy, Berlin uniwersitetini tamamlady, Gelmgolsyň okuwçysy boldy. Uzak wagtyň dowamynda Wýursburg, soňra bolsa Mýunhen uniwersitetleriniň professory bolup işledi. Ýylylyk şöhlenenmesini öwrenmek boýunça işleri (*Winiň şöhlenenme kanuny*, *Winiň süýşme kanuny*) Wini dünýä meşhur etdi. Bu işler üçin oňa 1911 -nji ýylda Nobel baýragy berildi. Wilgelm Win 1907-nji ýylda ilkinji bolup rentgen şöhleleriniň tolkun uzynlygyny ölçedi.

**Peter Yožef Wilgelm Debaý** (1884-1966) nemes fizigi. Belgiýada (Maastricht ş.) doguldy (42-nji surat). Mýunhen uniwersitetini tamamlady. Germaniýada birnäçe uniwersitetleriň, 1940-njy ýyldan ömrüniň ahyryna çenli bolsa ABŞ-yň Kornel uniwersitetiniň professory boldy.

Ylmy işleri gaty jisimleriň kwant nazaryýetine, ýylylyk geçirijiligiň we molekulalaryň gurluş nazaryýetlerine, atomyň kwant nazaryýetine degişlidir. Ýylylyk sygymynyň meselelerini çözmekligiň we ýylylyk sygymynyň temperatura baglylygyny (*Debaýyň ýylylyk sygymy kanuny*) hasaplamak usullaryny döredti. Kwant efektleri ýüze çykyan zolagy



42-nji surat. P.Debaý

kesgitleýän, çäklerinde  
Debaýyň *harakteristik*  
*temperaturasy* girizilen,  
gaty jisimiň modelini  
dörettdi.

Debaý birnäçe  
amaly barlaglara  
bagyşlanan işleriň  
awtorydyr (Debaý –  
Şerreriň rentgen barlaglar  
usuly, Jiok - Debaýyň pes  
temperaturalaryny almak  
we beýlekiler).

Debaýa 1936-njy  
ýylda Nobel baýragy  
berildi.

#### 4.1.3 *Hereket edýän gurşawlaryň elektrodinamikasy we elektron nazaryýeti*

1881-nji ýylda A.Maýkelson “Ýeriň we ýagtylyk äkidiji efiriň otnositel hereketi” atly ylmy makalasynda Ýeriň efire otnositellikde hereketini ýüze çykarmagyň başartmandygyny aýtdy.

Maýkelsonyň esasy maksady Ýeriň efire otnositellikde hereket edýändigini kesgitlemekdi. Şol döwürde efiriň barlygy barada hiç kim ikerijänlenmeýärdi. Diňe Ýer hereket edende efir onuň bilen alnyp gidilýarmi ýa-da hereketsiz galýarmy diýlen sorag düşnüksizdi. Bu çaklamalaryň her haýsysynyň tarapdarlary bardy. Muny diňe tejribe çözüp biljekdi. Bu

tejribäni **Albert Abraham Maýkelson** (1852-1931) (43-nji surat) geçirdi.



43-nji surat. A.A.Maýkelson

Onuň tejribesiniň maksady Ýeriň hereket ugruna we oňa perpendikulýar goýberilen ýagtylyk şöhleleriniň tizligini kesgitlemekdi. Eger bu tizlikler dürli bolsalar, onda efir Ýer bilen alnyp gidilýär, eger bu tizlikler birmeňzeş bolsa, onda efir Ýer bilen bilelikde hereket edýär diýilen netijä garaşylýardy. Aým ölçegleri geçirmek üçin ýokary duýgurlykly abzaly –

şu wagta çenli onuň adyny göterýän interferometri ulandy.

Maýkelsonyň interferometriniň ilkinji nusgasy (44-nji surat) Berlin şäherinde Gelmgolsyň laboratoriýasynda synag

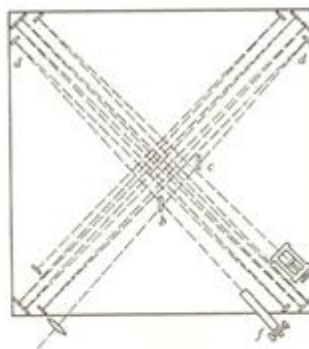
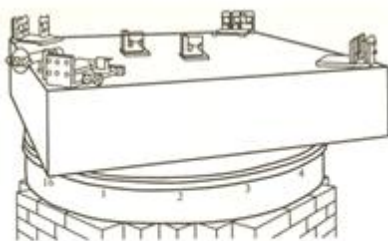


edildi. Emma ýol hereketi we beýleki päsgeçilikler ýeterlik takyklyk bilen tejribäni geçirmäge mümkinçilik bermedi. Şoňa görä-de interferometr asuda Potsdam şäherine geçirildi we beton fundamente oturdyldy. Geçirilen tejribäniň netijesinde Ýeriň efere otnositellikde hiç hili hereketiniň ýokdygy anyklanyldy.

G.A.Lorens

Maýkelsonyň tejribesini derňäp onuň hasaplama-larynda ýalňyş bardygyny 1886-njy ýylda ylmy makalasynda beýan etdi. Bir ýyl geçenden soň Maýkelson we **Edward Morli** (1838-1923) bu tejribäni has uly takyklyk bilen gaýtaladylar. Bu tejribede interferometr simaply gapda ýüzýän daş plitasynda oturdyldy. Köp gezekleýin serpilmäni ulanmagyň hasabyna optiki ýoluň uzynlygy 11 metr barabar boldy. Bu bolsa ölçeğiň takyklygyny 10 esse artdyrmaga mümkinçilik berdi. Tejribeler 1887-nji ýylda geçirilip gutaryldy we olaryň netijesi edil öňki tejribedäki ýaly otrisatel boldy. Bu netije şol döwrüň ähli garaýyşlaryna (G.Gersin aýdan ideýalaryndan başga) ters geldi.

Genrih Gers 1890-njy ýylda iki sany möhüm makalany çap etdi. Ol birinji makalasynda Makswelliň deňlemelerini derňedi we “Bu deňlemeler gurluşyk materiallary bilen



44-nji surat. Maýkelsonyň interferometri

doldurylan we bu deňlemelerde wektor-potensial häkimlik edýär” diýip belledi. Diňe G.Gers Makswelliň deňlemelerini biziň häzirki ulanyan görnüşimizde ýazdy. Ol ikinji makalasynda Maýkelsoonyň-Morliniň tejribesini äkidilýän efiň nazaryýeti esasynda düşündirdi. Emma äkidilýän efiň nazaryýeti Fizonyň tejribesini, Abberasiýany, Rentgeniň tejribelerini we başgalary düşündirmäge mümkinçilik bermeýär.

Hereket edýän gurşawlaryň şol döwürde bar bolan ähli tejribe faktlaryny düşündirip biläýjek, täze ideýalara esasanan, düybünden başga nazaryýet gerekdi. Bu nazaryýet fizikanyň taryhynda elektron nazaryýeti diýen ada eýe boldy. Bu nazaryýetiň esasy **Genrih Anton Lorens** (1853-1928) goýdy (45-nji surat).

Beýik Makswell özüniň “Traktatynda” atom zaryady barada ideýa geldi. Ýöne ol gelejekde meýdan garaýyşlary bu düşüňjani artykmaç eder diýip garaşýardy. Onuň bu çaklamasy amala aşmady. Tersine elektrigiň diskretligi barada garaýyş ösdi. 1891-nji ýylda irland fizigi Jonson Stoney (1826-1911) “elektron” termini girizdi. Emma bu diňe termindi, elektrik



45-nji surat. H.A.Lorens

zaryadynyň diskretligi baradaky ideýa Faradeýe degişlidir.

G.A.Lorens özüniň irki işlerinde elektrik nazaryýetine atomistikany girizip başlapdy. Ýagny ol özüniň doktorlyk dissertasiýasynda gurşawda ýagtylygyň tizliginiň üýtgemegini

elektikleşmedik bölekleriň täsiri bilen düşündirmäge synanyşdy. 1878-nji ýylda ol daniýaly **L.Lorens** (1829-1891) bilen bilelikde döwürle görkezijisi we gurşawyň dykzlygynyň arasyndaky baglanyşygy görkezýän belli formulany (Lorensiň-Lorensiň formulasy) hödürledi.

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 1} = \frac{4}{3} \pi N \alpha_{el}$$

bu ýerde  $\alpha_{el}$  - polýarlaşma koeffisiýenti.

1892-nji ýylda G.A.Lorens elektron nazaryýetiň esaslaryny beýan etdi. Onuň nukdaýnazaryna görä dünýä maddadan we efirden ybaratdyr. Efir hereketsiz diýip hasap edilýär. Bu nukdaýnazaryň esasynda ol şol döwürde belli bolan tejribeleri (Freneliň, Fizonyň, Maýkelsonyň we Morliniň) düşündirmäge synanyşdy. Bulary düşündirmek üçin ol hereketiň ugry we oňa perpendikulýar ugur boýunça ölçenilýän  $L$  uzynlyklarynyň deň dälidigi baradaky çaklamany aýtmak bilen mümkin boldy:

$$l(1 - \alpha) , \quad \alpha = \frac{p^2}{2g^2}$$

bu ýerde  $p$  – Ýeriň tizligi,  $g$  -- ýagtylygyň tizligi. Bu gatnaşygy irland fizigi **J.F.Fitsjerald** (1851-1901) tarapyndan alnandygy belli boldy.

Bu çaklama örän batyrgaý, nusgawy garaýyşlardan örän daş hem bolsa, Lorens bu ýerde masşabyň gysylmasy baradaky çaklamany getirip bildi. Şeýlelikde, elektrodinamikada ilkinji relýatiwistik baglanyşyk (häzirki zaman belgilerinde)

$$l = l_0 \sqrt{1 - \beta^2}$$

gatnaşyk döredi.

Başga bir relýatiwistik netije – massanyň energiýa baglylygy – 1881-nji ýylda 25 ýaşly **Jozef Jon Tomson** (1856-1940) tarapyndan alyndy.

Şeýlelikde, dünýäniň elektromagnit suratynyň çäklerinde otnositellik nazaryýetiň möhüm netijeleri alyndy: uzynlyklaryň gysgalmasy, massanyň we energiýanyň baglanyşygy (hemişelik köpeldijiniň takyklygynda). Şunlukda, dünýäni Makswelliň elektrodinamika kanunlary we Nýuton mehanikasynyň kanunlary dolandyýarlar diýip hasap edildi. Hereket edýän gurşawlaryň elektrodinamikasy otnositellik nazaryýetine getirmedi, emma taryhy taýdan bu şeýle hem bolup geçdi. 1895-nji ýylda Lorensiň “Hereket edýän jisimlerdäki elektrik we optiki hadysalaryň nazaryýetiniň tejribeleri” atly fundamental işinde Lorens elektron nazaryýeti beýan etdi.

1904-nji ýylda çap eden “Ýagtylygyň tizliginden kiçi tizlik bilen hereket edýän ulgamlarda elektromagnit hadysalary” atly makalasynda Lorens biziň häzirki döwürde bilýän, Lorensiň öwürmeleri ady bilen belli bolan aňlatmany getirdi. Emma ondan dört ýyl öň inlis fizik-teoretigi **Jozef Larmor** (1857-1942) bu öwürmeleri, biziň häzirki bilýän görnüşimizdäki ýaly görnüşde alypdy. Larmor Makswelliň deňlemeleriniň formasynyň, eger hereket edýän we gozganmaýan ulgamlaryň koeffisiýentleriniň arasyndaky baglanyşyk:

$$x' = \frac{x - \mathcal{G}t}{\sqrt{1 - \beta^2}} ; \quad y' = y ; \quad z' = z ;$$

$$t' = \frac{t - \frac{\mathcal{G}}{c^2} x}{\sqrt{1 - \beta^2}} ; \quad \beta = \frac{\mathcal{G}}{c} ;$$

gatnaşyklar bilen kesgittenýän bolsa, hereket edýän ulgamda hem üýtgemän galyandygyny görkezdi.

Lorens muny giç we Larmordan erbet ýerine ýetirdi. Emma muňa seretmezden ylmyň taryhynda “*Lorensiň öwürmeleri*” diýen at galdy. Bu at **Anri Puankare** (1854-1912) degişlidir. Ol Lorensi otnositellik prinsipini nazara almandygy

üçin tankytlady. Puankare Lorensiň öwürmelerini özüçe giňeldýär we derňeýär. Ol tizlikleriň goşulma, elektirk we magnit meýdanlarynyň güýjenmeleriniň öwürmelerini, zarýadyň dykyzlygy, toguň dykyzlygy formulalary hödürledi we dört ölçegli relýatiwistik elektrodinamikany döretti.

Ýöne Larmor hem, Lorens hem, Puankare hem öz nazaryýetlerini efir düşüňjesine daýanyp, nusgawy elektrodinamikanyň esasynda ösdürendiklerini bellemek gerek. Olar birtopar tejribeleri düşündirmekligi we zerur bolan matematik apparaty döretmekligi başardylar. Emma otnositellik prinsipine tebigatyň umumy kanuny hökmünde düşünmeklige olar ýetmediler. Giňişlik we wagt baradaky täze garaýyşlary döretmek üçin fundamental ähmiýeti bolan ýagtylygyň tizliginiň hemişeligi we aňryçäk bahasy baradaky sorag olar tarapyndan galdyrylmandy. Otnositellik nazaryýeti hakyky dörediji Albert Eýnşteýndi.

Larmorda, Lorensde we Puankarede öwürmelerde uzynlyk we wagt üýtgeýän hem bolsa, bu üýtgemeler ýüzleý häsiýetdedi. Giňişlik-wagt baradaky garaýyş olaryň işlerinde Nýuton döwründen bäri üygyewsiz galypdy. Bu garaýyşlar ýewklid geometriýasyna esaslanandy. XIX asyryň görnükli matematiklari **Nikolaý Iwanowiç Lobaçewskiý** (1792-1856) we **Bernard Riman** (1826-1866) ýewklid geometriýasyndan tapawutly bolan täze geometrik ulgam döretdiler. Hakykatyň hatyrasyna bu geometrik ulgama beýik K.F.Gaussyň we wenger matematigi Ýanoş Bolýaýyň hem gelendiklerini aýtmak gerek.

Lobaçewskiý we Riman tarapyndan döredilen ýewklid däl geometriýa giňişligiň täze häsiýetlerini beýan edýärdi. Bu giňişlik indi ýewkliddäki ýaly diňe bir tekiz bolman ol egri hem bolup bilýär: Rimana görä (sfëra) položitel ýa-da Lobaçewskä görä (pseudosfera) otrisatel. Şeýlelikde, XIX asyryň ahyrında matematikler tekiz üç ölçegli giňişlikden egriligi bolan

köpölçeqli giňişlige geçdiler. Bu geometriýalaryň haýsysynyň hakykata laýyk gelyändigini baradaky soragy diňe tejribe çözmelidi.

Praga uniwersitetiniň professory, awstriýaly fizik we filosof **Ernst Mah** (1838-1916) absolýut giňişlik we wagty düşüňjesini güýçli tankyt etdi. Gynansak hem, Mah fizik hökmünde, wagtyň materiýanyň beýleki görnüşleri bilen baglanyşygy barada has ulanarlykly ideýalary aýtsa hem, filosof hökmünde ol Nýutona çenli döwre gaýdyp gelýär.

Gynansak hem, sowet döwründe Mahyň filosofiýasynyň tankytlanylmagy, onuň fizikadan eden işleriniň gymmatyna öz täsirini ýetirdi. Mah görnükli fizikdi. A. Eýnşteýniň belleýşi ýaly, Mah „umumy otnositellik nazaryýetine gelmekden daş dälidi“. Gynansakda bu beýle bolmady: Mah mehanikany meýdan ideýasy bilen we ýagtylygyň tizliginiň gutarnykly baha eýe bolýandygy baradaky fakt bilen baglanyşdyryp bilmedi. Muňa seretmezden E. Mahyň işleri A. Eýnşteýniň garaýyşlarynyň formulirlenmeginde oňyn rol oýnady. Ol bu barada birnäçe gezek işlerinde ýatlady.

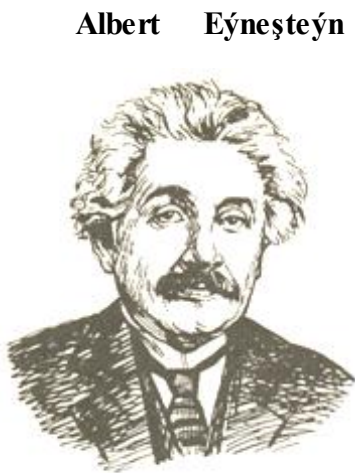
G. Gers hem Nýuton mehanikasyny derňemäge synanyşdy, ýöne ol hem şowsuz boldy. Tebigat ýene-de, özüniň gizlin syrlynyň birini açmak üçin akyldaryň gelmegine garaşýardy. Bu akyldar döredi. Ol beýik fizik we görnükli şahsyýet A. Eýnşteýndi.

Larmoryň „Efir we materiýa“ monografiýasy (1900) elektrodinamikanyň ösmekliginde möhüm rol oýnady. A. Puankare – fransuz fizigi, matematigi, inžener, astronom we filosof. Puankare otnositellik nazaryýetine, termodinamika, elektrige, optika, maýyşgaklyk nazaryýetine, molekulýar fizika degişli işleri etdi. 1904-1905-nji ýyllarda ol otnositellik nazaryýeti açmaklyga has golaý geldi.

**A.A.Maykelson** – görnükli amerikan fizigi. 1852-nji ýylda polşada eneden doguldy. 1854-nji ýyldan başlap ABŞ-da ýaşaýar. 1907-nji ýylda Nobel baýragyna mynasyp boldy.

A.Maykelsonyň esasy işleri optika we spektroskopiýa degişlidir. Ol „efir ýelleriniň“ ýokdugyny subut eden tejribäniň awtorydyr. Bu teribe ýörite otnositellik nazaryýetiniň tassyklanmagynda uly rol oýnady.

#### **4.1.4 A.Eýnşteýn we görülik nazaryýetiniň döremekligi**



46-njy surat. A.Eýnşteýn

**Albert Eýneşteýn** (1879-1955) Ulma şäherinde (Germaniýa) kiçi telekeçiniň maşgalasynda eneden doguldy (46-njy surat). Ekleňç üçin onuň maşgalasy bir şäherden beýlekä kân göçüpdir. Orta bilimi doly alyp bilmeýär. 16 ýaşda ol Sýurihdäki (Şweýsariýa) ýokary politehniki mekdebine okuwa girmäge synanyşýar, yöne giriş synaglaryndan geçip bilmeýär. Soňra ol Arraý şäherinde orta mekdebe okuwa girýär.

1896-njy ýylda – Sýurihdäki ýokary politehniki mekdebe, pedagogiki fakultetine okuwa girýär. 1900-njy ýylda ol bu mekdebi tamamlayar.

1901-nji ýylyň maý aýyndan oktýabr aýyna çenli ol politehnikumda matematika mugallymy bolup işleýär. 1902-1909-nji ýyllar aralygynda Bern şäherinde (Şweýsariýa) patent

býuroda tehniki inspektor bolup işleýär. Býuroda işleýän döwründe ol özüniň belli eserlerini ýazdy.

Onuň ilkinji işi molekulýar fizika we termodinamia bagyşlanandyr. Ol Broun hereketiniň nazaryýetini döretdi. Ol bu işini “Molekulalaryň ölçegleriniň täze kesgitlemesi” makalasynda beýan etdi (1905-nji ýyl, “Annalen der Physik”, 17 tom).

A. Eýnşteýniň “Hereket edýän gurşawlaryň elektrodinamikasyna degişli” (1906) işi ýörite otnositellik nazaryýetiniň esaslary baradadyr. Ol 1907-nji ýylda ýylylyk sygymynyň kwant nazaryýetini döretdi.

1912-nji ýylda Sýurih ýokary tehniki mekdebiniň professory, 1914-nji ýylda Prussiya ylmlar akademiýanyň agzasy (Berlin ş.) boldy. Bu ýerde ol umumy otnositellik nazaryýetini döretdi, de Gaaz bilen Amperiň molekulýar toklaryny derňemek boýunça belli tejribeleri geçirdi.

1922-nji ýylda Eýnşteýne Nobel baýragy berildi.

XX asyryň 20 – nji ýyllaryndan soň nasistler Eýnşteýni yzarlap ugraýarlar. Ol Pruss akademiýasyndan çykýar. 1933-nji ýylda Ýokary barlaglaryň Priston (ABŞ) institutyna geçýär.

1939-njy ýylda ol prezident Ruzwelte (ABŞ) atom energiýasy baradaky işleri güýçlendirmek barada hat ýazýar. Ol 1945-nji ýylyň 2-3-nji awgustyndaky Hirosima we Nagasaki tragediýasyna gaty gynanýar.

1917-1955-nji ýyllarda ol kosmologiýa we meýdanyň Beýik birleşme nazaryýetine degişli işleri etdi. Bu işler ona üstünlik getirmedi, sebäbi meýdanyň bütewi nazaryýetini döretmegiň wagty gelenokdy. Bu ugurda diňe häzirki wagtda belli bir işler edildi. “Beýik birleşme” – güýçli, gowşak we elektromagnit özara täsirleriň bütewi tebigaty barada nazary modeldir. Bu model häzir özüniň döremek ýagdaýyndadyr. Bu “Birleşmä” grawitasiýa özara täsiri hem goşmaklyk niýet



edilýär. Bu ugurda örän köp eksperimental we nazary işler edildi.

A.Eýnşteýniň “Hereket edýän gurşawlaryň elektrodinamikasy” atly ylmy işiniň ähmiýetiniň örän ulydygyny bellemek gerek. Onuň otnositellik teoriýasy boýunça eden baş işi “Hereket edýän gurşawlaryň elektrodinamikasy” atly işidir. Onuň belleýşine görä “Otnositellik nazaryýetini dogry däl diýip tassyklajak bolýan tejribeler, edil baky dwigateli gurmaga synanşyk edilen ýalydyr” diýýär.

Onuň “Hereket edýän gurşawlaryň elektrodinamikasy” atly işinde aşakdaky netijeler alyndy:

- giňişlik we wagt problemasyňa täzeçe çemeleşildi;
- Lorensiň öwürmeleriniň kömegi bilen alynan ähli hasaplaýyş ulgamlaryň deňgüýçlidigi barada aýdyldy;
- Ýeriň efirde otnositellikde hereketini kesgitlemäge degişli tejribeleriň hiç hili netije bermänligi sebäpli, şeýle çaklama aýytmak bolar: “Mehanikanyň deňlemeleriniň ýerine ýetýän ähli koordinata ulgamlarynda elektrodinamikanyň we optikanyň birinji tertipli deňlemelri ýerine ýetýändir”;
- Ýagtylyk giňişlikde kesgitli  $c$  tizlik bilen ýaýraýar (şöhlelenýän jisimiň hereket halyna bagly bomazdan).
- Ähli hasaplaýyş ulgamlarynyň deňgüýçliligi;
- Islendik hasaplaýyş ulgamynda ýagtylygyň tizliginiň hemişelikligi;
- Efir nazaryýetiniň ýalňyşlygy we onuň otnositellik nazaryýeti bilen ylaşmaýanlygy;
- Faradeýiň we Makswelliň elektromagnit yrgyldylaryna efirdäki tolkunlar hökmünde garaýyşlaryň nädogrylylygy;
- Elektromagnit meýdany özbaşdak fiziki hakykatlygy;

Eýnşteýn bu işinde we beýleki işlerinde özünden öňki alymlaryň işlerine (Maýkelsonyň, Lorensiň) salgylanmaýar.

“Hereket edýän gurşawlaryň elektrodinamikasy” atly kitabyň birinji bölümi–kinematika bagyşlanandyr. Bu bölümde ýagtylyk signallarynyň kömegi bilen sagatlary sinhronizasiýalaşdyrmak (sazlamak) usuly beýan edilýär we “wagt”, “birwagtda” düşüňjesine gelinýär.

Şeýle operasiýany Puankare hem edipdi, emma onuň sinhronlaşan sagatlary “hususu wagty” görkezmän, “ýerli wagty” görkezýärdi. Eýnşteýnde hiç hili “hakyky wagt” ýok.

Ýokarky kitabyň ikinji bölümünde aşakdakylar beýan edildi:

- elektromagnit meýdanlarynyň düzüjilerini öwürmek deňlemeleri;
- gözegçiniň kabul edýän ýygylgynyň çeşmäniň hereket tizligine baglylyk efektine (Dopler efekti);
- elektrik we magnit meýdanlarynda elektronyň hereket deňlemesi.

Eýnşteýniň postulatlary we ondan gelip çykýan netijelere seredeliň.

Eýnşteýni şu postulatlary girizdi: otnositellik prinsipini we ýagtylygyň tizliginiň hemişelik prinsipini.

Ol bu prinsipleri ulanyp aşakdaky netijeleri alyar: uzynlyklaryň otnositelligini; birwagtlygyň otnositelligini; Larmoryň (1900) öwürmelerini; masştablaryň kiçelmegini; sagatlaryň ýöreýşiniň haýallanmagyny; tizlikleriň goşulma kanunyny.

1905–nji ýylda ol massa bilen energiýanyň arasyndaky

$$E=mc^2$$

baglanyşygy aldy.

Eýnşteýniň otnositellik nazaryýetine degişli işleriniň ýene-de biri, onuň “Otnositellik prinsipi we onuň netijeleri barada” atly ylmy işidir.

Eýnşteýn 1907-nji ýylda “Otnositellik prinsipi we onuň netijeleri barada” işini çap edýär. Ol bu işinde elektromagnit meýdanyň inwariant häsiýetini beýan edýän öwürmeleri we atom energiýasyny almaga mümkinçilik berýän aňlatmany getirýär, inert massa bilen energiýanyň arasyndaky baglanyşygy we tizlenmeli hereket edýän ulgamlarda otnositellik nazaryýetini ulanmak mümkinçiligini aýtdy.

Bu işinde ol ekwiwalentlik prinsipini beýan edýär: grawitasiýa meýdany we hasaplanylş ulgamynyň deňişli tizlenmesi – ekwiwalentdir (Umumy otnositellik nazaryýetiniň ösüşiniň başlangyç nokady bolup inert massanyň we dartýan massanyň arasyndaky ekwiwalentlik prinsipidir, ýagny inersial däl ulgamlarda dartylma täsirini tizlenmeli hereketiň täsirinden tapawutlandyryp bolmaýar.)

Enşteýniň ýörite otnositellik nazaryýetini nemes alymy **German Minkowskiý** (1874-1909) “Giňişlik we wagt” (1908) işinde ösdürdi. Ol fizika dört ölçegli giňişlik-wagt düşünjesini girizdi, ýagny bu giňişlik üçin ýewklid däl geometriya ulanylyar. Dört ölçegli dünýäde hasaplaýyş ulgamyna bagly bolmazdan wakalar fiziki reallyga eyedir.

Minkowska görä ähli fiziki kanunlar Lorensin öwürmelerine otnositellikde inwariantdyr (dunýä postulyaty). Onuň girizen düşünjeleri relýatiwistik fizikada ulanylyar.

1911-nji ýylda Eýnşteýn umumy otnositellik nazaryýetini birjynsly dartylma meýdanlary üçin ösdürdi.

Umumy otnositellik nazaryýeti birnäçe efektleri önünden aýtmaga mümkinçilik berdi:

- ýagtylyk şöhlesiniň dartýan massanyň golaýýnda
- egrelmegi (meselem, Güniň);
- dartylma meýdanynyň täsiri netijesinde ýagtylygyň ýygylgynyň üýtgemegi (ýylylyklaryň şöhlelenme spektrinde şöhleleriň gyzyň çyzyga tarap süýşmegi);

- uly dartuw massasynyň golaýynda hemranyň orbitasynyň wagtlaýyn presessiýasy (Merkuriniň Güniň golaýyndaky hereketi; goşalaýyn pulsarlaryň ulgamlaryň hereketi).

Umumy otnositellik nazaryýeti 1916 –njy ýylda doly ýazylyp gutaryldy.

Şunlykda, Enşteýn ýewklid däl geometriýanyň düşünljelerinden we matematiki apparatyndan peýdalandy. Umumy otnositellik nazaryýetinden ýene-de, 2 sany netije alyndy. Häzirki wagtda olar megafizikanyň esasy düşüňjelerine öwrüldi: gara deşikler, grawitasiýa tolkunlary we grawitonlar (grawitasiýa meýdanynyň kwantlary).

Enşteýniň döwründe ýokarda aýdylan iki netijä düşünüp bolmayardy.

Gara deşikler - örän uly dartyş güýji bolan astrofiziki obýektlerdir. Olaryň üstlerini hatda ýagtylyk kwantlary hem taşlap gitmeyärler. Gara deşikleriň barlygy umumy otnositellik nazaryýetiniň möhüm netijesidir. Bu effektleriň köpüsi eksperimentde tassyklandy, ýagny 1919-njy ýylda ýagtylyk şöhleleriniň gyşarmasy we 1925-nji ýylda gyzyl grawitasion süýşme. Merkuriniň orbitasynyň presessiýasy hem açyldy.

1970 nji - ýyllarda umumy agyrlyk merkeziniň daşynda aýlanýan 2 sany neýtron ýyldyzlaryndan (pulsarlardan) ybarat astrofiziki obýektler hem açyldy. Goşa ýyldyzlary öwrenmeklik Eýnşteýn taraptndan aýdylan grawitasiýa tolkunlaryny ýüzleý kesgitlemäge (häzirkçe başga hili kesgitlemek başardanok) mümkinçilik berýär. Gara deşikler hem häzirkçe gös-göni tapylmady. Emma olaryň barlygy barada köp maglumatlar ýygnaýdy. Gara deşikleriň bardygy barada häzir hiç kim ikinjeleşmeýär.

## IKINJI BAP. ATOM WE ÝADRO FIZIKASYNYŇ DÖREMEGI

### 4.2.1 *Rentgen şöhleleriniň we radioaktiwligiň açylmagy*

Eksperimental ýadro fizikasynyň başlangyjy gazlardan toguň geçişini öwrenmek bilen başlandy. **F.E.A.Lenard** (1862-1947), **U.Kruks** (1832-1919) we XIX asyryň beýleki alymlary bu barlaglaryň tehnikasyny we usulyny dörediler: gaz trubkalaryny, ssintillýasiýa sanaýjylary (şçetçikleri) we beýlekiler.

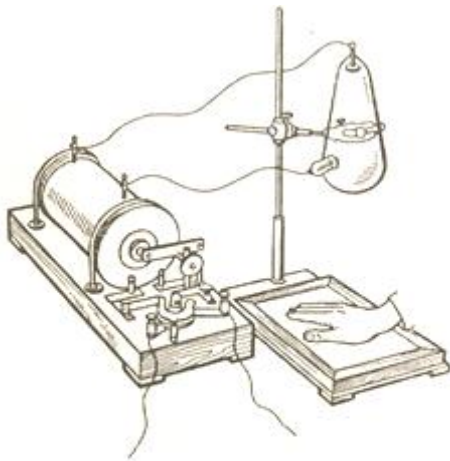
Şeýle trubkalardaky seýreklandirilen gazdan geçýän toguň döredýän effektlerini öwrenip nemes fizigi **Wilhelm Konrad Rentgen** (1845-1923) 1895-nji ýylda X-şöhlelerini açdy (47-nji surat). Bu açyş, käwagtlarda bolşy ýaly, tötänleýin boldy (48-nji surat). Trubkany ýapgy bilen



47-nji surat. B.K.Rentgen

ýapyp we otagdaky çyrany öçürip, Rentgen induktory tokdan ýazdyrmady. Ol şol wagt trubkanyň golaýynda ýerleşen lüminessent ekranyň ýagtylanýandy-gyny gördi. Diýmek, trubka şöhlenenmäniň çeşmesi, bu şöhlenenme ýapgydan geçirip lüminessent ekrany ýagtylandyrýar diýlen netije gelip çykýar. Rentgen bu şöhlenenmäni içgin derňeýär. Bu şöhlelere soňra *Rentgen şöhleleri* diýip at berdiler. Derňewler täze açylan X-şöhleleriniň katod şöhleleri däldigini görkezdi. Bu şöhleler ýokary geçijilik ukyba eýe, zarýady ýok, elektrik we magnit meýdanlarynda gysarmanyrlar.

Rentgeniň açyşy ylmy dünýäde uly gyzyklanma döretdi, bu tejribäni köp alymlar gaýtaladylar. Bu açyş durmuşda öz ulanyşyny tapdy we ýadro fizikasynyň döremegine getiren köp sanly derňewleriň esasyny goýdy. Rentgeniň döwürdeşlerine şeýle güýçli geçijilik ukyby bolan şöhleleriň, atamlaryň gizlin



48-nji surat. Rentgeniň abzalynyň  
çyzgysy

çuňluklaryndan  
geliändigi düşnükli  
boldy. Geljek munyň  
hakykatdan hem  
şeyledigini görkezdi. Bu  
şöhleleriň açylmagy  
ylmyň täze bölüminiň -  
atom fizikasynyň  
döremegine tarap ýolda  
ilkinji ädim boldy. X-  
şöhleleri 1895-nji ýylyň  
8-nji noýabrynda açyldy,  
bu şöhleleriň açylandygy  
baradaky habar bolsa,  
Berlin şäherinde 1895-nji  
ýylyň 29-nji dekabryny-

da yglan edildi.

Ylmy jemgyýet Rentgeniň açyşyna ýokary baha berdi. 1901-nji ýylda Rentgen fizikleriň arasynda ilkinji bolup Nobel baýragyna mynasyp boldy.

**Antuan Anri Bekkerel** (1852-1098) – üç arka (kakasynyň we atasynyň işini dowam etdirip) lüminessensiýa hadysasyny öwreniji, fransuz fizigidir. Ol A.Puankareniň “Hiç hili X-şöhleleri ýok, bu diňe ekranyň lüminessensiýa effekti bilen baglansykly bolan ýalňyşlyk” diýen pikirini barlamaklygy maksat edindi. Tejribäni geçirip, Bekkerel, uranyň öz-özünden şöhleleri göýberýändigini we bu şöhleleriň ýagtylyk geçirmeýän kagyza dolanan fotoplastinkany

ýagtylandyryandygyny gördi. Bu açyş 1896-njy ýylyň 1-nji martynda tötänleýin boldy. Bu açyş üçin 1903-nji ýylda Bekkerekle Nobel baýragy berildi.

**Josef Jon Tomson** (1856-1940) - Mançesterde (Angliýa) doguldy (49-njy surat). 1876-1880-nji ýyllarda Kembrij uniwersitetinde okady. 1884-nji ylda. Kawendiş laboratoriýasynyň direktory boldy.

Rentgen şöhleleriniň açylmagy Tomsony elektrigiň gazlardan geçiş hadysalary bilen gyzyklanmagyny artdyrdy.

1897-nji ýylda  
J.Tomson katod şöhleleriniň  
tebigatyny açdy. Elektronyň  
açylmak-lygyna katod  
şöhleleriniň magnit we  
elektrik meýdanlarynyň  
täsirini netijesinde

gyşarmasyny  
düşündirnekde gelindi.  
Magnit meýdanynyň katod  
şöhlelerine täsirini köp  
alymlar öwrendiler. Emma,  
elektrik meýdanynyň katod  
şöhlesine täsirini köp  
jedelleri döredýärdi.

Alymlaryň bir topary  
elektrik meýdany katod  
şöhlelerine täsir edýär,

beýlekileri täsir etmeýär diýýärdiler. J.Tomson magnit we elektrik meýdanlarynyň katod şöhlelerine täsirini içgin öwrendi. Pikirleriň gabat gelmezligini Tomson wakuunyň pesligi we ionlaşan gazyň garyndylarynyň daşky elektrik meýdanyň täsirini neýtrallaşdyryandygy bilen düşündirdi.



49-njy surat. J.J.Tomson

Tomson wakuumy güýçlendirip, elektrik meýdanynyň kömegi bilen katod şöhlelerini ep-esli gysardyp bildi. İçinde kondensatoryň plastinalary yerleşdiren Tomsonyň trubkasy häzirki döwürde *elektron-şöhle trubkasy* hökmünde tanalýar (1897). Tomsonyň usulyňyň fundamental ähmiýeti bardyr. Tomsonyň usulyňyň ösmegi elektron optikasynyň, elektron çyralaryň, häzirki zaman tizlendirijileriniň esasyňy goýdy. Tomson fiziklere elektronlary dolandýrmaklygy öwrettdi.

Tomson katod şöhlelerine magnit we elektrik meýdanlaryny täsir etdirip, katod şöhleleri üçin udel zarýady, ýagny  $e/m$  gatnaşygy kesgitledi (Bu gatnaşyk häzirki döwürde  $e/m=1,759 \cdot 10^{11}$  kl/kg. deňdir.

Bu gatnaşyk trubkadaky gaza bagly däl we elektroliz kanuny boýunça alynan wodorod iony üçin  $e/m$ -den 1000 esse uly boldy. Eger katod bölejiginiň zarýady wodorodyň zarýadyna deň bolsa, onda katod bölejiginiň massasy wodorod atomynyň massasyndan 1837 esse kiçi bolmaly. Bu netije garaşylmadyk netijedi. Korollyk institutynda bu netijä ynamsyz garadylar.

Tomson tejiribelerni dowam etdirdi. Ol ultramelewşe şöhleleri bilen goparylýan bölejikler üçin hem  $e/m$  gatnaşygy kesgitleýär. Bu gatnaşyklar şol bir bahany berýär. Bu ownuk bölejikleri Tomson korpuskullar diýip atlandyrýar. Bu at köp saklanmady. Bu bölejikleri *elektron* diýip atlandyrdylar. “Elektron” termini 1891-nji ýylda **J.Stoney** (1826-1911) hödürlepdi.

Elektronlaryň ähli maddalaryň atomlarynyň düzümi bölegidigi soňky geçirilen tejribeler subut etdi.

1903-nji ýylda J.Tomson öz işgärleri bilen “Elektrigiň gazlardan geçişi” monografiýasyny çap etdi.

1903-nji ýylda J.J.Tomson we ondan habarsyz U.Tomson, içinde otrisatel zarýadlanan bölejikler ýüzyň,



položitel zarýadlanan sfera görnüşinde atomyň nusgasyny (modelini) hödürlediler: “Otrisetel zarýadlanan korpuskullar (elektronlar) položitel zarýadlanan sferanyň içinde kesgitli tertip bilen ýerleşýärler.” Bu “atom modeli” Rezerfordyň planetar modeli döreyänçä we Boruň atom modeline çenli saklandy.

Şeýlelikde, XX asyryň başynda, atom antik alymlarynyň pikir edişleri ýaly hyýaly (gipotetik) bölejik bolman, nazary we eksperimental derňewleriň hakyky obýekti hökmünde ýüze çykdy. Atomyň bölünmeýän bölejik dälidigi belli boldy.

Elektronyň açylmaklygyna getiren, gazlardan toguň geçişiniň derňewleri üçin J.Tomsona 1906-njy ýylda Nobel baýragy berildi.

Şol döwürde Kawendiş laboratoriyasy fizika boýunça dünýäde belli merkezidi. Tomsonyň baş sany okuwçysy Nobel baýragynyň eýeleri boldular: **E.Rezerford**, **Ç.G.Barkla** (1877-1944), **L.Bregg** (1890-1971), **O.B.Riçardson** (1879-1959), **Ç.T.Wilson** (1869-1959).

1909-njy ýylda Regener elektronyň zarýadyny ölçedi we onuň  $e = 4,79 \cdot 10^{-10}$  SGS zarýad birligine deňdigini aýtdy. Bu gowy netijedi.

1909-njy ýylda R.E.Milliken (ABŞ) elektronyň zarýadyny takyk kesgitledi we Nobel baýragyna mynasyp boldy (1923). Onuň alan netijesi boýunça elektronyň zarýady  $e = (4,774 \pm 0,009) \cdot 10^{-10}$  SGS zarýad birligine deň.

**Pýer Kýuri** (1856-1906) we **Mariýa Sklodowskaýa-Kýuri** (1867-1934) radioaktiwligi derňemek boýunça möhüm işleri geçirdiler. Olar Bekkereliň tejribelerinden belli bolan urandan başga radioaktiw elementleri tapmaklygy maksat edindiler. Olar poloniý we radiý elementlerini açdylar, olaryň biologiki täsirini kesgitlediler, “ýarym dargama peridy” diýlen termini girizdiler. Ylym ugrundaky işlejek ýaşlara göreldi

bolarlykly, ylym adamsyna mahsus bolan häsiýetleri özlerinde jemlän ägirtler bolan Pýer Kýuriniň we Mariýa Sklodowskaýa-Kýuriniň durmuş we ylymy ýollaryna seredeliň.

#### **4.2.2 Pýer Kýuriniň we Mariýa Sklodowskaýa-Kýuriniň ylymy gahrymançylygy**

Fransuz fizigi, radioaktiwlik baradaky ylymy esaslandyryjylaryň biri, Pariž ylymlar akademiýasynyň agzasy **Pýer Kýuri** 1859-njy ýylyň 15-nji maýynda Pariž şäherinde dogulýar. Pariž uniwersitetini tamamlap, 1878-1883-nji ýyllar aralygynda şu okuw mekdebiniň fizika-matematika fakultetinde mugallym bolup işleýär. 1883-1904-nji ýyllar aralygynda Parižniň fizika we himiýa senagat mekdebinde kafedra müdiri, professory wezipelerinde işleýär.

Pýer Kýuriniň ylymy işleri kristallaryň fizikasyna, magnetizme, radioaktiwlige degişlidir. 1880-nji ýylda ol öz dogany, minerallary öwreniji J.Kýuri bilen bilelikde pýezoelektrik (deformirlenen kristallaryň üst ýüzünde elektrik zaryadlarynyň döremegi) we oňa ters bolan (kristala elektrik napraženiýesi berlende onda maýyşgak deformasiýanyň ýüze çykmagy) netijeliligi ýüze çykarýarlar. Açyk pýezoelektrik effektini ulanyp örän kiçi bolan toklary ölçeyärler.

Ol 1884-1885-nji ýylda kristallaryň emele gelişiniň nazaryýetini ösdürýär, meňzeşlik kanunyny açýar. Ilkinji gezek (1885) kristalyň gapyrgalarynyň üst energiýalary baradaky düşüňjani ylma girizýär. Şeýlelikde, haýsydyr bir täsiriň astynda bolan kristalyň simmetriýasyny kesgitlemäge mümkinçilik berýän usuly (*Kýuriniň usuly*) teklipl edýär. Giň temperaturalar aralygynda jisimleriň magnit häsiýetleriniň derňewlerini geçirýär.

P.Kýuri 1885-nji ýylda ähli maddalaryň magnit häsiýetleri boýunça üç topara: dia, para we ferromagnetiklere bölünýändigini açýar. Diamagnetik magnit meýdanyna ýerleşdirilse umumy magnit meýdany kiçelýär. Paramagnetiklerde we ferromagnetiklerde (soňkuda has-da uly) magnit syzyjylygynyň temperatura bagly dældigini kesgitleýär, paramagnetikleriň magnit syzyjylygynyň temperatura görä ters proporsional üýtgeýändigini açýar (*Kýuriniň kanuny*). Demir üçin kesgitli temperaturanyň bardygyny, şondan ýokarlansa onuň ferromagnit häsiýetiniň üýtgeýändigini (magnitlenen çüý 753<sup>0</sup> C gradusdan ýokary gyzdyrylsa jisimleri özüne çekmek häsiýetini ýitirýär) açýar (*Kýuri temperaturasy*).

1894-nji ýylyň baharynda Pýer Kýuri, heniz Pariž uniwersitetinde okap ýörkä, fizika jemgyýetiniň geňeşlerine yzygiderli gatnaşýan, alymlaryň täze açyşlary baradaky habarlaryny höwes bilen diňleýän (Polşada doglup rus gimnaziýasyny gutaran) Mariýa Sklodowskaýa bilen tanyşýar we 1895-nji ýylda oňa öýlenýär.

1897-nji ýylda Mariýa doktorlyk işiniň temasyňy saýlap almakçy bolanda, adamsy oňa 1896-njy ýylyň 1-nji martynda Pariž ylmlar akademiýasynyň mejlisinde Bekkereliň uran duzlarynyň daşky täsirlere bagly bolmazdan öz-özünden, tebigaty belli bolmadyk, haýsydyr bir şöhleleri göýberýändigini barada çykyş edendigini we şonda özüniň beren soragyna Bekkereliň: «Heniz köp zatlar näbelli. Siz fizik, şol bir wagtyň özünde-de himik, barlaň! Bu şöhlelenýän jisimlerde esasy orny eýeleýän garyndylar bolaýmasyn» diýip, aýratyn özüne ýüzlenendigini Mariýa ýatladyr we oňa Bekkereliň işleri bilen has içgin tanyşmagy maslahat berýär. Şeýlelikde geljekki ylmy işiň temasy belli bolýar.

Pýeriň haýyşy boýunça okuw mekdebinin rektory oňa birinji gatda ýerleşen, ön galan-gaçan zatlaryň saklanylýan, çygly, sowuk, abzallaşdyrylmadyk, uly bolmadyk otagy berýär.

Emma bu zatlar Mariýany aljyratmaýar. Ol tutanýerlilik bilen «Uran şöhlelenmesiniň hakyky çeşmeleri nämede?» diýen soraga jogap gözleýär. Belki-de, urandan başga himiki elementleriň-de şöhlelenmä ukyplylary bardyr? Bu meseleleri anyklamak üçin köp mukdardaky minerallary we duzlary barlamagyň gerekdigi düşnükli. Indi bu işe Mariýanyň adamsy P.Kýuri-de goşulýar.

Düzümünde uran we toriý bolan magdanlary birsyhly derňemek bilen, olar öň belli bolmadyk täze himiki elementi bölüp aýyrmagy başaýarlar. Ol elemente Mariýa Sklodowskaýa Kýuriniň watany bolan Polşanyň hormatyna Poloniý diýip at berýärler we öz-özünden şöhle göýbermek hadysasynyň diňe bir urana degişli däldigi ýüze çykarylýar.

1898-nji ýylyň 26-njy dekabrynda Pariž ylmlar akademiýasynyň mejlisinde Pýer Kýuri smolaly magdanlaryň spektral düzümine seljerme geçirilende olaryň spektrinde şol wagta çenli belli bolmadyk täze bir elemente degişli bolan çyzygyň ýüze çykarylandygyny, barlaglaryň netijesinde ol elementiň şöhlelenmesiniň arassa uranyň şöhlelenmesi bilen deňeşdireniňde ondan has güýçli şöhlelenýändigini habar berýär we täze açylan bu elementi «Radiý» (şöhleli) diýip atlandyrmagy teklipl edýär.

Dogry, maddanyň spektrindäki bu çyzyk fizikler üçin täze element barada ynandyryjy subutnama bolsa-da, himikleri kanagatlandyрмаýar. Olar: «Siz täze element barada aýdýarsyňyz. Ony bize görkeziň» diýýärler.

Täze elementiň ujypsyzja möçberini smolaly magdandan bölüp almak üçin onuň aşa köp mukdaryny gaýtadan işlemelidigine Mariýa we Pýer Kýuri oňat düşünyärdiler. Olar bu magdanyň düzüminde 1% golaý radiý bardyr diýip çak edýärdiler. Emma hakykatda bolsa, magdanyň düzümindäki radiýniň mukdary 1% ýüz müňden bir üleşünden-de az bolup çykýar. Bu bolsa şol bir mukdardaky radiýi almak üçin olaryň

pikir edeninden ýüzmiň gezek köp bolan magdany gaýtadan işlemegiň gerekdigini aňladýardy. Üstesine-de, bu mineral örän gymmatdy.

Näme etmeli? Pýer Kýuri bu gymmat bahaly mineralyň deregine işlenip, ýarawsyz diýip taşlanan magdanlary ulanmagy tekliپ edýär. Olar awstriýaly professor Sýusse ýüz tutup (magdan kärhanasy Awstriýada ýerleşýärdi) Wena ylymlar akademiýasyndan onuň özleri üçin şol magdan galyndylaryny bermegi haýyş edýärler.

Magdanlary işläř ýaly ýeri, jaýy nireden tapmaly? Pýer ýene-de işleýän mekdebiniň rektoryna ýüz tutýar. Olara polsuz, üstünden ýagys geçip duran jaýy berýärler. Olar ony arassalap, tertibe getirýänçäler Wenadan fransuz alymlaryna bir tonna uran magdanynyň galyndylarynyň sowgat berilýändigini barada hat gelýär. Eger-de, ol azlyk etse, ýeňillikli esasyda näçe gerek bolsa beriljekdigi-de hatda görkezilýär.

Mariýa we P.Kýuri agyr zähmet şertlerinde her günde 20 kilograma golaý uran magdanyny gaýtadan işleýärler. Howlynyň ähli ýerleri galyndylardan, himiki gaplardan, erginlerden, ergini birinden beýlekisine guýmak üçin gaplardan, çoýun legende birnäçe sagatlap garyşdyrylýan gaýnap duran suwuklyklar we şuna meňzeşlerden dolýar.

Toplanýan radiýniň mukdary kem-kemden artýar. Haçanda, olaryň şeýle agyr zähmet şertlerinde işläp başlanyna 48 aý dolanynda ampulada (az möçberde derman saklamak üçin ulanylýan agzy ýapyk gap) arassa radiýniň ondan bir gramyny toplamak başardýar. Bu bolsa täze elementiň 226-a deň bolan massasyny kesgitlemäge ýeterlik bolýar (ol Mendeleýewiň tablisasynda 88-nji belgili öýjükdä ýerleşýär). Täze elementiň işjeňligi urandan million gezek ýokary bolup çykýar. Bu hadysany olar *radioaktiwlik* diýip atlandyrýarlar.

1899-njy ýylda Pýer Kýuri radioaktiw elementleriň çylşyrymly häsiýetleriniň bardygyny görkezýär. 1901-nji ýylda

radioaktiv elementleriň biologiki täsirini ýüze çykarýar. 1903-nji ýylda radioaktiv elementleriň ýarymdargama periody (radioaktiv atomlaryň ilkibaşdaky mukdarynyň ýarysynyň dargamagy üçin gerek bolan wagt), ol  ${}_{92}\text{U}^{238}$  üçin 4,5 milliard ýyla deňdir. Şonuň üçin hem uranyň işjeňligi birnäçe ýylyň dowamynda duýarlykly üýtgemeyär) düşünjesini girizmek bilen olaryň işjeňliginiň peselmesiniň mukdar kanunyny açýar. Radioaktiv dargamanyň daşky täsiriere bagly däldigini görkezýär.

Şundan ugur alyp, ýarymdargama periodyny ýer jynslarynyň absolýut ýaşyny kesgitlemegiň wagt etalony hökmünde ulanmagyny teklipe edýär. A.Lobard bilen bilelikde radiý duzlarynyň öz-özünden ýylylyk göýberýändigini ýüze çykarýar. Bu bolsa atom energiýasynyň bardygynyň ilkinji subutnamasy bolýar. XIX asyryň ahyrynda we XX asyryň başynda bolan şeýle uly açyşlar fiziki dünýägaraýyşda rewolýusiýa döredýär (1 gram radiý darganda 25 tonna buzy eretmäge ýeterlik bolan ýylylyk bölünip çykýar).

1903-nji ýylyň 25-nji iýunynda Mariýa Kýuri doktorlyk işini goraýar. Şol ýylyň noýabr aýynda Pýer we Mariýa Kýurilere Angliýada ylmy işler boýunça iň ýokary sylag hasaplanylýan Dewi medaly gowşurylýar. Şol aýda-da, är-aýal Kýurilere (Bekkerel bilen bilelikde) fizikadan radiaktivlik ulgamynda bitiren ajaýyp ylmy işleri üçin Nobel baýragy berilýär.

Kýurileriň atlary şöhratyň ýokary derejesine galýar. 1906-njy ýylda uly betbagtlyk ýüze çykýar. Ýoldan geçjek bolanynda Pýer Kýuri ýük arabasynyň aşagyna düşüp 48 ýaşynyň içinde wepat bolýar.

Birinji jahan urşunyň oň ýanynda Parižde Radiý instituty döredilýär. Ol Mariýanyň gyzy Ireniň we giýewisi Jolio Frederigiň iş ýeri bolýar. Radiý instituty soňra fizikadan we himiýadan halkara mekdebine öwürülýär.

Mariya Kýurä 1911-nji ýylda ikinji gezek (bu gezek himiýadan) Nobel baýragy gowşurylýar. Ol häzirki döwre çenli Nobel baýragyna iki gezek mynasyp bolan ýeke-täk alymdyr.

Mariya Kýuri 1934-nji ýylda leýkemiýa keselinden aradan çykýar. Kýurileriň başlan işini olaryň okuwçylary dowam etdirýärler. Olaryň gyzy **Iren Kýuri** (1897-1956) we giýewisi **Frederik Zolio-Kýuri** (1900-1958) emeli radioaktiwligi açandyklary üçin 1935-nji ýylda himiýadan Nobel baýragyna mynasyp boldular. Kýurileriň hatyrasyna emeli usul bilen alnan 96-njy belgili transuran elementi Kýuriniň adyny göterýär.

### *2.3 Atom we ýadro fizikasynyň soňraky ösüşleri*

Radioaktiw hadysalarynyň açylmaklygy **Ernest Rezerfordyň** (1871-1937)

ady bilen hem aýrylmaz baglansyklydy (50-nji surat). Ol Täze Zelandiýada fermeriň maşgalasynda eneden doguldy. Kembrij unwersitetinde bilim alyar.

E.Rezerford radioaktiwligi 1898-nji ýylda Kanadanyň Monreal şäherinde Mak-Gill uniwersitetinde professor wezipesinde işleýärkä derňedi. Doly däl 10 ýylyň içinde Rezerford 66 sany ylmy makalany çap etdi. Bu makalalarda ol radioaktiwli-



50-nji surat. E.Rezerford

giň häzirki zaman nazaryýetiniň we atomyň gurluşynyň esaslaryny beýan etdi.

Has belli işleri Rezerford **Frederik Soddi** (1877-1956) bilen bilelikde ýerine ýetirdi. 1902-1903-nji ýyllarda olar radioaktiw dargama nazaryýetini we belli radioaktiw öwürülmeleriň kanunyny döredtiler:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

bu ýerde  $\lambda$  -radioaktiw dargama hemişeligi.

Şol döwre çenli (1899) E.Rezerford alfa we beta şöhleleri açypdy, 1903-nji ýylda bolsa alfa - şöhlemenmäniň tebigatyny derňäpdi.

Açylan kanunyň esasynda E.Rezerford we F.Soddi täze radioaktiw elementleriň bardygy barada (şol döwürde belli bolan üç sany (uran, poloniý, radiý) radioaktiw elementden başga) netijä geldiler. Olar bu makalasynda atomyň energiýasy baradaky soragy hem galdyrdylar, ýagny “atomda jemlenen energiýa islendik himiki reaksiýalarda bölünip çykýan energiýadan köp esse uludyr” diýip bellediler. Şeýlelikde, 1903-nji ýyly ýadro energiýasynyň açylan ýyly hasaplamak bolar.

Monrealda E. Rezerfordyň “Radioaktiwlik” atly belli monografiýasy çap edildi. Bu monografiýa birnäçe gezek gaýtadan neşir edildi. Ol Monrealda alfa-bölejiklerini we olaryň madda bilen özara täsirlerini öwrendi. Bu bolsa ahyr soňunda atom ýadrosynyň açylmagyna getirdi.

Rezerfordyň ylmy jemgyýetde abraýy örän beýikdi. 1907-nji ýylda ol Angliýanyň Mançester uniwersitetine geçýär. Rezerford bilen ýaş fizikleriň uly topary işleýärdi. Bu ýerde atomyň gurluşyny öwrenmek barada ägirt uly işler edildi. Mançesterde, Rezerfordyň laboratoriyasynda kwant we ýadro fizikasynyň düýbi tutuldy. 1908-nji ýylda Rezerforda himiýa boýunça Nobel baýragy berildi, sebäbi şol döwürde radioaktiwlik himiýa degişli hasap edilýärdi.



Birinji jahan urşy gutaradan soň (rentgen şöhleleriniň spektroskopiasynda “*Mozliniň kanuny*” atly kanuny döredip uly açyş eden **Genri Mozli** (1887-1915) birinji jahan urşunda wepat bolupdy), E. Rezerford 1919-njy ýylda Kawendiş laboratoriasynyň direktory wezipesine belleniýär we 1937-nji ýylda aradan çykýança bu wezipede işledi.

E.Rezerford Kawendiş laboratoriasynyň direktory wezipesine elementleriň emeli öwrülmeleriniň açylyşy bilen başlady. Bu açyş ýadro fizikasynyň ösüşine öz täsirini ýetirdi. Kawendiş laboratoriasynda Rezerfordyň gös-göni gatnaşmagynda atom we ýadro fizikasynda aýgytlaýjy açyşlar edildi. Rezerfordyň özi neýtronyň bardygyny öňünden aýtdy, neýtrony soňra **J.Çedwik** (1891-1974) açdy, 1932-nji ýylda **F.Aston** (1877-1945) durnukly izotoplary açdy, **J.D.Kokfort** (1897-1967) we **E.T.S.Uolton** (1903-1978) 1932-nji ýylda, özleri tarapyndan döredilen, dünýäde ilkinji *zarýadlanan bölejikleri tizlendirijide* tizlendirilen protonlar bilen litij elementini böldüler.

Rezerfordyň iň esasy üstünlikleriniň biri onuň atom ýadrosyny açmaklygydyr. Atomyň planetar modeli diňe bir Rezerfordyň ideýasy däldi. Bu modeli birnäçe alymlar öň hödürlepdiler. Emma planetar modeliň ýolunda nusgawy elektrodinamika durdy. Nusgawy elektrodinamika nukdaý nazaryndan položitel zarýadlanan ýadronyň daşynda elektronyň aýlanmaklygy elektronyň ýadronyň üstüne gaçmagyna we atomyň ýok bolmagyna getirýar. Emma, bu şeýle bolup geçmeýar – atomlar dünýä döräli bari bardyrlar.

Ylymda atomyň planetar modeliniň tassyklanmagyna getiren derňewler 1904-nji ýylda **G.Bregg** (1862-1942) tarapyndan başlanypdy. Ol maddada alfa-bölejikleriň ylgaw ýolunyň uzynlygyny kesgitledi. E.Rezerford alfa-bölejikleriň ýaýramasyny derňemekligi **G.W.Geýgere** (1882-1945) we **E.Marsdene** (1889-1970) tabşyrýar. Olaryň derňewleri 1909-

1910-njy ýyllarda täsin fakta getirdi: alfa-bölejikleriň ýeterlik köp bölegi uly burçlara ýaýraýarlar (8000 bölejiklerden biri  $90^0$ -dan uly burça gysaryp ýaýrady). Munuň özi, edil okuň papiros kagyzynyň listinden yzyna serpilişi ýaly täsin, akyla sygmajak zatdy. Munuň diňe ýeke-täk düşündirilişi bardy: atomda ýaýradygy-merkezi ýadro bar. Bu bolsa atomyň planetar modelidi. Rezerford şeýle ýaýramanyň ähtimallygyny hasaplady we onuň atomlaryň konsentrasiýasyna, plastinanyň galyňlygyna we

$$b^2 = \frac{2Neq}{m\vartheta^2}$$

ululyga proporsionaldygyny görkezdi. Ýokarky formulada  $Ne$  - atomyň merkezindäki zarýad,  $q$  -bölejigiň zarýady,  $m$  - bölejigiň massasy,  $\vartheta$  - bölejigiň tizligi. Şeýle hem, ýaýraýan bölejikleriň sany (meýdan birligine düşýän)  $\cos ec^4 \frac{\theta}{2}$  ( $\theta$  - ýaýrama burçy) proporsionaldygy kesgitlendi. Bu belli kosekans kanunydy.

Soňraky derňewler E.Rezerfordyň çaklamalaryny tassyklady. 1913-nji ýylda ýadronyň zarýadynyň Mendeleýewiň tablisasynda elementň eýeleýän belgisi bilen gabat geýandigi belli boldy. Şol ýyl F.Soddi we **K.Faýans** (1887-1979) radioaktiw dargamada *süýşme düzgünini* hödürlediler, Soddi bolsa izotoplar baradaky düşüňjani girizdi. Atomyň planetar ideýasy örän öndürjilikli boldy. Bu ideýada nusgawy elektrodinamika bilen gapma-garşylyk saklanyp galdy we XX asyryň iň görnükli fizikleriniň biri E.Rezerford, tejribeleriň dogry geçirilenligine we olaryň planetar modeli görnüşinde beýan edilşine doly ynanýan hem bolsa, bu gapma-garşylygy aýryp bilmedi.

Täze fizikany dördüjileriň biri bolan Nils Bor bu gapma-garşylygy çözmegi başardy. Nils Boruň häzirki zaman

fizikasyna goşandy bahalandyrylsa, ony diňe A.Eynşteýniň goşandy bilen deňeşdirip bolar. Onuň talanty ägirt uludy. Eynşteýniň şahsyýeti bilen deňeşdirilende Boruň şahsyýeti täsin we özüne çekiji. Eynşteýn- ýekeligi gowy görýän we okuwçylary bolmadyk alym. N.Bor onuň tersine-ylmy mekdebiň ýolbşçysy, özüne pikirdeş toparyň ýadrosy, elmydama egindeşleri, okuwçylary we dostlary bolan alym.

**Nils Bor** Kopengagen uniwersitetiniň professorynyň maşgalasynda 1885-nji ýylda doguldy (51-nji surat). 1908-nji ýylda bu uniwersiteti tamamlady, 1909-njy ýylda bolsa özüniň ilkinji makalasyny çap etdi. 1911-nji ýylda ol Kembrij uniwersitetiniň Kawendiş laboratoriyasynda hünärini kämilleşdirýär. Magnetizm boýunça ýazan traktaty J.J.Tomsonda hiç hili täsir galdyрмаýar. Ol şol ýerde E.Rezerford bilen tanyşýar.

1912-nji ýyldan başlap Bor Mançesterde Rezerfordyň ýanynda işleýar. Olar esasy mesele hökmünde atomyň planetar modelini nazary

esaslandyrmak hasaplaýardylar. Bu esaslandyrmanyň başlangyjy (häzirki wagtda biz kwant mehanikasynyň başlangyjy diýip aýdyp bileris) Boruň 1913-nji ýylda çap eden makalasy bilen başlandy.

Bor, edil J.J.Tomson ýaly, atomda elektronlaryň şeýle paýlanyşyny gözleýärdi, ýagny bu paýlanyş atomyň fiziki



51-nji surat. N.Bor

we himiki häsiyetlerini düşündirip bilmelidi. Emma ol esas hökmünde Rezerfordyň planetar atomyny aýar. Bu atomyň köp häsiyetleri Bora eýýäm gowy bellidi, ýöne iki sany aýratynlyk düşnüksiz bolup galýardy:

-nusgawy elektrodinamika bilen ylalaşmaýan atomyň durnuklylygy;

-spektrleriň döreýşi.

Çyzyklaryň seriýalaryndan ybarat bolan spektrler, gürrüňsiz, atomyň himiki tebigaty bilen baglanyşykly bolmaly diýlen pikir alymlary bu ugurda gözlegleri dowam etdirmäge höweslendirýärdi. Ilki **I.Ý. Balmer** (1825-1898), ondan soň beýleki alymlar spektral seriýalar üçin aňlatmalary aldylar. Ahyry, spektroskopiýanyň esasy kanuny tapyldy:

$$\partial = T' - T''$$

Bu ýerde  $T'$  we  $T''$  - berlen elementi häsiyetlendirýän spektral termeleriň iki agzasy.

Bor bu formulany nazary getirip çykardy we Ridbergiň hemişeligini fundamental ululyklar (elektronyň zarýady we massasy, ýagtylygyň tizligi we Plankyň hemişeligi) bilen aňlatdy. Munuň üçin Bor nusgawy fizika mahsus bolan birnäçe garaýyşlardan el çekmeli boldy. Şeýlelikde, Nils Bor häzirki wagtda bize gowy belli bolan postulatlary hödürledi:

1. Atomyň elektromagnit şöhlenenmäni şöhlelendirmegi (ýuwutmaklygy) elektronyň diňe stasionar orbitalaryň arasyndaky geçişlerinde amala aşýar.

2. Mehanikanyň adaty kanunlary elektron orbitada bolanda täsir edýär we elektron bir orbitadan beýlekä geçende bu kanunlar täsir etmeýarler.

3. Şöhlenenme monohromatikdir we  $E = h\nu$  aňlatma bilen kesgitlenýär.

4. Eger orbita tegelek bolsa, onda aýlanýan elektronyň impuls momenti  $\frac{h}{2\pi}$  kratnydyr.

5. Stasionar hal, her elektronyň massa merkezine otnositellikde impuls momenti  $\frac{h}{2\pi}$  deň bolar ýaly şertden kesgitlenýär.

Bu çaklamalar we Rezerfordyň atom modeliniň kömegi bilen N.Bor şol döwürde belli bolan spektral seriýalary düşündirmekligi başardy. Olardan başga-da, ol ýene-de beýleki seriýalaryň bolmalydygyny hem öňünden aýtdy. Bu seriýalar hakykatdan hem soň tapyldy we olar ilkinji açyjylaryň – Laýmanyň, Breketiň we Pfundyň atlary bilen atlandyryldy. Şeýle hem  $\xi$  Gäminiň burny atlandyrylýan ýyldyzyň spektrindäki Pikkeriň seriýasy hem düşündirildi. Ol seriýa ionlaşan geliniň spektrine degişlidir.

Boruň postulatlary nusgawy fizikanyň düzgünlerinden düýpleýin tapawutlanýar. Şol bir wagtyň özünde bu postulatlar M.Plankyň, A.Eýnşteýniň we beýlekileriň ösdüren kwant garaýyşlaryny hem kanagatlandyrýar. Boruň işleriniň döremekligi kwant garaýyşlary bir ugra gönükdirmäge kömek etdi. Soňra bu ugry “kwant mehanikasy” diýip atlandyrdylar.

Soňraky işlerinde Bor özüniň nazaryýetini üznüksiz takyklady we üstüni ýetirdi. Boruň postulatlarynyň üsti gabat gelme prinsipi bilen doldurdyryldy. Bu prinsip spektral çyzyklaryň intensiwligi we polýarizasiýasy barada netije çykarmaga mümkinçilik berýärdi. Gabat gelme prinsipi haçan kwant-mehaniki we haçan nusgawy kanunalaýyklary ulanmaly diýen soraga jogap berýär, ýagny bu prinsip bu kanunalaýyklaryň ulanyş araçäklerini kesgitleýär. Kwant mehanikasyny döredenligi üçin 1922-nji ýylda N.Bor Nobel baýragyna mynasyp boldy.

1915-1916-njy ýyllarda **Arnold Sommerfeld** (1868-1951) elektronyň elliptik orbitalar boýunça hereketine seredip we Boruň kwantlama düzgünini umumylaşdyryp Boruň nazaryýetini ösdürdi. Sommerfeld massanyň tizlige baglylykda

reljatiwistik üýtgemesini girizip, spektral çyzyklaryň inçe gurluşynyň nazaryýetini hem döretdi. Ol bu hasaplamalaryna *inçe gurluşyň hemişeligi* atly fundamental hemişeligi hem girizdi:

$$\alpha = \frac{2\pi e^2}{hc} = \frac{1}{137}$$

Ylmyň soňraky ösüşleriniň görkezişine görä, bu ululyk, häzirkî zaman fizikasynyň bir bölümi bolan-*kwant elektrodinamikasynda* esasy ululykdyr.

Zommerfildň bu işlerinden soň atomyň nazaryýetine *Boruň-Zommerfeldiň nazaryýeti* diýip atlandyrdylar. 1916-njy ýyldan başlap Boruň nazaryýeti köp alymlar tarapyndan ulanylyp başlandy. Meselem, spektral çyzyklaryň magnit we elektrik meýdanlarynda dagamasyny düşündirýän *Zeyeman effektiniň* we *Ştark effektiniň* kwant nazaryýeti döredildi.

N.Bor Köpengagende nazary fizika Institutyny döretdi. Bu instituty döretmekde Rezerfold oňa uly kömek edýär. 1922-nji ýylda bu institutda, geljekde täze kwant mehanikasyny döreden alymlar - **B.Pauli** (1900-1958) we **B.K.Geýzenberg** (1901-1976) – işleýp başladylar.

1922-nji ýylda Nils Bor Nobel leksiýalarynda atom nazaryýetiniň geljekdäki ösüşini doly suratlandyrdy. Ol easy mesele hökmünde Mendeleýewiň elementleriň periodiki ulgamyny kwant-mehaniki esaslandyrmak hasaplaýardy. Ägirt uly fiziki duýgurlygy bolan N.Bor Pauli prinsipini we spini bilmän, elementleriň periodiki ulgamyny dogry gurmaklygy we hat-da, käbir täze elementleri önünden aýtmaklygy başardy.

Boruň nazaryýeti bu nazaryýeti tassyklaýan köp sanly tejribe işleriniň döremegine getirdi.

Nemes fizigi-teoritigi **Maks Feliks Teodor fon Laue** (1879-1960) rentgen şöhlelenmäniň tolkun häsiýetiniň bardygyny açdy. 1912-1913-nji ýyllarda rentgen şöhleleriniň interferensiýany ýüze çykarýandygy anyklandy.

M.Laue kristallohimiya, aşagegeçirijlige, kristallofizika, kwant nazaryýetine we ş.m. degişli ylmy işleri etdi. Fizikanyň taryhynda ol rentgen şöhleleriniň difraksiýasynyň nazaryýetini dörediji hökmünde bellidir. Bu nazaryýet soňra tejribede tassyklanyldy. Bu açyş rentgen şöhleleriniň diňe bir elektromagnit häsiýetiniň barlygyny subut etmän, ol maddanyň gurluşyny kesgitlemäge mümkinçilik berýän-rentgengurluş derňewi atly güýçli usulyň döremegine getirdi. Bu açyş üçin M.Laue 1914-nji ýylda Nobel baýragyna mynasyp boldy.

**Georgiy Wiktorowiç Wulf** (1863-1925) - sowet kristallografiýa, kristallofizika, rentgen şöhlelerine we mineralogiýa degişli ylmy işleri etdi. 1913-nji ýylda G.W.Wulf we L.Bregg, biri-birinden habarsyz, rentgen şöhleleriniň kristallardan interferension serpilme şertini (Wulf –Breggiň formulasy) hödürlediler:

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

1908-nji ýylda birnäçe seriýalary bilen çyzykly spekt emele getirýän karakteristik rentgen şöhleleri açyldy. Genri Mozli bu seriýalar üçin süýşme kanunyny döretdi. Indi, Boruň nazaryýeti döränden soň, bu seriýalaryň döreýşini düşündirmek mümkin boldy. Bu nazaryýete görä, bu seriýalaryň döremekligi köp elektronly atomyň içki gabyklarynda elektronlaryň geçişi bilen düşündirilýärdi.

**J.Frankyň** (1882-1964) we **Gustaw Gersiň** (1887-1978) tejribelerinde Bor atomynyň modeli gös-göni öz tassyklanmasyny tapdy. Tejribeleriň manysy şundan ybaratdy: elektronlar gazyň atamlary bilen maýyşgak we maýyşgak däl çaknyşyp bilýärler. Maýyşgak çaknyşmada elektronlar energiýalaryny ýitirmeyärler. Maýyşgak däl çaknyşmada elektronyň energiýasy atoma geçirilýär, şunlukda atom oýandyrylýar ýa-da ionlaşýar. Atamlary oýandymak üçin gerek bolan energiýany hasaplap bolýar. Meselem, simabyň atamlary

üçin bu energiýa kwanty  $4,9 \text{ eV}$  deň. Bu tejribeleri üçin Frank we Gers 1925-nji ýylda Nobel baýragyna mynasyp boldular.

Islendik nazaryýetiň, haçanda, onuň matematik apparaty döwürde ylmy taýdan esaslandyran bolýandygy bellidir. Şeýle pursat kwant mehanikasy üçin 1925-nji ýylda döredi. Kwant mehanikasynyň matematik apparatyny döretmeklik W.Geýzenbergiň işlerinden başlandy. Şol ýyl P.Erenfestiň işgärleri **J.Ý.Ulenbek** (1900-1985) we **S.A.Gaudsmit** (1902-1979) “elektronyň spini” diýlen düşüňjani girizdiler. **W.Pauli** (1900-1958) bolsa “energetik derejede spinleri garşylykly ugrukdyran diňe iki elektron bolmaly” diýlen prinsipi hödürledi (*Pauli prinsipi*). Bu açýşlaryň hemmesi Nils Boruň gös-göni gatnaşmagy bilen edildi.

**Werner Karl Geýzenberg** (1901-1976)—nemes fizik-teoretigi, kwant mehanikasy döredijileriň biri. Matrisaly kwant mehanikasy döredenligi üçin Nobel baýragyna eýe boldy. Şeýle hem ol kwant



52-nji surat. W.K.Geýzenberg

elektrodinamikasy, meýdanyň relýatiwistik kwant nazaryýetine, kosmiki şöhleleriň fizikasyna, elementar bölejikleriň nazaryýetine we hat-da filosofiýa degişli ylmy işleri ýerini ýetirdi. Çalşyk özara täsir ideýasyny, ferromagnetizmiň nazaryýetine, ýadronyň proton-neýtron modeline we beýlekilere degişli birnäçe görnükli işleriň awtorlarynyň biridir.

1927-nji

ýylda



W.Geýzenberg mikrobölejikler üçin nusgawy düşünjeleriň we garaýyşlaryň ulanyş çägini kesgitleýän kesgitsizlik prinsipini açdy.

1939-nji ýylda Daniýa faşistler tarapyndan basylyp alyndy. Bor 1943-nji ýylda Angliýa, soňra ABŞ-a gidýär. Ol ABŞ-da başga at bilen ýaşady we atom bomba-syny döretmeklige gatnaşdy. Uruş gutarandan soň N.Bor Daniýa gaýdyp geldi we işlemekligini dowam etdirdi.

Kwant mehanikasy bilen bir hatarda Bor ýadro fizikasyna degişli işleri hem etdi. Ol düzümi ýadro modeliniň (1936), ýadronyň damja modeliniň (1936) we atom ýadrosynyň bölünme nazaryýetiniň (1939) awtorydyr. N.Bor 1962-nji ýylda aradan çykdy.

Kwant mehanikasynyň indiki ösüşleri Werner Geýzenbergiň, **Erwin Şredingeriň** (1887-1961), **Maks Bornyň** (1882-1970), **Lui de Broýlyň** (1892-1986), **Wolfgang Pauliniň** (1900-1958), **Pol Diragyň** (1902-1984) we beýlekileriň atlary bilen baglanyşyklydyr. Olaryň gazanan üstünlikleri indi fizikanyň ösüşiniň täze döwrüne degişlidi. Alymlaryň esasy meselesi kwant mehanikasyny hakyky ylma öwürmekdi. Munuň üçin ilkinji nobatda kwant mehanikasynyň matematik appara-tyny döretmelidi. Bu ugurda esasy ädim L. de Broýl tarapyndan edildi. Ol Eýnşteý-niň ýagtylygyň korpuskulyar-tolkun tebigatyny maddalar üçin ulandy. Bu bolsa bölejigiň hereketini tolkunly ýaýraýyşyna meňzetmek bolýar diýildigini aňladýar. Soňra bu tolkunly de Broýl tolkunly diýip atlandyrdylar. Bu meňzetme 1927-nji ýylda elektronlaryň difraksiýasy boýunça geçirilen tejribelerde tassyklandy.

Kwant mehanikasynyň birinji görnüşi-matrisaly kwant mehanikasy 1925-nji ýylda W. Geýzenberg tarapyndan döredildi. Emma E.Şredinger de Broýlyň materiýanyň tolkunlary baradaky garaýyşlaryny we Gamiltonyň prinsipini ulanyp 1926-njy ýylda bölejikleriň hereket nazaryýetini-tolkun

*mekanikasyny* döretdi. Tolkun mehanikasynyň esasy bolup Şredingeriň deňlemeleri hyzmat edýär. Nýutonyň deňlemeleriniň nusgawy mehanikada fundamental rol oýnaýşy ýaly, Şredingeriň deňlemeleri hem kwant mehanikasynda şeýle rol oýnaýar. Mikrobölejigiň halyny beýan etmek üçin ol tolkun funksiýasyny ( $\psi$ -funksiýany) girizdi. Şondan soň Maks Born tolkun funksiýasynyň statistiki düşündirişini berdi we ony bölejigiň degişli ýerde bolmak ähtimallygy bilen baglanyşdyrdy. Şol ýyl Şredinger tolkun mehanikasynyň W.Geýzenbergiň matrisaly mehnikasy bilen deňgüýçligini (ekwiwalentligini) subut etdi.

1924-nji ýylda W.Pauli kwant mehanikasynyň möhüm prinsipleriniň biri bolan prinsipi (*Pauli prinsipi*) döretdi. Pauli prinsipine görä ýarym bütin spinli bölejikler bir wagtyň özünde şol bir halda bolup bilmeýärler. Bu prinsip gaty jisimiň kwant fizikasynda esasy rol oýnady. Pol Diragyň işleriniň döremegi bilen diňe bir kwant mehanikasynyň döremegi tamamlanman, onuň işleri kwant mehanikasynyň geljekki ösüş ýoluny hem kesgitledi. Häzirki wagtda hem Diragyň köp ideýalary özüniň tejribede tassyklanmagyna garaşýar.

Kwant mehanikasyny döredijiler L. de Broýl 1929-njy ýylda, W. Geýzenberg 1932-nji ýylda, E. Şredinger we P. Dirak 1933-nji ýylda, W. Pauli 1945-nji ýylda, M.Born 1954-nji ýylda Nobel baýraklaryna mynasyp boldular.



53-nji surat. E.Şredinger

**E. Şredinger** (1887-1961) - awstriýaly fizik-teoretik, kwant mehanikasyny döredijileriň biridir (53-nji surat). Wena şäherinde doguldy, Wena uniwersitetini tamamlady. Ol esasan kwant mehanikasyna statistik fizika we umumy otnositellik nazaryýetine degişli işleri etdi. Şredinger onuň adyny göterýän kwant mehanikasynyň fundamental deňlemesi bilen bütün dünýä bellidir. Ol häzirki zaman fizikasynda ýakynlaşma hasaplamalarynyň möhüm guraly bolan-tolgunma nazaryýetiniň hem awtorydyr. Ol kwant mehanikasynyň kanunlarynyň ähtimallyk häsietini kabul etmedi we olar bilen ylalaşmady. Ol bu mesele boýunça öz egindeşleri, hat-da, N.Bor bilen hem köp ylmy jedelleri etdi.

**Pol Adrian Moris Dirak** (1902-1984) –görnükli inlis fizik-teoretigi, kwant mehanikasyny döredijileriň biri (54-nji surat). 30 ýyldan gowrak Kembrij uniwersitetiniň professory boldy. Onuň esasy açyşlary kwant mehanikasyna degişlidir. Ol 1926-1927-nji ýyllarda kwant

mehanikasynyň matematiki apparaty bolan öwürmeler nazaryýetini, ikilenji kwantlanma usulyny hödürledi. P. Dirak ilkinji bolup kwant mehanikasynyň prinsiplerini elektromagnit meýdan üçin ulandy. Ol relýatiwistik kwant mehanikasynyň awtorydyr. Bu nazaryýet tebigatda antibölejikleriň bardygyny öňünden aýtdy. Antibölejikler soňra tejribede kesgitlendi. 1931-nji ýylda P.Dirak magnit zarýadynyň polýusynyň



54-nji surat. P.Dirak

(*Diragyň monopolýasy*) bardygyny barada çaklamany aýtdy. Bu

bölejik häzirki döwre çenli tapylmady. P.Dirak *wakuumyň polýarizasiýa effektini* postulirledi.

Diragyň beýleki işleri kwant statistikasy (Fermi-Diragyň statistikasy), kwant elektrodinamikasy, grawitasiýa nazaryýetine we ultrahäzirki zaman diýip atlandyryp boljak birnäçe problemalara degişlidir. Pol Dirak fiziki kanunlara düşünmek boýunça, bir wagtlar kwant nazaryýetini döretmäge bililikde başlan öz ähli egindeşlerinden has öňe geçdi. P. Diragyň ylmy döredijiligi XX we XXI asyr fizikasynyň arasynda özboluşly köprüdir.

#### ***4.2.3 Russiýada ýadro energiýasyny ulanmak boýunça I.W. Kurçatowyň işleri***

Beýik watançylyk urşunyň iň gyzgalaňly döwründe SSSR-de ýadro energiýasyny almak we ulanmak boýunça işler başlandy. Sowet alymlary uran problemsyny çözdüler. Atom we wodorod bombasyny döretdiler. Bu işleriň ýolbaşçysy akademik I.W.Kurçatowdyr. Ol 3 gezek Sosialistik zähmetiň Gahrymanydyr, Döwlet we Lenin baýraklarynyň eýesidir.

**Igor Wasilýewiç Kurçatow** (1903-1960) Günorta uralda (Sim şäherçesinde), tokaýçynyň maşgalasynda eneden dogulýar (55-nji surat). 1912-nji ýylda gimnaziýa okuwa girýär we ony 1920-nji ýylda altyn medal bilen gutarýar. 1920-nji ýylda Simferopol şäheriniň Tawriçeskiý uniwersitetiniň fizika-matematika fakultetine okuwa girýär.



55-nji surat. I.W.Kurçatow

Ol 1921-nji ýylda fizika kabinetiniň laboranty bolup işledi. 1923-nji ýylda, 4 ýyly 3 ýylda tamamlap, Petorgradyň politehniki institudynyň 3-nji ýylyna, talyp haky tölenmezlik şerti bilen okuwa kabul edilýär. Ol okuwyň daşyndan Pawlowsk şäherinde magnitometeorologik observatoriýa işe girýär. Oňa gazyň  $\alpha$ -radioaktiwligini ölçemek tabşyrylýar. 1930 -nji ýylda ol laboratotiýanyň müdiri bolýar.

1924-nji ýylda Baku şäheriniň Politehniki institutynda assisent bolup işleýär. Ol gaty dielektriklerden toguň geçişini derňeýär we bu barada A.F.Ioffäniň elinde işleýän dosty K.Sinelnikowa hat ýazýar. K.Sinelnikow onuň geçirýän derňewleri barada Ioffä aýdýar. Ioffe 1925-nji ýylda Kurçatowy öz ýanyna çagyryar. Şeýlelikde, Kurçatow Fiziki-tehniki institutyň işgäri bolýar. 1930-njy ýylda ony laboratoriýanyň müdiri wezipesine belleýärler.

1933-nji ýylda ol “Segnetoelektrikler” barada monografiýasyny çap etdi. Ferromagnetikleriň uly magnit syzyjylyga eýe boluşy ýaly, segnetoelektrikler hem uly dielektrik syzyjylyga eýedirler. 1934-nji ýylda ol ylmlaryň doktory we professor bolýar.

1932-nji ýylda Fiztehde ýadro fizikasy boýunça seminar işläp başlaýar.

1935-nji ýylda Kurçatow, Rusinow we Musowskiý emeli radioaktiwlikde neýtronlaryň kömegi bilen täze hadysa—atom ýadrolarynyň izomeriýasyny açdylar. Atom ýadrosynyň

izomeriýasy - uly ýaşayyş wagty bolan oýandyrylan ýadro hallarydyr. Kurçatow 1935-nji ýylda “Atom ýadrosyny bölmek” atly kitabyňy ýazýar.

Ol 1937-nji ýylda Ýewropada ilkinji siklotron döretdi. Has güýçli siklotron 1942-nji ýylyň 1-nji ýanwarynda işe girizildi. Kurçatowyň okuwçysy Flerow we Petržak uranyň öz-özünden bölünmesini açdylar. Kurçatow zynjyrlý ýadro reaksiýasyny amala aşyrmagyň anyk ýollaryna salgy berdi. Ol bu reaksiýany tebigy urany, ýagny uran-235 – iň eňil izotopy bilen amala aşyryp bolar diýdi (1940).

Urşun başynda ol gämileri magnitsizlendirmek problemanyň üstünde işleýär. Ol Gara, Ak deňizlerinde we Uzak Gündogarda gämileri magnitsizlendirmek işine ýolbaşçylyk edýär.

1941-nji yylyň dekabrynda ol Kazan şäherine (Leningradyň fiziki-tehniki institutyna) gelmäge buýruk alýar.

1942-nji ýylda Söwet hökümeti atom bombasyny döretmek boýunça Germaniýada we ABŞ-da edilýän işler bilen tanyşdy. Moskwa Kommunistik partiýanyň Merkezi Komitetine, ýadro problemany we SSSR-de ýadro fizikasyny ösdürmekligiň prespektiwalaryny ara-alyp maslahatlaşmak üçin Ioffe, Wernadskiý, Hlopin, Kapisa çagyrylýarlar. Olardan “Alymlardan kim bu işlere ýolbaşçylyk edip biler” diýip soraýarlar. Akademikler bir agyzdan Kurçatowyň adyny aýdýarlar. Şeýlelikde, 1942-nji ýylyň noýabr aýynda Kurçatow Moskwa çägyrylýar we atom bombasyny döretmek boýunça alymlaryň ýolbaşçysy edilip bellenilýär.

1943-nji ýylyň ýanwarynda Harby Deňiz Flotynyň Halk Kommissariaty Kurçatowy Murmansk şäherine gulluk saparyna iberýär. 1943-nji ýylyň 5-nji martynda ol Moskwa dolanyp gelýär we atom problemanyň üstünde işläp başlaýar.

Agyr işler başlanýar. 1945-nji ýylyň başynda Moskwanyň eteginde (häzirki Kurçatow adyndaky Atom

energiýasy instituty), bir ýylda gurulan ilkinji siklotron işläp başlaýar.

1946-nji ýylyň 25-nji dekabrynda bu institutda Kurçatowyň ýolbaşçylygynda Ýewropada we Aziýada ilkinji zynjyrlý reaksiýa alynýar (1938-nji ýylda Gap, Ştrassman (Germaniýa) urany neýtron bilen bombalap uranyň bölünmesini aldylar. Ilkinji zynjyrlý reaksiýa 1942-nji ýylyň 2-nji dekabrynda Çikago şäheriniň golaýynda (ABŞ) Ferminiň ýolbaşçylygynda alyndy).

ABŞ-da atom bombasy fizik Robert Oppengeýmer tarapyndan döredildi. 1945-nji ýylyň 16-njy iýulynda Alamgordo çölünde (ABŞ) ilkinji atom bombasy synag edildi. 1945-nji ýylyň 6-njy we 9-njy awgustynda Ýaponiýanyň Hirosima we Nagasaki şäherlerine ABŞ atom bombasyny oklady. Dünýä atom eýýamyna aýak basdy.

1947-nji ýylda ilkinji senagat uran gazanyň (katýolynyň) gurluşygy başlanýar. 1949-njy ýylyň 23-nji sentýabrynda ilkinji Sowet atom bombasy synag edilýär. 1953-nji ýylyň 8-nji awgustynda SSSR-de wodorod bombasy döredildi we 1953-nji ýylyň 12-nji awgustynda bolsa wodorod bombasy synag edildi.

Atom we wodorod bombalaryny döredip Watanyň howpsuzlygyny üpjün edenden soň ol atom energiýasyny parahatçylykly maksatlar üçin ulanmak barada köp işleri etdi. Onuň ýolbaşçylygynda dünýäde ilkinji atom elektrik stansiýasynyň (AES) taslamasy düzüldi. Bu AES 1954-nji ýylyň 27-nji iýunynda Obninsk şäherinde işläp başlady.

1956-njy ýylda Kurçatow hökümet toparý bilen Angliýa gidýär we Angliýanyň atom merkezinde termoyadro sintez reaksiýasy barada çykyş edýär. Onuň bu çykyşyndan soň, şol döwre çenli atom problemasy boýunça gizlin edilýän işler açyk çap edilip başlandy.

Ikinji jahan urşy köp adam pidalaryna getirdi. Hirosima we Nagasaki şäherlerinde ýüz münlerçe adam heläk boldy. Atom ylmyň alymlary ilkinji fransuz atom reaktoryny dörediji Frederik Žolio-Kýuri we I.W.Kurçatow parahatçylyk ugrunda göreşdier. 1958-nji ýylyň fewral aýynda SSKP-niň XXI gurultaýynda Kurçatow dolandyrylýan termoýadro sintez problemsyna bagyşlanan doklad bilen çykyş etdi. Ol atom we ýadro ýaraglaryny synag etmekligi gadagan etmeklige çagyryş bilen ýüz tutdy.

1957-nji ýylyň 5-nji dekabrynda SSSR-de “Lenin” atom ledokoly suwa göýberildi.

Kurçatow 1960-njy ýylyň 7-nji fewralynda tarpa-taýyn aradan çykýar.

Ikinji jahan urşy raketalary, radiolokatorlary, atom bombasyny döretdi. 1903-nji ýylda K.E.Siolkowskiý “Alem giňişligini reaktiv abzallaryň kömegi bilen derňemek” atly işinde raketalaryň kömegi bilen koçmiki uçşlaryň nazaryýetini, 1926-njy ýylda iki basgançakly raketanyň ideýasyny we 1929-njy ýylda bolsa “Kosmiki raketa otlulary” atly işinde köp basgançakly raketalaryň taslamasyny berdi.

1957-nji ýylyň 4-nji oktýabrynda SSSR-de Baş Konstuktur, Sosialistik zähmetiň iki gezek Gahrymany, akademik **Sergeý Pawlowiç Korolýowyň** (1906-1966) ýolbaşçylygynda Ýeriň ilkinji emeli hemrasy uçuryldy.

1961-nji ýylyň 12-nji aprelinde SSSR-iň raýaty, ilkinji kosmonawt **Ýuriý Alekseýewiç Gagarin** “Wostok” gämisinde, 108 minudyň dowamynda Ýeriň daşyndan bir gezek aýlandy.



## ÜÇÜNJI BAP. RADIOTEHNIKANYŇ WE ELEKTRONIKANYŇ DÖREMEKLIĞI

### 4.3.1 *Habarlaryň ýönekeý geçiriliş usullary*

Material we energetik gorlaryndan tapawutlylykda maglumat gory ulanmak netijesinde kemelmeýär-de, wagtyň geçmegi bilen köpeliýär, tehniki serişdeleriň kömegi bilen aňsat we ýönekeý işlenilýär, saklanýýar we daş aralyga geçirilýär. Kesgitlenişine görä, adamzat biliminiň göwrümi her on ýyldan iki esse artýar (deňeşdirmek üçin-kompýuterleriň kuwwaty her 1,5 ýyldan iki esse artýar).

Häzirki zaman radioelektronikasy we aragatnaşyk ulgamy ylmyň, tehnikanyň we önümçiligiň ähli oblastlaryndaky tehniki progresi kesgitleýär. Başgaça aýdylanda, dürli radiotehniki ulgamlaryň we gurluşlaryň kömegi bilen maglumatlary geçirmek, elektromagnit yrgyldylaryndan maglumatlary almak, işlemek, saklamak we maglumatlary şekillendirmek, dolandyrylýan obýektlere buýruklary bermek, ölçeg we önümçilik ulgamlarynyň işleýişlerine gözegçilik etmek we dolandyrmak ýaly problemalar çözülýär. Radioteknikada we aragatnaşyk tehnikasynada giňişlikde maglumatlary geçirmeklik elektromagnit yrgyldylarynyň (tolkunlarynyň) kömegi bilen amala aşyrylýar.

Yimyň, tehnikanyň ösmegi adamzat ýaşaýşyny görölüp-eşidilmedik derejede özgertdi. Biz radionyň we telewizoryň kömegi bilen oturan ýerimizden dünýä täzeiikierini we wakalary eşidýäris, görýäris, telefon arkaly islendik ýerdäki tanyşlarymyz bilen gürleşip bilýäris, kompýuteriň üsti bilen Internete çykyp, dünýä maglumatlaryny alýarys.

Mundan sähelçe wagt öň hem ýagday düýbünden başgaçady. 150 yyl mundan özal Amerikanyň Prezidenti

Linkolnyň öldürilendigi baradaky habar Ýewropa 2 hepdeden soň gelipdir. Emma Armstrongyň Aýa aýak basandygy baradaky habary biitin dünýä bir yarym sekundyň içinde eşidip ýetişdi. Hazirki zaman aragatnaşyk serişdeleri şu günki derejesine çenli uzak taryhy ýoluny geçdi.

Afrikanyň käbir ýurtlarynda ýaňy-ýakynlara çenli habarlar tam- tam diýlip atlandyrylýan deprekleriň kömegi bilen ýaýradylypdyr. Iň esasy-da, berilyan habara dürli dillerde gepleýän taýpalar aňsatlyk bilen düşünişdirler.

Russiyanyň zenan imperatory Ýelizaweta täç geýdirilendigi baradaky habar Sankt-Peterburgdan Moskwa belli bir aralykda elleri baýdajykly ýörite goýlan esgerler arkaly getirilipdir. Imperatora täç geýdirilen mahaly wakanyň bolup geçen ýerine ýakyn aralykda duran birinji esger baýdajygyny galdyrypdyr, muny gören ikinji esger-de bu hereketi gaýtalapdyr we beýleki esgerler tarapyndan hereketiň gaýtalanmagy netijesinde habar barmaly menziline ýetirilipdir.

Adam daşky dünýä baradaky maglumatlaryň örän köp bölegini elektromagnit tolkunlarynyň optiki diapazonyny (ýagtylyk) ulanyp, göreji bilen kabul edýär. Ýagtylyk tolkunlary arkaly amala aşyrylýan aragatnaşyga optiki aragatnaşyk diýilýär, Ol gadym wagtlardan bäri ulanylyp gelipdir. Biz gadymy döwürlerde adamlaryň belent ýerlerde ot ýakyp, ýagtylyk arkaly belli bir habarlary biri-birine ýetirendiklerini bilýäris.

Taryhdan belli bolşy ýaly, biziň eýýammyzdan ön XII asyrdan Troýadan üstün çykylandygy baradaky habar Gadymy Gresiya elektromagnit (ýagtylyk) tolkunlarynyň kömegi bilen - ellinler tarapyndan oýlanyp tapylan, biri-birine görünýän aralykda ýerleşen, ýakylan otlaryň ulgamy arkaly ýetirilipdir. Bu barada Eshiliň “Aramemnon” pýesasynnda, Argosda patyşa köşgüniň depesinde duran gözegçi şeýle diýýär: “Men Troýanyň ýykylandygy baradaky habary ýetirjek şertli

ýagtylyga, ot sütünine garaşýaryn”. Ýeňişden soň oduň şeýle sütüni döredi. Şoňa görä-de, gadymy grekler aragatnaşygyň ilkinji “radioreleý” görnüşini (radioreleý liniýalary-bu biri-birine 40-50 km aralykda ýerleşen, kabul ediji we iberiji stansiýalaryň zynjyrydyr) amala aşyrypdyrlar diýip aýtmak bolar.

Başga bir maglumata görä, Marafon söweşi tamamlanan badyna, grek esgeri gazanylan ýeňis baradaky habary Afina ýetirmek üçin ylgap gaýdyar. 42 kilometr 195 metr aralygy gysga wagtda geçen esger habary gowşurandan soň ýykylyp, aradan çykýar. «Marafon ylgawy» diýlip atlandyrylýan bu aralygy ylgap geçmek boýunça ýaryslar indi dünýä boýunça däbe öwürildi.

Şol bir wagtyň özünde köp ýagdaýlarda şeýle usul bilen maglumatlary geçirmek üçin ulanmaklyk ýeterlik bolmady we adamlar emeli (tehniki) aragatnaşyk ulgamlaryny oýlap tapdylar we dörettiler.

Fransuz rewolýusiýasy döwründe (XVIII asyr) maglumatlary geçirmek üçin aýnalar ulgamyndan ybarat bolan geliografy ulanypdylar. Geliografyň kömegi bilen Gün şöhlelerini kabul ediş nokatlaryna ugrukdyryp, käbir maglumatlary geçiripdirler. Geliografy aragatnaşygyň radioreleý liniýasynyň ilkinji görnüşini diýip hasaplamak bolar.

Optiki telegraf habarlary semafor arkaly bermekligi üpjün edýän ilkinji ulgam XIX asyryň birinji ýarymynda **Klod Şapp** tarapyndan oýlanylyp tapylýar. Ilkinji optiki telegraf 1794-nji yylda Pariž bilen Lillň arasynda (225 kilömetr) gurulýar. Hereketlenýän ýasy tagtajyk - habar beriji semafor uly diňde oturdylyar.

Öptiki telegraf liniýasy biri-birinden görünýän aralykdan oturdylan diňleriň hataryndan ybarat bolupdyr. Habar bir diňden beýleki diňe yzygiderli berlipdir. Bu bolsa köp wagt talap edipdir. 1839 - 54-nji yyilarda Sankt-Peterburg

bilen Warşawanyň arasynda iň uzyn (1200 kiliometr) optiki telegraf liniýasy işläpdir. Habar bermek üçin 15 minut wagt sarp etmeli bolupdyr.

#### ***4.3.2 Elektrik aragatnaşygynyň döremegi***

Elektrik hadysalarynyň öwrenilmegi bilen, habarlary uzak aralyklara geçiriji simler arkaly bermäge mümkinçilik döredi. Bu görnüşli aragatnaşyk usulyna elektrik aragatnaşygy diýilýär. Elektrik aragatnaşygy berilýän habarlaryň fiziki häsiýetleri boýunça telegraf, telefon, faks, telekod, wideotelefon atly görnişlere bölünýär, Ilkinji elektrik telegraf gurluşlarda maglumat iberiji we kabul ediji enjamlardaky peýkamlaryň ýagdaýlara gysarmasy şertli belgileri aňladypdyr we sol belgiler arkaly maglumat-habar aralyga geçirilipdir. Rus konstruktory **R.L. Şilling** tarapyndan telegraf gurlusy bilen baglanyşykly tehniki meseleler 1828-nji yylda doly çözülýär we 1832-nji ýylda iş ýüzünde ulanylyp görkezilýär.

Özi ýazýan elektrik telegraf gurluşlaryny döretmek bilen söň bir wagtda Russiyada **B.S. Ýakobi**, Germaniýada **K.A. Şteýngeýl**, Amerikada **F.B. Morze** meşgullanýar. 1844-nji ýylda F.B.Morze apparaty ulanyşa girizilýär. Bu apparatda gysga we uzyn impulsar uianylyar. Gysga impuls nokady, uzyn impuls çyzygy aňla-dyp,kagyz lenta ýazýar.

1850-nji ýylda B.S.Ýakobi tarapyndan harp çap edyan telegraf enjamy oýlanylyp tapylan-da bolsa, 1855-nji ýylda amerikan konstruktory **D.Ž.Yuzanyň** harp çap edýän gurluşy işe girizilýär.

Senagatyň ösmekligi, zawodlaryň, edaralaryň skladlaryň, banklaryň, demir ýol stansiýalarynyň arasyndaky baglanyşygyň çylşyrymlaşmagy, elektromagnit aragatnaşygy giňeltmek we

jönekeyleşdirmek meselesini goýdy. Şeýlelikde, telefony döretmek zerurlygy döredi.

Käbir fiziki tejribeleriň netijeleri bu meseläni çözüp boljakdygyny tassyklady. Meselem; magnitlenmä we magnitsizlenmä sezewar edilen demir sterženiň seslenme häsiýeti (*Barkgauzen effekti*) ýüze çykaryldy. Nemes konstruktory **I.F. Raýs** elektrigiň kömegi bilen, bu hadysany sesleri geçirmek üçin ulandy. Şeýlelikde, 1861-nji ýylda Raýs tarapyndan telefon diýip atlandyrylan ilkinji apparat Frankfurtda (Germaniýa) görkezildi. Raýsyň telefony diňe sesleri berýardi, gepleşigi bermeýardi. 1876-njy ýylda **Bell** we **Greý** (Amerikan oýlap tapyjylary), iki sagat biri-birinden tapawutlylykda, ABŞ-nyň patentler býurosyna telefon apparatyny oýlap tapandyklary barada arza berdiler.

Russiýada ilkinji telefon 1882-nji ýylda **P.M.Golubskiý** tarapyndan telefonyň has kämilleşen görnüşi döredildi. 1887-nji ýylda inžiner **K.A.Mossiskiý** birnäçe abonenti telefonistkasyz birleşdirýän aftomat - kommutatory dörettdi. 1895-nji ýylda **Apostolow** 10000 nomeri birleşdiýän ATS-i dörettdi.

Elektrik aragatnaşygynyň geçiriji simler arkaly amala aşyrylmagy barmasy kyn bolan ýerler bilen aragatnaşygy yola goýmakda düýpli kynçylyklary döredýardi.

Bilişimiz ýaly Lebedew tolkun uzynlygy  $\lambda = 6 \text{ mm}$  bolan elektromagnit tolkunlaryny aldy. Bu tolkunlar bilen ol tolkunlaryň serpilmesini, döwürleşmesini, difraksiýasyny, interferensiýasyny, ikileýin döwürleşmesini, polýarlanmasyny öwrendi (1894ý).

1896-njy ýylda **Çandro Boze** (1858-1937) (Angliýa)  $\lambda = 2 \div 0,6 \text{ sm}$  bolan elektromagnit tolkununy aldy. Ol signallary diwaryň aňýrsyna geçirip bildi.

Gers elektromagnit tolkunlaryny telegraf maksady üçin

ulanmaklyga ynamsyz garaýardy. Ol optiki prinsip boýunça işleýän telegrafda ulanyljak aýnanyň ölçegi barada pikir edýärdi. Emma praktika radionyň ýoly bilen gitdi. Optiki aragatnaşyk biziň günlerimezde amala aşdy.

Antenna **Teslo** we **Popow** tarapyndan oýlanyp tapyldy, duýgur detektor – kogoreri **E.Brenli** we **O.Lodž**, radiosignallary kabul edijini Popow oýlap tapdylar. A.S.Popow radiony döretdi we ilkinji signaly bir jaýdan beýlekisine geçirdi (07.05.1895ý.). 1896-njy ýylda **Markoni** simsir telegrafy döretdi. Şeýlelikde, radiotekhnika döredi.

### 4.3.3 Radioteknikanyň döremekligi

Radioteknikanyň esasy meselesi maglumatlary elektromagnit yrgyldylarynyň kömegi bilen aralyga bermekdir. Radioteknikanyň fiziki esaslaryny öwrenýän ylma *radiofizika* diýilýär. Häzirki zaman *radioteknikasy*-maglumatlary aralyga geçirmek üçin ulanylýan radioýgylyklar diapazonyndaky elektromagnit yrgyldylaryny generirlemek, güýçlendirmek, öwürmek, gaýtadan işlemek, saklamak, şöhlelendirmek we kabul etmek bilen bagly bolan ylmyň we tehnikanyň oblastydyr. Aýdylanlardan görnüşi ýaly radiotekhnika we radioelektronika biri-biri bilen örän berk baglanyşyklydyr we köplenç bu terminler biri-birlerini çalşyrýalar.

Aragatnaşyk nazaryýeti dersi häzirki döwürde has ösýän dersleriň biridir. Aragatnaşyk ulgamy aýratyn ýurtlary, kontinentleri we kosmiki obýektlary birleşdirip we ýakynlaşdyryp, adamyň durmuşynda uly rol oýnaýar. Soňky ýyllarda aragatnaşygyň simli, optiki-süýmli ulgamy, hemra, şeýle hem radioaragatnaşygyň hereket edýän ulgamlary güýçli depginde ösýär.

Bu ylmy ugurlaryň esaslary nämä daýanýar? XIX asyryň başynda radioelektronika we aragatnaşyk nazaryýeti üçin esas bolan elektromagnit hadysalary baradaky ylmy döredi. Radioteknikanyň başlangyjy üç sany beýik alymlaryň işi bilen başlandy: 1831-nji ýylda inlis alymy **M.Faradeý** (1791-1867) elektromagnit induksiýa kanunyny açdy; 1865-nji ýylda **J.Makswell** (1831-1879) elektromagnit meýdanynyň nazaryýetini döretdi we radio tolkunlarynyň ýaýramak kanunyny beýan etdi; 1887-nji ýylda G.Gers elektromagnit tolkunlaryny ilkinji gezek aldy. Faradeýiň bu açyşy netijesinde nemes alymy **G.Gers** (1857-1894) Makswelliň nazaryýetini tejribede tassyklady we elektromagnit tolkunlarynyň ýaýraýşyny, serpikmesini, döwürlesini, interferensiýasyny we polýarizasiýasyny tejribede subut etdi.

Radioteknikanyň döremekligine we ösmegine rus alymlary L.I. Mandelştam, W.A.Kotelnikow, W.P.Wologdin, M.W.Şuleýkin, O.W.Losew, N.M.Krylow, A.I.Berg, Ý.B.Kobzarew, W.I.Tihonow, L.L.Raspletin, N.M.Bogolýubow we başgalar uly goşant goşdular.

Aragatnaşygyň häzirki zaman statistik nazaryýetiniň esaslary **W.A. Kotelnikowyň** (1947) we maglumatlar nazaryýeti (1948) boýunça **K.E.Şennonyň** fundamental işlerinde beýan edildi. Bu nazaryýetiň käbir soraglary H.Haýkwistiň (1928), R.Hartliniň, D.W.Ageýewiň (1935), A.Ý.Hiçiniň (1938), A.H.Kolmogorowyň (1941) we N.Wineriň (1943), A.Woldanyň (1950) işlerinde beýan edildi. Aragatnaşyk nazaryýetiniň soňraku ösüşleri R.Raýsyň, R.Gollageriň, H.Helstrýomyň, R.Fanonyň, L.M.Finkanyň, D.Witerbiniň, B.I.Siforowyň işlerinde beýan adildi.

#### 4.3.4 Elektronikanyň döremekligi

Radioteknikanyň ösüşi elektromagnit yrgyldylarynyň kömegi bilen maglumatlary aralyga geçirýän ulgamlar üçin elektron abzallary işläp taýýarlaýan, ylmyň özbaşdak pudagy bolan - *elektronikanyň* döremegine getirdi. *Elektronika* - elektronlaryň elektromagnit meýdanlary bilen özara täsiri we elektron we ýarymgeçiriji abzallary, gurluşlary döretmek usullary baradaky ylymdyr.

Radioelektronika radioteknikanyň (radio-*radio* latyn sözi bolup- şöhle goýberýärin diýmekdir) we elektronikanyň birleşmesi netijesinde döredi. „Radioelektronika” termini 1960-njy ýyllarda döredi.

Häzirki zaman *radioelektronikasy* - radioýygýlyklar diapazonyndaky elektromagnit yrgyldylaryny we tolkunlaryny ulanmak we öwürmek esasynda maglumatlary geçirmek we öwürmek bilen bagly bolan ylmyň we tehnikanyň birnäçe oblastlarynyň jemlenen atlarydyr. Olaryň esasylyry: radioteknika, radiofizika we elektronikadyr.

Elektronika – elektroteknikanyň ösen oblastydyr. Elektronika öz meselesini elektronlaryň, ionlaryň akymyna gözegçilik etmek we dolandyrmak bilen çözüär. Elektronika ylmyň we tehnikanyň aýratyn pudagy hökmünde, elektronikanyň açylmagy bilen döredi. Elektronikanyň tehniki obýekti hökmünde radioiberijileriň, radiokabuledijileriň, telewizorlaryň esasy bölegi bolan *elektron çyralary* hyzmat edýär.

1904-nji ýylda **D.Fleming** (Angliýa) iki elektrodly elektron çypany dörettdi (diod). Diod radiopriýomniklerde göneldiji hökmünde ulanyldy.



1907-nji ýylda **Li de Forest** (ABŞ) doladyryjy torý goýup 3 elektrodly çyrany döretdi. Ýagny, tora položitel ýa-da otrisatel potensialary berip elektronlaryň akymyny dolandyryp bildi.

Triod (3 elektrodly çyra) gowşak elektrik yrgyldylary güýçlendirmek üçin ulanyldy. 1910-njy ýylda Liben torý signaly güýçlendirmek üçin ulandy. Şeýle hem triody hemişelik, sönmeýän elektrik yrgyldylaryň generatory hökmünde ulanyň bolýar.

Sönmeýän yrgyldylaryň generatory hökmünde ulanylyan elektron çyra arzan, durnukly we uly ýylylyklarda we kuwwatlykda radiopredaýuşyý gurluşlary ýasamak üçin örän amatlydyr. Elektron çyralary detektor, güýçlendiriji hökmünde hem ulanyň bolýar. Bu bolsa radioaragatnaşygyň daş aralyga geçirmäge mümkinçilik berýär.

1913-nji ýylda **Aleksandr Meýsner** (1883-1958) triodly sönmeýän yrgyldylaryň generatoryny döretdi. I jahan urşy döwründe elektron generatorlary, güýçlendirijileriň, priýomnikleriň öndürilişi ösdi. 1915-nji ýylda şeýle generatorlar bilen 8000 km aralyga radioaragatnaşyk amala aşyryldy.

Elektron şöhle trubkasy 1897-nji ýylda **F.Braun** tarapyndan döredildi. Bu trubkada elektronlaryň hereketi magnit meýdany tarapyndan dolandyryldy. Soňra magnit we elektrik meýdany tarapyndan dolandyrylan trubkalar döredildi. Bu trubka faza ossillograflar diýip at berildi.

Ikinji jahan urşy mikrotolkun radioteknikasynyň we ýarymgeçirijiler elektronikasynyň ösmegine getirdi. Sowet radioteknikasyny **M.A.Bons-Burýewiç** (1888-1940), **I.G.Freýman** (1830-1929), ilkinji sowet “Radioteknika kursunyň” awtory **W.P.Wologdin**, **O.W.Losew** (1903-1942) (tranzistor effekti açan), **B.K.Arkadyew**, **B.A.Wedenskiý**,

çyzykly däl yrgyldylar mekdebini döreden **L.I.Mandelştam** ösdürdiler.

XX asyryň 50-nji ýyllarynyň başlarynda ýarymgeçiriji abzallaryň we 60-njy ýyllarda integral mikroshemalaryň oýlanyp tapylmagy radiotehniki apparatlaryň massasyny we ölçeglerini düýpli kiçeltmäge mümkinçilik berdi. Şunlukda oalryň ygtybarlylyklary artdy we energiýa sarp edişleri düýpli kemeldi. Munuň özi, elektronkanyň energetiki elektronika we mikroelektronika bölünmegine getirdi.

*Mikroelektronika* - elektronkanyň bölümi bolup, integral shemalary-signallary öwürmek we işlemek boýunça kesgitli funksiýalary ýerine ýetirýän we elektrik taýdan birleşdirilen elementleriniň ýerleşdirilişi boýunça ýokary dykzyzlygy bolan bölünmeýän gurluşlardyr. Bir kristalda ýerleşdirilen häzirki zaman uly analog integral shemalary we sanly mikroprosessorlary geçmişdäki (ýakyn geçen ýyllardaky) radioelektron apparatlarynyň uly bloklaryny we gurluşlaryny çalyşdy.

#### **4.3.5 A.S. Popow ilkinji radiony oýlap tapan rus alymydyr**

Gers elektromagnit tolkunlaryny açyp Makswelini nazaryýetiniň dogrydygyny tassyklady. A.S.Popow 1859-njy ýylyň 16-njy martynda Uralda dindaryň maşgalasynda eneden doguldy (56-njy surat). Dini seminara (1877) okuwa girýär. Soňra Peterburg uniwersitetiniň fizika-matematika fakultetine okuwa girýär. 1883-nji ýylda Kronştatda Mina Ofiserler öýünde we deňiz wedomstynyň Tehniki uçilişesinde mugallym bolup işleýär.

1901-nji ýylda Peterburgdaky Elektrotehniki institutynyň fizika kafedrasynyň professory we 1905-nji ýylda

bu institutyň direktory wezipesinde işleýär. Ol gulluk wezipesi boýunça harby-deňiz floty bilen baglanyşyklydy.

A.S.Popow 1906-njy ýylda aradan çykýar.



56-nji surat. A.S.Popow

1889-njy ýylda A.S. Popow Mina Ofiserleri öýünde “Ýagtylyk we elektrik hadysalarynyň gatnaşygy barada täze barlaglar” atly işini beýan etdi we Gersin tejribesini görkezýär. Onuň elektromagnit tolkunlaryny amaly maksatlar üçin ulanyp boljakdygy baradaky ideýasyny Deňiz ministrligi goldaýar.

1895-nji ýylyň 7-nji maýynda A.S.Popow

Peterburgda Rus Fizika-himiýa jemgyýetinde öz döreden ýyldyrymsowujyny - dünýäde ilkinji radiony görkezdi. Russiýada her ýylyň 7-nji maýy radio günü diýlip bellenýär.

Popowyň kabul edijisinde (57-nji surat) elektrik yrgyldylarynyň detektory hökmünde fransuz alymy **E. Brenli** (1846-1940) we inlis alymy **O. Logž** (1851-1940) tarapyndan kogerer diýlip atlandyrylýan abzal hyzmat etdi. Kogerer – bu ýarymgeçiriji metal gyryndylary bilen doldurylan aýna trubkadyr. Ol elektrigi erbet geçirijidir.

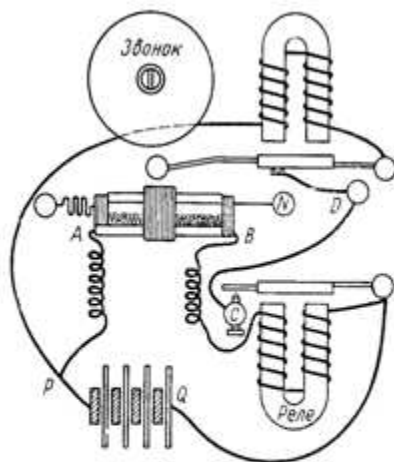
Kogereri ilki başdaky ýagdaýyna getirmek üçin trubkany silkmeli. A.S. Popowyň abzalýnda bu işi elektrik jaňnyň çekiji hyzmat etdi. Kogerer tok çeşmesine reläniň üsti bilen yzygiderli birleşýär. Eger kogerer elektrik yrgyldylaryna sezewar bolmasa, onuň uly garşylygynyň barlygy sebäpli zynjyrdaky tok örän az bolýar. Netijede rele işlemeýär.

Kogerere elektrik yrgyldylary düşse, onuň garşylygy kemelýär, zynjyrdak tok artýar, rele jaňyň zynjyryny toga birleşdirýär. Netijede, jaňyň çekiji kogereri urýar we zynjyryň periodiki birleşmesini we aýrylmasyň döredýär. Kabul edijiniň duýgurlygyny artdyrmak üçin Popow kogereriniň bir ujuna N uzyn sim (antenna) birikdirýär.

1895-nji ýylda 60 m aralykda signaly berip we kabul edip bolýardy. 1896-njy ýylda A.S.Popow 250 metr aralyga Mozze şrifti bilen dünýäde ilkinji “Genrih Gers” diýlen radiogrammany (simsiz telegrafy) geçirdi. Şol ýyl A.S.Popow kenardan 5 km aralykda “Russiýa” gämisi bilen radioaragatnaşygy geçirdi.

1899-njy ýylda ol daşlara çöken “General-admiral Apaksin” bronenosy halas etmek üçin 52 km aralykdan 440 radiogrammany (6300 söz) geçirip, radioaragatnaşygy gurnady. Deňizde, buzň üstünde galan balykçylary halas etmek üçin “Ýermak” ledekolyna buýruk simsiz aragatnaşyk arkaly berilýär we olar halas edilýär. Deňiz ministrligi Popowa rus flotynyň gämilerine simsiz telegrafy geçirmekligi tabşyýar.

1900-nji ýylda Parižde geçen IV Bütindünýä elektroniki kongresde A.S.Popowa radiony oýlap tapanlygy üçin hormatly diplom we altyn medal berildi.



57-nji surat. Popowyň kabul edijisiniň çyzgysy

Italiýaly Gulemo Markoni (1894-1937) radionyň ösmegi üçin köp işleri etdi. 1896-njy ýylyň iýun aýynda G. Markoni radiony oýlap tapanlygy barada patente arza berdi we 1897-nji ýylda inlis patentini aldy. A.S.Popow 1897-nji ýylyň ýanwar aýynda “Kotlin” gazetinde makala çap etdi we ol şol makalasynda Markoniniň 1896-njy ýylda döreden abzalyny özüniň 1895-nji ýylda döredendigini we ony Rus Fizika-Himiýa jemgyýetiniň ýygnaýynda görkezendigini aýdýar. Ýörite komissiýa döredilýär we bu mesele Popowyň peýdasyna çözülýär. Häzirki wagtda A.S.Popow radiony ilkinji oýlap tapan hasaplanýlar.

1901-nji ýylda Markoni Atlantik ummanyň üstünden radio aragatnaşygyny amala aşyrdy.

#### ***4.3.6 Amaly radiofizikasynyň esasy bolan çyzykly däl yrgyldylar nazaryetini dörediji L.I.Mandelştamyň ylmy işleri***

Sowet fizikasynyň taryhynda Leonid Isaakowıç Mandelştamyň döreden mekdebi esasy rol oýnady.

**L.I.Mandelştam** (1879-1944) - Odessa şäherinde doguldy, Noworossiýskiý uniwersitetine okuwa girýär we „talyp gozgalaňlaryna gatnaşanlygy“ üçin çykarylýar.

1899-njy ýylda Strasburg uniwersitetine okuwa girýär. Şol ýerde 1902-nji ýylda filosofiýa ylmlarynyň doktory we radiofizik, Nobel baýragynyň eýesi F.Braunyň ikinji assistenti bolýar.

1924-njy ýylda ol Leningradda merkezi radiofiziki laboratorıanyň ylym bölüminiň başlygy bolýar. Soňra Strasburgda (Germaniýada) (N.D.Papaleksi bilen bilelikde) fizikanyň yrgyldylar oblastynda işläp başlaýar.

Şol döwürlerde radio bilen işleýän alymlaryň radioiberijilerde bolup geçýän fiziki prosesler barada düşüňjeleri pesdi, aýdyň dälidi. Olaryň hat-da, iberiji tarapyndan şöhlelenýän tolkunlaryň tolkun uzynlygy barada hem dogry düşüňjeleri ýokdy. Olar „biz Gersin tolkunyny bilen (uçgun döredýän şarikler tarapyndan emele gelýän) iş salyşýarys“ diýýärdiler. Antenna hem olaryň garaýşyna görä Gers tolkunlaryny tutmak üçin niýetlenen gurluş diýýärdiler.

Fizikler radiotelegrafy ösdürmek üçin ýokary ýygyllykly ölçegleri geçirmelidigini we ilki bilen tolkun uzynlygyny ölçemek gerekdigini bilýärdiler. Şol döwürde uçgun ölçeýji we Rissin howa elektrik termometrinden başga, hiç hili ýokary ýygyllykly ölçeýji abzal ýokdy.

L.I.Mandelştamyň doktorlyk dissertasiýasy elektrik yrgyldylarynyň ýygyllygyny ölçemek usulyny oýlap tapmak we gözegçilik etmek işine bagyşlanandy. Bu usul doly elektrik garşylygynyň ýygyllyga baglylygyna esaslanandy. Ol bu usullaryň nazaryýetini berdi we onuň tejribede tassyklanyşyny görkezdi.

Radionyň taryhy boýunça daşary ýurt edebiýatynda bellenip geçilişi ýaly, Mandelştam radionyň ösüşine uly goşant goşdy. Ol G.Brandes bilen bilelikde “*gowşak baglanşyk*” atly oýlap tapyşy hödürledi. Şol döwürde radio gurluşyň effektivligini artdyrmak üçin yrgyldyly konturyň antenna bilen baglanşygyny güýçlendirmäge synanyşýardylar.

Nazary derňewiň netijesinde Mandelştam baglanşygy güýçlendirmeli däl-de, tersine, gowşatmaly diýlen netijä geldi. Gowşak baglanşyk signaly kabul edişi gowylandyrýar we bir wagtda onuň selektiwligini artdyrýar. Bu tejribede tassyklanyldy.

Onuň oýlap tapan “gowşak baglanşygy” ylmy dünýäde onuň abraýyny artdyrdy.

L.I.Mandelştamyň eden beýleki ylmy işlerine

seredeliň.

1903-njy ýylda ol çylşyrymly iberijiniň nazaryýetini döretdi. Şeýle hem, antenna bilen yrgyldyly konturyň arasyndaky has gowy baglansygy aldy; baglansyk koeffisientini we zazemleniýanyň rolyny kesgitledi.

Ol Markoniniň egri antennasynyň ugrukdyrylan täsirini kesgitledi, ugrukdyrylan radiotelegrafyň esasyňy goýdy.

Mandelştam 1909-njy ýylda ýokary ýygyllykly radioölçeg tehnikasyny döretmekde köp işleri etdi: elektrik yrgyldylarynyň ýygyllygyny we sönmegini ölçemek usulyny döretdi; induksion dinamometri döretdi; ýygyllygy, sönmegi, sygymy, samoinduksiýany bir wagtda görkezýän abzaly döretdi.

1913-njy ýylda Mandelştam ramkanyň kömegi bilen meýdanyň güýjüni ölçäp bolýan usuly hödürledi, 1914-nji ýylda nokatlanç şöhleniş çeşmeleri üçin radiotelegrafda özara teoremasyny (teorema wzaimnosti) döretdi.

1916-1917-nji ýyllarda Mandelştam wolnomeri graduirlmegiň absolüt usulyny görkezdi.

Ol “Optiki birjynsly we bulanyk gurşawlar barada” işinde gurşawlaryň bulanyklygynyň fiziki sebäplerini we ýagtylygyň munuň bilen baglansykly dargamasyny derňeýär. Ol asmanyň mawy reňkde bolşyny hem düşündirýär. Ol muny howanyň dyklyzlygynyň fluktuasiýasy bilen düşündirýär.

Mandelştam G.S.Landsberg bilen bilelikde kristallarda kombinasion dargamany açdylar. Suwuklyklarda kombinasion prinsip Raman (Indiýa) tarapyndan açyldy.

Mandelştam 1925-njy ýylda Moskwa uniwersitetiniň nazary fizika kafedrasynyň müdiri wezipesine bellenilýär. Ol ylymda yrgyldylaryň çyzykly däl nazaryýetini döretdi.

Mandelştam 1929-njy ýylda SSSR-iň Ylymlar Akademiýasynyň hakyky agzasy bolýar. Ol N.D. Papaleksi bilen bilelikde çyzykly däl yrgyldylar we radio tolkunlaryň ýaýraýşy barada işleri etdi. Olar yrgyldylary generirlmegiň

parametriki usulyny, uzaklygy radiointerferension usul bilen ölçemek usullaryny döredteler.

## **DÖRDÜNJI BAP. TELEWIDENIÝÄNIŇ ÖSÜŞ TARYHY**

### ***4.4.1 Telewideniýäniň durmuşdaky orny***

Telewideniýe diýip predmetleriň şekillerini aralyga geçirmek bilen meşgullanýan häzirkî zaman radioelektronikanyň oblastyna aýdylýar. Telewideniýe—*tele* - uzak, daş diýlen grek sözünden alnyp, uzakdan (daşdan) görmek manyny berýär.

Eger, adamyň daşky dünýä baradaky maglumatlaryň 90% - ine golaýyny görüş arkaly kabul edýändigini hasaba alsak, onda bilimiň bu pudagynyň möhümdigi düşnükli bolýar.

Sanly tehnika telewizoryň ýatda saklaýan gurluşyna, ertirlerine ukudan oýarar ýaly, ulanyja gerek bolan programmany birikdirer ýaly, gerek gepleşigi wideomagnitofona awtomatik usulda ýazar ýaly programmalary birnäçe gün önünden girizmäge mümkinçilik berýär. „Wideotekst“, „Teletekst“ we beýleki ulgamlaryň kömegi arkaly zerur maglumatlary maglumat merkezlerinden sorap we ekranda görüp bolýar: uçarlaryň uçýan we gonýan wagtlaryny, howa maglumatyny, satuwa çykarylan täze önümler baradaky maglumatlary we ş.m.

Telewizion tehnika adamyň durmuşynyň dürli oblastlarynda, tehnikada, ykdysadyýetde, transportda, ylmy gözegçiliklerde we başga-da köp sanly sistemalarda giňden ulanylýar. Ol göze görünmeýän şöhleler (infragyzyl, pentgen, ultramelewşe) bilen ýagtylandyrylan predmetleri görmeklige we şunlukda adamyň gözüniň görüp bilmejek, tebigatyň syrларыny açmaga mümkinçilik berýär. Telewizion ulgamlar



kosmiki giňişligi öwrenmekde we özleşdirmekde ulanylýar. Kosmiki tehnikanyň üstünlikleri netijesinde hemra telewideniýesi ösýär. Telewizion programmalary bir kontinentden beýleki geçirmek adaty ýagdaýa öwrüldi. Ýeriň hemralaryndan programmalary hususy telewizorlara gös-göni almaga mümkinçilik berýän hemra telewizion sistemalary hereket edýär.

Häzirki zaman telewizorlarynyň esasy aýratynlygy - olaryň köp funksionallygydyr. Bu telewizorlara wideomagnitofon, personal kompýuteri, dürli ýörite gurluşlary birikdirip bolýar. Diwara, edil surat ýaly asyp bolýan tekiz ekranly telewizorlar we gepleşikleri köpçülik bolup sereder ýaly, meýdany ýüzlerçe kwadrat metr bolan uly ekranly telewizorlar döredildi. Stereoskop şekilleri berýän telewizorlar, örän kiçi ekranly jübi telewizorlary, şeýle hem ekranlarynda bir wagtyň özünde alty telekanaly görüp bolýan telekabuledijiler oýlanyň tapyldy.

Ýakyn geljekde telewideniýäniň funksiýasy has-da giňeler we telewizor-kabul ediji kompýuter, wideomagnitofon, faks we beýleki gurluşlar bilen bilelikde işleýän, köp funksiýaly gurluşa öwürüler. Telewizion apparatlara kompýuter tehnologiýalarynyň, signallary işlemekligiň sanly usullarynyň, şekilleri öwürijileriň girizilmekligi telewizion ulgamlary düýpli üýtgediler. Bu bolsa iki taraplaýyn aragatnaşygy bolan telesetleri döretmäge mümkinçilik berer. Bu telesetler boýunça kommersiýa we okuw telewideniýesi, gepleşikleri ulanyjularyň buýrmasy boýunça programalary bermek, wideotelefon, fototelegraf, poçta, gazetleri, žurnallary, kitaphananyň ýa-da hasaplaýyş merkezleriň kömeginden peýdalanmak ýaly hyzmatlary amala aşyrmak bolar.

Häzirki döwürde telewideniýe maglumatlary ýaýratmagyň has köpçülikleýin serişdesine öwürldi. Tehnikanyň has häzirki zaman oblasty hömünde telewideniýe

has çalt ösýär we täzelenýär. Soňky birnäçe ýylda تازه funksional gurluşlar döredi, şekiliň hili hemişe gowulaşýär, telewizion kabuledijileriň ygtybarlygy ýokarlanýar, telewizoryň içini dolandyrmak prosesi kämilleşýär, telewizion apparatlarynda mikroprosessorlaryň ulanyşy giňelýär.

Telewideniýe radiotehnika, elektron tehnika, ýagtylyk tehnika we ş.m. esaslanýar, we şoňa görä-de, ylmyň we tehnikanyň umumy ösüşi bilen berk baglanyşyklydyr.

Telewizion tehnikanyň ösüşini aşakdaky döwürlere bölmek bolýar: telewideniýe barada ideýanyň döremegi (1920-nji ýyla çenli), mehaniki telewideniýe (1920-1935), elektron gara-ak telewidiniýe

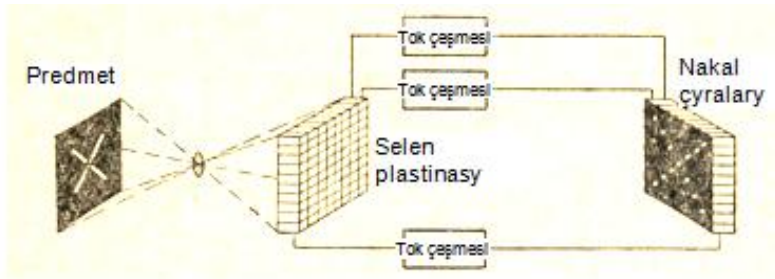
(1936-1966) we elektron reňkli telewidiniýe (1967-nji ýyldan başlap häzirki döwre çenli). Telewideniýäniň ösüşiniň indiki etaplary sanly telewizion sistemalary, şekiliň durulygy ýokary bolan telewizion sistemalary döretmek, hemra telewizion aragatnaşygyň ösmegi, wedeomaglumatlary derňemek we gaýtadan işlemek sistemalaryny ulanmak bilen baglydyr.

#### ***4.4.2 Telewideniýäniň ösüşiniň başlangyç döwri***

1873-nji ýylda rus alymy **A.N.Lodygin** nakal çyrasyny oýlap tapandan soň ilkinji telewizion nusgalar 1875-nji ýylda nemes alymy **Keri** tarapyndan hödürlendi. Keriniň tejribesinde adamyň görüş organyny elektrik taýdan döretmeklige synanyşyldy, ýagny gözüň ýagtylyk duýujy görejiniň mysaly ornuna selen plastinasyny, görüş nerwleriniň deregine telegraf geçirijileri, görüş şekilleri döreýän beýniniň ornuna nakal çyralaryny ulandy (58-nji surat).

Selen plastinalaryna proyektirlenen şekil her geçirijide toguň dürli üýtgemelerini dörededer (seleniň garşylygy ýagtylyga proporsional üýtgeýär) we her bir

çyrany dürli ýagtyjylyk bilen ýagtylanmaga mejbur eder diýlip çaklanylýardy. Ähli çyralaryň ýagtylanyşy birleşip



58-nji surat. Keriniň telewizion taslamasy

predmetiň şekiliň mozaiki şekilini bermelidi. Emma bu ideýa amala aşmady.

1880-nji ýylda rus alymy **P.I.Bahmetew** şekili elementleri boýunça yzygiderli bermek prinsipini hödürledi. P.I.Bahmetewiň hödürlän bu ideýasyndan soň şekili ýaýmak boýunça gurluşlar döredi.

Şekilleri ýaýmak üçin 1884-nji ýylda nemes alymy **Paul Nipkow** spiral boýunça deşikleri bolan diskini hödürledi.

#### 4.4.3 Ilkinji elektron - şöhle telewizion öwürijileri

1907-nji ýylda telewideniýede elektron usullaryň başlangyç döwri başlandy. Şol ýyl **B.L.Rozing** (1869-1938) “katog teleskopy” diýip atlandyrylýan ulgamy döredip patent aldy. B.L.Rozing aralyga şekili elektron usulda geçiren ilkinji alymdyr (59-njy surat).

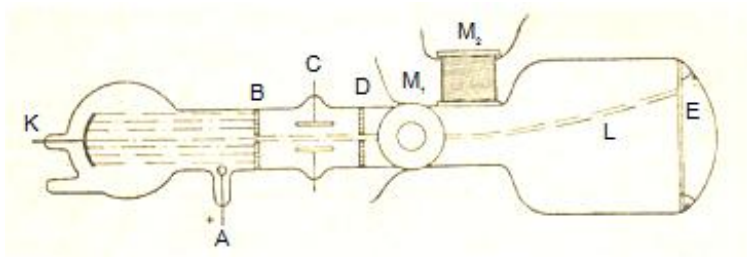


59-njy surat. B.L.Rozing

Rozing iberijide şekili gorizontal we wertikal boýunça ýaýmak üçin mehaniki kinematikany, ýagny özara perpendikulýar oklarda aýlanýan iki sany zerkal barabanlary ulandy. Emma, kabul ediji gurluşda ol düýbünden täze elementi - elektron-şöhle trubkasyny ulandy. Bu trubkalarda katoddan çykýan elektron akym-lary lyuminofor bilen çaýylan ekrana düşüp ony ýagtyldýarlar. Şeýle ekranda şekili almak üçin Rozing täze

usuly girizdi, ýagny elektron şöhlesini dykzlygy boýunça modulirläp ony birwagtyň özünde özara-perpendikulýar iki ugurlarda gysartdy.

Rozingň kabul ediji trubkasynyň shemasy 60-njy suratda görkezilendir. K katoddan çykýan elektronlaryň dessesi A anoda goýulan tizlendiriji naprýaženiýanyň täsiri netijesinde, B diafragma düşýär we onuň deşiginden L inçe şöhle görmüşinde geçip, lyuminessirlenýän E ekrana ýetýär. Çyzykly kanun boýunça periodiki üýtgeýän, dürli ýygyllykly toklar bilen ýmitlenýän  $M_1$  we  $M_2$  magnit tegekleri elektron şöhlesini özara perpendikulýar iki ugurlarda, ony ekranda biribiriniň aşagynda ýagtylanýan setirleri çyzmaga mejbur edip, gysardýarlar. Rozing elektron şöhlesiniň ýolunda C kondensatoryň iki jübüt plastinasyndan we figura görnüşli deşigi bolan D diafragramadan ybarat bolan modulýatory goýdy.



60-njy surat. Rozingiň kabul ediji trubkasynyň çyzgysy

Iberijilerden gelyän wideosignallar C kondensatoryň plastinalaryna berilýär, bu wideosignallar elektron şöhlesini olaryň ilki başky ugurlaryndan käbir ulylyga gyşarmaga mejbur edýärler. Netijede, D diaframadan köp ýa-da az sanly elektronlar geçýärler, degişlilikde ekranda, berlen wagt pursatynda şöhläniň düşýän nokatarynyň ýagtyjylygy üýtgeýär. Ýaýmanyň ýeterlik uly tizliklerinde ekranda dürli ýagtyjylygy bolan nokatlardan predmetiň şekili döredýär.

Häzirki zaman kabul ediji trubkalaryň ilkinji görnüşi bolan, ýokarda beýan edilen elektron-şöhle trubkalaryndan başga-da, Rozing şöhläni magnitiň kömegi bilen fokusirlmegi başardy we şunlukda, ýaýygy toklaryň we napryženiýalaryň mejbury sinhronlaşmasyny we formulirlenmesini gazandy. Bulardan başga-da, ol aşgar fotoelementleriniň çykyşynda alynýan fototoklary güýçlendirmek üçin birnäçe shemalary hödürledi. Elektronlaryň fotoemissiýasynyň hasabyna kondensatorda zarýadlary toplamak bilen fototogy köpeltmek aýratyn gyzyklanma döredýär. Sowet alymlary tarapyndan ösdürilen bu prinsip häzirki zaman iberiji elektron-şöhle trubkalaryny döretmekde ulanyldy. Ady agzalan ideýalar öňde baryjy ideýalardy, sebäbi şol döwürde daşary ýurtlarda köplenç kinematiki görnüşli ulgamlar hödürlenipdi. Ýöne, Rozingiň işleriniň täsiri bilen, 1908-nji ýylda **Kempbell Swinton**

(Angliýa) iberiji trubkadaky elektron ýöhleleri ýaýmak baradaky ideýany hödürledi.

1911-nji ýylda Kempbell Swinton signallary kabul etmek, şeýle hem iberbermek üçin elektron-şöhle trubkasy ulanylýan telewizion ulgamyň shemasyny hödürledi.

Zarýadlary ýygnaýan iberiji elektron-şöhle trubkasynyň ilkinji taslamalasyny 1930-njy ýylda sowet alymy **A.P.Konstantinow** hödürledi. Konstantinowyň trubkasy signal elektrodynyň çylşyrymlylygy sebäpli ulanylmady. Emma, onuň elektron-şöhle trubkalarynda elektrik zarýadlaryny ýygnamak prinsipi häzirki zaman geçiriji trubkalaryny döretmegiň esasyny goýdy.

B.L.Rozingiň okuwçysy **W.K.Zworykin** (1889-1972) 1923-nji ýylda ABŞ-da telewideniýanyň elektron ulgamyny döredenligi barada patent aldy. 1929-njy ýylda W.K.Zworykin elektron-şöhle trubkasyny kämilleşdirip kineskopy-kabul ediji telewizion trubkany, 1931-nji ýylda bolsa ikonoskopy-geçiriji telewizion trubkany (sowet alymy **S.I.Kataýew** bilen birwagtda) döretdi we elektron telewideniýesiniň apparatlar ulgamyny oýlap tapdy. Reňkli telewideniýany döretmek boýunça W.K.Zworykiniň işleriniň ähmiýeti örän uludyr. Dünýäde ol „telewideniýanyň atasy“ hökmünde tanalýar.

#### **4.4.4 Telewideniýäniň soňraky ösüşleri**

Şekilleri telewizion usul bilen ibermeklik üç sany fiziki prosese esaslanýar:

1. Ýagtylyk (şöhle) energiýasyny elektrik signalyna öwürmek;
2. Elektrik signallaryny geçirmek we kabul etmek;
3. Elektrik signallaryny ýagtylyk impulsyna öwürmek;

Telewizion şekilleri aralyga bermegiň esaslary bolan bu problemalaryň birinjisi – 1873-nji ýylda içki fotoeffekt hadysasyny açan **U. Şmttiň** (ABS) we 1888 – 1890-njy ýyllarda daşky fotoeffektiň esasy kanunalaýyklyklaryny açan, Moskwa uniwersitetiniň professory **A.G.Stoletowyň**, ikinjisi – 1895-nji ýylda simsiz telegrafy döreden **A.S.Popowyň**, üçünjisi – şekilleri döretmek üçin elektron – şöhle trubkasyny ulanyp 1907-nji ýylda “katod teleskopy” ulgamyny döreden we 1911-nji ýylda ilkinji telewizion geçiriji amala aşyran, Peterburg tehnologik institutynyň mugallymy **B.L.Rozingiň** işlerinde görkezilýär.

A.G.Stoletowyň elektronlaryň fotoemulsiýasy baradaky taglymaty sowet fizikleri **P.I.Lukirskiý**, **S.S.Priležäýew**, **N.S.Hlebnikow**, **P.W.Timofeýew** we beýlekiler tarapyndan ösdürildi. Bu alymlaryň ylmy işleri geçiriji telewizion trubkalarynda ulanylýan çylşyrymly fotokatodlary döretmegiň esasyны goýdular.

Geçiriji trubka telewizion kanalyň başlangyç bölegidir. Ähli häzirki zaman geçiriji trubkalary sowet alymlary **A.A.Çernýşewiň** (1925), **A.P.Konstantinowyň** (1930), **S.I.Kataýewiň** (1931), **P.W.Şmakowyň** (1933), **P.W.Timofeýewiň** (1933), **G.W.Braudiň** (1938) ylmy işleriniň esasynda guruldy

Sowet alymlary **B.W.Krusser**, **I.W.Kuznesow**, **I.F.Pesýaskiý**, **N.P.Thoržewskiý** tarapyndan häzirki zaman

trubkalaryň ilkinji nusgalarynyň tehnologiýasy döredildi we ýasaldy.

Zarýadlary toplaýan elektron – şöhle ulgamlaryny döretmek boýunça edilen bu işler häzirki zaman telewideniýesiniň бүтін ösüşini kesgitledi we az ýagtylyk bilen ýagtylanýan predmetleriň şekillerini ýokary hilli şekilde bermeklik problemsyny çözdü.

Geçiriji trubkanyň çykyşynda alynýan signallary radio gurluşlar arkaly geçirmek problemsary SSSR-de **M.A.Bonç – Burýewiç, M.W.Şuleýkin, A.I.Berg** we beýlekiler tarapyndan amala aşyryldy. Geçiriji trubkadan çykýan signallaryň gowşaklygy sebäpli, olar güýçlendirilmegini talap edýärdi. Ýygtylyk we geçiş häsiýetnamalary boýunça telewizion güýçlendirijileriň hasaplama derňewi we usullary sowet alymlary **G.W.Brand** we **O.B.Lur** tarapyndan ýerine ýetirildi.

Elektrik signallaryny oňa proporsional bolan ýagtylyk impulslaryna öwürmek we olardan şekili döretmek boýunça **B.L.Rozingiň** eden işleri telewideniýanyň ösüşinde örän uly öwrülişik boldy. Ol tehnikanyň taryhynda ilkinji gezek, häzirki zaman telewideniýesinde kabul ediji we geçiriji trubkalarda giňden ulanylýan, inersiyasyz elektron şöhläni ulandy. B.L.Rozing kýminessirlenýän ekranly we şöhläni magnit bilen gyşardyp bolýan, häzirki zaman kabul ediji trubkalaryň ilkinji nusgasy bolan elektron – şöhle kabul ediji trubkasyny dörettdi. Ol 1911-nji ýylyň 9(22)-nji maýynda ilkinji gezek predmetiň telewizion şekilini görkezdi.

Kabul ediji trubkalar üçin kýminessirlenýän materiallary tapmakda kýminessiýa hadysalaryny öwrenmek we olaryň kanunlaryny kesgitlemek boýunça akademik **S.I.Wawilowyň** we onuň mekdebiniň işleri uly rol oýnady.

Iberiji we kabul ediji telewizion trubkalary oýlap tapmakda elektron akymalaryny dolandyrmak, bu elektronlary inli desse ýa-da inçe şöhle görnüşinde fokusirmek, inçe



şöhläni iki koordinata oklary boýunça kesgitli kanun boýunça gyşartmak problemalary esasy mesele bolup durýardy. Bu problemalary elektrik we magnit meýdanlaryny ulanmak bilen çözmeklik ylmyň täze bir pudagyňyň – *elektron optikasynyň* döremegine getirdi. Bu ylmyň ösüşi we onuň amalyýetde ulanyşy sowet alymlary **A.A.Lebedewiň**, **G.A.Grinbergiň** we beýlekileriň işlerinde öz beýanyny tapdy.

Telewideniýede diňe bir şekiliň signalyny ibermek we olary ýagtylyk signalyna öwürmek wajyp däl-de, ýagtylyk signallaryny kabul ediji trubkanyň ekranynda, iberiji trubkanyň fotokatodynda şekiliň nokatlarynyň ýerleşişine doly gabat geler ýaly ýerleşdirmek gerek. Başgaça aýdylanda, şekili dikeltmek prosessiniň, iberiji trubkada şekiliň döremek prosessi bilen takyk sinhronlaşmagy zerurdyr. Häzirki zaman telewideniýesi ähli şekili bir wagtyň özünde geçirmäge mümkinçilik bermeyän, şekilleri diňe yzly-yzyna nokatma-nokat geçirýän, elektrik gurluşlaryndan peýdalanylýar.

Şekilleri elementler boýunça yzygider geçirmek ideýasyny, bir wagtda diýen ýaly we biri-birlerinden habarsyz 1879-njy ýylda portugal alymy **De-Paýwa** we 1880-nji ýylda rus alymy **P.I.Bahmetew** hödürlediler. Bu ideýa örän güýçli ideýa boldy we ol häzirki zaman telewideniýesiniň esasy prinsipleriniň biri bolup durýar.

Ady agzalan prinsipi amala aşyrmaga mümkinçilik berýän tehniki gurluşlar sowet akademikleri **L.I.Mandelştamyň** we **N.D.Papaleksiniň** mekdebi tarapyndan döredilen çyzykly däl yrgyldylar nazaryýetiniň esasynda guruldy.

Telewidiniýäniň öşüşiniň ähli taryhy ýoly hereket edýän şekilleri geçirmek we kabul etmek prosessini ýönekeýleşdirmeklige syrygdy. Ahyr soňunda bu iki ölçegli şekilleri gara-ak reňklerde geçirmeklige we gaýtadan dikeltmeklige mümkinçilik berýän telewizion ulgamlarynyň

döremegine getirdi. Şeýle ulgama *gara-ak telewizion sistema* diýilýär.

SSSR-de telewizion gepeşikler 1931-nji ýylyň 1-nji oktýabrynda başlandy.

**A.Ý.Breýtbart** (Sank-Peterburg) tarapyndan döredilen telewizoryň senagat görnüşi ilat üçin goýberildi. Bu telewizorda şekiliň aýdyňlygy sekuntda 12.5 kadrda 30 setir boldy.

1935-nji ýylda Sank-Peterburgda **Ý.A.Ryftiniň** ýolbaşçylygynda sekuntda 25 kadrda 180 setir bolan laboratoriya ulgamyny döredildi. 1938-nji ýylda SSSR-de

**L.B.Kreýseriň, Z.I.Modeliň, A.I.Lebedewiň** ýolbaşçylygynda şekilleriň aýdyňlygy 240 setir bolan ýokary hilli telewizion gepeşikler amala aşyryldy.

Şol döwürde Moskwada şekiliň aýdyňlygy 343 setir bolan, amerikan radiokorporasiýasynyň abzallary bilen enjamlaşdyrylan telewizion merkez guruldy.

Uruşdan soňky ilkinji ýyllarda Moskwada, Sank- Peterburgda we Kiyewde şekilleriniň aýdyňlygy 625 setir bolan täze telewizion merkezler guruldy. Netijede, sowet soýuzynda senagatyň täze pudagy – telewizion pudak döredi.

XX asyryň 50-nji ýyllarynyň ikinji ýarymynda Moskwada beýikligi 520 metr bolan Ostankino diňinde täze telemerkez işläp başlady. 1960-njy ýylda Sank-Peterburgda antennasy 316 metr diňde ýerleşen, iberijileriniň kuwwaty 50 kW bolan 2 sany gara – ak we bir sany reňkli programmasy bolan telemerkez guruldy.

Gara-ak telewizion sistemalaryň umumy parametrleri we häsiýetnamalary: kadrlaryň çalşyk ýyglylygy  $F_k=25\text{Gs}$ ; meýdanlaryň çalşyk (setirara ýaýma) ýyglylygy  $50\text{Gs}$ ; kadrda setirleriň sany  $Z=625$ ; setirleriň yzygider gelmek ýyglylygy  $F_s=F_k \cdot Z=25 \cdot 625=15625\text{Gs}$ ; şekiliň signalynyň ýyglylyk zolagynyň ini  $6,5\text{MGs}$  töweregi. Wideosignalnyň

ýgylyk zolagynyň ini ses ýgylyklarynyň ini bilen bilelikde 8 MGs deňdir.

Soňra telewideniýäniň täze hilini ýüze çykarmak we amala aşyrmak, ýägny telewizion şekilleri natural reňklerde we görümläýin formada almak prosesini başlandy.

## **BÄŞINJI BAP. REŇKLI TELEWIDENIÝÄNIŇ ÖSÜŞ TARYHY**

### ***4.5.1 Reňkli telewizion sistema***

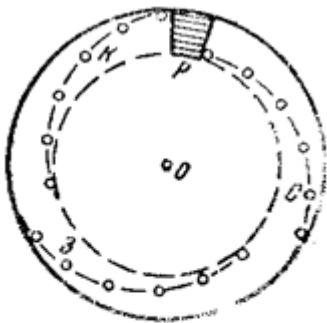
Reňkli telewideniýe sistemasy döredilende adamyň gözünüň fiziologik häsiýetleri ulanyldy. Reňk duýgusy – adam tarapyndan ýagtylyk şöhlenenmesini kabul etmek netijesinde döreýär. Bu duýgyny fiziki äkidiji elektromagnit tolkunydyr. Reňk duýgusy adamynyň gözündäki iki görnüşli - kolbajyk we taýajyk nerw öýjükleri arkaly döreýär. Kolbajyk öýjügi reňk duýgysyny döredýär, taýajyk öýjügi bolsa diňe şöhlenenmäniň kuwwadyny duýýar. Üç düzüjili göreç nazaryýetine görä adamyň gözündäki kolbajyklaryň üç görnüşi: gök, ýaşyl we gyzyl reňkleri kabul edýär. Beýleki reňkler bu esasy reňkleriň garyndysydyr. Adamyň gözi üçin ak reňk diňe üç reňkiň ýagtylyk akymalarynyň jemi hökmünde kabul edilýär: gyzyl (red), ýaşyl (green) we gök (blue). Suratkeşler reňkleri garyp, şeýle usuly giňden ulanýarlar.

Häzirki zaman telewizion tehnikaşy gepleşikleri reňkli şekillerde geçirmäge mümkinçilik berýär.

Munuň üçin her şekili üç gezek: gyzyl, ýaşyl we gök reňklerde geçirmek, kabul edýän tarapdan bolsa olary (giňişlikde ýa-da wagtda) bir şekile ýygnamak talap edilýär. Şeýle ulgamlara *reňkli telewizion ulgamlar* diýilýär.

Ilkinji üç reňkli telewizion sistemanyň taslamasy 1925-nji ýylyň fewralynda sowet inženeri **I.A.Adamiýan** tarapyndan

hödürlendi (61-nji surat). Onuň sistemasynyň esasy elementi bolup reňkli süzgüçleri bolan disk hyzmat edýär. Diskde nokatlanç desikleriň üç seriýasy üç sany spiral boýunça deň burç aralyklarynda ýerleşdirilendir. Birinji spiralda ýerleşen deskler gyzyň, ikinjidäkiler-ýaşyl we üçinjidäkiler gök ýagtylyk süzgüçleri bilen ýapylyardylar.



**61-nji surat. Adamiýanyň reňkli  
ýagtylyk süzgüçli disk**

Eger şeýle diske reňkli şekil proyektirlenende, diskiň bir aýlawynda gyzyň, ýaşyl we gök reňkleri görmek bolýar.

Mehaniki telewideniýäniň bu ilkinji ädimlerinden soň reňkli telewideniýe boýunça eksperimental işler başlandy. Adamiýanyň usuly boýunça ilkinji reňkli telewizion şekil 1928-nji ýylyň iýulynda Angliýanyň

Berda laboratoriyasynda görkezildi.

1929-njy ýylyň iýulynda ABŞ-da Bella firmasynyň laboratoriyasynda 3 sany özbaşdak kanaly ulanyp üç reňkli telewizion sistema görkezildi.

1940-njy ýylyň awgustynda ABŞ-da “Kolumbiýa” radiogeleşikler kompaniýasy tarapyndan elektron görnüşli üç reňkli telewizion sistemada reňkli kinofilim görkezildi. Soňra bu sistema boýunça ilkinji gezek reňkli obýektlerden natural şekiller görkezildi.

1959-njy ýylda Moskwada, 1960-njy ýylda Sank-Peterburgda tejribe-reňkli geleşikler başlandy. Durnukly reňkli telewizion geleşikler bolsa 1967-nji ýylda başlandy.

1954-nji ýyldan başlap ABŞ-da reňkli telewizion geleşikler alnyp barylady. 1962-nji ýylyň iýul aýynda ABŞ

Ýeriň “Telstar” atly emeli hemrasy arkaly, tolkunlaryň santimetr diapazonyny ulanyp, Ýewropa kontinentine ilkinji telewizion gepleşigi geçirdi.

Häzirki döwürde gara-ak telewizion gepleşik ulgamyny ulanmak çäklidir. Häzirki zaman telewizion gepleşigi reňkli şekilleri geçirmeklige esaslanandyr. Reňkli telewizion ulgam gara-ak telewizion ulgam bilen doly gabat gelýär - reňkli şekilleriň signallary gara-ak telewizion gepleşikleriň kanallary we ýygylklary boýunça geçirilýärler. Reňkli telewideniýäniň kanallarynyň umumy häsiýetnamalary, gara-ak telewideniýe üçin ulanylýan häsiýetnamalar bilen umuman gabat gelýär.

Reňkli we gara-ak telewideniýäniň sazlaşygyny üpjün etmek üçin iki ýagdaýda hem kadrlaryň ýygylgy birmeňzeş we 25Gs, wideosignalyň ýygylk zolagy takmynan 6,5 MGs, setirleriň sany 625 deň bolmagy zerurdyr.

#### ***4.5.2 Reňkli telewizion standartlar***

Ilkinji reňkli telewizion standart 1953-nji ýylda ABŞ-da reňkli telewideniýäniň **NTSC** sistemasynyň işlenip düzülmegi bilen döredi. Bu standart Ýaponiýa, Koreýa, Kanada we Amerikan kontinentiniň beýleki döwletleri tarapyndan kabul edildi. Emma bu sistemanyň köp sanly kemçilikleriniň barlygy sebäpli, 1950-nji ýyllarda Fransiýada reňkli telewideniýäniň **SEKAM** sistemasy döredilip başlandy. Bir näçe eksperimental barlaglardan soň Russiýa reňkli gepleşikleri amala aşyrmak üçin bu standarty saýlap aldy we 1965-1966-nji ýyllarda sowet hünärmeleriniň gatnaşmagynda bu sistema doly işe girizildi. Russiýada reňkli telewideniýe sowet - fransuz **SEKAM** sistemasy arkaly amala aşyrylýar. **SEKAM** sistemasy Bolgariýada, Wengriýada, Horwatiýada, Polşada, Gresiyada,

Afrikanyň, ýakyn we orta Gündogar ýurtlarynda ginden ýaýrandyr.

SEKAM sistemasynyň döredilýän ýyllarynda “TELEFUNKEN” nemes firmasynyň hüňärmenleri PAL sistemasyny döredip başladylar. 1966-njy ýylda Günbatar Ýewropa ýurtlarynyň köp döwletlerinde **PAL** sistemasy kabul edildi. Häzirki döwürde PAL sistemasy dünýäde has giň ýaýran reňkli telewizion sistemadyr.

Şeýlekikde, häzirki döwürde dünýäde reňkli telewideniýäniň üç sistemasy hereket edýär: NTSC, SECAM, PAL. Bir sistemanyň signalyny başga sistema kabul edilen ýere geçirmek üçin reňkli telewideniýäniň sugnalyny öwürmek zerurdyr. Bu operasiýa transkodirlemek diýilýär.

Soňky wagtlarda öndürilýän telewizorlar reňkli telewideniýäniň gepleşiklerini CEKAM sistemasy we amerikan PAL sistemasy boýunça kabul etmäge ukyplydyrlar. Bu telewizorlarda setirleriň sany-525, kadrlarynyň sany-30 we wideosignalyň ýygylgynyň ini - 4 MGs deňdir. CEKAM sistemasynda şekiliň aýdyňlygyny saklamak üçin wideosignalyň ini 6,5 MGs töweregi bolmaly.

Häzirki döwürde, Russiýada we beýleki ýurtlarda telewizion gepleşikleriň şekilleriniň hilini ýokarlandyrmak boýunça işler alyp barylýar.

#### ***4.5.3 Telewizion gepleşikleriň standartlary***

Telewizion gepleşikleriň standartlary telewizion signallaryň standartyndan we renkli telewideniýäniň sistemasyndan ybaratdyr.

Telewizion signalyň standarty reňkiň häsiýetnamasyny hasaba alman sygnalyň parametrini kesgitleýär: kadrdaky setirleriň sanyny, meýdany ýaýmak ýygylgy, sesi we şekili

äkidiji ýygylgyň tapawudyny, telewizion signalyň zolagynyň ini we ş.m.

Dünyäde telewizion signallaryň 10 standarty bar: B, D, C, I, H, K, K<sub>1</sub>, L, M, N. Belli bir standarty kabul etmage niýetlenen telewizor beýleki standartyň signalyny kabul edip bilmyär.

Russiýada D we K standartlar kabul edilendir, D standart metr uzynlykly tolkun uzynlygy bolan oblastlarda, a K-standart-desimetr tolkun uzynlykly oblastlarda ulanylýar.

Reňk sistemasy reňkiň signallaryny bermek usullaryny kesgitleýär.

Telewizion iberijileriň standartyny görkezmek üçin reňk sistemasyny we telewizion signalyň standartyny görkezmek talap edilyär, meselem: SECAM-D/K.

OIRT (MORT-Medunarodnaýa organizasiýa radioweşaniýa i telewideniýa) guramasyna girän ýurtlarda SECAM-D/K ulgamy ýaýrandyr. CCIR (MKKP-meždunarodnyý konsultatiwnýý komitet po radioswýazi) guramasyna girýän ýewropa ýurtlarynyň köpüşinde PAL-B/G ulgamy ulanylýar. ABŞ-da NTSC-M, Hytaýda-PAL-D, Ýaponiýada-NTSC-M, Angliýada PAL-I, Müsürde-SEKAM-B/G, Russiýada SEKAM-D/K ulanylýar.

#### ***4.5.4 Sanly telewideniýäniň ösüş döwürleri***

Sanly telewideniýä geçmeklik telewizion kanallaryň sanyny düýpli köpeltmäge, şekiliň we sesiň hilini ýokarlandyrmaga, telewizion sistemalaryň funksional mümkinçiliklerini giňeltmäge mümkinçilik berýär. XXI asyryň birinji on ýyllygynda sanly telewideniýe ösen ýurtlaryň telewizion sistemalarynda öňde baryjy orny eýelär. Ylmyň bu pudagy okuw edebiýatlarynda az beýan edilyär we okyjylar

sanly telewideniýe baradaky maglumatlary žurnallardan we Internetden almak bilen çäklenýärler.

Sanly telewideniýe özüniň ösüşinde birnäçe döwürleri geçdi. Her döwürde ilki başda ylmy-barlag we tejribe-konstruktorçylyk işleri ýerine ýetirilýär, eksperimental gurluşlar we sistemalar döredilýär, soňra düzgün boluşy ýaly halklara standartlary kabul edilýär. Bu standartlar telewizion gepleşikleri alyp barýan, wideoprogrammalary taýýarlaýan ähli guramalar we apparatlary öndürýän ähli firmalar tarapyndan ýerine ýetirilmelidir. Standartlary kabul etmeklik-islendik tehnologiýanyň, şol sanda telewideniýanyň ösüşiniň möhüm düzüm bölegidir.

Halklara standartlary ilkinji nobatda 1947-nji ýylda döredilen standartlaşdyrma boýunça Halklara guramasy (ISO - International Organization for Standardization) tarapyndan kabul edilýär. Tehnikanyň haýsyda bolsa bir oblastynda standartlary işläp taýýarlamak üçin ISO işçi topary döredýär. Şeýle topara mysal hökmünde sanly telewideniýe üçin standartlary döreden MPEG (Motion Picture Expert Group) toparydyr.

Standartlaşdyrmada möhüm rol oýnaýan beýleki gurama - Elektrik aragatnaşygyň Halklara Soýuzydyr (ITU-International Communication Union). ITU tarapyndan kabul edilýän Resminamalary Hödürnamalar (Rekomendasii) diýip atlandyryrlar.

Sanly telewideniýanyň ösüşiniň birinji döwründe sanly tehnika, telewizion sistemanyň aýratyn böleklerinde ulanyldy. Bu döwrüň has möhüm üstünligi sanly studiýa enjamlarynyň döredilmegi boldy. Häzirki zaman telestudiýalarynda kameralardan gelyän signallar san görnüşine öwürülýärler we olaryň ähli soňraky işlenişleri we saklanyşlary telemerkeziň çäklerinde sanly gurluşlar tarapyndan amala aşyrylýarlar. Telestudiýanyň abzallarynyň çykyşynda telesignal analog



(üzniüksiz signal) görnüşe öwrülýär we adaty aragatnaşyk kanallary boýunça geçirilýär.

Sanly telewideniýäniň ösüşiniň birinji döwründe edilen işleriň netijeleri Hödurnäma ITU-R BT 601 (ITU-R-International Telecommunication Union, Radio, ýa-da rus diline terjime edilende – Sektor radioswýazi Meždunarodnogo Soýuza Elektrowýazi – MCЭ-P (Elektrikaragatnaşygyň Halkara Soýuzynyň radioaragatnaşyk Sektory)) atly resminamada getirildir. Bu standartyň köne ady - Radio boýunça Halklara konsultatiw komitetiň 601-nji Hödurnamasy (MKKP). Bu standart 1982-nji ýylda kabul edildi.

Sanly telewideniýäniň ösüşiniň ikinji döwründe gibril analog-sanly telewizion sistemalar döredildi.

Gibril telewizion sistemalaryna mysal hökmünde ýokary aýdyňlygy bolan MUSE ýapon telewizion sistemasyny we günbatar ýewropa MAC sistemasyny görkezmek bolar. Bu sistemalaryň iheriji we kabul edýän böleklerinde signallar sanly gurluşlar tarapyndan işlenilýär, aragatnaşyk kanalynda bolsa signallar analog görnüşinde geçirilýär.

Sanly telewideniýäniň ösüşiniň üçünji döwrüne sanly telewizion ulgamlaryna dolý geçilen döwür diýmek bolar.

Ýaponiýada we Ýewropada, ýokary hilli MUSE we HD-MAC telewizion sistemalary döranden soň 1987-nji ýylda ABŞ-da milli standart hömünde tassyklamak üçin ýokary hilli telewizion sistemasy döretmek boýunça bäsleşik yglan edildi. Ilkinji ýyllarda bu bäsleşige dürli analog sistemalary hödürlendi. MUSE sistemasy we diňe hemra kanallary boýunça gepleşikleri berýän beýleki sistemalar bäsleşikde seredilmedi. Sebäbi, ABŞ-da 1400-e golaý kompaniýalar ýerüsti telewizion gepleşikleri alyp barýardylar we ýurtda kabel liniýalarynyň seti giň ýaýrandy. Bu infrastrukturalar telewizion kanalyň 6 MGs ýyllyk zolagynyň inine niýetlendi.

1990-nji ýylda sanly telewizion sistemalaryna doly geçmek baradaky ilkinji teklipler geldi. Bu tekliplerde diňe bir sanly telewizion ulgamlary döretmek barada aýdylman, bu ulgamlary wideotelefon we wideokonferensiýa hökmünde ulanmak, wideoprogrammalary sanly lazer kompakt-disklere ýazmak, kompýuter grafikasy, multimediyä üçin video gurluşlar we ş.m. üçin ulanmak barada aýdylýardy.

1993-nji ýylyň başynda iň soňky analog sistemalary bäsleşikde seredilmekden aýryldy. 1993-nji ýylyň maý aýynda 4 kompaniýa we ylmy barlag guramalary “Grand” Alliance” taslamasyna birleşdiler we ABŞ-da doly sanly telewizion sistemasynyň standartynyň esasyňy döredtiler. Täze sistemany döreden guramalar: Massaçuset Tehnologik Instituty, Zenith korporasiýasy, AT&T General Instruments, Philips-iň we Thomsonyň amerikan bölümleri we beýlekiler.

Kinofilmleri we wideoprogrammalary kompýuter lazer disklerine ýazmak we adaty personal kompýuter bilen şekilleri we sesi bermäge mümkinçilik berýän MPEG-1 Standarty 1993-nji ýylyň dekabrynda tassyklandy.

Häzirki wagtda köp ýurtlarda MPEG-2 standarty boýunça telewizion signallaryny gysmaga esaslanan sanly telewizion ulgamlar ulanylýar. Şunlukda, ilkinji nobatda berilýän telewizion programmalaryň sanynyň artdyrylmagy gazanylýar.

Sanly telewizion sistemasynyň geljeginiň barlygy belli bolandan soň, 1993-nji ýylda Ýewropada DVB (Digital Video Broadcasting-Sifrowoýe Wideo Weşaniýe) taslamasy kabul edildi. Bu taslamada düýäniň 130 firmalary we ylmy-barlag guramalary işlediler. 1997-nji ýylda Ýeriň emeli hemralarynyň kömegi bilen Ýewropa ýurtlaryna reňkli telewideniýäniň 170 kanaly berildi, 1998-ýylyň ahyryna şeýle kanalaryň sany 1000-den geçdi.

Ösen ýurtlarda XXI asyryň birinji on ýyllygynda analog telewizion gepleşiklerini bes etmek baradaky sorag goýuldy.

1999-nji ýylda Russiýa Federasiýasynyň Goskomsýaz guramasy “Russiýada sanly ýerüsti ses we telewizion gepleşikler sistemasyny ornaşdyrmak konsepsiýasyny” kabul etdi. Russiýada sanly telewideniýanyň sistemalaryny iki döwürde geçirmeklik göz önünde tutulýär. Birinji döwürde garyşyk (analog we sanly) gepleşikler üçin birnäçe tejribe oblastlary dörediler. Birinji döwürde halklara standartlaryň Russiýanyň şertlerinde ulanyşy barlanylýar. Ikinji döwürde sanly Tele - we ses gepleşikleriniň standartlary tassyklanylýar.

#### ***4.5.5 Öýjükli hereketli (mobil) aragatnaşyk sistemasy***

Hereketli (mobil) radio aragatnaşyk sistemasy (SPR - sistema podwiznoý radiosýazy) kesgitli territoriýada, ýerleşen ýerleri erkin bolan köp sanly hereket edýän (mobil) abonentleriň arasynda bir wagtda aragatnaşygy üpjün edýär.

Häzirki döwürde ulanylýan hereket edýän aragatnaşyk SPR sistemasyny baş sany uly toparlara bölmek bolýar:

- öýjükli hereket edýän aragatnaşyk sistemasy (SSPS - sistema sotowoý podwiznoý swýazi);
- hereket edýän professional aragatnaşyk sistemalary (PPSP - professionalnyýe sistemy podwiznoý swýazi).
- personal radioçagyryş ulgamlary (SPRW - sistemy personalnogo radiowyzowa), ýa-da peýjing sistemasy (paging iňlis sözünden - hat üsti bilen habar bermek);
- hemra hereketli aragatnaşyk ulgamlary (SPSS - sistemy podwiznoý sputnikowoý swýazi);
- simsiz telefon sistemalary (SBT - sistemy besprowodnyh telefonow).

1946-njy ýylda ABŞ-yn Missuri ştatynyň Sent-Luis şäherinde, telekommunikasiýa (communication - latyn sözi bolup aragatnaşyk diýmekdir, bu ýagdaýda *aralyga aragatnaşyk*) kompaniýalaryň biri mobil aragatnaşygyň ilkinji toruny gurnady. Bu ýönekeý alty kanally (ýagny alty äkidiji ýygylgy bolan) aragatnaşyk ulgamydy. Bu mobil aragatnaşyk ulgamy iki sany kemçilige eýedi. Birinjiden, iki taraplaýyn aragatnaşygy üpjün etmek üçin mobil we baza stansiýalarynyň kuwwatlyklary birmeňzeş bolmalydy. Munuň üçin hereket edýän (mobil) abonentde uly sygymly akkumulýator we hemişelik toguň generatory bolmalydy. Ikinjiden, aragatnaşyk torunyň sygymy möhüm problema bolup durýardy. Sebäbi, bu aragatnaşyk ulgamynyň ýygylgy sygymy çäklidi we hyzmat edilýän abonentleriň sanynyň artdyrylmagy baza stansiýasynyň äkidiji ýygylgynyň sanynyň artdyrylmagyny talap edýärdi.

1948-nji ýylda ABŞ-da **U.H.Bratteýn, U.Şokli** we **J.Bartín** tarapyndan bipolar transiztoryň we 1952-nji ýylda U.Şokli tarapyndan meýdan transiztorynyň döredilmegi ulanylýan kuwwatyň bir dereje kemelmegine we bu problemalaryň çözülmegine kömek etdi.

Häzirki döwürde Russiýada esasan daşary ýurt öýjüklü hereketli (mobil) aragatnaşyk sistemasynyň dört standarty ulanylýar:

- analog - NMT - 450 (Nordic, Mobile Telephone System - Hereketli (mobil) Skandinaw telefon aragatnaşyk sistemasy) we AMPS (Advanced Mobile Phone System - Hereketli Perspektiw telefon sistema);

- sanly - GSM (Global System for Mobile Communications - Hereketli Global aragatnaşyk sistemasy);

- D-AMPS (Ddigital - sanly);

- Qualcomm firmasynyň CDMA toru.

Öýjüklü mobil aragatnaşyk sistemasy dünýä çalt ýaýrady.

Häzirki döwürde köpçülikleýin peýdalanylýan aragatnaşyk serişdeleriniň biri-de, biziň «*el telefon*» diýlip atlandyrylan öýjükli telefonlarymyzdyr. El telefonlary arkaly aragatnaşyk elektromagnit tolkunlarynyň aralyga berilmegi we kabul edilmegi netijesinde amala aşyrylýar. «Motorolla» atly ilkinji simsiz el telefonu **Martin Kuper** tarapyndan 1973-nji ýylyň 3-nji aprelinde işe girizilýär. Ilkinji mobil stansiýalary (olary başgaça - abonent terminaly, radiotelefon, mobil telefon, öýjükli telefon, „el telefon“ diýip hem atlandyryrlar) örän uly ölçeglere eýediler we olar uly bolmadyk elde göterilýän radiostansiýalara meňzeşdiler. «Kerpiç» diýip atlandyrylan ilkinji el telefonynyň agramy 850 gram, uzynlygy 25 sm, beýikligi 8 sm, ini 4 sm bolupdyr. El telefonlaryny öndürmegiň tehnologiýasynyň kämilleşmegi netijesinde olaryň ölçegleri, massalary düýpli kiçeldi, dizaýny gowulaşdy.

Hereket edýän professional aragatnaşyk PSPS ulgamlary abonentleriň korporativ toparlary - tiz lukmançylyk kömegi, adatdan daşary ýagdaýlar, ýangyn, polisiýa, howpsuzlyk gulluklary we beýlekiler üçin niýetlenendir we abonentlere toruň islendik kanalynda işlemäge mümkinçilik berýär.

#### ***4.5.6 Internet sistemasy***

Häzirki döwürde haş günden ýaýran aragatnaşyk sistemalarynyň biri-de, Internetdir. Internetin ilkinji görnüşleri XX asyryň 60-njy ýyllarynda ABŞ-da döredildi. 1969-njy ýylda ABŞ-da uniwersitetleriň ylmy-barlag işlerini birikdirýan ARPAnet sistemasy döredilýär. ARPAnet sistemasynyň ösmegi 1983-nji ýylda TSP/IP (Transmission Sontrol Protokol/ internet Protokol) protokolyňyň (sistema maglumatlaryny beýan

etmegiň, ony geçirmegiň usullarynyň we gaýtadan işlemegiň standarty) döremegine getirýär. XX asyryn 80-90-njy ýyllarynda dürli döwletlerde köp sanly pudagara, sebitara, milli global kompýuter sistemalary döredilýär. Olaryň Internet halkara sistemasyna blrleşmesi TSP/IP umumy protokolyňyň esasynda bolup geçýär. 1993-nji yylda Bütindünýä halkara sistemasy World Wide Web (www) döredilýär. Onuň döremegi bilen Internete bolan gyzyktanma artýar. Internet maglumatlaryň tizligini, arzan aragatnaşygy, bilelikdäki işleri alyp barmak şertlerini, eýeterli maksatnamalary, maglumatlar toplumlaryny özünde jemleýär.

Peýdalanyjylaryň kömpýuterleri edil telefonlaryň ATS-lere birikdirilişi ýaly global kompýuter sistemalarynyň uzellerine (düwünlerine) birikdirilýär. Aragatnaşygyň dürli tehniki usullarynda telefon geçirijileri, elektrik we optiki siýüimli kabeller, radiotele, enjamlary, hemralar peýdalanylýar.

Kompýuter sistemasyndan peýdalanyjylar uzellere, köplenç, kommutirleýän telefon geçirijilere birikdirilýär. Onuň üçin modem diýlip atlandyrylýan ýörite gurluşdan peýdalanýarlar. «Modem» sözi modulýator we demodulýator sözlerinden emele getirilendir. Ol kompýuterleririň diskret sanly elektrik signalyny telefon aragatnaşgynda ulanylýan analog signala (modulýator) we tersine (demodulýator) öwürýär. Modem hem peýdalanyjynyň kompýuterine çatyýar.

Internet ulgamyna girýän onuň kesgitli hyzmatlaryndan peýdalanyňp bilýär. Şu hyzmatlary hödiirleýän edaralara prowaýderler diýilýär. Türkmenistanda Internet hyzmatlary «Türkmentelekom» edarasy tarapyndan amala aşyrylýar.

## ALTYNJY BAP. HÄZIRKI ZAMAN FIZIKASYNYŇ PROBLEMALARY

### *4.6.1 Dolandyrylýan termoyadro sintez reaksiýasy*

XX asyrda fizikada beýik açyşlar edildi. Kwant nazaryýeti, otnositellik nazaryýeti, neýtron, pozitron, kwark, aşa geçirijilik, aşa akyjylyk açyldy. Täze ugurlar döredi: ýokary energiýalar fizikasy, ýokary basyşlar fizikasy, ýokary we pes temperaturalar fizikasy, astrofizika döredi.

XX asyryň fizikasy çalt ösdi, oňa degişli maglumatlar hem has artdy. Häzirki zaman fizikasynyň gazananlaryny hatda, fizikler hem özleşdirip ýetişip bilmeýärler. Adamzadyň ykbalyna täsir etjek häzirki zaman fizikasynyň esasy problemalarynyň birnäçesine seredeliň.

XX asyryň 40-50-nji ýyllarynda başlanan dolandyrylýan termoyadro sintezi boýunça geçirilýän barlaglaryň gürüňsiz umumy adamzat ähmiýeti bardyr. Sebäbi dolandyrylýan termoyadro sintezi amala aşyrmak energetik problemany we Ýeriň ekologik problemany çözmäge mümkinçilik berer. XX asyryň ortalarynda ýeňil atom ýadrolary: wodorod, deýteriý, tritiý birleşdirilende uly energiýa bölünip çykýandygy belli boldy. Muny amala aşyrmak üçin wodorod garyndysyny  $10^7$  K-den ýokary temperatura çenli gyzdyrmaly. Pes temperaturada ýadrolar ýadro güýçleri ýüze çykaýjak aralyga ýakynlaşyp bilmeýärler. Wodorod bombasynda şeýle temperatura partlaýjynyň roluny ýerine ýetirýän atom bombasy ýarylanda alynýar.

Termoyadro sintezi dolandyrylýan edip bolýarmy? Dolandyrylýan termoyadro sintezi (DTS) reaksiýasy bilen ylym XX asyryň 50-nji yyllarynda gyzyklanyp başlady. SSSR-de bu işler Kurçatowyň ýolbaşçylygynda alnyp barylady. 1950-nji ýylda **I.E. Tamm** (SSSR), **L.Spítser** (ABŞ) ýokary

temperaturaly plazmany magnit meýdany bilen saklamak ideýasyny aýtdylar. Tamm “Tokamaký”, L.Spitsler “Stellatory” hödürlediler.

DTS problemasy heniz çözülenok. Russiýada  $1,5 \cdot 10^7 K$  temperatura alyndy. 2005-nji ýylda bahasy 10 mlrd. dollar bolan ITER Halkara maksatnamasy işlenip düzüldi we 2009-njy ýylda işe dirizildi. Bu geljegiň termoyadro reaktorydyr.

Lazer termoyadro sintezi öwrenilýär. “Sowuk termoyadro sintezi” problemanyň üstünde indi işlenilmeýär.

#### ***4.6.2 Ýokary temperaturaly aşageçirijilik***

1991-nji ýylda **G. Kamerling-Onnes** simabyň aşageçirijiligini açdy.

1991-1971-nji ýyllarda has ýokary  $T_c$  temperaturaly aşageçiji geçişi bolan aşageçirijiler öwrenildi. Netijede,  $T_c=20 K$  bolan aşageçirijiler alyndy. Aşageçirijiligiň nazaryýeti **L.Landau, B.L.Ginzburg, G. London, F.London** dörettdiler. Onuň gutarnykly nazaryýetini 1957-nji ýylda ABŞ-ly fizikler **D.Bardin, L.Kuper, R. Şriffer** (gysgaldyp, bu nazaryýete BKŞ nazaryýeti hem diýilýär) dörettdiler we minüň üçin Nobel baýragyny aldylar.

BKŞ nazaryýeti bilen diňe bir aşageçirijiligiň häsiýetleri düşündirilmän, onuň kömegi bilen aşageçirijileriň täze häsiýetlerini hem aýtmak bolar.

BKŞ nazaryýetiniň kömegi bilen aşageçirijiligi otag temperaturasyna golaý bolan temperaturalarda ýüze çykýan deňagramly aşageçirijileri alyp boljakdygy aýdylyar. 1986-1987-nji ýyllarda **G.Bednors** (Germaniýa), **K.Mýuller** (Şwesariýa) şeýle aşageçiriji materiallary aldylar. Bu açyşlary üçin olar 1987-nji ýylda Nobel baýragyna mynasyp boldular.



Açyk neşir edilýän ylmy maglumatlara görä, häzirkî wagtda alynan  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+x}$  aşageçirijiniň aşageçiriji temperaturasy  $T_c=135\text{ K}$  deňdir. Aşageçiriji temperaturasy suwuk azodyň gaýnamak  $T=77\text{K}$  temperaturasyna golaý bolan,  $T_c=96\text{ K}$  temperaturaly  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  aşageçiriji nazary we tejribe taýdan has-da gowy öwrenildi.

Bu oblastda üstünlikler bilen bir hatarda köp sanly çözülmelik problemalar hem bar. Meselem, ýokarda ady agzalan materiallaryň aşageçirijilik mehanizmleri gutarnykly öwrenilmedi. Şeýle hem, täze aşageçiriji materiallary tehnikada ulanmak neselesi hem öz çözüldine garaşýar.

Bu oblastda esasy problema bolup otag temperaturasyndaky aşageçirijileri döretmek meselesi durýar.

Aşageçirijilik pes temperaturalar fizikasyna degişli ylmyň ugrydyr. Bu ugur adamyň ustunligi tebigatyň mümkinçiliginden ýokary bolýan fizikanyň ýeketäk ugrydyr. Laboratoriýalarda Älemiň hiç ýerinde duş gelmeýän pes temperaturalar alyndy. Diýmek, tebigatda hiç wagt duş gelinmedik fiziki hadysalary öwrenmek mümkinçiligi döreýär. Fizikanyň bu bölümüniň taryhy hut häzirkî wagtda ýazylyar.

#### ***4.6.3 Ekrotik maddalar. Aşagy elementler. Ekzotik ýadrolar***

XXI asyryň başlarynda häsiýetleri bize fantastika ýaly bolup görünýän ekzotik maddalar alyndy, meselem, suwuk kristallar, uglerodyň aýratyn formalary bolan fullereneriň sintezi. Geljekki mugallymlary fizikanyň bu problemlary bilen tanyşdyrmaklaýk, gürrüňsiz, ýakyn wagtlarda öz okuwçylarynyň berjek soraglaryna taýýar bolmaklaryna kömek

eder.

Suwuk kristallar 1889-njy ýylda awstriýaly botanik **F.Reýniser** we nemes fizigi **O.Leman** tapapyndan alyndy. Olar maddalar suwuk kristal ýagdaýynda özlerini edil adaty suwuklyklar ýaly akyjylyk häsiýetine eýe bilýandyklaryny we şol bir wagtyň özünde olaryň optiki häsiýetleriniň gaty kristallaryň häsiýetlerine meňzeş bolýandyklaryny kesgitlediler. Häzirki wagtda suwuk kristallara bolan gyzyklanma ilkinji nobatda olaryň gaýtadan işleýän ulgamlarda we informasiýany şekillendirmekde ulanmak mümkinçiliginiň artýanlygy bilen düşündirilýär.

Häzirki wagtda has täsin suwuk kristal häkmünde aşaakyjy  ${}^3\text{He}$  kristaly hasaplanýar. Bu açyşlary üçin 1996-njy ýylda amerikan alymlary **D.M.Li**, **D.D.Oşeroff** we fizikanyň ýeketäk ugrydyr Nobel baýragyna mynasyp boldular. Fizika aşaakyjylyk düşüňjesini 1937-nji ýylda **Kapisa P.L** suwuk  ${}^4\text{He}$  kristalyny öwreneninde girizdi (şepbeşikligiň ýitmekligine aşaakyjylyk diýilýär).

Aşaakyjy  ${}^3\text{He}$  krisalynyň täsin häsiýetlerine seredeliň:

- bu maddada BKŞ nazaryýetinden belli bolan kuper jübütleriniň spini 1 deňdir (aşageçirijide  $S = 0$ ). Bu bolsa  ${}^3\text{He}$  suwuk kristalynyň aşaakyjy magnit suwuklykdygyny aňladýar;

- Kuper jübütleriniň hereket mukdarynyň momenti nola deň däl, diýmek  ${}^3\text{He}$  suwuk kristaly anizotrop suwuklykdyr.

Başgaça aýdanymyzda,  ${}^3\text{He}$  kristaly özünde aşageçirijiniň, magnetigiň we suwuk kristalyň häsiýetlerini saklaýar. Şeýle hili başga madda tebigatda ýok.

Aşaakyjy  ${}^3\text{He}$  kristalynyň açylmagy bilen hereket mukdarynyň momenti nola deň däl kuper jübütleriniň emele gelmek mümkinçiliginiň hyýaly ideýa bolmaklygy aradan

aýryldy, we şeýle mümkinçiligi ýokary temperaturaly aşageçirijilerde ulanmak barada işler alnyp barylýar.

*Metallik wodorod* (gaty molekulýar wodorod) 2 mln.atm.basyşda, hat-da pes temperaturalarda hem alnyp bilinmedi. Ol aşageçiriji temperaturasy  $T_c \approx 100 \div 200 K$  bolan ýokary temperaturaly aşageçiriji bolar diýlip garaşylýar.

Metallik kristaly almaklygyň esasy kynçylygy, ol hem hiç bir material plastiki deformasiýa geçmän 1,7 Mbardan uly statiki basyşlara çydamaýar (şeýle basyşlarda hat-da almaz hem eräp akýar). Bu meseläni urgy tolkunlaryny peýdalanylýp çözmek ýoluny gözleýärler (*stasionar däl gysylma usuly*).

Metallik wodoroddan başga ekzotik maddalaryň hataryna, gigant molekulalardan - fullerenlerden (meselem,  $C_{60}$  kristalynyň uglerod molekulasy) ybarat bolan, *fulleritleri* goşmak bolar.  $C_{60}$  fullerenleri uglerodyň spesifiki formasydyr we ol has ýokary temperaturalarda ( $T_c \approx 30 K$ ) aşageçiriji bolýar. Bu fullerenleriň derňewleri örän güýçli depginlerde alnyp barylýar.

Aşaagy elementleri almak problemasy, umuman, makrofizika oblastyna degişli bolman, atom ýadrosynyň fizikasy oblastyna degişlidir. Ýöne, **W.L.Ginzburgyň** belleýşi ýaly, „häzirki zaman düşüňjesinden ugur alynsa, onda ýadro fizikasy mikrofizika degişli bolman, makrofizika degişli bolmalydyr“. Agyr ýadrolarda nuklonlaryň sany ägirt köpdür. Şoňa görä-de, köp alymlar ýadrony suwuklyk damjasyna meňzedýärler. Emma esasy zat–klaslara bölmek däl. Bu problemanyň esasy maksady näbelli ekzotik ýadrolary gözlemek we öwrenmeklikdir. Bu oblastyň esasy gazananlary amerikan fizigi we himigi **Glen Siborgyň** (1912-1999) ady bilen baglanyşyklydyr. Bu alym 8 sany transuran elementini

tapdy we 1951-nji ýylda himiýa boýunça Nobel baýragyna mynasyp boldy.

Şu güne çenli atom belgileri  $Z = 111$  çenli bolan aşaağyr elementler sintez usuly bilen alyndy. Olaryň has agyrlary sekundyň ülüşi dowamynda ýaşaýarlar. Ýagny,  $Z > 108 - 110$  başlap elementler şeýli uly tizlik bilen bölünýärler, hat-da, olary derňemek hem düýbünden mümkin bolmaýar. Şeýle hem  $Z > 105$  başlap uzak ýaşaýan izotoplaryň bardygy anyklandy.

1999-njy ýylyň başynda massa sany 289, „ýaşaýyş wagty» 30 s bolan

$Z = 114$  elementini sintez usuly bilen alynanlygy barada maglumatlar bar.

Ýokarda seredilen madalaryň adaty däl ekzotik häsiýetlerini öwrenmeklik ylmyň fundamentini berkidýär we tehnikanyň ösmegine ýardam edýär.

#### ***4.6.4 Razerler, grazerler, aşakuwwatly lazerler***

XX asyryň ikinji ýarymyny diňe bir atom asyry diýip atlandyрман, lazer

asyry diýip hem atlandyрмак bolar. Eger 50 ýyl mundan ön lazer hat-da institutlarda hem örän seýrek duş gelyän bolsa, indi lazeri gazet satylýan kiçijik dükandan hem satyn almak bolýar. Lazer fizikasynyň nazary esaslaryny 1916-njy ýylda **A.Еýнштеýн** döretdi. Onuň bu işleri indusirlenen, spontan we

mejbury şöhledenme hadysalaryna bagyşlanypdy. Lazerleriň häzirki zaman fizikasy we şeýle hem onuň bilen baglanyşykly bolan çyzykly däl optika we golografiýa, rus we sowet alymlarynyň tagallasy bilen döredi. Häzirki döwürde lazer fizikasy we tehnikasy haýsy ugurlar boýunça ösýär?

Bu ugurlaryň birinjisi – *tolkun uzynlygyny kiçeltmek* meselesidir. Ilkinji lazerler mikrotolkun diapazonda döredilipdi. Soňra, häzirki döwürde has belli, optiki lazerler döredi. Soňra ultramelewşe lazerler döredi. Häzirki döwürde atom bombasynyň ýarylyşynda döreýän, gysga ömürlü rentgen lazerleri (razer) alyndy. Uzak ömürlü rentgen lazeri 2005-nji ýylda guruldy. Onuň kuwwaty häzirki rentgen şöhleleriniň çeşmeleriniň kuwwatyndan  $10^{10}$  esse uludyr. Grazerleri -  $\gamma$  diapazonly lazerler (tolkun uzynlygy  $\gamma$  tolkunlarynyň diapazonynda ýerleşen lazerler) gurmaklyk meýilleşdirilýär.

Ilkinjisi – *lazer impulsynyň kuwwatyny has artdyrmak we dowamlylygyny kiçeltmek* meselesidir. Häzirki döwürde ýetilen intensiwlik  $I \approx (10^{20} \div 10^{21}) Bt \cdot sm^{-2}$ . Şunlukda, lazer şöhledenmäniň elektrik meýdanynyň güýjenmesi  $\approx 10^{12} Bt \cdot sm^{-1}$ , ýagny ol wodorod atomynyň esasy halynda ýerleşen protonyň meýdanyndan 100 esse güýçlidir. Eger  $(10^{26} \div 10^{27}) Bt \cdot sm^{-2}$  ululykly kuwwat alynsa, onda lazer şöhledenmäniň kwantyndan elektron-pozitron jübütiniň döremekligi mümkin. Bu bolsa kwant elektrodinamikasynyň tejribede tassyklanmasy bolardy.

Üçünjisi – *kogerentligi artdyrmak* meselesidir. Häzirki döwürde optiki diapazonda işleýän lazerler döredildi. Bu lazerleriň kogerent şöhledenmesi interferension shemalary ulanman, ekranyň şol bir ýerine ugrukdyrylan iki sany lazer şöhlelerinden interferension suratlary almaga mümkinçilik berýär. Eger termoyadro sintez reksiýasyny lazerleriň kömegi bilen almak başarsa, onda biziň durmuşymyzyň köp taraplary

düýpli üýtgär. Ýöne şeýle effektiv we tygşytlý kuwwatly lazerleri indi döretmeli bolar. Şoňa görä-de, taze kuwwatly lazerleri döretmeklik problemsy fizika üçin möhüm bolup durýan hem bolsa, bu mesele tehnikaýň oblastyna degişlidir.

#### 4.6.5 *Gaty jisimiň fizikasynyň käbir meseleleri (ýarymgeçirijilerdäki geterogurluşlar, metal-dielektrik geçişler)*



62-nji surat. Ž.I. Alfero

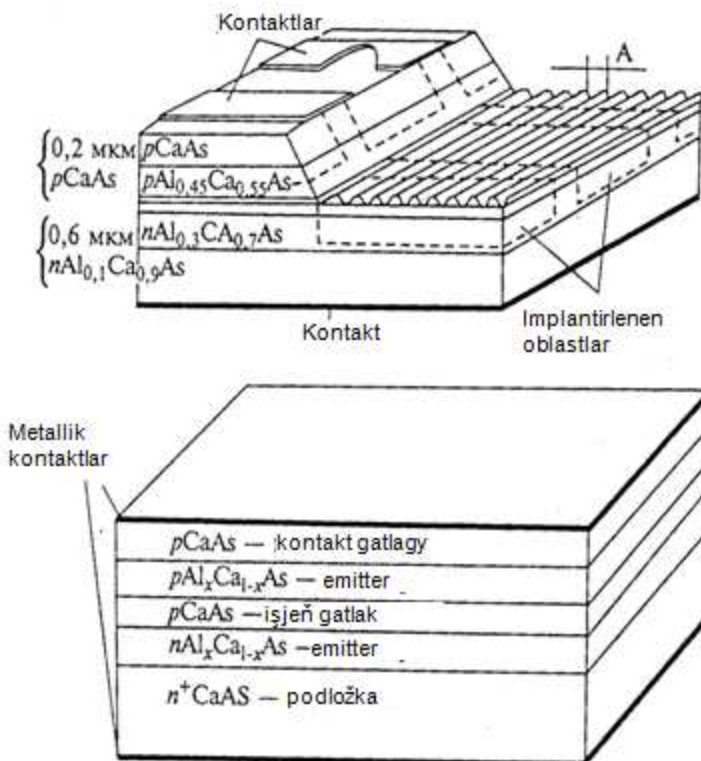
2000-nji ýylda rus akademigi **Jores Iwanowiç Alferowa** „Informasiýa we kommunikiativ tehnologiýalar oblastynda görnükli işleri üçin“ Nobel baýragy berildi. Onuň bilen birlikde Nobel baýragy amerikaly fizikler **G Kremere** we **J.Kilbä** hem berildi. J.I.Alferow (62-nji surat) ýarym geçirijileriň fizikasy oblastynda görnükli alymdyr. Onuň barlaglary ýarymgeçiriji geterogurluşlaryň esasynda ýarymgeçiriji lazerleriň we beýleki kwant gurluşlaryň döredilmegine

getirdi. Bu abzallar häzirki zaman informasion tehnologiýasynyň esasyňy düzýärler. Umuman, bu gyzyklanma ylmy işgärleriň we inženerleriň arasynda hiç wagt hem peselmändi. Häzirki zaman durmuşyny ýarymgeçiriji elementlere esaslanan radioelektron gurluşsyz göz önüne getirmek mümkin däl. Şoňa görä-de, mikro- we nanoelektronikaýň soraglaryny fizikaýň has wajyp problemalarynyň sanyna goşmaklyk dogrudyr, ol soraglary orta we ýokary okuw mekdeplerinde öwrenmeklik zerurdyr.

Getereogurluşlar - *heteros* grek sözi bolup, himiki düzümi boýunça dürli bolan ýarymgeçirijileriň galtaşmasyndan (kontaktyndan) düzülen ýarymgeçirijili geçişlere aýdylýar (63-nji surat):

1957-nji ýylda Ž.I.Alferew getereogurluşlary almaklygyny kynçylygyny ýeňdi we egindeýşleri bilen GaAs – GaAlAs getereogurluşly ulgamy almagy başardylar. Bu ulgamda *aşainžeksiýa*, *optiki toplanma* we beýleki effektleriň barlygy sebäpli ýarymgeçiriji lazerleri, fotoelektrik öwürijileri we beýleki radioelektron abzallary döretmek bolýar. Olar kosmiki stansiýalardan başlap durmuşda ulanylýan ähli radioapparaturalarda ulanylýar.

Bu ugruň geljekki ösüşi zona inženerlik (zonnaýa inženeriýa) ugrydyr, ýagny fizikada bu ugra «*kwant nokatly geterogurluşlar*» ugry diýilýär. Ýuka plenkada (matrisada) nanometr ölçegli „nokatlar“ döredilýär. Olar başga ýarymgeçiriji bilen doldurylýarlar. Şeýle „nokat“ özüni edil „bir elektronly atom“ ýaly alyp barýar. „Nokatlary“ kesgitli tertipde ýerleşdirilen ulgamy döredip, tehnologik taýdan has kämil bolan radiotehniki gurluşlary döretmäge mümkinçilik berýän getereogurluşlary almak bolýar.



63-nji surat. Geterogurluşlar

Häzirki döwürde fizika ylmynda bu ugra has uly üns berilýär. Bu ugr tehniki progresiň ilerlemegine itergi berip, gaty jisimleriň fizikasynda has köp derňewler geçirilýän oblastlaryň birine öwürüldi.



#### 4.6.6 Aşagüýçli magnit meýdanlary

Häzirki zaman fizikasy – maddany ekstremal şertlerde öwrenýän ylymdyr. Güýçli magnit meýdanlary hem şeýle şertlere mysal bolup biler. Şeýle derňewleriň ilkinjisini 1924-nji ýylda, Kawendiş laboratorýasynyň işgäri bolup işleýän mahaly **P.L.Kapisa** geçirdi (64-nji surat). Ol şol ýerde güýçli magnit meýdanlaryny doretmek we bu meýdanlaryň madda täsirini öwrenmek boýunça köp tejribeleri geçirdi. Häzirki wagtda laboratorýalarda alynýan magnit meýdanlarynyň ululyklary tebigatda duş gelyäninden (meselem, pulsarlarda) pes hem bolsa, bu meýdanlary köp sanly tebigy hadysalary modelirmek üçin ulanmak bolar. Şeýle hem köp sanly alymlaryň pikirine görä, güýçli magnit meýdanlarynda maddanyň häsiýetlerini owrenmekligiň düýpli tehniki ähmiýeti bar. Şol sebäpli bu meseläniň has möhüm we wajyp problemlaryň hataryna goşulmaklygy maksada laýykdyr.



64-nji surat. P.L.Kapisa

Magnit meýdany güýçli hasap edilyär, haçanda onuň induksiýasy  $B \approx 3 \cdot 10^5 Tl$  barabar bolanda. Bu magnit meýdany Kulon meýdanyndan has uly we atom bu meýdanda özüni meýdanyň ugruna süýndirilen inäe ýaly alyp barýar. Bu onuň köp häsiýetlerini üýtgedýär. Meselem, adaty magnit meýdanlarynda emele gelmegi mümkin bolmaýan  $Fe_2$  görnüşli molekulalaryň döremekligi mümkin. Emma, bu meýdanlary almak has kyndyr. Häzirki wagtda laboratorýa

şertlerinde induksiýasy  $B \sim 20 \text{ Tl}$  bolan magnit meýdanyny almak başartdy. Astrofizikada, meselem, pulsarlarda induksiýasy  $10^8 \div 10^9 \text{ Tl}$  bolan güýçli magnit meýdanlary bar.

#### **4.6.7 Çyzykly fizika. Solitonlar. Täsin attraktorlar.**

Soňky ýyllarda alymlaryň nazary çyzykly fizika gönükdi. Munuň esasy sebäbi, häzirki zaman hasaplaýyş tehnikasy, ön diňe arzuw edip bolýjak çylşyrymly meseleleri çözmäge mümkinçilik berýär. Nusgawy, köp ýagdaýlarda kwant fizikasy, esasan, çyzykly hadysalary öwrenýär. Emma, XXI asyryň fizikasy çyzykly däl hadysalary barada ylym bolar diýlip garaşylýar. Bizi şeýle netijä ylmyň ösüş tendensiýasy getirýär.

Tebigatda çyzykly hadysalardan çyzykly däl hadysalar köpdür. Soňa görä-de, fizikada häzir işjeň öwrenilýän we täze müňýyllykda öwreniljek çyzykly däl fizikanyň ugurlaryna seretmeklik peýdaly bolar. Muňa häzirki zaman fizikasynyň „moda“ temalaryny: ulgamlaryň haotik özüni alyp baryşy, solitonlar, täsn attraktorlar we ş.m. mysal getirmek bolar.

*Solitonlar* diýip, dispersiýaly çyzykly däl gurşawda sönmän, bölejik ýaly ýaýraýan ýeke tolkuna aýdylýar. Tejribäniň görkezşiine görä, solitonlar giň ýaýrandyr. Muňa mysal edip, güýçli weýrançylyklary döredýän, *sunamlary* görkezmek bolar.

*Täsin attraktor* - faza traektoriyalary haotiki emele gelyän, başlangyç şertleriň iň kiçi üýtgemesinde hem ýityän, faza giňişliginiň oblastydyr. Şunlukda ulgam deňagramlylygyny ýitirýär. Bir erkinlik derejesi bolan ulgamda faza tekizliginde täsin attraktorlar döremeýär, emma, üç ölçegli halda olar döräp bilerler. Ylmyň bu ugrunyň „atasy“, asly rus bolan belgiýa alymy **Ilýa Prigojiniň** (1917-nji ýylda dogulan) (65-nji surat)

görkezişi ýaly, häzirki zaman dinamiki ulgamlary öwrenmeklik bu görkezilen usuly ulanman öwrenmek mümkin däldir. Meselem, hususanda, gidrodinamikada we magnitogidrodinamikada turbulentligiň mehanizmi derňelende we ş.m. Solitonlar we haotiki hadysalar – bular çyzykly däl hadysalaryň diňe käbir mysallarydyr, Bu temalar köp alymlaryň pikirine görä, XXI asyrdaky makrofizikada öwreniljek esasy temalar bolar.



65-nji surat. I. Prigojin

#### 4.6.8 Üst fizikasy. Iki ölçegli elektron suwuklyk

Üstlerde dürli prosessleri we hadysalary öwrenmeklik köp ýyllardan bäri dowam edýär we soňky on ýyllykda bu ugurda uly üstünlikler gazanyldy. Üstde we oňa golaý aralyklarda atomlaryň, elektronlaryň, kristallik defektleriň hallarynyň aýratynlyklary, galyňlygy  $10^{-7}$ – $10^{-8}$  sm bolan plenkalarda täze fazalaryň we bu fazalaryň arasynda geçişleriň döremekligine getirip biler. Häzirki wagtda fizikler arassa üstleri almagy başaryp bilýärler.

Üst fizikasynyň problemalaryna has golaý galtaşýan ýene-de bir tema – *iki ölçegli elektron suwuklygy* derňemek temasydyr. Bu temany has umumy görnüşde – *pes ölçegli ulgamlaryň fizikasy* diýip hem atlandyrýarlar. Bu ýerde gürrüň örän inçe geçiriji gatlagy (galyňlygy takmynan  $10^{-6}$  sm) almak barada barýar. Bu gatlagda elektrónlaryň hereketi dik

ugurda çäklenendir. Şeýle ulgamlar pes (çäkli) ölçege eýedirler we bu ulgamlara *iki ölçegli ulgamlar* diýilýär. Uzyn we inçe sapaklar görnüşinde *bir ölçegli ulgamlaryň* hem bolmagy mümkindir. Bu ugurda hem derňewler alnyp barylýar, ýöne häzirikçeuly netijeler alynmady.

*Bütün bahaly kwant Holl effekti* 1980-nji ýylda **Klaus fon Klitsing** tarapyndan Grenobl şäherindäki güýçli magnit meýdanlarynyň laboratorýasynda kremniý meýdan transistorlarynda ölçeg geçirileninde ýüze çykaryldy. Güýçli magnit meýdanynda ( $B \approx 20Tl$ ) we örän pes temperaturada

( $T \approx 8K$ )  $R_H$  Holl hemişeliginiň magnit meýdanyna baglylygynda aýdyň görüňýän „basgançaklar“ göründi, ýagny

$R_H$  kwant bahalary alýar. Bu  $R_H$  diňe fundamental hemişelikler bilen kesgitlenýär. Bu açyş üçin K.fon Klitsinge 1985-nji ýylda Nobel baýragy berildi.

1982-nji ýylda iki ölçegli elektron „gazda“ (hakykatda-suwuklykda) täze effekt açyldy. Amerikan alymlary **D.Sui, H.Ştermer** we **A.Gossard** „Bell“ firmasynyň laboratorýasynda Holl hemişegiliginiň drob baha eýe bolup bilýändigini görkezdiler. Şeýle hem bu droblaryň maýdalawjylary elmydama tak baha eýe bolýandygy açyldy. Bu effekt *Holluň drob kwant effekti* adyny aldy. Bu hadysany düşündirýän nazaryýet **R.Lafliniň** ideýasyna esaslanýar.

Lafliniň ideýasyna görä, güýçli magnit meýdanlarynda, ýuka iki ölçegli plenkada elektrondan we magnit akymynyň üç kwantýndan düzülen spesifiki kwazi bölekler döreýärler. Magnit akymynyň kwantlanýandygy hemmä bellidir. Ýöne bu ýerde adatdan daşary ýagdaý döreýär- elektron çalşyk arkaly magnit akymynyň kwantlary bilen täsin birleşme (simbioz) emele getirýär! Tejribe munuň hakykatdan-da şeýledigini görkezdi. Mundan hem başga, bu bölekler kondensirlenip, *laflin suwuklygy* atly suwuklygy emele getirýärler. Iki ölçegli

ulgamyň bu aýratynlygyny Holl drob effekti düşündyrýär. Bu açyş üçin 1998-nji ýylda **R.Jaflin**, **H.Ştermer** we **D.Sui** Nobel baýragyny aldylar.

#### ***4.6.9 Ylym we jemgyýet. Nobel baýragynyň döreýiş taryhy***

**Alfred Nobel** (1837-1896) Finlýandiýada (Finlýandiýa şol döwürde Rus imperiýasyna degişlidi) doguldy (66-njy surat). Olaryň maşgalasy Baku şäherinde nebit çykarypdyrlar, ilkinji nebit çykaryjy turbalary, tankerleri, nebiti gaýtadan işleýän zawodlary gurupdyrlar.

Ol himiýadan bilim alýar. 1863-nji ýylda ol partlaýjy maddalary öwrenip başlaýar, 1867-nji ýylda dinamit-nitrogliseriniň diatomit mineraly bilen garyndysyny - oýlap tapýar we uly telekeçi bolýar.

A.Nobel 1887- nji ýylda tüssesiz ballistik dărini oýlap tapýar. Soňra ol Russiýadan gidýär we Fransiýanyň Lazur kenarynda ýaşaýar we şol ýerde 1896-nji ýylda aradan çykýar.

A.Nobel ähli baýlygyny uly kärhanalaryň aksiýalaryna öwürýändigini, bu aksiýalaryň girdejisini fizikadan, himiýadan, biologiýadan uly açyşlary eden alymlara, şeýle hem ýazyjylara we bütin dünýäde parahatçylyk üçin göreşijilere bermelidigi barada wesýetnama



66-njy surat. A.Nobel

galdyrýar.

Onuň ýegenleri (onuň çagasy ýokdy) bu wesýetnama garşy bolýarlar we suda ýüz tutýarlar. Sud wesýetnamada ýazylanlary amala aşyrmak barada netijä gelýär. 1900-nji ýylyň 19-njy iýunynda Şwesiýanyň Riksdagy (parlamenti) Nobel fondynyň Tertipnamasyny (Ustawyny) tassyklaýar.

Tertipnama görä fizikadan we himiýadan Nobel baýragy Şwed Korollygynyň Ylymlar Akademiýasy, fiziologiyadan we medisnadan - Korollygyň Karolin mediki-hirurgik instituty, edebiyatdan - Şwed edebiyat Akademiýasy, parahatçylyk barada Nobel baýragy - Norwegiýa parlamentiniň ýanyndaky ýörite Nobel komiteti berýär. Bu edaralaryň her haýsysyndan iberilen 15 wekil fonduň direktorlar sowetini saýlaýarlar. Onuň başlygyny we orunbasaryny Şwesiýanyň Koroly saýlaýar.

1987-nji ýylda Nobeliň mülki 9 mln dollardy. 80 ýyldan soň giredjiniň we inflýasiýanyň hasabyna bu fond 100 mln dollar bolýar. 1901-nji ýylda Nobeliň baýragy 42 000 dollardy. Nobel baýragy edilen açyş üçin däl-de, geljekki barlaglary geçirmek üçin berilýärdi. Häzirki döwürde Nobel baýragy 1 mln dollara barabardyr.

Nobel baýragyny geçen ýylda edilen ylmy açyş üçin berilmeli edilyär. Emma Tertipnamada - soňky ýyllarda edilen açyşlar üçin, ýa-da, işiň ähmiýeti ýaňy- ýakynda belli bolan işler üçin hem berilyändigini barada aýdylyär.

Her ýylyň 1-nji fewralyna çenli 30-40 sany gowy işler saýlanyp alynýar. Oktýabr aýynda belli karar kabul edilyär. Ýygnaýyň stenogrammasy edilmeýär, bäsleşige gatnaşyp baýrak almadyklaryň atlary aýdylmaýar.

21-nji oktyabrda, Nobeliň dogulan gününde, täze laureatlaryň atlary aýdylyär. 10 – nji dekaborda, ýagny Nobeliň aradan çykan günü, baýraklar berilyär. Şol gün Şwesiýada baýramçylyk hasap edilyär.

1901-nji ýylda Nobel baýragy Iilkinji gezek berildi.

Nobel baýragyna ilkinji bolup, fizika boýunça - Wilgelm Konrad Rentgen - X-şöhleleri açanlygy üçin, himiýa boýunça - Ýakow Want-Goff - himiki kinetika boýunça, biologiýa we medisina boýunça - Emil Adolf Bering - garahassalyga garşy sanjym (syworotka) döredenligi üçin mynasyp boldular.

## E D E B I Ý A T

### **Esasy:**

1. Gurbanguly Berdimuhammedow, Ösüşň täze belentliklerine tarap. I tom. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhammedow, Ösüşň täze belentliklerine tarap. II tom. Aşgabat, 2009.
3. Илин В.А. История физики.. М.: Академия, 2003.
4. Выдающие ученые XX века. Составитель Г.А.Булука и др. М.: 2001.
5. Хокинг С. Короткое историческое время: От большого взрыва до черных дыр. Санкт-Петербург, 2001.
6. Лузин В.И., Никитин Н.П., Шесмаков А.А., Стефанович Ю.Г., Исаков В.Г. Основы телевизионной техники. М.:СОЛОН-Пресс, 2003.
7. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи. М.: Высшая школа, 2002.
8. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 2000.
9. Прокинс Дж. Цифровая связь. М.: Радио и связь, 2000.
- 10.Белик Ю.Д., Нефредов В.И. Современные системы мобильной радиосвязи. М.:МИРЭА, 2002.
- 11.Смирнов А.В. Основы современного телевидения. М.:Горячая линия-Телеком, 2001.

12. Гинзбург В.Л. Какие проблемы физики и астрономии в настоящее время особенно важное и интересное. Успехи физических наук. № 4, т.169, с.420-441, 1999.
13. Гайденок П.П., Смирнов Г.А. Западноевропейская наука в средних веках. М.: 1989.

**Goşmaça:**

1. Телевидение. Общий курс. М.:1965.
2. Сегов Я.А. Мир электроники. М.: Молодая гвардия, 1990.
3. Грогнев И.И. Волоконно-оптическая связь. М.: Радио и связь. 1990.
4. Капица П.Л. Письма о науке. М.: Наука,1989.
5. Павлова Г.Е.,Федоров Г.Е. Михаил Васильевич Ломоносов.М.: Наука,1988.
6. Храмов Я.А. Научные школы в физике. Киев, 1987.
7. Гинзбург В.Л. О физике и астрофизике. М.:Наука 1995.
8. Голин Г.М., Филонович С.П. Классики физических наук. Хрестоматия. М.: Наука,1989.
9. Дягилев Ф.М. Из истории физики и жизни ее создателей. М.: Просвещение, 1986.
10. Кудрявцев П.С. История курса физики. М.: Просвещение, 1982.
- 11.Лауреаты Нобелевской премии. Энциклопедия. М.: Наука, т. 1, 2, 1992.
12. Гиндикин С.Г. Рассказы о физиках и математиках. М.: Наука, 1985.
13. Манолов К., Тютюнник К. Биография атома. М.: Мир, 1984.
14. Храмов Я.А. Физики. М.: Наука,1983.
15. Очерки о развитии ядерной физики в СССР. Киев, 1982.



## **M A Z M U N Y**

G I R I Ş.....	6
----------------	---

### **I BÖLÜM FİZİKANYŇ DÖREMEKLİGI**

BİRİNJİ BAP. GADYMY DÜNYÄ FİZİKASY.....	10
1.1.1 Ilkinji ylmy düşüňjeleriň döreýşi.....	10
1.1.2 Antik döwletleri üçin häsiýetli aýratynlyklar. Gadymy dünýä ylmyň aýratynlyklary.....	11
1.1.3 Gadymy grek alymlarynyň ylmy garaýyşlary.....	
İKİNJİ BAP. ORTA ASYR FİZİKA YLMY.....	18
1.2.1 Taryhy bellikler.....	18
1.2.2 Orta asyr Gündogar ylmyň üstünlikleri.....	19
1.2.3 Gündogar-eksperimental ylmyň ata watanydyr....	
1.2.4 Orta asyr Ýewropa ylmy.....	22

### **II BÖLÜM FİZİKANYŇ YLYM HÖKMÜNDE ÝÜZE ÇYKMAGY**

BİRİNJİ BAP. XVI - XVII ASYRLARDA YLMY REWOLÝUSIÝA.....	24
2.1.1 XVI-XVIII asyrlarda jemgyýetçilik syýasy ýagdaý..	24
2.1.2 N.Kopernigiň ylmy rewolýusiýasy.....	25
2.1.3 Täze ylmy dünýä garaýyş (geliosentrik ulgam) ugrunda göreş.....	26
2.1.4 XVI – XVII asyrlarda ylmy progrese filosofiki garaýyşlar we matematiki derňewler.....	28
2.1.5 XVI – XVII asyr ylmyň umumy häsiýetnamasy....	29

IKINJI BAP. GALILEÝO GALILEÝ WE ONUŇ DÖWÜRDEŞLERI..	30
2.2.1 Galileýiň durmuş ýoly we onuň „Dünýäniň Ptolemey we Kopernik iki ulgamynyň dialogy“ atly kitabynyň ähmiýeti.....	30
2.2.2 Galileýiň astronomiýada we mehanikada eden açyşlary.....	32
2.2.3 Galileýiň döwürdeşleri.....	33

### III BÖLÜM NUSGAWY FIZIKA

BIRINJI BAP. NYÚTON WE ONUŇ YLMY USULY.....	36
3.1.1 Nyuton-nusgawy fizikanyň esasyny goýujydyr.....	36
3.1.2 Nyutonyň “Ýagtylygyň we reňkleriň täze nazaryýeti” atly ylmy işiniň ähmiýeti.....	37
3.1.3 Nyutonyň “Natural filosofiýanyň matematiki başlangyçlary” atly ylmy işiniň ähmiýeti.....	39
IKINJI BAP. NUSGAWY MEHANIANYŇ ÖSÜŞI.....	43
3.2.1 Mehanikanyň analitik usul bilen beýan edilişi.....	43
3.2.2 Mehanikanyň prinsipleri.....	44
3.2.3 Saklanma kanunlarynyň ulanylyşy.....	45
3.2.4 Mehanikanyň soňraky ösüşleri.....	47
3.2.5 XX asyrdaky mehanikanyň ösüşi.....	48

ÜÇÜNJI BAP. ELEKTROMAGNETIZMIŇ KANUNLARYNYŇ AÇYLMAGY.....	49
3.3.1 Jisimleriň magnit we elektrik häsiýetleri barada likinji maglumatlar.....	49
3.3.2 Elektriklenme boýunça ylmy tejribeler.....	50
3.3.3 Amerikan ylmyny esaslandyryjy	

B.Frankliniň ylmy işleri.....	51
3.3.4 Elektriğiň we elektromagnetizmiň kanunlarynyň soňraky ösüşleri.....	52
3.3.5 M. Faradeýiň ylmy ýeňişi.....	55

DÖRDÜNJI BAP. MAKSWELL TARAPYNDAN ELEKTROMAGNIT  
MEÝDANY NAZARYÝETINIŇ DÖREDILMEGI  
WE ONUŇ TEJRIBEDE TASSYKLANYŞY..... 56

3.4.1 Makswell we onuň elektromagnit meýdany baradaky nazaryýeti.....	56
3.4.2 G. Gers tarapyndan elektromagnit tolkunlarynyň açylmagy.....	59
3.4.3 Fotoeffekti öwrenmek boýunça A. G. Stoletowyň ylmy tejribeleri.....	62
3.4.4 Ultragysga tolkunlary almak boýunça P. M.Lebedewiň tejribeleri.....	63
3.4.5 Ýagtylygyň basyşy barada P. M.Lebedewiň tejribeleri.....	64
3.4.6 Ýagtylygyň gazlara edýän basyşy barada M.Lebedewiň ylmy işleri.....	67

BÄŞINJI BAP. XVII – XIX ASYRLARDA OPTIKANYŇ ÖSÜŞI. 70

3.5.1 XVII – XVIII asyrlarda optikanyň ösüşi.....	70
3.5.2 T.Ýungyň, E. L. Maýýusyň, D.Brýusteriň we D.F.Aragonyň optika ylmyna goşan goşantlary.....	72
3.5.3 O.Ž.Freneliň we I.Fraungoferiň optikada eden açyşlary. I.Fizonyň we L.Fukonyň tejribeleri.....	74

ALTYNJY BAP. MOLEKULÝAR-KINETIK NAZARYÝETIŇ WE  
STATISTIK FIZIKANYŇ DÖREMEGI..... 78

3.6.1 Ýylylyk hadysalarynda atomizm ideýasy.....	78
3.6.2 Kalorimetrik düşüňjeleriň döremegi.....	79
3.6.3 Termometriýanyň we ýylylyk geçirijilik	

nazaryýetiniň döremegi.....	80
3.6.4 M. W. Lomonosow we onuň ylmy işleriniň ähmýeti.....	81

ÝEDİNJİ BAP. ENERGIÝANYŇ SAKLANMA WEÖWRÜLME KANUNYNYŇ AÇYLMAGY.....	84
3.7.1 Termodinamikanyň birinji başlangyjy.....	84
3.7.2 Termodinamikanyň ikinji başlangyjy.....	87
3.7.3 Statistik fizikanyň döremekligi.....	89

## IV BÖLÜM

### HÄZİRKİ ZAMAN FİZİKASY

BİRİNJİ BAP. XIX ASYRYŇ AHYRYNDA WE XX ASYRYŇ BAŞLARYNDA YLMY REWOLÝUSIÝA.....	95
4.1.1 XIX asyryň ahyrynda we XX asyryň başlaryndaky ylmy rewolýusiýa umumy häsiýetnama.....	95
4.1.2 Ýylylyk şählenmesini derňemekligiň taryhy.....	96
4.1.3 Hereket edýän gurşawlaryň elektrodinamikasy we elektron nazaryýeti.....	101
4.1.4 A. Eýnşteýn we görälik nazaryýetiniň döremekligi.....	104

IKINJİ BAP. ATOM WE ÝADRO FİZİKASYNYŇ DÖREMEGI.....	109
4.2.1 Rentgen şöhleleriniň we radioaktiwligiň açylmagy.....	
4.2.2 Pýer Kýuriniň we Mariýa Sklodowskaýa-Kýuriniň ylmy gahrymançylygy.....	111
4.2.3 Atom we ýadro fizikasynyň soňraky ösüşi.....	114
4.2.4 Russiýada ýadro energiýasyny ulanmak boýunça I. W. Kurçatowyň işleri.....	121

## ÜÇÜNJİ BAP. RADIOTEHNIKANYŇ WE

ELEKTRONIKANYŇ DÖREMEKLIĞI.....	155
4.3.1 Habarlaryň ýönekeý geçiriliş usullary.....	155
4.3.2 Elektrik aragatnaşygynyň döremegi.....	158
4.3.3 Radiotehnikaýyň döremekliği.....	160.
4.3.4 Elektronikaýyň döremekliği.....	161
4.3.5 A. S. Popow ilkinji radiony oýlap tapan rus alymdyr.....	164
4.3.6 Amaly radiofizikasynyň esasy bolan çyzykly däl yrgyldylar nazaryetini dörediji L.I.Mandelştamyň ylmy işleri.....	166
 DÖRDÜNJI BAP. TELEWIDENIÝÄNIŇ ÖSÜŞ TARYHY.....	169
4.4.1 Telewideniýäniň durmuşdaky orny.....	169
4.4.2 Telewideniýäniň ösüşiniň başlangyç döwri.....	172
4.4.3 Ilkinji elektron - şöhle telewizion öwürijileri.....	173
4.4.4 Telewideniýäniň soňraky ösüşleri.....	176
 BÄŞINJI BAP. REŇKLI TELEWIDENIÝÄNIŇ ÖSÜŞ TARYHY.....	180
4.5.1 Reňkli telewizion sistemasy.....	180
4.5.2 Reňkli telewizion standartlar.....	182
4.5.3 Telewizion gepleşikleriň standartlary.....	183
4.5.4 Sanly telewideniýäniň öşüş döwürleri.....	184
4.5.5 Öýjükli hereketli (mobil) aragatnaşyk sistemasy....	188
4.5.6 Internet sistemasy.....	190
 ALTYNJY BAP. HÄZIRKI ZAMAN FIZIKASYNYŇ PROBLEMALARY.....	146
4.6.1 Dolandyrylýan termoýadro sintez reaksiýasy.....	146
4.6.2 Ýokary temperaturaly aşageçirijilik.....	147
4.6.3 Ekzotik maddalar. Aşaagyr elementler. Ekzotik ýadrolar.....	148
4.6.4 Gaty jisimiň fizikasynyň käbir meseleleri (ýarymgeçirijilerdäki geterogurluşlar,	

metal-dielektrik geçişler).....	149
4.6.5 Aşagüýçli magnit meýdanlary.....	150
4.6.6 Çyzykly fizika. Solitonlar. Täsin attraktorlar....	151
4.6.7 Razerler, grazerler, aşakuwwatly lazerler.....	152
4.6.8 Üst fizikasy. Iki ölçegli elektron suwuklyk.....	153
4.6.9 Ylym we jemgyýet.	
Nobel baýragynyň döreýiş taryhy.....	154
Edebiýat.....	156
Mazmuny.....	