**4 A. Esasy formulalar. Elektrostatika.**

 Nokatlanç  zarýadlaryň arasyndaky täsir güýçleri üçin Kulonyň kanuny:



bu ýerde zaýadlaryň arasyndaky aralyk, sredanyň dielektrik syzyjylygy.. elektrik hemişeligi 

 Elektrik meýdanynyň güýjenmesi:



 Birnäçe zarýadyň döredýän elektrik meýdanynyň güýjenmesi aýra-aýra meýdanlarynyň güýjenme wektorlarynyň geometrik jemi ýaly kesgitlenýär.

 Gaussyň teoremasy boýunça islendik ýapyk üstden geçýän güýjenmäniň akymy:



bu ýerde ýapyk üstüň içinde ýerleşen zarýadlaryň algebraik jemi.

Islendik ýapyk üstden geçýän elektrik induksiýasynyň akymy:



 Gaussyň teoremasynyň kömegi bilen dürli zarýadly bölejikleriň döreden elektrik meýdanynyň güýjenmesini hasaplap bolýar.

 Tükeniksiz uzyn zarýadly sapagyň elektrik meýdanynyň güýjenmesi.



bu ýerde sapakda zarýadyň çyzyklaýyn dykyzlygy, sapaga çenli aralyk.

 Sapagyň uzynlygy çäkli bolanda onuň ortasyna inderilen perpendikulýaryň üstünde, sapakdan  aralykdaky nokadyň meýdanynyň güýjenmesi



bu ýerde öwrenilýän nokatdan sapaga inderilen normal bilen sapagyň ujyna geçirilen radius-wektoryň arasyndaky burç,

 Tükeniksiz uly zarýadly tekizligiň elektrik meýdanynyň güýjenmesi



bu ýerde tekizlikdäki zarýadyň üst dykyzlygy,

 Tekizlik ** radiusly üst görnüşinde bolanda, onuň merkezine inderilen perpendikulýarda, merkezinden  aralykda ýerleşen nokatda elektrik meýdanynyň güýjenmesi:



Dürli atly zarýadlanan iki parallel, tükeniksiz uly tekizlikleriň döredýän

elektrik meýdanynyň güýjenmesi:



Şu formula tekiz kondensator üçin hem dogrydyr.

 Zarýadly şaryň döredýän elektrik meýdanynyň güýjenmesi



bu ýerde  şaryň zarýady  radiusy ,

şaryň merkezine çenli aralyk 

 Elektrik induksiýasynyň (D) formulasy:



Elektrik meýdanynyň iki nokadynyň arasyndaky potensiallaryň tapawudy 

bu ýerde birlik položitel zarýady bir nokatdan beýleki nokada geçirmek üçin edilmeli iş.

 Nokatlanç zarýadyň potensialy



bu ýerde zarýada çenli aralyk.

 Potensial bilen elektrik meýdanynyň güýjenmesiniň baglanşygy:



 Meýdan birhilli bolanda tekiz kondensatoryň meýdanynyň güýjenmesi.



bu ýerde U-kondensatoryň plastinalarynyň arasyndaky potensiallaryň

tapawudy, *d*-olaryň arasyndaky uzaklyk.

 Ýalňyz geçirijiniň potensialy bilen onuň zarýadynyň baglanşygy



bu ýerde geçirijiniň sygymy.

 Tekiz kondensatoryň sygymy:



bu ýerde plastinalaryň arasyndaky uzaklyk,

kondensatoryň plastinasynyň meýdany.

 Sferiki kondensatoryň sygymy:



bu ýerde içki sferanyň radiusy, daşky sferanyň radiusy,  bolanda ýalňyz şaryň sygymyny alarys



 Silindrik kondensatoryň sygymy:



bu ýerde koaksial silindrleriň beýikligi, içki we daşky silindrleriň radiuslary.

 Parallel birikdirilen kondensatorlaryň sygymy:



Yzygiderli birikdirilen kondensatorlaryň sygymy:



 Zarýadly ýalňyz geçirijiniň energiýasy üçin formulalar:

 

 Tekiz kondensatoryň energiýasy:

 

bu ýerde her plastinanyň meýdany, plastinadaky zarýadyň üst dykyzlygy, U-plastinalaryň arasyndaky potensiallaryň tapawudy.

 Elektrik meýdanynyň energiýasynyň göwrümleýin dykyzlygy



**Elektrik togy.**

Toguň *I* güýji wagt birliginde geçirijiniň kese kesiginden geçýän elektrik zarýady bilen kesgitlenýär:

 

 Elektrik togunyň dykyzlygy



bu ýerde geçirijiniň kese kesiginiň meýdany. Zynjyr uçastogy üçin Omuň kanuny



bu ýerde uçastogyň uçlaryndaky naprýaženiýe,

bu uçastogyň garşylygy,

 Geçirijiniň garşylygy:



bu ýerde udel garşylyk, udel geçirijilik, geçirijiniň uzynlygy.

 Geçirijiniň garşylygynyň temperatura baglylygy.



bu ýerde temperatura  bolandaky udel garşylyk, garşylygyň temperatura koeffisiýenti.

 Zynjyr uçastogynda elektrik togunyň işi:



 Ýapyk zynjyr üçin Omuň kanuny



bu ýerde tok çeşmesiniň EHG-si, daşky garşylyk, çeşmäniň içki garşylygy.

 Zynjyryň doly kuwwaty



 Kirhgofyň birinji kanuny: elektrik shemasynyň islendik düwüninde toklaryň algebraik jemi nola deň:



 Kirhgofyň ikinji kanuny: elektrik shemasynyň islendik konturynda EHG-leriň algebraik jemi:potensiallaryň peselmeleriniň algebraik jemine deňdir:



**Elektrolitlerde elektrik togy üçin Faradeýiň kanunlary.**

Faradeýiň birinji kanuny:



bu ýerde elektrolizde bölünip çykýan maddanyň mukdary, elektrolitden geçýän zarýadyň mukdary, elektrohimiki ekwiwalent.

 Faradeýiň ikinji kanuny:

 

bu ýerde *M*-ionyň molýar massasy,walentlilik, -Faradeýiň hemişeligi.

 Gazdan akýan toguň  dykyzlygynyň pes bahalary üçin Omuň kanuny



bu ýerde meýdanyň güýjenmesi, gazyň udel geçirijiligi, ionyň zarýady, ionlaryň süýşüjiligi, gazyň birlik göwrümindäki dürli alamatly jübüt ionlaryň sany.

**Mesele işlemegiň mysallary.**

**Mesele 4.1.** Uzynlygy 0,6 m inçe iki ýüpek sapaklardan massasy 8g bolan şarjagazlar asylan. Şarjagazlaryň hersine  biratly zarýad berilse olaryň arasy näçe bolar?

**Çözülişi.** Suratdan 

agyrlyk güýji;

kulon güýji.

X

X/2

Onda 

Ýokarky üçburçlykdan



Kiçiräk burçlarda, takmynan  hasaplar alarys

  bu ýerden

 

 

**Mesele 4.2. ** nokatlanç zarýadlaryň aralygy Birinji zarýaddan  daşlykda, ikinji zarýaddan  daşlykda ýerleşen nokatdaky  güýjenmäni we  potensialy kesgitlemeli.

**Çözülişi.**

 A nokatdaky elektrik

meýdanynyň güýjenmesi

 

+q1

-q2

r1









r1







 





Üçburçlyk üçin

  bu ýerden 



 nokatdaky meýdanyň potensialy



 

**Mesele 4.3.** Radiusy  çyzyklanç dykyzlyk bilen deňölçegli zarýadlanan uzyn silindr elektrik meýdanyny döredýär. Silindriň ortasynda onuň üstünden aralyklarda ýerleşen nokatlaryň potensiallarynyň tapawudyny tapmaly.

**Çözülişi.**

 Güýjenmäniň we potensialyň üýtgemesiniň  gatnaşygyndan peýdalanmaly. Silindriň meýdany simmetrik okly. Şonuň üçin gatnaşyk ulanylsa bolýar.



Bu aňlatmany integrirläp silindriň okundan  aralyklarda ýerleşen nokatlaryň potensiallaryň tapawudyny kesgitläp bolýar:



 Silindr uzyn, nokatlar silindre golaý we orta böleginde. Şonuň üçin güýjenme tapylanda tükeniksiz uzyn silindr üçin güýjenmäniň formulasyny ulanman bolar.



Bu aňlatmany (1) deňlige goýup alarys

 

Bu ýerde 

**Mesele 4.4.** Howaly kondensatoryň plastinalaryna  potensiallaryň tapawudy goýlan. Plastinalaryň meýdany  olaryň arasy  Kondensatory çeşmeden aýryp plastinalaryň arasyny parafinden  doldyrdylar. Dielektrik salynandan soňky potensiallaryň  tapawudyny tapmaly. Dielektriksiz we dielektrikli kondensatoryň  dielektrik sygymlaryny kesgitlemeli.

**Çözülişi.**

 Dielektriksiz we dielektrikli ýagdaýlarda kondensatory zarýady we zarýadyň plastinadaky üst dykyzlygy hemişelik saklanýar



 Gaussyň teoremasy boýunça dürli atly zarýady bolan parallel tekizlikleriň meýdanynyň güýjenmesi üçin formula ulanalyň

 

 Potensiallaryň tapawudy

 Bu ýerde 

 

 Sygymlar:

 

 

**Mesele 4.5.** Sygymy  kondensator potensiallaryň tapawudyna çenli zarýadlanan. Kondensator tok çeşmesinden aýrylyp zarýadlanmadyk kondensatora parallel birikdirilýär. Ikinji kondensator birikdirilende uçgun emele gelmegini sarp edilen energiýany tapmaly.

**Çözülişi.**

 Uçgun emele gelmäge sarp bolýan energiýa



bu ýerde ikinji kondensator birikdirilmänkä birinji kondensatoryň energiýasy.

 Zarýadly kondensatoryň energiýasy



1. we (2) deňliklerden alarys:



bu ýerde kondensator batareýasynyň uçlaryndaky potensiallaryň tapawudy.

 Ikinji kondensator birikdirilenden soň hem zarýadyň üýtgemeýändigini hasaba alyp ýazmak bolar

 

(3) deňlemä goýup alarys:  ýa-da

  

**Mesele 4.6.** Suratdaky zynjyrda ampermetr tok görkezýär. *R1* garşylykda tok güýji *I*,=0,5*A* . Garşylyklar   garşylygy,  garşylyklardan geçýän tok güýçlerini tapmaly.

**Çözülişi.**

Umumy tok güýji

 

Umumy naprýaženiýe

 

 garşylygyň uçlaryndaky , naprýaženiýe parallel birikdirilen

 garşylyklaryň uçlaryndaky naprýaženiýä deňdir.

A

R1

R2

R3

 

 

 

 

 

 

**Mesele 4.7.** Elektrik zynjyrynyň daşky böleginde  tok bolanda  kuwwat ýüze çykýar. Tok  bolanda  kuwwat ýüze çykýar. Çeşmäniň  elektrik hereketlendiriji güýjüni we içki garşylygyny kesgitlemeli.

**Çözülişi.**

Peýdalanylýan formulalar

 

 kuwwat:

 

 kuwwat: 

(1) deňlikden (2) deňlige goýup alarys

 ýa-da

 bu ýerden







**Mesele 4.8.** Içki garşylygy  *we EHG-si 150 W* bolan tok

çeşmesine potensiometr birikdirilen (surata seret). Potensiometriň garşylygy  1) potensiometriň hereketli bölegi ortada bolanda içki garşylygy

  bolan woltmetriň

V

b

a





görkezenini tapmaly;

2) woltmetr aýrylanda 

nokatlaryň arasyndaky

 potensiallaryň *R*

tapawudyny tapmaly.

**Çözülişi.**

1)  nokatlary birikdirilen woltmetriň görkezjek naprýaženiýesi



*I1*-zynjyryň şahalanmaýan bölegindäki tok guýji.

parallel birikdirilen woltmetr bilen potensiometriň ýarysynyň garşylygy 

zynjyryň daşky böleginiň garşylygy;



Bu deňlikden (1) deňlige goýup alarys





    

2) woltmetr aýrylanda *a* we *b* nokatlaryň arasyndaky naprýaženiýe



 woltmetr aýrylandaky tok 

Bu aňlatmany (3) deňlige goýup alarys. 

**Mesele 4.9.** Garşylygy  geçirijidäki tok güýji  dowamynda çyzyklanç kanun bilen  bahadan  çenli ösýär (surata seret). Birinji sekundyň dowamynda bölünip çykjak  we ikinji sekundyň dowamynda bölünip çykjak  ýylylyklary tapmaly. Ol ýylylyklaryň  gatnaşygyny hasaplamaly.

**Çözülişi.**

Joul-Lensiň   kanunyndan tok üýtgände şerti üçin  wagt üçin alarys

                                   

bu ýerde tok  baglanyşy bilen üýtgeýän funksiýa. Suratdan görnüşi ýaly

  Onda 

 wagtdan wagta çenli bölünip çykjak ýylylygy hasaplamak üçin (2) deňligi integrirlemeli

I, A

1

2

0

3

6





 

 t.s

 

**Mesele 4.10.** Suratdaky zynjyryň her bölegindäki togy tapmaly.

Maglumatlar

 

B

A

L

























C

D

F

**Çözülişi.**

A nokat üçin Kirhgofyň

birinji düzgünini ulanmaly

 

Konturlarda sagat diliniň

tersine aýlanyp Kirhgofyň

ikinji düzgünini ýazýarys.

Konturlar:



 Daşky kontur üçin ýazmak gerek däl, sebäbi deňlemeleriň sany ýeterlik. Maglumatlary goýup alarys:

 

ýa-da

 

(1) deňlikden  onda

 

Bu deňligiň birinjisinde  tapyp ikinjisine goýmaly

 

 

 

 

Toklaryň bahalary položitel sanlar. Diýmek, shemada toklaryň ugruny belleýşimiz dogry.

**5 A. Esasy formulalar.**

  tok geçýän  uzynlykly tok elementiniň giňişligiň käbir nokadynda döredýän magnit meýdanynyň  güýjenmesi:



bu ýerde tok elementinden öwrenilýän nokada çenli aralyk, radius-wektor bilen  elementiň arasyndaky burç.

 Aýlaw toguň merkezindäki magnit meýdanynyň güýjenmesi:



bu ýerde tokly aýlaw konturyň radiusy.

 Tükeniksiz uzyn geçirijiniň döredýän magnit meýdanynyň güýjenmesi:



bu ýerde öwrenilýän nokatdan tokly geçirijä çenli aralyk.

 Aýlaw toguň okundaky magnit meýdanynyň güýjenmesi:



bu ýerde tokly aýlaw konturyň radiusy, öwrülýän nokatdan konturyň tekizligine çenli aralyk.

 Toroidiň we tükeniksiz uzyn solenoidiň içindäki magnit meýdanynyň güýjenmesi:



bu ýerde *n*-birlik uzynlyga düşýän sargylaryň sany.

 Gutarnykly uzynlygy bolan solenoidiň okundaky magnit meýdanynyň güýjenmesi:



bu ýerde öwrenilýän nokatdan solenoidiň uçlaryna geçirilen radius-wektorlar bilen solenoidiň okunyň arasyndaky burç. Magnit induksiýasy  bilen magnit meýdanynyň güýjenmesiniň arasyndaky baglanyşyk



bu ýerde magnit hemişeligi, sredanyň magnit syzyjylygy (ferromagnetikler üçin  güýjenmä bagly üýtgeýän ululykdyr).

 Magnit meýdanynyň energiýasynyň göwrümleýin dykyzlygy

 Konturdan geçýän magnit induksiýasynyň akymy



bu ýerde konturyň kese kesiginiň meýdany, konturyň üstüniň normaly bilen magnit meýdanynyň ugrunyň arasyndaky burç.

 Toroidiň magnit induksiýasynyň akymy:



bu ýerde sargylaryň sany, toroidiň uzynlygy, kese kesiginiň meýdany, magnit syzyjylyk, magnit hemişeligi.

 Howaly kesigi bolan toroidiň magnit induksiýasynyň akymy



bu ýerde howaly kesigiň uzynlygy, demir serdeçnigiň uzynlygy, onuň magnit syzyjylygy, howanyň magnit syzyjylygy.

 Magnit meýdanynda ýerleşen  tok elementine täsir edýän Amperiň güýji: 

bu ýerde toguň we magnit meýdanynyň arasyndaky burç.

 Tokly konturyň magnit momenti.

 

Bu ýerde  konturyň meýdany.

 Tokly ýapyk kontura we magnit strelkasyna magnit meýdanynda täsir edýän jübüt güýçleriň aýlandyryjy momenti



bu ýerde magnit meýdanynyň ugry bilen konturyň (magnit strelkasynyň) üstüne inderilen normalyň arasyndaky burç.

 Parallel iki  tokly geçirijileriň özara täsirleniş güýçleri:



bu ýerde geçirijileriň uzynlygy, olaryň arasyndaky uzaklyk.

 Tokly geçirijiniň magnit meýdanynda süýşmesinde edilýän iş



bu ýerde geçirijiniň hereketi netijesinde kesip geçýän magnit induksiýasynyň akymy.

 Magnit meýdanynda  tizlik bilen hereket edýän zarýadly bölejige täsir edýän güýç (Lorensiň güýji).



bu ýerde bölejigiň zarýady, bölejigiň tizliginiň ugry bilen magnit meýdanynyň ugrunyň arasyndaky burç. Magnit meýdanynda perpendikulýar ýerleşen geçiriji plastinanyň uzynlygy boýunça  tok goýberilse kese ugur boýunça ýüze çykýan potensiallaryň tapawudy (Hollyň effekti):



bu ýerde plastinanyň galyňlygy, magnit meýdanynyň induksiýasyny,

 Hollyň hemişeligi, tok geçirijileriň konsentrasiýasy,

 elementar zarýad.

 Elektromagnit induksiýasynyň EHG-si:



bu ýerde kontury kesip geçýän magnit induksiýasynyň akymy.

 Öz-özünde induksiýanyň EHG-si:



bu ýerde konturyň induktiwligi.

 Solenoidiň induktiwligi:



bu ýerde solenoidiň uzynlygy, onuň kese-kesiginiň meýdany, birlik uzynlykdaky sargylaryň sany.

 Tok öçürilende tok güýjüniň üýtgeýiş kanuny:



 Tok birikdirilende tok güýjüniň üýtgeýiş kanuny:



 Tokly konturyň magnit energiýasy



 Bu konturda induksiýanyň akymy üýtgese goňşy konturda induksiýanyň EHG-si ýüze çykýar:



bu ýerde konturlaryň özara induktiwligi,

 Umumy magnit akymly iki solenoidiň özara induktiwligi:



bu ýerde birlik uzynlykdaky sargylaryň sany solenoidleriň uzynlygy; olaryň kese-kesiginiň meýdany.

**Elektromagnit yrgyldylary we tolkunlaryna degişli formulalar.**

 Garşylygy  induktiwligi  we sygymy  bolan konturdaky elektomagnit yrgyldylarynyň periody:



 Konturyň garşylygy kiçi bolanda, ýagny



şert ýerine ýetende



 Konturyň *R* garşylygy nola deň bolmasa togtaýan yrgyldy döreýär. Bu şertde kondensatoryň plastinalarynyň arasyndaky potensiallaryň tapawudy:



bu ýerde wagtyň başlangyjy kondensatoryň plastinalarynyň arasyndaky potensiallaryň tapawudynyň iň uly bahasyna degişli wagtdyr: togtama koeffisiýenti.

 Üýtgeýän tok üçin Omyň kanuny



bu ýerde  we toguň we naprýaženiýäniň effektiw bahalary. Olaryň degişli amplituda bahalar bilen baglanşygy:



zynjyryň doly garşylygy.

 Eger kontur yzygider birikdirilen  garşylykdan,  induktiwlikden we  sygymdan durýan bolsa umumy garşylygyň formulasy:



Bu şert üçin naprýaženiýe bilen toguň arasyndaky faza süýşmesi



 Üýtgeýän toguň aktiw kuwwaty



**5 B. Işlenen meseleleriň mysallary.**

**Mesele 5.1.** Tükeniksiz uzyn iki geçirijiden toklar garşylykly taraplara akýar. Olaryň arasy  Birinji geçirijiden  ikinji geçirijiden  daşlykda ýerleşen  nokatdaky  magnit induksiýasyny tapmaly (surata seret).

**Çözülişi.**

x

•

d

α







β









Jemleýji  magnit induksiýa

 

Tükeniksiz uzyn tokly geçirijini

 aralykda döredýän magnit

induksiýasy

 

Suratdan peýdalansak

  

 burçy üçburçlykdan tapalyň 

 

 

 

 

 

**Mesele 5.2.** Geçirijiniň  uzynlykly kesimi boýunça  tok akýar. Kesimiň uçlaryndan deň aralyklarda bolan we kesimiň ortasyndan  aralykda ýerleşen  nokatdaky  magnit induksiýasyny kesgitlemeli (surata seret)

**Çözülişi.**

 Tokly kesimiň döredýän magnit meýdanynyň induksiýasy

   nokat kesime simmetrik ýerleşende

  bolýar. Onda



I







A

bolýar. Suratdan



1. deňlige goýup alarys





**Mesele 5.3.** Uzynlyklary  bolan iki parallel geçirijilerden  toklar bir tarapa akýar. Geçirijileriň arasy  Toklaryň özara täsirleniş güýjüni tapmaly.

 **Çözülişi.**

•

d





d

d

  toguň ikinji geçirijidäki

 elementiň ýanynda döredýän

  magnit induksiýasy

 

 Amperiň kanuny boýunça

 elemente täsir edýän güýç

 

 

Onda 

1. deňlikden *B1*-iň bahasyny goýýarys 

Integrirläp tokly simleriň özara täsir güýjüni tapýarys

 

  bolany üçin

 

 

**Mesele 5.4.** Proton tizlendiriji potensiallaryň tapawudyny  geçip induksiýasy bolan meýdana uçup girdi we töwerek boýunça hereket edip başlady. Töweregiň radiusyny tapmaly.

**Çözülişi.**

 Proton töwerek boýunça hereket edýär. Diýmek,

 Onda Lorensiň güýji:  bolar.

 Normal tizlenme  onda

  bu ýerde  ýa-da

  protonyň impulsy.

 Protonyň impulsyny tapmak üçin elektrik meýdanynyň işi bilen protonyň kinetik energiýasynyň üýtgemesiniň baglanyşygy ulanylýar.

 

bu ýerde tizlendiriji potensiallaryň tapawudy; protonyň başlangyç we soňky energiýasy:

 Protonyň başlangyç kinetik energiýasyny hasaba alman  kinetik energiýany impulsyň üsti bilen aňladalyň

 

Bu ýerde impuls  deň bolýar (2) formula goýup alarys;

 



**Mesele 5.5.** Elektron  tizlik bilen magnit meýdanynyň güýç çyzyklaryna  burç bilen uçup girýär. Magnit meýdanynyň induksiýasy Elektronyň traýektoriýasynyň parametrlerini kesgitlemeli.

**Çözülişi.**

 Magnit meýdanynyň induksiýasynyň liniýalaryna elektron käbir burç bilen  girende hyr şekilli traýektoriýa boýunça hereket edýär. Elektronyň tizligi iki düzüjä dargadylýar; biri  magnit induksiýasyna ugurdaş  düzüji, beýlekisi oňa perpendikulýar  tizlik



Lorens güýjiniň täsiri bilen elektronyň töwerek boýunça aýlanmasyny döredýär. Aýlanmanyň radiusy



 tziligiň  bolýandygyny göz öňünde tutup soňky deňliklerden alarys



 Hyryň ädimini kesgitlemek üçin bir aýlawyň  wagtyny

  ädime deň bolan aralyga degişli diýen şert bilen alarys

 

 

**Mesele 5.6.** Serdeçniksiz  sargyly tegegiň induktiwligini kesgitlemeli. Tegegiň uzynlygy sargylaryň diametri Tegekden  tok geçýär. Tegegiň kese kesiginden geçýän magnit akymyny we tegegiň magnit meýdanynyň energiýasyny tapmaly.

**Çözülişi.**

 Serdeçniksiz tegegiň induktiwliginiň formulasy

 

 

Magnit akymynyň hasaplanyş formulasy

 

Magnit meýdanynyň energiýasy

 

**Mesele 5.7.** Yrgyldyly konturda uzynlygy  kese kesiginiň meýdany  sargylarynyň sany  bolan solenoid we plastinalarynyň meýdany  plastinalarynyň arasy  bolan kondensator bar. Yrgyldyly konturyň  hususy yrgyldysyny kesgitlemeli.

**Çözülişi.**

 Yrgyldyly konturyň hususy aýlaw formulasy ýygylygynyň formulasy:



Solenoidiň induktiwligi

 

Tekiz kondensatoryň sygymy

 

(2) we (3) deňliklerden (1) deňlige goýup alarys:



