

**ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASI JOQARÍ HÁM ORTA ARNAWLÍ
BILIMLENDIRIW MINISTRILIGI**

**ÁJINIYAZ ATÍNDAGÍ NÓKIS MAMLEKETLIK PEDAGOGIKALÍQ
INSTITUTÍ**



Fizika-matematika fakulteti

«Fizika oqitw metodikasi» kafedrası

5110220-«Fizika hám astronomiya oqitw metodikasi» tálim baǵdarı

4^a kurs talabası

Joldasbaeva Sayatxan Polatbaevnaniń

PITKERIW QÁNIGELIK JUMÍSÍ

Tema: Elektr bólimi boyınsha Faradey jumısların úyreniw metodikasi.

Kafedra baslıǵı:	_____	f.m.i.d, dos A.Kamalov
Ilimiy basshı:	_____	f.m.i.k.,doc. M.Jalelov
Talaba:	_____	S. Joldasbaeva

*2021-jil may ayınıń - sánesindegi kafedra jıynalısuınıń qararı
menen qorǵawǵa ruxsat berildi (№ _____ - protokol)*

Nókis - 2021 jil

Tema: Elektr bólimi boyınsha Faradey jumısların úyreniw metodikası.

MAZMUNI

Kirisiw	3
1-bap.Faradey elektrodinamikasınıń úyreniw.	6
1.1. Faradeyge shekem elektrodinamikanıń rawajlanıwı boyınsha izertlewler.	6
1.2. M. Faradeydiń turaqlı tok haqqındaǵı miynetleri.	21
1.3. M. Faradeydiń elektr hám magnit maydanlarınıń bar ekenligi tuwrısındaǵı qaǵıydaların úyreniw.	24
1.4. Magnetizmdi elektrge hám elektrdi magnetizmge aylandıruw boyınsha Faradeydiń qaǵıydaların úyreniw.....	26
2-bap. Faradey-Maksvell elektrodinamikasınıń úyreniw	34
2.1. Elektrodinamika hám elektromagnetizmdi rawajlandırıwda Faradeydiń ornı.....	34
2.2. Elektromagnit processleriniń model túsinigi.....	41
2.3. Faradey ideyalarınıń jetiskenlikleri hám kemshilikleri.....	44
2.4. Maksvelldiń Faradey ideyalarınan paydalanıwı.....	45
2.5. Faradey-Maksvell elektrodinamikasınıń zamanagóy kórinisi.....	48
2.6. Orta bilim beriw mekteplerinde M.Faradey nızamların ótiw metodikası	52
Juwmaq	62
Paydalanılǵan ádebiyatlar dizimi	63

Kirisiw

Ullı íngiliz fizigi Faradey dáslep ximiyaga qızıqqan, biraq keyinirek magnit hám elektr hádiyselerine baylanıslı bolğan tájiriybeler alıp barğan. Ol bul tájiriybelerdi tereń úyreniw nátiyjesinde baslağan, ol magnitizmdi úyreniw ushın mudamı qasında mayatnik alıp júrgen.

Faradey Devi menen Evropa boylap sayaxat etken waqtında bir qatar mámleketlerdiń laboratoriyaların barıp kórip, úyrenen. Ol Devige ximiyalıq tájiriybelerdi orınlawda járdem berip, ximiya boyınsha jeke izleniwlerdi baslağan. Gazlardı suyiltiriwdı ámelge asırıp, benzol alıwdı ámelge asırdı. 1821-jilda ol birinshi márte magnit tok ótkizgishi átirapında hám tok ótkizgishiniń magnit átirapında aylanıwın baqlağan hám elektr dvigatelinin birinshi modelin jaratqan. Keyin 10 jil dawamında ol elektr hám magnit qubilisleri arasındagı baylanıslardı úyreniw menen shuǵıllanǵan, 1831-jılı ol turaqlı hám ózgermeli elektr generatorlariniń islewiniń tiykari bolǵan elektromagnit induksiyanı ashtı.

Faradey úlken tájriybe materiallardan paydalanǵan halda, belgili bolǵan «magnit», termoelektr, galvanikalıq elektr hám basqalardıń elektrdiń túrlerin bar ekenligin dálilledi. Elektr toǵınıń tábiyatın ashıp beriwge bolǵan qızıǵıwshılıǵı kislota, duzlar hám eritpeleri arqalı toktıń ótiwi boyınsha tájiriybelerdi ámelge asırıwǵa alıp kelgen. Bul tájriybe nátiyjesinde 1833-jilda elektroliz nızamınıń ashılıwına alıp kelgen. Hám de 1845-jilda Faradey magnit maydanında jaqtılıqtıń tegislikte polyarizasiyalanıw qubilisini ashtı. Sol jılı ol diamagnetizmdi, al 1847-jilda paramagnetizmdi ashtı. Sonıń menen birge, ol bir qatar túsiniklerdi kiritti - háreketshelik, katod, anod, ionlar, elektroliz, elektrodardı; hám de 1833-jılı voltmetrdi oylap tapqan. 1830-jıllarda ol maydan kontsepciyasını usınǵan, 1845-jılı birinshi márte «magnit maydanı» atamasın qolladı hám 1852-jılı maydan koncepciyasını dúzdi [1, 2].

Faradey tok hám magnetizm tabiyatı, túrli ortalıqlardıń ótkiziwshilik mexanizmi hám basqalar tuwrısında jańa tiykarıǵı ideyaların bayan etip, ol elektrdiń hár qıylı túrleriniń ózine tán ekenligin dálillegen. 1840-jilda, energiyanıń saqlanıw nızamınıń ashılıwınan aldın, Faradey tábiyatta energiyanıń hár túrli

túrleri birligi hám olardıń bir-birine aylanıwı haqqında ayttı. Ol fizikalıq jaqtan bar bolǵan kúsh sızıqları haqqındaǵı túsiniǵin kirgizgen.

Faradeydiń elektr hám magnit maydanları haqqındaǵı ideyaları fizikanıń rawajlanıwına úlken tásirin kórsetti. 1832-jılda Faradey elektromagnit óz-ara tásirleriniń tarqalıwı sheklengen tezlikte payda bolatuǵın tolqın processı degen pikirdi bildirgen.

1845-jılda Faradey hár qiyli materiallardıń magnit qásiyetlerin úyrenip paramagnetizm hám diamagnetizm qubilisların ashtı. 1845-jılda ol magnit maydanında jaqtılıqtıń poliyarizasiylanıw tegisliginiń aylanıwın anıqlaǵan bul magnit hám optikalıq hádiyseler arasındaǵı baylanıstı birinshi baqlawı edi, keyin bul nurdıń elektromagnit teoriyası Dj. Maksvell tárepinen tastiyıqlandı. Faradey sonıń menen birge, elektr energiyasın anıqlawǵa urınıp, gazlardaǵı elektr zaryadların úyrengen.

Faradeydiń jańalıqları pútkil ilim dúnyasında tán alınǵan. Birinshi ret Faradey ideyaları Maksvell tárepinen qabıl etilgen hám «matematikalıq tilge» awdarılǵan. Ol ozınıń «Elektr hám magnetizm tuwrısındaǵı qollanba»sı kirisinde sonday dep jazǵan edi: «Faradeydi úyreniwde oǵan jaqınlasqanımda, hádiyselerdi túsiniw usılında tábiyattan matematikalıq ekenligine isenim payda ettim, eger ol bizge kórinbesede, ulıwma qabıl etilgen matematikalıq formulalar bolıwı kerek» dep jazǵan. Sol sebepli formulalar, hádiyseler, fizikalıq shamalar birlikleri hám taǵı basqalar Faradey atı menen atalǵan [3].

Pitkeriw qánigelik jumısınıń aktuallıǵı: M.Faradeydiń elektr boyınsha jumısı aktual bolıp, onıń jańalıqları tek ǵana fundamental emes, al ámeliy fizikanıń rawajlanıwında úlken úles qostı.

Pitkeriw qánigelik jumısınıń obekti: M.Faradeydiń elektrodinamika hám magnetizm tarawındaǵı ilimiy jumısları.

Pitkeriw qánigelik jumısınıń maqseti: M.Faradeydiń ilimiy jańalıqları hám formulaların orta arnawlı bilim beriw mekteplerinde paydalanıw. Bul maqsetke erisiw ushın tómendegi jumıslar ámelge asırıladı.

- M.Faradeydiń ashqan jańalıqlarına alıp keliwshi, elektrodinamika hám magnetizm boyınsha tiykarǵı ideyaların hám temaların analiz etiw;
- M.Faradeydiń turaqlı tok haqqındaǵı jumısın úyreniw;
- elektr hám magnit maydanlarınń bar ekenligi haqqındaǵı M.Faradeydiń ideyaların ashıp beriw;
- Faradeydiń elektrdi magnetizmge hám magnetizmdi elektrge aylandırıw boyınsha tájiriybelerin kórip shıǵıw;
- Elektromagnit processini haqqında modellik kórinisine xarakteristika beriw;
- D.Maksvell jumısların dawam etip, M.Faradeydiń tiykarǵı ideyaların analiz etiw;
- Maksvell-Faradey elektrodinamikasınıń házirgi dáwirde rawajlanıwın úyreniw.

I bap. Faradey elektrodinamikasını úyreniw

1.1. Faradeyge shekem elektrodinamikanıń rawajlanıwı boyınsha izertlewler.

Elektrodinamikanıń pán retinde baslanıwı kóbinese V.Gilberttiń fundamental izertlewleri menen baylanıslı bolıp, ol 1600-jılda «Magnit, magnitli dene Jerdiń úlken magniti haqqında» qollanbasın baspadan shıǵarǵan. Onıń tikkeley qatnasıwında 600 den artıq tájiriybeler ótkergen. Gilbertten keyin jańa nátiyjelerge erisiwi ushın derlik júz jıl talap etti.

1820-jılı fizikanıń basqa tarawlarda rawajlandırıwda, elektr hám magnetizm tarawında bir qatar jańalıqlar menen almasterildi:

- H.Ersted tokqa magnittiń tásirini ashadı;
- A.Amper - elektr toklarınıń ózara táhiri;
- J.Bio hám F.Savar - magnit maydanınıń kernewliligini ańlatıwshı nızamdı;
- T.Zebek - termoelektrdi.

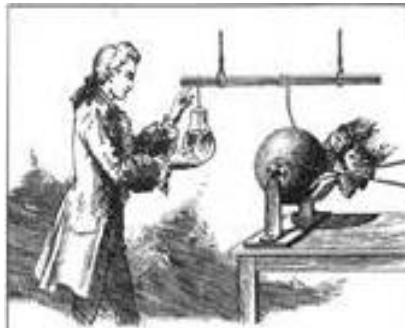
Joqarıda aytıp ótkenimizdey, elektr hám magnit hádiyselerin ilimiy jaqtan úyreniw Gilberttiń kitabı shıqqannan keyin baslanǵan, onda grek tilinen alınǵan yantar «elektr» terminini paydalandı. Gilbert hár qıylı kóplegen denelerdi tekserip kóredi hám arnawlı elektr kórsetkishini islep, onı tómendegishe xarakterleydi: úsh yamasa tórt dyuym uzınlıqtaǵı hár qanday metallardan kósherde jeterlishe háreketleniwshi etip qoyıp, tap magnit kórsetkishi sıyaqlı etip tayarlanǵan kórsetkishler tayarladı.

Zamanagóy elektroskopqa uqsas bolǵan bul kórsetkish járdeminde Gilbert tek ǵana tábiyat tárepinen jaratılǵan, bálkim jasalma túrde tayarlanǵan kóplegen deneler ózine tartıw qábiletine iye ekenligini anıqlaǵan. Sonıń menen birge, kóplegen denelerdi súykegende ózine tartıpaydı yamasa tınıshsızlandırmaytúǵınlıǵın taptı. Bularǵa bir qatar qımbat bahalı taslar, gúmis, altın, mıs, temir, sonıń menen birge hár qanday magnit, metallarda jatadı. Ózine tartıw qábiletini kórsetiwshi deneler Gilbert elektrli, bul qábiletke iye bolmaǵan denelerdi elektr bolmaǵan dep atadı. Elektr hádiyseleri, Gilberttiń pikirine kóre, magnitten túpten parıq qıladı.

Gilbert jumısının tiykarǵı áhmiyeti sonda, kóplegen qızıqlı baqlawlar hám shamalar bar bolıp, ol elektr hám magnit hádiyselerin úyreniw ushın bekkem tiykar saldı hám sol tiykarda pán hám texnikanıń bul zárúrli tarawın jedel rawajlandırıwına úles qostı.

Elektrge tiyisli bolǵan tájiriybelerdi Nyutonda shuǵıllanǵan, ol metall saqıynanıń ústine jaylastırılǵan shiyshe astına qoyılǵan qaǵaz bólekleriniń elektr oyın baqlaǵan. Shiyshe sıypalaǵanda qaǵaz bólekleri ózine tartıp, keyin ushıp tústi, taǵı ózine tarttı hám taǵı basqada. Nyuton bul tájiriybelerdi 1675-jılı ámelge asırǵan [2].

Dyufe eki qıylı elektr tásirleniwin anıqladı: tartısıw hám iytertısıw. Birinshiden, ol «elektrengen deneler, elektrlenbegen denelerdi ózine tartadı hám elektrengen denelerge jaqınlasadı hámde elektrleniwi menen aq ol tez qaytadı». Keyinirek ol aldınǵılarına qaraǵanda ulıwma hám ájayıp taǵı bir principi haqqında jańalıqtı ashtı. Bul principiti ol dawam ettirdi, bir birinen júdá pariq etiwshi eki túrdegi elektrdiń bar ekenligin anıqladı.



1- súwret. Leyden qutısı menen birinshi tájiriybe

Bul nızam Dyufe tárepinen 1733-jılı Parij pánler akademiyasında baspadan shıǵarılǵan.

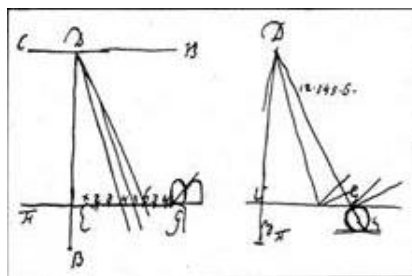
Rixman elektr kúshin ólshewge háreket etti. Bul durıs ideya edi, nátiyjede ol absolyut elektrometrdi oylap tabıwına alıp keldi. Rixman hár qıylı áhmiyetke iye bolǵan bir qatar tájiriybelerdi súwretlep berdi. Biraq ol keyin basqa usılınazamanagóy elektrometrlerdiń áwladi elektr kórsetkishi usılına burıldı.

Rixman tájiriybeleriniń nátiyjeleri Sankt-Peterburg Pánler akademiyasınıń «Jańa túsindiriwlerinde» tájiriybeler baslanǵanıan soń altı jil ótip baspadan shıǵarılǵan. Bul Rossiyada elektr boyınsha birinshi maqalanıń baspadan shıǵıwı edi. Rixmannıń «Denelerde islep shıǵarılǵan elektr energiyası hám jańa tájiriybeler» maqalasında, onıń eksperimental sazlamaları hám bul apparatta ótkerilgen tájiriybelerdiń xarakteristikası berilgen. Ornatiw Gravesand elektr mashinasınan ibarat edi. Mashinanıń elektrlestirilgen sharınan elektr sımın konus formasında ıdıstı toltırǵan shiyshe ústine qoyılǵan temir tayanshqa jóneltirildi. Ayna vertikal temir ólshewshiden shólkemlesken elektr kórsetkishine jalǵanǵan bolıp, onıń joqarı ushına belgili uzınlıq hám salmaqlıqtaǵı zigir sabaq biriktirilgen. Smola ıdıstı jaylasqan stolǵa taxta sınıqları bolǵan kvadrat biriktirilip, ol kórsetkish shkalasın payda etti. Sabaq shkalaǵa azmaz jetip barmadı. Utyug súyenishiniń basqa ushına temir ólshewshide baylanısqan bolıp, onnan elektr toǵı túrli denelerge ótiwi múmkin edi.

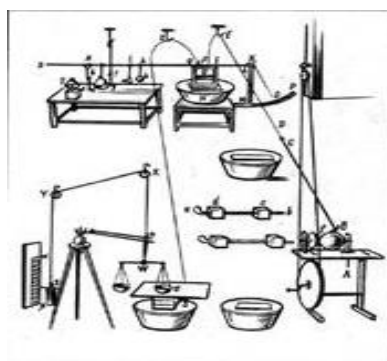
«Segiz-jıl aldın 1753-jılı men elektr hádiyselerin úyrenıwdi basladım. Bárkámal elektrometr, yaǵnıy elektr kúshin anıqlaw quralı, rawajlanıwına úlken úles qosıwım múmkin. Sol sebeplide men elektr teoriyasın basınan aq elektr quwatı intensivligin anıqlawdıń qolay usılı haqqında oylawdı basladım. Biraq, men elede jetiliskeń elektrometrdi soǵıwǵa áwmet tappadım basqalardıń qanday ekenligin bilmeymen». Rixman isenimli elektrometr konstruktsiyasın izlewde óziniń sın kóz qarasınan hám hadal bahalaydı dep jazadı:

Sol shıǵarmada Rixman óziniń hár eki apparatınıń túrlerin hám olar menen ótkerilgen tiykarǵı tájiriybelerdi, sonday-aq, gúldirmama elektr energiyası menen tájiriybelerdi súwretlep beredi, Apparatınıń kórsetkishi quramalı emesligine qaramay, Rixman bul «belgili bir elektrlengen massada azı kóbi elektr dárejelerin teńlep alıw ushın isenimli qural» dep aytıp ótken. Ol deneniń átirapında belgili bir háreket penen qozǵalǵan elektr materiyası onı belgili aralıqta saqlawı kerek; dene maydanınan kishilew aralıqta onıń tási kúshlilew boladı; sol sebepli aralıq asqan sayın onıń kúshi azayadı elege shekem belgisiz bolǵan bir qansha nızamlarǵa kóre basqasha etip aytqanda, Rixman kórsetkishi járdeminde zaryadlanǵan dene

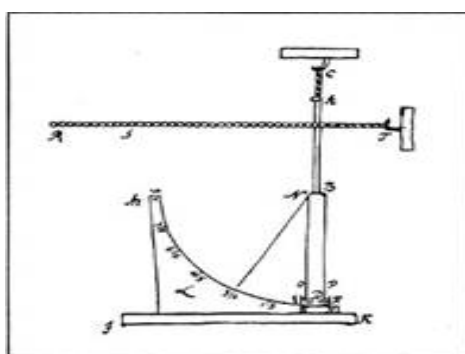
átırıpında elektr maydanı bar ekenligin anıqladı. Onıń intensivligi deneden uzaqlasqanda «bir qansha belgisiz nızamlarǵa kóre» azayadı. Sonday etip, rus alımı elektr maydanın jańalıq etip ashıwı hám bul maydan tásiriniń maydan deregine bolǵan aralıqqa baylanıslılıǵı tuwrısında anıq bir bayanat penen maqtanadı. Bul «ele belgisiz nızam» di qırıq jıldan keyin Kulon taptı. Rixman óz jumısında Franklindi jáne onıń unamlı hám unamsız elektr energiyası teoriyasın eskertip ótedi.



2-súwret. Elektr belgisiniń birinshi joybarı. Rixmannıń sızılması.



3-súwret. Rixmannıń elektr tájiriybelerinde ásbaplardı tártipke salıwı



4-súwret. Gúldirmamalardı úyreniwde isletiletuǵın elektr kórsetkishi. Rixman sızılması.

Bul izertlewler Franklinniń «Elektr ústinde tájiriybeler hám baqlawlar» miynetinde sáwlelendirildi. Franklin elektdi úlken qızıǵıwshılıq penen úyrenen. Nátiyjede bul qızıǵıwshılıq elektr hádiyseleriniń unitar teoriyasın jaratılıwına,

shaqmaqtıń elektr tábiyatın tastıyıqlawǵa hám basqa zárúrli jańalıqlardı ashıp berdi.

Franklinniń dáslepki tájiriybelerinen biri «Plyus yamasa minusti elektrlestiriw ushın sonı biliwińiz kerek, trubka yamasa shardıń súykelisetuǵın bólimleri súykelisiw waqtındaǵı elektr jalının ózine tartadı hám sol sebepli onı súykelisetuǵın zattan alıw kerek; tap sol bólimler súykelisiw toqtatılса, alatuǵın jalındı hár qanday zatqa kemirek beriwge háreket etedi.

Sonday etip, Franklin ayrıqsha elektr substanciyasınan paydalanadı, onı ol «elektr jalını» dep ataydı. Onıń pikirine kóre, elektr jalını «keń tarqalǵan element» hám elektrlengen processinen aldın deneler bul elementin teń muǵdarına iye.

1749-jılǵa kelip Franklinniń elektr teoriyası tamamlandı hám ol tiykarǵı qaǵıydaların tómendegishe jazadı:

1. Elektr toǵı júdá mayda bólekshelerden ibarat, sebebi ol ápiwayı materiyaǵa, hesh qanday qarsılıqqa dus kelmeytuǵın sıyaqlı, hátte júdá tıǵız metallarǵada ańsatlıq hám erkinlik penen kirip baradı.
2. Elektr toǵı ádetdegi zatlardan parıq etedi, sebebi ekinshisiniń bólekleri óz-ara tartıladı hám birinshisiniń bólekleri bir-birinen iyteriledi.
3. Elektr toǵınıń bólekleri óz-ara bir-birin qaytarsada, basqa barlıq zatlar olardı ózine tartadı.
4. Sonday etip, elektr suyıqlıǵına salıstırǵanda ápiwayı materiya sorgıshtıń bir turi bolıp tabıladı.
5. Biraq ápiwayı materiya qansha muǵdarda elektr toǵı bolsa, sonsha kóp bolıwı múmkin. Eger biz bul zattı qosatuǵın bolsaq, ol jaǵdayda sırtında, jaylasqan boladı hám biz elektr atmosferasın payda etemiz; bul obekttiń elektrlestiriliwine aytıladı .

Franklin sonı kórsetedi, elektr atmosferası toptı bir tegis qorshap alıp; onı shetinen emes, ishinen alıp taslaw ańsatlaw ekenligin aytadı. Ol elektr energiyasın hár túrli tájiriybelerde kórsetip beredi. Franklin teoriyasında elektr energiyası payda bolıwı yamasa joq etiliwi múmkin emes, tek onı qayta bólistiriw múmkin bolǵan zat dep kórsetti. Elektr zaryadınıń saqlanıw nızamı - Franklinniń elektron teoriyasınıń tiykarǵı usınısı bolıp tabıladı.

Franklin, shaqmaq bul elektrlengen bultlardıń razyzatlanıwı ekenligin ayttı. Ol gúldirmama bultlardıń jaqınlasıw waqtında oǵan jılan tárezli hawanı jiberiw menen júdá áhmiyetli bolǵan tájriybelerin isledi hám bul tájriybe ideyası úlken áhmiyetke iye boldı. Tap usınday baqlawdı Peterburgta Lomonosov hám Rixmanlarda ótkerdi.

Sonı atap ótiw kerek, Franklin «elektr» hám «elektr bolmaǵan» sózlerin isletip, olardı nadurıs dep sın pikir bıdırdı. Onıń teoriyasına kóre elektr toǵı barlıq denelerde boladı; elektr toǵı biziń sharımızdıń pútin massası boyınsha keń túrde tarqaladı. Sol sebepli, «elektr» hám «elektr bolmaǵan» atamaların nadurıs dep, ornına «ótkizgish» hám «ótkermeytuǵın» túsinikler menen almastırıw kerekligin aytadı.

Lomonosov Franklinden bólek «elektr-hawa baqlawların» alıp bardı. Elektr kórsetkishi járdeminde ol gúldirmama hám shaqmaq bolmaǵanda atmosferanıń elektr jaǵdayın ornatawǵa eristi. Bul haqqında shıǵarǵan maqalasında aytıp ótti [2, 3].

Rixman hám Lomonosov Franklin teoriyasın qabıl etpey, Lomonosov óziniń elektr hádiyseleri teoriyasın islep shıqtı. Ol elektr energiyasın efir bólekler háreketi menen túsendiriwge háreket etip, Rixmannıń elektr maydanı haqqındaǵı ideyası menen salıstırdı, Franklin keleshekтеgi elektron teoriyasın aldinnan baqladı.

Epinustiń «Elektr hám magnetizm teoriyasınıń tájiriyesi» haqqındaǵı miynetinde Franklin hám Rixman dóretpelerinen ayrıqsha bolıp onda tek ǵana elektr hádiyseleri emes, magnetizm hádiyseleri de kórip shıǵılǵan. Sonıń menen birge, Gilbertten ayrıqshalıǵı, Epinus elektr hám magnetizm arasındaǵı ayrımashılıqtı emes, uqsaslıqlardı izertledi. Bul ashılıwdan tásirlenip Epinus magnit hám elektr kúshi arasındaǵı uqsaslıqlardı jáne tereńirek úyrenip baslaǵan. Bul izertlewler nátiyjesinde ol «magnit hám elektr hádiyseleriniń sebepleri ulıwma uqsas hám magnittiń háreketleri Leyden bankasına uqsas» degen juwmaqqa keledi [2].

Epinus óz teoryyası tiykarında bóleksheleri materiya menen hám bir-biri menen óz-ara tartısatuǵın hám de iyteriwshi kúshleri tásirinde bolǵan elektr hám magnetit suyıqlıqlar haqqında ideyasın ilgeri súredi.

Elektr suyıqlıǵına salıstırǵanda materiallıq deneler eki klassqa bólinedi: birewi elektr tokların jaqsı ótkeredi, basqaları onıń erkin háreketleniwine tosqınlıq etedi. Epinus birinshi topar denelerdi «óziniń tábiyatı boyınsha elektrli emes», ekinshisin - «óziniń tábiyatı boyınsha elektrli» dep ataydı.

Joqarıda Franklin bul termin naduris dep esaplaǵanlıǵı hám de ótkizgishler hám ótkizgish emesler haqqında ayılǵan edı. Biraq «elektr emes», «elektr» atamaları uzaq waqıt dawamında saqlanıp kelingen, tek XIX ásirdeń birinshi yarımına kelip bul terminler bizge belgili bolǵan «ótkizgish» hám «izolyator» terminleri menen almasdırılǵan.

Elektr hádiyseleri menen salıstırıp, Epinus magnetitli hádiyselerdi xarakterlew ushın magnetit suyıqlıǵın kiritedi. Onıń bóleksheleri, tap elektr suyıqlıǵınıń bóleksheleri sıyaqlı, óz-ara bir-birin iyteredi. Biraq tábiyatta kópshilik deneler magnetit suyıqlıǵı menen tásirlespeydi, biraq ayırım deneler birinshi náwbette temir magnetitli materiyalardı tartadı.

Házirge shekem magnetit elementlerine tásir etetuǵın hám tábiyattan elektr bolmaǵan denelerge sáykes keletuǵın qandayda bir deneler málim emes. Solay etip, Epinus magnetitler (ferromagnetitler) hám «elektrikler» (dielektrikler) uqsaslıǵın, sonıń menen birge elektr ótkizgishligine uqsas magnetit ushın ótkizgishliktiń joq ekenligin aytadı. Biraq qalǵan elektr hám magnetit suyıqlıqları, Epinus pikiri boyınsha, tap sonday nızamlarǵa sáykes tásir etedi. Solay etip deneler óz-ara tásir etpeydi, eger olar quramında «tábiyiy» muǵdardaǵı elektr yamasa magnetit suyıqlıǵı bolsa. Elektr hám magnetizm «elektr yamasa magnetit suyıqlıǵı muǵdarın tábiyiyden joqarı bolıwına shekem asırıw yamasa onnan tómenlew bolıwına kemeytiw arqalı» payda boladı. Franklin qońıraw ettip deydi Epinus elektr energiyası, ol elektr deneleri muǵdarın kóbeytiw nátiyjesinde payda boladı, onı azaytadı hám kerı. Tap usı mánişten alıp qaraǵanda, men bul atamalardı magnetizmge ótkerip saqlayman deydi.

Epinus izolytor ham otkizgishlerde elektr indukciyasın tájriybede izertledi. Onda ol izolyatorda ótkizgishlerge qaraǵanda hálsiz ekenligin anıqladı. Solay etip bunıń nátiyjesinde Epinus dielektiriklerdiń polyarizaciyalanıwın ashtı.

Epinus óziniń traktatında denedegi elektrostatik teń salmaqlılıq halatın ilgeri súrdi, bunda dene óz-ózinen ondaǵı elektr muǵdarı «tábiyiy» bolatuǵın jaǵdayǵa ótiwge intıladı dep aytıp ótken. Ol denege tásir etiwshi kúshlerdi keń analiz etip, ondaǵı elektr teń salmaqlılıqqa kelıwı tartılısıw hám iyterisiw kúshleri jıyındısı nolge teń bolǵanda erisiledi degen juwmaqqa keledi. Biraq ol ótkizgishlerde elektrdiń bólistiriliw nızamın hám Franklinniń baqlawların túsine almadı.

Tábiyatshi hám filosof Pristli Franklin tájiriyesiniń áhmiyetin tuwrı bahaladı. Elektr bóleksheleriniń óz-ara tásir kúshleri aralıq kvadratına kerı proporcional dep esaplasaq, bul tájiriye túsindire aladı. Pristli bul shamanı 1767-jılda óziniń «Elektr tariyxı» nda bayanlaǵan hám 1771-jılı ingliz lordı Kavendish birinshi ret elektr zaryadlarınıń óz-ara tásir kúshleriniń tómendegi nızamǵa baǵınatuǵınlıǵın kórsetdi:

$$\frac{1}{r^n},$$

bul jerde $n = 2$.

Kavendishtiń tájiriyesi tómendegishe edi. Qalay qaǵaz (staniol) benen qaplanǵan 12,1 dyuymli shar diametri 13,3 bolǵan shardıń ishine sırtqı shardan izolyaciyalanǵanday etip jaylastırılǵan. Sırtqı shar ajratıw múmkin bolǵan stanyol menen oralǵan eki yarım shardan ibarat. Sırtqı shardaǵı kishi tesik arqalı jipek penen birlestirilgen sım járdeminde ishki shar menen baylanıs ornatılıwı múmkin bolǵan. Tájiriye basında yarım sharlar birlestirilip, ótkizgishler baylanıs ornatılǵan sırtqı shar Leyden bankasınan zaryadlanadı. Keyin, jipek jipten paydalanıp, baylanıs sımın alıp taslanadı, sırtqı yarım sharlar bir-birinen shetke jılıtıladı hám ishki shardıń elektrleniwi tekseriledi.

Elektroskop bul shardıń zaryadın anıqlamadı. Kavendish elektroskoptiń sezgirliǵin úyrenip shıqtı hám ol sırtqı sferanıń 1/60 bólegine teń bolǵan ishki

shardıń zaryadın anıqlaw múmkinshiligin kórsetti. Bul tájriybeden kelip shıqqan halda, Kavendish elektr bóleksheleriniń óz-ara tásir kúshi aralıqqa baylanıslı tómenдеgi nızamǵa muwapıq azayatuǵınlıǵın anıqladı:

$$r^{-n},$$

bul jerde n ekiden $1/50$ den kóp bolmaǵan parıq etedi.

Genri Kavendish 1766-jılı vodorodtı ashtı hám karbonat angidridin aldı, ol vodorodtıń janıw waqtında suwdıń alınıwın kórsetti. Kavendish aylanbalı tárezi járdeminde tartısıw nızamınıń turaqlısın anıqladı hám usınıń menen birge Jerdi ólshedi.

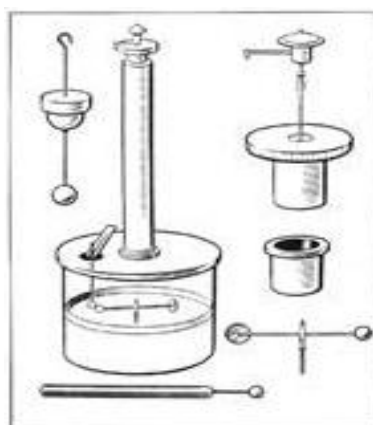
Maksvell Tomson elektrometri menen Kavendish tájiriyesin qaytaladı hám n 2 den $1/21600$ den kóp bolmaǵan ayırıqshalıqqa iye ekenligin kórsetti.

Francuz áskeriy injeneri Parij Pánler akademiyasınıń aǵzası Sharl Ogyusten Kulon 1777-jılı shash, jipek hám metall sabaqlardıń buralıwın izertledi. Bul izertlewlerdiń nátiyjesinde buralıw nızamınıń ashılıwına alıp keldi:

$$\varphi = c \frac{Pl}{r^n}$$

bul jerde φ – buralıw múyeshi, P - burawshı kúshi, l -jiptiń uzınlıǵı, r -onıń radiusı.

1784-jılı Kulon sezgir úskene burama tárezisin jarattı. Bul tárezi járdeminde elektr hám magnet óz-ara tásirlesiw nızamların ashtı.



5-súwret. Kulonniń burama tárezisi

Onıń tájiriybeleri hám juwmaqları boyınsha jeti maqalası baspadan shıqtı. Kulonnıń úskenesi sheńber boylap ólshew shkalası bolǵan shıyshe cilindr, cilindr qaqpası ortasında hám qaptal tárepinde tesiklerge iye. Ólshew basına bekkemlengen hám ayılǵan bálent shıyshe cilindrdiń kósheri boylap ótetuǵın oraylıq tesikten gúmis sabaq ótkerip qoyılǵan [4].

Kulon jumısında zárúrli áhmiyeti, elektr muǵdarı hám magnetizm muǵdarın ólshew usılın jaratıw edi. Kulon nızamları ilimiy birlikler sistemasında elektr hám magnit birlikler sistemasınıń tiykarǵı bazasın jaratadı. Kulonnan keyin elektr hám magnit hádiyseleriniń matematikalıq teoriyasın jaratıw múmkin boldı.

Elektrostatikaniń tiykarǵı nızamlarınan biri bolǵan Kulon nızamı, eki tınıshlıqtaǵı noqatlıq elektr zaryadları arasındaǵı óz-ara tásir kúshin anıqlaydı, yaǵnıy eki elektr zaryadlanǵan deneler arasındaǵı ólshemleri olar arasındaǵı aralıqqa salıstırǵanda kishi bolǵan. 1785-jılı Kulon tárepinen oylap tabılǵan buralma tárezi járdeminde eksperimental túrde, eki noqatlıq zaryadlar vakuumda bir-biri menen F kúsh penen tásir etisetuǵınlıǵı, olardıń mánisi e_1 hám e_2 zaryadları kóbeymesine tuwrı proporcional hám olar arasındaǵı r aralıqtıń kvadratına kerı proporcional bolıp tabıldı:

$$F = k \frac{e_1 e_2}{r^2}$$

Bul jerde k - tańlap alınǵan birlikler sistemasına baylanıslı bolǵan proporcionallıq koefficiyent; obsolyut (Gauss) birlikler sistemasında (CGS birlikler systemsı) $k=1$.

F kúshi zaryadları baylanıstıratuǵın tuwrı boylap baǵdarlanǵan hám sáykes túrde kerı zaryadlar ushın tartısıw ($F < 0$) hám bir tekli zaryadlar ushın ($F > 0$) ıyterisiw.

Eger óz-ara tásir etisetuǵın zaryadlar dielektrik sinirgishligi ϵ bolǵan bir tekli dielektriklerde bolsa onda óz-ara tásir kúshi ϵ esege azayadı. Kulon nızamı - klassik elektrodinamikaniń eksperimental tiykarlarınan biri, onıń ulıwmalastırılıwı, atap aytqanda, Gauss teoremesine alıp keledi.

Kulon nızamı eki magnit polyustiń óz-ara tásir kúshin anıqlawshı nızam dep te ataladı:

$$F = f \frac{m_1 m_2}{\mu r^2}$$

Bul jerde f - proporcionallıq koefficiyenti (ulıwma alǵanda, ol k ǵa tuwrı kelmeydi; absolyut birlikler sistemasında $f=1$), m_1 , m_2 - magnit zaryadları, μ - óz-ara tásir etisiwshi polyustlardı qorshap turǵan ortalıqtıń magnit ótkizgishligi. Vakuumda:

$$F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Búgingı kúnde hár qanday mektep oqıwshısı Ersted tájiriybesin ańsatǵana kóredi, kartonnıń ortasınan tok ótetuǵıń sım átirapına temir bóleklerin sebiw arqalı «iyrimli magnit aǵımların » kórsetiw múmkin.

Biraq aǵımnıń magnit tásirin anıqlaw ańsat bolmaǵan. Petrov olardı tabıwǵa urınıp kórdi, batareyasınıń polyusın temir hám polat plitalar menen baylanıstırdı. Plitalar arqalı bir neshe saat ótkennen, ol magnitlengenligin tapadı. Basqa gúzetiwler haqqında maǵlıwmatlar, anıq aǵımnıń magnit háreketleri Ersted tárepinen baqlanǵan hám xarakterlengen. Bul jańalıq Evropada fizikler itibarın tarttı.

Daniyalı alım fizik, professor- óziniń ullı jańalıqları menen fiziklerge jańa izertlew jolın ashtı. Bul izertlewler nátiyjesiz qalmaq; olar rawajlanıwǵa qızıǵıwshılardıń itibarına ılayıq kóplegen faktlardı tawdı; dep jazǵan Amper.

Erstedtiń jańalıqları keń juwapqa sebep boldı. Kóp ótpey, Jenevadaǵı de la Riv Erstedtiń tájiriybelerin tákirarlaǵanınan keyin, tájiriybeler hám maǵlıwmatlat aǵımın payda boldı. 1820-jıl sentyabrde Arago tok ótkeretuǵın sımdı temir qıyındıların ózine tartıwın kórsetti. Tap sol waqıtta Shvayger Ersted effektin indikator (multiplikator) retinde qolladı. 1821-jılı Poggendorf oǵan qolay túr berdi hám bul túrde onı házirde mektep fizika bólmelerinde kóriw múmkin.

Magnit polyusına tok tásir etiw nızamın eksperimental túrde Bio hám Savard tárepinen ornatıldı. Bio hám Savar bul nızam tuwrısında 1820-jıl 30-oktyabrde

bayan etti. Laplas Bio-Savard nızamın ámeldegi element hám magnitlengen noqat ortasındaǵı elementar óz-ara tásirdiń matematikalıq túrinde qoydı. Bul túrde Bio-Savar nızamı fizika sabaqlıqlarında ushıraydı.

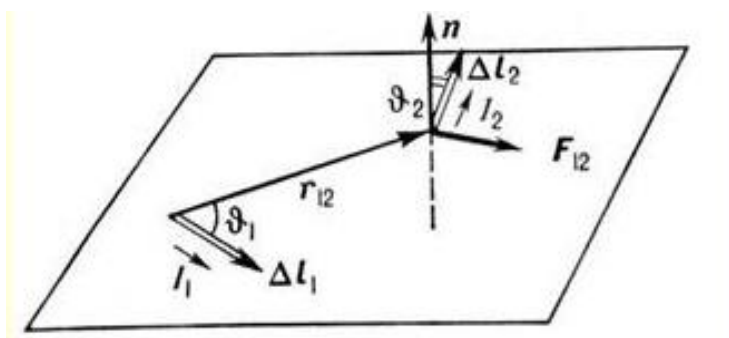
Elektromagnetizmdi úyreniwge eń úlken úles qosqan frantsuz fizigi Amper, fizikaniń jańa salasın «elektrodinamika» dep ataǵan jáne bul at fizika tilinde bekkem ornalasqan. Ol pán, matematika, grek, latin hám italyan tillerin úyrengen. Amper Didro hám Dalemberttiń belgili «Enciklopediyası»nıń Eyler, Bernulli, Lagranj dóretpelerin úyrenip shıqtı.

1814-jılda ol Pánler akademiyasınıń aǵzası bolıp saylandı. 1820-jıldan baslap Amper elektrodinamika menen intensiv shuǵıllanadı hám 1826-jılda onıń elektrodinamika boyınsha tiykarǵı shıǵarması «Tájiriybeden alınǵan elektrodinamikalıq hádiyseler teoriyası» miyneti baspadan shıqtı. Keyinirek, Amper kóplegen ilimiy máseleler, sonday-aq pánlerdi klassifikatsiyalaw mashqalası menen shuǵıllanǵan. Bul izertlewler nátiyjesinde onıń «Pánler filosofiyası tájiriybesi yamasa pútkil insan bilimleriniń tábiy klassifikatsiyasınıń analitikalıq prezentaciya» dóretpesi payda boldı, onıń birinshi toımı 1834-jılı, ekinshisi tamamlanbaǵan toımı 1843-jılı baspadan shıqtı.

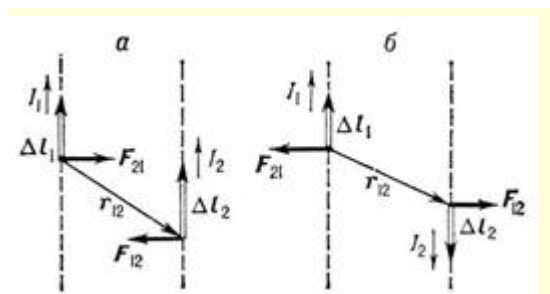
Amper eki tiykarǵı elektr túsiniǵin ajıratıp turadı: elektr quwatı hám elektr toǵı. Amper elektr toǵı menen «elektr ótkizgish hám elektromotor deneler shınjırındaǵı elektr jaǵdayın» túsinedi; onıń basshılıǵı astında unamlı elektr energiyasınıń baǵdarı ashıldı. Voltika ústininiń ishinde bul suwdiń bólekleniwı waqtında vodorod shıǵıw ushınan, aqırına shekem kislorod shıǵıs tárepke jóneliste boladı. Ústinniń ushların baylanıstıratuǵın ótkizgishdegi elektr toǵınıń baǵdarı kislorodtiń shıǵıwshı ushınan vodorod shıǵarılǵanǵa shekem jónelisti kórsetedi. Sonlıqtan, Amper birinshi ret «elektr toǵı», «elektr shınjırı» sıyaqlı tájiriybelerdı, túsiniqlerdı kiritedi, jabıq shınjırdaǵı tok baǵdarın ornatadı. Házirgi Amperdiń fizikada qabıl etilgen birliginiń atı Amperdiń xızmetleri menen tolıq anıqlanadı. Sonıń menen birge, ol háreket ushın magnit iyneniń búkleniwine tiykarlanatuǵın ásbap ushın «galvanometr» terminin kiritedi, sebebi ádetdegi sıyaqlı elektrometrdi

elektr menen isleytuǵın tok bar ekenin jáne onıń energiyası ne ekenligin hár waqıtta kóriw ushın onı elektr tokları menen barlıq tájiriybelerde isletiw gerek.

Amper birinshi bolıp toklardıń mexanikalıq óz-ara tásirin anıqladı, bul jóneliske qaray ózine tartatuǵınında jerkenishli bolıwı múmkin. Onıń atap ótiwinshe, «bul dıqqatqa iye hám ıyteriwler dem alıw waqtında elektr energiyası tásirinen sezilerli dárejede pariq etedi».



6-súwret. Amper nızamı



7-súwret. Eki elementar toklardıń óz-ara tásiiri: a-parallel, b-antiparallel. Formadaǵı barlıq segmentler (vektorlar) bir tegislikte jatadı.

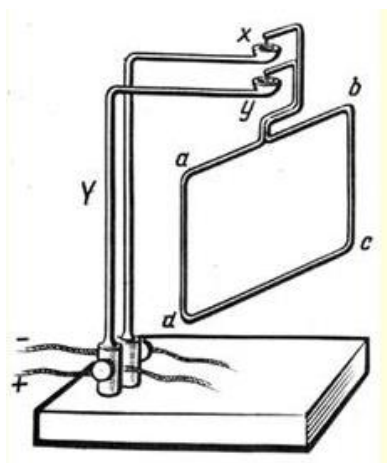
Amper eksperimental túrdegi tájiriybesinde elektrodinamikalıq óz-ara tásirlerin úyrenip, sonday juwmaqqa keledi: Ótkizgishler hám magnit kósherlerdi birlestirip, «kósherlerden uzaqta jaylasqan bir Volta polyus járdeminde birdey telegraftı shólkemlestiriw» múmkin. Sonday etip, elektromagnit telegraf ideyası elektromagnetizm jańalıq bolıp ashılǵan birinshi-jılda payda bolǵan. Ol bir qatar oylap shıǵarıwshılar hám ilimpazlar tárepinen islep shıǵılǵan. Rus diplomatu P.L.Shilling 1829-jılı. Altı kóbeytirgish járdeminde rus háriplerı hám nomerlerin uzatıwǵa múmkinshilik beretuǵın telegraf apparatın jarattı. 1833-jılı Shilling

apparatı qısqı sarayǵa ornatıldı. Gauss hám Veber Góttinende astronomıya hám fizika laboratoriyaların birlestirgen telegraf liniyasın qurıwdı, sonıń menen birge, basqa sistemalar, atap aytqanda, rus fizigi B.S.Jakobi sisteması bar edi. Biraq, elektromagnit telegraf amerikalıq oylap shıǵarıwshı Semyuel Mors apparatın qolay dizaynın jaratqannan, záherleniw hám qabıllaw stantsiyasın jalǵaw sxemesın islep shıqqanınan hám eki belgi (toshka-sızıqsha) menen arnawlı álippe oylap tabılǵannan keyin keń tarqaldı. Birinshi Morze apparatı 1835-jılda qurılǵan hám 1844-jılda Vashińton-Baltimor telegraf liniyasi isley basladı.

Ol óz aldına tájiriye tiykarında ámeldegi elementlerdiń óz-ara tásir formulasın shıǵarıwdı wazıypa etip qoydı. Wazıypa ańsat emes edi, tájiriye tek ajıralmaytuǵın óz-ara tásir berdi. Amper toklardıń óz-ara táhiri menen hár qıylı tájiriyelerdi ótkerip, tuwrı formulanı tabıwǵa háreket etti jáne onı sheklengen tok dáwirleriniń túrli jaǵdayları ushın birlestirdi, nátiyjeni tájiriye menen salıstırıw ushın Amper formulası elektrodinamikanıń uzaq waqıt dawamında baslanǵısh nızamların ashıp berdi.

Házirgi eki elementtiń elementar óz-ara táhiri Nyutonnıń úshinshi nızamın qanıqtırmawı, bul ápiwayı oraylıq kúshlerden pariq etetuǵın óz-ara tásir diń jańa túri. Biraq, fizika gravitatsion, elektrostatikalıq hám magnit kúshlerden pariq etiwshı jańa túrdegi kúshlerdi jańalıq etip ashqanlıǵı Ersted tájiriyesinen qashannan berli anıq bolǵan. Elektrodinamikalıq kúshler, Amper tuwrı aytıp ótkeni sıyaqlı, elektrostatikada belgili bolǵan kúshlerden pariq etiwshı jańa kúshler bolıp tabıladı.

Biraq, Amperdiń ózi mexanikanıń úshinshi nızamına súyene otırıp, óz nızamın ashtı. Ol magnit polyusqa tok elementi tárepinen tásir etiwshı kúshler ústinen tásir etiwshı kúsh penen juplıq payda etiwın anıqlaǵan.



8-súwret. Amper mashinası

Ersted hám keyin Faradey magnit maydanınıń iyrimli tábiyatın anıq kórdi. 1821-jılda Faradey eksperimental túrdegi tájiriyesinde tok ótkeriwshı qasında jaylastırılǵan bólek magnit polyus turaqlı túrde aylanıwın tastıyıqladı. Ótkizgishler hám magnitlengen bunday tártipti jaratıw ushın ol júdá ziyreklilik kórsetiwı kerek edi, sonda aǵımǵa tek bir polyus tásir etiwı kerek edi. Faradey eksperimentindegi magnit óshirip qoyılǵan eken, toqtawsız aylanadı. Bul birinshi elektr motorlı model edi.

9-ásirdiń 20-jıllarında elektr energiyası salasında islengen kóplegen jańalıqlar hám dóretpelerdiń 1821-jılda termoelektrdiń jańalıq sıpatında ashılıwı haqqında aytıp ótiw kerek. Ol Baltika fizigi Tomas Seebekke tiyisli. Bul jańalıqtı Erstedtiń jańalıqları sebepli hám bir qansha waqıt onı hátte termomagnetizm dep ataǵan. Óz gezeginde, Sebektiń jańalıqları hám multiplikator di oylap tapqanı nemis oqıtıwshı Georg Omga elektr toǵı shınjırınıń muǵdar nızamın jańalıq sıpatında ashıw múmkinshiligini berdi, endi onıń atı Om nızamı, I ótkizgishdegi tuwrıdan-tuwrı elektr toǵınıń kúshi bul ótkizgishtiń eki turaqlı toshkası arasındaǵı potensial ayırmashılıǵına (kernew). Ol menen tuwrıdan-tuwrı proporsionallıǵın belgileydi:

$$U = RI$$

Omniń tájiriybeleri hám teoriyalıq oy-pikirleri 1822-jılda Fureniniń baspadan shıqqan «Íssılıqtıń analitikalıq teoriyası» shıǵarması tiykarınan «Matematikalıq tárepten islep shıǵılǵan Galvanikalıq shınjır» miynetinde sáwlelengen. Sonı atap

ótiw kerek, bul nızam fizikler tarepinen tez qabil etilmegen hám pánge tek 30-jıllardıń aqırı 19-ásirdiń 40-jılları basında kire baslağan, biz házirgi kúnde elektr energiyası boyınsha sabaqlıqtı oyda sáwlelendire almaymız. Onıń tán alınıwı elektrometriyaniń tabısı menen birge keshti. Om nızamın birinshilerden bolıp qabil etken hám qollanğan rus akademigi E.H.Lens edi, ol Kirchhofftan aldın bolıp, ótkishlerde tok bólistiriwi máselelerinde kórip shıqtı.

Lenz birinshi ret 1825-jılı Arago tájiriyyeleri hám Uillyam Sturgeon tarepinen jaratılğan Amper teoriyası tiykarında elektromagnitlerdi úyreniw menende shuǵıllanğan. Joqarı kóteriwi kúshine iye elektromagnitler amerikalıq fizika tarepinen qurılğan. Faradeyden gárezsiz túrde elektromagnit induksiyasin ashqan Jozef Genri edi. Biraq, onıń bul jańalıǵı haqqındaǵı jumislari keshikti hám bul ullı jańalıqtıń dańqı hám ataǵı Maykl Faradeyge tiyisli edi [4].

1.2. M. Faradeydiń turaqlı tok haqqındaǵı miynetleri

Zamanagóy elektrotexnikanıń kelip shıǵıwı ingliz ilimpazı Maykl Faradeydiń ájayıp dóretpelerinen baslanadı, ol óz gezeginde elektr hám magnit hádiyselerin úyreniw boyınsha jumislari alıp bardı.

Ilim ushın Faradeydi Xamfri Devi ashtı. Ol ilimpaz retinde qalıplesiwinde oqıtıwshınıń rolı sıpatında tán alǵan Faradeyge kóp nárselerdi berdi. Faradeydiń kóplegen dóretpeleri Devidiń dóretpeleri yamasa ideyalarınan logikalıq jaqtan kelip shıqqanǵa uqsaytuǵın edi.

Devi teoriyası bazasında Berzelius hám basqa belgili ilimpazlar ustazınıń miynetlerin dawam etken elektroliz nızamına toqtalamız. Biraq hesh kim eritpede júzege keletuǵın ózgerislerdiń muǵdarlıq nızamlıqların ashıp kórsete almadı. Nızamlar sonsha ápiwayı edi, ilimpazlardıń olardı qalıplestire almaǵanına hayran qalamız.

Elektroliz waqtında jaylastırılatuǵın zatlar muǵdarı tok kúshine hám onıń ótiw waqtına proporcional túrde kóbeyedi.

Elektrodlarda ajiralıp shıǵıwshı zatlar muǵdarı olardıń ximiyalıq ekvivalentlerine proporcional bolıp tabıladı.

Biraq nızamlar tek ǵana muǵdarlıq esap-sanaqlarǵa jol qoyǵan, Faradey nızamları sebepli «materiyaniń elektr tábiyatı tuwrısında hám barlıq zamanagóy materialistlik tábiyiy pánlerge tiykarlanǵan elektrlik atom dúzilisi tuwrısında» juwmaq shıǵarıw múmkin boldı.

«Matematikler uzaq aralıqlı tásir etiwshi kúshlerdiń kernew orayların kórgen, Faradey bolsa izertlew obektin kórdi, bul jerde olar aralıqtan basqa hesh nárseni kórmedi, elektr zaryadına tásir etiwshi kúshlerdiń bólistiriliw nızamın tapqanı menen qanaatlanǵan edi, Faradey átirap-ortalıqta júzege keletuǵın real hádiyselerdiń mánisin izertlegen edi» dep jazǵan edi D.Maksvell [3].

Faradeydiń jumıslarında Devidiń roli úlken. Biraq ustaz hám shákirt ortasındaǵı munasábetlerdiń ayırım faktlerin inabatqa almasaq, waqıyada anıq emes hám túsinbewshilikler ushırasadı. 1823-jılda Faradey ximiya máseleleri menen baylanıslı bir neshe dóretpelerdi baspadan shıǵarǵanda, Devi jılına tek bir maqala baspadan shıǵarǵan. Bunnan tısqarı, ilimpazlar óz dóretpelerinde barǵan sayın onıń ustazına emes, bálkim Faradey dóretpelerine silteme qılǵan. Nátiyjede, Faradey Patshalıq jámiyetine aǵza bolıw ushın arza bergeninde, Prezident Ser Hamfri Devi buǵan qarsı shıqqan. Biraq Devi óz pikirin keyingi jılı ózgertti hám Faradey derlik bir dawıstan Patshalıq jámiyetine aǵza bolıp saylanǵan (bir dawıs qarsı boldı) [5].

1834-jılda Faradey óziniń «Elektroximiyalıq ajıralıw tuwrısında»ǵı jumısında jańa terminologıyanı engiziwdi usınıs etti. Jáne bul ret, Faradeydiń usınǵan atamaları ápiwayı, ilimiy tárepten tiykarlanǵan hám túsinikli edi: elektrolitler, ionlar, kationlar (teris polyus), katod (tómenge túsiw), anod (joqarıǵa kóteriliw) hám sáykes anionlar. Bul ulıwma bir tekli til hám xalıq aralıq sherikliktiń tiykarına úles boldı.

Faradeydiń jumsaq temirden toroidal hám eki oramlı ózekten ibarat bolǵan, biri batareyaǵa, ekinshisi galvanometrli gilt arqalı jalǵanǵan tájiriyesi mektep kursınan hámmege belgili.

Elektromagnit indukciya hádiyesi elektrdiń jańa túri «magnetoelektrik» jańalıǵı retinde qabıllandı. Faradey nátiyjede tábiyatta hár túrlı «elektr» joq

ekenligin tastıyqlawǵa qarar etti. Onıń ushın ol «elektr» dıń tórt túrinen (ápiwayı, galvanikalıq, termoelektrik hám magnetoelektrik) segiz qıylı tásirdi aldı. Faradeydiń náwbettegi izertlewleri elektroximiyalıq hádiyselerge arnalǵan. Ol házirgi kúnde qabıl etilgen terminologiyani usınıs etti: elektroliz, elektrod, katod, anod, anion, kationdı.

Elektroliz (elektro hám grekshe lisis-ajıralıw, eriw, jemiriliw), qızdırıp suyıltilirilg'an elektrolit yamasa onıń suwdaǵı eritpesi arqalı turaqlı elektr tog'ı ótkeninde elektrodlarda júz beretuǵın oksidlerdiń tikleniw processleri. Elektrolizdi úyreniw hám qóllaw 18-ásir aqırı hám 19-ásir baslarında, elektroximiyaniń qalıplesiwi dáwirinde baslandı. Elektrolizdiń teoriyalıq tiykarların rawajlandırıw ushın 1833-34-jıllarda M.Faradey tárepinen elektroliz waqtında ótken elektr tog'ı muǵdarı hám elektrodlarda ajıralıp shıǵıwshı zat muǵdarı ortasındaǵı anıq baylanıstı ornatiwı úlken áhmiyetke iye edi.

Elektrolizdiń ayrıqsha ózgesheligi oksidleniw hám tikleniw processlerin keńislikte ajıratıw bolıp tabıladı: elektroximiyalıq oksidleniw anodta, tikleniw katodta boladı. Elektroliz arawlı úskenede elektrolizatorlarda ámelge asırıladı.

Elektroliz turaqlı tok energiyasınıń hám elektrodlarda ximiyalıq ózgerisler waqtında ajıralıp shıǵarılǵan energiya sebepli payda boladı. Elektroliz waqtında energiya maqsetli ónimlerdi qalıplestiriw processinde sistemaniń gibbs energiyasın asırıwǵa sarıplanadı hám elektrolizatorında, elektr shınjırınıń basqa bólimlerinde qarsılıqlardı jeńiwde ıssılıq túrinde tarqaladı.

Arawlı bir zattı (atom, molekula yamasa ion jaǵdayında) alıwdıń elektroximiyalıq reaksiyası, ximiyalıq reaksiya teńlemesine muwapıq elektrodta elektrolitke (yamasa kerisinshe) bir yamasa bir neshe zaryadlardıń ótkeriliwi menen baylanıslı.

Ekinshi jaǵdayda, bunday process, qaǵıyda jolı menen de, elementar bir elektronlı reaksiyalar izbe-izligi formasında, yaǵnıy basqıshpa-basqısh, elektrodta aralıq ionlar yamasa radikal bólekler payda bolıwı menen ámelge asırıladı, kóbinese olar adsorbsiyalangan jaǵdayda qaladı.

Elektrod reaksiyalarının tezligi elektrolitler quramı hám kontsentratsiyasına, elektrod materialına, elektrod potentsialına, temperaturağa hám basqa bir qatar faktorlarğa baylanıslı boadı. Hár bir elektrod reaksiyasınıń tezligi, elektr zaryadların waqıt birligine elektrod maydanı birligi arqalı ótkeriw tezligi menen belgilenedi; M.Faradey tárepinen ashılğan jańalıq elektrolizdiń muǵdarlıq nızamları elektrolitler arqalı ótkerilgen elektr muǵdarı, massa hám elektrodlarda transformatsiyağa dus kelgen zatlardıń ximiyalıq tábiyatı (ximiyalıq ekvivalentleri arqalı) ortasındaǵı baylanısı,

1-nızam: Elektrod arqalı ótkerilgen zatlardıń massaları m elektrolit arqalı ótken q elektr muǵdarına proporsional boladı.

2-nızam: Elektrolitler arqalı ótkerilgen hár túrlı zatlardıń birdey muǵdardaǵı massaları A ximiyalıq ekvivalentlerine proporsional bolıp tabıladı.

Faradeydiń ekinshi nızamınan kelip shıǵadı, hár qıylı zatlarğa birdey muǵdardaǵı elektr energiyasınan $1g$ -ekv alıw ushın Faradeydiń F dep atalǵan sanı kerek boladı. Matematikalıq túrde Faradey nızamların $m=(A/F) q=kq$ ($k=A/F$ koeffitsiyenti elektroximiyalıq ekvivalent dep ataladı) birden-bir teńleme retinde jazılıwı múmkin.

Faradeydiń eki nızamında, eger ol arqalı ótken elektr energiyasınıń pútkil muǵdarı elektrolit ionları arqalı ótkerilgende, anıq bolıp tabıladı. Bir qatar jaǵdaylarda gúzetilgen, bul esapqa alınbaǵan nızamlardan shetke shıǵıw elektroximiyalıq reaksiyalar menen baylanıslı bolıwı múmkin.

Ol bóliniwshi atomlardıń bar ekenligi teoriyasınıń tárepdarı bolmadı, ol elektr atomı elektron zaryadı túsiniǵin hám atomlardıń quramalılıǵı ideyasın engiziwge jol ashtı. Elektron zaryadınıń úlkenligi, belgili bolǵanı sıyaqlı, Faradey nomerin Avogadro sanına bóliw arqalı anıqlanadı.

1.3. M.Faradeydiń elektr hám magnit maydanları boyınsha qaǵıydaların úyreniw.

1838-jılda Faradey hár túrdegi gaz shıǵındıları menen bir qatar hár qıylı tajrıybelerlerdi ótkerdi hám sol waqıttaǵı túsiniksiz «qaranǵı boslıqtı» onıń atı

menen jańalıq etip ashtı, bul unamlı hám unamsız tasıwshılardıń minez-qılıqlarında simmetriya joq ekenligin kórsetip berdi.

1850-jıl basına kelip, Faradey magnit hádiyselerine itibar qaratıp, tájiriybelerde de, teoriyalıq bólimlerin rawajlandırıwda da zárúrli nátiyjelerge eristi. Galvani, Ersted, Faradey hám basqalardıń udayı tákirarlanatuǵın tájiriybelerinde olar jańalıq etip ashqan hádiyseler qápelimde, aldınan aytıp bolmaytuǵın hám túsindiriw qıyın bolǵan.

Sonıń menen birge, jańa hádiyselerdi teoriyalıq túsiniwde tiykarǵı roldı Faradey oynaǵan. Ol hámme tarepinen tán alınǵan mexanikalıq túsiniwler tásirinde bolmaǵan hám baqlawlar, tájiriybeler, sezim hám tábiyat kúshleriniń óz-ara baylanıslılıǵı hám óz-ara baylanısı tuwrısında qashannan berli aytıp ótilgen ideyalarına tayanǵan.

Faradey aralıqtaǵı bir-jıldamlıq háreket ideyasın úzil-kesil túrde biykar etti. Onıń ushın tiykarǵı sóz induksiya, hám tek ǵana eksperimentlerdi aytıwda, bálkim olardı ótkeriw usılında da. Ol hár qıylı ortalıqlarda kúshlerdiń tásir etiw mexanizmi, materiyada da, kosmostada júz beretuǵın elektr hám magnit processleri menen qızıqtı. Ol dielektrik kontseptsiyasın kirgizdi, onı ayrıqsha induktiv quwat dep atadı, diamagnetizmdi paramagnette bastırılǵan materiyaniń universal ózgesheligi retinde ashtı. Sol waqıtta, efir haqqında boljaw bar edi, bul jaqtılıq tolqınlarınıń tábiyatın mexanikalıq terbelisler retinde túsiniwge járdem beredi. Faradey bunı isletpeydi, ol maydanınıń fizikalıq haqıyqat ekenligi haqqındaǵı ideyanı aldınan bilip, elektr hám magnit kúshi sızıqlarınıń ǵárezsiz bar ekenligin tastıyıqlap, isenimli qádem taslaydı [6].

Faradeydiń minez-qulqı sonda, ol elektromagnetizm tarawındaǵı eksperimental jańalıqlardı toplawdı juwmaqladı hám Maksvell tárepinen juwmaqlanǵan teoriyalıq túsiniwlerine tiykar jarattı. Vizualizatsiya fizikalıq hádiyselerdi túsindiriw ushın májbúr boldı.

1845-jılda M.Faradey magnitleniw hám jaqtılıq ortasındaǵı tuwrıdan-tuwrı baylanıstıń birinshi dálili bolǵan Faradey effektin ashtı.

Magneto-optikaniń effektlerinen biri bolǵan Faradey effekti bul ótken turaqlı magnit maydanı kúshleriniń sıızıqları boylap tarqalatuǵın elektromagnit nurlanıwı mısalı, jaqtılıqtıń polirizaciyalanıw tegisliginiń aylanıwınan ibarat.

Faradey effektiniń fenomenologiyalıq anıqlaması tómendegishe. Ulıwma jaǵdayda, magnitlengen zattı, bir sınıw kórsetkishi n menen xarakterlew múmkin emes. Oń hám shep sheńbertiń polirizaciyalanıwlardıń nurlanıwı ushın $n +$ hám $n -$ sınıw kórsetkishleri hár túrlı boladı. Izotropik ortalıq arqalı ótetuǵın sıızıqlı polirizaciyalanǵan nurlanıw mudamı ońǵa hám shep sheńberlerge kerı aylanıw baǵdarı menen polirizaciyalanǵan eki tolqınnıń pozitsiyasi retinde ańlatılıwı múmkin.

Faradey effekti 1896-jılda ashılǵan jańalıq atomlar hám molekulalardıń energiya ústini magnit maydanı menen bólinıwı sebepli tabılǵan bolıp, Zeeman effekti menen bekkem baylanıslı bolıp shıqtı. Smetriyalıq dárejelerge sáykes keletuǵın jiylikler tiykarǵı jiylikke salıstırǵanda simmetrik bolmaǵan túrde-jiljıydı. Bul simmetriya jaqtılıqtıń maydanǵa salıstırǵanda uzunına tarqalıwında, bul dárejeler arasındaǵı kvant ótiwleri bul halda, baslanǵısh dárejeni tek eki tómengi tegislikke bóliniw dep esaplaw múmkin payda bolıwında ońǵa hám shepke sheńber formasında polirizaciyalanǵan fotonlardıń shıǵarılıwı hám jutılıwı kórinetuǵın boladı. Nátiyjede, nurdıń tolqın uzınlıǵına jiyilik hálsiz baylanıslı bolǵan sınıw indeksleri hám jutılıw koeffitsiyenti monoxromatik nurlanıwdıń oń hám shep sheńber polirizaciyalanǵan komponentleri ushın hár túrlı boladı. Shama menen tezliklerdiń ayırmashılıǵı materiyanıń bólekleri jutqan hám qaytadan shıǵaratuǵın jaqtılıqtıń tolqın uzınlıqları jiyikleri ayırmashılıǵına baylanıslı bolıwı múmkin. Faradey e -niń qatań xarakteristikası tek kvant teoriyası sheńberinde bolıwı múmkin.

Farad, Xalıq aralıq birlikler sistemasındaǵı hám ISSA birlikler sistemasındaǵı elektr quwatı birligi, M.Faradey atı menen atalǵan [7].

1840-jılda, energiyanı tejew nızamı jańalıq etip ashılǵanǵa shekem, Faradey tábiyat «kúshleri» energiyanıń hár túrlı túrleri birligi hám olardıń óz-ara ózgeriwi

ideyasın ańlatıp ótken. Ol ámeldegi fizikalıq dep esaplaǵan kúsh sıızıqları túsiniǵin kirgizdi.

Faradeydiń elektr hám magnit maydanları haqqındaǵı ideyaları barlıq fizikaniń rawajlanıwına úlken tásir kórsetti. 1832-jılda Faradey elektromagnittiń óz-ara tásirleriniń tarqalıwı sheklengen tezlikte júz beretuǵın tolqın processı degen pikirdi bildirdi.

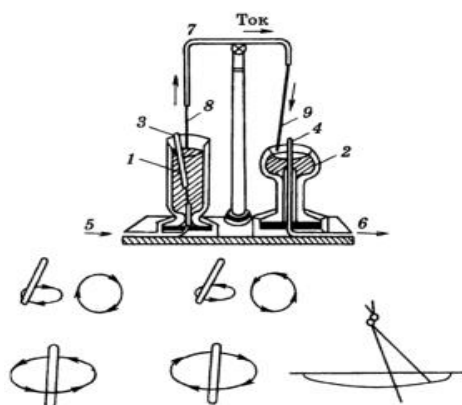
1.4. Magnitizmdi elektrge hám elektrdi magnitizimge aylandırıp boyınsha Faradey qaǵıdaların úyreniw

Ilimiy sezim menen támiyinlengen uqıplı eksperimentshi Faradey bir qatar tájiriybeler ótkerip, ol tiykarǵı fizikalıq nızamlar hám hádiyselerdi ashtı. H.Erstedtiń magnit iyneniń tok ótkiziwshi oramındaǵı jumısları menen tanısıp shıǵıp, Faradey elektr hám magnit hádiyseleri arasındaǵı baylanıstı úyreniwdi basladı hám 1821-jılda birinshi ret tok penen ótkiziwshi átirapında magnit hám magnit átirapında tok penen ótkizgishtiń aylanıwın ashtı. Keyinǵı 10-jıl ishinde Faradey «magnitleniwdi elektrge aylandırıpǵa» háreket etti; onıń izertlewleri 1831-jılda elektromagnit induktsiyasınıń ashılıwı menen juwmaqlandı. Ol elektromagnit induktsiyası hádiysesin tolıq úyrenip shıǵıp, onıń tiykarǵı nızamın keltirip shıǵardı, induksiya aǵımınıń ortalıqtıń magnit qásiyetlerine baylanısın anıqladı, óz-ózin induktsiyalaw hádiysesin hám jabılıw hám ashılıwdıń qosımsha tokların úyrenip shıqtı. Elektromagnit induktsiyası fenomeniniń ashılıwı júdá úlken ilimiy hám ámeliy áhmiyetke iye boldı; ol elektrotexnikaniń tiykarın quradı [2].

Faradeydiń elektr energiyası tarawındaǵı iskerligi elektromagnit aylanıslar dep atalǵan izertlewlerdi basladı. Ersted, Arago, Bio, Savard tárepinen 1820-jılda ótkerilgen bir qatar tájiriybelerden tek ǵana elektromagnetizm, bálkim tok hám magnittiń óz-ara tásiriniń ayrıqshalıǵı haqqında da belgili boldı: bul jerde oraylıq kúshler klassik ushın ádet bolmaǵan mexanikası, biraq basqa kúshler dirijyorga perpendikulyar túrde háreket etetuǵın edi. Faradey ózine soraw beredi: magnit toki menen ótkiziwshi átirapında turaqlı túrde háreketlenedime? Tájiriybe boljawdı tastıyıqladı.

1821-jilda Faradey fizikalıq apparattıń xarakteristikasını berdi. Sınap salınǵan shep ıdístiń tómeni bóleginde turaqlı magnit asıp qoyılǵan edi. Tok qosılǵanda, onıń joqarǵı bólegi turaqlı ótkiziwshi átirapında aylanadı. Oń magnit tayaqshası háreketsiz hám tutastiriwshıǵa erkin asılǵan tok ótkeriwshı sınap ústinde-jılıydı hám magnit polyusiniń átirapında aylanadı. Bul birinshi turaqlı elektromagnit úskene edi. Sol waqıttan baslap, Faradeydiń ulıwma «kúshlerdiń óz-ara baylanısı» haqqındaǵı ideyaları qalıplese basladı. Elektromagnetizm járdeminde úzliksiz mexanikalıq háreketti qabıl etip, ol óz aldına bul hádiyseni yamasa Faradey terminologiyasında magnetizmdi elektrge aylandırıw wazıypasını qoyadı.

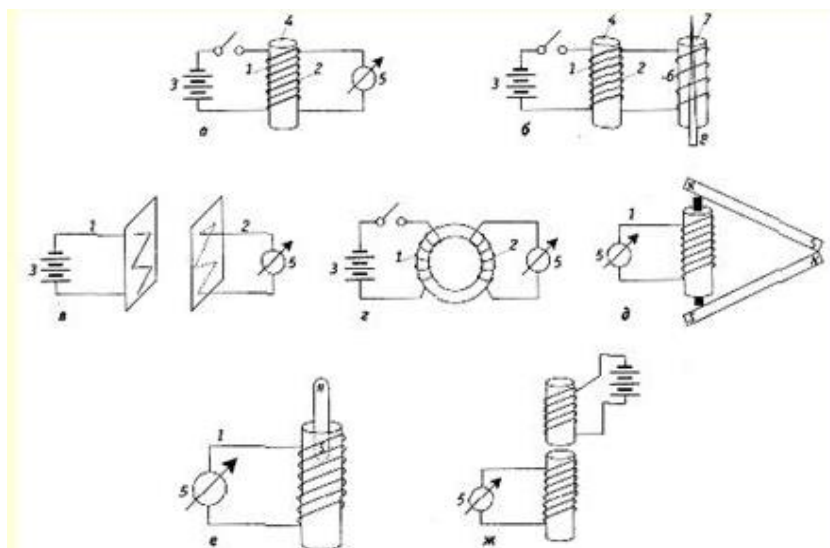
Apparattıń diagramması 9-súwret. Sınap salınǵan shep ıdístiń tómeni bóleginde turaqlı magnit bar edi. ıdısqa statsionar ótkiziwshi túsirildi hám tok qosılǵanda magnittıń joqarǵı bólegi ótkiziwshi átirapında aylanı basladı. Oń tárepte háreketsiz hám tok ótkiziwshi, skobkaǵa asılǵan halda, sınap ústinde-jılıydı hám polyus átirapında aylanadı.



9-Súwret. «Elektromagnit aylanıslar» sxemesı (Faradey sızilması boyınsha): 1,2- sınap salınǵan ıdıslar; 3-háreketleniwshi magnit; 4-háreketsiz magnit; 5,6- batareyaǵa baratuǵın sımlar; 7-mıs tayaq; 8-qattı ótkiziwshi; 9-háreketleniwshi ótkiziwshi.

Bul hádiyse «elektromagnit aylanıslarınıń tási» dep atalǵan; sonday etip, Faradey daslep elektr motorın qurıw múmkinshiligin kórsetti hám Patshalıq jámiyeti jurnalında «Jańa elektromagnitlik qozǵalısları tuwrısında»ǵı maqalasını járiyaladı.

Alımnıń pikirlewi hám jáne onıń elektromagnit maydanı haqqındaǵı ideyaların qalıplestiriwdi xarakterileytuǵın mısál retinde, keyinirek «aylanba magnetizm» dep atalǵan hádiyseni kórip shıǵayıq. Faradeydiń jumısınan kóp-jıllar aldın teńizshiler mıs kompas qutısınıń magnit iyneniń shayqalıwına tásirin sezgen. 1824-jılda Arago bul hádiyseni súwretlep berdi, biraq ol hám basqa fizikler «aylanba magnetizm» hádiysesin túsindire almadı. Hádiyseniń mánisi tómendegishe edi, Naq magnit vertikal kósher átirapında aylanıwı múmkin edi jáne onıń ústinleri ústinde alyuminiy disk bar edi, ol magnittiń aylanıw kósheri menen jóneliske tuwrı keletuǵın kosherde aylanıwı múmkin edi. Tınısh jaǵdayda, disk hám magnit ortasındaǵı óz-ara tásirler gúzetilmedi. Biraq magnit aylana baslaǵanda, disk artınan juwırdı hám kerisinshe. Disktı hawa tokları menen tartıp alıw múmkinshiligin biykar etiw ushın magnit hám disk shıyshe menen ajratılǵan edi. Elektromagnit induktsiyasınıń ashılıwı Faradeyge Arago hádiysesin túsindiriwge járdem berdi hám izertlewiniń basında sonday dep jazdı: Men mirza tájiriybesinen jańa elektr deregi jaratılıwma úmit ettim. Faradeyge shekem Aragonıń «tabısın» basqalardıń túsindiriwine hámmesi bolıp jeti-jıl ótti. Biraq aldın ol «magnetizmdi elektrge aylandıırıw» ǵa jetiwi kerek edi. 10-súwret a) hám birinshi paxta jibinen ajratılǵan ekinshi sım 2 onıń oramları arasına oralǵan. Spirallardan biri galvanikalıq batareya 3, ekinshisi galvanometr taxtada 4 mıs sım 1 oralǵan 5 ke tutasqan, shınjır jabılǵanda hám ashılǵanda galvanometr kósheri azǵantay burılıp ketken. Biraq jáne bul júdá zárúrli gúzetiw eger tok birinshi spiraldan turaqlı túrde ótip tursa, galvanometr iynesi háreketsiz bolıp qaldı. Birinshi halda, ekinshi dárejeli shınjırda tok payda bolıwı anıq edi, biraq ne ushın ol tek elektron jabılǵanda yamasa ashılǵanda, yaǵnıy ótkizgishler átirapında «magnit kúshleri» payda bolǵanda yamasa olar joǵalǵanda payda boldı? Ekilemshi shınjırda payda bolǵan tok qásiyetlerin biliw ushın Faradey polat iyneni 8 ekilemshi oram ishine jaylastırdı (10-súwret, 6-súwret) jáne onıń magnitlengenligine isenim payda etti. Nátiyjede, payda bolǵan tok batareyadan tartıp alınǵan tok penen birdey ayrıqshalıqlarǵa iye edi. Faradey bul hádiyselerdi «Volta induksiya»si dep ataǵan.



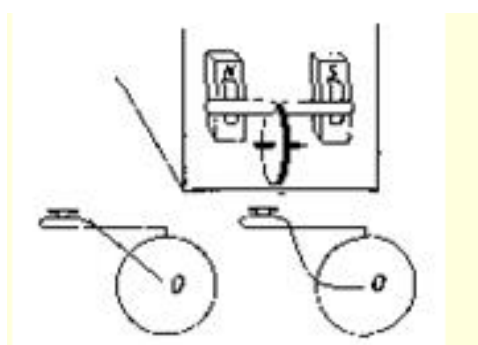
10-súwret. Elektromagnit induksiyanı ashıw boyınsha tiykarǵı tájiriybeler diagramması Faradey sızılmalarına qaray.

Biraq ne ushın galvanometr tek elektron jabılǵanda hám ashılǵanda búrladı? Házirgi kúnde hár qanday orta mektep oqıwshısı bul sorawǵa biymálel juwap beriwi múmkin hám ullı eksperimentshi gumanları menen jalǵız qalıp. Eki sarınıń óz-ara tásiiri átirap-ortalıq arqalı ámelge asırılıwınan guman etip, ol taxta rulondi temir koltso 1 menen almastırdı (10-súwret,d) hám galvanometrдің kósheri úlkenirek múyeshke burılǵanlıǵı anıqlandı, yaǵnıy temir koltso menen almastırǵanda, tok penen ánsat ǵana magnitlengeninde, ótkiziwshi tok penen qorshap turǵan ortalıq kúshli háreket etedi. Sonday etip, Faradey óziniń eń tiykarǵı jańalıqlarınıń birine-spiral átirapındaǵı ortalıqtıń aktiv rolin belgilewge keldi; yaǵnıy magnit maydanı. Aytqansha, temir koltso hám eki spiral menen tájiriybede eń ápiwayı transformatorдың prototipin kóriw múmkinligine itibar berin (12-súwret).

Biraq Faradey átiraptaǵı magnit jaǵdaydı, ápiwayı bar turaqlı magnitler járdeminde elektr toǵısız ózgeriw múmkinligin biler edi. Ol eki turaqlı magnitti jaylastırdı (10-súwret, e), sonday etip olardıń ústinlerin kóteriw hám túsiriwde joǵaladı hám átirapında magnit maydanı payda boladı. Bunday halda, galvanometr iynesi sezilerli dárejede shetke shıǵadı. Faradey bul hádiyseni «magnetoelektrik induksiya» dep atadı. «Volta elektrik» hám «magnetoelektrik» induksiya ortasında tiykarǵı ózgeshelik joq ekenligi sebepli, keyinirek bul eki hádiyseni Faradey

«elektromagnit induktsiya»si termini menen birlestirdi. Eki juwmaqlawshı tájiriybeler (2-súwret, f-g) turaqlı magnitlengen elektromagnit yamasa tok ishinde háreketlengende tok kórinisin kórsetti. Usınıń menen birge, «magnetizmdi elektrge aylandırıw» múmkinshiligi ásirese anıq kórinetuǵın boldı - alımnıń jaqtılıq boljawları isenimli túrde tastıyıqlandı. Hám bir neshe kúnnen keyin Faradey taǵı bir tájiriybe ótkerdi, onıń járdeminde ol Arago hádiyesin anıq túsindirdi: magnit mıs diskte aylanǵanda, induktsiyalanǵan toklar payda boldı hám olar, magnit polyusı menen óz-ara tásir etip disktiń aylanıwına alıp keldi.

Biraq Faradey bul hádiyseni ámelde qollawdı usınıs etpegeninde Faradey bolmaǵan bolar edi. Ol sonday dep jazǵan edi: «Joqarıdaǵı usılda magnetizmnen elektr energiyasın alǵannan keyin, mirza Aragonıń tájiriybesi elektr energiyasınıń jańa deregine aylanıwı múmkinligine isenemen hám men elektr mashinasın qurıwǵa ılayıqpan» dep úmit etken edim. Alım laboratoriyaǵa úlken taǵa formasındaǵı elektromagnitti alıp keldi, magnit polyusına «eki polat shardı» baylanıstırıp qoydı hám mıs disktiń shetin boslıqqa kirgizdi olar arasında disktiń sheti jáne onıń kósheri galvanometr menen baylanısqań (11-súwret). Disk aylandırılǵanda jaǵdayda tok payda boldı. Keyinirek «bir polyarlı generator» atı menen belgili bolǵan elektr mashinası jaratıldı.



11-súwret. Bir polyarlı generatordıń sxeması

(Faradey sızılması boyınsha).

Mashina diskinde toktiń payda bolıwın túsindiriwde Faradey «kúshitiń magnit sızıqları» túsiniǵin kiritedi, onıń kesiliskeń bóleginde tok qozǵatıladı. «Bul magnit kúshleriniń sızıqları-dep jazǵan Faradey-kóriw waqtında biz ushın

ámeldegi magnit polyusınıń átirapında temirdiń jaylasıwın kórip shıǵıwımızǵa boladı». Ol quramalı fizikalıq hádiyseni qanshelli tańqalarlı túrde súwretlep bere aldı.

1831-jıl avgustta sheshiwshi tájiriye ótkerdi hám 24-noyabrde Patshalıq jámiyetindegi jıynalısta elektromagnit induktsiyasi hádiyesiniń mánisin túsindiridi. 1831-jıl 17-oktyabrde Maykl Faradey elektromagnit induktsiyasi hádiyesin ashtı. Bul jaqsı tayarlangan hám oylanǵan tájiriye edi. Faradey bul haqqında sonday dep jazǵan edi: Men tsilindr túrindegi magnit sızıǵın aldım jáne onıń ushın galvanometrge jalǵanǵan mıs sımlı spiraldıń lumenine jaylastırdım, keyin operativ háreket penen, spiral ishindegi magnitti pútkil uzınlıǵı boylap iyterip jiberdim hám galvanometr iynesi urıldı. Keyin men magnitti spiraldan tez tartıp aldım hám kósher kerı baǵıtta taǵı silkindi. Iyneniń bul shayqalıwı magnittiń tereńligin iyteriw yamasa iyteriw hár sapar tákirarlangan. Bul sonı ańlatadı, elektr tolqını tek magnit háreketlengende júz beredi, jáne bul onıń tınısh turıw qásiyetlerine baylanıslı emes. Elektromagnit induktsiyasi ashılǵannan keyin, Faradey jańa ideyanı sınaqtan ótkerdi. Eger magnittiń ótkizgishge salıstırǵandaǵı háreketi elektrdi payda etse, ol halda, magnitke salıstırǵanda ótkizgishniń háreketi tap sol nátiyjege alıp keliwi kerek. Bul sonı ańlatadı, ótkizgish hám magnittiń turaqlı salıstırmalı háreketin támiyinleytuǵın elektr tok generatorın jaratıw múmkin. Faradey jańa apparattı jaratadı hám sınaqtan ótkeredi: mıs disk taǵı magnit polyusı arasında aylanadı, onda-jılıyıtıuǵın kontaktlar járdeminde kernewi asırıladı (biri kósherde, ekinshisi átirapta). Bul birinshi elektr tok generator.



12-súwret. Faradeydiń birinshi elektr tok generatorı

Bul aparat spiraldá payda bolǵan kernewdi kórsetti. Birinshi transformator

1831-jıl noyabrden Faradey úzliksiz túrde «Elektr energiyası boyınsha eksperimental izertlewler» in baspadan shıǵara basladı, ol 3000 paragraftan ibarat 30 seriyadan ibarat edi. Birinshi seriya elektromagnit induktsiyaǵa arnalǵan; ekinshisi-magnitlenıw nızamlarına. Bul gruppalarda Faradeydiń jigirma tórt-jıllıq jumısı, alımnıń turmısı, pikirleri hám qarawları sawlelengen.

Faradey tok hám magnetizm tábiyatı, hár qıylı qurallarda ótkizgishlik mexanizmi hám basqalar tuwrısında jańa hám keyinirek tıyanaqlı ideyalardı ayttı. Ol hár túrli túrdegi elektr energiyasınıń ayrıqshalıǵın tastıyıqladı: súykelisiw, magnit hám t.b.

Jozef Genri, zamanlasları tárepinen tán alınbaǵan adam, magnit maydanı járdeminde elektr energiyasın alıw máselesin sheshti. Ol magnit sımı qasında háreketlenetuǵın bolsa, ótkizgishtiń jabıq koltsosında elektr toǵın induktsiyalaw múmkin degen juwmaqqa keledi. Bunnan tısqarı, magnit maydanın payda etip, ol aǵımdı ózgartirip, magnit maydanınıń shayqalıwına alıp keldi.

17-fevral Mırza Faradey óziniń elektr energiyası tarawındaǵı izertlewleriniń dáslepki eki bólegi, yaǵnıy Volta-elektr hám magnit-elektr induktsiyasi haqqında esabat berdi. Eger siz magnitti elektr energiyası dereğine jalǵanbaǵan ótkizgish qasında háreketlendirseńiz, ol jaǵdayda ekinshisin de elektr toǵı payda boladı, onı anıqlaw ańsat [2].

Faradey maqalanı tayarlawda eksperimentler bir neshe ay aldın ótkerilgen hám Genri kóp-jıllar dawamında bul mashqala ústinde islegen hám óz aybı menen múnásip bolǵan dańq hám ataqtı shetlep ótken. Sonday etip, Maykl Faradeyge dańq hám ataq keledi, onıń atı eki fizikalıq birlikte máńgilesedi, bul júdá kem ushraydı: elektrolitik quwat birligi-«farad» hám bir gramm-molekulanı alıp juretuǵın elektrolittegi elektr zaryadı muǵdarın anıqlaytuǵın nomer.

Faradey tárepinen usınıs etilgen materialdıń mánisin oqıwshılardıǵa (tábiy, ilimpazlarǵa) ańsat hám ápiwayı túrde jetkeriwde taǵı bir jaǵday bar edi. Ol maqalanı oqıwdıń ańsat usılı hám ózine tartatuǵını bolıwına úlken itibar bergen.

Biziń ilimpazlarımız hesh kimdi qızıqtırıwı múmkin bolmaǵan «qıynawǵa salınǵan» maqalalardı jiberedi.

Uzaq waqıt dawamında ilimpazlar magnit maydanı hám elektr toǵı ortasındaǵı baylanıstı anıqlay almaydı. Bul spiraldáǵı elektr toǵın qozǵawı múmkin bolǵan háreketleniwshi magnit yamasa waqıtıń ózgeriwsheń magnit maydanı.

Óziniń ájayıp uqıbı hám ullı miynet súygishligi sebepli M.Faradey insanniń ómirin ózgertgen júdá kóp jańalıqlardı ámelge asırdı. Bul onıń úlken xızmeti hám roli bolıp tabıladı.

Faradeydiń barlıq ullı jańalıqların sanap ótiw qıyın. Buǵan diamagnetizm hám paramagnetizm, magnit maydanda jaqtılıqtıń polirizaciyalanıw tegisliginiń aylanıwı hám magnit anizotropiya hámde magnit maydanınıń nurlanıwǵa tásiri haqqındaǵı sorawdı qalıplestiriw hám elektr razryadın úyreniw kiredi. Biraq Faradey iskerliginiń taǵı bir tárepi-ilimiy izertlewler nátiyjelerin ámelde qóllawǵa erisiwdi qálewi haqqında aytpay ótiw ulıwma múmkin emes.

2-bap. Faradey-Maksvell elektrodinamikasin úyreniw

2.1. Elektrodinamika hám elektromagnetizmdi rawajlandırıwdaǵı Faradeydiń orni

Daniyalı tábiyatshi Ersted tárepinen magnitlengen iynege akkumulyator menen jabılǵan ótkiziwshi tásirin ashıw Faradeydiń izertlewleri ushın baslanǵısh toshkası bolıp xızmet etti, jáne bul onıń ómiriniń tiykarǵı jumısına aylandı. Kompastıń iynesine tásir etiwshi kúsh jol-jónekey emes, bálkim oǵan perpendikulyar túrde búrilganinan zamanlaslar tańlanıwda edi. Faradey aldırǵa bardı: ol sınaplı kontaktli apparattı islep shıqtı hám ótkiziwshi magnit átirapında aylandırıp, magnittiń bos ushin («polirizaciya») tok átirapında aylandırdı. 1821-jıl sentyabr ayında jazılǵan bul shıǵarmada, keyinirek islep shıǵılǵan kóplegen ideyalar embrionda bar edi.

Usınıń menen birge, Faradeyde teris effektı alıwdı qálegen edi - «magnetizmdi elektrge aylandırıw». Soǵan uqsas urınıwlar Frenel, Amper, De la Riv hám basqalar tárepinen de islengen, biraq induksiya effektleri baqlaǵan jaǵdaylarda da olar tuwrı túsinilmegen yamasa jalınıń qásiyetleri, onıń sham jalının analiz etiw tájiriybesi xarakteristikasını tákirarlaydı, onıń gazdı suyultiriw tarawındaǵı nátiyjeleri hám elektroliz nızamı haqqında bir neshe márte eskertip ótedi.

Mendeleyev Faradeydiń elektr toǵın ximiyalıq háreketti tasıwshısı retinde túsiniwin kishi peyillik penen eskertip ótedi. Ximiya tariyxında Faradey belgili orındı iyeleydi [2].

Faradey elektr izertlewleri menen dúnyaǵa belgili boldı. Erstedtiń jańalıqları Patshalıq institutı ilimpazların tınıshsızlanıwǵa saldı. Devi hám Vollaston tek ǵana óz tájiriybelerin tákirarladi, bálkim toklar hám magnitlerdiń óz-ara tásiriniń jańa kórsetiwlerin usınıs etti, jańalıqlarǵa háwesker Faradey bul másele boyınsha ádebiyatlardı birim-birim úyrenip shıqtı hám 1821-1822-jıllarında «Elektromagnetizm tariyxındaǵı tájiriybe» maqalası menen sózge shıqtı. Erstedtiń maqalasında tok átirapında aylanıw bar ekenligi ideyası ilgeri súrilgen. Elektromagnit aylanıw ideyasın Vollaston bildirgen.

Faradey, onıń aldına ózi kelip, onı qanday etip eksperimental túrde anıqlaw haqqında oylay basladı. Ol tek magnit polyusınıń birine tok tásirini támiyinlewge hám sinap penen baylanıs etiw arqalı magnitti ótkiziwshi átirapında tok penen úzliksiz aylanıwın ámelge asırıwǵa eristi.

Bul Faradeydiń birinshi elektr dvigateli 1821-jıl dekabrde isley basladı. Usınıń menen birge, Faradey óziniń kúndeliginde magnitleniwdi elektrge aylandıırıw wazıypasın jazdı. Bul mashqalanıń sheshimi shama menen on-jıl dawam etti. 1831-jıl noyabrden baslap Faradey elektr energiyası boyınsha izertlewlerin úzliksiz baspadan shıǵara basladı, bul «Elektr energiyasını eksperimental izertlewler» dep atalǵan úsh tomli shıǵarmanı quradı.

Birinshi seriyada 1831-jıl 24-noyabr kúni hám tómendegi bólimler ámeldegi:

- elektr tokları induksiyası haqqında,
- elektr energiyası hám magnetizmiń payda bolıwı haqqında,
- materiyanıń jańa elektr jaǵdayı tuwrısında,

Aragoniń magnit hádiyselerin túsindiriwde-Faradeydiń elektromagnit induksiyasınıń tiykarǵı tájiriybelerin súwretleydi.

Onıń járdeminde jańa hádiyse ashılǵan bolıp, birinshi tájiriybede Faradey bir-birinen ajratılǵan eki sarı oralǵan taxta tsilindrdi isletti. Olardan biri galvanikalıq batareyaǵa, ekinshisi galvanometrge jalǵanǵan. Birinshi oramdaǵı tok jabılǵanda

hám ashılǵandada, ekinshi oramdaǵı galvanometr iynesi tok bir jóneliste jabılǵanda, kerı baǵıtta ashılǵandada burılıp ketken. Faradey elektr toǵınıń bir shınjırın basqa Volta-elekt induksiyasına tásirin kórsetti. Volta-elekt induksiyası orami ishine temir jaylastırılsa, Faradey induktsiya úskenesin temir koltso (torus) formasında jaylastırdı. Onıń ústine eki izolyatsiyalanǵan sarı tok deregi bolǵan baslanǵısh hám galvanometr menen ekinshi dárejeli qorshap alındı. Faradey koltsosı birinshi transformator modeli edi. Keyin Faradey ápiwayı magnitlerden paydalanıp induksion háreketlerdi aldı. Bul hádiyseler Faradey tárepinen magneto-elektrik induksiya dep atalǵan. Faradey basqa tok yamasa magnitten induksiya tásirine iye bolǵan ótkiziwshi arawlı jaǵdayda dep esaplaǵan jáne onı elektrotonik dep ataǵan. Bul at pánde saqlanbaǵan, biraq ózi usı jerde Faradey átirap-ortalıqtıń elektromagnitke óz-ara tásirindegi rolin úyreniwdi baslaǵan.

Faradey induksiya processiniń ózgeriwshen ayrıqshalıǵın aytıp, «elekt induktsiyalanǵan tolqın» haqqında pikiri áhmiyetke iye. Bir neshe ay ótkennen, keyin 1832-jıl 12-martta ol induksiya hádiyseleriniń waqtsha tábiyatın baqlaw nátiyjelerin «Házirde Patshalıq jámiyeti arxivindeǵı móljellengen konverte saqlanatuǵın jańa qarawlar» atlı arawlı maǵlıwmatında kórsetken.

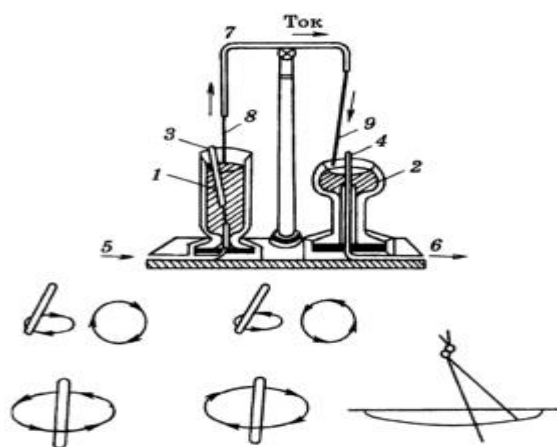
Faradey «elekt induksiyası tarqalıwın» aytıp, «terbelisler teoriyasın elekt induksiyasınıń tarqalıwına qóllaw múmkin» dep esaplaydı. Induksiyaniń tarqalıw processı «qozǵalatuǵın suw betiniń terbelisleri yamasa hawa bólekleriniń dawıs terbelisleri» ne usaydı. Faradeydiń jazıwınsha, ol óz ideyaların eksperimental túrde sınap kórmekshi edi, biraq bántligi sebepli ol jańalıqtı belgilengen sánege shekem támiyinlew ushın xatın saqlawǵa tapsırıwǵa qarar etti. Onıń atap ótiwınshe, «házirgi waqıtta, meniń bilgenimdey, mennen basqa hesh bir alım bunday pikirge iye emes».

Faradeydiń tańqalarlı elektromagnit induktsiyası ashılǵan jańalıǵınan kóp ótpey, elektromagnit tolqınları ideyasın ilgeri-jılıtıwǵa múmkinshilik berdi. Ol bul ideyanı asa zárúrli dep esaplawda hám anıq sane menen jazılǵan arawlı xatta óziniń ústinligin atap ótiwi júdá tuwrı.

Faradeydiń ústin turatuǵını boyınsha qáweterleri túsiniikli. «Elektrotonik jaǵday tuwrısında» bóliminiń aqırında ol Frenel hám Amper tárepinen induksiyanı ashıwda ústin turatuǵınlıǵına dawalardı eskertip ótedi. Genride jańalıqlarǵa Faradeyden gárezsiz túrde kelgen. Faradey baspadan shıqqannan keyin, kóplegen fizikler toklardıń magnit tásirine tiyisli tájiriybelerinde sol sıyaqlı hádiyselerdi gúzetkenliklerin ańladı. Ilim tariyxında jańalıqlardıń jeterli nızamı ámel etedi: jańalıq kerek bolǵan waqıt keledi, ol pısken. Matematikalıq analizdi ashıw menen tartısıw nızamı, induksiya nızamında sonday edi [8].

Birinshi bólektiń sońǵı bóleginde Faradey Arago tárepinen ashılǵan hádiyesin túsindiredi. Mıs disk tegisligi astına qoyılǵan magnit iyne disk aylanǵanda aylana baslaydı. Tap sol túrde, magnit aylanǵanda, onıń ústinde asılǵan mıs disk aylandı, Faradey Arago tárepinen ashılǵan bul sırlı hádiyseni elektromagnit induksiya táhiri menen anıqlap berdi hám Arago effekti «jańa derek» alıw múmkinshiligin jaratıp atırǵanına belgi berdi. Elektr energiyası magnit polyusı arasında mıs disk aylanadı.

Disktiń átirapındaǵı hám orayındaǵı kontaktler diskti aylandırıw waqtında payda bolǵan aǵımdı galvanometrdi óz ishine alǵan shınjırǵa jóneltirdi. «Bul sonı kórsetti-dep jazadı Faradey-ápiwayı magnitler járdeminde elektr toǵınıń tuwrıdan-tuwrı aǵımın jaratıw múmkin», Faradey bul tájiriybede bir poliyarizaciyalı dinamo mashinasın jarattı. Ótkizgishler yamasa magnitlerdi aylandırıw arqalı induksiya aǵımın alıw boyınsha tájiriybelerdi hár túrlı etip alıp, Faradey bir juwmaqqa keledi: «Bulardıń barlıǵı» toklardı induktsiyalaw qábileti magnit nátiyjesi yamasa kúsh kósheri átirapında sheńber formasında anıq kórinetuǵın boladı sheńberde jaylasqan magnetizm elektr toǵı átirapında payda boladı jáne onı anıqlaydı dep jazadı. Keyinirek Maksvell Faradey tárepinen ornatılǵan baylanıstı matematikalıq túrde ańlattı.



13-Súwret. Elektromagnitlik aylanıw. Faradey súwretleri

Faradey tárepinen anıqlanǵan haqıyqat, induksiyaniń elektromotori kúshi magnit toki ózgergende payda boladı (jabılıw, ashıw, induktor ótkiziwshidegi aǵımdı ózgeriw, magnitke jaqınlasıw hám alıp taslaw hám basqalar), Maksvell teńligi menen kórsetilgen:

$$\text{rot } \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}. \quad (1)$$

Bul jerde ϵ induksiyaniń elektromotor kúshi, F-elekr toǵı induksiya bolǵan magnit aǵımı. Faradeydiń atap ótiwinshe, toklardı qozǵatıw qábileti «magnit nátiyjesi átirapında sheńber formasında kórinetuǵın boladı». Bul Maksvell kórsetkeni sıyaqlı, ózgeriwsheń magnit maydanı iyrimli elektr maydanı menen qorshap alınǵanlıǵın ańlatadı. Vektorlı túrde Faradey ashqan nızam tómendegi teńlemesi menen ańlatıladı:

$$V = -\delta A / dt$$

(1) hám (1') teńlemedegi minus belgisi Sankt-Peterburg akademigi E.X.Lenz tárepinen ornatılǵan qaǵıydaǵa sáykes keledi.

1846-jılda Frants Neumanda induksiya nızamınıń ańlatpasın tómendegi túrinde taptı.

$$V = - \frac{\delta A}{dt}$$

bul jerde minus belgisi induksiya aǵımın jaratıw ushın energiya jumsaw kerekligin kórsetedi.

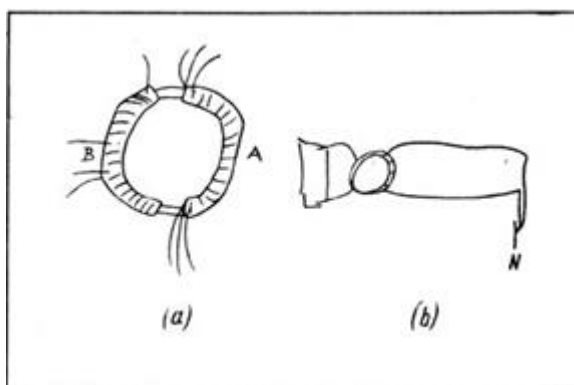
Faradey elektromagnit induktsiyanı úyreniwdi óziniń eksperimental tekseriwleriniń ekinshi seriyasında dawam ettirdi.

Úshinshi seriyada 1833-jıl yanvar ayında Faradey hár túrdegi elektr toǵı: ápiwayı, galvanikalıq, haywan, induksiya haqqındaǵı tartıslarǵa shek qóyadı.

Bir qatar tájiriybelerde ol elektrdiń barlıq túrleri bir-birine uqsaslıǵın, tek belgi menen pariq etiwın kórsetti. Ápiwayı, galvanikalıq, magnit, ıssılıq hám elektr energiyası islep shıǵaratuǵın háreketlerdi úyrenip shıqannan keyin, Faradey tiykarǵı juwmaqqa keledi: «Elektrdiń bir qatar túrleri, olardıń derekleri qanday bolıwına qaramastan, tábiyatta birdey».

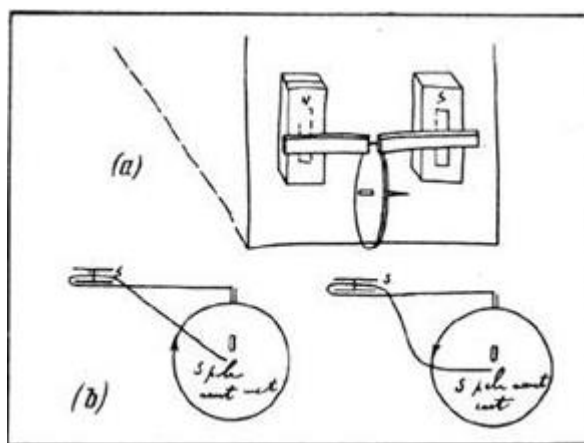
1833-jıl iyun ayında elektroliz hádiyselerine arnalǵan «Eksperimental izertlewler» dıń besinshi seriyası payda boldı.

Bul izbe-izlilikte, sonıń menen birge keyingi-altınshı, jetinshi hám segizinshi seriyalarda Faradey aǵımınıń ximiyalıq háreketlerin úyrenip atr.



14-súwret. Elektromagnit induksiya tájiriybesi. Faradey sıızılması.

Aǵımınıń ximiyalıq háreketleri Volta ústini oylap tabılǵannan keyin tezlik penen anıqlandı. Devy gidroksidi metallardı elektrolit bólekleniw jolı menen ashtı. Johann Ritter galvanikalıq elementtiń polyuslanıwın ashtı. Kislotalanǵan suwdan tok ótkerip, ol elektrolitke túsirilgen hám derekten úzilgen elektrodlar taǵı ótkiziwshi arqalı jalǵanǵanınan keyin, keri baǵıtta elektroximiyalıq bólekleniw beriwın anıqladı. Sonday etip, batareya ashıldı.



15-сúwret. Unipolar mashinası. Faradey sızılması

Baltıka boyı alımı Kristian Quwıs birinshi bolıp elektroliz mexanizmin polirizaciyalı zaryadlangan molekular shınjırı járdeminde oyda sáwlelendiriwge urındı.

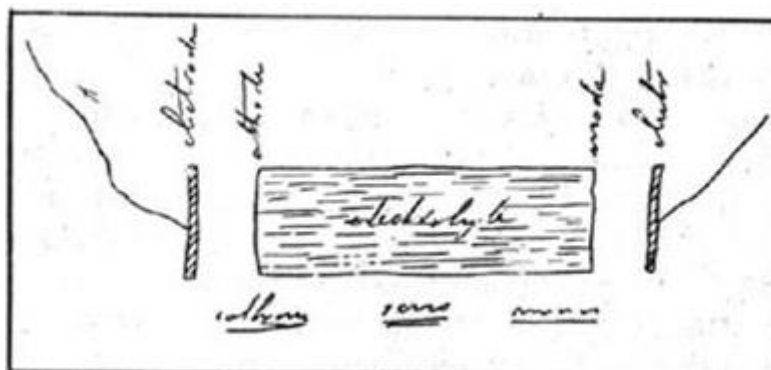
Besinshi seriyada Faradey suw, duzlardıń eritpeleri, kislotalar, eritilgen deneler hám basqalardıń bóleklenetuǵın zat ne bolıwına qaramastan elektrolizdiń anıq nızamın qalıplestiredi. Birdey muǵdardaǵı elektr energiyası ushın elektroximiyalıq háreketler jıyındısında turaqlı baha, yaǵnıy mudamı ádettegi ximiyalıq jaqınlıqqa tiykarlangan standart ximiyalıq tásirge teń bolıp tabıladı.

Faradey zatlardıń dielektrik qásiyetlerin tolıq úyrenip shıǵadı, olardıń qásiyetleri ushın arnawlı nomerdi kiritedi, olardı ayrıqsha induksiya yamasa ayrıqsha induktiv quwat dep ataydı. Bul shamaǵa keyinirek dielektrik konstantası dep at berildi, endi bolsa dielektrik turaqlısı dep at beriledi. Dielektriklerdi úyreniw Faradeydi taǵı átiraptaǵı kosmosta iymek sızıqlar boylap tarqalatuǵın elektr tásirinde ortalıqtıń ornı bar ekenligi haqqındaǵı ideyanı keltirip shıǵaradı.

Bul sońǵı jaǵday Faradey tárepinen bólek aytıp ótken, sebebi ol aralıqtaǵı háreketlerdiń súwretlerine qarsı keledi dep esaplaydı [1].

Faradey dielektrikler menen ótkerilgen tájiriybelerden gazlardaǵı elektr razryadın úyreniwge kirdi. Ol atmosferadaǵı basım hám kem ushraytuǵın jaǵdaydaǵı gazlardaǵı hár túrlı shıǵındılardı súwretleydi. Ekinshi jaǵdayda, Faradey katod hám anodtagı aymaqların ajıratıp turatuǵın qarańǵı boslıqtı anıqlay aldı. Bul qarańǵı mákan endi Faradey dep ataladı. Sonday etip, Faradey gazlardıń

shıǵındıların tolıq úyreniwge tiykar jarattı, ol ózi zárúr dep bilgen fizikaniń bul tarawı hám endigi tariyxıy rawajlanıwda elektronika, rentgen fizikasi hám radioaktivlik payda boldı.



16-súwret.. Elektroliz boyınsha Faradey sızılması.

«Elektr energetikasi boyınsha eksperimental izertlewler» dıń Faradey elektr toǵınıń deregin baylanıs teoriyası tárepdarları menen ximiyalıq teoriya tárepdarları ortasındaǵı qarama-qarsılıqlardı kórip shıǵadı. Voltadan kelip shıqqan baylanıs teoriyası bir-birine uqsamaytuǵın ótkiziwshilerdiń «kúsh deregin tabadı» hám ximiyalıq teoriya - Faradey aytqanı sıyaqlı ximiyalıq kúshte yamasa biz aytqanday ximiyalıq energiyada. Faradey ximiyalıq teoriyanıń tárepdarı bolıp-óz pikirin kóplegen oy-pikirler hám eksperimental faktlar menen tiykarlaydı. Juwmaqlawshı juwmaq retinde ol tuwrıdan-tuwrı baylanıs teoriyası kúsh joqtan payda bolıwı múmkin dep oylaydı, ámeldegi zat ózgermeytuǵınnan hám óndiriwshi kúsh sarıp etpesten, tok payda bolıwı múmkin dep aytıp otedi. Bul haqıyqattanda kúsh jaratıw bolar edi- dep dawam etedi Faradey hám tábiyattaǵı basqa kúshlerge uqsamaydı.

Faradey tap sol nızamdı bilgendey jazadı. Bunnan tisqari, ol energiyanı bir túrden ekinshisine ótkeriw súwretin anıq usınıs etedi. Bizde júdá kóp prosessler bar-dep jazadı ol jaǵdayda kúsh forması bunday ózgerislerge alıp keliwi múmkin, sonda ol basqasına aylanadı. Sol sebepli biz ximiyalıq kúshti elektr toǵına yamasa ximiyalıq kúshke aйландıra alamız. Seebeck hám Peltier tájiriybeleri ıssılıq hám elektr energiyasınıń óz-ara konvertatsiyalanıwın kórsetedi hám Erstedtiń tájiriybeleri hám ózimniń tájiriybemde elektr energiyasınıń magnetizmge óz-ara konvertatsiyasın kórsetiw múmkin, biraq hesh qanday jaǵdayda, hátte elektr jılan

hám qıyalıq penende kúshinıń sap jaratılıwı joq; onı azıqlandırıyuǵın zattı tiyisli sarıp etiw-ǵárezetlerisiz kúsh islep shıǵarıwǵa bolmaydı. Faradey nızamnıń bul tárepin óz tájiriybesinen anlaǵan. Ol «magnetizmdi elektrge aylandırdı», elektr shınjırındaǵı ximiyalıq ózgerislerdi tekserdi, aqır-aqıbette jaqtılıqtıń magnetizmge, tartısıw kúshiniń elektrge hám magnetizmge aylanıwın izledi. 1834-jıl jazında elektr hám magnit hádiyseleriniń baylanısı haqqındaǵı kópshilikke arnalǵan lektsiyalardı oqıp, ol óziniń sońǵı, altınshı lektsiyasın «ximiyalıq jaqınlıq, elektr, ıssılıq, magnetizm hám materiyanıń basqa kúshleri» nıń óz-ara baylanıslılıǵı máselesine btokhladı.

2.2. Elektromagnit processlerdiń model túsiniǵi

Rawajlanǵan ilmde teoriyalıq sxemalar daslep boljaw modelleri retinde qurıladı. Bul qurılıs ilgeri teoriyalıq bilimler salasında qalıplesken hám jańa model jaratıwda qurılıs materialı retinde paydalanılǵan abstrakt zatlardan paydalanıw arqalı ámelge asırıladı.

Tek ǵana ilimiy izertlewlerdiń dáslepki basqıshlarında, tiykarınan obektlerdi empirik úyreniwden olardıń teoriyalıq rawajlanıwına ótiw ámelge asırılǵanda, teoriyalıq modellerdiń konstruktsiyalari tuwrıdan-tuwrı tájiriybeni sxemalaw arqalı jaratıladı. Biraq keyinirek olar jańa teoriyalıq modellerdi jaratıw quralı retinde isletiledi, jáne bul usıl ilim salasında húkimranlıq ete baslaydı. Aldıńǵı usıl tek baslanıwshı formada saqlanıp qaladı jáne onıń tásir sheńberi keskin tarayadı. Ol tiykarınan pán teoriyalıq rawajlanıwı ushın jeterli qurallardı ele islep shıǵılmaǵan obektlerge dus kelip qollanıladı. Keyin obektler eksperimental túrde úyrenile baslaydı hám sol tiykarda jańa ideal izertlew tarawındaǵı birinshi teoriyalıq modellerdi jaratıw quralı retinde zárúr idealizatsiya basqıshpa-basqısh qalıplesedi. Bunday jaǵdaylarǵa mısal retinde elektr energiyası teoriyasınıń qalıplesiwiniń dáslepki basqıshları keltirilgen bolıp, fizika dáslepki túsiniqlerdi-«ótkizgish», bólek ójire, «elektr zaryadı» hám basqalardı qalıplestirgen hám usınıń menen qurıw ushın sharayat jaratqan.

Elektr hádiyelerin túsindiretuǵın birinshi teoriyalıq sxemaların kópshiligi tájiriýbeni tuwrıdan-tuwrı sxemalaw arqalı emes, bálkim qashannan berli jaratılǵan abstrakt obektlerdi awdarmalaw usılı menen qurılǵan. Teoriyalıq modeller qurılısınıń bul ayırıqshalıǵın ashıp beriw ushın fizika tariyxındaǵı anıq materiallarǵa súyenedi.

Klassikalıq elektrodinamikaniń qalıplesiwindegi zárúr basqıshlardan biri Faradey tárepinen elektromagnit induksiya hádiyesiniń ashılıwı edi [3].

Bul hádiyseni úyreniw boyınsha kóplegen tájiriýbeler magnit penen tájiriýbeler, jabıq sımǵa salıstırǵanda háreketlenip atırǵanda induksion tok payda bolǵan; solenoidlar hám hár qıylı konfiguratsion sımlar menen uqsas tájiriýbeler, Arago tájiriýbesi hám basqalar. Faradey tárepinen túsindirilgen induksiya nızamı sheńberi, bul nızamǵa kóre, magnit kúshi sızıqları aǵımına salıstırǵanda háreketleniwshi ótkiziwshi zatlar onı kesip ótkende, ótkiziwshi zatta elektromotor kúshi payda boladı.

Bul nızam teoriyalıq sxemaniń abstrakt obektleri ortasındaǵı óz-ara baylanıstı ańlatadı, bul elektromagnit induksiyanıń, abstrakt obektlerdiń «magnit kúshi sızıqları» hám «ótkiziwshi zatlar» qatnası arqalı xarakterlenedi. Bul obektler induksiyanıń empirik sxemalarında joq, bálkim teoriyalıq bilimlerdiń basqa tarawlarınan kóshirilgen turaqlı magnitler hám toklar bolıwı múmkin. Basqa bir abstrakt obekt-«ótkiziwshi zatlar»-ótkizgish aǵımı haqqındaǵı bilim salasınan kóshirildi. Bul obektler jańa múnábetler sistemasına «batırıldı», buniń nátiyjesinde olar jańa ayırıqshalıqlardı iyeledi.

«Magnit kúshi sızıqları» konstruktsiyası «ótkiziwshi zatta elektromotor kúshin keltirip shıǵarıw belgisin qolǵa kirgizdi ilgeri magnetostatikani biliwde bul tek sınaqtaǵı háreket belgisi menen anıqlanǵan magnit edi. Ilgeri tek ótkizgishlik toǵınıń tásiri menen baylanıslı bolǵan ótkizgishlerdiń qásiyetlerin ańlatıwshı ótkizgishler konstruktsiyası jańa ózgeshelikke iye bolıp shıqtı.

Ótkizgishlerde induksiyanıń payda bolıwı. Bul konstruktsiyalardı jańa ayırıqshalıqlar menen támiyinlew eski abstrakt obektlerdi qayta dúziwdi ańlatadı, sebebi olardıń hár biri tek bir qatar qatań belgilengen ayırıqshalıqlardıń tasıwshısı

retinde anıqlanğan. Sol túrde pán elektromagnit induktsiyanıń teorialıq sxemasınıń dáslepki versiyasın qalıplestirdi.

Elektromagnit induktsiya fenomenin ashıp bergen tájiriybelerdi túsindiriw ushın jaratılğan induktsiyanıń Faradey modelin qurıwda, Faradey tárepinen islep shıǵılğan fizikalıq haqıyqat súwreti abstrakt obektlerdi tańlawda, olardıń baylanısların tabıwda úlken rol oynadı. Ol jaǵdayda barlıq elektr hám magnit prosessleri qanday da birlesken mánistiń kóriniwi retinde qaraladı hám bul prosesslerdi analiz etiwdiń salmaqlıq orayı zaryadlar hám magnitlerden, olar arasındaǵı boslıqqa ótkeriledi, bul «elektr iymek sızıqları menen toltırılğan» dep esaplandı. Ersted, Volloston hám Faradey tárepinen islep shıǵılğan dúnya súwretleriniń bul dáslepki qıyalları dúnya birliǵi hám materiya hám kúshi birliǵi haqqındaǵı filosofiyalıq ideyalar kóz qarasınan kórip shıǵılğan elektrodinamikanıń aldınǵı jetiskenliklerine tiykarlanğan edi.

Bul fizikalıq haqıyqat súwretine tiykarlanıp, Faradey elektromagnit induktsiyanıń teorialıq sxemasın dúzip atırǵanda magnetostatikada islep shıǵılğan magnit kúshi sızıqlarınıń kosmostaǵı-jılısıw túsiniǵin jańa maydanǵa ótkerdi.

Sol túrde, induktsiya modelindegi ótkiziwshi zatlar hám kúsh sızıqları ortasındaǵı tiykarǵı qatnasıqlardan biri, yaǵnıy dirijyordi kesip ótken kúsh sızıqları sanı onıń kóleminiń hár bir birliǵinde waqıt ótiwi menen ózgergende payda boladı.

2.3. Faradey ideyalarınıń jetiskenlikleri hám kemshilikleri.

Maykl Faradey fizikalıq teoriyanı ashıwshıları retinde birinshi boldı. Faradey óziniń izertlewleri nátiyjelerin geometriyalıq-mexanikalıq modeller járdeminde tásirli vizual nátiyjeler menen támiyinlewdiń ájayıp qábiiletine iye edi.

Elektr hám elastiklik hádiyselerdi birlestirip, ol «kúsh sızıqları» túsiniǵine keldi. Faradey plastik tınıqlıq penen elektr kúshleriniń tásin olar arasındaǵı boslıqta, «kúsh maydanında» toshkadan toshkaǵa shekem oyda sawlelendirdi. Elektr hám magnit kúshlerin Geynrix Gerts, ózi «ol ushın haqıyqıy, materiallıq baza edi; elektr hám magnetizm ol ushın zatlar edi» -dep jazǵan [4].

Elektr kúshleriniń payda bolıwınıń sebebi Faradeydiń pikirine kóre, deneler arasındaǵı boslıqta júz berip atırǵan proseslerde jatadı. Magnitlengen deneler arasındaǵı parıqtı izlewde, ol ilgeri magnit bolmaǵan dep esaplanǵan barlıq zatlar úlken magnit kúsh tásirinde magnitleniwdiń anıq ızlerin ashıwın tastıyıqlay aldı. Ótkizgish hám ótkizgishler ortasındaǵı parıq tiykarǵı emes, tek muǵdarlıq ekenligi anıqlandı. Bul eksperimental jańalıqlar Faradeydiń tek gúzetiliwi múmkin bolǵan faktlerdi moyınlay otirip qatań empirik pikir retinde júrgizetuǵın uzaq aralıqlarǵa tásir etiwshi fizikalıq elektr kúshleri túsiniǵin biykarlawǵa alıp keldi.

Óziniń kúsh sızıqları haqqındaǵı ideyasına tıykarlanıp, Faradey 1845-jıl elektr átirapında hám jaqtılıq ortasındaǵı tereń munasábetlerdi óz moynına aldı. Bul ideya sol waqıt ushın ápiwayı mártlikti, biraq ol tek ǵana itimal emesligin tekseretuǵının tabadı dep isengen izertlewshige ılayıq edi. Sonday etip, Faradey tómendegishe juwmaqqa keldi: elektr hám optikalıq, keyin qasında turǵan, biraq ele bir-biri menen baylanıspaǵan doktrinalar óz-ara baylanıslı hám birden-bir maydandı quraydı.

Faradey matematikalıq maǵlıwmatlarǵa iye emes edi. Aytıwına qaraǵanda, ol kvadrattıda epley almaydı. Sonday etip, ol óz izertlewleri nátiyjelerin ápiwayı matematikalıq qurallar járdeminde usınıs ete almadı, olardı tek sapa tárepinen qamtıp alıwı múmkin edi. Rásmiy túrde, bul anıq kemshilik edi, biraq soǵan qaramay, bul quramǵa zárer jetkizbedi. Planktiń sózlerine kóre, akademiyalıq hám matematikalıq tayarlıqtıń jetispewshiligi Faradeydi matematikalıq hám astronomiyalıq derekler tárepinen jaratılǵan ırımlardan qutqardı, bul sol waqıtta kóplegen izertlewshilerge unamsız tásir kórsetti.

Bul haqqında "hesh qashan formulalarǵa batıp ketpeytuǵın aqıl" edi deydi A.Eynshteyn.

2.4. Maksvelldiń Faradey ideyalarınan paydalanıwı.

Faradeydiń maydan kontsepsiyasını tiykarlaw boyınsha jumısların taǵı bir ullı inliz fizigi-Jeyms Klerk Maxwell dawam ettirdi [3].

Faradey fizikalıq kúsh sıziqları haqqındaǵı táliymatı oraylıq toshkası bolıp tabıladı, onı elektromagnit maydanı fizikasi tiykarına alıp bardı. Jáne onıń jazıwlarında matematikalıq formulalar joqlıǵına qaramay, Maksvell onıń hádiyselerdi túsiniw usılıda matematikalıq edi jáne onı ápiwayı matematikalıq formulada ańsatǵana ańlatıw múmkinliginde aytıp ótti.

Qashannan berli úlken bilimler rezervine iye bolǵan Maksvell, elege shekem tártipsiz sondada, ózin fizikaǵa btokhlawǵa qatań qarar etti. Ol Faradeydiń «Elektr boyınsha eksperimental izertlewler» in úyreniwdi baslaydı. Men qarar ettim- dep jazǵan Jeyms men bul dóretpeni jaqsılap úyrenbegenimshe, bul tarawda bir matematikalıq dóretpе kóshirmewge qarar ettim.

1855-1856-jıllarda Maksvell elektromagnetizm boyınsha birinshi jumısın «Faradey kúsh sıziqları» boyınsha tamamladı hám Faradeyge xat jazadı. Faradey jas alimniń uqıbınıń kúshinen, onıń matematikanı iyelegenliginen tańlandı jáne onıń dıqqatına tereń tásirlenip, Maksvellge sonday dep jazdı: Siziń jumısıńız men ushın jaǵımlı hám maǵan úlken járdem beredi. Aldın bunday matematikalıq kúshiti kórgenimde sorawǵa qorqar edim, biraq keyin sorawdı kórip hayran qaldım.

Maksvell Faradey usılıniń, qısqa aralıqtaǵı maydan haqqındaǵı ideyasın qorǵaydı. Ol Faradeydiń pikiri «matematikaǵa qarsı» degen versiyanı biykarlaydı. Isenimim kámil, onıń ideyaları ápiwayı matematikalıq formulalar kórinisinde ańlatılıwı múmkin jáne bul formulalar professional matematiklerdiń formulaları menen júdá salıstırıladı. Ol óziniń kontseptsiyası menen oǵada anıq hám anıqlıq penen soylesti, matematikler olar menen baylanıs ornatiwǵa muwapıq boldı.

Faradey elektromagnit induktsiyasi nızamın ashqaninan keyin tezlik penen ilimpazlar oǵan qatań muǵdarda formulanı beriwge intildi. Endi bul nızamdı uzaqtan háreket etiw túsiniǵi kóz qarasınan qalıplestiriw ushın qansha azaplı háreketlerdi oyda sawlelendiriw qıyın. Hám aqır-aqıbette, júdá quramalı formulalar Neumann hám Weber tárepinen alınǵan, olardıń fizikalıq quramı belgisiz, biraq eksperimental faktlardı muǵdarli xarakterlewge ılayıq. Házirde olardı tek Maksvell elektromagnit induksiya fenomeninde qanday elektromagnit maydaniniń jańa tiykarǵı ózgesheligin kórgenligi haqqında oyda sawlelendirip kóreyik.

Juwmaq shıǵarıwǵa asıqpayıq hám birinshi qıyınshılıqta jańa maydanlardı oylap tabıwda izleniwimiz kerek, sebebi bir waqıtları barlıq qıyınshılıqlardan juwmaq jańa kúshlerdi kirgiziwde kórilgen edi. Óytkeni bizde magnit hám elektr maydanlarınıń barlıq tiykarǵı qásiyetleri belgili ekenligine kepillik joq. Turaqlı maydanlar Kulon hám Amper nızamlarında payda bolıp, olar maydanınıń qásiyetleri tuwrısında tiykarǵı maǵlıwmatlardı óz ishine aladı.

Maksvell óziniń teńlemelerin analiz etip, elektromagnit tolqınları ámelde bolıwı kerek hám olardıń tarqalıw tezligi jaqtılıq tezligine teń bolıwı kerek degen juwmaققa keldi. Bunnan pútkilley jańa juwmaq shıǵarıldı: jaqtılıq-bul elektromagnit tolqınlardıń bir túri.

Sonday etip, Lui de Broylardıń sózlerine kóre, Maksvell «barlıq optikalardı elektromagnetizmniń jeke babına aylandırǵan». Maksvell óz teoriyası tiykarında elektromagnit tolqın hám sol sebepli jaqtılıq tárepinen shıǵarılatuǵın basım bar ekenligin boljadi jáne onı esaplap shıqtı. Bul elektromagnit maydanınıń energiya qısıqlıǵına teń bolıp shıqtı. Keyinirek Maksvellardıń boljawı 1899-jılda Petr Nikolaevich Lebedev tárepinen ájayıp túrde tastıyıqlandı.

«Elektr hám magnetizm tuwrısında qollanba»nıń eń operativ juwmaqlanıwı Faradeyge eń jaqsı estelik bolıwına isendi. Maksvell segiz-jılın «Qollanba» ǵa btokhladı bul onıń ilimiy izertlewiniń eń joqarı shıńı bolıp, bul elektromagnetizmniń haqıyqıy ensiklopediyası edi.

Faradey on hám keri elektr zaryadların yamasa magnittıń arqa hám qubla polyusın baylanıstıratuǵın kúsh sızıqları ideyasın qollap-quwatlaǵan. Kúsh sızıqları pútkil átiraptaǵı kosmostı toltıradı (maydan, Faradey terminologiyasında) hám elektr hám magnit óz-ara tásirlerdi keltirip shıǵaradı.

1-teńleme Faradeydiń elektromagnit induksiyasınıń ańlatadı;

2-shi Maksvell tárepinen ashılǵan jılısıw toqları kontseptsiyasına tiykarlanǵan magnetoelektrlik induksiya;

3-shi - elektr muǵdarınıń saqlanıw nızamı;

4-shi - magnit maydanınıń iyrimli xarakteri.

Bul teńlemeler:

$$\begin{aligned}
& 1) \oint E dS = \frac{\sum q}{\epsilon_0} \\
& 2) \oint B dS = 0 \\
& 3) \oint E dl = - \frac{d}{dt} \int B dS \\
& 4) \oint B dl = \mu_0 \sum I + \epsilon_0 \mu_0 \frac{d}{dt} \int E dS
\end{aligned}$$

1-teńleme Gauss nızamın ańlatadı. Statistikalıq maydanlar ushın bul nızam Kulon nızamına teń bolıp tabıladı. Elektr maydanınıń jabıq tegislik arqalı aǵıwı bul tegislik penen shegaralanǵan kólemde jıynalǵan ulıwma zaryadqa proporcional ekenligin aytadı.

2-teńleme magnit maydani ushın Gauss nızamı. Onıń atap ótiwinshe, magnit maydanınıń jabıq tegislik arqalı aǵımı nolge teń. Bul elektr zaryadınıń magnit analoglari joq ekenligin ańlatadı.

3-teńleme Faradeydiń elektromagnit induksiya nızamın ańlatadı. Onıń atap ótiwinshe, elektr maydanınıń jabıq tcikl boylap integral, bul tciklǵa sozılǵan tegislik arqalı magnit maydani aǵımınıń ózgeriw tezligine proporcional bolıp tabıladı. Sonday etip, ózgeriwsheń magnit maydani ózgeriwsheń elektr maydani menen birge keledi.

4-teńleme ózgerilgen Amper nızamı bolıp tabıladı. Maksvell bul teńlemenı ońǵa elektr maydani aǵımınıń ózgeriwın xarakterleytuǵın-jılısıw aǵımı dep ataǵan. Ekinshi. Ózgerilgen Amper nızamında magnit maydanınıń jabıq tcikl boyınsha integralı qos aǵzanıń jıyındısına proporcional ekenligi ayılǵan. Olardan birinshisi, bul jabıq tcikl bolıp tabıladı, sozılǵan tegislik boylap aǵatugin ulıwma aǵımdı óz ishine aladı. Maksvell tárepinen kiritilgen bul tegislik arqalı elektr maydani aǵımınıń ózgeriw tezligin óz ishine aladı. Maksvell tárepinen kiritilgen Amper nızamına baylanıslı Maksvelldiń tórtinshi teńlemesi ózgeriwsheń elektr maydanına ózgeriwsheń magnit maydani joldas boladı.

2.5. Faradey-Maksvell elektrodinamikasınıń zamanagóy kórinisi

Fizikler arasında Faradey-Maksvell elektromagnit teoriyası birden tán alınbadı.

Maksvelldiń kóp qabatlı prezentaciyanı birinshilerden bolıp Anri Puankare túsingen. Onıń ingliz alımı ideyaların tuwrı hám uyqas aytıwı, bul teoriyani túsindiriwshileri arasında túsiniksiz kelispewshiliklerdi saplastırıwǵa járdem berdi. Puankare óz lektsiyalarında elektr hám magnetizmniń eksperimental túrde ornatılǵan nızamların teoriyalıq tárepten ulıwmalastırıwǵa qaratılǵan hár túrlı urınıslardı tereń analiz etedi. Maksvell amperdiń elektrodinamikasını tolıq úyrenip shıǵadı hám az-azdan tınlawshılar haqqında juwmaqqa keledi. Elektromagnit protsesslerdi tolıq óz ishine alatuǵın hám fizikaǵa elede belgisiz bolǵan hádiyselerdi boljaw etetuǵın edi.

Teoriyanıń juwmaqları Geynrix Gerts elektromagnit tolqınlardı eksperimental túrde qolǵa kirkizgen bolsa, 1887-jılda eksperimental tastıyǵın aladı. Al 1887-jıldan Gerts óz tájiriybelerin ótkeriwdi basladı. Áwele, ol ashıq terbelis dáwiri (Hertz vibratorı) járdeminde sol waqıttaǵı eń joqarı jiyilik terbelislerdi jaratıw usılın taptı. Vibrator óziniń tómen sıyımlılıǵı hám induktivligi menen haqıyqattan da dipoldiń bosatıw aralığında ushqınlar sekirip túskende payda bolatuǵın joqarı jiyilik terbelislerdi alıw múmkinshiligin jarattı. Bul generatorda ashıq tcikl bar edi. Gerts generatorda zaryadsızlanıw waqtında generatorda jaylasqan tómendegi ashıq ushları arasında ushqın sekirip túsiwini anıqladı. Bul dúnyadaǵı birinshi transmitter hám qabıl etiwshi edi



17-súwret. Gertsdiń birinshi radiatorı. Gerts induksion katushkaga jalǵanǵan eki metrli sımlardan paydalanǵan.

Bunnan tısqari, Gerts generatordıń qabıl etiwshisine tásiri, ásirese rezonans jaǵdayında (generatordıń terbelis jiyiligi tábiyiy jiyilikke tuwrı keledi) kúshli ekenligin bayqadı. Aralıqtıń úlkeyip baratuǵın úlken xanada ushqınlardıń ólshemi birdey kemeymeydi, biraq waqtı-waqtı menen ózgerip turadı. Ol bunı tuwrıdan-

tuwrı tolqın aralasıwı bar ekenligi menen anıqlama berdi. Bul tájiriye Maksvell boljaw etken elektromagnit tolqınları bar ekenligin isenimli tastıyqladı. Gerts jaqtılıq hám elektromagnit tolqınlardıń qanday ekenligin tekseriw ushın tájiriyeler ornatadı [9].

1889-jılda nemis tábiyatshi ilimpazlarınıń Kongressinde Gerts sonday dedi: Bul tájiriyelerdiń barlıǵı printsiptal tárepten júdá durıs, biraq olar eń zárúrli aqıbetlerge alıp keledi. Olar Maksvell teoriyasınıń jeńisi. Onıń jaqtılıq mánisi haqqındaǵı qarawları ilgeri súrgen itimaldan jıraq edi, endi bul pikirge qosılmaw júdá qıyın. Eger Maksvell Faradeydiń súwretlerin matematikalıq súwretlerge aylandırǵan bolsa, ol jaǵdayda Gerts bul súwretlerdi kórinetuǵın hám esitiletuǵın elektromagnit tolqınlarǵa aylandırdı. Biraq Hertztiń tájiriyelerinen keyinde inǵliz fizigi táliymatı keń tarqalmadı.

Onıń qálemewiniń tiykarǵı sebebi - usınıs etilgen ideyalardıń ǵayrı apıwayılıǵı. Sol waqıtta qabil etilgen ulıwma túsinikte Maksvell teoriyası tek qatań matematikalıq tilde elektromagnit hádiyselerdi súwretlep bergen, biraq olar ushın túsendiriw bermegen. Túsendiriw-sol waqıttaǵı fiziklerdiń pikirine kóre, hádiyseniń mexanikalıq modelin jaratıw. Mexanika fizikaniń barlıq tarmaqlarınıń bekkem tiykarı bolıp túyiler edi. Sonıń sebebinen, kópshilik ilimpazlar elektromagnit teoriyanı juwmaqlaw ushın elede Maksvell teńlemeleriniń mexanikalıq talqınıń ashıw kerek dep esaplaydı. Barlıq fizikler aldınnan oylap tabılǵan tutqınlıqta edi. Maksvell bunnanda qashıp qutula almadı. Elektromagnetizm boyınsha birinshi jumıslarında ol tiykarǵı itibardı mexanikalıq modellerge qarattı. Usınıs etilgen túsendiriwlerden birewiniń jaǵımsızlıǵın aytıp, Puankare sonday dep jazǵan edi: Siz tisli sheńberlerdiń pútkil sisteması, háreketti uzatıwshı hám kúshti, oraydan qashiriwshı regulyatorlar hám uzatıw remenleri menen uzatıwshı qolda ósimlik súwretin kóshirip atırsız dep oylawıńız múmkin. Biraq, keyinirek Maksvell óz kóz qarasin ózgeritti, ol «jay oqıwshınıń itibarın elektr hádiyselerin túsiniwde járdem beretuǵın mexanikalıq hádiyselerge qaratiw»di qálewini bildirdi. Bul maqaladaǵı barlıq sóz dizbegi túsinikli emes, bálkim túsinikli dep túsiniliwi kerek.

Mexanika hám elektrodinamika ortasındaǵı jazıwlarıń aynıwı fizikada tereń krizistı keltirip shıǵardı. Jaqtılıqtıń tájiriye tiykarında ornatılatuǵın qásiyetlerin túsindiriw mashqalasınan kelip shıqqan fizikalıq teoriyanıń daǵdarısı qápelimde kornukopiyadan kelip shıqqan túrde, pútkilley jańa hám ájayıp hádiyselerdiń úlken jańalıqların kúsheytirdi.

Rentgen tarqalıwshı nurlardı ashqan 1895-jıldan baslap, hár-jılı shın mániste ájayıp jańalıq alıp keldi:

- 1896-jıl - radioaktivlik hádiyesiniń ashılıwı,
- 1897-jıl - elektronnıń ashılıwı,
- 1898-jıl - radiy hám polonyydiń tabılıwı,
- 1899-jıl - radioaktiv nurlanıwdıń quramalı ózgesheliginiń ashılıwı.

Puankare XIX-ásir aqırında fizikaniń keskin páseńlewin dıqqat penen gúzetip bardı. Usı waqıtta Gollandiyalı fizik G.A.Lorents Maksvell teoriyasın toltırıw kerek, sebebi ol materiyanıń dúzilisin esapqa almaydı dedi. Ol jaǵdayda denelerdiń ózgeshelikleri túrli koefficiyentler menen ańlatıladı: dielektrik hám magnit ótkizgishlik. Hámme ushın ápiwayı kirisiw bizdi qaniqtirmaydı biz bul hádiyseler turǵan mexanizmge tiyisli bir qatar boljawlarǵa shaqırıq etiwge májbúr bolamiz. Bul mútájlik elektronlar túsinigine alıp keldi, yaǵnıy júdá salmaqlı elektr zaryadlangan bólekler, olar barlıq salmaqlı denelerde júdá kóp bolıp tabıladı", dep jazǵan Lorents.

Fizika aldında turǵan barlıq máseleler jańa fizikalıq túsinipler hám túsiniplerdi islep shıǵıwdı, olardıń tiykarında jaqında alınǵan eksperimental maǵlıwmatlardıń pútkil kompleksin teoriyalıq tárepten ulıwmalastırıwdı talap etti. Sonday etip, Lorents elektromagnit protsessler ushın salıstırmalı printsipin qáliplestirdi.

Elektrodinamikani rawajlandirip, eksperimentlerdi túsindiriwge umtılıp atırǵan Lorents hám Puankare efir túsinigine tayanǵan. Salıstırmalı printsipine jaqınlasıp, olar turaqlılıq hám ásirese, jaqtılıq tezliginiń shegara ma`nisi tuwrısında soraw tuwdıra almadı. Bunı A.Eynshteyn ámelge asırǵan.

Eynshteynniń salıstırmalı teoriiyası boyınsha juwmaqlawshı shıǵarması «Háreketleniwshi ǵalaba xabar qurallarınıń elektrodinamikası tuwrısında» dep atalǵan. Ol 1905-jıl 30-iyunda «Annals of Physics» jurnalı redaktsiyasına kirdi. Jumıs eki bólekten ibarat edi. Olardan birinshisinde jańa mákan hám waqıt teoriiyasınıń tiykarları, ekinshisinde bul teoriyanı háreketleniwshi ortalıqlardıń elektrodinamikasında qollanıw kórsetilgen. Eynshteyn óz teoriiyasın eki postulatqa tiykarlaydı:

1. Salıstırmalı printsipi - hár qanday inercial sistemada barlıq fizikalıq protsessler - mexanikalıq, optikalıq, elektr hám basqalar - tap sol túrde dawam etedi.
2. Jaqtılıq tezliginiń turaqlılıǵı printsipi-vakuumdaǵı jaqtılıq tezligi derek hám qabil etiwshiniń háreketine baylanıslı emes, ol barlıq jónelislerde, barlıq inercial sistemalarda birdey hám $3 \cdot 10^8$ m s ga teń .

«Lorents hám jaqında Eynshteyn tárepinen islep shıǵılǵan salıstırmalı printsipi» mexanika nızamların qayta kórip shıǵıwdı talap etiwın aytıp, ol jańa háreket teńlemelerin shıǵarıwǵa basshılıq etti. Bul jumıs relyativistik mexanikanı jaratıwdı juwmaqladı.

1907-jılda Eynshteyn ulıwma salıstırmalı teoriiyasınıń birinshi tiykarın jarattı. Ulıwma salıstırmalı teoriiyasınan bir qatar zárúrli juwmaqlar shıǵarıldı:

1. Kosmostiń qásiyetleri - waqıt háreketleniwshi zatqa baylanıslı.
2. Inert hám sol sebepli tartısıw massasına iye bolǵan jaqtılıq nurları tartısıw maydanında iyilgen bolıwı kerek.
3. Gravitatsion maydan tásirinde jaqtılıq jiyiligi ózgeriwi kerek.

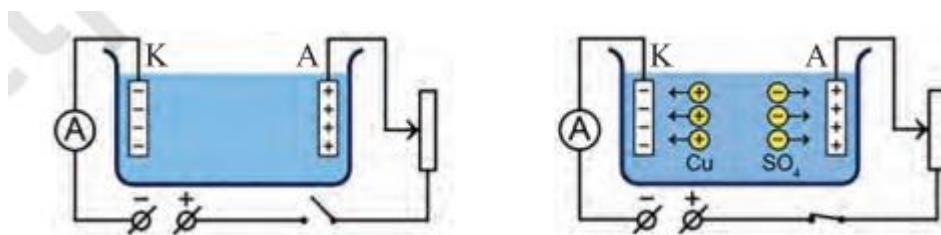
Relyativistik elektrodinamikanıń bir qatar baylanısları júdá kem úyrenilgen, nátiyjede fizikaniń mashqalalı máseleleri jańa elektrodinamikanı qurıw, jańa fizikalıq maydanlardı-burama, monopol-bir magnit poliyarizaciyali, magnit bólekshesin hám basqalardı kirgiziw menen anıqlap beriwge háreket etip atır.

2.6. Orta bilim beriw mekteplerinde M.Faradey nızamların ótiw metodikası

Orta arnawlı bilim beriw mekteplerinde M.Faradey nızamların úyreniw 8-klass fizika sabaqlıǵında keltirilgen. Bunda elektoliz qubılısı, Faradeydiń birinshi,

ekinshi nızamları, elektrolizden turmısta hám texnikada paydalanıw haqqında tómendegi túsinikler berilgen [10].

Elektroliz haqqında: elektrodlı shiyshe ıdıs-elektrolitlik vannadağı suwğa mıs sulfat duzın (CuSO_4) salıp, elektolit payda eteyik. Bunda ol mis (Cu^{2+}) hám sulfat duzı (SO_4^{2-}) ionlarına ajıraladı. Elektr shinjırı gilti (K) jalǵanganda elektrolitten tok óte baslaydı. (18-súwrette) Elektrolittegi Cu^{2+} ionları katodqa, SO_4^{2-} ionları bolsa anod tárepke qozǵalıwı sebepli katod betinde Cu^2 atomları jiynala baslaydı. Waqıt ótiwi menen katodtaǵı mıs qatlamı qalıńlasadı. Tok uzaq waqıt ótkerilip turılsa, katodta mıs ajırılıp shıqqanın baqlaw múmkin.



18-súwret

Elektrolitten elektr toǵı ótkende, elektrodlarda zat ajırılıp shıǵıw qubılısına **elektroliz** dep ataladı.

Faradeydiń birinshi nızamı boyınsha: Faradey ótkizgen tájriybelerin kórsetiwinshe elektrodlarda ajırılıp shıqqan zat massası elektrodlar tártipke qozǵalıwshı ionlar sanına, yaǵnıy elektrolitten ótiwshı zaryad muǵdarına baylanıslı boladı. Faradeydiń birinshi nızamı elektroliz waqtında ajırılıp shıqqan zat massası menen elektrolitten ótken zaryad muǵdarı arasındaǵı baylanıstı ańlatadı. Bul nızam tómendegishe ańlatıladı.

Elektroliz waqtında elektrodlardan ajırılıp shıqqan zattıń massası elektrlitten ótken zaryadtıń muǵdarına tuwrı proporcinal:

$$m=kq$$

bunda m-ajırılıp zattıń massası; q-zaryad muǵdarı; k-proporcinallıq koefficienti bolıp, zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti delinedi.

Zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti elektrlitten bir kulon zaryad ótkembe ajırılıp shıqqan zattıń massasına san jaǵınan teń bolǵan shama

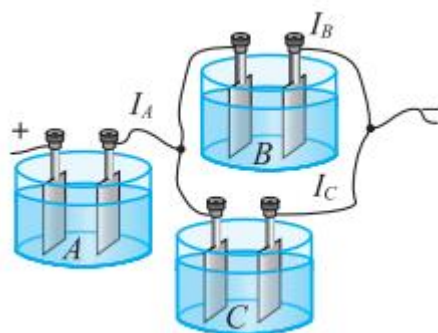
$$k=m/q; [k]=\text{kg/C}$$

Hár túrli zaryadlardıń elektroximiyalıq ekvivalenti tájiriybede anıqlanǵan, mısalı gúmis ushın 1.118mg/C, xlor ushın 0.367 mg/C, mis ushın 0.329 mg/C nikel ushın 0.304 mg/C ǵa teń.

Elektrolit arqalı ótken zaryadtıń muǵdarı tok kúshi (I) hám toktıń ótiw waqtı (Δt) arqalı ańlatılıp, yaǵnıy $q = I\Delta t$ ekenligin esapq alıp, elektrolittan ajıralıp shıqqan zattıń massası ushın tómendegi ańlatpanı payda etemız.

$$m = kIt$$

Faradeydiń birinshi nızamı tómendegi tájiriybe arqalı tekserip kóriwge boladı. A, B hám C vannalarına birdey elektrolitler quyılıp, olardıń elektrolitleri bir biri menen 19-súwrette kórsetilgendey bolıp jalǵanǵan.



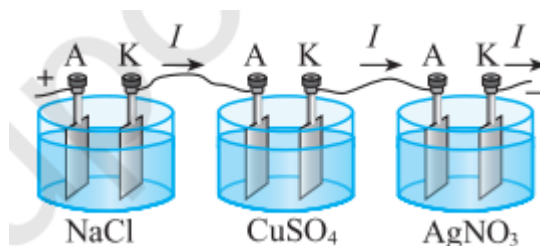
19-súwret

Súwrettegi ge muwapıq A elektrolitlik vannadan ótiwshi I_A tok kúshi B hám C vannadan ótiwshi I_B hám I_C tok kúshleriniń qosındısına teń boladı. $I_A = I_B + I_C$. Bunnan formula boyınsha A, B hám C elektrotlik vannadaǵı elektrodlar ajıralıp shıqqan zatlardıń $m_A = kI_A t$, $m_B = kI_B t$, hám $m_C = kI_C t$ massaları ushın $m_A = m_B + m_C$ qatnas orınlı bolıwı tájiriybede dálillengen.

Faradeydiń ekinshi nızamı boyınsha: Inglis fizigi M. Faradey bir qatar tájiriybelerinde hár qıylı elektrolitlerden túrli muǵdarda tok ótkizgen. Elektrodlarda ajıralıp shıqqan zattıń massasın ólshew nátiyjelerine tiykarlanıp 1833-1834-jıllarda elektrolizdiń ekinshi nızamın oylap tapqan.

Úsh elektrolitlik vanna alıp, olardıń birinshisine natriy xlorid (NaCl) eritpesin, ekishisine mis súlfat (CuSO_4) eritpesin, úshinshisine gúmis nitrat (AgNO_3) duzlar eritpesin quyamız. Elektrolitlerge batırılǵan elektrodlardı ótkizgish sımlar menen 20-súwret kórsetilgendey etip izbe iz tutastırıp elektr

deregine jalǵaymız. Bunda birinshi vannanıń katodınan vodorod (H₂) hám anodınan xlor (Cl₂), ekinshi vannanıń katodınan mıs (Cu) hám anodınan kislород (O₂), úshinshi vannanıń katodınan gúmis (Ag) hám anodınan (O₂) ajıralıp shıǵadı.



20-súwret

Vannalar izbe iz jalǵanǵanı ushın hár bir elektrolitten ótetuǵın I tok kúshi birdey boladı. Biraq elektrolitten ajıralıp shıqqan natriy mıs hám gúmis zatlarınń massası hár túrli boladı. Buǵan Na, Cu hám Ag nıń atom massası hám olardıń valentligi hár túrli bolǵanlıǵı sebep boladı. Tájriybe tiykarında, elektrodlardan ajıralıp shıqqan natriy, mıs hám gúmistıń massaların ólshep, olardıń massası usı zatlardıń atom massalarına tuwra proporcinal ekeniligine isenim payda etiwge boladı.

Tájriybedegi ekinshi elektrolittegi elektrodqa t waqıt ishinde kelgen Cu²⁺ ionlarınń sanı birinshi hám úsinshi elektrolittegi elektrodlarǵa kelgen Na⁺ hám Ag⁺ ionları sanınan eki ese kem boladı. Sebebi, elektrolizge qatnasqan natriy hám gúmis zatları bir válentli, mıs bolsa eki válentli. Bul tájriybe elektroliz waqtında hár bir vannada ajıralıp shıqqan elektrodlarǵa bólingen zatlardıń ekvivalent awırılıqları (A(atom massa)/Z(valentlik)) na proporcinal ekenligin tastıyıqlaydı.

Zattıń atom massasınıń valentligine qatnası (A/Z) zattıń ximiyalıq ekvivalenti dep ataladı.

Bir valentli zattıń ximiyalıq ekvivalenti san jaǵınan atom massaǵa teń. Tájriybeler tiykarında Faradey zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti, onıń ximiyalıq ekvivalentine ruwra proporcinal ekenligin anıqladı.

$$k \sim \frac{A}{Z} \text{ yamasa } k = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} \quad (3)$$

Bul jerde $1/F$ –proporcinallıq koefficienti bolıp, ol barlıq zatlar ushın özgermeytuǵın shama. Bul ańlatpadaǵı F shama turaqlısı delinedi hám onıń san mánisi $F=96500 \text{ C/mol}$.

Sonı itibarǵa alıw kerek, ayırım ximiyalıq elementler hár túrli birikpelerde hár qıylı valentlikke iye boladı. Mısalı, CuCl hám Cu_2O birikpelerinde mıs bir valentlikti, CuO hám CuSO_4 birikpelerinde bolsa, eki valentlikti kórsetedi. Mıs bir valentli bolǵan halda, onıń elektroximiyalıq ekvivalenti $6,6 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$ mıs eki valentlikti kórsetkende bolsa, onıń elektroximiyalıq ekvivalenti $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$ ǵa teń boladı.

(3) ańlatpanı $m=kq$ formuladaǵı k nıń ornına qoysaq, tómenдеgi teńlik payda boladı.

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} \cdot q. \quad (4)$$

Elektroliz waqtında ajırılıp shıqqan zatlardıń massası zattıń elektroximiyalıq ekvivalenti hám de elektroliz waqtında ótken zaryad muǵdarına tuwrı proporcinal boladı.

(4) ańlatpaǵa muwapıq elektrolitte valentligi birge teń bolǵan bir mol zat ajırılıwı ushın elektrolit arqalı sanı boyınsha Faradey turaqlısına teń bolǵan 96500 kulon zaryad ótiwi kerek. Elektrolitte valentligi Z ge teń bolǵan bir mol zat ajırılıp shıǵıwı ushın bolsa, elektrolit arqalı $z \cdot 96500$ kulon zaryad ótiwi kerek eken.

Elektrolizden turmısta hám texnikada paydalanıw

Elektrotexnikada taza mıs kóp qollanıladı. Mısqa az ǵana basqa zatlar aralasqan bolsa, onıń elektr togın ótkeriw qásiyeti tómenlep ketedi. Mıs hár qıylı aralaspadan tómenдеgi usıl menen ajırılıp alınadı.

Úlken elektrolit vannası mıs kuporosınıń eritpesi menen toltırılıdı. Onıń ishine taza (sap) mıstan tayarlanǵan juqa plastinkalar prallel túrde túsiriledi. Elektr dereginıń teris polyusine jalǵanatuǵın bunday taza mıs plastinkaları katod wazıypasın atqaradı. Katodlar arasına paralell túrde qalıń anod plastinkalar tazalanbaǵan mıstan tayarlanadı.

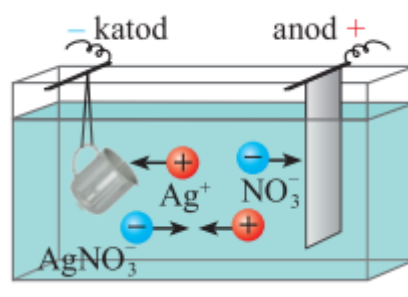
Elektroliz processinde mıs kuporosı eritpesinen bólinip shıqqan mıs katodqa otıradı. Bunnan tısqarı, anod plastinkası elektrolitte erip, mıs ionlar payda etedi, basqa aralaspalar bolsa ionlar ajıralmağanı ushın olar vannanıń túbine shógedi. Waqıt ótiwi menen katod plastinkaları qalıńlasıp, anod plastinkaları juqaradı. Belgili waqıttan keyin anod hám katodlar vannadan alınıp olardıń ornına jańası qoyıladı. Vannadan shıǵarıp alınǵan qalıń sap mıstan ibarat boladı [11, 12].

Temirden jasalǵan buyımlar beti oksidleniw nátiyjesinde tez tat boladı.

Tat áste-aqırın metaldı ıdıratadı hám buyım tesiledi. Ádette oksidlenetuǵın metall buyımlardıń beti qıyın oksidlenetuǵın basqa metallar-nikel, cink, gúmis, altın sıyaqlılar menen qaplanadı. Tumısata niellengen qasıq, pıshaq, sháynek sıyaqlı hár túrli ıdıs tazbaqlardan paydalanamız.

Elektrolizden paydalanıp, buyımlardıń sırtın qıyın oksidlenetuǵın metallar menen qaplaw galvanostegiya dep ataladı.

Gúmis nitrat eritpeli vanna arqalı belgili waqıt dawamında tok ótkerilip turılsa, buyımnıń beti gúmis penen qalanadı (21-súwret).



21-súwret

Buyımnıń betine gúmis jalatıw ushın elektrolit sıpatında gúmis duzları eritpesi, anod sıpatında gúmis plastinka alınadı. Altın jalatıwdı bolsa, elektrolir ushın altın eritpesi, anod ushın altın plastinka paydalanıladı. (22-súwret).



22-súwret

Elektroliz járdeminde quramalı beti ntok hám buyımlardıń metall nusqaların alıw múmkin. Máselen taxtaǵa ouıp islangen ntoktıń nusqasın alıw kk bolsın. Bunıń ushın taxtanıń ntok salınǵan bólegine júdá juqa etip grafit jaǵıladı, nátiyjede onıń bul tárepi tok ótkizetuǵın boladı. Tayalangán taxta mıs kuporosı eritpesine túsiriledi (23-súwret).



23-súwret

Bul taxta betindegi grafit sım arqalı tok dereginıń teris polyusine jalǵanadı., yaǵnıy grafit qatlamı kanod wazıypasın atqaradı. Anod sıpatında bolsa, elektrolitke mıs plastinka túsiriledi. Elektrolitten tok ótkizilgende elektroliz grafit ústine otıradı. Grafittiń ústi jeterli dárejedeги mıs qatlamı menen qaplangannan keyin elektroliz processı toqtatıladı, hám mıs qatlam taxtadan ajıralıp alınadı. Bunda mıs qatlamnıń forması taxtanıń betindegi ntoktıń negativ (kerisi) súwretleniwinen ibarat boladı. Taxtadaǵı oyıq oyınlar mıs negativte dónes bolıp, dónes oyınlar mıs negativte oyıq bolıp shıǵadı. Mektep sabaqlıqlarında elektroliz haqqında anıqlamalar keltirilgen [10].

Bul tema boyınsha bir saatlıq te[nologiyalıq karta tómendegishe:

TEXNOLOGIYALÍQ KARTASI

Tema:	Elektrolizden turmista hám texnikada paydalanıw
Maqset hám wazıypalar:	Oqıwshılardıǵa Elektrolizden turmista hám texnikada paydalanıw haqqında bilim beriw.
Oqıw materialı mazmunı	Oqıwshılarda óz betinshe pikirlew, alǵan bilimlerin turmıs penen baylanıstırıw, ilimiy dúnya qarasın qalıplestiriw, tábiyatqa mehr-muhabbat oyatıw.
Oqıw processin shólkemlestiriw texnologiyası	<p>Forma: interaktiv shınıǵıwlar: gúrrin-lekciya, jeke, kishi toparlarda hám toparlarda islew. Metod: Strategiya oqıwshılardı anıq bir mashqalanı jeke halda pikirlep sheshiw, sheshimin tabıw, idealar arasınan tiykarǵısın tańlay alıwdı biliw, bir eki pikirlerdi ulıwmalastırıw, olar tiykarında mashqala boyınsha anıq túsiniq payda etiw hám óz pikirlerin maqullay alıwǵa úyretedi.</p> <p>Qural: Sabaqlıq, tma boyınsha slaydlar, tarqatpa materiallar. Usıl: slayd arqalı túsindiriw, tarqatpa test materiallarınan paydalanıw.</p> <p>Tekseriw: baqlaw, tekseriw sorawları, tarqatpa testler, awızeki soraw.</p> <p>Bahalaw: 5 ballıq sistema tiykarında</p>
Kútiletuǵın nátiyjeler	<p>Oqıtıwshı: Tema tiykarında tolıq maǵlıwmat berip, oqıwshılar bilimin arttıradı. Sabaqta qollanılǵan hár túrli metodlar, óz betinshe berilgen tarqatpa materiallar tiykarında tema boyınsha oqıwshılardıń bilim, kónlikpelerin arttıradı.</p> <p>Oqıwshı: Tema boyınsha jańa bilimler iyeleydi.</p>

	Toparlar menen islewdi úyrenedi, eslep qalıw, aytıp beriw, kórsetip beriw konlikpelerine iye boladı.
Keleshekтеgi rejeler	<p>Oqıtıwshı: Aldıngı pedagogikalıq texnologiyalardı ózlestiredi hám onı rawajlandıradı, óz ústinde isleydi. Temanı turmıstağı waqıyalar menen baylanıstıradı hám salıstıradı.</p> <p>Oqıwshı: Tema boyınsha berilgen tapsırmalar ústinde óz betinshe islewdi úyrenedi. Óz pikirin erkin bayan ete aladı. Taza tema boyınsha qosımsha materiallar tabıwǵa háreket etedi.</p>

«Blic-soraw» metodu

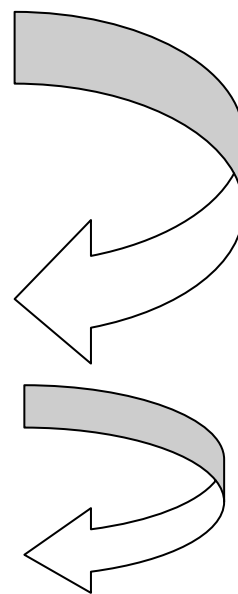
«**Blic-soraw**» metodu (inglizshe «blic»-tezlik penen, dárhal) metodu berilgen sorawlarǵa qısqa, anıq hám tolıq juwap qaytarılıwın talap etetuǵın metod. Tálim mekemelerinde bul metodqa muwapıq sorawlar tiykarınan oqıtıwshı tárepinen beriledi. Berilgen sorawlarǵa juwaplar topar menen, juplıq yaqi individual tarizde qaytarılıwı múmkin. Juwap qaytarıw forması úyrenilip atırǵan temaniń quramalılıǵı oqıwshılardıń qamrap alınıwına kóre belgilenedi [13].

Sabaq barısında usıldı qollaw tómendegishe ótedi:

Oqıtıwshı úyrenilgen tema boyınsha quramlıq mazmunın ashıp beriliwın talap etetuǵın sorawlardı islep shıǵıw, bul sorawlar oqıwshılar itibarına usınıs etiledi.

Oqıwshılar sorawlarǵa qısqa, tolıq hám anıq juwap beriwleri kerek.

Toparda islegende bir oqıwshı berilgen sorawǵa juwap qaytaradı, toparlasları juwaptı tolıqtıradı.(biraq takırarlanbawi kerek).



Metodtı qollaǵanda temaǵa tiyisli tayanısh túsinikler, tiykarǵı pikirler oqıwshılar tárepinen awizeki, jazba yamasa keste, diagramma kórinisinde ashıp beriledi.

Blic-sorawlar: 1. Elektroliz degenimiz ne? 2. Faradeydiń birinshı nızamı boyınsha malıwmatlar? 3. Faradeydiń ekinshı nızamı boyınsha? 4. Galvanostegiya degenimiz ne? 5. Elektrolizdiń ekinshı nızamın kim oylap tapqan? 6. Mıs ajıratıp alıw boyınsha nelerdi bilesiz?

«Galeriya»strategiyası

Strategiya oqıwshılarda kishi topar tiykarında bir neshe máseleni sheshiw qábiletin qalıplestiredi. Onı qollawda topardıń hár bir aǵzasi berilge bárshe máseleler sheshimin tabiwǵa óz úlesin qosıw imkaniyatına iye boladı [13].

Sabaq waqtında «Galeriya» strategiyasınan paydalanıw tómenдеgi tártipte ámelge asiriladi:

1-basqish- máseleni qoyıw (oqıtıwshı kishi toparlarǵa máseleni sheshiw tapsirmasin beredi

2-basqish-hár bir topar ózine tapsirilǵan máseleniń sheshimin tabiw ústinde isleydi (bul process 5-10-minut ishinde boladı)

3-basqish – hár bir topar nábewti menen 2-,3—hám 4- toparǵa tapsirilǵan mashqalaniń sheshimin tabiwǵa kirisedi (toparlar háreketi dóńgelek formasında saat strelkasi boyınsha ámelge asiriladi, bir topar basqa toparlardıń sheshimlerin úyrenedi, olarǵa salıstırǵanda óz múnasibetin bildiredi, qosımshalar kiritedi)

4-basqish –topar óz ornına qaytadı

5-basqish- hár bir topardan bir oqıwshı topar jumisi menen topardı tanıstıradi hám olar tiykarında óz-ara pikirlesedi.

6-basqish- bir topar basqa toparlardıń sheshimlerine salıstırǵanda ózleri tárepinen bildirilgen pikirlerdi ulıwmalastıradi

7-basqish- toparlardıń pikirlerine kóre tiykarǵı juwmaqqa kelinedi

1-mısal. Sırtqı maydanı 25 cm^2 bolǵan temir qasıqtıń qalınlıǵı 0.08 mm bolǵan gúmis penen qaplaw ushın gúmis duzı eritpesi arqalı qanday zaryad ótiwi kerek? Gúmistıń tıǵızlıǵı $10.5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ qa teń.

2-misal. 42 V kernewge mósherlengen 10kv quwatlı elektroliz qurılmasında 2 saatta qansha mıs jıynaladı.

1-misal. 2 saat dawam etken elektrolizdi 20mg nikel jıynalğan bolsa, elektroliz waqtında elektrolitten ótken tok kúshi qanday boladı.

2-misal. 12 V kernewge mólsherlengen 6kW quwatlı elektroliz qurılmasında 2 saat dawamında qansha jumıs jıynaladı.

Juwmag

Faradeydeyge shekem fizika tarawında alıp barılǵan jumıslar mexanikalıq túrde rawajlanǵan. Elektr hám magnetizm tarawındaǵı barlıq jańalıqlar Faradeydiń ilimiy ideyalarına tiykarlanǵan halda matematikalıq túrde Maksvell teńlemeleri kiritilip, teoriyalıq jaqtan túsindiliwge erisilgen.

Daniya fizik Ersted elektr hám magnetizmge boyınsha leksiya waqtındaǵı tájriybe jumısında kompastıń magnit kórsetkishi óz baǵdarınan awısıp atırǵanın bayqawı nátiyjesinde elektr toǵınıń magnit kórsetkishine tásir etetuǵınlıǵın hám bul hádiyse galvanik elementtiń polyusına jaqın jerinde bolatúǵınlıǵın anıqlaydı. Polyus almastırılǵanda magnit kórsetkishi óz baǵıtın ózgetetuǵınlıǵın ótkizgish átirapına temir qırındıların jaylastırıpǵanda, ótkizgish átirapında sheńber túrinde jaylasqanın tájriybede baqlaǵan. Ersted bul túsiniksiz hádiyseni uzaq waqt oylandı, nátiyjede 1820-jilda magnetizm hám elektr arasındaǵı baylanıstı ornatadı.

Usı jıldıń gúzinde frantsuz fizikleri Bio hám Savar toǵı bar ótkizgishtiń hár bir bólegi magnit poliyusına tásir etiwın anıqlaǵan. Usı tájriybe tok hám magnit poliyusınıń ózara tásirlesiw nızamınıń ashılıwına alıp keldi.

Jańa elektrodinamika iliminiń tiykarın salıwshılarınan biri Amper jumısları dárhal dıqqattı tartıp, hám de Ersted tájriybeleri haqqında bilip algannan keyin onıń jumısların dawam ettirip bir tárepke baǵıtlanǵan toklı eki parallel ótkizgishler bir-birine tartılısatúǵınlıǵın, al keri táreplerge ótkende ótkizgishler iyterilesetuǵınlıǵın anıqladı. Sonday-aq magnit maydanındaǵı ótkizgishke tásir etiwshi kúshtiń baǵıtın hám muǵdarın anıqlawshı nızamdı anıqlawǵa imkan berdi.

Usınıń menen birge, M.Faradeydiń bir qatar jumıslarınıń katalogın dúziw múmkin. Birinshiden - elektromagnit induktsiya hádiyesiniń ashılıwı; ekinshiden - jaqtılıq hám magnetizm ortasındaǵı baylanıstıń birinshi márte tájriybede tastıyqlanǵan magnit maydanda jaqtılıq nurınıń polarizaciya tegisliginiń aylanıw hádiyesi; úshinshiden - kúsh maydanı túsiniǵiniń kiritiliwi.

Bul pitiriw qánigelik jumıs materialların studentlerge Fizika tarixı pániniń 9-lekciyasındaǵı Faradey miynetleri atamasındaǵı temaniń óz betinshe jumısların orınlawda paydalanıwdı usınıs etiledi.

Paydalanilgan ádebiyatlar dizimi

1. Я.В.Абрамов. Майкл Фарадей. Его жизнь и научная деятельность. (Жизнь замечательных людей. Биографическая библиотека Ф. Павленкова). Переиздание - М.: Книга по Требованию. 2011
2. Б. Ахметов. «Тарихтан сабоқлар». Т.: «Ўқитувчи». 1994
3. М.И. Баранов. Джеймс Клерк Максвелли теория электромагнитного поля // Электротехника и электромеханика.– 2005
4. В.А. Ильин. История физики, М., Academia. 2003.
5. J.Kamolov, I.Ismoilov, U.Begimqulov, S.Avazboyev. “Elektr hám magnetizm” Toshkent: 2007.
6. В.В.Мигулин. Фарадей и физика // Электричество.– 1992.
7. В.Ф. Izbosarov, I.Р.Kamolov. “Elektromagnetizm” Toshkent: 2006.
8. S.Orifjonov. Elektromagnitizm. Toshkent: Noshir. 2011.
9. М.И.Баранов. Генрих Рудольф Герц – первооткрыватель электромагнитных волн / /Электротехника и электромеханика.– 2006.
10. P.Habibullayev, A.Boydadaeyev, A.Bahromov, J.Usarov, K.Suyarov, M. Yuldashova. Fizika. Ulıwma bilim beriw mektepleriniń 8-klası ushın sabaqlıq. Óqıtuvchi. T-2019.
11. М.М.Ро‘latov, N.G‘oyipov, M.Shermatova. Fizika. Elektrodinamika asoslari tebranishlar va tolıqlar. 2-kitob. Akademik litseylar uchun o‘quv qo‘llanma. O‘qıtuvchi. Toshkent -2004.
12. А.Г.Ганиев ва бошқ. Физика: (1кисм): Академик лицей ва касб-хунар коллеждлари учун кулланма. “Уқитувчи”. Т. 2002.
13. Yu.G‘. Mahmudov, H.T, Omonov, L.Sh. Ismatov, Z.J. Xolmirzaev. Elektroliz qonunlari fanlar aro organish texnologiyalar. Toshkent-2015.

Internet materiallar

14. Benjamin Crowell - Electricity and Magnetism ([http://www. iar. unicamp. br/lab/luz/ld /Diversos/benjamim_crowell/ electricity_and_magnetism. pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld /Diversos/benjamim_crowell/ electricity_and_magnetism. pdf))
15. <http://www.krugosvet.ru/articles/04/1000472/1000472a1.htm>
16. <http://fizmag.narod.ru/pages/rus5.html>