**15-lekciya. Elеktrоmаgnit indukciya qubılısı.**

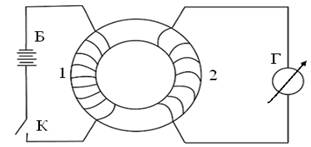
**Reje:**

Fаrаdеydińelеktrоmаgnitindukciyaqubılısı. Lеnc nızamı. ótkizgıwtiń induktivligi. Shınjırdı úziw hám jalǵawdaǵı ózlikindukciya qubılısları. ózara indukciya.Tоktıń mаgnit mаydan enеrgiyası. Mаgnеtikler mаgnit mаydanları. Mаksvеll tеńlemeleri.

**Faradeyniń elektromagnit induktsiya qubilisi.**

**Lents nızami**

         Elektromagnit induktsiya hádiysesi házirgi zaman fizikasi hám texnikasınıń eńáhmiyetli hádiyselernen biri bolıp, ol Faradey tárepinen 1831 jılda ashılǵan. Faradey ótkergen tájiriybelernen biride temir halqa alıp, oǵan kóp oramlardan ibarat bolǵan eki mıs shólǵam óradi: 1-shólǵam úshlarina tok deregi menen K gilt jalǵanǵan bolıp, ekinshisine gal'vanometr jalǵanǵan (66-súwret).



**66-súwret. eki shólǵamli transformator**

         Birinshi shólǵamda gilt jalǵanip,  tok payda bolǵanda, ekinshi shólǵamda tok impul'si payda bolǵan hám gal'vanometr mili bir tárepke aǵa baslaǵan hám júdá tez nolga qaytgan. Birinshi shólǵam gilti úzilgende da ekinshi shólǵamda tok impul'si payda bolıp,  gal'vanometr mili teris tárepge awip,  taǵı júdá tez nólge qaytǵan.

         Kóp sanlı tájiriybelerden tómendegi nızamlıatlar anıqlanǵan:

         Waqıt boyınsha ózgeretin sırtqı magnit maydanında jaylasqan ótkeriwshide **elektr jurgiziwshi kúsh** payda boladı.

         eger ótkeriwshijabıqbolsa, oljaǵdaydainduktsiontokpaydaboladı. ótkeriwshide**induktsiya esabına**paydabolǵanEYuK**úlkenligi**solótkizgishtikesip ótetuǵınmagnitinduktsiyasioǵiminiń ózgeristezligineproportsionalbolıptabıladı:

clip_image004     ,                            (36.1)

Bul ańlatpa **Faradey-Maksvell nızami** dep ataladı.

         Jabıq shınjırdı kesip ótetuǵın magnit induktsiyasi  aǵiminiń ózgerisin,  sol shınjır dógeregindegi magnit maydanın ózgertiw yamasa jabıq ótkeriwshini waqıt boyınsha ózgermeytuǵın magnit maydanında qózǵaw esabına payda etiw múmkin.

         Birinshi halda,  elektr hám magnit maydanlarınıń,  Maksvell jańalıq ashqan óz-ara tásirine tiykarınan,  yaǵnıy,  magnit maydanınıń qálegenshe ózgeriwi,  elektr maydanınıń payda bolıwına alıp keledi hám kerisinshe.

        ekinshi halda bolsa, ótkeriwshidegi erkin elektronlar háreketke kelip induktsiyaviy elektr tokini hasıl etedi.

         Elektromagnit induktsiya nızami energiyanıń saqlaniw nızamina tiykarlanip keltirip shıǵarıw múmkin.

         31-temadaǵı 57 - suwretke qaytamız.

clip_image006  uzunlikdagi ótkeriwshi qısqa waqıt ishinde,  magnit maydan tásirinde,  db kishi aralıqqa siljigan bólsin. Bul halda tok deregi atqarǵan jumıs

clip_image008     ,                              (36.2)

ga teń boladı. Basqa tárepten jumsalgan energiya eki bólekden ibarat boladı:

**a)** Djoul-Lents nızamina tiykarınan ózkazgichda ıssılıq ajırasıwına

clip_image010     ,                                  (36.3)

hám**b)** magnit maydanında clip_image012  kuch tásiride ótkeriwshin qózǵawda orınlanǵan jumistan ibarat boladı.

clip_image014   ,       (36.4)

Bul jerde R-shınjır qarsılıgı.

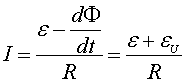
Energiyanıń saqlanish nızamina tiykarlanip

clip_image016     ,                 (36.5)

bul ańlatpanıń eki tárepin de Idt ge bólsek:

clip_image018      ,                            (36.6)

ga iye bólamiz. Bul mannan

     ,                      (36.7)

Derektiń  EYuK den tısqarı**induktsiyaviy** EYuK dep atalıwshı qosımsha EYuK da tásir etedi:

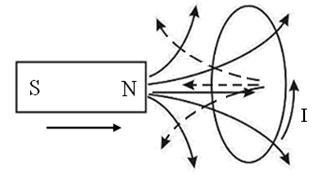
clip_image022      ,                              (36.8)

hám taǵı (36.1)-ańlatpaǵa iye boldıq.

         Bul jerde minus belgi,  jabıq shınjırdi kesib ótetuǵın  clip_image024  aǵim asıwı menen induktsiyaliq EYuK derek EYuK ge teris jónelgen boladı,  aǵısazayǵanda clip_image026  eki EYuK ler baǵdarı birdey boladı.

         Lents qaǵıydasına tiykarlanip induktsiyaliqEYuK baǵdarın anıqlaw múmkin: induktsiyaviy EYuK hám tok mudami sonday jóneliske iye boladıki, ol payda etken magnit maydani sol tokti payda etetin magnit aǵiminiń ózgerisine qarsılıq etedi.

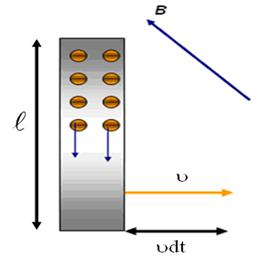
**1-mısal.**Ótkizgishten jasalǵan halqaga magnitniń arqa qutbini jaqınlastirsaq (67-súwret),



**67- rasm. Doimiy magnitniń xalqali ótkeriwshide induktsion tok payda etiwi**

halqadaI induktsion tok payda boladı, onıń magnit maydanı magnitniń arqa qutbini ıyteriwge háreket etedi,  yaǵnıy onı taǵı jaqınlasıwına tosqınlıq etedi. Nátiyjede,  bul induktsion tokniń magnit kúsh sızıqları halqada oń tárepten shep tárepke jónelgen boladı,  yaǵnıy biz tárepte tómennen joqarıǵa qarap jónelgen bolıp tabıladı.

**2-mısal.**clip_image030  uzunlikdagi ótkeriwshi, onıń uzınlıǵına perpendikulyar jóneliste  tezlik penen háreketlensin        (68-súwret).   V   induktsiyali   magnit   maydon   hareket  jónelisi ótkeriwshi uzınlıǵına perpendikulyar bólsin.



**68-súwret. Háreket baǵdarına perpendikulyar bolǵan magnit maydanınıń ótkeriwshi elektronlariga tásiri**

Wótkeriwshidegi e  zaryadli erkin elektronlarniń hár biri ótkeriwshi menen  tezlikde háreketlenedi. olardıńhárbirinef= eBLorentskúshitásiriqiladi. Fikran,  Lorentskúshinoǵanteńclip_image034  elektrkúshimenenalmastıramız.

clip_image036  kattalikniLorentskúshimaydanınıńkúshlengenligidepataymiz. Bulkuchlanganliktap ótkeriwshinińclip_image030  uzunliqqateńkesmasiga

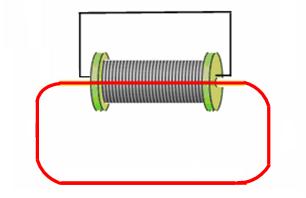
clip_image038

potentsiallarayırmashılıǵıqoyılǵandayoydasawlelendiriw etemizhámolinduktsiyaliqelektrjurgiziwshikúshketeńbolıptabıladı.

clip_image040   .

Sonday etip, ótkeriwshideháreketqilayotgan erkinelektronlargaLorentskúshinińtásiri (31.1)-ańlatpasınaalıpkeledi.

         egerjabıqshınjırN-taoramlardanibaratbolsahámmagnitaǵiminińkúshsızıqlarınıńhárbirisoloramlardıkesibótsa (69-súwret),



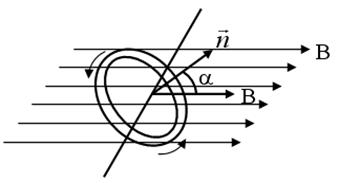
**69- rasm. N ta oramlardan ibarat jabıq shınjır**

wol halda bul oqimniń ózgerisi,  shınjırda induktsiyaviy EYuK ti  payda etedi:

clip_image044     ,                          (36.9)

 bu jerde  = NF-**aǵıs tutılıwı dep** ataladı.

         Kúsh sızıqlarına perpendikulyar bolǵan óq dógirek,  V induktsiyali bir jinsli magnit maydanında  doimiy múyesh tezlik penen aylanip atirǵan,  hár bir S júzege iye bolǵan N oramlardan ibarat ramkanıń elektromagnit induktsiyasin kórip shıǵamız (70-súwret)



**70- rasm. V induktsiyali magnit maydanında aylanip atirǵan N oramli ramka**

         Baslanǵısh momentda (t = 0),  ramka tegisligi V jóneliske perpendikulyar bólsin. Bul ramkanı kesib ótetuǵın magnit oqimi

**Fo=BS**   den

ibarat. t momentde bolsa, ol

**F=BS****cos**

ga teń boladı. Ramkada magnit oqiminiń tutılıwı

**=NBS****cos**

ke teń. Induktsiyaliq EYuK bolsa,  tómendegine teń boladı:

clip_image048

Shınjır qarsılıgıR bolsa,  ramkadaǵı induktsion tok

clip_image050       ,                    (36.10)

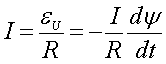
qa teń boladı.

         Bul jerde,  o hám Io-induktsion EYuK hám tokniń maksimal manisleri bolıp tabıladı.

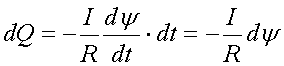
**(36.10)**-ańlatpa boyınsha ózgeriwshi tok,  **sinusoidal ózgeriwshen tok** dep ataladı.

         Magnit aǵimi tutılıwı1 den 2 maniske shekem ózgeriwi ushın ketken waqıtta shınjır arqalıaǵip ótkenQ zaryad muǵdarın esaplap koremız:

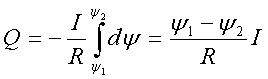
t-waqıt momentinde induktsion tok



ge teń. dt kishi waqıt ishinde shınjır arqalıdQ zaryad aǵip ótedi:

     ,                  (36.11)

1 den 2 gacha intervalda (36.11)-ańlatpanı integrallasaq tómendegine iye bólamiz:

       ,               (36.12)

Magnit maydanınıń ózgerisi esabına payda bolǵan elektr maydan kúsh sızıqları magnit kúsh sızıqların chirmab aladı.

         V induktsiya waqıt boyınsha ózgergeni ushın

clip_image058 ,

clip_image060  tsirkulyatsiya vektori,  elektrostatik maydan induktsiya vektorinan ayrıqsha túrde nolga teń emes.

         Sol sebepli bunday elektr maydanı potentsial maydan emes, ol dúbeleyli boladı jáne bunday maydan noqatlarında potentsial birdey maniske iye bolmaydı. Kúsh sızıqların bası hám aqırı bólmay, olar jabıq sızıqlardan ibarat boladı.

**37-§.  Ótkizgishtiń induktivligi**

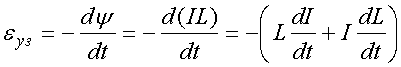
         Elektr tokıótip atirǵan hár bir ótkeriwshi óziniń jeke magnit maydanı tásirinde boladı. Tok payda etken magnit aǵimi yamasa aǵıs tutılıwı,  barlıq sharayatlarda tok kúshine proportsional bolıp tabıladı:

          = LI  ,                                  (37.1)

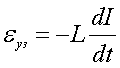
Bul jerde L-proportsionalliq koeffitsienti-**ótkizgishtiń induktivligi** dep ataladı. Ótkizgishtiń induktivligi onıń forması, ólshemi hám magnit sińdiriwshenligine baylanıslı.

        ótkeriwshide magnit maydanınıń ózgerisi ol jaǵdayda induktsiya elektr jurgiziwshi kúshin qózǵatadi hám ol ó**zinduktsiya EYuK** dep ataladı.

         (37.1)-ańlatpadan kórinib turıptı ózinduktsiya EYuKni payda bolıwı ótkeriwshide tok kúshiniń yamasa ótkeriwshiniń induktivligini ózgerisi esabına júz beredi. Bul ózgerislerde,  konturda payda bolatuǵın ózinduktsiya EYuK   tómendegine teń bolıp tabıladı:

     ,      (37.2)

Yegerde tok kúshi ózgerisinde induktivlikózgermesten qalsa    (L = const,  bul hal tek statiyada ferromagnit ayrıqshalıqı joq ekenligide júz beriwi múmkin), ol halda

     .                               (37.3)

Bul ańlatpadaǵı minus belgi Lents qaǵıydasına tiykarınan payda bolǵan hám induktsion tok onı vujudga keltiretuǵın sebeplerge mudami qarsılıq etiw tárepine jónelgenligin ańlatadı.

         XBT de ótkeriwshi induktivliginiń birligi sıpatında, ótkeriwshidegi tok kúshi hár sekundda 1 A ga ózgergende 1 Vb ga teń-magnit oqimi tutılıwın payda etetin induktivlik payda etken hám ol bir Genri (Gn) ga teń bolıp tabıladı.

clip_image066     ,                      (37.4)

(34.3)-ańlatpadan 1Gn = 1 V.sek/Amper ga teń boladı.

**38-§.  Solenoidniń induktivligi**

         Uzınlıǵı diametridan úlken bolǵan solenoid induktivligini esaplap kóremız.I tok ótip atirǵan,  solenoid ishinde induktsiyasi B= onI ga teń bolǵan bir jinsli magnit maydanı payda boladı.

         Hár bir oramdan ótip atirǵan magnit oqimi

F=BS

ga teń bolıp,  solenoid boyınsha tolıq magnit aǵıs tutılıwı

clip_image068     ,            (38.1)

ga teń boladı. Bul jerde clip_image070  -solenoid uzınlıǵı,  S-wonıń kesesine kesimi ústı,  n-birlik uzınlıqdaga oramlar sanı. Solenoidniń ulıwma oramlar sanı

clip_image072

den ibarat bolǵanda,  (38.1) -hám (37.1) -ańlatpalardı salıstırıw arqalı,  uzın solenoid induktivligi ańlatpasın keltirip shıǵarıw múmkin:

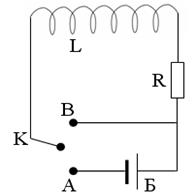
clip_image074    ,                       (38.2)

Bul jerde clip_image076  -solenoid kólemi. Bul ańlatpadan o niń ólshem birligin tabiwimız múmkin:

clip_image078    ,     clip_image080

**39 -§.  Shınjırdı tok dereginen úziwde payda bolatuǵın ózinduktsiya**

         Úlken induktivlikka iye bolǵan shınjırnı tok deregiden úziwde vujudga keletuǵın ózinduktsiya hádiysesin kórip shıǵamız (71-súwret).



**71-Súwret. Úlken induktivli elektr shınjırı**

         K gilt A kontaktga jalǵanǵanda, shınjırdan muǵdarı Om nızami menen anıqlanatinIo ózgermeytuǵın tok ótebaslaydi.

         t = 0 momentda giltni tok deregiden uzib, V kontaktga jalgaymiz hám jabıq shınjır paydaetemiz. Tok ózgerip,  azaya baslaydı hám shınjırnıń induktivlik bólegide ózinduktsiya EYuK payda boladı hám tokniń azayıwına qarsılıq etip, onıbelgili waqıtqa shekem saqlap qalıwǵa intiladi. Om nızamiga tiykarlanip:

clip_image084

yamasa

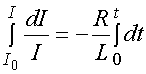
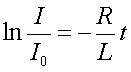
clip_image086    ,

wózgeriwshilerdi bólek gruppalasak

clip_image088       ,                               (39.1)

ga iye bólamiz.

         Bul differentsial teńlemeniń shep tárepin Io den I gacha, ońın 0 den t gacha integrallasak,  tómendegine iye bólamiz:

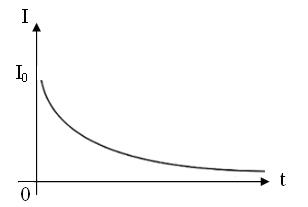
    yoki    .

Bul ańlatpanı potentsiallasaq

clip_image094      ,                            (39.2)

ga iye bólamiz.

         Úlken induktivli shınjırnı tok dereginen úziwde xosil bólgan tokniń waqıt boyınsha ózgeris grafigi 72 - suwretde keltirilgen.



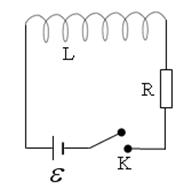
**72- rasm. Induktivli elektr shınjırında induktsion tokniń waqıtqa baylanıslı ózgerisi**

         Shınjır dereginenajiratilip,  jabıq shınjır payda etilgennen sóń toktiń waqıt boyınsha ózgerisi eksponenta menen xarakterlenedi.

         Tok qmanisiniń nolge teńlesiw waqıtıclip_image098  qatnasina baylanıslı,  L induktivlik qansha úlken bolsa, ol waqıt sonshaúlken boladı.

**40-§.  Shınjırdi tok deregine jalǵawda payda bolatuǵın ózinduktsiya**

        Baslanǵıshmomentdashınjırashıqhámshınjırdaǵı tokmanissinolgeteń (73-súwret).



**73-Súwret. Induktivlikhámqarsılıqdanibaratelektrshınjıri**

        t = 0 waqıt momentida shınjırnı derekke jalǵasak, ondaǵı tok 0 den Io maniske shekem asip baradi.

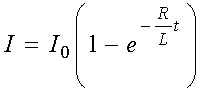
         Toktiń ósiwi (wózgerisi) qosımsha ózinduktsiya EYuKni vujudga keltiradi. Om nızamiga tiykarınan,  tómendegi ańlatpanı jayıwımız múmkin:

clip_image102  .

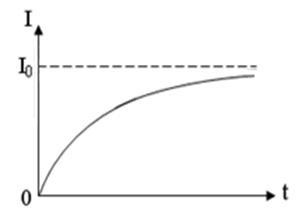
Ańlatpanıń barlıq bólimlerin L ga bólsek:

clip_image104      ,                        (40.1)

ga iye bólamiz. Bul birjinsli bolmaǵan differentsial teńlemenińsheshimi (t  = 0  da  I = Io ga teń bolǵanda)

      ,                        (40.2)

den ibarat esaplanadi. 74-suwretde shınjır derek'ga jalǵanǵandaǵı toktiń ózgeris grafigi keltirilgen.

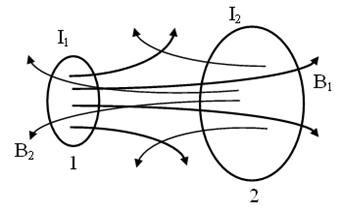


**74– súwret. Shınjırdı tok deregine jalǵawda payda bolǵan induktsion tokniń waqıtqa baylanıslı ózgerisi**

        Tokmánisieksponentsialkórinisteasıpbaradıjánebuǵantiyisliwaqıt clip_image110   qatnasqakúshlibaylanıslı.

**41-§.  óz-ara induktsiya**

         75-suwretde bir-birine jaqın jaylasqan ikkita konturni alamız.



**75- rasm. ekew jabıq kontur arasındaǵı óz-arainduktsiya**

1 - konturda qanday da derek' arqalıI1  tok oqadi.

         Bul tok 1 = L1I1 magnit oqimini hasıl etedi jáne onıń12 bólegi 2 - konturnı sizib ótedi.

12 = L12I1 ,

dt waqıt ishinde I1 tokni dI1 maniske ózgertsek,  2 - konturda ózinduktsiya EYuK ni payda etemiz:

clip_image114        .                  (41.1)

Yendi bolsa,  konturlar halatın ózgertirmesten,  2-konturǵa tok deregin jalǵap, ol jaǵdayda I2 tok payda etemiz.óz gezeginde I2 tok 2 = L2I2  magnit aǵimini vujudga keltiradi. Bul aǵimniń

21 = L21I2

bólegi birinshi konturnı kesib ótedi.

         I2 tok manisin ózgertirsak, 1 - konturda 21-wózinduktsiya EYuK payda boladı:

clip_image116       .                (41.2)

Yegerde konturlardıń ólshemleri hám jaǵdayları ózgermeytuǵın saqlansa L12,  L21 ga teń boladı.

  L21= L12 = M   ,

Bul jere M-yeki **konturnıń óz-ara induktsiya  koeffitsienti bolıp tabıladı** jáne onıń manisi eki konturdıń óz-ara baylanısıw dárejesin ańlatadı.

         Bir konturda toktiń ózgerisi ekinshiside induktsiya EYuK ni payda etiw hádiysesi-**wóz-ara induktsiya** hádiysesi dep ataladı.

         L12 hám L21 koeffitsientlar manisleri konturlardıń forması, ólshemleri hám óz-ara jaylasıwına baylanıslı, odan tısqarıátirap ortalıqdıń magnit singdiruvchanligiga da baylanıslı.

         Sonday etip, ekinshi shınjırda induktsiyalangan EYuK manisti óz-ara induktsiya koeffitsienti hám birinshi shınjırdaǵı tokniń ózgeris tezligiga proportsional bolıp tabıladı.

clip_image118     ,                               (41.3)

Bunday induktsiya EYuK niń payda bolıwı,  ádetde**transformatorlarda** baqlanadi.

**42-§.  Toktińmagnitmaydanenergiyası**

         71 - suwretdekeltirilgensızılma (sxema) nikóripshıǵamız.  IobaslanǵıshtokLinduktivliklitútedemagnitmaydanıpaydaetedi.KgiltniVkontaktgajalǵanǵandashınjırdawaqıtboyınshasóniwshi,  wóz-wózinduktsiyaEYuKnitiklabturıwshıItokótedi.

         dtwaqıtishindebultoknińatqarǵanjumısıtómendegineteńbolıptabıladı:

clip_image120    .      (42.1)

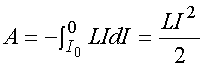
Yegerde solenoid induktivligiItokkabaylanıslıbólmasa           (L= const),   u jaǵdayda

clip_image122

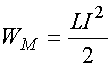
gateńboladı.

clip_image124          ,                        (42.2)

 ifodaniI den 0 maniskeshekemintegrallasaq,  magnitmaydanjoǵalǵanǵashekemketkenwaqıtishindetoknińatqarǵanjumısınbahalayalamız:

      .                       (42.3)

Magnitmaydanıpútkilleyjoǵalǵanda,  tokaǵimitóxtaydi, orınlanǵanjumısshınjırdabóleklengenıssılıqmuǵdarınateńboladı.

       ,                            (42.4)

buljerde,  Wm-magnitmaydanenergiyasıbolıptabıladı.  Bulańlatpamagnitmaydanenergiyasıótkeriwshide (induktivlikda) jaylasqanboladıhámtokqabaylanıslı (L-wótkeriwshiinduktivligi,  I-tok).

         Magnitmaydanenergiyasın

clip_image130

ańlatpajárdemindemaydanmenenbaylanıslıbolǵanúlkenlikarqalı  da ańlatiwimizmúmkin:

clip_image132    ,      clip_image134   ,       clip_image130

Sol sebepli:

clip_image137     ,                         (42.5)

gateńboladı. Buljerde,  hámN-wortalıqtıńmagnitsindiruvchanligihám solenoid ishindegimaydankuchlanganligi,  V-solenoid kólemi.

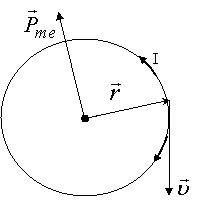
clip_image139  -úlkenlik,  magnitmaydanenergiyası ózgermeytuǵıntıǵızlıqmenenbólistirilgenliginkórsetedi.

**43** **-** **§.  Magnetiklarda** **magnit** **maydanı**

         Sırtqı magnit maydanında magnitlanıw ayrıqshalıqına iye bolǵan hám átirap -ortalıqtaǵı nátiyjelik magnit maydannıńózgertira alatuǵın statiyalar-magnetikler dep ataladı.

         Magnetiklerdiń magnitlanıwın Amperning molekulyar toklar tuwrısındaǵı gipotezasi arqalı túsiniw múmkin. Klassik fizika túsinigine tiykarınan,  atomlardagi elektronlar  sheńber formasındaǵı traektoriya-orbita boylap háreketlenedi hám orbital tokni hosiletediler.

         Magnit qásiyetlerine tiykarınan,  hár bir atom yamasa  molekulanı,  jabıq elektron toklar sisteması-molekulyar toklar dep atasadı. Hár birelektron orbital tok Pme magnitmomentimenenxarakterlanadi  (76 - súwret) .



**76** **-rasm. Elektronnıń orbital tokmagnitmomenti**

Bulmagnitmomenti-elektronnıń orbital magnitmomentidepataladı.Birelektronnıń orbital magnitmomenti

                                               Pme= IS

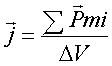
gateń. Buljerde clip_image006 -orbital tok, e-elektronzaryadı,  -aylanıwchastotasi,  clip_image008 -orbital tokústı.olhalda

                                               Pme =evr2                                     (43.1)

         Atom hámmolekuladaǵıhárbirelektronsonday orbital magnitmomentineiyebolǵanıushın,  atomhámmolekulanıńmolekulyartoklarıpaydaetǵannátiyjelikmagnitmomentielektronlarmagnitmomentlariningjıyındısınatengbolıptabıladı:

clip_image010    ,                             (43.2)

         Magnetiklerdińmagnitlanıwınsıpatınsuwretlewushın clip_image012 -**magnitlaganlikvektorı** depatalatuǵınúlkenlikkiritiledi.Bulúlkenlikmagnetiktińbirlikkolemidegi atom hámmolekulalarınıń orbital magnitmomentlerijıyındısınatengbolıptabıladı:

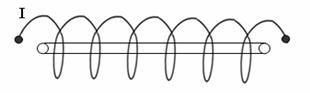
      ,                            (43.3)

buljerde V-magnetiktińmúmkinbolǵaneńkishikólemihámoljaǵdaydamagnitmaydanıbirjinslidepesaplanadı.

         Induktsiyası clip_image016 bólgansırtqımagnitmaydanınajaylastırılǵanmagnetikde,  induktsiyası clip_image018 bólganishkimaydanpaydaboladı,  usınıńsebepinen clip_image020 -nátiyjelikmagnitmaydanıtómendegisheteńboladı:

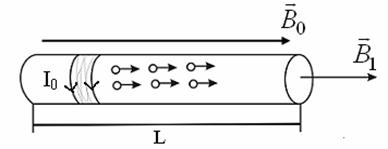
clip_image022    ,                            (43.4)

         Magnetiktiń clip_image024 vektormenenańlatpalanadiganjekemaydanıbirjóneliskejóneltirilgenmolekulyartoklardıńmagnitmomentimenenanıqlanadı.Shamamenenoylayıq,  clip_image016 induktsiyalisırtqıbirjinslimagnitmaydanındatsilindrkóriniste,  kesesinekesimústı S hámuzınlıǵı L bolǵanbirjinslimagnetikjaylasqanbólsin  (77-súwret) .



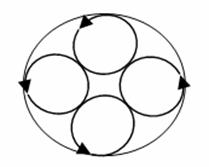
**77-rasm.Induktsiyalıbirjinslimagnitmaydanındamagnetik**

Atom hámmolekulalar orbital magnitmomentlerimagnetikde hosiletken clip_image027 induktsiyaliishkimagnitmaydanı,   sırtqımagnitmaydaninduktsiyavektorı clip_image029 yónalishimenenuyqastúsedi  (78-súwret) .



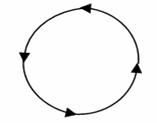
**78-rasm.Atomlar orbital magnitmomentleriishkimaydanıinduktsiyavektorınıńbaǵdarı**

         Tsilindrikmagnetikóqigaperpendikulyarbolǵan S kesesinekesimidabarlıqmolekulyartoklaróz-arakompensatsiyalashadi  (79-súwret) .



**79-rasm.Tsilindrikmagnetikkóndalengkesimidagimolekulyartoklar**

Magnetiktiń yon sirtida,  kesesinekesimningperimetrindetoklarnoldanayrıqshaboladı  (80-súwret) .



**80-rasm.Magnetiktiń yon sirtidagimolekulyartoklar**

         Nátiyjede,  tsilindrikmagnetiktisolenoidgaóxshatishmúmkinjáneonıńsırtqısirtiningbirlikuzınlıǵındaótkeriwshiniń I0 toklibiroramı bar depesaplawmúmkin. Bultokmagnetiktińmolekulyartoklarınaekvivalentbolǵanlıǵıushın N kúshlanganliklihám V = 0I0 induktsiyalıishkimagnitmaydanıni paydaetadı.

         I0 tokúlkenligin clip_image037 -magnitlanganlikvektorımenentómendegishebólewmúmkin

clip_image039   ,                               (43.5)

wolhalda

clip_image041     .                                 (43.6)

         Tájiriybelerkórsetiwishe,magnitlanganlikvektorı

clip_image043    ,                                     (43.7)

gatengbolıptabıladı.  Buljerde -magnetiktińmagnitqabılqiluvchanligi,  clip_image037 va clip_image045 ningólshewbirlikleri clip_image047 birxilbolǵanıushın -wólshewsizúlkenlikesaplanadı.

          (43.6) -hám  (43.7) -teńlemelerdentómendegineiyebólemiz.

clip_image049    .                                 (43.8)

         Nátiyjelikmagnitinduktsiya

clip_image051      ,

teńbólgani ushın

clip_image053     ,                            (41.9)

clip_image055     ,                           (43.10)

(1+)  gateńbolǵanólshewsizúlkenlik **magnetiktińmagnitsingdiruvchanligi** depataladı:

clip_image057    ,                                    (43.11)

         Sondayetip,  magnetikdeginátiyjelikmagnitmaydanıinduktsiyası clip_image020 magnitmaydanıkúshlanganligi clip_image045 bilantómendegishebaylanısqanboladı:

clip_image061    yoki        ,                  (43.12)

**44-§  Maksvellteńlemeleri**

         Maksvellteoriyasınatiykarınanmagnitmaydanıderegisıpatındazaryadlardıńtártipliháreketibolǵantoklardantısqarı, ózgeriwshenelektrmaydanı da derekbolıwımúmkin.

         Elektrmaydaninduktsiya  (jılısıw)  vektorı clip_image065 uchun Gauss teoremasinijazamız

clip_image067

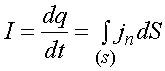
         Bulteńliktińekitárepinwaqıtboyınshadifferentsiallasak,  tómendegineiyebólemiz:

clip_image069

clip_image070 induktsiya vektorı tek waqıtqaemes,  bálki koordinataga da  baylanıslı bolǵanı ushın clip_image072 jeke hosila belgisin tańladıq,

qzaryadnıńózgeriwi tek zayadlarning keliwi yamasa ketiwinde,   yaǵnıy tok ámeldegi bolǵanda júz boladı.

Tokkúshi

  ,

gateń. Buljerde,

clip_image076  .

Teńliktińońı-jılısıwvektorınıńózgeristezligibolıptabıladıhámoljılısıwtokınıńqısıqlıǵıdepataladı.

         Maksvellshamamenenoylaishicha,  jılısıwtokı, ótkezgishliktokınauqsawmagnitmaydanınıńderegiesaplanadı.olhaldamagnitmaydanıkúshlanganligicirkulyatsiyasıformulasıntómendegisheqaytajazıwmúmkin:

clip_image078      ,                    (44.1)

buljerde I-wótkezgishliktokı,  clip_image080 siljishtokı.

         Bulteńleme **Maksvellningbirinshiteńlemesiniń** differentsialkórinisibolıptabıladı.

         Dielektrikda, ótkezgishliktokıjoqbolǵanıushın,  bulteńlemetómendegishejazıladı:

clip_image082    ,                             (44.2)

Bulteńlemetómendegimániskeiye: elektrmaydanınıńistalganózgeriwimagnitmaydanınpaydaetadı.ózgezeginde,  magnitmaydanınıńózgeriwidúbeleylielektrmaydanınvujudgakeltiredi, onıńkúshlanganlikvektorıcirkulyatsiyası,  berilgenkonturdıkesipótetuǵın,  belgisiterisbolǵanmagnitmaydaninduktsiyaaǵımınıńózgeristezliginetengbolıptabıladı.

clip_image084   ,                               (44.3)

Bul **Maksvellningekinshiteńlemesibolıptabıladı**.

         Elektrmaydaninduktsiyaaǵımıushın Gauss teoremasiańlatpası

clip_image086  ,                                 (44.4)

**Maksvellningúshinshiteńlemesi**esaplanadı.

         Magnitmaydanıinduktsiyaaǵımıushın Gauss teoremasiańlatpası

clip_image088   ,                                 (44.5)

**Maksvellningtórtinshiteńlemesibolıptabıladı**.

         Elektrmaydanınıńkúshlanganligiháminduktsiyavektorlarınıńóz-arabaylanısıwı

clip_image090   ,                                 (44.6)

**Maksvellningbesinshiteńlemesibolıptabıladı**.

         Magnitmaydanınıńkúshlanganligiháminduktsiyavektorlarınıńóz-arabaylanıslılıqteńlemesi

clip_image092   ,                                (44.7)

**Maksvellningaltınshıteńlemesibolıptabıladı**.

         Elektrmaydanıkúshlanganliginiótkezgishliktokıqısıqlıǵımenenbaylanıslılıqańlatpası

clip_image094   ,                                  (44.8)

**Maksvellningjetinshiteńlemesi** depataladı.

         Buljoqarıdasanapótilgenjetewteńlemeler **Maksvellningteńlemelersisteması** depataladı.

         Bulteńlemelerdenelektrhámmagnetizmdaámeldegibolǵanbarlıqnızamlardıkeltiripshıǵarıwmúmkin.

**Qaytarıwushınqadaǵalawsorawları**

1.          Magnitmaydanı ne? Elektromagnittásirdińtiykarǵımánisinimada?Tokliótkeriwshilerarasındaǵıtásirkúshiqanday formula arqalıanıqlanadı?

2.          Magnitmaydandıkúshmınezlemesiqandayfizikúlkenlikmenenanıqlanadı?

3.          Qandaysızıqlarmagnitinduktsiyasızıqlarıdepataladı?olardıńbaǵdarıqandayanıqlanadı?

4.          Bio-Savar-Laplasnızamıntúsintirińjáneonıtúr-túrliótkeriwshilergeqandaynátiyjeniámeldeqollanıwetiwmúmkin?

5.          Tolıqtoknızamı ne? Solenoid hámtoroidlarningmaydaninduktsiyasıqandaytabıladı?

6.          Elektromagnitinduktsiyaxodisasi ne? ElektromagnitinduktsiyaxodisasiushınFaradeyhám Lents nızamlarıtúsintiriń.Induktsiyahámózinduktsiyaelektryurutuvchikúshleriqandayanıqlanadı?

7.          Solenoidninginduktivligiqandaytabıladı?

8.          Elektrshınjırıntokdereginejalǵawjáneonıderekdenúziwdepaydabolatuǵıntoklardıńma`nisiqandayformulalarmenenanıqlanadı?

9.          Magnitmaydanenergiyasıqanday formula menentabıladı?

10.    Maksvellformulalarınıńjazıptúsintiripberiń.