

**P. Habibullaýew, A. Boýdedaýew, A. Bahromov,
J. Usarow, K. Suýarow, M. Ýuldaşewa**

FIZIKA

**Umumy orta bilim berýän mekdepleriň
8-nji synpy üçin derslik**

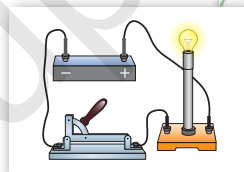
Gaýtadan işlenen we doldurylan 3-nji neşir

*Özbeqistan Respublikasynyň Halk bilimi ministrligi
tarapyndan neşire hödürlenlen*

**ELEKTRIK ZARÝADY
ELEKTRIK MEÝDANY**



ELEKTRIK TOGY



**ELEKTRIK TOGUNYŇ IŞI
WE KUWWATY**



**DÜRLI GURŞAWLARDA
ELEKTRIK TOGY**



MAGNIT MEÝDANY



«O‘QITUVCHI» NEŞIRÝAT-ÇAPHANA DÖREDIJILIK ÖÝI
Daşkent – 2019

UO‘K:53(075.3)=512.164

KBK22.3ya72

F 55

Yörite redaktor:

K.Tursunmetow – fiz.-mat. ylymlarynyň doktory, Özbekistanyň Milli uniwersitetiniň professory.

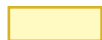
Syn ýazanlar:

- | | |
|-------------------------|---|
| B. Nurillaýew | – Nyzamy adyndaky DDPU dosenti, ped.ylymlarynyň kandidaty; |
| A. Rahmanow | – Horezm welaýatynyň Hazarasp tümenindäki 25-nji mekdebiň ýokary derejeli fizika mugallymy, «Metodist mugallym»; |
| Z. Sangirowa | – RTM «Anyk we tebigy ylymlar» bölüminiň fizika predmeti metodisti; |
| D. Açilow | – Nowaýy welaýatynyň Karmana tümenindäki 21-nji mekdebiň ýokary derejeli mugallymy, Özbekistanda at gazanan ýaşlar terbiýeçisi; |
| I. Raupow | – Buhara welaýatynyň Gijduwan tümenindäki 27-nji mekdebiň ýokary derejeli fizika mugallymy, «Şöhrat» medalynyň eýesi; |
| U. Alimuhamedowa | – Ýunusabat tümenindäki 9-njy ÝDUM fizika mugallymy; |
| J. Rahmatow | – Bektemir tümenindäki 289-njy mekdebiň 1-nji derejeli fizika mugallymy; |
| F. Narkabilow | – Sergeli tümenindäki 303-nji mekdebiň fizika mugallymy. |

Şertli belgiler:



– fiziki ululyklara kesgitleme; esasy kanunlar;



– möhüm formulalar;



– soraglara jogap beriş;



– ýatda saklaň;



– amaly ýumuşlary ýerine ýetiriň we depderiňize ýazyň;

*

– çözülişi beýlekilerden çylşyrymly bolan meseleler.

Habibullaýew P. we başgalar.

F 55 Fizika. Umumy orta berýän mekdepleriň 8-nji synpy üçin derslik /P. Habibullaýew we [başg]. – D.: «O‘QITUVCHI» neşirýat-çaphana döredijilik öýi, 2019. – 176 s.

UO‘K:53(075.3)=512.164

KBK22.3ya72

Respublikanyň yörite kitap gaznasynyň serişdeleriniň hasabyndan çap edildi.

© P. Habibullaýew we başg. 2019

© Original-maket «Davr nashriyoti» JÇJ, 2019

© «O‘qituvchi» NÇDÖ, 2019

ISBN 978-9943-5752-0-2

GIRIŞ

Gündelik durmuşy elektrik energiýasyz göz önüne getirip bolmaýar. Şol sanda, öýümizdäki lampa, telewizor, sowadyjy, radio, ütük, elektrik çäýnek, kompýuter ýaly enjamlaryň ählisi elektrik energiýasynyň hasabyna işleýär.

Dürli zawodlar we fabrikler, önümçilik kärhanalary hem-de edaralarda hem elektrik energiýasyndan peýdalanylýar. Mahlasy, elektrik energiýasy durmuşmyzyň aýrylmaz bölegine öwürülen. Umuman alanda, elektrigiň açyş edilmegi we ondan peýdalanmak mümkinçilikleri misli görülmedik ösüşe sebäpçi boldy. Durmuşmyz has-da eşretli bolmagy üçin elektrotehnika, radiotehnika, elektronika, awtomatika, maglumat tehnologiýasy, nanotehnologiýalar ýaly ugurlarda alymlar, inženerler we başga ugruň hünärmenleri gözlegleri alyp barýarlar. Alymlar we inženerler tarapyndan edilen täze açyşlar netijesinde bu pudaklar has-da ýokarlanýar. Şu sebäpli, elektrik barada maglumatlara eýe bolmak üçin siz fizika derslerinde elektrik hadysalary, elektrik we magnit meýdany, elektrik togy, elektromagnit hadysalary öwrenersiňiz hem-de elektrik energiýany öndürmek we geçirmek, ýönekeý elektrik enjamlaryň we gurluşlaryň işleýiş prinsipi bilen tanyşarsyňyz.

Elektrik
yşyklandyryş
enjamlary



Elektrik ýyladyjy
enjamlar



Elektromehaniki
enjamlar



I BAP

ELEKTRIK ZARÝADY. ELEKTRIK MEÝDANY

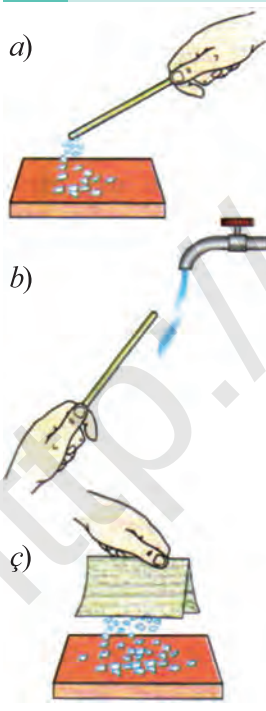
1-§

JISIMLERIŇ ZARÝADLANÝŞY

Elektrik hadysasy barada ilkinji maglumatlar

Plastmassadan ýasalan daragy ýa-da ruçkany saçyňyza sürtüp, maýdalan kagyza ýakynlaşdyryň. Olaryň kagyz gyýyklaryny özüne çekýändigini görersiňiz. Çüýşe taýajygy kagyz listine sürtüp elimize ýakynlaşdyrsak, çyrsyldaýan ses eşidilýär, garaňkyda bolsa maýda uçgunlar görünýär. Şeýle hadysalary adamlar gadym zamanlardan başlap aňypdyrlar we olara öz gatnaşyklaryny bildiripdirler. Gadymky grek alymy **Fales Miletskiý** (mil. öň. 625–547) sütüğe sürtülen käbir jisimler ýeňil zatlary özüne çekýändigini ýazyp galdyrypdyr. Beýik babamyz **Abu Reýhan Biruny** (973–1048) hem elektrik hadysalary barada risalalar ýazyp galdyrypdyr.

► **Örän gadym zamanlarda Gresiýada ösen iňňeýaparakly agaçlaryň galyndysynyň daşa öwrülen ýelimini (smola) grekler «elektron» diýip atlandyrypdyrlar. Elektrik sözi-de şundan gelip çykypdyr.**



1-nji surat.

Grekler «elektron» diýip atlandyran ýelimi ruslar «ýantar», gündogar halklary bolsa «kahrabo» diýipdirler.

Kahrabo sözi parsça söz bolup, saman çekiji manysyny aňladýar. Hakykatdan hem, sütüğe sürtülen kahrabo saman böleklerini özüne çekýär. Sürtülenden soň başga jisimleri özüne çekýän jisim *elektriklenen ýa-da elektrik zarýadlanan jisim diýip atlandyrylýar*. Elektriklenen jisimlere gaty jisimler ýaly, başga halyndaky maddalar hem dartylýar. Meselem, elektriklenen taýajyk maýda kagyz böleklerini (*1-nji a surat*), ýuwaşja düşýän suwy hem özüne çekýär (*1-nji b surat*).

Çüýşe taýajyk ýüpege sürtülende diňe bir taýajyk däl, eýsem ýüpegiň özi-de ýeňil zatlary özüne çekmek häsiýetine eýe bolup galýar (*1-nji ç surat*).

► **Diýmek, iki jisim bir-birine sürtülende olaryň ikisi-de elektriklenýär.**

ABU REÝHAN BIRUNY (973–1048)

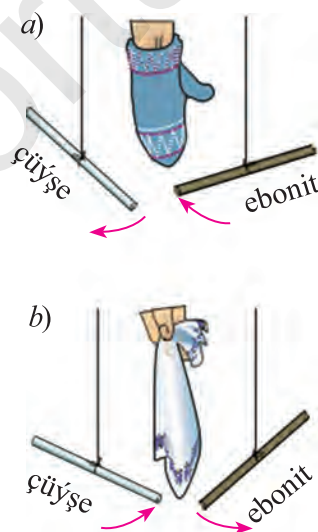
Geodeziýanyň düýbünü tutujy hökmünde dünýä tanalan beýik astronom, matematik, geograf, farmakolog we taryhçy-ensiklopedist alym. Ol gadymy Horezmiň Kät şäherinde doglan.

Biruny maddanyň gurluşyna, jisimlerin zaryadlanýşyna, maddalaryň ýerleşişine Ýeriň massa merkeziniň täsiri babatda Aristoteliň taglymlaryny ylmy esaslandyrypdyr. Aýyň kraterindäki we Gün sistemasyndaky 1986-njy ýylda açyş edilen kiçi planeta Birunynyň adynyň dakylmagy babakelanymyza bolan dünýä jemgyýetçiliginiň ykrarydyr.



Elektriklenmäniň iki görnüşü

Dürli hili jisimler özara sürtülende olaryň dürlüçe zaryadlanýandygyny we dürlüçe täsirlenýändigini görmek mümkin. Meselem, ebonit taýajygy¹ bagana telpege, çüýşe taýajygy bolsa, ýüpek mata sürtüp zaryadlaýarys. Taýajyklary ýüpe asyp, olara telpegi ýakynlaşdyrsak, çüýşe taýajyk gaçýar, ebonit taýajyk bolsa oňa dartylýar (2-nji a surat). Indi taýajyklara ýüpek matany ýakynlaşdyrsak, tersine, çüýşe taýajyk oňa dartylýar, ebonit taýajyk bolsa ondan gaçýar (2-nji b surat). Çüýşe taýajygyň bagana telpekden gaçmagy we şol bir wagtda onuň ýüpek mata dartylmagy jisimlerin dürli hili elektriklenmeginiň netijesidir. Bir-birinden gaçýan elektriklenen jisimleri birmeňzeş alamatly, özara dartýşýan jisimleri bolsa, dürli alamatly zaryadlanan diýip atlandyrmak kabul edilen.

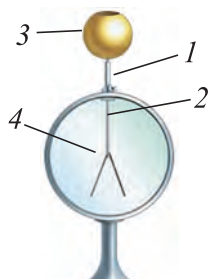


2-nji surat.

Elektriklenmäniň iki görnüşü bar: ýüpege sürtülen çüýşe taýajyk položitel (+) alamatly, bagana sürtülen ebonit taýajyk otrisatel (–) alamatly elektriklenýär.

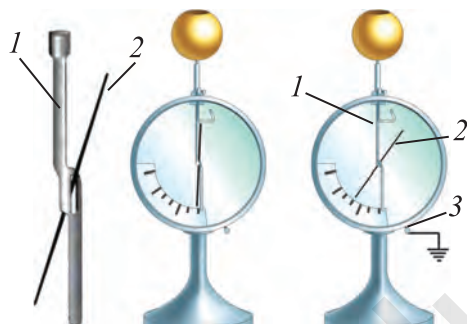
¹ Ebonit taýajyk – bu kükürt gatyşdyrylan kauçukdan (gaty rezinden) taýýarlanan.

Birmeñzeş alamatly elektriklenen jisimler bir-birinden itekleşýär, dürli alamatly elektriklenen jisimler bolsa, bir-birine dartylýar.



3-nji surat.

Jisimleriň elektriklenenligini görmek üçin elektroskopdan peýdalanylýar. «Elektroskop» sözi grekçe «elektron» we «skopec»¹ sözlerinden alnan. In ýönekeý elektroskop 3-nji suratda görkezilen. Onda metal halka ornaşdyrylan plastmassa dyky (1) arkaly metal steržen (2) geçirilen. Sterženiň ýokarky ujuna şarjagaz (3) ornaşdyrylan, aşaky ujuna bolsa folga ýaprajyklary (4) asylan. Halkanyň iki tarapy aýna bilen ýapylan. Elektroskopyň şarjagazyna zarýadlanan jisim degilse, onuň ýapraklary açylýar, çünki onuň ýapraklary birmeñzeş zarýadlanýar.



4-nji surat.

Jisimleriň elektriklenenlik derejesini anyklamak, zarýadlanma derejesini deňşdirmekde elektrometrden peýdalanylýar (4-nji surat).

Elektrometrde metal steržene (1) aýlanýan strelka (2) ornaşdyrylan. Sterženi we görkezijini daşky täsirlerden goramak üçin metal korpus (3) ýere birikdirilýär.

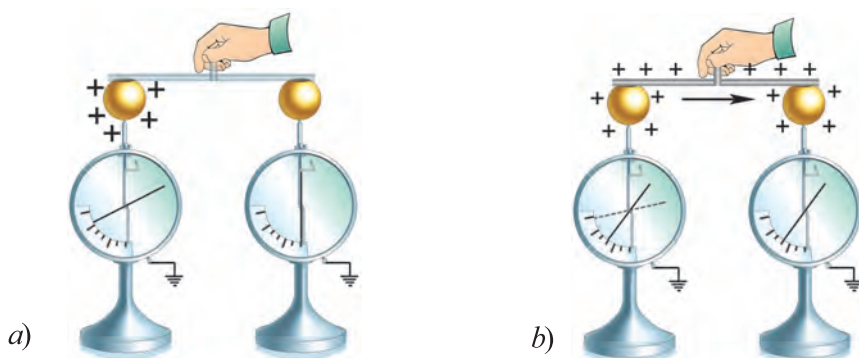
Elektrometr – jisimleriň elektriklenenlik derejesini görkezýän esbap.

Elektrometriň içine berkidilen aýlanýan strelka okunyň daşynda erkin hereketlenip bilýär. Şarjagaz elektriklenende steržen we görkeziji birmeñzeş alamatly elektriklenýär. Netijede görkeziji sterženden itekleşýär. Görkezijiniň ýagdaýyna garap, şarjagazyň elektriklenenlik derejesini anyklamak mümkin.

Elektrik geçirijiler we dielektrikler

Iki birmeñzeş elektrometr alalyň. Olardan biriniň şarjagazy zarýadlanan bolsun. Olary ýeneşyk goýup, elektrometrleriň şarjagazlaryny çüýşe taýajyk bilen özara birikdireliň. Elektriklenen elektrometriň görkezişi üýtgemeyär

¹ «Skopec» – «synlamak», «duýmak» sözlerinden alnan.



5-нчи surat.

(5-нчи a surat). Dıymek, ondaky elektrik zarıyadlary ikinji elektrometre çüýşe taýajyk arkaly geçmeýär. Munuň sebäbi, çüýşe elektrigi geçirmeýänligidir.

Özünden elektrigi geçirmeýän maddalar dielektrikler diýip atlandyrylýar. Dielektriklerden taýýarlanan zatlar bolsa izolýatorlar diýilýär.

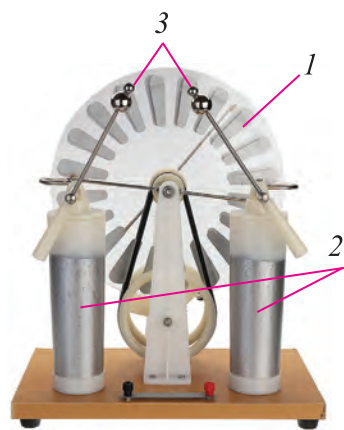
«Dielektrik» grekçe söz bolup, «geçirmeýän» diýen manyny aňladýar. «Izolator» bolsa latynça «izolaro» sözünden alnan bolup, «ýekelenen» diýen manyny aňladýar. Dielektriklere ähli görnüşdäki çüýşeler, plastmassalar, rezin, kauçuk, toýun, howa ýalylar girýär.

Indi elektrometrleriň şarjagazlaryny metal taýajyk bilen özara utgaşdyrallyň. Birinji elektrometriň şarjagazyndaky elektrik zarıadyň bir bölegi ikinji elektrometriň şarjagazyna geçýär. Netijede birinji elektrometriň görkeziji kemelýär, ikinji elektrometriň görkezijisi herekete gelip, onda zarıad peýda bolandygyny aňladýar (5-нчи b surat). Dıymek, metallar elektrigi gowy geçirýär.

Elektrigi özünden geçirýän maddalar elektrik geçirijiler diýip atlandyrylýar.

Elektrofor maşyn

Elektriklenen taýajyk zarıadlanmadyk jisime deşilse, ol zarıadsyzlanyp galýar. Jisimlerde zarıadlary dyngysyz emele getirmek üçin zarıad-



6-нчы surat.

lary üpjün edip beriji gurluş zerur. Üznüksiz ýagdaýda zarýadlary emele getirip durýan gurluş iňlis alymy **Jeýms Uimshýorst** (1832–1903) tarapyndan açyş edilen. Bu esbap elektrofor maşyn diýip atlandyrylýar (6-njy surat).

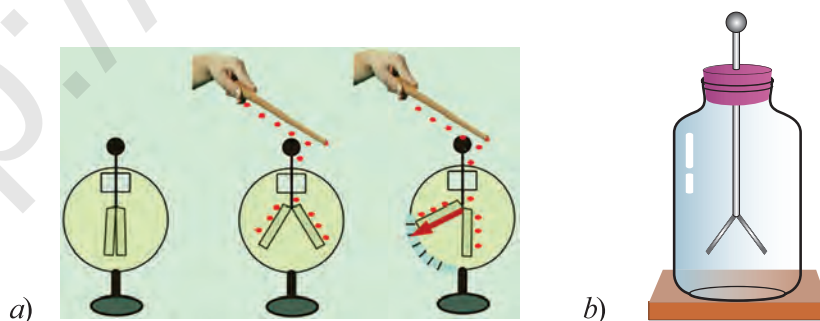
Elektrofor maşyn dessesi aýlandyrylanda, onuň iki disk (I) garşylykly tarapa aýlanýar. Aýlanýan diskler çotkalara sürtülmegi netijesinde olarda garşylykly alamatly zarýadlar emele gelip, bu zarýadlar «Leýdeniň bankasy» (2) diýlip atlandyrylýan iki silindrde toplanýar. Jisimleri elektrofor maşynynyň metal şarjagazlaryna (3) degrip, olary zarýadlamak mümkin bolýar.



1. Elektrik geçirijiler diýip nähili maddalara aýdylýar? Oňa mysallar getirň.
2. Jisimler bir-birine sürtülende olar nähili zarýadlanýar?
3. Elektrofor maşynnda zarýadlar nähili emele getirilýär?
4. Jisimler bir-birine jebislenende olarda zarýad geçmegi ýüze çykýarmy?
5. Jisimleriň elektriklenenligini tejribede nähili görmek mümkin?
6. Jisimleriň birmeňzeş zarýadlananlygyny nähili subut etmek mümkin?



1. 7-nji a suratda getirilen esbaplaryň ýagdaýyny we tapawutly taraplaryny düşündiriň. Berlen her bir suraty düşündiriň.
2. Elektroskop ýasaň. Munuň üçin plastmassa gapakly (çüýşe banka) gap alyň (7-nji b surat). Onuň gapagyny ortasyndan deşň we alýuminiý simi geçirň. Simiň bankanyň içindäki bölegine ýeňil folga kagyzy ýapajyklaryny iki eplemek bilen, erkin hereketlenýän edip ýerleşdiriň. Folga kagyздan şarjagaz ýasap, ony suratda görkezilişi ýaly simiň daşarky ujuna berkidiň. Plastmassadan ýasalan daragy saça sürtüp folga şarjagaza degriň. Ýaprajyklar açylýar. Prosesi düşündiriň.



7-nji surat.

2-§

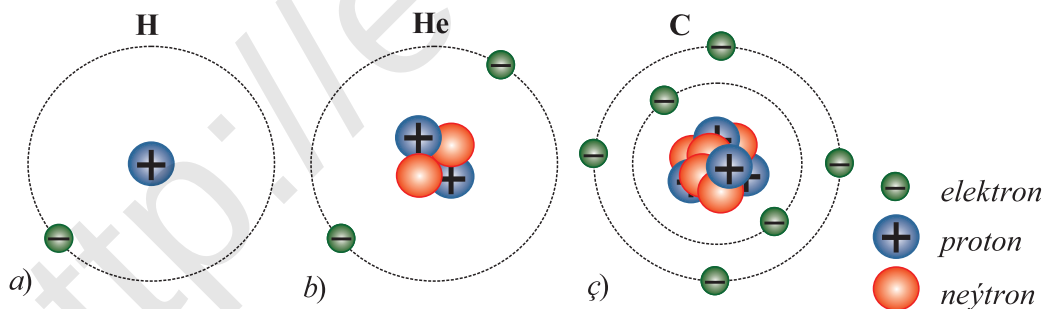
ELEKTRIK ZARÝADY

Atomyň gurluşy

Grek alymlary tebigatdaky ähli jisimler atomlardan düzülen diýip hasaplapdyrlar. «Atom» sözünü ylma grek akyldary Demokrit (mil. öň. 460–370-njy ý.) girizipdir. Bu söz «bölünmeýan» diýen manyny aňladýar. XX asyra gelip alymlar atomyň hem bölünmegi mümkinligini we ol çylşyrymly gurluşa eýedigini anykladylar. 1911-nji ýylda inlis fizigi Ernest Rezerford tejribe esasynda atomyň gurluşynyň modelini açyş etdi.

Atomyň merkezinde ýadro ýerleşen bolup, ol položitel zarýadlanan protonlardan we zarýadlanmadyk neýtronlardan düzülen. Atomyň ýadrosynyň daşynda orbita boýunça otrisatel zarýadlanan elektronlar hereketlenýär.

Atomdaky elektronlaryň sany protonlar sanyna deň bolýar. Meselem, wodorod (H) atomynyň ýadrosy diňe 1 sany protondan ybarat bolup, ýadronyň daşynda hem diňe 1 sany elektron hereketlenýär (8-nji a surat). Geliý (He) atomynda 2 sany proton, 2 sany elektron we 2 sany neýtron bar (8-nji b surat). Uglерod atomy bolsa 6 protondan, 6 elektrondan we 6 neýtronдан düzülen (8-nji ç surat). Himiki elementiň atomynda protonlaryň we elektronlaryň sany deň bolsa, olar elektrik taýdan neýtral bolýar.

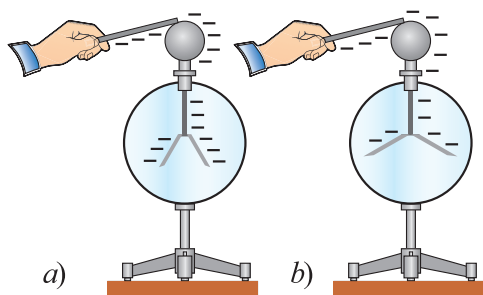


8-nji surat.

Elektrik zarýady barada düşünje

Elektrik, jisimleriň elektriklenmegi, elektrik togy ýaly düşüňjeleri örän köp esidensiňiz hem-de elektrik enjamlaryndan yzygiderli peýdalanýarsyňyz.

Eýsem, ählisiniň esasyny düzýän elektrik zarýadynyň özi näme?



9-*njy* surat.

Ebonit taýajygy elektrikläp, elektroskopyň şarjagazyna degridse, onuň ýapraýyklary açylýar (9-*njy a surat*). Taýajygy ýene bir gezek bagana sürtüp, şarjagaza degirsek, onuň ýapraýyklary ulurak burça gyşarýar (9-*njy b surat*).

Diýmek, jisimiň elektriklenenlik derejesini üýtgetmek mümkin.

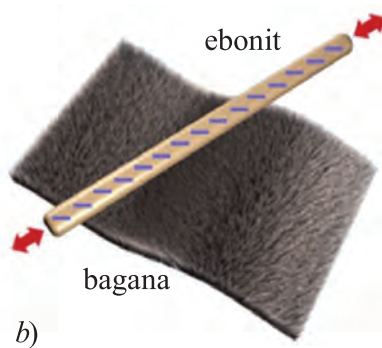
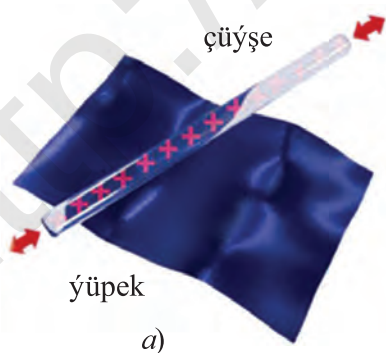
Jisimleriň elektriklenenlik derejesini häsiýetlendirýän fiziki ululyk *elektrik zaryady* diýip atlandyrylýar we q harpy bilen belgilenýär.

Halkara birlikler sistemasynda elektrik zaryadynyň birligi edip *kulon* (C) kabul edilen.

Tebigatda, öňki temada aýdylyşy ýaly, položitel alamatly we otrisatel alamatly zaryadlar bar. Ýüpege sürtülen çüýşe taýajyk položitel zaryadlanýar, ýüpegiň özi bolsa otrisatel zaryadlanyp galýar. Muňa sebäp näme?

Sebäbi, sürtülme wagtynda çüýşe taýajykda **elektronlaryň** bir bölegi ýüpege geçýär (10-*njy a surat*). Ýüpekde otrisatel zaryadlar öňküsinden artyp gidenligi sebäpli, ýüpek otrisatel zaryadlanyp galýar. Çüýşe taýajykda bolsa položitel zaryadlar artyp bolanlygy üçin taýajyk položitel zaryadlanýar.

Bagana ebonit taýajyk sürtülende, bagananyň atomlaryndaky elektronlaryň bir bölegi ebonit taýajyga geçenligi sebäpli taýajyk otrisatel, bagana bolsa položitel zaryadlanýar (10-*njy b surat*).



10-*njy* surat.

Elektron, proton we olaryň zarýady

Baha taýyndan elektron zarýadyna deň bolan zarýad *elementar zarýad* diýip atlandyrylýar.

Elementar zarýad e harpy (elementar sözünüň baş harpy) bilen belgilenýär. Bir elektronyň zarýady

$$e = q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

-a, bir protonyň zarýady bolsa $q_p = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ -a deň. Diýmek, elektronyň we protonyň zarýadlary mukdar taýdan özara deň bolup, olar bir-birinden diňe alamatlary bilen tapawutlanýar. Tebigatdaky ähli zarýadlanan jisimleriň zarýady elementar zarýada kratnyly bolýar. Eger bir jisimden ikinji jisime N sany elektron geçen bolsa,

$$q = N \cdot e$$

birinji jisim $+(N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) \text{ C}$ zarýada, ikinji jisim bolsa edil şeýle otrisatel zarýada, ýagny $-(N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}) \text{ C}$ -a eýe bolup galýar. Elektronyň massasy $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ we protonyň massasy $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ -a deň.



1. Atom gurluşyny düşündirip beriň.
2. Wodorod, geliý we uglerod atomlary nähili gurluşa eýe?
3. Elektrik zarýady diýip nämä aýdylýar?

1-nji gönükmä

1. Litiý atomyndaky elektronlaryň we protonlaryň zarýadlarynyň mukdaryny anyklaň.
2. Uglerod atomyndaky jemi elektronlaryň massasy näçe?
3. Kislorod atomyndaky jemi elektronlaryň zarýadyny we massasyny hasaplaň.



1. Howa bilen doldurylan şar saça sürtüp gury diwara degirlende onuň diwara ýapysýandygynyň sebäbini düşündiriň.
2. Ýüpek mata çüýşe taýajyk sürtülende (11-nji surat) olardaky zarýadlanan bölekleriň mukdary nähili üýtgär? Ony aşakdaky jedwelde görkeziň:

a) ýüpek matadaky elektronlar sany	b) çüýşe taýajykda protonlar sany



11-nji surat.

Munda atom çalşygy ýüze çykmaryk diýip hasaplaň.

3-§

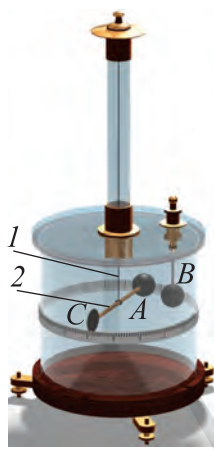
ZARÝADLARYŇ ÖZARA TÄSIRI. KULONYŇ KANUNY

Kulonyň tejribeleri

Elektriklenen jisimler bir-birine degmezden mälim aralykdan hem täsirleşýär. Bu hadysany 1785-nji ýylda fransuz alymy Şarl Kulon tejribede öwrendi.

ŞARL KULON (1736–1806)

Fransuz fizik alymy. Kulon 1770–1789-njy ýyllar dowamynda elektromagnit we mehaniki hadysalar babatda barlaglary alyp barypdyr. Elektrik we magnit polýuslarynyň özara täsiri, elektrik zaryadlarynyň geçiriji üsti boýunça ýerleşiş kanunalaýyklyklary – onuň ylma goşan uly goşandydyr.



12-nji surat.

Zaryadlanan jisimleriniň özara täsiri towlanýan tereziniň kömeginde öwrenilen (12-nji surat). Towlanýan terezide inçe elastik sime (1) çüýşe steržen (2) asylan. Sterženiň bir ujuna A metal şarjagaz, ikinji ujuna C balansir (deňagramlylaşdyryjy jisim) berkidilen. B metal şarjagaz bolsa tereziniň gapagyna gozganmaýan edip berkidilen. Şarjagazlar birmeňzeş alamatly (+), (+) zaryadlananda A şarjagaz B şarjagazdan itekleşýär, dürli (–), (+) alamatly zaryadlananda bolsa dartylýar.

A şarjagaz herekete gelende ol asylan sim towlanýar. Şarjagazlaryň özara täsir güýji simiň öwrüm burçuna garap anyklanýar. Kulon şarjagazlaryň arasyndaky aralygy dürlüçe edip tejribeler geçiripdir. Munda zaryadlanan şarjagazlaryň özara täsir güýji (F) olaryň arasyndaky (r) aralygyň kwadratyna ters proporsionaldygy anyklanan:

$$F \sim \frac{1}{r^2} . \quad (1)$$

Zaryadlanan şara edil şeýle ölçegdäki zaryadlanmadyk şar degradilse, zaryadlar deň ikä bölünýär. Şu esasda Kulon tejribe prosesinde şarjagazlaryň zaryadyny 2, 4, 8 we başga esse barha kemeldipdir. Tejribe netijeleri şarjagazlaryň arasyndaky F täsir güýji A we B şarjagazlardaky q_1 we q_2 zaryad mukdarlarynyň köpeltmek hasylyna göni proporsionaldygyny görkezipdir, ýagny:

$$F \sim q_1 \cdot q_2 . \quad (2)$$

Kulonyň kanuny

Özara täsirleşýän jisimleri nokatlanç zarýad diýip alalyň. *Nokatlanç zarýad* diýip, ölçegi we şekli hasaba alynmaýan zarýadlanan jisime aýdylýar. (1) we (2) gatnaşyklary umumylaşdyryp Kulon nokatlanç zarýadlaryň özara täsir güýjüniň formulasyny aşakdaky ýaly aňlatdy:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}, \quad (3)$$

bu ýerde k – proporsionallyk koeffisiýenti, $|q_1|$ we $|q_2|$ – q_1 we q_2 zarýadlaryň modullary, ýagny zarýadlaryň alamaty hasaba alynmandaky mukdary.

Wakuumda ýerleşen iki gozganmaýan nokatlanç elektrik zarýadlarynyň özara täsir güýji olaryň zarýad mukdarlarynyň köpeltmek hasylyna göni proporsional we olaryň arasyndaky aralygyň kwadratyna ters proporsionaldyr.

Gozganmaýan zarýadlanan jisimleriň özara täsirini aňladýan bu kanun Kulonyň kanuny diýip, özara täsir güýji bolsa *Kulonyň güýji* ýa-da *elektrostatik güýç* diýlip aýdylýar. Iki zarýadyň özara täsirinde ikinji zarýad birinji zarýada nähili $F_{1,2}$ güýç bilen täsir etse, birinji zarýad hem ikinji zarýada edil şeýle mukdardaky $F_{2,1}$ güýç bilen täsir edýär. Nýutonyň üçünji kanunyna görä, bu güýçler mukdar taýdan deň we özara garşylykly ugrugan, ýagny:

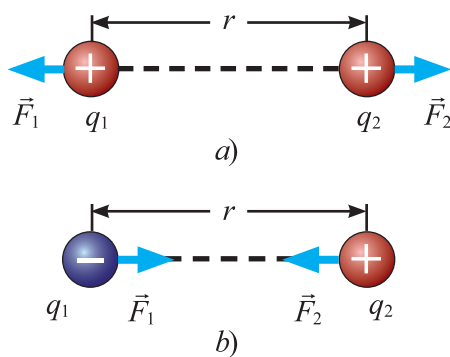
$$F_{1,2} = -F_{2,1}. \quad (4)$$

Elektrostatik güýjüň ugry täsirleşýän zarýadlaryň alamatyna bagly bolýar. Birmeňzeş alamatly zarýadlar bir-birinden itekleşýär. Munda güýç nokatlanç zarýadlaryň merkezini utgaşdyrýan göni çyzyk boýunça daşary ugrugan bolýar (13-nji a surat).

Dürli alamatly zarýadlar bolsa bir-birine dartylýar. Munda güýç zarýadlaryň merkezini utgaşdyrýan göni çyzyk boýunça, içeri ugrugan bolýar (13-nji b surat).

Kulonyň güýjüniň (3) formulasynda k aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$k = F \frac{r^2}{|q_1| \cdot |q_2|}. \quad (5)$$



13-nji surat.

Proporsionallyk koeffisiyenti k -nyň bahasy

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

-a deň bolup, onuň fiziki manysy aşakdakydan ybarat. Zaryadlary bir kulondan bolan iki nokatlanç zaryad wakuumda bir-birinden 1 metr aralykda duranda, olar $F = 9 \cdot 10^9 \text{ N}$ güýç bilen täsirleşýär.

Mesele çözmegiň nusgasy

Bir-birinden 10 cm aralykda duran şarjagazlardan biriniň zaryady $-2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, ikinjisiniň zaryady bolsa $3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$. Olar nähili güýç bilen dartysýar?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ $q_1 = -2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ $q_2 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$	$F = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2}$ $[F] = \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{\text{C} \cdot \text{C}}{\text{m}^2} = \text{N}$	$F = 9 \cdot 10^9 \frac{ -2 \cdot 10^{-8} \cdot 3 \cdot 10^{-8} }{(0,1)^2} \text{ N} =$ $= 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$
Tapmaly: $F = ?$		Jogaby: $F = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$



1. Elektrik zaryadlarynyň özara täsirleşme kanunyny kim we haçan açýş edipdir?
2. Towlanýan tereziniň kömeginde elektrik zaryadlarynyň özara täsir güýji nähili anyklanýar?
3. Elektrik zaryadlarynyň özara täsir güýji nähili ululyklara bagly?
4. Elektrostatik güýje kesgitleme beriň.

2-nji gönükmä

1. Bir-birinden 5 cm aralykda ýerleşen şarjagazlaryň birine $-8 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, ikinjisine bolsa $4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ zaryad berlen. Zaryadlanan şarjagazlar nähili güýç bilen dartysýar?
2. Biri ikinjisinden 5 cm uzaklykda ýerleşen birmeňzeş zaryadlanan şarjagazlar $3,6 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ güýç bilen täsirleşýärler. Olar nähili mukdarda zaryadlanan?
3. Zaryadlary $0,36 \mu\text{C}$ we 10 nC bolan şarjagazlar nähili aralykda 9 mN güýç bilen täsirleşýär?
4. Elektronlaryň arasyndaky elektrik itekleşme güýji olaryň bir-birine grawitasion dartysma güýjünden näçe esse uly?

4-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Birmeñzeş otrisetel zarýada eýe bolan iki metal şarjagaz 8 cm aralykda 14,4 μN güýç bilen özara täsirleşýärler. Her bir şarjagazda näçe artykmaç elektronlar bolupdyr?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$q_1 = q_2 = q$ $r = 8 \text{ cm} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $F = 14,4 \mu\text{N} =$ $= 14,4 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$	$F = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2} = k \frac{q^2}{r^2};$ $q = \sqrt{\frac{F \cdot r^2}{k}} = r \sqrt{\frac{F}{k}};$ $q = N \cdot e; \quad N = \frac{q}{e}.$ $[q] = m \cdot \sqrt{\frac{\text{N}}{\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}}} = \text{C}.$	$q = 8 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{14,4 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^9}} \text{ C} =$ $= 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}.$ $N = \frac{3,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 2 \cdot 10^{10} \text{ sany}.$ Jogaby: $N = 2 \cdot 10^{10} \text{ sany}.$
Tapmaly: $N = ?$		

2-nji mesele. Birmeñzeş zarýada eýe bolan ($q_1 = q_2 = 8 \text{ nC}$) iki nokatlanç zarýad 4 cm aralykda özara täsirleşýärler. Eger olardan biriniň ýarym zarýady ikinjisine geçirilse, özara täsir güýji nähili üýtgär?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$q_1 = q_2 = 8 \text{ nC} = 8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $r = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $q'_1 = q_1 - \frac{q_1}{2} =$ $= 4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $q'_2 = q_2 + \frac{q_1}{2} =$ $= 12 \cdot 10^{-9} \text{ C}.$	$F_1 = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2};$ $F_2 = k \frac{ q'_1 \cdot q'_2 }{r^2};$ $\Delta F = F_2 - F_1.$	$F_1 = 9 \cdot 10^9 \frac{ 8 \cdot 10^{-9} \cdot 8 \cdot 10^{-9} }{(4 \cdot 10^{-2})^2} = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ N}.$ $F_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{ 4 \cdot 10^{-9} \cdot 12 \cdot 10^{-9} }{(4 \cdot 10^{-2})^2} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ N}.$ $\Delta F = F_2 - F_1 = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ N} - 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ N} =$ $= -0,9 \cdot 10^{-4} \text{ N} = -90 \mu\text{N}.$ Jogaby: özara täsirleşme güýji $90 \mu\text{N}$ -a kemelen.
Tapmaly: $\Delta F = ?$		

3-nji mesele. Birmeñzeş alamtly q we $4q$ zarýadlar bilen zarýadlanan iki birmeñzeş şarjagaz bir-birinden r aralykda özara täsirleşýärler? Şarjagazlar bir-birine degirli, öňki ýagdaýyna gaýtaryldy. Munda olaryň özara täsir güýji nähili üýtgar?

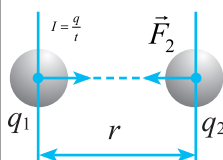
Berlen:

$$\begin{aligned} q_1 &= q \\ q_2 &= 4q \\ r_1 &= r_2 = r. \end{aligned}$$

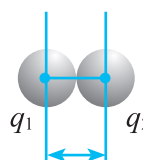
Tapmaly:

$$\frac{F_2}{F_1} = ?$$

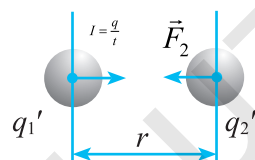
Çözülişi:



a)



b)



c)

Şarjagazlar birmeñzeş ölçegde bolanlygy sebäpli olar bir-birine degirlenden soňky zarýady: $q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 2,5q$;

$$F_1 = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}; \quad F_2 = k \frac{|q'_1| \cdot |q'_2|}{r^2};$$

$$F_1 = k \frac{q \cdot 4q}{r^2} = k \frac{4q^2}{r^2} \text{ we } F_2 = k \frac{2,5q \cdot 2,5q}{r^2} = k \frac{6,25 \cdot q^2}{r^2}.$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k \frac{6,25 \cdot q^2}{r^2}}{k \frac{4 \cdot q^2}{r^2}} = \frac{6,25}{4} = \frac{25}{16}.$$

Jogaby: özara täsir güýji 25/16 esse artýar.

3-nji gönükmä

1. Massalary 60 g bolan iki birmeñzeş şarjagaz wakuumda bir-birinden esli uzakda dur. Şarlaryň arasyndaky grawitasion dartýşma güýjüni deňagramlylyga getirmek üçin her bir şarjagaza birmeñzeş alamtly nähili zarýad bermeli bolýar?
2. Birmeñzeş otrisatel zarýada eýe bolan iki metal şarjagaz 24 cm aralykda 2,5 μN güýç bilen özara täsirleşýärler. Her bir şarjagazda näçe «artykmaç elektron»lar bolupdyr?
3. Üç birmeñzeş ölçegli metal şarlaryň biri +20 μC , ikinjisi –8 μC , üçünjisi zarýadsyz. Şarjagazlar bir-birine degirli, öňki ýagdaýyna gaýtaryldy. Üçünji şarjagaz nähili zarýad alar?

4. Birmeñzeş alamatly $2q$ we $10q$ zarýadlar bilen zarýadlanan iki birmeñzeş şarjagaz bir-birinden r aralykda özara täsirleşýärler. Şarjagazlar bir-birine degirli, öňki ýagdaýyna gaýtaryldy. Munda olaryň özara täsir güýji nähili üýtgär?
5. Iki nokatlanç zarýad bir-birinden r aralykda dur. Zarýadlaryň arasyndaky aralyk 20 cm-e artdyrylanda olaryň arasyndaky özara täsir güýji 9 esse kemelipdir. Zarýadlaryň arasyndaky deslapky aralyk nähili bolupdyr?
6. Iki birmeñzeş şarjagaz bir-birinden 10 cm aralykda dur. Olar birmeñzeş mukdarda otrisatel zarýada eýe bolup, 0,23 mN güýç bilen özara täsirleşýär. Şarjagazlaryň hersindäki «artykmaç» elektronlar sanyny tapyň.
7. Bir-birinden 3 cm aralykda duran her biri 1 nC-dan bolan iki zarýad nähili güýç bilen täsirleşýär?
8. Biri-birinden 1 cm uzaklykda ýerleşen iki şarjagaza-da birmeñzeş 10^{-8} C dan zarýad berlen. Zarýadlar nähili güýç bilen täsirleşýär?



1. Tomusky gök gürrüldisi wagtynda bulut bilen ýeriň arasynda döwür çyzyk görnüşindäki uçgunlaryň ýykýandygyny ýa-da gury saç plastmassa darak bilen daralanda ony dartýandygyny köp görensiňiz. Munda darak saçdaky elektronlary özüne alýar we ikisi-de zarýadlanýar (14-nji surat). Saçyň we daragyň elektriklenmegi nämelere baglydygyny barlap görüň we düşündiriň.



14-nji surat.

- a) Darak agaçdan ýasalanda elektriklenme hadysasy bolarmy?
 - b) Otagyň çyglylygy olaryň zarýadlanýşyna nähili täsir edýär?
 - c) Saçyň ýagly bolmagy zarýadlanma derejesine nähili täsir edýär?
2. Geçirijilere we dielektriklere mysallar getirip, aşakdaky jedweli dolduryň.

Geçirijiler	Dielektrikler
Alýuminiý	
	Rezin

5-§

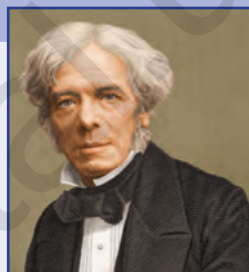
ELEKTRIK MEYDANY

Elektrik meydany barada düşünje

Jisimlari bir-birine sürtüp ýa-da zarýadlanan jisime degrip olary zarýadlandyrmak mümkinligi barada öňki temalarda tanyşdyňyz. Zarýadlanan jisimler öz daşyndaky başga jisimlere täsir edýär. Maýkl Faradeý şeýle täsir elektrik meydany arkaly ýüze çykýandygyny düşündirip beripdir.

MAÝKL FARADEÝ (1791–1867)

Iňlis fizik-eksperimentatory. Ol durmuşy dowamynda münlerçe tejribeler geçiripdir. Oňa alymlar «eksperimentler koroly» diýip at beripdirler. Onuň iň uly açyşlaryndan biri elektromagnit induksiýa hadysasydyr. Maýkl bu tejribede alan kiçi tok bu günki günde bütün dünýäny ýagtylandyrýar.



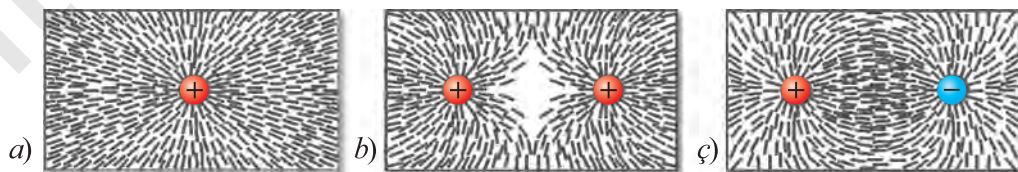
Elektrik zarýadlar bir-birine gönüden-göni degmezden hem täsirleşýändigini, olaryň daşynda elektrik meýdanynyň emele gelýändigini aňladýar. Birinji zarýadyň elektrik meýdany ikinji zarýada, ikinjisiniň meýdany birinji zarýada täsir edýär. Zarýaddan uzaklaşdygy saýyn elektrik meýdany barha gowşaýar.

Gozganmaýan zarýadyň ýa-da zarýadlanan jisimiň meýdany elektrostatik meýdan diýip atlandyrylýar.

Elektrik meýdanyny gönüden-göni tejribelersiz görüp bilmeyäris, duýmaýarys hem. Onuň bardygyny zarýadlanan jisimleriniň özara täsirleşmesine garap bilmegimiz mümkin.

Elektrik meýdanynyň güýç çyzyklary

Stoldaky aýnanyň üstünde tegelek şekildäki položitel zarýadlanan metal plastinkany goýup, onuň daşyna maýdalanan saç tüýlerini sepip aýnany pitiklese, tüýler mälum tertipde ýerleşýärler (15-nji a surat).

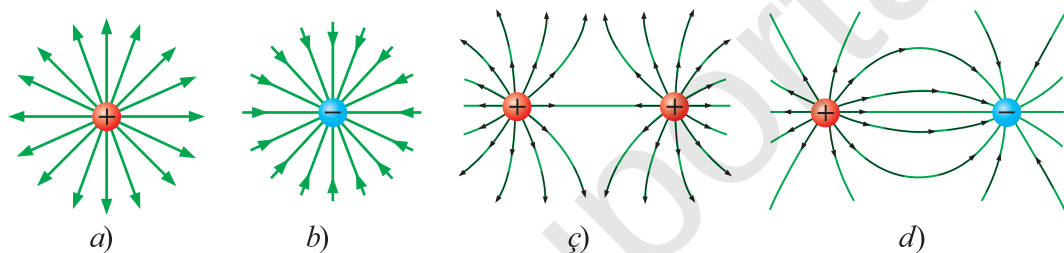


15-nji surat.

Eger aýnanyň üstünde tegelek şekildäki iki položitel zaryadlanan metal plastinkalary goýup, maýda saçyň tüýleri sepilen aýna pitiklenýän bolsa, 15-nji *b* suratdaky ýaly görnüş emele gelyär. Şonuň ýaly-da, plastinkanyň biri položitel, ikinjisi otrisatel zaryadlanan bolsa, saçyň tüýleri 15-nji *ç* suratdaky ýaly ýerleşýärler. Geçirilen bu tejribeler, birinjiden, elektrik meýdanynyň barlygyny, ikinjiden, elektrik meýdany güýç çyzyklaryna eýedigini görkezýär.

Elektrik meýdanynyň güýç çyzyklary položitel zaryaddan başlanyp, otrisatel zaryadda gutarýar ýa-da çäksizlikde gutarýar.

Položitel alamatly we otrisatel alamatly zaryadlanan şarjagazlaryň aýratyn duran ýagdaýdaky elektrik meýdanynyň güýç çyzyklary 16-njy *a, b* suratlarda we olaryň özara täsirleşen ýagdaýdaky elektrik meýdanynyň güýç çyzyklarynyň dürlüçe bolýandygy 16-njy *ç, d* suratlarda şekillendirilen.

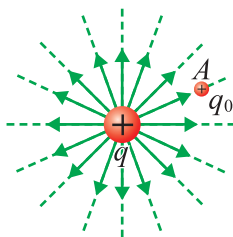


16-njy surat.

Elektrik meýdanynyň güýjenmesi

Elektrik meýdanynyň oňa girizilen elektrik zaryadyna täsirini mukdar taýdan bahalamak üçin *elektrik meýdanynyň güýjenmesi* diýilýän ululyk girizilen we E harpy bilen belgilenýär. Položitel q zaryadly şarjagaz emele getiren elektrik meýdanynyň A nokadyna položitel q_0 nokatlanç zaryady girizeliň (17-nji surat). Şarjagazyň meýdany nokatlanç zaryada mälum F güýç bilen täsir edýär.

q zaryadyň A nokatda emele getiren elektrik meýdanynyň güýjenmesi aşakdaky ýaly aňladylýar:

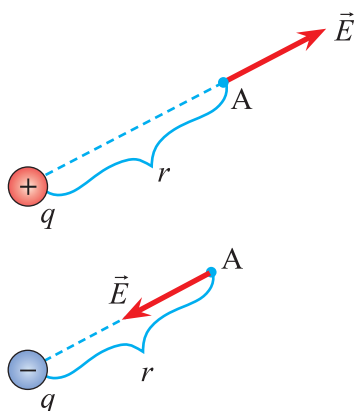


17-nji surat.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$

(1)

Elektrik meýdanynyň güýjenmesi nokatlanç zaryada meýdan tarapyndan täsir edýän güýjüň şu zaryada gatnaşygyna deň.



18-nji surat.

Elektrik meýdanynyň güýjenmesi (E)-niň ugry A nokatda položitel zaryada täsir edýän F güýjüň ugry bilen birmeňzeş bolýar (18-nji surat). Elektrik meýdanynyň güýjenmesi wektor ululykdyr.

Meýdanyň güýjenme birligi N/C-da aňladylýar. Nokatlanç zaryadyň käbir aralykda emele getiren elektrik meýdanynyň güýjenmesini nähili tapylýandygyna garap geçeliň.

Kulonyň kanunyna görä, meýdanyň güýjenmesiniň (1) aňlatmasyny aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

$$E = \frac{k \frac{|q_0| \cdot |q|}{r^2}}{q_0} = k \frac{|q|}{r^2}.$$

Diýmek, islendik nokatlanç zaryaddan r aralykdaky elektrik meýdanynyň güýjenmesini aşakdaky formula arkaly tapmak mümkin:

$$E = k \frac{|q|}{r^2}. \quad (2).$$

Nokatlanç zaryad daşynda emele getiren elektrik meýdanynyň güýjenmesi zaryad ýerleşen gurşawyň häsiýetlerine bagly. Eger q nokatlanç zaryadyň wakuumda emele getiren meýdanyň güýjenmesi E_0 bolsa, onuň töweregi käbir dielektrik bilen doldurylanda emele gelen meýdanyň güýjenmesi kemelýän eken. Çünki, dielektrik elektrik meýdanyny gowşadýar. Meýdanyň wakuumdaky meýdanyň güýjenmesiniň moduly E_0 -ny bir jynsly dielektrigiň içinde emele getirilen elektrik meýdanynyň güýjenmesiniň moduly E -ge bölsek, ýagny $\frac{E_0}{E}$ gatnaşyk berlen dielektrigiň içindäki meýdanyň güýjenmesi wakuumdaky meýdanyň güýjenmesinden näçe esse kiçidigini görkezýär. Bu gatnaşyga dielektrigiň *dielektrik siňdirijiligi* diýilýär we ol ϵ (epsilon) harpy bilen belgilenýär. Kesgitlemä görä:

$$\epsilon = \frac{E_0}{E}. \quad (3)$$

Onda, dielektrigiň içinde ýerleşdirilen nokatlanç q zaryaddan r aralykda duran nokatdaky meýdanyň güýjenmesi aşakdaky ýaly hasaplanýar:

$$E = k \frac{|q|}{\epsilon \cdot r^2}. \quad (4)$$

Şonuň ýaly-da, bir jynsly dielektrigiň içinde ýerleşen iki nokatlanç zarýadlaryň arasyndaky özara täsir güýji olaryň wakuumdaky täsir güýjünden ϵ esse kiçi bolýar, ýagny:

$$F_m = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon \cdot r^2}. \quad (5)$$

Dielektrik siňdirijilik ölçegsiz ululykdyr.

Gurşawyň dielektrik siňdirijiligi – zarýadyň gurşawdaky elektrik meýdanynyň güýjenmesiniň wakuumdaky elektrik meýdanynyň güýjenmesine görä näçe esse kiçidigini görkezýän ululykdyr.

Mesele çözmegiň nusgasy

Nokatlanç zarýadyň elektrik meýdanyna $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ bolan synag zarýady girizilende oňa 5 mN güýç täsir eden bolsa, şu meýdanyň güýjenmesi nähili bolupdyr?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$q_0 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ $F = 5 \text{ mN} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$	$E = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{2 \cdot 10^{-8} \text{ C}} = 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$
Tapmaly: $E = ?$	$[E] = \frac{\text{N}}{\text{C}}$	Jogaby: $E = 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$



1. Faradeýiň elektrik meýdany baradaky taglymaty nämelerden ybarat?
2. Elektrostatik meýdan diýip nähili meýdana aýdylýar?
3. Položitel we otrisatel zarýadlanan jisimlerde elektrik meýdanynyň güýç çyzyklary nähili ugrugan?
4. Elektrik meýdanynyň güýjenmesini kesgitläň.

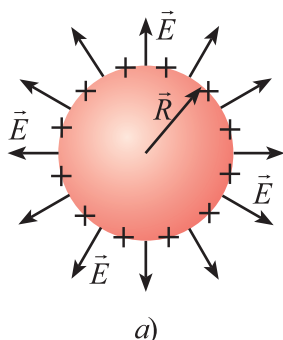
4-nji gönükmä

1. Zarýady -4 nC bolan nokatlanç zarýadyň 6 cm aralykda emele getiren meýdanyň güýjenmesini tapyň.
2. Elektrik meýdanynyň güýjenmesi 3000 N/C bolan nokatda duran zarýady 20 nC bolan şarjagaza nähili güýç täsir edýär?
3. Bir jynsly elektrostatik meýdanda $5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ zarýada $8 \mu\text{N}$ güýç täsir edýär. Zarýad duran nokatdaky elektrik meýdanynyň güýjenmesini tapyň.
4. Zarýady $3,6 \text{ nC}$ bolan nokatlanç zarýaddan nähili aralykda meýdanyň güýjenmesi 9000 N/C -a deň bolar?

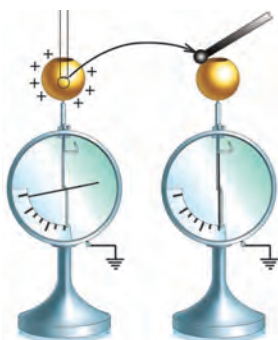
6-§

GEÇIRIJILERDE ELEKTRIŇ ZARÝADLARYŇ PAÝLANÝŞY

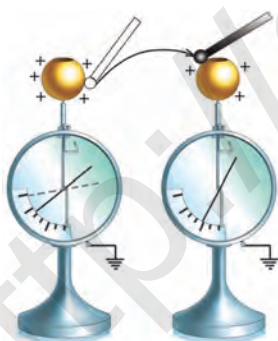
Geçirijide zarýadlaryň ýerleşşi



a)



b)



c)

19-njy surat.

Elektrik zarýadlary ýekelenen geçirijide nähili paýlanan bolýar? Geçirijiniň içinde-de zarýad bolýarmy?

Metal şarjagaza položitel zarýad berlen bolsun. Mälim bolşy ýaly, birmeňzeş alamatly zarýadlar bir-birinden gaçýar. Şu sebäpli şaryň içinde zarýad bolan ýagdaýda-da, olar özara bir-birinden itekleşip, mümkingadar bir-birinden uzagrak aralykda ýerleşmäge ymtylýar. Netijede şaryň tutuş göwrümindäki zarýadlar onuň daşyna çykyp galýar. Metal şara berlen položitel zarýadlar şaryň daşy boýunça bir tekiz ýerleşýär (19-njy a surat). Elektrik meýdanynyň güýç çyzyklary bolsa, şaryň radiusy boýunça daşary ugrugan bolýar.

Şaryň içinde zarýad ýokdugyny nähili barlamak mümkin? Iki elektrometr alyp, olaryň birine içi köwek we depesinde deşigi bolan metal şar ornaşdyrylýar. Şara elektrik zarýady berilse, elektrometriň görkezijisi mälim burça gyşarýar. Izolýatorly taýajygyň ujuna berkidilen metal şarjagazy içi köwek şaryň içine degirmezden girizip, soňra taýajygyň şarjagazyny zarýadlanmadyk elektrometre degirýäris (19-njy b surat). Munda ikinji elektrometriň görkezijisi ýerinden gozganmaýar. Diýmek, şaryň içinde zarýad bolmaýan eken.

Indi taýajygyň şarjagazyny birinji elektrometriň üstündäki şaryň daşyna degirýäris. Munda şu elektrometriň görkezijisi zarýadyň biraz kemelendigini görkezýär. Taýajygyň şarjagazyny ikinji elektrometriň şarjagazyna degirýäris. Munda elektrometriň görkezijisi biraz gyşarýar, ýagny onuň zarýad alandygyny görkezýär (19-njy c surat). Mundan, elektrik zarýady geçirijiniň daşy boýunça paýlanýar, diýen netijä gelmek mümkin.

Ýekelenen geçirijide elektrik zarýadlary onuň daşy boýunça paýlanýar. Geçirijiniň içinde zarýad bolmaýar.

Faradeýiň kapasasy

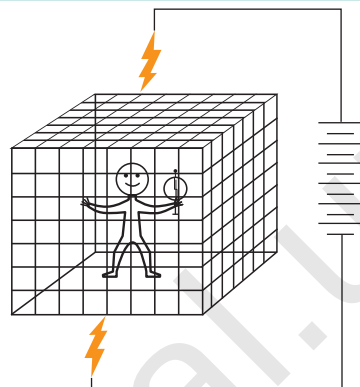
M. Faradeýiň geçirijiniň içinde elektrik zarýadlarynyň bolmaýanlygyny subut etmek üçin ýasan gurluşy bilen tanyşýarys. Ol agaçdan ýasalan kapasanyň daşky üstüni ýuka folga bilen örtüpdür. Faradeý eline elektroskop alyp, kapasanyň içine giripdir. Onuň kömekçileri kapasany ýüpek ýüpler bilen asypdyrlar, soňra kapasa elektrik zarýadlary beripdirler. Kapasanyň içindäki elektroskop kapasanyň zarýadlanýşyny duýmandyr. Diýmek, metal kapasanyň içinde elektrik meýdany bolmaýan eken (20-nji surat). Bu günki günde bu gurluşy adamlara görkezmegiň birnäçe görnüşleri bar (21-nji surat).

Faradeý geçiren bu tejribe hem geçirijiniň içinde zarýadyň bolmaýandygyny, elektrik zarýadlary diňe geçirijiniň üsti boýunça ýerleşýändigini subut edýär. Bu hadysadan amalyýetde giňden peýdalanylýar, meselem, ýokary naprýaženiýeli elektrik pudaklary bilen işleýän adamlar üçin polat we mis süýümlerden ýörite geýimler tikilýär. Münlerçe kilometrler uzap giden elektrik pudaklary, hatda olar pudakdan üzülen bolanda-da uly mukdardaky zarýadlaryň toplanmagy mümkin. Geýimler bolsa, adamlary elektriklikenmeden saklaýar.

Geçirijiniň üstünde zarýadlaryň paýlanyşy

Zarýadlar metal şaryň üstünde bir tekiz ýerleşişine göz ýetirdik. Ýöne islendik şekildäki geçirijiniň üstünde zarýadlar nähili paýlanýar?

22-nji suratda görkezilen şekildäki geçirijiniň dürli ýerlerine folga ýaprajyklary goýlan. Geçiriji zarýadlananda onuň üstündäki zarýadlaryň täsirinde ýaprajyklar dürlüçe tarzda, ýagny ýiti uchiga ýakyn ýerlerinde ulurak, silindr şeklindäki böleginde bolsa, ýaprajyklary kiçiräk açylýar.



20-nji surat.



21-nji surat.



22-nji surat.

Elektrik şemal

Jisimiň ýiti ujunda başga ýerlerine görä zarýad dykyzdygy mälim. Ýekelenen ýiti uja eýe jisimi (metaly) geçiriji arkaly elektrik çeşmä birikdirip,



23-nji surat.

ony üznüksiz zarýadlap durýarys. Jisimiň ujuna ýanyp duran şemi ýakynlaşdyrýarys. Munda ýalňyň şemalyň täsirindäki ýaly gyşarýandygyny görmek bolýar (23-nji surat). Şonuň üçin bu prosese «elektrik şemal» diýlip aýdylýar. Bu tejribe çylşyrymly şekildäki ýekelenen geçirijiniň üstünde elektrik zarýadlarynyň biendigan paýlanýandygyny, geçirijiniň uçly ýerlerinde zarýadlaryň dykyz ýerleşýändigini tassyklaýar.



1. Metal şarda elektrik zarýadlar nähili ýerleşen bolýar?
2. Faradeýiň kapasasy barada aýdyp beriň.
3. Çylşyrymly üstli ýekelenen geçirijileriň üstünde elektrik zarýadlary nähili paýlanýar?
4. Geçirijiniň ýiti ujunda näme sebäpden «elektrik şemal» emele gelýär?
5. Şar şeklindäki sim tory we bitewi gaplar berlen. Olaryň haýsysynda elektrik meýdanynyň güýjenmesi uly?



«Elektrik şemala» syn ediň.

1. Elektrofor maşynynyň metal şarjagazyna uçly jisimi 24-nji suratda görkezilişi ýaly edip birikdiriň.
2. Jisimiň uçly tarapyny ýanyp duran şeme ýakyn ýerleşdiriň.
3. Elektroforýň dessesini aýlap, uçly jisimi zarýadlandyryň.
4. Gözegçilik eden fiziki prosesini netijelerini depderiňize ýazyň we sebäbini düşündiriň.



24-nji surat.

7-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Elektrik meýdanynyň güýjenmesi $2,5 \cdot 10^4$ N/C bolan nokatlanç zaryada 8 nN güýç täsir etse, nokatlanç zaryaddaky artykmaç elektronlar sanyny anyklaň.

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$E = 2,5 \cdot 10^4$ N/C $F = 8$ nN = $8 \cdot 10^{-9}$ N $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.	$E = \frac{F}{q}; \quad q = \frac{F}{E};$ $q = N \cdot e; \quad N = \frac{q}{e} = \frac{F}{e \cdot E}.$ $[N] = \frac{\text{N}}{\text{C} \cdot \frac{\text{N}}{\text{C}}} = 1.$	$N = \frac{8 \cdot 10^{-9}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,5 \cdot 10^4} =$ $= 2 \cdot 10^6$ sany. Jogaby: $N = 2 \cdot 10^6$ sany.
Tapmaly: $N = ?$		

2-nji mesele. Gurşawyň içinde duran $6,4 \mu\text{C}$ zaryadly jisim özünden 6 cm uzaklykda $5 \cdot 10^6$ N/C meýdanyň güýjenmesini emele getirdi. Dielektrigiň dielektrik siňdirijiligini tapyň.

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$q = 6,4 \mu\text{C} =$ $= 6,4 \cdot 10^{-6}$ C $E = 5 \cdot 10^6$ N/C $r = 6$ cm = $6 \cdot 10^{-2}$ m.	$E = k \frac{ q }{\varepsilon \cdot r^2}; \quad \varepsilon = k \frac{ q }{E \cdot r^2};$ $[\varepsilon] = \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \frac{\text{C}}{\frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot \text{m}^2} = 1.$	$\varepsilon = 9 \cdot 10^9 \frac{6,4 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^6 \cdot 36 \cdot 10^{-4}} = 3,2.$ Jogaby: $\varepsilon = 3,2.$
Tapmaly: $\varepsilon = ?$		

3-nji mesele. Massasy 0,4 mg bolan ýag damjasy elektrik meýdanynda asylgy dur. Elektrik meýdanynyň güýjenmesi 100 N/C-a deň bolsa, ýag damjasynyň zaryadyny anyklaň.

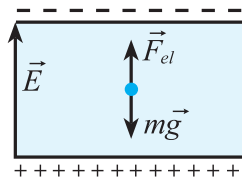
Berlen:	Hasaplamak:
$m = 0,4$ mg = $4 \cdot 10^{-7}$ kg $E = 100$ N/C.	Ýag damjasy oňa täsir edýän elektrostatik we agyrylyk güýçleri deň bolanda deňagramlykda bolýar: $F_{el} = qE; \quad F_{ag} = mg.$
Tapmaly: $q = ?$	

Yokardakylary hasaba almak bilen, meselaniñ şertine görä,

$$q E = m g.$$

Mundan ýag damjasynyň zarýady:

$$q = \frac{m g}{E} = \frac{4 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{100 \text{ N/C}} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ C}.$$



Jogaby: ýag damjasy deňagramlykda bolmagy üçin onuň zarýady $q = 4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ -a deň bolmaly.

5-nji gönükmä

1. Elektrik meýdanynda duran 20 nC zarýada 8 μN güýç täsir edýär. Zarýad duran ýerde meýdanyň güýjenmesi näçe bolupdyr?
2. Birmeňzeş zarýadlanan iki nokatlanç zarýadlar özara 30 μN güýç bilen täsirleşýärler. Birinji zarýadyň ikinji zarýad duran nokatda emele getiren elektrik meýdanynyň güýjenmesi 5000 N/C -a deň. Nokatlanç zarýadlaryň bahasyny tapyň.
3. Meýdanyň güýjenmesi 1200 N/C bolan nokatda duran otrisatel zarýadlanan şarjagaza 160 μN güýç täsir edýär. Şarjagazdaky artykmaç elektronlaryň sany näçe?
4. Zarýady 7 nC bolan nokatlanç zarýad kerosiniň içinde dur. Ol özünden 10 cm uzaklykda nähili meýdanyň güýjenmesini emele getirýär? Kerosiniň dielektrik siňdirijiligini 2,1 -e deň diýip alyň.
5. Gurşawyň içinde duran 30 nC we -36 nC bolan nokatlanç zarýadlar bir-biri bilen 18 cm aralykda özara täsirleşýärler. Olaryň arasyndaky özara täsir güýji 150 μN -a deň bolsa, gurşawyň dielektrik siňdirijiligi näçe bolupdyr?
6. Massasy 80 mg bolan ýag damjasy otrisatel zarýadlanan. Ol güýjenmesi 1000 N/C bolan elektrik meýdanynda asylgy duran bolsa, ondaky artykmaç elektronlaryň massasyny tapyň.
7. B nokatda duran $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ zarýadly nokatlanç zarýad A nokatda duran zarýada 60 μN güýç bilen täsirleşýärler. A nokatdaky zarýadyň B nokatda emele getiren meýdanyň güýjenmesini anyklaň.

8-§

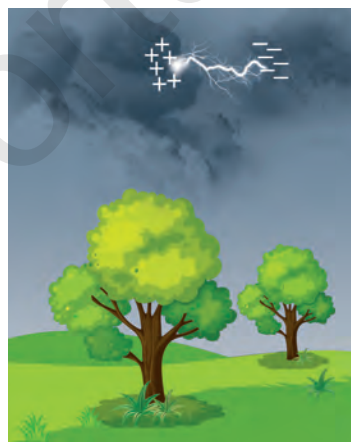
TEBIGATDAKY ELEKTRIK HADYSALAR

Ýyldyrym we gök gürrüldisi

Ýyldyrym çakyşyny we gök gürrüldisini köp görensiňiz. Olaryň emele gelşini dürli alamatly elektrik zarýadlarynyň özara täsiri esasynda düşündirmek mümkin. Bir jisim ikinji jisime sürtülende, elektrik zarýady emele gelýär. Dürli alamatly zarýadlar bilen güýçlüräk zarýadlanan jisimler bir-birine ýakynlaşdyrylsa, uçgun çykýar we çyrsyldan ses eşidilýär.

Mälim bolşy ýaly, howada suw buglary bar. Asmanda howanyň temperaturasy barha peselmegi bilen suw buglary birleşip, maýda suw bölejiklerini emele getirýär. Şeýle suw bölejikleri toplanan ýer bize ak bulut bolup görünýär. Howanyň temperaturasy has peselse, suw bölejikleri irileşip, olar gara buluda öwrülüp başlaýar. Bulut ýüzüp gezen ýerde howanyň has-da sowap gitmegi bolsa suw bölejikleriniň buza öwürlmegine getirýär.

Asmandaky bulutlar bir-biri bilen hem-de howanyň dürli gatlaklary bilen hemişe sürtülmede bolýar. Netijede käbir topbak bulutlar güýçli zarýadlanyp galýar. Dürli alamat bilen güýçli zarýadlanan bulutlar bir-birine ýakynlaşanda, bir bulutdaky otrisatel zarýadlar ikinji bulutdaky položitel zarýadlara tarap hereket edýär. Garşylykly alamatly zarýadlaryň tötänden goşulyşmagy netijesinde güýçli elektrik uçgun – ýyldyrym emele gelýär (25-nji surat).



25-nji surat.

Ýyldyrym – bu dürli alamat bilen zarýadlanan bulutlaryň arasynda ýa-da bulut bilen ýer üsti arasynda bolýan güýçli elektrik uçguny.

Ýyldyrymyň uzynlygy birnäçe kilometre, diametri bolsa birnäçe santimetre deň bolup, dowamlylygy sekundyň ülsünde bolup geçýär. Ýyldyrym wagtynda güýçli gürrüldi – gök gürrüldisi emele gelýär.

Gök gürrüldisi – bu ýyldyrym wagtynda ýüze çykýan howadaky (atmosferadaky) ses hadysasy bolup, ol ýyldyrymyň ýolunda howanyň gyzmagy, basyşyň artmagy sebäpli bolýar.



a)



b)

26-njy surat.

Ýyldyrymdaky ýagtylygy derrew görýäris, ýöne onuň sesi – gök gürrüldisini biraz wagtdan soň eşidýäris. Sebäbi, 1 s-da ýagtylyk 300 000 km aralygy, ses bolsa howada bary-ýogy 340 m aralygy geçýär. Meselem, ýyldyrym bizden 1 km uzaklykda bolsa, ony derrew görýäris, gök gürrüldisi bolsa 3 s-dan soň eşidýäris.

Ýyldyrym diňe bulutlaryň arasynda däl, eýsem bulut bilen ýeriň arasynda hem ýüze çykmagy mümkin (26-njy a surat). Munda bulut gatlaklarynda emele gelen uly mukdardaky zaryadlar akymy tötänden bir sellemde ýere geçmegi netijesinde güýçli ýyldyrym çakýar we gök gürrüldisi bolýar. Eger buludyň položitel zaryadlanan gatlagy ýeriň üstüne ýakyn gelse, şu buludyň astyndaky ýeriň üstünde otrisatel zaryadlar toplanýar. Netijede, zaryadlanan bulut ýeriň üsti bilen emele gelen elektrik meýdany arkaly täsirleşýär. Bulut güýçli zaryadlanan bolup, ýere gaty ýakynlaşyp galanda bulut bilen ýer üstüniň arasynda güýçli elektrik uçguny çykýar, ýagny ýyldyrym çakýar. Ýyldyrym prosesinde bulutdaky zaryadlar ýere geçýär.

Ters ýyldyrym. Spraýtlar

Şu wagta çenli ýyldyrymlaryň bulutlar bilen ýeriň arasynda, ýagny bulutlardan pesde bolup geçýändigini barada aýdylypdy. Ýöne, bulutlaryň depe-sinde-de ýyldyrymlar bolýan eken. Bu hadysa reaktiw awiasiýa bilen baglylykda 1994-nji ýylda bolupdyr. Spraýtlar adyny alan 26-njy b suratdaky ýyldyrymlar bolsa 1989-njy ýylda tötänden surata alnan we olaryň fiziki tebigaty çuňňur öwrenilmedik.

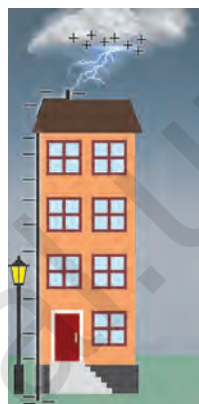
Ýyldyrymdan saklanmak

Siz «ýyldyrym urdy», «ýyldyrym düşdi» diýen sözleri köp eşidensiňiz. Ýyldyrymyň özi näme? Ondan nähili saklanmak mümkin?

Ýyldyrym – zarýadlanan bulut bilen ýeriň arasynda ýüze çykýan ýylpyldy wagtynda bulutdaky zarýadlaryň ýere bir sellemde geçmek prosesi.

Ýyldyrym gaty howpludyr. Zarýadlanan buluda ýerdäki elektrik geçirýän jisimlerden haýsysy ýakyn bolsa, şoňa özüniň zarýadyny berýär, ýagny ýyldyrym urýar. Şonuň üçin ýerden belent göterilen dagyň depesi, minara, bina, daragt, elektrik sütünlerini birinji nobatda ýyldyrym urmagy we weýran etmegi mümkin. Ýyldyrym wagtynda tekiz ýerde barýan maşyny ýa-da adamy hem ýyldyrym urmagy mümkin. Şeýle wagtlarda beýiklikde, daragtyň aşagynda durmak, bede küdesine gizlenmek hem howpludyr.

Adatda, beýik minaralary we binalary guranda olaryň depesine ýyldyrym sowujy goýulýar (27-nji surat).



27-nji surat.

Ýyldyrym sowujy – minaralary, binalary, senagat we oba hojalyk desgalaryny ýyldyrym urmakdan goraýan gurluşdyr.

Ýyldyrym sowujy uçly geçirijiden ybarat bolup, ol ýogyn sim arkaly ýere çuň gömülen metal gazyga birikdirilýär. Ýere ýakynlaşan zarýadlanan bulut öz zarýadyny birinji nobatda minaranyň ýa-da binanyň üstünde ornaşdyrylan ýyldyrym sowuja berýär. Örän köp mukdardaky elektrik zarýady minara ýa-da bina şikes ýetirmän, ýyldyrym sowujy arkaly ýere geçip gidýär.



1. Bulutlar nädip elektrik zarýadylanýar?
2. Nädip emeli ýyldyrym emele getirmek mümkin?
3. Näme sebäpden ýyldyrym bolandan birnäçe sekunt geçensoň gök gürrüldisini eşidýäris? Gök gürrüldisiniň gürrüldäp durmagyna sebäp näme?
4. Ýyldyrym näme? Ol nähili ýüze çykýar?
5. Ýyldyrym sowujy nädip minara we binany ýyldyrym urmagyndan saklaýar? Munda ýer nähili wezipäni ýerine ýetirýär?



Siz ýyldyrym çakyşyny görensiňiz we gök gürrüldisini eidensiňiz, olaryň sizden takmynan näçe uzaklykda bolup geçýändigini bahalajak boluň. Bu hakda öz täsirleriňizi depderiňize ýazyň.

I BABY GAÝTALAMAK ÜÇIN TEST ÝUMUŞLARY

- Haýsy bölejik položitel elementar zaryada eýe?
A) neytron; B) elektron;
C) α -bölejik; D) proton.
- Poločitel $+2q$ zaryada eýe bolan damjadan $-q$ zaryadly damja bölünip çykdy. Galan damjanyň elektrik zaryady näçe bolar?
A) $-3q$; B) $-q$; C) $+4q$; D) $+3q$.
- Otrisatel -3 nC zaryadly simap damjasy zaryady 6 nC bolan simob damjasy bilen goşuldy. Emele gelen damjanyň zaryady näçe bolar (nC)?
A) 2; B) -2 ; C) 3; D) -3 .
- Eger neýtral atom ionlaşma netijesinde 2 elektron ýitirse, onuň zaryady näçe bolar (C)?
A) $-1,6 \cdot 10^{-19}$; B) $1,6 \cdot 10^{-19}$; C) $-3,2 \cdot 10^{-19}$; D) $3,2 \cdot 10^{-19}$.
- Wakuumda bir-birinden 2 cm aralykda ýerleşen 4 nC we 10 nC zaryada eýe bolan iki bölejik özara nähili güýç bilen täsirleşýär (mN)?
A) 20; B) 10; C) 4,5; D) 0,9.
- Iki nokatlanç zaryadyň arasyndaky aralygy üýtgetmezden, iki zaryad mukdary 10 esseden artdyrylsa, olaryň arasyndaky täsir güýji näçä üýtgär?
A) 10 esse artýar; B) 10 esse kemelýär;
C) 100 esse kemelýär; D) 100 esse artýar.
- Iki nokatlanç zaryadyň her biriniň mukdary hem-de olaryň arasyndaky aralyk 2 esse artdyrylanda, özara täsir güýji nähili üýtgär?
A) 2 esse artýar; B) 2 esse kemelýär;
C) 4 esse artýar; D) üýtgemelýär.
- Zaryadlaryň arasyndaky aralygy 10 cm-e gysgaldanda, olaryň täsir güýji 4 esse artsa, olaryň arasyndaky ilkinji aralygy tapyň (cm).
A) 10; B) 8; C) 9; D) 20.
- Ýüpe daňlan položitel zaryadlanan şarjagaz bir jynsly elektrik meýdanynda wertikaldan sag tarapa gyşarýar. Elektrik meýdanynyň güýjenmesiniň wektory haýsy tarapa ugrugan?
A) wertikal ýokary; B) wertikal pese;
C) gorizontall sag tarapa; D) gorizontall çep tarapa.
- Bir jynsly elektrostatik meýdanda $2 \cdot 10^{-5}$ C zaryada 4 N güýç täsir edýär. Bu nokatdaky meýdanyň güýjenmesini tapyň (N/C).
A) $2 \cdot 10^5$; B) $5 \cdot 10^{-6}$; C) $8 \cdot 10^{-5}$; D) $2 \cdot 10^{-5}$.
- Meýdanyň güýjenmesi 1 kN/C bolan nokatda ýerleşen 5 μ C zaryada näçe güýç (N) täsir edýändigini tapyň.
A) $5 \cdot 10^{-2}$; B) $5 \cdot 10^{-3}$; C) $5 \cdot 10^{-5}$; D) 0,5.

I BAP BO'YUNÇA MÖHÜM NETIJELER

Elektrik	Örän gadym zamanlarda Gresiyada inñeyaprakly daragtlaryň galyndysynyň daşa öwrülen ýelimini grekler «elektron» diýip atlandyrypdyrlar. Elektrik sözi-de şundan gelip çykypdyr.
Elektrik-lenme	Elektriklenmäniň iki görnüşi bar: ýüpege sürtülen çüýşe taýajyk položitel (+) alamatly, bagana sürtülen ebonit taýajyk otrisatel (-) alamatly elektrlenýär.
Geçirijiler	Elektrigi özünden geçirýän maddalar elektrik geçirijiler diýlip atlandyrylýar.
Dielektrikler	Özünden elektrigi geçirmeýän maddalar dielektrikler diýlip atlandyrylýar. Dielektriklerden taýýarlanan zatlar bolsa izolýatorlar diýilýär.
Atomyň planetar modeli	Atomyň merkezinde ýadro ýerleşen bolup, ol položitel zaryadlanan protonlardan we zaryadlanmadyk neýtronlardan düzülen. Atomyň yadrosynyň daşynda orbita boýunça otrisatel zaryadlanan elektronlar hereket edýär.
Kulonyň kanuny	Wakuumda ýerleşen iki gozganmaýan nokatlanç elektrik zaryadlarynyň özara täsir güýji olaryň zaryad mukdarlarynyň köpeltmek hasylyna göni proporsional we olaryň arasyndaky aralygyň kwadratyna ters proporsionaldyr, ýagny: $F = k \frac{ q_0 \cdot q_1 }{r^2}$.
Elektrik meýdanynyň güýjenmesi	Elektrik meýdanynyň güýjenmesi nokatlanç zaryada meýdan tarapyndan täsir edýän güýjüň şu zaryada gatnaşygyna deň, ýagny: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$.
Ýyldyrym	Bu dürli alamat bilen zaryadlanan bulutlaryň arasynda ýa-da bulut bilen ýer üstiniň arasynda bolýan güýçli elektrik uçguny.
Gök gürrüldisi	Gök gürrüldisi – bu ýyldyrym wagtynda ýüze çykýan howadaky (atmosferaadaky) ses hadysasy bolup, ol ýyldyrymyň ýolunda howanyň gyzmagy, basyşyň artmagy sebäpli bolup geçýär.
Ýyldyrym	Zaryadlanan bulut bilen ýeriň arasynda bolýan ýyldyrym wagtynda bulutdaky zaryadlaryň ýere bir sellemde geçmek prosesi.

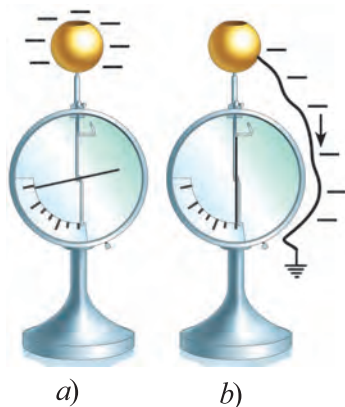
II BAP ELEKTRIK TOGY

Biz I bapda jisimlari bir-birine sürtüp olary zarýadlandyrmak mümkinligi bilen tanyşdyk. Jisimlariň alan elektrik zarýadyny bolsa gozganmaýan diýip garadyk. Amalda gozganmaýan elektrik zarýadlaryndan kem peýdalanýarys.

9-§

ELEKTRIK TOGY BARADA DÜŞÜNJE

Zarýadlanan bölejikleriň tertipli hereketi



28-nji surat.

Elektrik toguny emele getirmekte zarýadlanan bölejikleri herekete getirmegiň iň ýönekeý ýagdaýyna garaýarys. Munuň üçin elektrometriň şarjagazyny bagana sürtülen ebonit taýajygyň kömeginde zarýadlandyralyň. Munda elektrometriň görkezijisi mälim burça gyşarýar (28-nji a surat). Eger bir uýy ýere birikdirilen geçirijiniň ikinji ujuny elektrometriň şarjagazyna degirsek, şol bada elektrometriň görkezijisi nola düşüp galýar. Bu hadysanyň sebäbi, geçirijiniň ikinji uýy şarjagaza degirlen badyna ondaky zarýadlanan bölejikler geçiriji boýunça bir tarapa hereketlenýär we ýere geçip gidýär (28-nji b surat).

Zarýadlanan bölejikleriň tertipli hereketi, ýagny akymy *elektrik togy* diýip atlandyrylýar.



29-njy surat.

«Tok» rusça «поток» sözünden alnan bolup, «akym» manysyny aňladýar.

Ýokardaky tejribede geçirijide elektrik togy emele gelendigini bilmek üçin ýere birikdirilen geçirijiniň ortasyna neon lampaçka ornaşdyralyň. Eger geçirijiniň ikinji ujuny elektrometriň zarýadlanan şarjagazyna degirsek, elektrometriň görkezijisi nola düşmegi bilen bir wagtda neon lampaçka hem bir selemde ýanyp-öçär (29-njy surat). Diýmek, hakykatdan hem, geçirijide zarýadlanan bölejikler

bir tarapa tertipli hereket edýär, ýagny akýar we geçirijide elektrik togy emele gelýär.

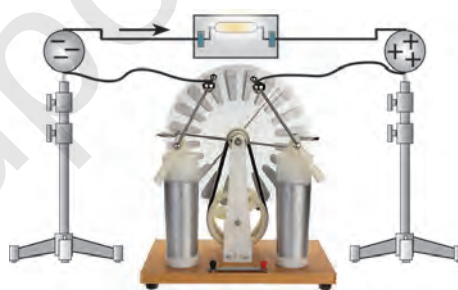
Toguň emele gelmeginde elektrik meýdanynyň orny

Zarýadlanan bölejikleriň hereketlenmegine sebäp, geçirijide elektrik meýdanynyň barlygydyr. 29-njy suratda görkezilen tejribede elektrometriň şarjagazy otrisatel zarýadlanan. Geçirijiniň uýy şarjagaza degridmezden ilki Ýeriň geçiriji birikdirilen ýeri neýtral bolýar, ýagny otrisatel we položitel zarýadlar deň mukdarda bolýar. Geçiriji şarjagaza birikdirilen badyna ondaky otrisatel zarýadlaryň täsirinde Ýeriň şu neýtral ýerinde položitel zarýadlar toplanýar. Netijede şarjagaz bilen ýeriň arasynda elektrik meýdany emele gelýär. Bu meýdanyň täsirinde şarjagazdaky elektronlar ýere tarap tertipli hereket edýär we geçirijide gysga möhletleýin tok emele gelýär.

Geçirijide elektrik togy emele gelmegi üçin elektrik meýdany bar bolmaly.

Geçirijide nädip uzagrak wagt dowam edýän elektrik toguny emele getirmek mümkin?

Bu soraga jogap bermek üçin aşakdaky tejribe geçirilen. Elektrofor maşynynyň şarjagazlary metal geçirijiler arkaly olar izolirlenen ştatiwe mäkämlenen şarlara birikdirilen. Neon lampoçkasy metal geçirijiler arkaly bu şarlara birikdirilen (30-njy surat).



30-njy surat.

Elektrofor maşynynyň diskleri aýlandyrylanda şarlaryň biri položitel, ikijisi otrisatel zarýadlanýar. Netijede garşylykly alamatly zarýadlanan şarlaryň arasynda, şonuň ýaly-da, olara birikdirilen geçirijilerde elektrik meýdany emele gelýär. Meýdanyň täsirinde zarýadlanan bölejikler geçiriji boýunça tertipli hereket edýär, ýagny onda tok emele gelýär. Bu tok sebäpli neon lampoçka ýanýar. Diskler dyngysyz aýlap durulsa, şarlaryň zarýadlanýşy üznüksiz dowam edýär we elektrik meýdany saklanyp, lampoçka hem ýanyp duruberýär.

Elektrik togunyň täsirleri

Geçirijiden geçýän elektrik toguny ýa-da zarýadlanan bölejikleriň tertipli hereketini gönüden-göni görüp bilmeýäris. Emma elektrik togunyň barlygy sebäpli ýüze çykýan täsirleri görmek we duýmak mümkin.



Bular:

1. Geçirijiden elektrik togy geçende geçiriji gyzyýar (emma aşageçirijiler gymaýar).
2. Elektrolitden elektrik togy geçende onuň himiki düzümi üýtgeýär.
3. Geçirijiden elektrik togy geçende geçirijiniň daşynda magnit meýdanyny emele getirýär.

Elektrik togunyň täsirleri barada soňky temalarda jikme-jik durup geçeris.



1. Elektrik togy diýip nämä aýdylýar?
2. Geçirijide zaryadlanan bölejikler tertipli hereket etmeginiň sebäbi näme?
3. 29-njy suratda getirilen tejribede näme sebäpden neon lampasy bir sellemde ýanyp-öçýär?
4. Elektrofor maşynynyň kömeginde togy nähili emele getirmek mümkin? Tok emele geliş sebäbini düşündirip beriň.
5. Elektrik togunyň nähili täsirleri bolýar?

10-§

TOK ÇEŞMELERI

Tok çeşmesi barada düşünje

Geçirijä birikdirilen lampočka ýanyp durmagy üçin geçirijide yzygider elektrik toguny emele getirip durýan çeşme, ýagny tok çeşmesi bolmaly.



Tok çeşmesinde elektrostatik tebigatyna eýe bolmadyk güýçler iş edip, položitel we otrisatel zaryadlanan bölejikleri bir-birinden aýyrýar. Bölünen garşylykly alamatly bölejikler tok çeşmesiniň polýuslarynda toplanýar we elektrik meýdanyny emele getirýär.

Tok çeşmelerinde položitel we otrisatel zaryadlanan bölejikleri bölmek prosesinde mehaniki, himiki we başga görnüşdäki energiýalar elektrik energiýa öwürülýär. 29-njy suratda görkezilen elektrofor maşyny hem tok çeşmesidir. Onda mehaniki energiýa elektrik energiýa öwürülýär. Elektrofor maşynynyň diskleri aýlandyrylanda položitel we otrisatel zaryadlanan bölejikler bölünip, polýuslarda, ýagny şarjagazlarda garşylykly alamatly zaryadlar toplanýar.

Eger geçirijiniň içinde elektrik meýdany hemişelik bolsa, geçirijiniň kese kesiginden deň wagtlaryň içinde geçen zaryadyň mukdary birmeňzeş bolup, geçiriji arkaly hemişelik tok akýar.

► **Zarýadlanan bölejikleriň hemişelik normadaky akymyna *hemişelik tok* diýilýär. *Hemişelik tok çeşmesi* diýip, položitel we otrisatel polýusa eýe bolan we hemişelik togy emele getirýän çeşmä aýdylýar.**

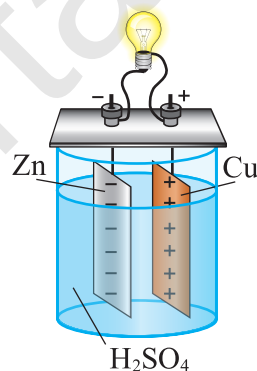
Elektrik togunyň çeşmeleri köpdürlüdür. Häzirlikçe biz hemişelik tok çeşmeleriniň gurluşy we işleýşi bilen tanyşýarys.

Galwanik element

Elektron sagat, telewizor we awtotransport puly ýaly esbaplarda elektrik çeşmesi hökmünde galwanik elementlerden peýdalanylýar. Olaryň ählisinde himiki energiýa elektrik energiýa öwrülýär.

► **Galwanik elementde himiki energiýa elektrik energiýa öwrülýär.**

Iň ýönekeý galwanik element bu kükürt kislotasynyň suwdaky erginine batyrylan sink (Zn) we mis (Cu) plastinkalaryndan ybarat bolan gurluşdyr (*31-nji surat*). Sink bilen kislotanyň özara himiki reaksiýasynda sink plastinka eräp, položitel zarýadly ionlaryny ergine berýär we özi otrisatel zarýadlanýar, položitel ionlar bolsa mis plastinkada toplanýar. Zarýadlanan plastinkalaryň arasynda elektrik meýdany emele gelyär. Eger mis we sink örtükleri, ýagny galwanik elementiň polýuslary geçiriji arkaly lampoçka birikdirilse, geçirijiden tok geçýär we lampoçka ýanýar. Şeýle iň ýönekeý galwanik elementi italiýan alymy **Alessandro Wolta** açyş edipdir. Şonuň üçin ol wolta galwanik elementi diýip hem aýdylýar.



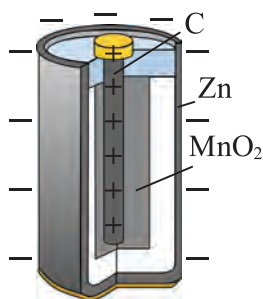
31-nji surat.



ALESSANDRO WOLTA (1745–1827)

Beýik italiýan fizigi we himigi, fizikanyň elektrik bölümünü esaslandyryjylaryndan biri. 1791-nji ýylda elektroskopy açyş edeni üçin London korollygy jemgyýetine kabul edilen. 1800-nji ýylda galwanik elementi (batareýany) oýlap tapany üçin Napoleon tarapyndan graf derejesi berlen.

Amalda, esasan, gury galwanik elementlerden peýdalanylýar. *32-nji suratda* iň ýönekeý gury galwanik elementiň gurluşy görkezilen. Galwanik elementiň esasy bölegi sink (Zn) gapdan we oňa salnan kömür (C) sterženden ybarat. Haltajyga salnan marganes oksidi (MnO_2) we kömür gatyşmagyndan taýýarlanan



32-nji surat.



33-nji surat.

garyndy kömür sterženi dolap durýar. Himiki reaksiýa prosesinde kömür steržende položitel, sink steržende otrisatel zarýadlar toplanýar.

Häzirki wagtda dürli-dürli galwanik elementler öndürilýär (33-nji surat). Galwanik elementlerden alýan kuwwatyny artdyrmak üçin olar bir-biri bilen yzygider birikdirilýär. Şeýle yzygider birikdirilen elementler ulgamyna *galwanik elementler batareýasy* diýilýär. Göçme radio, telewizor we sowadyjy pulty ýaly esbaplara galwanik elementler batareýasy goýulýar.

Akkumulýatorlar

«Akkumulýator» sözi latynçadan alnan söz bolup, «toplaýjy» diýen manyny aňladýar. Ähli görnüşdäki galwanik elementleriň işleýşi dowamynda olardaky elektrodlar ýumrulýar, ergin bolsa güýcsüzlenýär. Mälim wagt geçensoň, olarda himiki reaksiýanyň güýji sönýär we işe ýaramsyz bolup galýar. Akkumulýatorda hem galwanik element ýaly himiki energiýa elektrik energiýa öwrülýär. Ýöne akkumulýatorda himiki reaksiýanyň güýji gutarsa, olary başga tok çeşmesi – elektrik pudagyndan ýörite esbaplaryň kömeginde zarýadlap, gaýtadan ulanmak mümkin. Akkumulýatory zarýadlandyrmak üçin ol arkaly tok geçirilýär. Munuň üçin onuň položitel polýusy başga tok çeşmesiniň položitel polýusyna, otrisatel polýusy bolsa şol çeşmäniň otrisatel polýusyna birikdirilýär.

Akkumulýatorda himiki energiýa elektrik energiýa öwrülýär. Başga çeşmäniň kömeginde akkumulýatordan tok geçirmek arkaly onuň işleýşi dikeldilip durulýar.

Tehnikada akkumulýatoryň iki görnüşi: kislotaly we aşgarly akkumulýatorlar giňden ulanylýar. Kislotaly akkumulýator kükürt kislotasynyň erginine batyrylan iki gurşun plastinadan ybarat. Plastinalardan biri arassa gurşundan ybarat bolup, ol özüne otrisatel zarýadlary, ikinji gurşun plastinanyň üsti gurşun oksidi bilen örtülenligi üçin ol özüne položitel zarýadlary ýygýar.



34-nji surat.

Aşgarly akkumulýatorlarda bolsa, plastinalaridan biri nikellenen polat bolup, ol özüne položitel zaryady, ikinjisi oksidlenen demir bolup, ol özüne otrisatel zaryady ýygýar. 34-nji suratda ýurdumyzda öndürilýän kislotaly akkumulýatoryň daşky görnüşi getirilen.

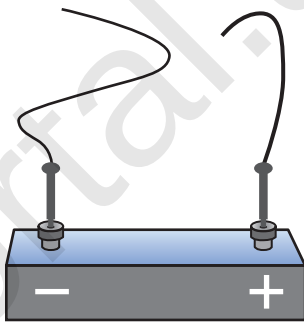
Akkumulýatorlar durmuşda we tehnikada giňden ulanylýar. Meselem, awtomobillerde dwigateli işe düşürende, göçme radio, telewizor, öýjükli telefon we kompýuterlerde, suwasty gämilerinde, Ýeriň emeli hemralarynda akkumulýatorlardan tok çeşmesi hökmünde peýdalanylýar.

Mekdebiň fizika otaglarynda tejribe we laboratoriýa işlerini geçirmek üçin dürli hili hemişelik tok çeşmelerinden peýdalanylýar. Adatda, şeýle hemişelik tok çeşmeleri elektrik pudaga birikdirilen ýörite esbaplaryň kömeginde emele getirilýär (35-nji surat).

Mundan beýläk elektrik zynjyrlarda hemişelik tok çeşmesini elektrik shemasyny 36-njy suratda getirilişi ýaly şekillendirýäris.



35-nji surat.



36-njy surat.

Elektrik zynjyr

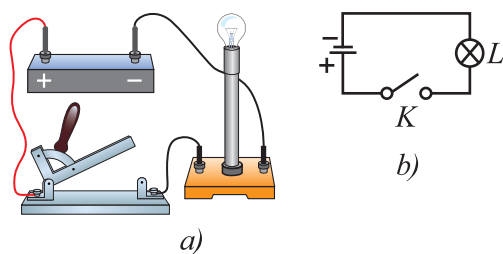
Zynjyr sözi birnäçe böleklerden düzülen bölekleriň birikdirilmegi (gurnalmagy) manysyny berýär. Elektrik zynjyr hem birnäçe böleklerden ybarat bolýar.

Tok çeşmesini, elektrik lampoçkany we açary bir-biri bilen geçiriji arkaly birikdireliň (37-nji a surat). Açar elektrik lampoçkany öçürip-ýakmak üçin gerek bolýar. Elektrik lampoçka sarp ediji hasaplanýar. Öýümizdäki radio, telewizor, doňdurgyç, elektrik ýyladyjylar hem elektrik sarp edijilerdir.

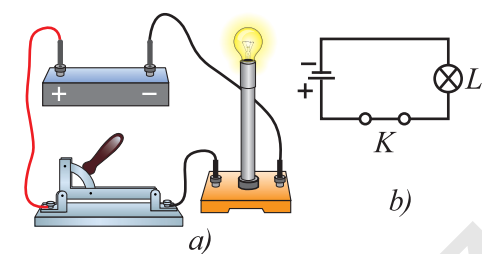
Tok çeşmesi, geçiriji (birikdiriji simler), elektrik sarp ediji we açar iň ýönekeý elektrik zynjyryny düzýär.

Zynjyrdaky elektrik togy emele gelmegi üçin ol ýapyk bolmaly. 38-nji a suratda elektrik zynjyrynda açaryň birikdirilen ýapyk ýagdaýy getirilen.

Adatda, elektrik zynjyr çyzgy görnüşinde şekillendirilýär. Elektrik zynjyrdaky elementiň birikdiriliş usullary şekillendirilen çyzgylar elektrik shema diýlip atlandyrylýar. 37-nji b suratda aýyk zynjyryň we 38-nji b suratda ýapyk zynjyryň elektrik shemalary görkezilen.



37-nji surat.



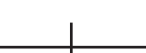
38-nji surat.

39-njy suratda elektrik zynjyrdaky elementleriñ elektrik shemalardaky şertli belgileri görkezilen.

1.  Tok çeşmesi

2.  Batareýaly tok çeşmesi

3.  Geçirijileriñ birikdirilen ýeri

4.  Geçirijileriñ birikdirilmezden kesişen ýeri

5.  Zynjyr açyk ýagdaýyndaky açar

6.  Elektrik lampočka

7.  Elektrik jañ

8.  Elektrik esbaplary birikdirmek üçin gysgyç

39-njy surat.



1. Tok çeşmesiniñ polýuslarynda zarýadlanan bölejikleriñ toplanyşyny düşündiriñ.

2. Woltanyñ galwanik elementiniñ gurluşyny we işleýşini düşündirip beriñ.

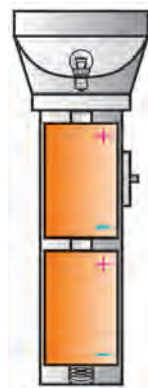
3. Gury galwanik elementiñ gurluşyny we işleýşini aýdyp beriñ.

4. Akkumulýatorlaryñ galwanik elementden esasy tapawudy nämeden ybarat?

5. Iň ýönekeý elektrik zynjyry nähili elementden düzülen?



40-njy suratda getirilen jübi fonarynyñ elektrik shemasyny açaryñ açyk we ýapyk ýagdaýlary üçin çyzyñ.



40-njy surat.

11-§

ELEKTRIK NAPRÝAŽENIÝE WE ONY ÖLÇEMEK

Naprýaženiýe barada düşünje

Elektrik zynjyra birikdirilen geçirijidäki elektronlar tok çeşmesiniň otirisatel polýusyndan položitel polýusyna tarap hereketlenýär. Munda tok çeşmesi iş edýär.

Zynjyryň käbir böleginden 1 kulon zarýad geçeninde edilýän işe san bahasy taýyndan deň bolan ululyk zynjyryň şu böleginiň uçlarynyň arasyndaky *elektrik naprýaženiýe* diýip atlandyrylýar we U harpy bilen belgilenýär.

Kesgitlemä görä elektrik naprýaženiýäniň formulasy aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$U = \frac{A}{q}, \quad (1)$$

bu ýerde A – zynjyrdan q zarýad geçende onuň şu böleginde edilen iş.

Naprýaženiýe birligi edip birinji galwanik elementi döreden italyan alymy **Alessandro Woltanyň** hormatyna **wolt** (V) kabul edilen. 1 wolt şeýle naprýaženiýe bolup, bu naprýaženiýede zynjyryň bir böleginden 1 kulon zarýad geçende 1 joul iş edilýär, ýagny $1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}$.

Şeýlelikde, eger zynjyryň böleginde naprýaženiýe 2 V-a deň bolsa, şu bölek arkaly 1 C zarýad geçeninde zynjyryň şu böleginde 2 J iş edilýär.

Amalda naprýaženiýäniň **milliwolt** (mV) we **kilowolt** (kV) ýaly birlikleri hem ulanylýar:

$$1 \text{ mV} = 0,001 \text{ V} = 10^{-3} \text{ V}; \quad 1 \text{ kV} = 1000 \text{ V} = 10^3 \text{ V}.$$

Güýjenme elektrik zynjyryň diňe käbir bölegindäki geçirijiniň uçlarynda däl, eýsem tok çeşmesiniň polýuslarynda hem ýüze çykýar. Tok çeşmeleri we geçiriji liniýalaryndaky elektrik naprýaženiýesi dürlüçe bolýar (*1-nji jedwel*).

1-nji jedwel

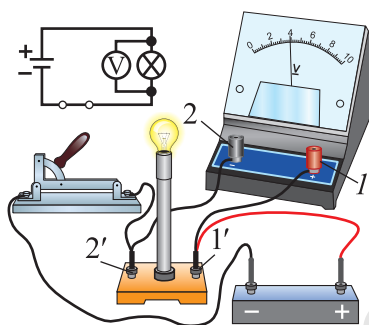
№	Tok çeşmeleri we geçiriji liniýasy	Naprýaženiýe
1.	Gury galwanik element	1,5 V
2.	Kislotaly we aşgarly awtomobil akkumulýatory	12 V
3.	Öýlerdäki elektrik pudagy	220 V
4.	Uly tok geçiriji liniýasy	5–500 kV

Napryáženíýäni ölçemek

Tok çeşmesiniň polýuslaryndaky ýa-da zynjyryň käbir bölegindäki napryáženíýe woltmetriň kömeginde ölçenýär.



41-nji surat.



42-nji surat.

Woltmetri başga elektrik ölçeyji abzallaryndan tapawutlandyrmak üçin onuň üstüne «V» harpy ýazylan bolýar. Elektrik zynjyryň shemasynda woltmetriň şertli belgisi $\textcircled{V}$ ýaly belgilenýär.

Bu günki günde ýurdumyzda okuw edaralary üçin laboratoriýa okuw enjamlaryny öndürmek ýola goýlan. 41-nji suratda ýurdumyzda öndürilen okuw woltmetriniň daşky görnüşi getirilen.

Woltmetriň gysgyçlaryna «+» we «-» belgisi goýulýar. Tok çeşmesiniň polýuslaryndaky napryáženíýäni ölçemek üçin woltmetriň «+» gysgyjy tok çeşmesiniň položitel «+» polýusyna, woltmetriň «-» gysgyjy bolsa tok çeşmesiniň otrisatel «-» polýusyna gönüden göni birikdirilýär. Elektrik sarp edijidäki, meselem, lampoçkanyň uçlaryndaky napryáženíýäni ölçemek üçin woltmetriň (1) gysgyjy lampoçkanyň (1') gysgyjyna, woltmetriň (2) gysgyjy lampoçkanyň (2') gysgyjyna birikdirilýär (42-nji surat). Woltmetriň sarp edijä görä şeýle birikdirilişine **parallel birikdirmе** diýilýär.

Woltmetr elektrik zynjyrdaky napryáženíýesi ölçenýän sarp edijä parallel birikdirilýär.



43-nji surat.

Tok çeşmeleriniň birikdirilişi

Bir galwanik element berýän napryáženíýe köp ýagdaýlarda ýeterli bolmaýar. Meselem, käbir göçme radiolar 3 V-ly tok çeşmesinde işleýär. Galwanik elementleriň her biri 1,5 V napryáženíýe berýär. 3 V-ly napryáženíýäni almak üçin radio 1,5 V-ly iki galwanik elementi goýulýar (43-nji a surat). 9 V-da işleýän magnitofon üçin 1,5 V-ly 6 galwanik elementi yzygider birikdirmeli (43-nji b surat). Akkumulýatorlarda bir näçe galwanik element yzygider birikdirilen bolýar.

Mesele çözmegini nusgasy

Elektrik zynjyrdaky lampoçka parallel birikdirilen woltmetr 1,5 V-y görkezýär. Lampoçkadan 10 C zarýad geçende näçe iş edilyär?

<i>Berlen:</i> $U = 1,5 \text{ V}$ $q = 10 \text{ C}$	<i>Formulasý:</i> $U = \frac{A}{q}; A = q U.$ $[A] = \text{C} \cdot \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{J}.$	<i>Hasaplamak:</i> $A = q U = 10 \cdot 1,5 \text{ J} = 15 \text{ J}.$ <i>Jogaby:</i> $A = 15 \text{ J}.$
<i>Tapmaly:</i> $A = ?$		



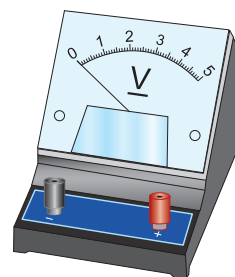
1. Elektrik naprýaženiýe diýip nämä aýdylýar?
2. Elektrik naprýaženiýäniň formulasý nähili aňladylýar? Bu formulada elektrik naprýaženiýe we zarýadyň mukdary mälim bolsa, edilen iş nähili tapylýar?
3. Elektrik naprýaženiýe nähili birlikde ölçenýär?
4. Naprýaženiýe nähili abzalyň kömeginde ölçenýär we ol zynjyra nähili birikdirilýär?
5. Naprýaženiýäni artdyrmak üçin tok çeşmelerini nähili birikdirmeli?

6-njy gönükmä

1. Elektrik zynjyrdaky lampoçkadan mälim wagtyň dowamynda 25 C zarýad geçip, 75 J iş edildi. Lampoçka nähili elektrik naprýaženiýe astynda ýanyndyr?
2. Öýjüklü telefon 5 V naprýaženiýeli tok çeşmesine eýe. Mälim wagtyň dowamynda ondan 10 C zarýad geçende näçe iş edilyär?
3. Göçme magnitofon 9 V naprýaženiýeli tok çeşmesine eýe. Mälim wagtyň dowamynda 450 J iş etmek üçin çeşme näçe zarýad bermeli?
4. Elektrik zynjyrdaky lampoçka parallel birikdirilen woltmetr 3 V-y görkezýär. Mälim wagtyň dowamynda 24 J iş edilmegi üçin lampoçkadan näçe elektron geçmeli? 1 sany elektronyň zarýady $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ -a deň.



Woltmetri galwanik elementiň ýa-da akumulýatoryň gysgyçlaryna birikdirip, tok çeşmesiniň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçäň.



12-§

TOK GÜYJI WE ONY ÖLÇEMEK

Toguñ güýji barada düşünje

Elektrik zynjyrdan geçýän togy häsiýetlendirmek üçin ýörite fiziki ululyk – toguñ güýji düşünjesi girizilen.

Geçirijiniň kese kesiginden wagt birliginde geçýän elektrik zaryadynyň mukdaryna baha taýyndan deň bolan ululyk *toguñ güýji* diýip atlandyrylýar we I harpy bilen belgilenýär.

Eger geçirijiniň kese kesiginden t wagtyň içinde q zaryad geçen bolsa, I toguñ güýji aşakdaky formula bilen anyklanýar:

$$I = \frac{q}{t}. \quad (1)$$

ANDRE MARI AMPER (1775–1836)

Görnükli fizik we matematik. M.Amper «Elektrik togy, elektrostatika, elektrodinamika, elektrik hereketlendiriji güýç, galwanometr» ýaly düşüňjeleri ylma girizipdir.



Halkara birlikler sistemasynda toguñ güýjüniň esasy birligi edip fransuz fizigi **Andre Mari Amperiň** hormatyna *amper* (A) kabul edilen. Tok güýjüniň kesgitlemesine görä toguñ güýji birligi: $1\text{ A} = \frac{1\text{ C}}{1\text{ s}}$. Diýmek, geçirijiniň kese kesiginiň meýdanyndan 1 s-da 1 C zaryad geçse, toguñ güýji 1 A -e deň bolýar.

Amalda tok güýjüni ölçände amperden daşary milliamper (mA) we mikroamper (μA) hem ulanylýar.

$$1\text{ mA} = 0,001\text{ A} = 10^{-3}\text{ A}; \quad 1\text{ }\mu\text{A} = 0,000\text{ 001 A} = 10^{-6}\text{ A}.$$

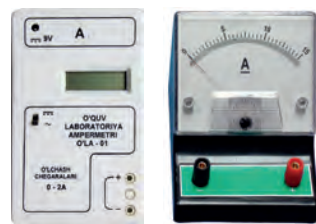
Toguñ güýji mukdar, ýagny skalýar ululykdyr. Toguñ güýji adalgasyndaky «güýç» sözünüň mehanikadaky güýç adalgasyna hiç hili gatnaşygy ýok.

Tok güýjüni ölçemek

Toguñ güýji ýörite abzal – ampermetriň kömeginde ölçenýär. Ampermetr birlik wagtyň dowamynda geçirijiniň kese kesiginden geçen zaryadyň mukdaryny ölçemeli, şu sebäpli ol zynjyra zygider birikdirilýär.

▶ **Zynjyrdaky toguñ güýji *ampermetriň* kömeginde ölçenýär.**

Mekdebiň fizika otagynda peýdalanylýan ampermetrler 44-nji suratda görkezilen. Häzirki günde elektrik toguny ölçemekde döwrebap sifrli, elektron ampermetrler hem ulanylýar. Ampermetriň şkalasyna «A» harpy ýazyp goýulýar. Elektrik zynjyryň shemasynda ampermetriň şertli belgisi $\textcircled{A}$ ýaly belgilenýär.

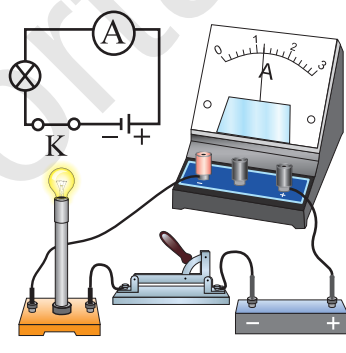


44-nji surat.

▶ **Ampermetr elektrik zynjyrdaky toguñ güýjüni ölçenýän sarp ediji bilen yzygider birikdirilýär.**

Ampermetri zynjyra birikdirende onuň «+» belgisi goýlan gysgyjy tok çeşmesiniň položitel polýusyndan gelýän geçirijä birikdirilýär. Ampermetriň «-» belgisi goýlan gysgyjy sarp ediji arkaly tok çeşmesiniň otrisatel polýusyna birikdirilýär (45-nji surat).

Ampermetr sarp edijä yzygider öň birikdirilse-de, soň birikdirilse-de, birmeňzeş bahany görkezýär. Çünki, şeýle zynjyryň hemme böleginde toguñ güýji birmeňzeş bolýar.



45-nji surat.

Mesele çözmegiň nusgasy

Elektrik zynjyrdaky lampoçkadan 0,4 A tok geçýär. Lampoçkanyň spiraly arkaly 5 minutda näçe zarýad mukdary we näçe elektron geçýändigini hasaplaň.

Berlen:

$$I = 0,4 \text{ A}$$

$$t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

Tapmaly:

$$q = ? \quad N = ?$$

Formulasý:

$$I = \frac{q}{t}; \quad q = I t;$$

$$q = |e| \cdot N; \quad N = \frac{q}{|e|}.$$

$$[q] = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ C.}$$

$$[N] = \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{C}} = \frac{\text{C}}{\text{C}} = 1.$$

Hasaplamak:

$$q = 0,4 \cdot 300 \text{ C} = 120 \text{ C.}$$

$$N = \frac{120 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 7,5 \cdot 10^{20} \text{ sany.}$$

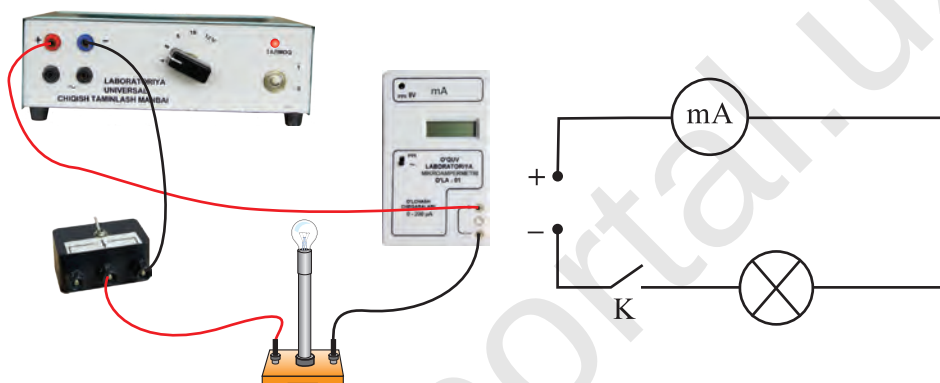
$$\text{Jogaby: } q = 120 \text{ C}; \quad N = 7,5 \cdot 10^{20} \text{ sany.}$$



1. Toguň güýji diýip nämä aýdylyar we haýsy formula arkaly aňladylyar?
2. Toguň güýji we toguň geçiş wagty berilse, şu wagtyň içinde geçirijiden geçen zarýadyň mukdary nähili hasaplanýar?
3. Toguň güýji nähili abzalyň kömeginde ölçenýär?
4. Ampermetr elektrik zynjyryra nähili birikdirilýär?



Ampermetriň kömeginde zynjyrdaky toguň güýjüni ölçemek



46-njy surat.

1. 46-njy suratda getirilen elektrik zynjyryny ýygyň. Açary açyk ýagdaýda galdyryň. Düşündiriş: 12 wolta niýetlenen nakal lampoçka alyň.
2. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiýe berýän wintini 4 V ýagdaýyna goýuň.
3. Açary birikdiriň we lampoçkadan geçýän toguň güýjüni milliampermetriň kömeginde ölçäň.
4. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiýe berýän wintini 6, 8 we 10 V ýagdaýlaryna goýup tejribäni gaýtalaň. Alnan netijeleri aşakdaky jedwele ýazyň.

Wintň ýagdaýlary (V)	4	6	8	10
Milliampermetriň görkezişi, (mA)				

5. Tejribe netijeleri esasynda öz netijäňizi ýazyň.
6. Tejribe netijelerini derňäň we netije çykaryň.
7. Elektrik zynjyryň shemasyny depderiňize çyzyň.

13-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Çeşmeden geçirijiniň uçlaryna 3 V naprýaženiýe berildi. Eger şu geçirijide 0,5 sagadyň dowamynda 120 mA tok geçip duran bolsa, tok çeşmesi zarýady göçürmekde nähili iş edipdir?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$U = 3 \text{ V}$ $t = 0,5 \text{ h} = 1800 \text{ s}$ $I = 120 \text{ mA} = 0,12 \text{ A}$	$I = \frac{q}{t}; \quad q = I t;$ $A = q \quad U = I t U.$ $[A] = [q U] = C \cdot V = J.$	$A = 0,12 \cdot 1800 \cdot 3 \text{ J} = 648 \text{ J}.$
Tapmaly: $A = ?$		Jogaby: $A = 648 \text{ J}.$

2-nji mesele. Tok çeşmesine birikdirilen geçirijiden 3,2 A tok geçip dur. 30 minudyň dowamynda şu geçirijiniň kese kesiginden geçen elektronlaryň massasynt anyklaň.

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$I = 3,2 \text{ A}$ $t = 30 \text{ minut} = 1800 \text{ s}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}.$	$I = \frac{q}{t}; \quad q = N e .$ $N = \frac{q}{e} = \frac{I t}{e}.$ $m = N \cdot m_0 = \frac{I t}{e} \cdot m_0.$ $[m] = \frac{\text{As}}{\text{C}} \cdot \text{kg} = \text{kg} .$	$m = \frac{3,2 \cdot 1800}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} =$ $= 32,76 \cdot 10^{-9} \text{ kg} = 32,76 \text{ nkg}.$
Tapmaly: $m = ?$		Jogaby: $m = 32,76 \text{ nkg}.$

7-nji gönükmä

1. Elektrik zynjyrdaky lampoçkadan 5 minutda 30 C zarýad geçen bolsa, zynjyrdaky toguň güýji nämä deň?
2. Zynjyrdaky toguň güýji 0,3 A-e deň bolsa, 0,5 minudyň dowamynda geçirijiniň kese kesiginden näçe zarýad geçýär?
3. Elektrik zynjyryna birikdirilen lampoçkadan 0,1 A tok geçýär. Lampoçkanyň spiraly arkaly 8 minutda näçe zarýad geçýär? Şu wagtyň dowamynda lampoçkadan geçen elektronlar sanyny hasaplaň.

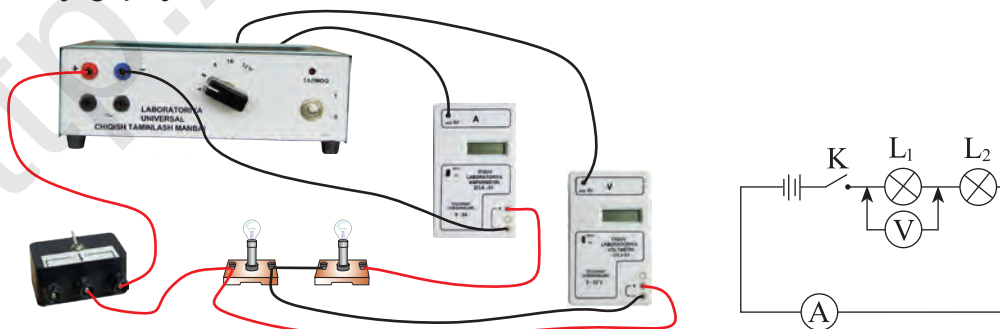
4. Elektrik lampoçkadan 0,8 A tok geçýär. Onuň spiralyňyň kese kesigin-den 10 minutda geçen elektronlaryň massasyny anyklaň.
5. Çeşmä birikdirilen sarp edijiden 20 mA tok geçip dur. Tok çeşmesi 2 sagadyň dowamynda zarýady göçürende 720 J iş eden bolsa, sarp edijiniň uçlaryna nähili naprýaženiýe berlen?
6. Elektrik zynjyrdaky lampoçkadan geçýän toguň güýji 0,3 A-e deň. Lampoçkanyň spiralyndan näçe wagtda 360 C zarýad geçer?
7. Akkumulýator 25 minudyň dowamynda 4 A tok berip durup bilýär. Şeýle akkumulýator näçe elektrik zarýady toplam biler?
8. Elektrik zynjyrdaky lampoçkadan 0,4 A tok geçýär. Lampoçkanyň spiraly arkaly 3 minutda onuň kesiginden geçen zarýadyň mukdaryny we geçen elektronlaryň sanyny hasaplaň.
9. 12 V naprýaženiýeli akkumulýator awtomobili ýöretmekde genera-tora 50 A tok berýär. Eger awtomobiliň dwigateli 2 s geçensoň ot alsa, akkumulýator nähili iş edipdir?
10. Elektrik zynjyrdaky lampoçkadan mälüm wagtyň dowamynda 25 C zarýad geçip, tok çeşmesi 100 J iş etdi. Lampoçka nähili elektrik naprýaženiýe astynda ýanypdyr?

14-§

Laboratoriýa işi. ELEKTRIK ZYNJYRY ÝYGMAK, ONUŇ DÜRLI BÖLEKLERINDÄKI TOK GÜÝJÜNI WE NAPRÝAŽENIÝÄNI ÖLÇEMEK

Işiň maksady: elektrik zynjyryny ýygmagy hem-de zynjyryň dürli bö-leklerindäki tok güýjüni we güýjenmesini ölçemegi öwrenmek.

Gerekli enjamlar: tok çeşmesi, ampermetr, woltmetr, iki lampoçka, açar we birikdiriji geçirijiler.



47-nji surat.

Ишн ёрине ётирилиши

1. Tok çeşmesinden, ampermetrden, woltmetrden, lampaçkalardan we açardan ybarat zynjyry ýygyň (47-nji surat). Munda woltmetr birinji lampaçkanyň uçlaryna birikdirilýär.

2. Tok çeşmesiniň sarp ediljere naprýaženiýe berýän wintini 4 V-a goýuň.

3. Açary birikdiriň. Zynjyra birikdirilen iki lampaçka-da ýanýar, ampermetriň we woltmetriň görkezişini bellik ediň. Olaryň bahalaryny jedwele ýazyň.

Düşündiriş: woltmetr 1-nji lampaçkanyň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçeyär.

Wintiň ýagdaýlary	1-nji lampaçka		2-nji lampaçka	
	U_1	I_1	U_2	I_2
1				
2				
3				

4. Açary üzüň. Woltmetriň klemmalaryny ikinji lampaçkanyň uçlaryna birikdiriň.

5. Açary birikdiriň. Munda lampaçkalar ýanýar, ampermetriň we woltmetriň görkezişini bellik ediň. Olaryň bahalaryny jedwele ýazyň.

Düşündiriş: woltmetr ikinji lampaçkanyň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçeyär.

6. Açary üzüň. Tok çeşmesiniň sarp ediljere naprýaženiýe berýän wintini 6 V-a goýuň. Tejribäni ýokarda 3-, 4-, 5-nji bentde getirilişi ýaly gaýtalaň.

7. Tejribe netijelerini derňäň we netije çykaryň.



1. Iň ýönekeý elektrik zynjyr nähili abzallardan düzülen?
2. Zynjyrdaky her bir abzalyň wezipesini aýdyp beriň.
3. Näme üçin ampermetr zynjyrda sarp edijä yzygider birikdirilýär?

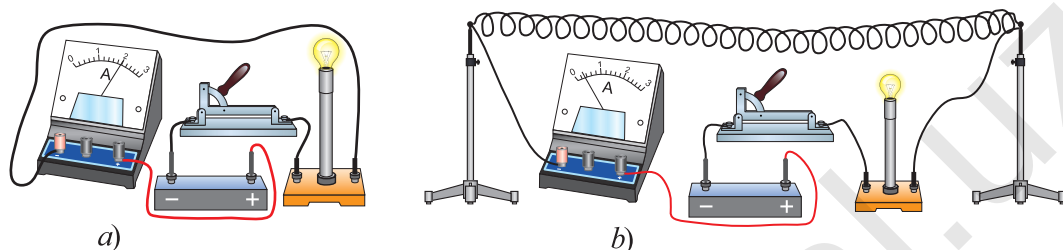
15-§

ELEKTRIK GARŞYLYK

Elektrik garşylyk barada düşünje

Tok çeşmesini, lampaçkany we ampermetri açar arkaly yzygider birikdirip, elektrik zynjyry ýygýarys (48-nji a surat). Açary birikdirsek, lampaçka aýdyň ýanýar, ampermetr ondan tok geçýändigini görkezýär.

Açary üzeliň. Şu zynjyra uzynlygy 1,5–2 metr bolan nikelin¹den taýýarlanan simi spiral şekline getirip, ony lampoçka yzygider birikdireliň (48-nji b surat). Açar birikdirilende lampoçka öçügsi ýanýar we ampermetr zynjyrdan geçýän toguň kemelenligini görkezýär. Diýmek, nikelin sim zynjyrdaky togy kemeldýär, ýagny zynjyrdan toguň geçişine garşylyk görkezýär.



48-nji surat.

Geçirijiniň zynjyrdan toguň geçişine garşylyk görkezmek häsiýetini häsiýetlendirýän fiziki ululyga elektrik garşylyk diýip atlandyrylýar we R harpy bilen belgilenýär.

Elektrik garşylygyň esasy birligi edip garşylyk düşünjesini girizen we elektrik zynjyryň esasy kanunyny açyş eden nemes fizigi Georg Simon Omuň hormatyna Ω kabul edilen. Garşylygyň milliom ($\text{m}\Omega$), kiloom ($\text{k}\Omega$), megaom ($\text{M}\Omega$) ýaly birlikleri hem ulanylýar. Munda:

$$1 \text{ m}\Omega = 0,001 \Omega = 10^{-3} \Omega; 1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega = 10^3 \Omega; 1 \text{ M}\Omega = 1000000 \Omega = 10^6 \Omega$$

GEORG SIMON OM (1787–1854)

Görnükli nemes fizigi. Ol tok güýjüniň, naprýaženiýäniň we garşylygyň arasyndaky nazary we amaly baglanyşygy subut edipdir. Tokly geçirijileriň özara hem-de hemişelik magnit bilen täsirleşme kanunlaryny öwrenipdir.



49-njy surat.

Geçirijiniň elektrik garşylygyny *ommetr* diýip atlandyrylýan abzalyň kömeginde ölçemek mümkin. 49-njy suratda ýurdu-myзда taýýarlanan ommetriň daşky görnüşini getirilen.

Geçirijide elektrik garşylyk nähili emele gelyär?

Metallardaky tok elektrik meýdanynyň täsirinde erkin elektronlaryň tertipli hereketinden ybarat. Hereket wagtynda

¹ Nikelin – bu nikel, mis we marganes garylyp taýýarlanan garyndy.

elektronlar kristaly düzyän ionlar bilen çaknyşýar. Bu çaknyşma jisimleriň mehaniki hereketindäki çaknyşma prosesine meňzäp, ionlar erkin elektronlaryň tizligini kemeldýär. Şonuň üçin metal geçirijilere elektrik meýdany täsir edende, elektrik garşylyk ýüze çykýar. Mundan aşakdaky netijeler gelip çykýar:

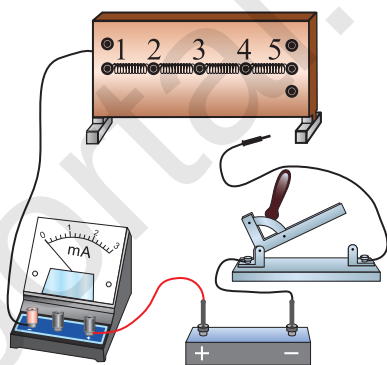


- elektrik garşylyk geçirijidäki erkin bölejikleriň tertipli hereket ugruna päsgel berýänligi bilen häsiýetlenýär;
- elektrik garşylygyň emele gelmegine zarýadlanan bölejikleriň geçirijiniň bölejikleri bilen dyngysyz çaknyşmalary sebäp bolýar.

Elektrik garşylygyň geçirijiniň uzynlygyna baglylygy

50-nji suratda görkezilen elektrik zynjyry ýygnaýyň. Munda 1 we 2; 2 we 3; 3 we 4; 4 we 5 gysgyçlar birmeňzeş – 15 cm uzynlykdaky nihrom geçirijiler (simler) bilen utgaşdyrylan.

Tok çeşmesiniň položitel polýusy ampermetr arkaly 1 gysgyja, otrisatel polýusy bolsa açar arkaly 2 gysgyja birikdirilen bolsun. Açaryň kömeginde zynjyry birikdirsek, ampermetr 2 mA togy görkezen bolsun. Eger tok çeşmesiniň otrisatel polýusyny 3 gysgyja birikdirsek, ampermetr 1 mA-i, 5 gysgyja birikdirsek, 0,5 mA-i görkezýär. Muňa sebäp, zynjyr 3 gysgyja birikdirilende nihrom simiň uzynlygy 2 esse, 5 gysgyja birikdirilende bolsa onuň uzynlygy 4 esse artdy.



50-nji surat.

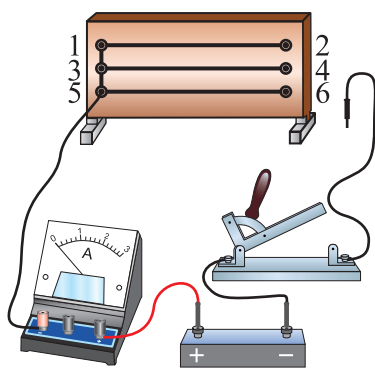
Tejribeden şeýle netije çykarmak mümkin: geçirijiniň uzynlygy näçe esse artsa, zynjyrdaky toguň güýji şonça esse kemelýär, ýagny geçirijiniň elektrik garşylygy şonça esse artýar.

Geçirijiniň elektrik garşylygy onuň uzynlygyna göni proporsionaldyr:

$$R \sim l. \quad (1)$$

Elektrik garşylygyň geçirijiniň keses kesigine baglylygy

Indi ýokardaky tejribäni biraz üýtgedýäris. 51-nji suratda şekillendirilişi ýaly zynjyry ýygnaýarys. Munda 1; 3; 5 gysgyçlar geçiriji mis sim bilen utgaşdyrylan bolup, olar ampermetr arkaly tok çeşmesiniň položitel polýusyna birikdirilen. 1 we 2 gysgyçlary, 3 we 4 gysgyçlary, 5 we 6 gysgyçlary bir-biri bilen 60 cm uzynlykdaky 3 sany birmeňzeş nihrom sim bilen utgaşdyrallyň.



51-nji surat.

Çeşmäniň otirisatel polýusyna birikdirilen geçirijini 2 gysgyja berkidip açary birikdirsek, ampermetr 0,5 A togy görkezýär. Çeşmäniň otirisatel polýusyna birikdirilen bu geçirijini 4 ýa-da 6 gysgyja birikdirilse-de zynjyrdan 0,5 A tok geçýär.

Indi 2 we 4 gysgyçlary utgaşdyralyň. Munuň bilen biz nihrom simi iki gat edýäris we onuň kese kesiginiň meýdanyny hem 2 esse artdyryars. Çeşmäniň otirisatel polýusyna birikdirilen simi 4 gysgyja berkidip açary birikdirsek, ampermetr zynjyrdan 1 A tok geçýändigini görkezýär.

Eger 4 we 6 gysgyçlary hem utgaşdyryp tejribäni gaýtalasak, ampermetr 1,5 A togy görkezýär. Bu gezek biz nihrom simiň kese kesiginiň meýdanyny birinji gezekdäkä garanda 3 esse artdyrdyk.

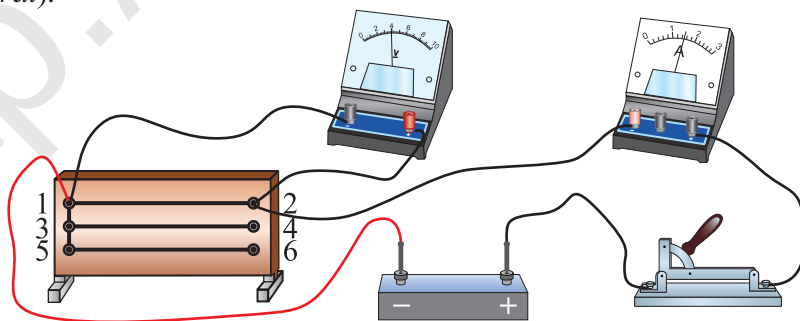
Tejribeden şeýle netije çykarmak mümkin, ýagny geçirijiniň kese kesiginiň meýdany näçe esse artsa, onuň elektrik garşylygy şonça esse kemelýän eken.

Geçirijiniň elektrik garşylygy onuň kese kesiginiň meýdanyna ters proporsional:

$$R \sim \frac{1}{S}. \quad (2)$$

Udel garşylyk

Elektrik zynjyra uzynlyklary we kese kesiginiň meýdanlary birmeňzeş, ýöne dürli materiallardan ýasalan üç hili sime, meselem, mise, nikeline we nihroma nobatma-nobat birikdireliň. Munda her gezek ampermetriň görkezişi dürli bolýar. Bu tejribe dürli maddalaryň elektrik garşylygynyň dürlüdigini görkezýär (52-nji surat).



52-nji surat.

Geçirijiniň elektrik garşylygy geçiriji taýýarlanan materiala hem bagly:

$$R \sim \rho. \quad (3)$$

Ýokardaky (1), (2) we (3) aňlatmalary umumylaşdyryp, garşylygyň aşakdaky formulasyny alarys:

$$R = \rho \frac{l}{S}. \quad (4)$$

Munda ρ (ro) – maddanyň elektrik häsiýetini aňladýan fiziki ululyk bolup, *udel garşylyk* diýip atlandyrylýar. (4)-dan ony aşakdaky ýaly aňlatmak mümkin:

$$\rho = R \frac{S}{l}. \quad (5)$$

Udel garşylyk $1 \Omega \cdot m$ birlikde ölçenýär. Geçiriji taýýarlanýan maddalaryň udel garşylygy dürlüçe bolýar (2-nji jedwel).

2-nji jedwel

№	Maddalar	$\rho, 10^{-6} \Omega \cdot m$	№	Maddalar	$\rho, 10^{-6} \Omega \cdot m$
1	Mis	0,017	5	Gurşun	0,205
2	Alýuminiý	0,028	6	Hrom	0,14
3	Wolfram	0,055	7	Nikelin	0,4
4	Demir	0,098	8	Nihrom	1,1

Mesele çözmegiň nusgasy

Uzynlygy 2 m we kese kesiginiň meýdany $0,5 \text{ mm}^2$ bolan nihrom simiň garşylygyny tapyň.

Berlen:

$$\begin{aligned} l &= 2 \text{ m} \\ S &= 0,5 \text{ mm}^2 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ \rho &= 1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m. \end{aligned}$$

Formulasý:

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{S} \\ [R] &= \Omega m \cdot \frac{m}{m^2} = \Omega. \end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned} R &= 1,1 \cdot 10^{-6} \frac{2}{0,5 \cdot 10^{-6}} \Omega = \\ &= 4,4 \Omega. \end{aligned}$$

Tapmaly:

$$R = ?$$

Jogaby: $R = 4,4 \Omega$.



1. Elektrik garşylyk diýip nämä aýdylýar we ol nähili belgilenýär?
2. Garşylyk geçirijiniň uzynlygyna we kese kesiginiň meýdanyna baglylygyny nähili tejribe arkaly esaslandyryp bermek mümkin?
3. Elektrik garşylygyň geçiriji uzynlygyna we kese kesiginiň meýdanyna baglylyk formulasy nähili aňladylýar?
4. (4) formuladan peýdalanyň, elektrik garşylygyň geçirijiniň kese kesiginiň diametrine baglylyk formulasyny getirip çykaryň.

8-nji gönükmä

1. Uzynlygy 100 m we kese kesiginiň meýdany 2 mm^2 bolan mis simiň garşylygyny tapyň.
2. Uzynlygy 3 m, kese kesiginiň meýdany $0,5 \text{ mm}^2$ bolan simiň garşylygy $2,4 \Omega$ -a deň. Sim nähili maddadan taýýarlanan?
3. Birmeňzeş maddadan taýýarlanan iki geçiriji sim bar. Birinji simiň uzynlygy 5 m, kese kesiginiň meýdany $0,1 \text{ mm}^2$, ikinji simiň uzynlygy 0,5 m, kese kesiginiň meýdany 3 mm^2 . Simleriň garşylyklaryny deňeşdiriň.
4. Kese kesiginiň meýdany $0,5 \text{ mm}^2$ bolan 2Ω garşylykly spiral taýýarlamak üçin nähili uzynlykda nikelin sim gerek bolar?
5. 6 m uzynlykdaky nihrom simden taýýarlanan spiralyň garşylygy $13,2 \Omega$ -a deň. Simiň kese kesiginiň meýdanyny tapyň.
6. Eger metal simiň uzynlygy we kese kesiginiň meýdany 2 esse artdyrylsa onuň garşylygy nähili üýtgär?
- 7*. Uzynlygy 20 m, garşylygy 16Ω bolan nihrom simiň göwrümi näçe bolar?

16-§

REZISTORLAR. REOSTATLAR. POTENSIOMETRLER

Elektrik zynjyrdaky tok güýjüniň geçirijiniň garşylygyna baglylygyndan elektrotehnikada giňden peýdalanylýar. Dürli garşylykly geçirijileri saýlap zynjyrdaky togy dolandyrmak mümkin. Şu maksatda elektrotehnikada rezistorlardan peýdalanylýar.

Rezistor – elektrik zynjyrda togy we naprýaženiýäni sazlamak üçin ulanylýan mälum garşylykly elektrik esbap. «Rezistor» sözi latynça «resisto» – «garşylyk» diýen manyny aňladýar.

53-nji *a* suratda iň ýönekeý rezistor görkezilen. Ol karkasdan, simden we örtükden ybarat. Karkas we örtük ýanmaýan we tok geçirmeýän materialdan,

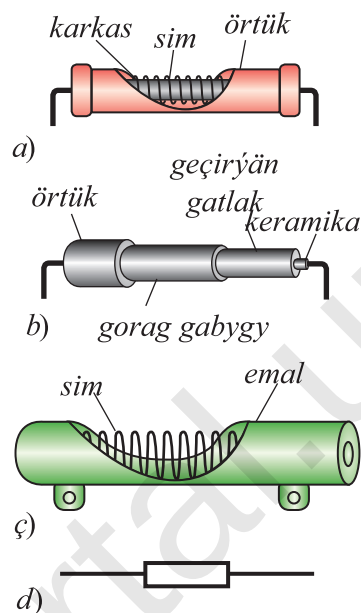
meselem, keramikadan, sim bolsa udel garşylygy uly materialdan taýýarlanýar. Simiň iki uýy zynjyryň degişli bölegine birikdirilýär.

Köp halatlarda rezistordaky simiň ýerine uly garşylykly materialdan edilen gatlak ulanylýar (53-nji b surat). Onuň iki gyrasy geçiriji sime berkidilen bolup, bu simler arkaly zynjyra birikdirilýär.

53-nji ç suratda görkezilen rezistor kiçi garşylykly bolup, onda tok geçirmeýän we ýanmaýan material – toýnuň içine kiçi garşylykly sim spiral şeklinde ýerleşdirilen.

Rezistorlaryň elektrik zynjyryň shemasyndaky şertli belgisi 53-nji e suratda görkezilen. 54-nji suratda radioteknikada ulanylýan rezistorlaryň nusgalary getirilen.

Köp halatlarda elektrik zynjyrdaky garşylygy üznüksiz kemeltmek ýa-da köpeltmek zerur bolýar. Meselem, kinoteatr zalynyň çyralaryny ýuwaş-ýuwaşdan öçürmek üçin zynjyrdaky tok bir normada kemeldilýär. Elektrootlynyň tizligini ýuwaş-ýuwaşdan artdyrmak üçin elektrik dwigateldäki tok bir normada artdyrylýar. Bu maksatlarda rezistordan peýdalanmak ýeterli däl. Çünki rezistor mälim garşylyga eýe bolup, ondaky garşylygy üýtgedip bolmaýar. Elektrik garşylygyny üýtgetmek arkaly toguň güýjüni bir normada üýtgetmekde reostatdan peýdalanylýar.



53-nji surat.



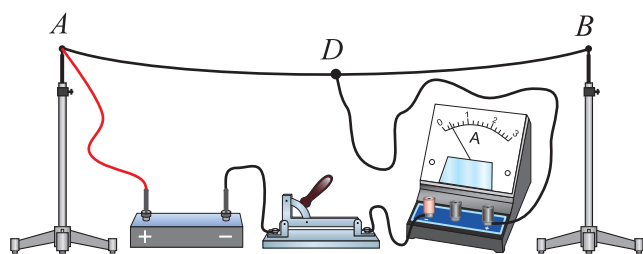
54-nji surat.

Reostat

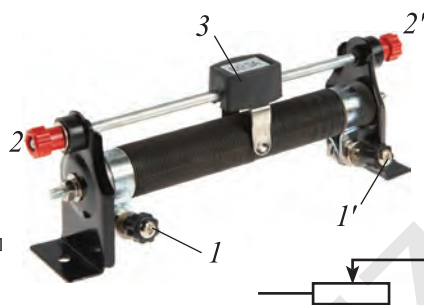
Reostat – elektrik zynjyrdaky toguň güýjüni we naprýaženiýesini sazlamak, ýagny üýtgetmek üçin ulanylýan elektrik enjam.

«Reostat» grekçe söz bolup, «reos» – «akym» we «statos» – «gozganmaýar» diýen manylary aňladýar.

Udel garşylygy uly bolan materialdan, meselem, nikelinden ýa-da nihrom simden iň ýönekeý reostat ýasamak mümkin. Nikelin simiň iki ujuny izolýator arkaly ştatiwlere berkideliň we 55-nji suratda görkezilişi ýaly elektrik zynjyry



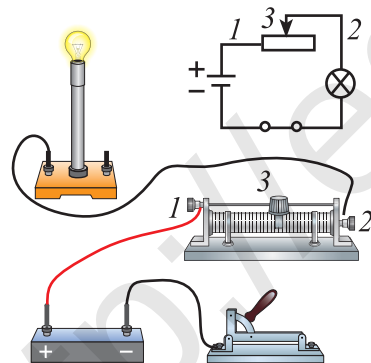
55-нй surat.



56-нй surat.

ýygnaýyň. Süýşürilýän D kontakty ony eýläk-beýläk süýşürüp, simiň zynjyra birikdirilen AD bölegini uzynrak ýa-da kelteräk etmek mümkin. Bunda geçirijiniň garşylygy, şeýlelikde, zynjyrdan geçýän toguň güýji üýtgeýär.

Amalda ulanylýan reostatlar ykjam bolup, olaryň işleýşi ýokarda görkezilen ýönekeý reostat ýalydyr. Mekdep reostatlaryndan biri we reostatlaryň elektrik zynjyryň shemasyndaky şertli belgisi 56-нй suratda görkezilen. Şeýle reostatda nikelin sim keramiki silindre dolanan bolýar. Sim ýuka izolirlenen gatlagy bilen örtülen. Simiň uçlary (1 we $1'$) gysgyçlara birikdirilen. Metal steržen (2 we $2'$) gysgyçlara berkidilen. Steržendäki (3) sürgüç sim sargylary bilen sterženi birbirine kontakta getirýär.



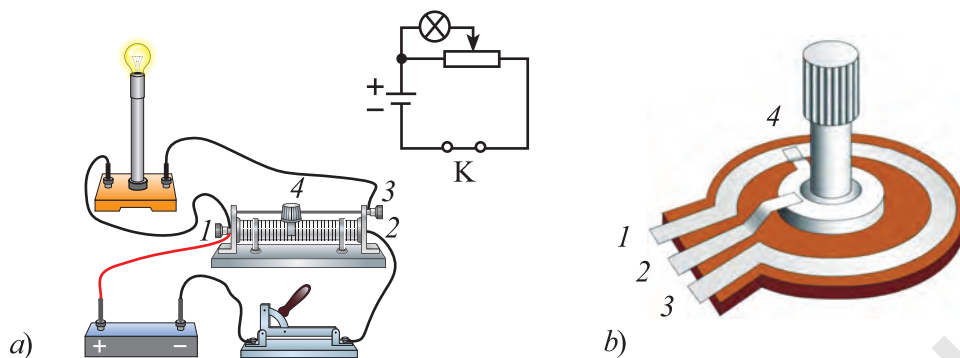
57-нй surat.

57-нй suratda getirilen elektrik shemada tegegiň üstünde ýerleşen metal steržen boýunça 3 sürgüç süýşürilýär. Sürgüjiň kontakty tegegiň sargylaryna gysylp degip durýar. Sürgüjiň sargylara sürtülmegi netijesinde onuň kontaktynyň astyndaky izolirlenen gatlak iýdirilýär. Netijede (1) gysgyja gelýän tok sargy we sürgüç kontakty arkaly steržene geçýär. Tok sterženiň ujundaky (2) gysgyç arkaly zynjyr boýunça öz akymyny dowam etdirýär.

Reostatyň sürgüjini steržen boýunça süýşürmek bilen onuň garşylygyny, şeýlelikde, zynjyrdaky toguň güýjüni bir normada üýtgetmek mümkin.

Potensiometr

Reostatdan potensiometr hökmünde peýdalanmak, ýagny onuň kömeginde elektrik zynjyrdaky naprýaženiýäni sazlamak mümkin. Munuň üçin reostaty elektrik zynjyra 58-нй a suratda görkezilişi ýaly birikdirmeli.



58-nji surat.

Amalda ulanylyan potensiometrler köpräk 58-nji *b* suratda görkezilişi ýaly töwerek şekilde bolýar. Munda onuň winti towlansa, 4 sürgüç töwerek şeklinde hereket edýär we zynjyrdaky naprýaženiý bir tekiz üýtgeýär.

Radioteknikada, şol sanda, radio we telewizorlaryň sesiniň pes-belentligini üýtgetmekde potensiometrlerden peýdalanylýar.

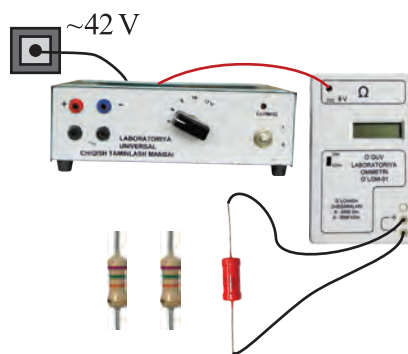


1. Reostat näme? Ondan nähili maksatlarda peýdalanylýar?
2. Rezistoryň gurluşyny we zynjyra birikdirilişini düşündirip beriň.
3. Reostatyň wezipesi nämeden ybarat? Onuň işleýşini düşündiriň.
4. Ampermetr reostata nähili birikdirilýär?
5. Reostatyň sürgüji süýşürilende näme üçin zynjyrdaky tok güýji üýtgeýär?
6. Potensiometriň reostatdan tapawudy nämede? Reostatdan potensiometr hökmünde peýdalanmak üçin ol zynjyra nähili birikdirilýär?



Ommetriň kömeginde rezistorlaryň garşylygyny ölçemek.

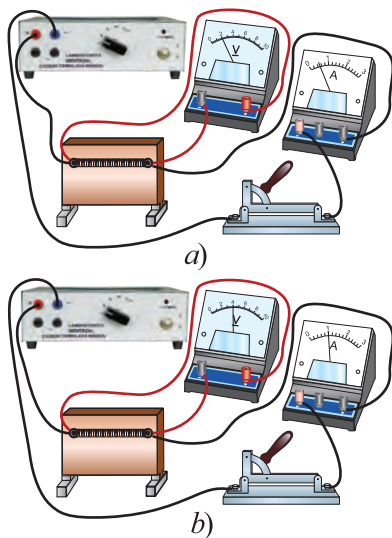
1. 59-njy surat esasynda elektrik zynjyry ýygyn.
2. Zynjyra garşylyklardan birini birikdiriň.
3. Geçirijiniň garşylygyny ommetr kömeginde ölçäň. Alnan garşylygyň bahasyny bellik ediň.
4. Başga rezistorlaryň garşylyklaryny anyklamak üçin tejribäni ýokardaky ýaly gaýtalaň.
5. Ommetriň işleýiş prinsipini düşündiriň.



59-njy surat.

17-§

ZYNJYRYŇ BIR BÖLEGI ÜÇIN OMUŇ KANUNY



60-нй surat.

Toguň güýjüniň naprýaženiýä baglylygy

Çykyş naprýaženiýesini üýtgetmek mümkin bolan tok çeşmesine nikelin spiralyňy birikdirýäris (60-нй surat). Spiraldan geçýän toguň güýjüni oňa yzygider birikdirilen ampermetriň, naprýaženiýesini bolsa oňa parallel birikdirilen woltmetriň kömeginde ölçemek mümkin. Spiraldaky naprýaženiýäni 2 V-a sazlap, açary birikdirýäris. Açar birikdirilende ampermetr 0,5 A-i görkezsin (60-нй a surat). Açary üzýäris. Spiraldaky naprýaženiýäni iki esse artdyryp, ony 4 V-a sazlaýarys. Zynjyryň açary birikdirilende ampermetr 1 A-i görkezýär, ýagny toguň güýji hem 2 esse artýar (60-нй b surat).

Tok çeşmesinden spiralyň uçlaryna 6 V naprýaženiýäni berenimizde, ampermetr spiraldan geçýän toguň 1,5 A-e deňdigini görkezýär. Tejribäni şeýle dowam etdirmek mümkin.

Tejribeden görnüşi ýaly, geçirijiniň garşylygy hemişelik bolanda oňa goýlan naprýaženiýe näçe esse artsa, ondaky toguň güýji-de şonça esse artýan eken.

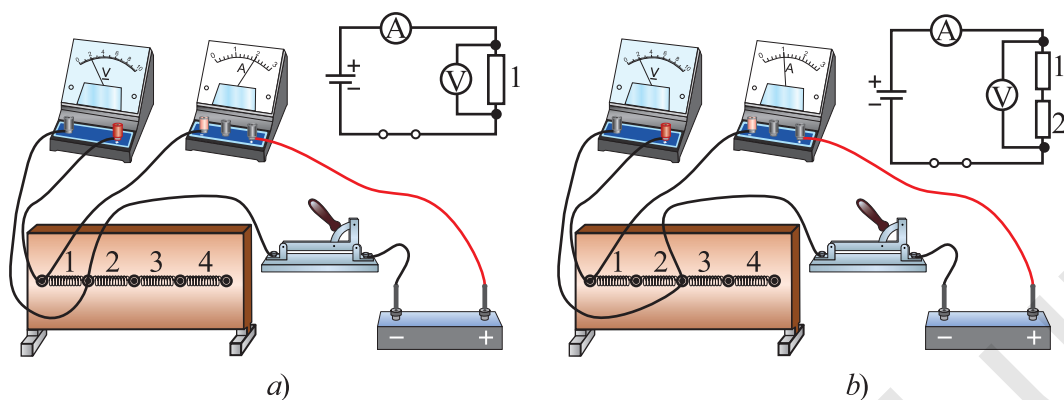
Geçirijidäki toguň güýji şu geçirijiniň uçlarynyň arasyndaky naprýaženiýä göni proporsionaldyr:

$$I \sim U. \quad (1)$$

Toguň güýjüniň elektrik garşylyga baglylygy

Öňki tejribede spiral üýtgedilmän, ýagny geçirijiniň elektrik garşylygy hemişelik edip alnypdy. Onuň uçlaryndaky naprýaženiýe bolsa dürlüçe bolupdy. Indi geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýe üýtgemezden, onuň garşylygynyň dürlüçe bolan ýagdaýa garaýarys.

61-nji a suratda görkezilen zynjyry ýygnaýlyň. 1, 2, 3, 4 sifrler her biriniň elektrik garşylygy 1 Ω -dan bolan spiral geçirijileri aňladýar. Birinji gezekde zynjyry 1 sifrlı geçirijini birikdireliň. Açar birikdirilende, woltmetr 2 V naprýaženiýäni, ampermetr bolsa 2 A toguň güýjüni görkezýär.



61-nji surat.

Ikinji gezekde zynjyra 1 we 2 sifrlı geçirijileri yzygider birikdireliň. Bu ýagdaýda olaryň bilelikdäki garşylygy $2\ \Omega$ bolýar. Açar birikdirilende, woltmetr geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýäniň üýtgemänligini, ampermetr bolsa zynjyrdan geçýän toguň güýji 2 esse kemelendigini görkezýär (61-nji b surat).

Indi 1, 2, 3, 4 sifrlı geçirijileri yzygider birikdirip, garşylygy $4\ \Omega$ -a deň bolan geçirijini alalyň. Açar birikdirilende, geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýe üýtgemänligini, toguň güýji bolsa birinji gezekdäkä garanda 4 esse kemelendigini anyklamak mümkin.

Bu tejribelerden şeýle netije çykýar: naprýaženiýe hemişelik bolanda geçirijiniň garşylygy näçe esse artdyrylsa, ondan geçýän toguň güýji şonça kemelýär.

Geçirijiniň uçlarynyň arasyndaky naprýaženiýe hemişelik bolanda toguň güýji geçirijiniň garşylygyna ters proporsionaldyr.

$$I \sim \frac{1}{R}. \quad (2)$$

Omuň kanuny

Elektrik zynjyrdaky toguň güýji oňa birikdirilen geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýe bilen geçirijiniň garşylygynyň arasyndaky baglanyşyk nemes alymy **Georg Omuň** hormatyna *Omuň kanuny* diýip atlandyrylýar. Bu kanun 1827-nji ýylda açyş edilen.

Ýokardaky iki tejribäniň netijelerini umumylaşdyryp, toguň güýji I , naprýaženiýe U we garşylyk R arasyndaky baglanyşygy aşakdaky ýaly aňlatmak bolar:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (3)$$

Bu formula **zynjyryň bir bölegi üçin Omuň kanunyny** aňladýar. Elektrik zynjyryň bir bölegi üçin Omuň kanuny aşakdaky ýaly kesgitlenýär:



Geçirijiden geçýän toguň güýji onuň uçlaryna goýlan naprýaženiýä göni proporsional, geçirijiniň garşylygyna ters proporsionaldyr.

Omuň kanunynyň formulasyndan naprýaženiýe we garşylyk aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$U = I R. \quad (4)$$

$$R = \frac{U}{I}. \quad (5)$$

(5) formuladan elektrik garşylyk birliginiň kesgitlemesi gelip çykýar:

1 om (1 Ω) diýip şeýle geçirijiniň garşylygy kabul edilen, ýagny onuň uçlaryndaky naprýaženiýe 1 V bolanda ondan 1 A toguň güýji geçýär:

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}.$$



1. Zynjyrdaky garşylyk artyrylsa, toguň güýji kemelýär. Naprýaženiýe artyrylsa, toguň güýji hem artýar.
2. Ampermetriň garşylygy näçe kiçi bolsa, elektrik zynjyryna täsiri şonça kem bolýar.
3. Zynjyry birikdirilen woltmetriň garşylygy näçe uly bolsa, elektrik zynjyryna täsiri şonça kem bolýar.

Mesele çözmegiň nusgasy

Uzynlygy 2 m, kese kesiginiň meýdany $0,8 \text{ mm}^2$ bolan nikelin simiň uçlaryndaky naprýaženiýe 2 V-a deň. Şu elektrik zynjyr arkaly geçýän toguň güýjüni anyklaň.

Berlen:

$$\begin{aligned} l &= 2 \text{ m} \\ S &= 0,8 \text{ mm}^2 = 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \\ U &= 2 \text{ V} \\ \rho &= 0,4 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}. \end{aligned}$$

Formulasý:

$$\begin{aligned} R &= \rho \frac{l}{S}; \\ I &= \frac{U}{R} = \frac{U}{\rho \frac{l}{S}} = \frac{U S}{\rho l}. \end{aligned}$$

$$[I] = \frac{\text{V} \cdot \text{m}^2}{\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{m}} = \frac{\text{V}}{\Omega} = \text{A}.$$

Hasaplamak:

$$I = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 2} \text{ A} = 2 \text{ A}.$$

Tapmaly:

$$I = ?$$

Jogaby: $I = 2 \text{ A}.$



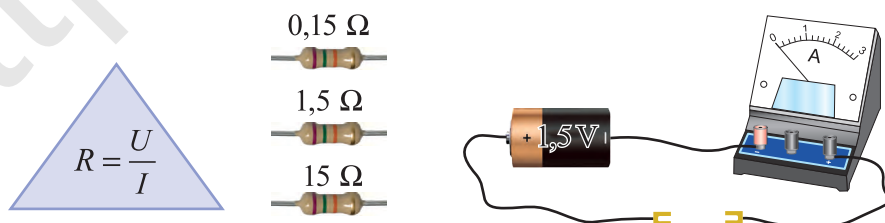
1. Naprýażeniýe hemişelik bolanda, toguň güýjüniň geçirijiniň garşylygyna baglylygyny aňladyň.
2. Zynjyryň bir bölegi üçin Omuň kanunynyň kesgitlemesini aýdyp beriň.
3. Omuň kanunynyň formulasynda geçirijiniň garşylygy we ondan geçýän toguň güýji mälim bolsa, geçirijiniň uçlarynyň arasyndaky naprýażeniýe nähili tapylýar?
4. Geçiriji uçlaryndaky naprýażeniýe kiçi bolanda, ondan uly tok geçmegi mümkinmi?
5. Ampermetriň kömeginde elektrik lampanyň ýanan wagtyndaky geçýän elektronlar sanyny anyklamak mümkinmi?

9-njy gönükmä

1. Elektrik zynjyra birikdirilen rezistoryň garşylygy 100Ω . Rezistoryň uçlarynyň arasyndaky naprýażeniýe 10 V bolsa, ondan nähili tok geçýär?
2. Garşylygy 110Ω bolan geçiriji arkaly 2 A tok geçirmek üçin geçirijiniň uçlaryna nähili naprýażeniýe goýmaly?
3. Elektrik zynjyryndaky sarp edijä 2 V naprýażeniýe berlende, ondaky toguň güýji $0,1 \text{ A}$ -e deň boldy. Şu sarp edijide toguň güýji $0,3 \text{ A}$ -e ýetmegi üçin oňa nähili naprýażeniýe bermeli?
4. Uzynlygy 12 m we kese kesiginiň meýdany $0,6 \text{ mm}^2$ bolan nihrom geçirijiniň uçlaryna $4,4 \text{ V}$ naprýażeniýe berlende ondan nähili tok geçýär?
5. Garşylygy 16Ω bolan reostat ýasamak üçin kese kesiginiň meýdany $0,25 \text{ mm}^2$ bolan nikelin simden näçe metr gerek bolar?
- 6*. Hemişelik naprýażeniýe çeşmesine birikdirilen geçirijiden 30 mA tok geçýär. Eger geçirijiniň çäryek bölegi kesip alynsa, ondan nähili tok geçer?



1. Iki $1,5 \text{ V}$ -ly galwanik element we 3 V naprýażeniýä niýetlenen lampoçka alyň. Ilki lampoçkany bir galwanik elemente, soňra yzygider birikdirilen iki galwanik elemente birikdiriň. Ikinji birikdirende lampoçkanyň ýagtysynyň güýçlenendigini düşündirip beriň.
2. 62-nji suratdaky geçirijiniň uçlaryna nähili garşylyk birikdirilse, ampermetr 1 A görkezzer?



62-nji surat.

18-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Kese kesiginiň meýdany $0,2 \text{ mm}^2$ bolan nikelin geçirijiniň uçlaryna $4,5 \text{ V}$ naprýaženiýe berlende ondan 300 mA tok geçýär. Geçirijiniň uzynlygy nähili bolupdyr?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$S = 0,2 \text{ mm}^2 =$ $= 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $U = 4,5 \text{ V}$ $I = 300 \text{ mA} = 0,3 \text{ A}$ $\rho = 0,4 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}.$	$R = \rho \frac{l}{S}$ we $R = \frac{U}{I}$; $l = \frac{US}{\rho I}$. $[l] = \frac{\text{V} \cdot \text{m}^2}{\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{A}} = \frac{\text{V} \cdot \text{m}}{\frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot \text{A}} = \text{m}.$	$l = \frac{4,5 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3} \text{ m} = 7,5 \text{ m}.$
<i>Tapmaly:</i> $l = ?$		<i>Jogaby:</i> $l = 7,5 \text{ m}.$

2-nji mesele. Uzynlygy 20 m we kese kesiginiň meýdany 2 mm^2 bolan nihrom geçirijiniň uçlaryna 44 mV naprýaženiýe berlende ondan nähili tok geçer?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$l = 20 \text{ m}$ $S = 2 \text{ mm}^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $U = 44 \text{ mV} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ V}$ $\rho = 1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}.$	$R = \rho \frac{l}{S}$ we $R = \frac{U}{I}$; $l = \frac{US}{\rho I}$. $[l] = \frac{\text{V} \cdot \text{m}^2}{\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{m}} = \frac{\text{V}}{\Omega} = \text{A}.$	$I = \frac{44 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 20} \text{ A} =$ $= 4 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 4 \text{ mA}.$
<i>Tapmaly:</i> $I = ?$		<i>Jogaby:</i> $I = 4 \text{ mA}.$

3-nji mesele. Nakal lampoçkanyň spiraly uzynlygy 8 cm we kese kesiginiň meýdany $0,06 \text{ mm}^2$ bolan wolframdan ýasalan. Lampoçka yzygider birikdirilen ampermetr 300 mA görkezýär. Lampoçkanyň uçlaryndaky naprýaženiýäni anyklaň.

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$l = 8 \text{ cm} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $S = 0,06 \text{ mm}^2 = 6 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$ $I = 300 \text{ mA} = 0,3 \text{ A}$ $\rho = 0,055 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}.$	$U = I \cdot R = I \cdot \frac{\rho \cdot l}{S}$. $[U] = \text{A} \cdot \frac{\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}^2} =$ $= \text{A} \cdot \Omega = \text{V}.$	$U = 0,3 \frac{0,055 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{6 \cdot 10^{-8}} \text{ V} =$ $= 22 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 22 \text{ mV}.$
<i>Tapmaly:</i> $U = ?$		<i>Jogaby:</i> $U = 22 \text{ mV}.$

10-njy gönükme

1. Geçirijiniñ uçlaryna 6 V naprýaženiýe berlende ondan 5 s-da 20 C zarýad geçdi. Geçirijiniñ garşylygy nähili bolupdyr?
2. Uzynlygy 12 m we kese kesiginiñ meýdany $0,6 \text{ mm}^2$ bolan nihrom geçirijiniñ uçlaryna 4,4 V naprýaženiýe berlende ondan nähili tok geçer?
3. Garşylygy 10Ω bolan geçirijiniñ uçlaryna 2,5 V naprýaženiýe berlen. Geçirijiniñ kese kesiginiñ meýdanyndan 8 s-da näçe elektron geçer?
4. Kese kesiginiñ meýdany $0,1 \text{ mm}^2$ bolan nihromdan elektrik plitkasynyň gyzdryjysy ýasalan. Onuň uçlaryna 220 V naprýaženiýe berlende ondan 4 A tok geçdi. Gyzdryjy üçin nähili uzynlykdaky sim alnan?
5. Uzynlygy 20 m, kese kesiginiñ meýdany $0,8 \text{ mm}^2$ bolan nihrom geçirijiniñ kese kesiginden 3 s içinde 18 C zarýad geçen bolsa, onuň uçlaryna nähili naprýaženiýe goýlan?
6. Uzynlygy 100 m, kese kesiginiñ meýdany $0,5 \text{ mm}^2$ bolan alýuminiý simiň uçlaryndaky naprýaženiýe 14 V berlende, şu simden geçýän toguň güýji nähili bolar?
7. Ýörite stanokda simi sozup, ol iki esse uzyn we inçe edilen. Şonuň netijesinde simiň garşylygy nähili üýtgäpdir?

19-§

Laboratoriýa işi. OMUŇ KANUNYNY ÖWRENMEK

Işň maksady: geçirijiniñ uçlaryndaky naprýaženiýäni we ondan geçýän toguň güýjüni ölçemek hem-de Omuň kanunyna görä geçirijiniñ garşylygyny kesgitlemegi öwrenmek.

Gerekli enjamlar: tok çeşmesi, milliampermetr, woltmetr, rezistor, açar we birikdiriji simler.

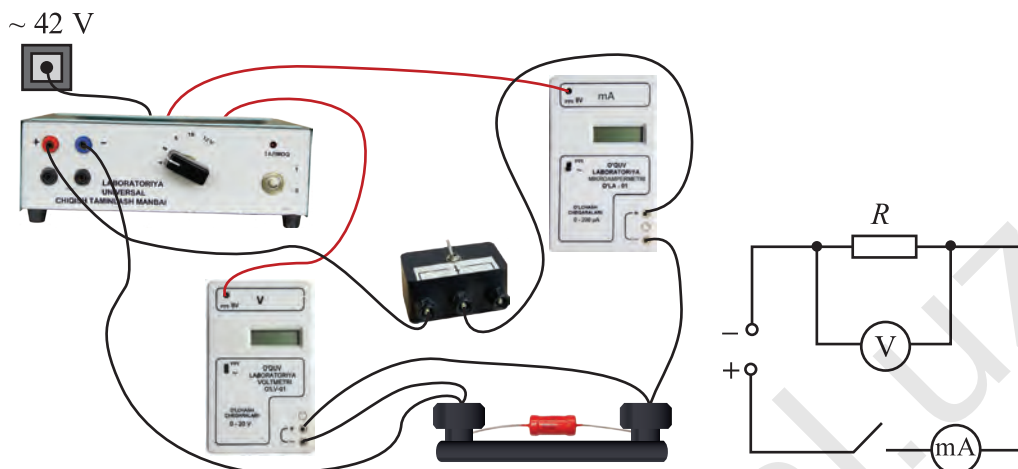
Işň ýerine ýetirilişi

1. Tok çeşmesi, sarp ediji – rezistor, milliampermetr, woltmetr we açardan ybarat elektrik shema esasynda zynjyry ýygyň (63-nji surat). Açary açyk galdyryň.

2. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiýe berýän winti 4 V-a goýulýar.

3. Açar birikdirilýär. Rezistordan geçýän toguň güýji milliampermetriň we onuň uçlaryndaky naprýaženiýe woltmetriň kömeginde ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.

4. Açar üzülýär. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiýe berýän wintini 6 V -a goýup, tejribe gaýtalanýar. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär. Soňra açar üzülýär.



63-нчи surat.

5. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiýe berýän wintini 8; 10 V-a goýup tejribe gaýtalanýar. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.

6. Geçirijiniň elektrik garşylygyny Omuň kanunyna görä hasaplaň we ony jedwele bellik ediň

№	U, V	I, A	R, Ω	R_{ort}, Ω
1				
2				
3				
4				

7. $R_{ort} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}{4}$ aňlatma arkaly garşylygyň ortaça bahasyny tapyň.

8. Netijäni jedwele ýazyň we netije çykaryň.



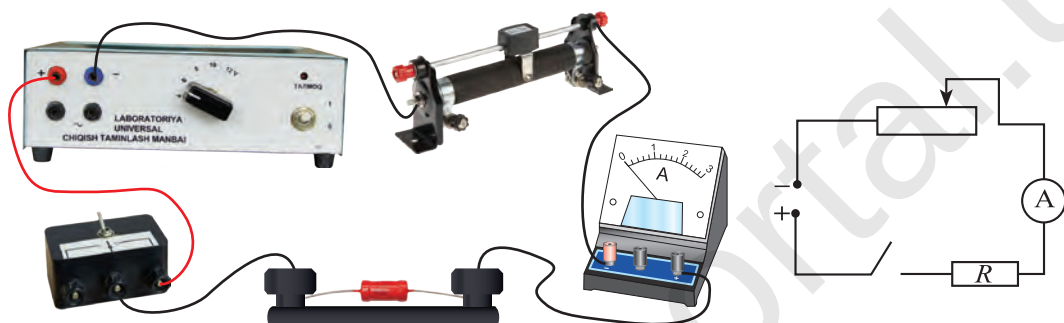
1. Elektrik lampa «3,5 V; 0,26 A» diýip ýazyp goýlan. Ondan nähili fiziki ululyklary bilmek mümkin?
2. Akkumulýatorlar nädip yzygider birikdirilýär?
3. Omuň kanunynyň formulasy nähili aňladylýar?
4. Sarp edijiniň garşylygy onuň uçlaryndaky naprýaženiýä göni proporsional, ondan geçýän toguň güýjüne ters proporsional diýmek mümkinmi?

20-§

Amaly sapak. REOSTATYŇ KÖMEGINDE TOK GÜYJÜNI SAZLAMAK

Sapagyň maksady: reostatyň kömeginde zynjyrdaky toguň güýjüniň üýtgeýşini öwrenmek.

Gerekli esbaplar we enjamlar: tok çeşmesi, reostat, ampermetr, garşylygy $6\ \Omega$ bolan rezistor, açar we birikdiriji simler.



64-nji surat.

Sapagyň ýerine ýetirilişi

1. Reostatyň gurluşyna üns bilen garaň we sürgüji nähili ýagdaýda iň uly garşylyga eýe bolan ýagdaýyny anyklaň.
2. 64-nji suratda görkezilen elektrik zynjyryny ýygyň. Açary açyk galdyryň.
3. Tok çeşmesini pudaga birikdiriň.
4. Tok çeşmesiniň sarp ediljilere naprýaženiýe berýän winti 8 V-a goýulýar.
5. Açary birikdirip ampermetriň görkezişi bellik edilýär. Alnan toguň güýjüniň bahasy jedwele ýazylýar.
6. Açar üzülýär. Sürgüji süýşürüp reostatyň garşylygy biraz kemeldilýär.
7. Açar birikdirilýär. Ampermetriň görkezişi bellik edilýär. Alnan toguň güýjüniň bahasy jedwele ýazylýar.
8. Reostatyň sürgüjini süýşürüp garşylygy kemeldýäris we netijeleri bellik edýäris.

Reostatyň sürgüjiniň ýagdaýlary	1	2	3	4
Toguň güýji (A)				

9. Geçirilen tejribäniň netijeleri esasynda öz netijäňizi ýazyň.

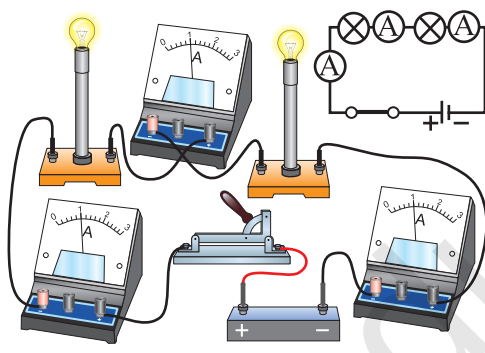


1. Reostatyň gurluşyny aýdyp beriň.
2. Reostatyň elektrik zynjyryna birikdiriliş shemasyny çyzyň.
3. Toguň güýjüni sazlamak diýende nämäni düşüňärsiňiz?
4. Geçirilen tejribäniň elektrik zynjyrynyň shemasyny depderiňize çyzyň.

21-§

SARP EDIJILERI YZYGIDER BIRIKDIRMEK

Mundan beýläk elektrik zynjyrdaky elektrik energiýany ulanýanlary geçiriji däl, eýsem sarp ediji diýip aýdýarys. Adatda, elektrik zynjyryna bir däl, eýsem birnäçe sarp edijileri birikdirmeli bolýar. Munda sarp edijiler özara **yzygider** ýa-da **parallel** ýagdaýda birikdirilýär. Biz aşakda sarp edijiler yzygider birikdirilen elektrik zynjyryna garaýarys.



65-nji surat.

Yzygider birikdirilen zynjyrdatoguň güýji

Iki lampoçkany yzygider birikdirip, 65-nji suratda görkezilen zynjyry ýygalyň. Açar birikdirilende zynjyrdan tok geçýär we lampoçkalar ýanýar. Munda zynjyra birikdirilen üç ampermetr birmeňzeş bahany görkezýär. Diýmek, zynjyrdan geçýän umumy toguň güýji I , birinji we ikinji lampoçkadan geçýän tok güýçleri I_1 we I_2 birmeňzeş bolýan eken:

$$I_1 = I_2 = I. \quad (1)$$

Eger zynjyra n sany lampoçka yzygider birikdirilen bolsa, olardan geçýän tok güýçleri hem bir-birine deň bolýar:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n. \quad (2)$$

Sarp edijiler yzygider birikdirilende, her bir sarp edijiden geçýän tok güýçleri birmeňzeş bolýar.

Yzygider birikdirilen zynjyrdanapryáženiýe

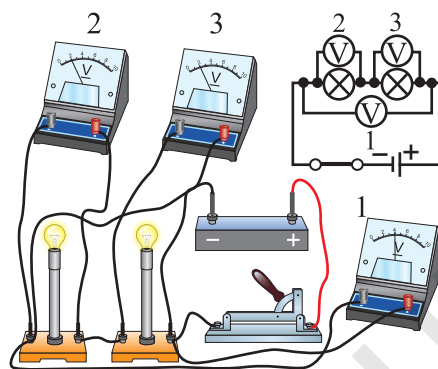
66-njy suratdaky elektrik zynjyryň açary birikdirilende 1-nji woltmetr 4 V-y, 2-nji we 3-nji woltmetrler 2 V-y görkezýär. Lampoçkalaryň ýanyşy

öçügsilenýär. Zynjyrdaky doly naprýaženiýe yzygider birikdirilen iki lampoçkadaky naprýaženiýeleriň jemine deň bolýar, ýagny:

$$U = U_1 + U_2 . \quad (3)$$

Eger n sany lampoçka yzygider birikdirilse, onda zynjyrdaky doly naprýaženiýe aşakdaky ýaly bolýar:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n . \quad (4)$$



66-njy surat.

Sarp edijiler yzygider birikdirilende, zynjyrdaky doly naprýaženiýe her bir sarp edijidäki naprýaženiýeleriň jemine deň bolýar.

Omuň kanunyna görä, 66-njy suratdaky elektrik zynjyrda birinji lampoçkadaky naprýaženiýe $U_1 = IR_1$ -e, ikinji lampoçkadaky naprýaženiýe $U_2 = IR_2$ -ä deň. Bu aňlatmalardan zynjyrdaky doly naprýaženiýe aşakdaky ýaly bolýar:

$$U = U_1 + U_2 \quad \text{ýa-da} \quad I R_1 + I R_2 = I (R_1 + R_2). \quad (5)$$

Lampoçkalaryň doly garşylygy R -e, olardan geçýän toguň güýji I -e deňliginden peýdalanyp, doly naprýaženiýe U üçin aşakdaky formulany ýazyp bileris:

$$U = I R. \quad (6)$$

(5) we (6) deňlikleriň sag taraplaryny deňleşdirýäris: $IR = I(R_1 + R_2)$, mundan doly garşylygy anyklaýarys:

$$R = R_1 + R_2. \quad (7)$$

Eger zynjyra n sany lampoçka yzygider birikdirilse, onda zynjyrdaky geçirijileriň doly garşylygy aşakdaky ýaly bolýar:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n . \quad (8)$$

Sarp edijiler yzygider birikdirilende, zynjyrdaky doly garşylyk her bir sarp edijiniň garşylyklarynyň jemine deň bolýar.

Siz arça asylyan lampoçkalar düzümini görensiñiz. Meselem, her biri $U_1=3$ V-a niýetlenen $n=75$ sany lampoçka yzygider birikdirilen bolsa, şeýle zynjyra $U=nU_1=75 \cdot 3 \text{ V}=225 \text{ V}$ çenli naprýaženiýe bermek mümkin. Şonuň üçin şeýle yzygider birikdirilen lampoçkalar düzümini 220 V-ly elektrik pudaga gönüden-göni birikdirmek mümkin.

Eger yzygider birikdirilen lampoçkalar düzüminden biri alyp goýulsa ýa-da köýse, başga ähli lampoçkalar ýanmaýar. Çünki bu ýagdaýda zynjyr şu ýerde (köýen lampoçkada) üzülen bolýar.

Mesele çözmegiň nusgasy

Garşylyklary 1Ω , 2Ω we 3Ω bolan üç geçiriji yzygider birikdirilen bolup, olardan 1 A tok geçýär. Her bir geçirijidäki naprýaženiýäni, zynjyryň doly garşylygyny we doly naprýaženiýäni tapyň.

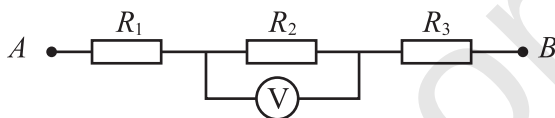
Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$R_1=1 \Omega$	$U_1=I R_1;$	$U_1=1 \text{ A} \cdot 1 \Omega=1 \text{ V};$
$R_2=2 \Omega$	$U_2=I R_2;$	$U_2=1 \text{ A} \cdot 2 \Omega=2 \text{ V};$
$R_3=3 \Omega$	$U_3=I R_3;$	$U_3=1 \text{ A} \cdot 3 \Omega=3 \text{ V};$
$I=1 \text{ A}.$	$R=R_1+R_2+R_3;$	$R=1 \Omega+2 \Omega+3 \Omega=6 \Omega;$
Tapmaly:	$U=I R.$	$U=1 \text{ A} \cdot 6 \Omega=6 \text{ V}.$
$U_1=? U_2=? U_3=?$ $R=? U=?$	Jogaby: $U_1=1 \text{ V}, U_2=2 \text{ V}; U_3=3 \text{ V}; R=6 \Omega; U=6 \text{ V}.$	



1. Sarp edijiler yzygider birikdirilende näme sebäpli olardan birmeňzeş tok akýar?
2. Sarp edijiler yzygider birikdirilende, zynjyrdaky doly naprýaženiýe we her bir sarp edijidäki naprýaženiýäniň arasyndaky gatnaşyk nähili bolar?
3. Yzygider birikdirilen zynjyra goşmaça sarp ediji birikdirilende näme sebäpden garşylygy artýar?
4. 220 V naprýaženiýä niýetlenen iki birmeňzeş lampoçka yzygider 220 V naprýaženiýeli pudaga birikdirilen. Her bir lampoçka nähili naprýaženiýe astynda ýanýar?

11-nji gönükme

1. Yzygider birikdirilen iki geçirijiden 0,4 A tok geçýär. Geçirijileriň garşylygy $5\ \Omega$ we $10\ \Omega$ bolsa, her bir geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýäni, zynjyryň doly garşylygyny we doly naprýaženiýäni tapyň.
2. Garşylygy $4\ \Omega$, $10\ \Omega$ we $16\ \Omega$ bolan geçirijiler yzygider birikdirilen. Zynjyryň uçlaryna 6 V naprýaženiýe berlende, her bir geçirijiden geçýän toguň güýji we her bir geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýe nähili bolar?
3. Iki elektrik lampoçka 220 V naprýaženiýeli pudaga yzygider birikdirilen bolup, olardan 0,5 A tok geçýär. Eger birinji lampoçkanyň garşylygy ikinjisiniňkiden 3 esse uly bolsa, her bir lampoçkadaky naprýaženiýäni tapyň.
4. Shemada berlen A we B nokatlaryň arasyndaky naprýaženiýe nähili bolupdyr? Munda $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$, $R_3 = 15\ \Omega$, $U_2 = 15\text{ V}$.



22-§

SARP EDIJILERI PARALLEL BIRIKDIRMEK

Öýde ähli elektr enjamlar: lampoçkalar, telewizor, doňduryjy we başgalar bir wagtda elektrik pudaga birikdirilen bolýar. Eger olar bir-birine yzygider birikdirilende-di, naprýaženiýe olaryň arasynda paýlanan bolardy. Bu ýagdaýda lampoçkalar örän ösügsi ýansa-da, telewizor we doňduryjylar naprýaženiýe peselenliginden işlemeýär. Ondan daşary, yzygider birikdirilen sarp edijilerden biri öçürilse, başgalary hem öçýär. Şonuň üçin öýlerde ähli sarp edijiler bir-birine parallel birikdirilýär.

Iki lampoçka özara parallel birikdirilen 67-nji suratdaky elektrik zynjyry ýygnaý. Munda iki lampoçka hem birmeňzeş 1 we 2 ampermetrlere yzygider birikdirilýär. Olara parallel birikdirilen woltmetr 4 V naprýaženiýäni görkezsin. Bu woltmetriň görkeziji her bir lampoçkadaky naprýaženiýäni hem, zynjyrdaky doly naprýaženiýäni hem aňladýar.

Diýmek, parallel birikdirilen iki lampoçkada naprýaženiýe birmeňzeş bolup, ol zynjyrdaky doly naprýaženiýä deň bolýar, ýagny:

$$U_1 = U_2 = U. \quad (1)$$

Eger zynjyra n sany lampočka bir-birine parallel birikdirilen bolsa, onda olardaky naprýaženiýeler deň bolýar:

$$U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n. \quad (2)$$

Sarp edijiler parallel birikdirilende, her bir geçirijiniň uçlarynyň arasyndaky naprýaženiýe birmeňzeş bolýar.

Parallel birikdirilen zynjyrdaky toguň güýji

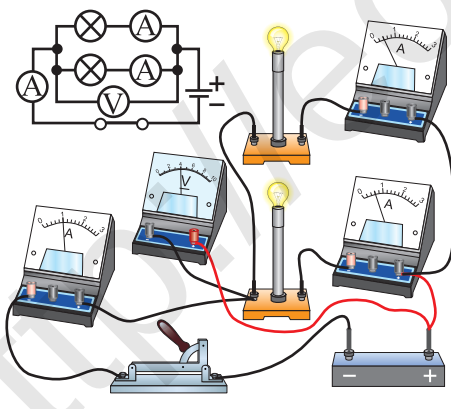
Açar birikdirilende birinji ampermetr $I_1=0,6$ A-i, ikinji ampermetr bolsa, $I_2=0,4$ A-i görkezsin. Onda zynjyryň şahalanmadyk bölegindäki ampermetr $I=1$ A-i görkezýär. Diýmek, parallel birikdirilen birinji we ikinji lampoçkalardan geçýän I_1 we I_2 tok güýçleriniň jemi I doly toguň güýjüne, ýagny zynjyryň şahalanmadyk böleginden geçýän toguň güýjüne deň bolýar:

$$I = I_1 + I_2. \quad (3)$$

Eger zynjyra n sany lampočka bir-birine parallel birikdirilse, onda zynjyrdaky doly toguň güýji aşakdaky ýaly bolýar:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n. \quad (4)$$

Sarp edijiler parallel birikdirilende, zynjyrdaky doly toguň güýji her bir sarp edijidäki toguň güýjüniň jemine deň bolýar.



67-nji surat.

Parallel birikdirilen zynjyrdaky garşylyk

67-nji suratda görkezilen zynjyrdaky birinji lampoçkadan geçýän toguň güýji Omuň kanunyna görä $I_1 = \frac{U}{R_1}$ -e, ikinji lampoçkadan geçýän toguň güýji $I_2 = \frac{U}{R_2}$ -e, doly toguň güýji bolsa $I = \frac{U}{R}$ -e deň. Munda R_1 we R_2 – birinji we ikinji lampoçkanyň elektrik garşylyklary, R – iki lampoçkanyň doly garşylygy. Bu üç

formulany (3) formula goýup, aşakdaky aňlatmalary alarys:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \quad \text{ýa-da} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}. \quad (5)$$

Eger zynjyra n sany lampočka bir-birine parallel birikdirilse, onda zynjyrdaky doly garşylygynyň ters ululygy aşakdaky ýaly bolýar:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (6)$$

Sarp edijiler parallel birikdirilende, zynjyryň doly garşylygynyň ters ululygy her bir sarp edijiniň garşylygynyň ters ululyklarynyň jemine deň.

Meseleleri çözendäki iki sarp ediji parallel birikdirilen ýagdaýlar köp duşýar. Şeýle ýagdaýlarda doly garşylygynyň formulasy üçin aşakdaky formuladan peýdalanmak amatly:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}. \quad (7)$$

Mesele çözmegiň nusgasy

220 V naprýaženiýeli pudaga lampočka, doňduryjy we telewizor parallel birikdirilen. Eger lampoçkadan 0,5 A, doňduryjydan 0,4 A we telewizordan 1 A tok geçýän bolsa, sarp edijileriň pudakdan alýan doly toguň güýjüni, her bir sarp edijiniň garşylygyny we sarp edijileriň doly garşylygyny tapyň.

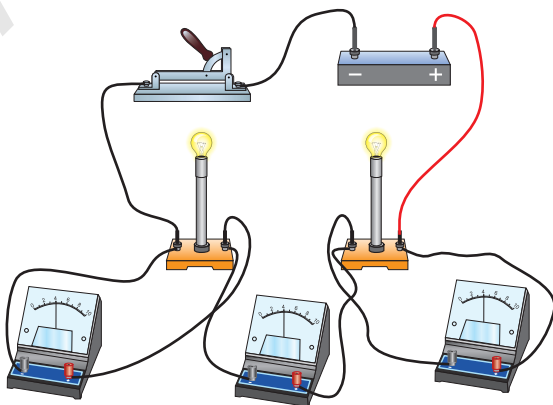
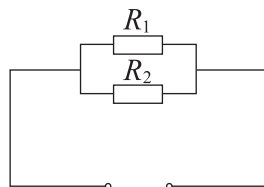
Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$U = 220 \text{ V}$	$I = I_1 + I_2 + I_3,$	$I = 0,5 \text{ A} + 0,4 \text{ A} + 1 \text{ A} = 1,9 \text{ A}.$
$I_1 = 0,5 \text{ A}$	$R_1 = \frac{U}{I_1}; R_2 = \frac{U}{I_2};$	$R_1 = \frac{220 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} = 440 \Omega;$
$I_2 = 0,4 \text{ A}$	$R_3 = \frac{U}{I_3}; R = \frac{U}{I};$	$R_2 = \frac{220 \text{ V}}{0,4 \text{ A}} = 550 \Omega;$
$I_3 = 1 \text{ A}.$	$R = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}.$	$R_3 = \frac{220 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 220 \Omega;$
Tapmaly:		$R = \frac{220 \text{ V}}{1,9 \text{ A}} \approx 116 \Omega;$
$I = ? R_1 = ?$		$R = \frac{440 \cdot 550 \cdot 220}{440 \cdot 550 + 440 \cdot 220 + 550 \cdot 220} \approx 116 \Omega.$
$R_2 = ?$		
$R_3 = ? R = ?$		
Jogaby: $I = 1,9 \text{ A}, R_1 = 440 \Omega; R_2 = 550 \Omega; R_3 = 220 \Omega. R \approx 116 \Omega.$		



1. Nāme sebāpli öyün we awtomobilleriñ elektrik simlerini birikdirende yzygider birikdirmekden peýdalanylmaýar?
2. Sarp edijiler parallel birikdirilende, zynjyrdaky naprýażeniýe bilen her bir sarp edijiniñ uçlaryndaky naprýażeniýäniñ arasynda nähili gatnaşyk bolar?
3. Parallel birikdirilen sarp edijidäki toguñ güýji birmeñzeş bolarmy? Olaryñ bahasy nämelere bagly?
4. Parallel birikdirilen sarp edijileriñ doly garşylygy her bir sarp edijiniñ garşylygy arkaly nähili aňladylýar?

12-nji gönükme

1. Garşylyklary 3Ω we 6Ω bolan iki sarp ediji parallel birikdirilen. Sarp edijiler birikdirilen zynjyryñ böleginiñ doly garşylygyny tapyň.
2. Garşylyklary 10Ω , 15Ω we 30Ω bolan üç sarp ediji parallel birikdirilen. Sarp edijiler birikdirilen zynjyryñ böleginiñ garşylygyny tapyň.
3. Öýüñizdäki lýustrada özara parallel birikdirilen 5 sany birmeñzeş lampoçka ýanyp dur. Lýustra birikdirilen simde 4 A tok geçýän bolsa, her bir lampoçkadan geçýän toguñ güýjüni tapyň.
4. Garşylygy 40Ω we 60Ω bolan iki lampoçka özara parallel birikdirilen. Zynjyryñ şu bölegindäki doly garşylygy näçe bolar? Eger lampoçkalaryñ uçlaryndaky naprýażeniýe 36 V bolsa, zynjyrdaky doly toguñ güýjüni tapyň.
5. Shemadaky garşylygy $R_1=30\Omega$ bolan geçirijiden $I_1=0,6\text{ A}$ tok geçýär, garşylygy $R_2=10\Omega$ bolan geçirijiden nähili tok geçer?
6. Suratda getirilen elektrik ölçeg abzallaryndan haýssysy ampermetr we haýssysy woltmetr. Jogabyňyzy esaslandyryň.



23-§

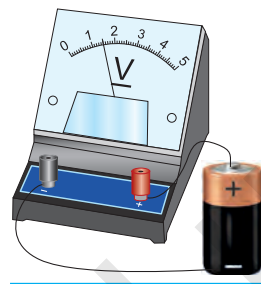
Amaly Sapak. TOK ÇEŞMELERINI BIRIKDIRMEK

Sapagyň maksady: tok çeşmelerini birikdirmegi hem-de çeşmäniň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçemegi öwrenmek.

Gerekli enjamlar: 3 sany 1,5 V-ly galwanik element, woltmetr, birikdiriji simler.

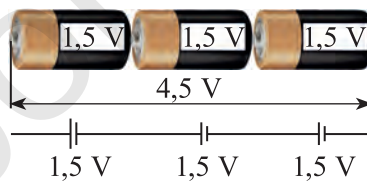
1. Her biri 1,5 V bolan 3 sany element alyň.
2. Her bir galwanik elementniň uçlaryndaky naprýaženiýäni woltmetrde ölçäň. Netijeleri jedwele ýazyň.

Düşündiriş: tok çeşmesiniň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçemek üçin çeşmäniň položitel polýusyny woltmetriň «+» gysgyjyna, çeşmäniň otrisatel polýusyny woltmetriň «-» gysgyjyna 68-nji suratda görkezilişi ýaly birikdirilýär.



68-nji surat.

3. Tok çeşmelerini yzly-yzyna 69-njy suratda görkezilişi ýaly, ýagny birinji elementniň položitel polýusy ikinjisiniň otrisatel polýusyna, ikinji elementniň položitel polýusyny bolsa, üçünji elementniň otrisatel polýusyna birikdiriň.



69-nji surat.

4. Emele getiren elektrik zynjyrdaky umumy naprýaženiýäni (U_{um}) woltmetriň kömeginde ölçäň we netijäni jedwele ýazyň.

5. Tok çeşmeleri yzygider birikdirilende jemleýji naprýaženiýe $U_{um} = U_1 + U_2 + U_3$ aňlatma arkaly hasaplanýar. Jedwele girizilen netijeler esasynda $U_1 + U_2 + U_3$ jemi hasaplaň we ony umumy naprýaženiýäniň U_{um} bahasy bilen deňeşdiriň.

Her bir galwanik elementniň uçlaryndaky naprýaženiýäniň bahalary			Galwanik elementler yzygider birikdirilende uçlaryndaky naprýaženiýäniň bahasy	
U_1, V	U_2, V	U_3, V	$U_1 + U_2 + U_3, V$	U_{um}, V

6. Geçirilen sapak esasynda netijäňizi ýazyň.

Multimetr bilen işlemek

Multimetriň kömeginde birnäçe fiziki ululyklaryň bahalaryny, meselem, elektrik naprýaženiýe, elektrik garşylyk, toguň güýji, hatda temperaturany hem ölçäp bileris. 70-nji suratda multimetriň umumy görnüşi getirilen.

Naprýaženiýäni ölçemek üçin OFF ýagdaýda duran wint DCV ýazylan tarapa towlanýar. Bu tarapda naprýaženiýäni ölçemek çäkleri 20, 200, 1000 görkezilen.

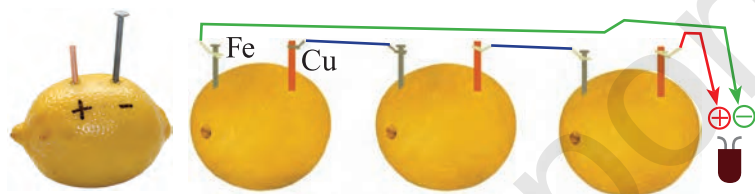


70-nji surat.

Bizniñ galvanik elementimizniñ naprýaženiyesi 1,5 V töwereğinde bolanlygy üçin, multimetriñ wintiniñ ölçeğ çägi diýip 20 görkezilen nokada gabatlap goýýarys. Multimetriñ COM we V, Ω , mA gysgyçlaryna birikdirilen birikdiriji simler tok çeşmesiniñ polyuslaryna birikdirilýär. Tok çeşmesiniñ naprýaženiyesiniñ bahasy multimetriñ tablosyna çykýar (70-nji surat).



Limon ýa-da apelsiniñ kömeginde batareýka ýasaň. Munuň üçin limon, demirden we misden ýasalan simleri alyp, suratda görkezilişi ýaly limona dykyň we ortasyna lampoçkany birikdiriň.



24-§

Laboratoriýa işi.

GEÇIRIJILERI YZYGIDER WE PARALLEL BIRIKDIRMEGI ÖWRENMEK

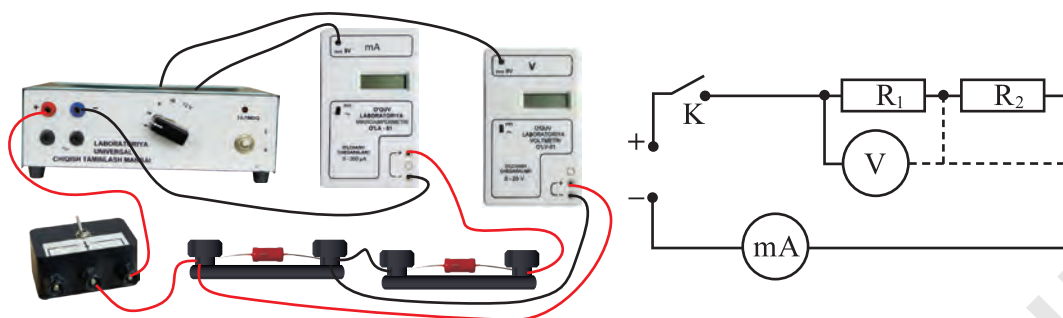
1. Geçirijileri yzygider birikdirmek

Işiň maksady: geçirijiler yzygider birikdirilende olardaky toguň güýjüniñ we naprýaženiýniñ peselişini öwrenmek.

Gerekli enjamlar: tok çeşmesi, dürli garşylyga eýe bolan iki rezistor (garşylygy 100–150 Ω töwereğinde), milliampermetr, woltmetr, açar we birikdiriji simler.

Işiň ýerine ýetirilişi

1. 71-nji suratda görkezilen elektrik zynjyry ýygyň. Woltmetr birinji rezistoryň uçlaryna birikdirilýär. Açar açyk ýagdaýda galdyrylýar.
2. Tok çeşmesiniñ sarp edilere naprýaženiýe berýän winti 4 V-a goýulýar.
3. Açar birikdirilýär. Rezistordan geçýän toguň güýji (I_1) we onuň uçlaryndaky naprýaženiýe (U_1) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.



71-nji surat.

4. Açar üzülýär. Woltmetri birinji rezistordan üzüp, ony ikinji rezistoryň uçlaryna birikdirilýär.

5. Açar birikdirilýär. Ikinji rezistordan geçýän toguň güýji (I_2) we onuň uçlaryndaky naprýaženiýe (U_2) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.

6. Açar ýapyk. Yzygider birikdirilen rezistorlaryň uçlaryna woltmetr çatylýar.

7. Açar birikdirilýär. Rezistordan geçýän toguň güýji we onuň uçlaryndaky naprýaženiýe (U_{AB}) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.

8. Açar üzülýär. Tok çeşmesiniň sarp ediljere naprýaženiýe berýän winti 6 V -a goýulýar we tejribe gaýtalanýar.

	U_1, V	I_1, mA	R_1, Ω	U_2, V	I_2, mA	R_2, Ω	U_{AB}, V	I, mA
1								
2								
3								

9. Tejribe netijeleri esasynda yzygider birikdirilen sarp edijiler üçin esasy kanunalaýyklyklaryň ýerine ýetirilişini barlaň.

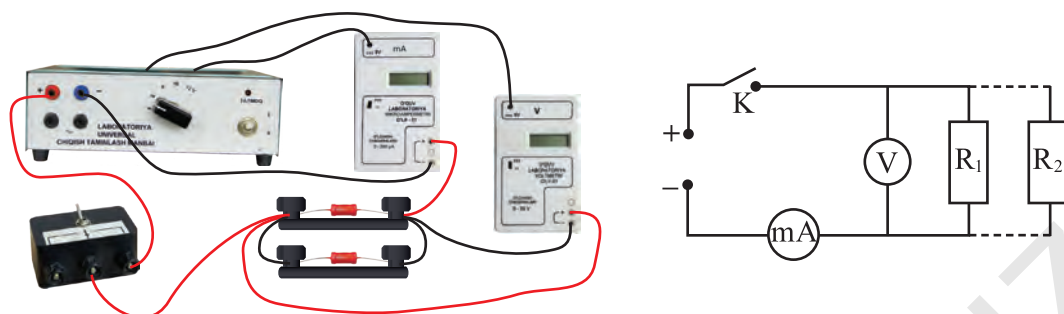
2. Geçirijileri parallel birikdirmek

Işň maksady: geçirijiler parallel birikdirilende olardaky toguň güýjüniň we naprýaženiýäniň şol bir ýagdaýdadygyny öwrenmek.

Gerekli enjamlar: tok çeşmesi, dürli garşylyga eýe bolan iki rezistor (garşylygy 200–300 Ω töwereginde), milliampermetr, woltmetr, açar we birikdiriji simler.

Işň ýerine ýetirilişi

1. 72-nji suratda görkezilen elektrik zynjyry ýygnaýlar. Woltmetr iki rezistoryň hem uçlaryna parallel birikdirilýär. Açar açyk ýagdaýda galdyrylýar.



72-nji surat.

2. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýażeniýe berýän winti 4 V-a goýulýar.
3. Açar birikdirilýär. Rezistorlardan geçýän toguň güýji (I) we onuň uçlaryndaky naprýażeniýe (U) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
4. Açar üzülýär. Ampermetr birinji rezistora yzygider birikdirilýär.
5. Açar birikdirilýär. Ampermetr birinji rezistordan geçýän toguň güýjüni görkezýär (I_1).
6. Woltmetriň kömeginde onuň uçlaryndaky naprýażeniýe ölçenýär (U_1). Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
7. Açar üzülýär. Ampermetr birinji rezistordan üzülip, ikinji rezistora yzygider birikdirilýär.
8. Açar birikdirilýär. Ikinji rezistordan geçýän toguň güýji (I_2) we onuň uçlaryndaky naprýażeniýe (U_2) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
9. Açar üzülýär. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýażeniýe berýän winti 6 V-a goýulýar we tejribe gaýtalanýar.

	U, V	I, mA	R_p, Ω	U_1, V	I_1, mA	R_1, Ω	U_2, V	I_2, mA	R_2, Ω
1									
2									
3									

10. Tejribe netijeleri esasynda parallel birikdirilen sarp edijiler üçin esasy kanunalaýyklyklaryň ýerine ýetirilişini barlaň.



1. Geçirijiler yzygider birikdirilende haýsy fiziki ululyk birmeňzeş bolýan eken?
2. Yzygider birikdirilen geçirijileriň uçlaryndaky naprýażeniýe nämä deň?
3. Geçirijiler parallel birikdirilende haýsy fiziki ululyk birmeňzeş bolýar?
4. Geçirijiler yzygider birikdirilende ampermetr zynjyra nähili birikdirilýär?

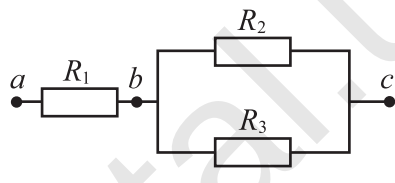
25-§

SARP EDIJILERI GATYŞYK BIRIKDIRMEK (Amaly sapak)

Sarp edijileri yzygider we parallel edip birikdirilişine seretdik. Ýöne amalda bir zynjyrda hem yzygider, hem parallel birikdirilýän ýagdaýlary köp duşýar. Meselem, 3 sany rezistor 73-nji suratdaky ýaly birikdirilen bolsun. Elektrik zynjyrynyň şeýle birikdirilişi **gatyşyk birikdirmek** diýip atlandyrylýar. Gatyşyk birikdirilen sarp edijiler birikdirilen düwünler boýunça aýratyn hasaplanýar.

Meselem, 73-nji suratda b we c nokatlaryň arasyndaky umumy R'_{um} garşylygy tapmakda R_2 we R_3 rezistorlaryň özara parallel birikdirilenligi

üçin $R'_{um} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ aňlatmadan peýdalanylýar.



73-nji surat.

Soňra umumy garşylyk yzygider birikdirilen iki (R_1 we R'_{um}) reostat ýaly bolýar. Umumy garşylyk bolsa, $R_{um} = R_1 + R'_{um}$ aňlatma arkaly tapylýar.

Gatyşyk birikdirilen çylşyrymly sarp edijileriň umumy garşylygyny tapmakda ekwiwalent shemalardan peýdalanmak amatly. Ekwiwalent shema diýlende hut şu shema bilen çalşyrmak mümkin bolan shema düşünilýär.

Mysal: 74-nji suratdaky shemanyň umumy garşylygyny tapyň.

Munda berlen geçirijileriň garşylyklary (sanlar) birmeňzeş esasy birlik (Ω)-da berlen diýip hasaplaň.

Meseläni çözmegi birinji shemadan başlaýarys. Onda gö-nüden-göni düwünler bilen baglanan rezistorlary aýry alýarys. Olar punktir çyzyk bilen görkezilen (75-nji a surat):

a) 4Ω we 12Ω rezistorlar özara parallel birikdirilen, umumy ekwiwalent garşylyk 3Ω -a deň bolýar.

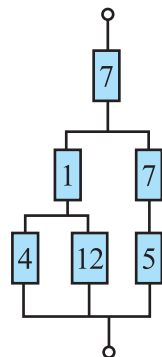
b) 7Ω we 5Ω rezistorlar özara yzygider birikdirilen, umumy ekwiwalent garşylygyň ýerine 12Ω -y almak mümkin.

Alnan netijelerden peýdalanyň, ikinji ekwiwalent shemany çyzýarys (75-nji b surat):

ç) 1Ω we 3Ω rezistorlar özara yzygider birikdirilen, ekwiwalent garşylygy 4Ω -a deň diýip almak mümkin.

Üçünji ekwiwalent shemada (75-nji ç surat):

d) 4Ω we 12Ω özara parallel birikdirilen, umumy ekwiwalent garşylyk 3Ω -a deň bolýar.

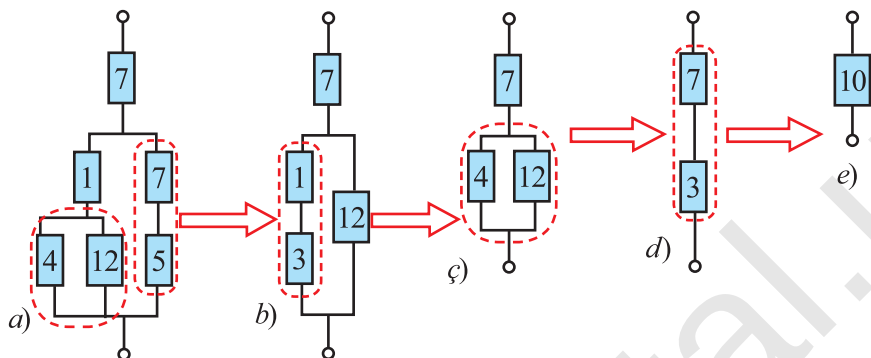


74-nji surat.

Dördünji ekwiwalent shemada (75-nji e surat):

e) $7\ \Omega$ we $3\ \Omega$ rezistorlar özara yzygider birikdirilen.

Diýmek, çylşyrymly zynjyrymyz ýönekeý yzygider birikdirilen ýagdaýyna geldi we onuň umumy garşylygy $10\ \Omega$ deň.



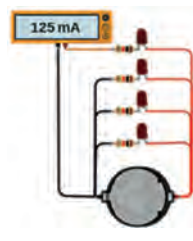
75-nji surat. Çylşyrymly shemanyň garşylygyny hasaplamak.

Garap geçişimiz ýaly, islendik çylşyrymly shemany yzygider we parallel birikdirilen bölekler bölüp, ekwiwalent shemalaryň kömeginde ýönekeý görnüşi alýar.



1. Berlen surat esasynda zynjyryň elektrik shemasyny çyzyň (76-njy surat). Umumy garşylygy tapmagyň algoritmini ýazyň.

2. Dört rezistoryň kömeginde näçe hili elektrik shema görnüşini emele getirmek mümkin? Jogabyňyzy çyzyglaryň kömeginde esaslandyryň.



76-njy surat.

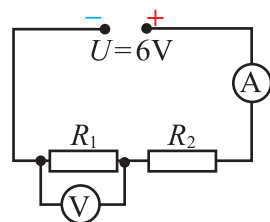
26-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Elektrik zynjyryndaky naprýaženiýe 220 V . Zynjyra birikdirilen iki elektrik lampanyň her biri $240\ \Omega$ garşylyga eýe. Olaryň özara yzygider birikdirilendäki toguň güýjünü tapyň.

Berlen:	Formulasy:	Hasaplamak:
$U = 220\text{ V}$ $R_1 = R_2 = 240\ \Omega$	$R = R_1 + R_2;$ $I = I_1 = I_2;$	$I = \frac{220\text{ V}}{240\ \Omega + 240\ \Omega} \approx 0,46\text{ A}.$
Tapmaly: $I = ?$	$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1 + R_2}.$	Jogaby: $I \approx 0,46\text{ A}.$

2-nji mesele. Garşylygy $20\ \Omega$ we $40\ \Omega$ bolan rezistorlar (77-nji surat) yzygider birikdirilen. Ampermetriň we woltmetriň görkezisini anyklaň. Munda ampermetriň garşylygyny örän kiçi we woltmetriň garşylygyny çäksiz uly diýip hasaplaň.

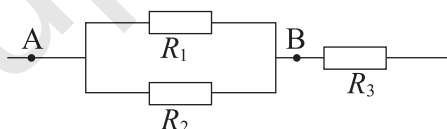


77-nji surat.

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$R_1 = 20\ \Omega$	$R = R_1 + R_2;$	$R = 20\ \Omega + 40\ \Omega = 60\ \Omega;$
$R_2 = 40\ \Omega$	$I = I_1 = I_2 = \frac{U}{R};$	$I = \frac{6\text{V}}{60\Omega} = 0,1\text{A};$
$U = 6\text{V}.$	$U_1 = I R_1.$	$U_1 = 0,1\text{A} \cdot 20\ \Omega = 2\text{V}.$
Tapmaly:		Jogaby: $I = 0,1\text{A}; U_1 = 2\text{V}.$
$I = ?; U_1 = ?$		

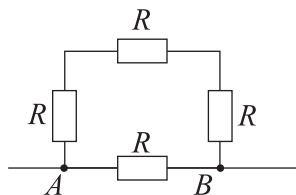
3-nji mesele. Garşylyklary $R_1 = 2\ \Omega$ we $R_2 = 6\ \Omega$ bolan iki geçiriji özara parallel birikdirilen bolup, olaryň uçlaryndaky naprýaženiýe 12V -a deň. Olara yzygider birikdirilen $R_3 = 4\ \Omega$ garşylykdaky toguň güýjüni we naprýaženiýesini tapyň.

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$R_1 = 2\ \Omega$	$R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2};$	
$R_2 = 6\ \Omega$	$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}};$	
$R_3 = 4\ \Omega$	$I_{AB} = I_3;$	$R_{AB} = \frac{2 \cdot 6}{2 + 6}\ \Omega = 1,5\ \Omega;$
$U_{AB} = 12\text{V}.$	$U_3 = I_3 \cdot R_3.$	$I_{AB} = \frac{12\text{V}}{1,5\Omega} = 8\text{A};$
Tapmaly:		$I_3 = 8\text{A}; U_3 = 8\text{A} \cdot 4\ \Omega = 32\text{V}.$
$I_3 = ?$		Jogaby: $I_3 = 8\text{A}; U_3 = 32\text{V}.$
$U_3 = ?$		



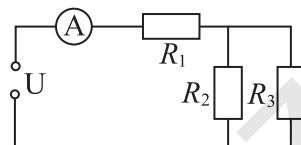
13-nji gönükme

1. Suratda görkezilen elektrik zynjyrynyň A we B nokatlarynyň arasyndaky doly garşylygyny hasaplaň. Her bir rezistoryň elektrik garşylygy $4\ \Omega$ -a deň.



2. Garşylyklary $20\ \Omega$ we $80\ \Omega$ bolan iki geçiriji özara parallel birikdirilen bolup, olaryň uçlaryndaky naprýaženiýe 48 V -a deň. Olara yzygider birikdirilen üçünji $5\ \Omega$ garşylykdaky toguň güýjüni we naprýaženiýesini tapyň.

3. Shemada berlen rezistorlaryň elektrik garşylygy $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$ we $R_3 = 15\ \Omega$ -a deň. Eger zynjyryň uçlaryna 12 V naprýaženiýe berilse, ampermetr nähili bahany görkezەر?



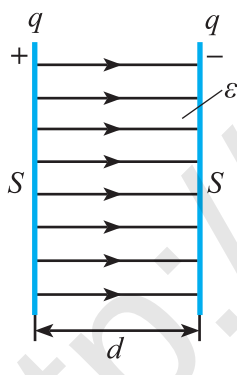
27-§

ELEKTRIK SYGYMY. KONDENSATORLAR

Kondensator we onuň elektrik sygymy

Elektrotehnikada köp mukdardaky elektrik zaryadlaryny toplamak we saklamak möhüm ähmiýete eýe. Elektrik zaryadlaryny toplamakda we saklamakda *kondensator* diýip atlandyrylýan esbapdan peýdalanylýar.

Bir-birinden ýuka dielektrik bilen bölünen iki geçirijiden ybarat gurluş (esbap) *kondensator* diýip atlandyrylýar.



78-nji surat.

Kondensator radio, telewizor, magnitofon, kompýuter ýaly elektrotehnikada enjamlaryň möhüm elementi hasaplanýar.

Iň ýönekeý kondensator – bu tekiz kondensator. Tekiz kondensator özara parallel bolan iki tekiz geçiriji – plastinkalardan ybarat (78-nji surat). Bu plastinkalara kondensatoryň örtükleri diýilýär. Kondensatoryň elektrostatik meýdany, esasan, olaryň örtükleriniň arasynda bolýar we olary bir jynsly (güýç çyzyklary birmeňzeş) diýip hasaplamak mümkin.

Kondensator zaryadlananda onuň iki örtüginde-de deň mukdarda dürli alamatly zaryadlar toplanýar.

Kondensatoryň zaryad toplam bilijilik aýratynlygyny häsiýetlendirýän fiziki ululyga onuň elektrik sygymy diýilýär.

Kondensatoryň sygymy örtükdäki zarýadyň mukdarynyň plastinkalaryň arasyndaky naprýaženiýäniň gatnaşygyna deň:

$$C = \frac{q}{U}. \quad (1)$$

Bu ýerde: q – kondensatoryň örtüğine berlen zarýadyň mukdary; U – plastinkalaryň arasyndaky naprýaženiýe. Halkara birlikler sistemasynda elektrik sygymynyň birligi edip M. Faradeýiň hormatyna *farad* (F) kabul edilen.

$$[C] = \left[\frac{q}{U} \right] = \frac{1 \text{ kulon}}{1 \text{ Volt}} = 1 \frac{\text{C}}{\text{V}} = 1 \text{ F}.$$

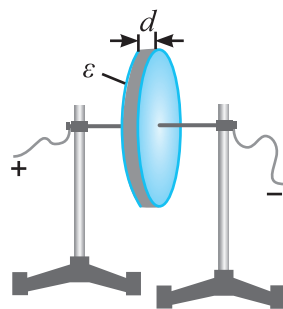
1 farad örän uly birlik bolany üçin amalda, esasan onuň ülüşleri – *mikrofarad* (μF), *nanofarad* (nF) we *pikofarad* (pF) ulanylýar. Munda:

$$1 \mu\text{F} = 0,000001 \text{ F} = 10^{-6} \text{ F};$$

$$1 \text{ nF} = 0,000000001 \text{ F} = 10^{-9} \text{ F};$$

$$1 \text{ pF} = 0,000000000001 \text{ F} = 10^{-12} \text{ F}.$$

Kondensatoryň sygymy onuň geometrik ölçegine we plastinkalarynyň arasyndaky aralyga hem bagly bolýar. Örtükleriniň meýdany S bolan iki tegelekden ybarat tekiz kondensatoryň umumy görnüşü 79-njy suratda getirilen. Onuň örtükleri bir-birinden d galyňlykdaky dielektrik bilen bölünen. Tekiz kondensatoryň örtügi-niň meýdany S näçe uly bolsa, onda şonça köp zarýad toplamak mümkin bolýar. Şonuň ýaly-da, örtükleriniň arasyndaky aralyk d näçe uly bolsa, kondensatorda şonça kem zarýad toplan bilýär.

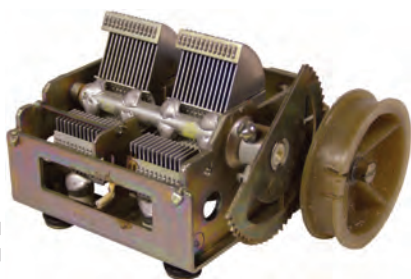


79-njy surat.

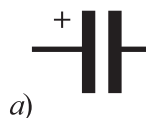
Tekiz kondensatoryň sygymy örtükleriniň meýdanyna göni proporsional, örtükleriniň arasyndaky aralyga ters proporsional:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S}{d}, \quad (2)$$

bu ýerde: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ – elektrik hemişeligi, ϵ – örtükleriň arasyndaky gurşawyň dielektrik siňdirijiligi, meselem, howa üçin $\epsilon = 1$; slýuda üçin $\epsilon = 6$, çüýşe üçin $\epsilon = 7$.



80-nji surat.



a)



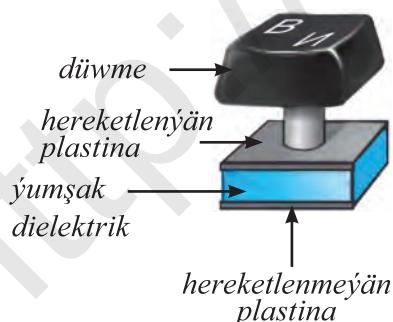
b)

81-nji surat.

Elektrotehnikada dürli mukdarda zarýadlary toplamaga niýetlenen kondensatorlar hem ulanylýar. Radioteknikada üýtgeýän sygymly kondensatorlar giňden ulanylýar (80-nji surat). Onuň işleýiş prinsipi örtükleriň bir-birine görä süýşmegine esaslanýar. Kondensator nobatma-nobat üstaşyr ýerleşdirilen gozganmaýan we gozgalýan metal örtüklerden ybarat bolup, gozgalýan örtükler winte biriktirilýär. Wintt towlananda kondensatoryň gozgalýan örtükleri gozganmaýan örtükleriniň arasyna girýär. Munda örtükleriň üstme-üst düşen meýdanlary (S) üýtgeýär. Şeýle usulda kondensatoryň sygymyny üýtgetmek mümkin bolýar. Radiony gerekli tolkuna sazlamak üçin wint towlanyp, üýtgeýän kondensatoryň sygymy üýtgedilip durulýar. Mundan daşary, polýussyz kondensatorlar hem ulanylýar (81-nji a, b surat).

Kondensatorlardan elektrik dwigatellerini ýöretmekde, elektromobilleri hereketlendirmekde hem-de senagat elektronikasynnda giňden ulanylýar.

Kondensatoryň sygymynyň örtükleriň arasyndaky aralyga baglylygyndan kompýuteriň klawiaturasyny kodlamak prosesinde peýdalanylýar. Her bir klawişiň (düwmejik) aşagynda kondensator ýerleşdirilen bolup, klawişi basmagymyz bilen onuň sygymy üýtgeýär (82-nji surat). Klawişlere birikdirilen mikroshemanyň sygymynyň üýtgemegi bilen harplara degişli bolan kodlanan signallary iberýär. Şu tertipde kompýuteriň we telefonyň düwmeleri hyzmat edýär.



82-nji surat.

Mesele çözmegin nusgasy

1-nji mesele. Sygymy 3 nF bolan kondensatoryň örtüklerine tok çeşmesinden 12 V naprýaženiýe berildi. Kondensatoryň her bir örtügi nähili zarýad alar?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$C = 3 \text{ nF} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ $U = 12 \text{ V}.$	$C = \frac{q}{U}; q = C U;$ $[q] = F \cdot V = \frac{C}{V} \cdot V = C.$	$q = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 12 \text{ C} = 36 \cdot 10^{-9} \text{ C} = 36 \text{ nC}.$
Tapmaly: $q = ?$		Jogaby: $q = 36 \text{ nC}.$

2-nji mesele. Meýdany 25 cm² bolan tekiz kondensatoryň örtükleri bir-birinden 5 mm galyňlykdaky slýuda bilen bölünen. Kondensatoryň sygymy nämä deň? Slýuda üçin $\epsilon = 6$ -a deň.

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$S = 25 \text{ cm}^2 = 25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $d = 5 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $\epsilon = 6.$	$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ $\frac{F}{m} \cdot m^2$ $[C] = \frac{m}{m} = F.$	$C = \frac{6 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-3}} \text{ F} = 26,55 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 26,55 \text{ pF}.$
Tapmaly: $C = ?$		Jogaby: $C = 26,55 \text{ pF}.$



1. Kondensatordan nähili maksatda peýdalanylýar?
2. Kondensatoryň nähili görnüşleri bar we olar nähili maksatlarda ulanylýar?
3. Kondensatoryň elektrik sygymy näme we ol nähili anyklanýar?
4. Tekiz kondensatoryň bir örtügi +100 nC, ikinji örtügi -100 nC zarýad alan. Kondensator nähili mukdarda zarýad alypdyr?
5. Näme sebäpden hemişelik tok zynjyryna birikdirilen kondensatordan tok geçmeýänligini düşündiriň.
6. Tekiz kondensatoryň zarýady 2 esse artanda onuň sygymy nähili üýtgär?

14-nji gönükme

1. Tekiz kondensatoryň örtükleriniň arasyndaky dielektrik siňdirijiligi $\epsilon = 2,1$ bolan dielektrik bilen doldurylsa, onuň sygymy nähili üýtgär?
2. 24 V naprýaženiýeli tok çeşmesine birikdirilen kondensator 30 µC zarýad alan bolsa, kondensatoryň sygymyny anyklaň.
3. Sygymy 40 nF bolan kondensatoryň örtüklerine tok çeşmesinden 30 V naprýaženiýe berlende, ol nähili mukdardaky zarýady alar?

4. Meýdany 40 cm^2 bolan tekiz kondensatoryň örtükleri bir-birinden 8 mm galyňlykdaky howa bilen bölünen. Kondensatoryň sygymy nämä deň?
5. Sygymy $3 \text{ }\mu\text{F}$ bolan kondensatoryň örtükleri alan zaryadyň mukdary $42 \text{ }\mu\text{C}$ -a deň bolsa, onuň örtükleriniň arasyndaky naprýaženiýe nämä deň?

28-§

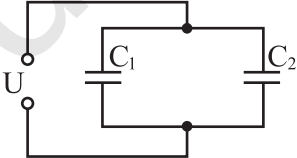
KONDENSATORLARY PARALLEL WE YZYGIDER BIRIKDIRMEK

Elektrik zynjyrlarda kondensatorlaryň sygymyny artdyrmak ýa-da kemeltmek zerurlygy bolýar. Şeýle ýagdaýlarda kondensatorlar parallel ýa-da yzygider birikdirilýär. Tejribede anyklanmagyna görä, kondensatorlary özara parallel birikdirmek arkaly olaryň elektrik sygymyny artdyrmak mümkin.

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n . \quad (1)$$

Kondensatorlar parallel birikdirilende umumy elektrik sygymy aýratyn kondensatorlaryň sygymlarynyň jemine deň.

Kondensatorlary parallel birikdirmegiň umumy görnüşü 83-nji suratda getirilen. Kondensatorlary parallel birikdirmek üçin olaryň položitel alamatly örtükleri položitel alamatly örtükler bilen, otrisatel alamatly örtükleri otrisatel alamatly örtükler bilen birikdirilýär (83-nji surat).

		$C = C_1 + C_2$ $U = U_1 = U_2$ $q = q_1 + q_2$
---	---	---

83-nji surat.

Kondensatorlar parallel birikdirilende umumy uçlaryndaky naprýaženiýe birmenžeş bolýar:

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n . \quad (2)$$

Doly zaryad bolsa, her bir kondensatorlaryň zaryadlarynyň jemine deň bolýar, ýagny

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n . \quad (3)$$

Diýmek, kondensatorlary özara parallel birikdirmek arkaly köpräk elektrik zaryadyny ýygmak mümkin eken.

Kondensatorlary yzygider birikdirmek

Kondensatorlar yzygider birikdirilende umumy elektrik sygymynyň ters mukdary her bir kondensatoryň sygymynyň ters mukdarlarynyň jemine deň.

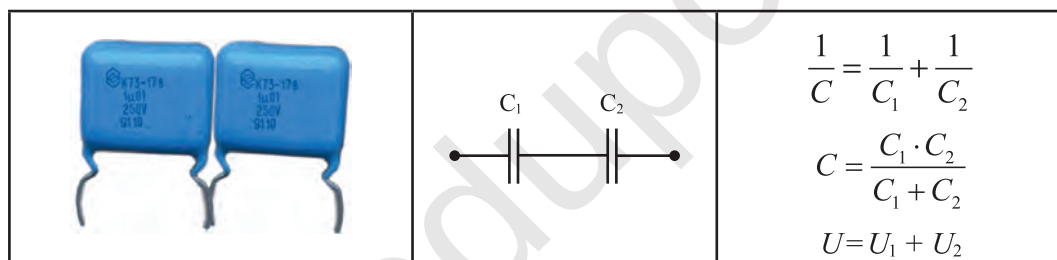
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}. \quad (4)$$

Diýmek, kondensatorlary özara yzygider birikdirilende umumy elektrik sygymy kemelýan eken.

Kondensatorlar yzygider birikdirilende umumy naprýaženiýe her bir kondensatoryň uçlaryndaky naprýaženiýeleriň algebraik jemine deň bolýar, ýagny:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n. \quad (5)$$

Kondensatorlary yzygider birikdirmegiň umumy görnüşini 84-nji suratda getirilen.



84-nji surat.

Mesele çözmegiň nusgasy

Sygymy $2 \mu\text{F}$ we $6 \mu\text{F}$ bolan kondensatorlar 9 V naprýaženiýeli tok çeşmesine özara parallel birikdirilen. Zynjyryň umumy elektrik sygymy nähili bolar? Kondensatorlaryň her biri nähili zarýad alar?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$C_1 = 2 \mu\text{F} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ $C_2 = 6 \mu\text{F} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ $U = 9 \text{ V}.$	$C_{\text{um}} = C_1 + C_2;$ $q_1 = C_1 \cdot U;$ $q_2 = C_2 \cdot U.$	$C_{\text{um}} = 2 \mu\text{F} + 6 \mu\text{F} = 8 \mu\text{F};$ $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 9 \text{ V} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 18 \mu\text{C};$ $q_2 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 9 \text{ V} = 54 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 54 \mu\text{C}.$
Tapmaly: $C_{\text{um}} = ? \quad q_1 = ? \quad q_2 = ?$		Jogaby: $C_{\text{um}} = 8 \mu\text{F}; \quad q_1 = 18 \mu\text{C}; \quad q_2 = 54 \mu\text{C}.$



1. Tekiz kondensatoryň sygymy ölçegleri arkaly nähili aňladylýar?
2. Üýtgeýän sygymly kondensatoryň işleýiş prinsipini düşündiriň.
3. Kondensatorlar parallel birikdirilende umumy sygym nähili anyklanýar?
4. Kondensatorlar nädip yzygider birikdirilýär? Munda umumy sygym nähili tapylýar?
5. Zarýadlanan kondensatoryň örtükleri sim bilen utgaşdyrylyp zarýadsyzlandyryldy. Zarýadsyzlanandan soň örtükleriň massasy nähili üýtgär?

15-nji gönükme

1. Sig'mi $3 \mu\text{F}$; $5 \mu\text{F}$ we $8 \mu\text{F}$ bolan üç kondensator 12 V naprýaženiýeli tok çeşmesine özara parallel birikdirilen. Zynjyryň umumy sygymy nähili bolar? Olaryň her biri nähili zarýad alar?
2. Sygymy $12 \mu\text{F}$; $20 \mu\text{F}$ we $30 \mu\text{F}$ bolan üç kondensatory özara yzygider birikdirip nähili sygym almak mümkin?
3. Sygymlary birmeňzeş bolan iki kondensator ilki yzygider, soňra parallel birikdirildi. Parallel birikdirilen ýagdaýdaky umumy sygym yzygider birikdirilendäkiden näçe esse tapawutlanýar?
- 4*. Sygymy $C_1 = 4 \mu\text{F}$; $C_2 = 6 \mu\text{F}$ we $C_3 = 10 \mu\text{F}$ bolan kondensatorlary bir-birine birikdirmek arkaly $5 \mu\text{F}$ sygym almak mümkinmi? Mümkin bolsa nähili?

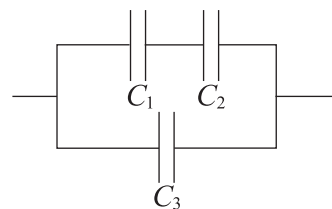
29-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Kondensatoryň plastinkalarynyň taraplary 30 cm bolan kwadratdan ybarat. Plastinkalaryň arasynda ($\epsilon=2$) suwuklyk sordurylan kagyz bilen doldurylanda, onuň sygymy 177 pF -a deň bolsa, kondensatoryň plastinkalarynyň arasyndaky aralyk nähili bolupdyr?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$a = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$ $C = 177 \text{ pF} = 177 \cdot 10^{-12} \text{ F}$ $\epsilon = 2$.	$S = a^2$; $C = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot a^2}{d}$; $d = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot a^2}{C}$.	$d = \frac{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,3^2}{177 \cdot 10^{-12}} \text{ m} =$ $= 9 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 9 \text{ mm}.$
Tapmaly: $d = ?$		Jogaby: $d = 9 \text{ mm}.$

2-nji mesele. Suratda görkezilen elektrik zynjyryň elektrik sygymyny hasaplaň. Munda kondensatorlaryň sygymlary $C_1 = 3 \mu\text{F}$; $C_2 = 6 \mu\text{F}$ we $C_3 = 5 \mu\text{F}$ -a deň.



Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$C_1 = 3 \mu\text{F}$ $C_2 = 6 \mu\text{F}$ $C_3 = 5 \mu\text{F}$	C_1 we C_2 kondensatorlar yzygider: $C_{1,2} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2};$	$C_{1,2} = \frac{3 \mu\text{F} \cdot 6 \mu\text{F}}{3 \mu\text{F} + 6 \mu\text{F}} = 2 \mu\text{F}.$
<i>Tapmaly:</i> $C_{\text{um}} = ?$	$C_{1,2}$ ga C_3 kondensatorlar parallel: $C_{\text{um}} = C_{1,2} + C_3 .$	$C_{\text{um}} = 2 \mu\text{F} + 5 \mu\text{F} = 7 \mu\text{F}.$ <i>Jogaby:</i> $C_{\text{um}} = 7 \mu\text{F}.$

16-njy gönükmä

- Meýdanlary 30 cm^2 -dan bolan tekiz kondensatoryň örtükleriniň arasyndaky aralyk 4 mm -e deň. Eger kondensatoryň sygymy 20 pF bolsa, kondensatoryň örtükleriniň arasyndaky gurşawyň dielektrik siňdirijiligi nämä deň?
- Tekiz kondensatoryň tegelek şklindäki radiusy 4 cm bolan örtükleri bir-birinden 2 mm galyňlykdaky slýuda bilen bölünen. Kondensatoryň örtüklerine 4 V naprýaženiýe berilse, kondensator nähili zarýad alar? Slýudanyň dielektrik siňdirijiligini 6 -a deň diýip alyň.
- Sygymy 370 pF bolan tekiz kondensatoryň örtükleriniň meýdany 300 cm^2 -a deň. Örtükleriň arasyna çüýşe plastina goýlan bolsa, onuň galyňlygy nähili bolupdyr? Çüýşe üçin $\epsilon = 7$.
- Gutujykda 30 pF we 70 pF sygymly birnäçe kondensatorlar bar. Her haýsy sygymly kondensatordan näçeden alyp, olary parallel birikdirmek arkaly 330 pF sygymly kondensatorlar batareýasyny emele getirmek mümkin?

II BABY GAÝTALAMAK ÜÇIN TEST ÝUMUŞLARY

1. Zynjyrdaky toguň güýji 2 A bolsa, 15 minutda geçirijiniň kese kesiginden nähili mukdarda zaryad akyp geçer?

- A) 300 C; B) 1800 C; C) 900 C; D) 600 C.

2. Eger geçirijiniň kese kesiginden 2 minudyň dowamynda 480 C zaryad geçen bolsa, 1 s dowamynda geçirijiniň kese kesiginden näçe elektron geçen?

- A) $3 \cdot 10^{18}$; B) $2,5 \cdot 10^{19}$; C) $5 \cdot 10^{18}$; D) $4 \cdot 10^{19}$.

3. Geçirijiniň uçlaryna 24 V naprýaženiýe birikdirilende ondan 400 mA tok geçen. Geçirijiniň elektrik garşylygy nähili bolupdyr (Ω)?

- A) 30; B) 180; C) 60; D) 120.

4. Uzynlygy 4 m, kese kesiginiň meýdany $0,8 \text{ mm}^2$ bolan nikelin sim elektrik zynjyra birikdirilen. Eger simiň uçlaryndaky güýjenme 6 V berilse, sim arkaly nähili tok akar (A)? Nihrom üçin udel garşylyk $\rho = 0,4 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ -a deň.

- A) 1,5; B) 2; C) 3; D) 4,5.

5. Elektrik garşylygy 4 Ω ; 5 Ω we 20 Ω bolan geçirijiler bir-birine parallel birikdirilse, umumy garşylyk nähili bolar (Ω)?

- A) 2; B) 4; C) 3; D) 5.

6. Parallel birikdirilen 6 sany birmeňzeş rezistor yzygider birikdirilse, umumy garşylyk nähili üýtgär?

- A) 36 esse artýar; B) 12 esse kemelýär;
C) 3 esse artýar; D) 9 esse kemelýär.

7. Umumy garşylygy 40 Ω bolmagy üçin 120 Ω garşylyga nähili garşylygy parallel birikdirmeli (Ω)?

- A) 60; B) 80; C) 30; D) 90.

8. Tekiz kondensatoryň bir plastinkasy $+5 \mu\text{C}$, ikinji plastinkasy $-5 \mu\text{C}$ zaryad alan. Kondensator nähili zaryad alypdyr (μC)?

- A) 2,5; B) 10; C) 5; D) zaryad almandyr.

9. Tekiz kondensatoryň örtüklerine 1,2 kV naprýaženiýe berlende, 48 μC zaryad aldy. Kondensator sygymy näçe bolupdyr (nF)?

- A) 57,6; B) 40; C) 25; D) 36.

10. Tekiz kondensatoryň örtükleriniň arasy dielektrik siňdirijiligi $\epsilon=3$ bolan madda bilen doldurylsa, onuň elektrik sygymy nähili üýtgär?

- A) 9 esse artýar; B) 1,5 esse kemelýär;
C) 3 esse artýar; D) 3 esse kemelýär.

11. Parallel birikdirilen 4 sany birmeňzeş kondensator yzygider birikdirilse, umumy sygym nähili üýtgär?

- A) 4 esse artýar; B) 2 esse kemelýär;
C) 16 esse artýar; D) 16 esse kemelýär.

II BAP BO'YUNÇA MÖHÜM NETIJELER

Elektrik togy	Zaryadlanan bölejiklerin tertipli hereketi, ýagny zaryadlaryň akymyndan ybarat.
Hemişelik tok çeşmesi	Položitel we otrisatel polýusa eýe bolan, hemişelik togy emele getirýän çeşme.
Galwanik element	Galwanik elementde himiki energiýa elektrik energiýa öwürülýär.
Elektrik naprýaženiýe	Zynjyryň käbir böleginden 1 kulon zaryad geçeninde edilýän işe san bahasy taýyndan deň bolan ululyk zynjyryň şu böleginiň uçlarynyň arasyndaky elektrik naprýaženiýe diýip atlandyrylýar.
Toguň güýji	Geçirijiniň kese kesiginden wagt birliginde geçýän elektrik zaryadynyň mukdaryna baha taýyndan deň bolan ululyk.
Geçirijiniň garşylygy	Geçirijiniň zynjyrdaky tok geçmegine garşylyk görkezme häsietini häsietlendirýän fiziki ululyk elektrik garşylyk diýip atlandyrylýar. Geçirijiniň elektrik garşylygy onuň geometrik ölçeglerine we maddanyň tebigatyna bagly, ýagny: $R = \rho \frac{l}{S}$.
Omuň kanuny	Geçirijiden geçýän toguň güýji onuň uçlaryna goýlan naprýaženiýä göni proporsional, geçirijiniň garşylygyna ters proporsionaldyr. $I = \frac{U}{R}$.
Reostat	Elektrik zynjyrdaky toguň güýjüni we naprýaženiýäni sazlamak, ýagny üýtgetmek üçin ulanylýan elektrik abzal.
Geçirijiler yzygider we parallel birikdirilende garşylygyň formulalary	$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$.
Kondensatoryň sygymynyň formulalary	$C = \frac{q}{U}$, $C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S}{d}$.
Kondensatorlar parallel we yzygider birikdirilende sygymyň formulasy	$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$ we $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$.

III BAP

ELEKTRIK TOGUNYŇ IŞI WE KUWWATY

30-§

ELEKTRIK TOGUNYŇ IŞI

Toguň eden işi barada düşünje

Mälim bolşy ýaly, elektrik zynjyr içki we daşky böleklerden ybarat. Zynjyryň içki bölegi – tok çeşmesinde başga görnüşdäki energiýalar, meselem, galvanik elementde himiki energiýa elektrik energiýa öwrülýär.

Zynjyryň sarp ediji birikdirilen daşky böleginde elektrik energiýa mehaniki, ýylylyk, ýagtylyk we başga görnüşdäki energiýalara öwrülýär. Meselem, zynjyra birikdirilen elektrik dwigatelde elektrik energiýa mehaniki energiýa, lampoçkada bolsa elektrik energiýa ýylylyk we ýagtylyk energiýasyna öwrülýär.

Sarp edijilerde elektrik energiýa başga görnüşdäki energiýa öwrülende zynjyrdaky tok iş edýär. Bu işiň nähili ululyklara baglylygyna garap geçeliň.

Elektrik naprýaženiýäniň $U = \frac{A}{q}$ aňlatmasyndan, toguň eden işi:

$$A = U q. \quad (1)$$

Toguň güýji $I = \frac{q}{t}$ formulasyndand, $q = It$ bolýandygyny hasaba alyp, (1) aňlatmany aşakdaky görnüşde ýazýarys:

$$A = I U t. \quad (2)$$

Elektrik togunyň sarp edijide mälim wagtyň dowamynda eden işi ondan geçýän toguň güýjüniň oňa goýlan naprýaženiýäniň we toguň geçýän wagtyň köpeltmek hasylyna deň.

Elektrik togy eden işiň birligi hem mehanik iş birligi ýaly – **joul (J)**-da hasaplanýar, ýagny $1 \text{ J} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ s}$.

Zynjyryň naprýaženiýesi bir wolt bolan böleginde bir ampere deň bolan toguň bir sekundyň dowamynda eden işi bir joula deň bolýar.

Diýmek, elektrik togunyň işini hasaplamak üçin üç esbap: woltmetr, ampermetr we sagat gerek.

Zynjyryň bir bölegi üçin Omuň kanunyndan peýdalanyp, (2) formuladaky naprýaženiýäni toguň güýji arkaly ýa-da toguň güýjüni naprýaženiýe arkaly aňlatsak, toguň işiniň bir-birine ekwiwalent bolan aşakdaky üç aňlatmasyny ýazmak mümkin:

$$A = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t. \quad (3)$$

Sarp edilen elektrik energiýany hasaplamak

Sarp edilen elektrik energiýa mukdar taýdan elektrik togunyň eden işine deň.

Eger sarp edilen energiýany W diýip belgilesek, onda onuň aňlatmasy aşakdaky ýaly bolýar:

$$W = I U t. \quad (4)$$

Elektrik togunyň eden işi, ýagny sarp edijilerde sarp edilen elektrik energiýa ýörite esbap elektrik şçýotçiginiň kömeginde ölçenýär (85-nji surat).

Elektrik energiýasyny hasaplaýjyda (şçýotçikde) ýokarda aýdyp geçilen üç esbap birleşdirilen. Şeýle hasaplaýjylar elektrik energiýany sarp edýän ähli ýerlerde, ýagny zawodlarda, fabriklerde, önümçilik kärhanalarynda, şonuň ýaly-da, biz ýaşayan öýümüzde hem ornaşdyrylan.



85-nji surat.

Mesele çözmeginň nusgasy

220 V naprýaženiýeli pudaga birikdirilen elektrik ýyladyjydan 3 A tok geçýär. Tok 0,5 sagat dowamynda nähili iş edýär?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$U = 220 \text{ V}$ $I = 3 \text{ A}$ $t = 0,5 \text{ h} = 1800 \text{ s.}$	$A = I U t.$ $[A] = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ J.}$	$A = 3 \cdot 220 \cdot 1800 \text{ J} = 1188000 \text{ J} = 1,188 \text{ MJ.}$
Tapmaly: $A = ?$		Jogaby: $A = 1,188 \text{ MJ.}$



1. Elektrik togunyň eden işi nähili aňladylýar we nähili birliklerde ölçenýär?
2. Öýde elektrik energiýanyň sarpyny nähili kemeltmek mümkin?
3. Sarp edilen elektrik energiýa nähili hasaplanýar?
4. Elektrik togunyň eden işine ekwiwalent bolan işiň formulalaryny ýazyň.

17-nji gönükmä

1. 220 V naprýaženiýe pudaga birikdirilen dwigatelden 2 A tok geçýär. Bu dwigatelde 20 minudyň dowamynda tok nähili iş edýär?
2. 12 V naprýaženiýä birikdirilen geçirijiden 20 mA tok geçýär. Tok 15 minudyň dowamynda nähili iş edýär?
3. Garşylygy 200Ω bolan geçirijiniň uçlaryna 42 V naprýaženiýe berlen. 20 minudyň dowamynda tok nähili iş eder?
4. Lampoçkadaky naprýaženiýe 4,5 V, toguň güýji 0,2 A bolsa, 5 minudyň dowamynda näçe elektrik energiýa sarplanýar?
5. Elektrik ütük 220 V naprýaženiýeli tok pudaga birikdirilende ondan 3 A tok geçýär. Ütük 10 minut işledilende näçe elektrik energiýa sarplanýar?

31-§

ELEKTRIK TOGUNYŇ KUWWATY

Toguň kuwwaty barada düşünje

Elektrik pudagyna birikdirilen dürli hili sarp edijilerde birmeňzeş wagtyň dowamynda elektrik togy dürlüçe iş edýär. Muňa sebäp olaryň elektrik sarp ediş kuwwatlary bir-birinden tapawutlanýanlygydyr.

Elektrik togunyň P kuwwatyny tapmak üçin toguň eden A işini şu işi etmäge giden t wagta bölmeli, ýagny:

$$P = \frac{A}{t}. \quad (1)$$

Bu aňlatma t wagtyň dowamynda elektrik togunyň eden işi $A = IUt$ aňlatmasyň goýsak, kuwwatyň aşakdaky aňlatmasy emele gelýär:

$$P = \frac{UI t}{t} \quad \text{ýa-da} \quad P = IU. \quad (2)$$

Elektrik sarp edijiniň kuwwaty ondan geçýän toguň güýjüniň oňa goýlan naprýaženiýäniň köpeltmek hasylyna deň.

JEÝMS UATT (1736–1819)

Iňlis inženeri, oýlap tapyjy mehanik. Ol birinji bolup at güýjüni kuwwat birligi hökmünde ylma girizipdir hem-de bug maşynynyň işleýiş prinsipini kämilleşdirmek arkaly senagatyň bu günki ösüşine uly goşant goşupdyr .



Elektrik togunyň kuwwatynyň esasy birligi edip iňlis alymy **Jeýms Uatt** hormatyna **watt (W)** kabul edilen.

Bir watt diýip, zynjyryň naprýaženiýesi bir wolt bolan böleginde toguň güýji bir amper bolan toguň kuwwatyna aýdylýar.

Gündelik durmuşda ulanylýan elektrik esbaplarynyň ulanma kuwwaty 1 W -a görä ep-esli köp. Şonuň üçin amalda kuwwatyň ýasama birlikleri – **hektowatt (hW)**, **kilowatt (kW)** we **megawatt (MW)** hem ulanylýar. Munda

$$1 \text{ hW} = 100 \text{ W} = 10^2 \text{ W}; 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W} = 10^3 \text{ W};$$

$$1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W} = 10^6 \text{ W}.$$

Zynjyryň bir bölegi üçin Omuň kanunyndan peýdalanyň, (2) formula-daky naprýaženiýäni toguň güýji arkaly ýa-da toguň güýjüni naprýaženiýe arkaly aňlatsak, toguň kuwwatynyň bir-birine ekwiwalent bolan aşakdaky üç aňlatmasyny ýazmak mümkin:

$$P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}. \quad (3)$$

Elektrik sarp edijileriň kuwwaty

Adatda, elektrik sarp edijilerde olaryň kuwwaty ýazyp goýlan bolýar. Öýde köpräk tygşytly 5 W, 10 W, 12 W elektrik kuwwatly lampoçkalardan peýdalanylýar. Lampoçkanyň kuwwaty näçe uly bolsa, ol şonça güýçli yşyklandyrýar we şonça köp elektrik energiýany sarp edýär. Dürli elektrik sarp edijileriň kuwwaty dürlüçe bolýar (3-nji jedwel).

№	Sarp edijiler	P, W	№	Sarp edijiler	P, W
1	Öýjükli telefon	0,3–1	7	Telewizor	50–300
2	Göçme radio	2–10	6	Geým ýuwýan maşyn	350–600
3	Sowadyjy	110–160	7	Nakal lampoçka	60–1000
4	Kompýuter	40–200	8	Ütük	500–2000

Elektrik togunyň işini kuwwat arkaly aňlatmak

Elektrik ýyladyjy, sowadyjy, telewizor, kompýuter ýaly elektrik enjamlarda, adatda, olaryň sarp ediş kuwwaty pasportlarynda görkezilen bolýar. Kuwwatyna garap toguň mälum wagtyň içinde eden işini

$$A = P t \quad (4)$$

formula görä hasaplap tapmak mümkin. Kuwwaty watlarda, wagty sekunt bilen aňlatsak, işiň birligi joul aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s.}$$

Watt-sekunt örän kiçi birlik bolany üçin amalda onuň ýerine watt·sagat ($\text{W} \cdot \text{h}$) ulanylýar. Munda $1 \text{ W} \cdot \text{h} = 3\,600 \text{ W} \cdot \text{s} = 3\,600 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ}$.

Amalda toguň işiniň kratnyly birlikleri hektowatt·sagatdan ($\text{hW} \cdot \text{h}$), kilowatt·sagatdan ($\text{kW} \cdot \text{h}$) we megawatt·sagatdan ($\text{MW} \cdot \text{h}$) hem giň peýdalanylýar.

$$1 \text{ hektowatt} \cdot \text{sagat} = 100 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 100 \text{ W} \cdot \text{h} = 360\,000 \text{ J} = 360 \text{ kJ};$$

$$1 \text{ kilowatt} \cdot \text{sagat} = 1000 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1000 \text{ W} \cdot \text{h} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ};$$

$$1 \text{ megawatt} \cdot \text{sagat} = 1000\,000 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 3\,600\,000\,000 \text{ J} = 3,6 \text{ GJ}.$$

Adatda, sarp edilen elektrik energiýa üçin töleg her aýda amala aşyrylýar. Meselem, bir aý öň elektrik energiýa hasaplaýjynyň görkezişi $312,2 \text{ kW} \cdot \text{h}$ -a, bu günki görkezişi $354,6 \text{ kW} \cdot \text{h}$ -a deň bolsa, onda bir aýyň içinde sarp edilen elektrik energiýanyň mukdary $354,6 \text{ kW} \cdot \text{h} - 312,2 \text{ kW} \cdot \text{h} = 42,4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ -a deň bolýar.

Sarp edilen her bir $\text{kW} \cdot \text{h}$ elektrik energiýa üçin bellenilen nyrhlar esasynda töleg mukdary bellenilýär. Meselem, $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ üçin bellenilen töleg mukdaryny bir aýda sarp edilen elektrik energiýanyň mukdaryna köpeldip, elektrik energiýa üçin tölegiň mukdary anyklanýar.

Mesele çözmegin nusgasy

1-nji mesele. 15 W kuwwatly elektrik lampa her gün 6 sagatdan ýanýar. Şu lampa arkaly geçýän toguň 1 aýda (30 günde) eden işini tapyň. Jogabyny kW·h -da aňladyň.

<i>Berlen:</i> $P = 15 \text{ W}$ $t = 6 \text{ h} \cdot 30 = 180 \text{ h}.$	<i>Formulasý:</i> $A = P t.$	<i>Hasaplamak:</i> $A = 15 \text{ W} \cdot 180 \text{ h} = 2700 \text{ W} \cdot \text{h} = 2,7 \text{ kW} \cdot \text{h}.$
<i>Tapmaly:</i> $A = ?$		<i>Jogaby:</i> $A = 2,7 \text{ kW} \cdot \text{h}.$

2-nji mesele. Eger 60 W kuwwata eýe bolan elektrik lampa 220 V naprýaženiýä niýetlenen bolsa, lampanyň süýüminiň garşylygyny anyklaň.

<i>Berlen:</i> $P = 60 \text{ W}$ $U = 220 \text{ V}.$	<i>Formulasý:</i> $P = \frac{U^2}{R}; R = \frac{U^2}{P}.$	<i>Hasaplamak:</i> $R = \frac{220^2}{60} \Omega \approx 807 \Omega.$
<i>Tapmaly:</i> $R = ?$	$[R] = \frac{V^2}{W} = \frac{V^2}{A \cdot V} = \frac{V}{A} = \Omega.$	<i>Jogaby:</i> $R \approx 807 \Omega.$



1. Elektrik togunyň kuwwaty nähili aňladylýar?
2. Toguň kuwwaty nähili birliklerde ölçenýär?
3. Elektrik sarp edijilerdäki toguň kuwwaty barada nämeleri bilýärsiňiz?
4. Omuň kanunynyň formulasyndan we (2) formuladan peýdalanyň, toguň kuwwatynyň naprýaženiýe we garşylyk arkaly aňlatmasyny hem-de toguň kuwwatynyň toguň güýji we garşylyk arkaly aňlatmasyny getirip çykaryň.
5. Öýüňizdäki elektrik energiýanyň sarpyny nähili hasaplaýarsyňyz?
6. Nämе sebäpden sarp edilen elektrik energiýa kW·h-larda hasaplanýar?



1. Aşakdaky hojalyk elektrik esbaplary: a) 300 W kuwwatly ütü; b) 60 W kuwwatly lampoçka arkaly geçýän toguň 1 sagatda edýän işi näçe pul bolýandygyny anyklaň. 1 kW·h-yň nyrhy näçe somdygyny ata-eneňizden sorap alyň.
2. Öýüňizde telewizor gününe 2,5 sagat işlese, sarp bolýan elektrik energiýa üçin näçe pul tölenýändigini anyklaň. Telewizoryň sarp ediş kuwwaty 220 W.

32-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Kuwwatlary 100 W we 200 W-ly iki lampa parallel ýagdaý-da 220 V naprýaženiýeli pudaga birikdirilen. Her bir lampadaky toguň güýjüni, iki lampadan hem geçýän doly toguň güýjüni, her bir lampanyň garşylygyny we lampalaryň doly garşylygyny anyklaň.

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$P_1 = 100 \text{ W}$ $P_2 = 200 \text{ W}$ $U = 220 \text{ V}.$	$I_1 = \frac{P_1}{U}; I_2 = \frac{P_2}{U};$ $I = I_1 + I_2; R_1 = \frac{U}{I_1};$ $R_2 = \frac{U}{I_2}; R = \frac{U}{I}.$	$I_1 = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V}} \approx 0,45 \text{ A}; I_2 = \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V}} \approx 0,91 \text{ A};$ $I = 0,45 \text{ A} + 0,91 \text{ A} = 1,36 \text{ A};$ $R_1 = \frac{220 \text{ V}}{0,45 \text{ A}} \approx 489 \Omega; R_2 = \frac{220 \text{ V}}{0,91 \text{ A}} \approx 242 \Omega$ $R = \frac{220 \text{ V}}{1,36 \text{ A}} \approx 162 \Omega.$
Tapmaly: $I_1 = ? I_2 = ?$ $I = ? R_1 = ?$ $R_2 = ? R = ?$		Jogaby: $I_1 = 0,45 \text{ A}, I_2 = 0,91 \text{ A}, I = 1,36 \text{ A}.$ $R_1 = 489 \Omega, R_2 = 242 \Omega, R = 162 \Omega.$

2-nji mesele. Garşylygy 80 Ω we 60 Ω bolan sarp edijiler zynjyra parallel birikdirilen. Birinji sarp ediji 12 W kuwwat bilen işleýän bolsa, ikinji sarp ediji nähili kuwwat bilen işleýär?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$R_1 = 80 \Omega$ $R_2 = 60 \Omega$ $P_1 = 12 \text{ W}.$	$U_1 = U_2 = U;$ $P_1 = \frac{U^2}{R_1}; P_2 = \frac{U^2}{R_2}; P_2 = \frac{P_1 R_1}{R_2}.$	$P_2 = \frac{12 \cdot 80}{60} \text{ W} = 16 \text{ W}.$
Tapmaly: $P_2 = ?$	$[P_2] = \frac{\text{W} \cdot \Omega}{\Omega} = \text{W}.$	Jogaby: $P_2 = 16 \text{ W}.$

3-nji mesele. Garşylygy 75 Ω we 50 Ω bolan sarp edijiler yzygider birikdirilen. Birinji sarp ediji 120 W kuwwat bilen işleýän bolsa, ikinji sarp ediji nähili kuwwat bilen işleýär?

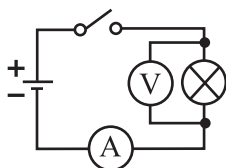
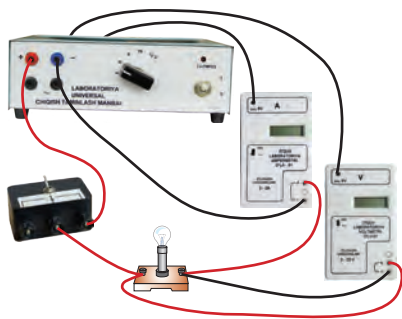
<i>Berlen:</i>	<i>Formulasý:</i>	<i>Hasaplamak:</i>
$R_1 = 75 \, \Omega$ $R_2 = 50 \, \Omega$ $P_1 = 120 \, \text{W}$	$I_1 = I_2 = I ; P_1 = I^2 R_1; P_2 = I^2 R_2;$ $P_2 = \frac{P_1 R_2}{R_1} \cdot [P_2] = \frac{W \cdot \Omega}{\Omega} = W.$	$P_2 = \frac{120 \cdot 50}{75} \text{ W} = 80 \text{ W}.$
<i>Tapmaly:</i>		<i>Jogaby:</i> $P_2 = 80 \, \text{W}.$
$P_2 = ?$		

18-nji gönükme

- 220 V naprýażeniýede we 4 A toguň güýjünde işleýän dwigateliň sarp ediş kuwwatyny tapyň.
- 40 W kuwwatly awtomobiliň lampoçkasy 12 V naprýażeniýä niýetlenen. Lampoçkanyň garşylygyny anyklaň.
- Zynjyrdan 5 A tok geçende elektrik plitasy 30 minudyň dowamynda 1800 kJ energiýa sarplaýar. Plitanyň garşylygy nähili bolupdyr?
- Öýdäki elektrik hasaplaýjynyň aýyň başynda görkezen sifri 1450 kW·h, aýyň ahyrynda bolsa 1890 kW·h boldy. Öýde bir aýyň dowamynda näçe elektrik energiýasy sarp edilipdir?
- 220 V naprýażeniýä birikdirilen lampoçkadan 0,4 A tok geçýär. Tok 10 minudyň dowamynda näçe iş eder?
- Kuwwaty 10 W we 15 W bolan iki elektrik lampoçka parallel birikdirilip, 220 V naprýażeniýeli pudaga birikdirilen. Her bir lampoçka nakal süýmüniň garşylygyny anyklaň. Lampoçkalaryň her birinden nähili tok geçýär?
- Zynjyryň naprýażeniýesi 220 V bolan böleginde tok 176 kJ iş etdi. Şu wagtyň dowamynda geçirijiniň kese kesiginden näçe elektron akyp geçipdir?
- Garşylygy 120 Ω we 160 Ω bolan sarp edijiler zynjyra parallel birikdirilen. Ikinji sarp ediji 15 W kuwwat bilen işleýän bolsa, birinji sarp ediji nähili kuwwat bilen işleýär?
- Garşylygy 30 Ω we 75 Ω bolan sarp edijiler yzygider birikdirilen. Ikinji sarp ediji 25 W kuwwat bilen işleýän bolsa, birinji sarp ediji nähili kuwwat bilen işleýär?
- Iki ýyladyjynyň kömeginde suwy gyzdyrmaly. Ýyladyjylar yzygider birikdirilende suw tizräk ýyлаýармы ýа-da parallel birikdirilendemi? Jogabyňyzy düşündiriň.

33-§

Laboratoriya ishi.
SARP EDIJINIŇ (LAMOÇKANYŇ)
ELEKTRIK KUWWATYNY KESGITLEMEK



86-njy surat.

Işin maksady: sarp edijiniň kuwwatyny toguň güýji we oňa goýlan naprýaženiýe arkaly kesgitlemegi öwrenmek.

Gerekli enjamlar: tok çeşmesi, sarp ediji (lampočka), ampermetr, woltmetr, açar, birikdiriji simler.

Işin ýerine ýetirilişi

1. Tok çeşmesi, lampočka, ampermetr, woltmetr we açardan ybarat zynjyry ýygýň (86-njy surat).

2. Ýygylan elektrik zynjyryň shemasyny çyzyň.

3. Açary birikdiriň we sekundomeri işe düşüriň.

4. Ampermetriň we woltmetriň görkezijilerini anyklaň we jedwele ýazyň.

5. $P = I U$ formula bilen lampoçkadaky toguň kuwwatyny hasaplaň we jedwele ýazyň.

6. Açary üzüň we, şol bir wagtda, sekundomeriň düwmesini basyp, ony saklaň. Lampoçkanyň näçe wagt ýanyp duran t wagtyny jedwele ýazyň.

7. $W = I U t$ formulanyň kömeginde sarp edilen elektrik energiýa mukdaryny hasaplaň. Netijäni jedwele ýazyň.

8. Tejribäni 3 gezek gaýtalaň. Netijeleri jedwele ýazyň.

9. $P_{ort} = (P_1 + P_2 + P_3)/3$ aňlatma arkaly lampoçkanyň ortaça kuwwatyny hasaplaň. Alnan netijäni lampočka ýazylan kuwwat bilen deňeşdiriň.

10. Netijeleri derňäň we netije çykaryň.

№	I, A	U, V	P, W	P_{ort}, W	t, s	$W, W \cdot s$
1						
2						
3						



1. Sarp ediji tarapyndan sarp edilen elektrik energiýa W toguň eden işine deň diýmek mümkinmi?
2. Çeşmedäki naprýaženiý artdyrylanda ýa-da kemeldilende toguň güýji artyp-kemelenligi üçin lampoçkanyň kuwwaty hem üýtgap durýarmy?
3. Laboratoriýa işinde lampoçka kuwwaty uly bolan lampoçka bilen çalşyrylsa ampermetriň we woltmeriň görkezişi nähili üýtgar?

34-§

ELEKTRIK TOGUNYŇ TÄSIRINDE GEÇIRIJILERIŇ GYZMAGY

Geçirijiden bölünip çykýan ýylylyk mukdary

Geçirijilerde elektrik toguny tertipli hereketlenýän elektronlar emele getirýär. Elektronlar özüniň tertipli hereketi dowamynda geçirijiniň atomlary bilen çaknyşýar. Şeýle çaknyşmalar netijesinde elektronyň energiýasynyň bir bölegi geçirijiniň atomlaryna geçirilýär. Netijede geçirijiniň içki energiýasy artýar, ýagny ol gyzýar. Şu sebäpli geçirijiden ýylylyk mukdary bölünip çykýar.

Geçiriji arkaly elektrik togy geçende toguň eden işi diňe geçirijiniň içki energiýasynyň artmagyna (onuň gyzmagyna) sarplansa, toguň eden işi geçirijiden bölünip çykýan ýylylyk mukdaryna deň bolýar:

$$Q = A \quad \text{ýa-da} \quad Q = I U t. \quad (1)$$

$U = I R$ bolýanlygyndan geçirijiden bölünip çykýan ýylylyk mukdary aşakdaka deňligi gelip çykýar:

$$Q = I^2 R t. \quad (2)$$

Geçirijiden elektrik togy geçende ondan bölünip çykýan ýylylyk mukdary toguň güýjüniň kwadratynyň, geçirijiniň garşylygynyň we şu tok geçmegi üçin giden wagtyň köpeltmek hasylyna deň.

Bu netije bir-birinden bihabar ýagdaýda geçiren tejribelere esaslanyp, inlis alymy **Jeýms Preskott Joul** (1818–1889) we rus alymy **Emiliý Hristianowiç Lens** (1804–1865) tarapyndan aýdylypdyr. Şonuň üçin bu **Joulyň–Lensiň kanuny** diýip atlandyrylýar.

Geçirijiden tok geçende bölünip çykýan ýylylyk mukdary, adatda, **joul (J)**, **kilojoul (kJ)** we **megajoul (MJ)** birliklerinde ölçenýär.

$$1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J} = 10^3 \text{ J}; \quad 1 \text{ MJ} = 1\,000\,000 \text{ J} = 10^6 \text{ J}.$$



87-nji surat.

Nakal elektrik lampočka

Öýlerde ýşyklandyryjy hökmünde, nakal elektrik lampoçkalardan hem peýdalanylýar. Ol tok geçende spiralynyň gyzmagynyň hasabyna ýagtylandyrýar (87-nji surat).

Lampoçkanyň esasy bölegi inçe wolfram simden ýasalan spiraldan ybarat. Spiral simiň wolframdan edilmeginiň sebäbi, ol gyzanda süýnmeýänligidir, 3000 °C çenli temperatura çydamly.

Birinji nakal lampočka 1872-nji ýylda rus elektrotehnigi **Aleksandr Nikolaýewiç Lodygin** (1847–1923) tarapyndan açýş edilen. Kämilleşen nakal elektrik lampoçkany 1879-njy ýylda amerikan alymy **Tomas Alwa Edison** (1847–1931) oýlap tapypdyr.

Öýlerde, esasan, 220 V naprýaženiýeli nakal lampalar ulanylýar. Bu günki günde durmuşda, önümçilikde, hojalyk hyzmatynda nakal lampoçkalardan daşary sowuk lampalar – inert gazly lampalar hem ulanylýar (88-nji surat).

Olaryň işleýiş prinsipi bilen soňky temalarda jikme-jik tanşarys.



88-nji surat.

Nakal lampoçkalarda elektrik energiýanyň uly bölegi ýylylyga öwürüleni üçin olaryň

peýdaly täsir koeffisiýenti kem bolýar. Inert gazly lampalarda bolsa elektrik energiýanyň uly bölegi ýagtylyk energiýasyna öwürülýär. Şeýle lampalarda elektrik energiýasy azrak sarplanýar, uzak wagt ýanyp duranda-da olar gyzyp gitmeýär. Şonuň üçin gijesi bilen ýanyp durýar, köçelerde köpräk inert gazly ak lampalardan peýdalanylýar. Soňky wagtlarda öýlerde tygşytly elektrik lampalardan peýdalanylýar.

Sarp edijileriň peýdaly täsir koeffisiýenti (PTK)

Elektrik togy iş edende doly (A_t) işiň mälim bir bölegi peýdaly (A_f) iş etmäge sarplanýar.

Elektrik togunyň eden peýdaly işiniň tok eden doly işe gatnaşygy sarp edijiniň *peýdaly täsir koeffisiýenti* diýip atlandyrylýar we η (eta) harpy bilen belgilenýär.

$$\eta = \frac{A_f}{A_t} \quad \text{ýa-da} \quad \eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\%. \quad (3)$$

Elektrik sarp edijiniñ peýdaly täsir koeffisiýenti kuwwat arkaly hem aňladylýar:

$$\eta = \frac{P_f}{P_t} \text{ ýa-da } \eta = \frac{P_f}{P_t} \cdot 100\% . \quad (4)$$

Bu ýerde, P_t – sarp edilen doly kuwwat, P_f – peýdaly kuwwat.

Nakal lampoçkalaryň peýdaly täsir koeffisiýenti kiçi bolup, 4–6 %-i düzýär. Bu diýeni, nakal lampoçkada sarp edilen elektrik energiýanyň 4–6 %-i ýagtylyga, galan 94–96 %-i ýylylyga öwrülýär.

Mesele çözmegini nusgasy

Garşylygy $40 \, \Omega$ bolan sim spiraldan $5 \, \text{A}$ tok geçýär. Şu spiraldan 1 sagadyň dowamynda näçe ýylylyk mukdary bölünip çykar?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$R = 40 \, \Omega$ $I = 5 \, \text{A}$ $t = 1 \, \text{h} = 3600 \, \text{s}.$	$Q = I^2 R t;$ $[Q] = \text{A}^2 \cdot \Omega \cdot \text{s} = \text{J}.$	$Q = 5^2 \cdot 40 \cdot 3600 \, \text{J} =$ $= 3600000 \, \text{J} = 3,6 \, \text{MJ}.$
Tapmaly: $Q = ?$		Jogaby: $Q = 3,6 \, \text{MJ}.$



1. Joulyň–Lensiň kanunynyň formulasý nähili aňladylýar?
2. Nakal elektrik lampoçka nämäniň hasabyna ýagtylandyrýar?
3. Näme sebäpden geçirijiden tok geçende gyzýar?
4. Elektrik sarp edijileriň peýdaly täsir koeffisiýenti nähili anyklanýar?
5. Näme üçin elektrik plitanyň spiraliňiň inçeräk ýeri güýçlüräk gyzýar?



1. Öýde ulanylýan peýdalanmaga ýaramsyz (ýa-da täze) elektrik lampoçka we pudaga birikdirilmedik onuň patronyny alyň. Olaryň gurluşyny derňäň we işleýşini öwreniň. Ondaky tovlanýan (rezba) patrona berkidilen metal plastinkalaryň, spiralyň we çüýşe kolbanyň wezipelerini ýazyň.
2. Öýdäki elektrik pudaga birikdirilen nakal we LED lampoçkalarynyň 10 sagatdaky energiýa sarpyny deňeşdiriň.
 - Nakal lampanyň kuwwaty – $60 \, \text{W}$,
 - LED lampoçka kuwwaty – $7 \, \text{W}$.



19-njy gönükme

1. Garşylygy $100\ \Omega$ bolan sim spiraldan $10\ \text{A}$ tok geçýär. Şu spiraldan 1 minudyň dowamynda näçe ýylylyk bölünip çykar?
2. $220\ \text{V}$ naprýaženiýeli pudaga birikdirilen $20\ \Omega$ garşylykly elektrik ýyladyjydan 1 sagatda näçe ýylylyk bölünip çykýar?
3. Tok çeşmesi zynjyryna kese kesigi we uzynlygy birmeňzeş bolan alýuminiý we nihrom sim yzygider birikdirilen. Olardan haýsysy köpräk gyzýar?
4. Ütügiň spiralynyň kese kesiginiň meýdany $0,2\ \text{mm}^2$ we uzynlygy $2,5\ \text{m}$ -lik nihromdan taýýarlanan. Ütük $220\ \text{V}$ -a niýetlenen bolsa, onuň kuwwaty näçä deň?
5. $50\ \Omega$ garşylykly geçiriji arkaly 10 minudyň dowamynda nähili tok geçirilende, $120\ \text{kJ}$ ýylylyk bölünip çykar?

35-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. $220\ \text{V}$ naprýaženiýeli pudaga birikdirilen elektrik dwigateli zynjyrdaky toguň güýji $3\ \text{A}$ -e deň. Eger dwigateliň peýdaly täsir koeffisiýenti (PTK) $80\ \%$ bolsa, dwigatel 1 sagatda näçe peýdaly iş eder?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$I = 3\ \text{A}$	$A_t = I U t$	$A_t = 3\ \text{A} \cdot 220\ \text{V} \cdot 3\ 600\ \text{s} = 2\ 376\ 000\ \text{J}.$
$U = 220\ \text{V}$	$\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\%.$	$A_f = \frac{2\ 376\ 000\ \text{J} \cdot 80\%}{100\%} = 1\ 900\ 800\ \text{J} \approx 1,9\ \text{MJ}.$
$t = 1\ \text{h} = 3600\ \text{s}$		
$\eta = 80\ \%.$		
Tapmaly:		Jogaby: $A_f = 1,9\ \text{MJ}.$
$A_f = ?$		

2-nji mesele. Kuwwaty $1,2\ \text{kW}$ bolan elektrik ýyladyjy we $15\ \text{W}$ kuwwatly elektrik lampoçka $220\ \text{V}$ naprýaženiýeli pudaga parallel birikdirilen. Elektrik ýyladyjyda lampoçka garanda näçe esse köp elektrik energiýa sarplanar?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$P_1 = 1,2\ \text{kW} = 1200\ \text{W}$	$W_1 = P_1 t;$	$\frac{W_1}{W_2} = \frac{1200}{15} = 80\ \text{esse}$
$U = 220\ \text{V}$	$W_2 = P_2 t;$	
$P_2 = 15\ \text{W}.$	$\frac{W_1}{W_2} = \frac{P_1 t}{P_2 t} = \frac{P_1}{P_2}.$	Jogaby: $\frac{W_1}{W_2} = 80\ \text{esse}.$
Tapmaly:		
$\frac{W_1}{W_2} = ?$		

3-nji mesele. Garşylygy 20 Ω we 30 Ω bolan sarp edijiler parallel birikdirilen. Birinji sarp ediji mälim wagtyň içinde 240 J iş edende, ikinji sarp ediji nähili iş eder?

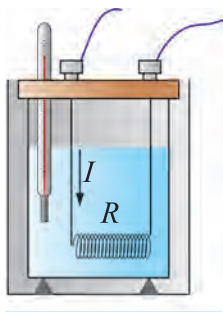
Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$R_1 = 20 \Omega$ $R_2 = 30 \Omega$ $A_1 = 240 \text{ J}$ $t_1 = t_2 = t.$	$U_1 = U_2 = U$ $A_1 = \frac{U^2}{R_1} \cdot t; \quad A_2 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t;$ $A_2 = \frac{A_1 R_1}{R_2}. \quad [A_2] = \frac{\text{J} \cdot \Omega}{\Omega} = \text{J}.$	$A_2 = \frac{240 \cdot 20}{30} \text{ J} = 160 \text{ J}.$ <i>Jogaby:</i> $A_2 = 160 \text{ J}.$
<i>Tapmaly:</i> $A_2 = ?$		

20-nji gönükme

- 220 V naprýaženiýe pudagyna birikdirilen elektrik çäýnek 1,1 kW sarp ediş kuwwatyna eýe. Çäýnek pudaga birikdirilende ondan näçe tok geçer?
- Garşylygy 50 Ω bolan sim spiraldan 4 A tok geçýär. Şu spiraldan 2 sagadyň dowamynda näçe ýylylyk mukdary bölünip çykar?
- 220 V naprýaženiýeli pudaga birikdirilen 60 Ω garşylykly elektrik ýyladyjydan 1 sagatda näçe ýylylyk mukdary bölünip çykar?
- 2,2 kW kuwwatly elektrik ýyladyjy 220 V naprýaženiýeli pudaga birikdirilen. Ondan näçe tok geçer?
- Ütügiň spiralynyň kese kesiginiň meýdany 0,1 mm² we uzynlygy 2 m-lik nihromdan taýýarlanan. Ütük 220 V-a niýetlenen bolsa, onuň kuwwaty näçä deň?
- Garşylygy 200 Ω we 300 Ω bolan iki elektrik ýyladyjylar tok pudagyna parallel birikdirilen. Olardan şol bir wagtda bölünip çykan ýylylyk mukdarlaryny deňeşdiriň.
- 220 V-a niýetlenen elektrik çäýnegiň sarp ediş kuwwaty 550 W-a deň. Çäýnek pudaga birikdirilende ondan näçe tok geçer we onuň elektrik garşylygy nämä deň?
- Elektrik dwigatele birikdirilen simden 0,5 A tok geçýär, ondaky naprýaženiýe 20 V. Dwigatel 1 sagatda näçe iş eder? Dwigateliň PTK 80% -e deň.
- Garşylygy 50 Ω we 16 Ω bolan sarp edijiler yzygider birikdirilen. Ikinji sarp ediji mälim wagtyň içinde 400 J iş edende birinji sarp ediji näçe iş eder?

36-§

JOULYŇ-LENSIŇ KANUNYNYŇ AMALDA ULANYLYŞY



89-njy surat

XIX asyryň birinji ýarymynda iňlis alymy J.Joul we rus alymy E.Lens tarapyndan geçirijiden tok geçende ondan bölünip çykýan ýylylyk mukdaryny aňladýan kanun döredildi. 89-njy suratda şu kanuny amalda barlaýan gurluşyň görnüşini berlen.

Ilki mälim R garşylykly geçirijiden I tok geçirilende ondan Q ýylylyk bölünip çykypdyr. Spiraldan geçýän toguň geçiş wagty artdysak, ondan bölünip çykýan ýylylyk mukdary hem artýar. Edil şonuň ýaly, geçirijiniň (spiral) garşylygy ýa-da ondan geçýän toguň güýjüni artdyryp, geçirijiden bölünip çykýan ýylylyk mukdary aşakdaky gatnaşykda bolýandygy tejribede subut edilen:

$$Q = I^2 R t.$$



90-njy surat.

Bu kanun elektrik energiýasynyň ýylylyk energiýasyna öwrülişini görkezýänligi bilen hem uly amaly ähmiýete eýe. Aşakda şu kanunalaýyklyk esasynda işleýän gurluşlar bilen tanyşýarys. Ähli elektrik ýyladyjy esbaplaryň işleýiş prinsipi elektrik togy geçende geçirijileriň gyzmagyna esaslanandyr. Olaryň hemmesinde şekli dürlüçe bolan gyzdyryjy elementi ornaşdyrylýar (90-njy surat).

Gyzdyryjy elementi udel elektrik garşylygy uly bolan we 1000–1200 °C temperatura çydap bilýän geçirijiden ýasalýar.

Toguň ýylylyk täsirinden durmuşda elektrik ýyladyjy (plita), ütük, elektrik çäýnek ýaly elektrik gyzdyryjy esbaplarda, şonuň ýaly-da, elektrik kebsirleýjilerde hem giň peýdalanylýar.

Ütük şeýle işleýiş prinsipine esaslanan gurluşlardan biri hasaplanýar. Gyzdyryjy elementi gyzanda metal plastina hem gyzýar. Metal plastina agyr, aşaky bölegi ýylmanak edip ýasalýar. Bu günki günde ulanylýan ütükler oýlap tapylýança gyzdyryjy hökmünde otdan (ýanan kömürden) peýdalanylýardylar (91-nji a surat). Şeýle ütükleriň metal plastinalary nakalýň kömeginde gyzdyrylypdyr.

Häzirki wagtdaky ütükler elektrik energiýasynyň kömeginde gyzdyrylýar (91-nji b surat). Şeýle ütükler metal örtük–turbanyň içine ýerleşdirilen gyzdyryjy elementiň (ten) kömeginde gyzdyrylýar.

Gündelik durmuşda örän köp ulanylýan elektrik ýyladyjy esbaplaridan käbirleri 92-nji suratda görkezilen. Soňky wagtlarda sowadyjy we ýyladyjy hökmünde häzirki zaman kondisionerleri giň ulanylýar (92-nji a surat). Ýyladyjy gurluşlarynda gyzdyryjy elementi gönüden-göni suwuklygy gyzdyrýar, suwuklyk bolsa ýylylygyny ýuka metal örtük arkaly töwerege ýaýradýar (92-nji b surat).

Elektrik galaýy çekiji

Elektrik esbaplary abatlamakda elektrik galaýy çekijiden (poýalnikden) giňden ulanylýar. Elektrik poýalnikleriň umumy görnüşi 93-nji a, b suratda görkezilen.

Paýalnigiň gyzan uýy galaýy garyndysyny eredýär. Onuň kömeginde eredilen garyndy bilen elektrik esbaplardaky üzülen kontaktlar birikdirilýär.

Galyň metallary kesmek we kebşirlemek işleri hem geçirijiden uly mukdarda tok geçende olardan bölünip çykýan ýylylyk mukdarynyň hasabyna amala aşyrylýar. Şu prinsip esasynda metallary bir-birine sapmak mümkin. Munda metalyň üsti we kebşirleýji elektrodyň ujunda güýçli elektrik duga emele getirilýär. Elektrik dugasynda emele gelen ýokary temperatura metallary eredýär (93-nji ç surat).

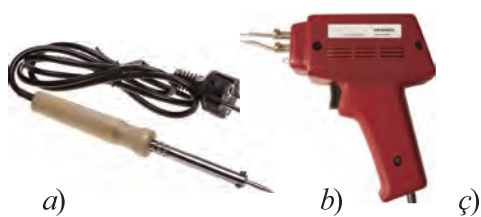
Geçirijilerden elektrik togy geçende olardan ýylylyk bölünip çykmak hadysasyna esaslanan gurluşlardan ýene biri **suw gaýnatgýçdyr**. Bularda ýyladyjy elektrik çäýnegiň içine berkidilen bolýar (94-nji surat). Suw gaýnadyjynyň içinde inçe nihrom spiral bolup, onuň daşyny elektrik toguny geçirmeýän, ýöne ýylylygy gowy geçirýän poroşok örtüp durýar. Poroşok suwda durnukly bolan ýuka metal bilen örtülen. Ondan peýdalananda suw gyzdyryjynyň hökman suwa batyrylan ýagdaýda bolmagyna üns bermeli. Ýogsam, ýyladyjy elektrik pudagyna birikdirilse, ol derrew ýarylar.



91-nji surat.



92-nji surat.



93-нчи surat.



94-нчи surat.

Häzirki wagtda suwy gyzdyrmak we gaýnatmak üçin dürli kysymly elektrik ýyladyjylardan öýleriň ýyladyş ulgamlarynda hem giň peýdalanylýar.



1. Suwuň we nakalyň kömeginde hem ütügiň esasyňy gyzdyrmak mümkin. Näme sebäpden ütüde suwly gyzdyryjy ulanylmaýar?
2. Elektrik çäýnek (gaýnatgýç) nähili elementlerden düzülen?
3. Elektrik galaýy çekiji nähili maksatda ulanylýar? Onuň işleýşini düşündirip beriň.

37-§

ÖÝLERDÄKI ELEKTRIK ZYNJYRLAR WE BIRIKDIRMELER

Öýüň elektrik zynjyry

Elektrik togy elektrik energiýany öndürýän elektrostansiýalardan öýlere, önümçilik kärhanalaryna we ähli sarp edijilere ýaýradylýar. Öýlere berlen elektrik energiýasy hem geçirijiler arkaly sarp edijilere ýaýradylýar. Öýüň elektrik zynjyry başga öýler bilen özara parallel ýagdaýda 220 V naprýaženiýeli umumy elektrik pudaga birikdirilen bolýar.

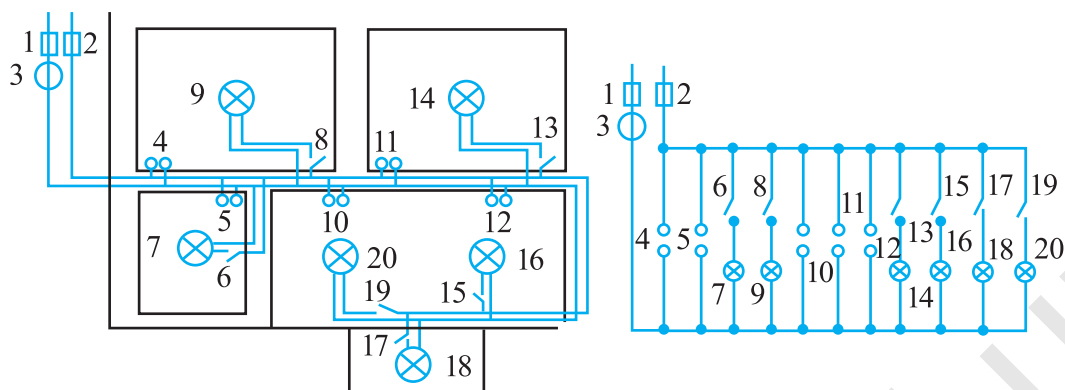
▶ **Öýdäki ähli elektrik sarp edijiler özara parallel birikdirilen bolýar.**

95-nji suratda nusga hökmünde öýüň elektrik zynjyry we onuň shemasy şekillendirilen.

Saklaýjylar

Öýlerde howpsuzlyk çäresi hökmünde umumy elektrik pudakdan öýüň elektrik zynjyryna birikdirilýän ýere saklaýjylar birikdirilýär. Ol öýüň elektrik zynjyryna gelýän iki sime-de birikdirilen bolýar.

▶ **Saklaýjynyň wezipesi zynjyrdaky toguň güýji normadan artyp gidende zynjyry üzmekden ybarat.**



95-nji surat.

Radio, televizor ýaly elektrik bilen işleýän esbaplarda hem-de awtomobillerde hem ereýji saklaýjylardan peýdalanylýar. Şeýle ereýji saklaýjyda inçe sim çüýşe turbajygyň oky boýunça çekilip kebşirlenen bolýar (96-njy a surat). Çüýşe turbajygyň uçlarynda metal uçluklary bolup, inçe simiň uçlary şu metallara kebşirlenip goýulýar. Turbajyk ýörite tutguja ornaşdyrylýar.



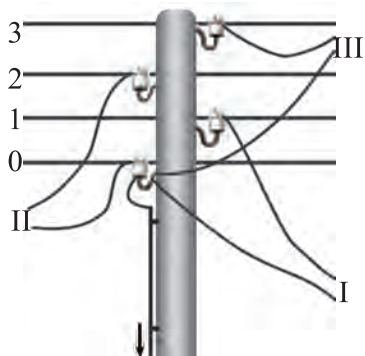
96-njy surat.

Pudakdaky elektrik naprýaženiýe 220 V-dan artyp gidende ýa-da elektrik esbabyň içinde käbir näsazlyk sebäpli belenilenden uly mukdarda tok akyp geçse, saklaýjydaky inçe sim şol bada eräp, üzülýär we elektrik esbaba toguň geçmegi togtayar. Bu bolsa elektrik esbabyň hatardan çykmagynyň önüni alýar. Elektrik esbaba täze saklaýjy goýup, ondan gündelik durmuşda ýene peýdalanmak mümkin. Tehnikada elektromagnit we ýylylyk täsirinde işleýän kontaktly hem-de gaýtadan dikeldilýän saklaýjylar hem giňden ulanylýar (96-njy b, ç surat). Olaryň elektrik shemada belgilenişi 96-njy d suratda getirilen.

Öýüň elektrik zynjyrynyň pudaga birikdirilişi

Elektrik sütünlerde iň bolmanda iki sim bolýar. Bu simlerden biri neýtralдыр. Neýtral simde elektrik naprýaženiýe bolmaýar, ol ýere birikdirilen bolýar.

Elektrik sütüniň simleriniň iň pesdäkisi *neýtral sim* bolýar.



97-nji surat.

Aýdaly, elektrik sütünäki simleriň dört sany bolsun (97-nji surat). Pesdäki neýtral (0)-sim bilen başga üçüsiniň her biriniň arasyndaky naprýaženiýe 220 V-a deň. Şonuň üçin her bir öýüň bir simi neýtral sime, ikinjisi bolsa başga simlerden birine birikdirilýär. Meselem, I öý 0-njy we 1-nji sime, II öý 0-njy we 2-nji sime, III öý 0-njy we 3-nji sime birikdirilýär. Şeýle birikdirilende her bir öýdäki elektrik naprýaženiýe 220 V-dan bolýar. Eger ýaňlyşyp, öýüň elektrik zynjyry 1-nji we 2-nji sime, 2-nji we 3-sime ýa-da 1-nji we 3-nji sime birikdiriläýse, bu öýde pudaga birikdirilen elektrik esbaplary derrew köýer. Çünki, elektrik sütünäki şeýle tertipdäki simleriň arasyndaky naprýaženiýe 380 V.



98-nji surat.

Naprýaženiýäniň bar-oklugyny anyklamak

Geçirijilerde, elektrik esbaplarda elektrik naprýaženiýäniň bar-ýoklugyny anyklamak, geçirijilerden haýsysynyň neýtraldygyny bilmek üçin dürli esbaplardan peýdalanylýar. Olardan iň ýönekeýi otwýortka-indikator (98-nji surat).

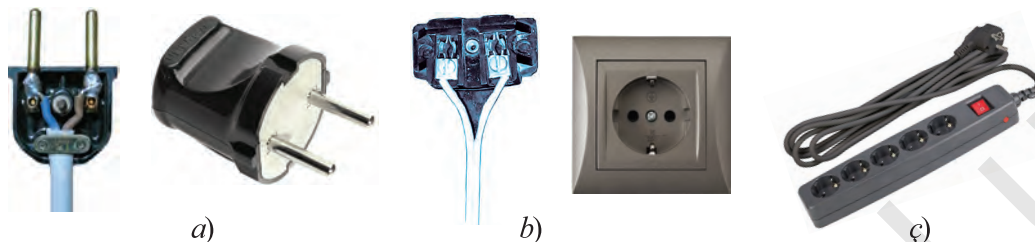
Otwýortka-indikatorň ortasyna neon lampa (1) ornaşdyrylan. Lampanyň bir tarapy otwýortka-indikatorň ujuna (2), ikinji tarapy bolsa onuň dessesiniň ahyryna (3) birikdirilen.

Geçirijide tok bar-ýoklugyny anyklamak üçin otwýortka-indikatorň dessesiniň ahyryna süýem barmagy goýup, uýy geçirijä deşirilýär. Eger geçirijide naprýaženiýe bolsa, otwýortka-indikatoraky lampoçka ýanýar. Munda geçiriji – lampoçka – adam zynjyry arkaly tok geçip, lampoçka ýanýar. Lampoçka zygider uly garşylyk birikdirilen bolýar. Şonuň üçin hem adamdaky naprýaženiýe birnäçe wolty düzýär. Şeýle naprýaženiýe otwýortka-indikatoraky lampoçkanyň ýanmagy üçin ýeterli bolýar. Eger barlanylýan geçirijide naprýaženiýe bolmasa, otwýortka-indikatoraky lampoçka ýanmaýar.

Wilka bilen rozetkany birikdirmek

Köçedäki elektrik sütünden öýüň elektrik zynjyryna birikdirilen simlerden biri neýtral, ikinjisinde bolsa naprýaženiýe bar. Naprýaženiýeli sim bilen neýtral

simiň arasyndaky naprýaženiýe 220 V-a deň bolýandygyny aýdyp geçdik. Öýüň elektrik zynjyryna birikdirilen bu iki sim öýüň ähli böleginde özara ýanaşyk we parallel bolýar. Bu simler hiç bir ýerde bir-birine gönüden-göni birikmeli däl. Ýogsam gysga utgaşma ýüze çykýar.



99-njy surat.

Elektrik esbaplar öýüň elektrik zynjyryna gönüden göni däl, eýsem wilka we rozetka arkaly birikdirilýär. Elektrik esbapdan çykan şnuryň içinde bir-birinden izolirlenen iki geçiriji (sim) bar. Wilka şnura wintleriň kömeginde mäkämlenýär (99-njy a surat). Munuň üçin şnurdaky her bir geçirijiniň ujundan 10–15 mm uzynlykdaky izolýasiýasy arassalanýar. Soňra izolýasiýadan arassаланан geçirijileriň ujy halka edip tovlanýar, wintleriň kömeginde wilka mäkämlenýär we galaýylyp goýulýar. Rozetkany birikdirmazden öň öýdäki elektrik simler hökman pudakdan üzülmelidir. Bu iş elektrik hasaplaýja goýlan (oturdylyan) awtomat saklaýjyly açarlaryň kömeginde amala aşyrylýar.

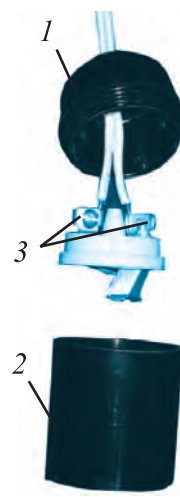
Rozetkany birikdirende-de ýokardaky ýaly işler ýerine ýetirilýär (99-njy b surat). Geçirijilere birikdirilen rozetka degişli ýere berkidip goýulýar.

Käte elektrik esbaplar rozetka uzaldyjy arkaly birikdirilýär. Uzaldyjynyň bir ujy wilkaly bolsa, ikinji ujy rozetka wezipesini ýerine ýetirýär. Uzaldyjynyň ikinji ujy bir däl, eýsem birnäçe rozetkaly bolmagy mümkin (99-njy ç surat).

Patrony we öçürip-ýakyjyny birikdirmek

Patrony birikdirmek üçin iki geçirijiniň hem uçlary izolýasiýadan arassalanýar. Patronyň 1-nji bölegini towlap, ol 2-nji böleginden aýrylýar (100-njy surat). Geçirijiniň uçlary patronyň içindäki 3-nji bölegine wintler bilen mäkämlenýär. Soňra patronyň 3-nji bölegini ýerine ornaşdyryp, 1-nji bölegi 2-nji bölegine towlap mäkämlenýär.

Wilkany, rozetkany we patrony birikdirende haýsy geçiriji neýtral, haýsysynda naprýaženiýe bolşuna üns berilmeýär.



100-njy surat.

Eger lampočka birikdirilen geçirijilerden biri üzüp goýulsa, lampočka ösýär. Öçürip-ýakyjy ine şu üzüp-birikdirmek wezipesini ýerine ýetirýär. Öçürip-ýakyjyny lampočka barýan naprýaýeniýeli geçirijä hem, neýtral geçirijä hem birikdirmek bolýar.

Wilkany, rozetkany, patrony we öçürip-ýakyjyny birikdirende iki geçirijiniň izolýasiýadan arassalanan bölekleri bir-birine degip galmagyna ýol berilmeli däl, hökman howpsuzlyk kadalary berjaý edilmelidir.



1. Öýdäki elektrik sarp edijiler näme sebäpden yzygider däl, eýsem parallel birikdirilen bolýar?
2. Öýüň elektrik zynjyryny derňäp beriň.
3. Radio, telewizor, awtomaşyn we dürli elektrik esbaplarda ulanylýan ereýji saklaýjylaryň gurluşyny we işleýiş prinsipini aýdyp beriň.
4. Elektrik esbaplaryň şnurny wilka nähili birikdirilýär?
6. Öýüň elektrik zynjyryna rozetka nähili birikdirilişini düşündirip beriň.
7. Elektrik lampoçkanyň patronynyň we öçürip-ýakyjynyň birikdirilişini düşündiriň.



Öz öýüňiziň elektrik zynjyrynyň shemasyny çyzyň. Olary derňäň we netije çykaryň. Rozetka, wilka, patron we öçürip-ýakyjy alyp, olaryň geçirijä birikdirilişini gözden geçiriň.

38-§

ELEKTRIK HOWPSUZLYK ÇÄRELERI

Daş-töweregimizde elektrik pudaklary örän köp, gündelik durmuşymyza üznüksiz elektrik enjamlary bilen iş salyşýarys. Olardaky näsazlyklar, olardan peýdalananda esewansyzlyk bilen çemeleşmek sebäpli durmuşymyzy howp astyna goýmagymyz mümkin.

Gysga utgaşma

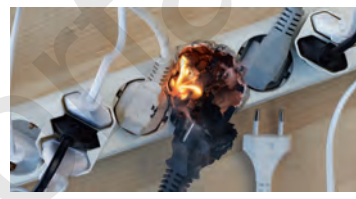
Elektrik zynjyrdaky simler mälim bir in uly toguň güýjüne niýetlenen bolýar. Eger zynjyrdaky toguň güýji çägindeň aýsa, sim gyzýar we ony dolap duran izolirleýji materialy eräp gitmegi mümkin. Öýde kuwwatly elektrik sarp ediji esbaplar, meselem, elektrik plita, elektrik ýyladyjy, elektrik çäýnek, ütük bir wagtda ýakylsa, elektrik zynjyrdaky toguň güýji ýiti artýar. Netijede zynjyrdaky izolirlenen simler gaty gyzýar we gysga utgaşma ýüze çykmagy mümkin. Gysga utgaşmada daşky (sarp edijiniň) garşylygy nola deň bolýar.

► **Çeşmäniň dürli polýuslaryndan (fazalaryndan) gelýän iki elektrik simi aýyk ýeriniň bir-birine degip gitmegi ýa-da sarp edijiniň garşylygy nola ymtylmagy netijesinde toguň ýiti artmagyna gysga utgaşma diýilýär.**

Izolirlenen mis we alýuminiý simler üçin ýol berilmegi mümkin bolan iň uly toguň güýjüniň mukdary

№	S, mm ²	I, A		№	S, mm ²	I, A	
		mis	alýuminiý			mis	alýuminiý
1	0,5	4	3	4	4	20	15
2	1	6	4,5	5	10	31	25
3	1,5	10	7	6	16	43	35

Gysga utgaşma elektrik esbaplaryndan nädogry peýdalananda, tokly izolirlenen simlere daşky şikes ýetirilende ýüze çykýar. Gysga utgaşmada simleriň bir-birine degip galan ýerinde iňňän uly tok akýar we şol bada güýçli ýalpyldy peýda bolup, sim üzülýär (101-nji surat).



101-nji surat.

► **Adamyň bedeni elektrik toguny gowy geçirýär. 42 V-dan ýokary naprýaženiýeli elektrik togy adam organizmi üçin howply hasaplanýar.**

Elektrik esbaplar bilen işlände seresapsyzlyk sebäpli adamy tok urmagy mümkin, şu sebäpli elektrik howpsuzlyk çärelerine berk amal edilmelidir.

1. Köçeden geçen elektrik pudaklarynyň simleri izolirlenmedik bolýar. Üzülen elektrik pudagyň simini ellemek mümkin däl. Ondan özüňizi we başgalary ägä ediň!

2. Öýüň elektrik zynjyrynyň simleri, adatda, diwaryň içinden geçen bolýar. Käbir zerurlyk zerarly diwara çüý kakylanda şol ýerden elektrik siminiň geçmänligine göz ýetirilmelidir.

3. Öýdäki rozetkalarda we elektrik lampoçkanyň patronlarynda hemişe naprýaženiýe bolýar. Rozetkanyň deşigine ýa-da lampoçkasyz patronyň içine metal predmeti sokmak gadagan. Kiçi ýaşdaky çagalar bolan öýlerde rozetka plastmassaly ýörite gurluş dykyp goýmak maksada laýykdyr.

4. Umumy elektrik setde tok öçende, öýüň elektrik zynjyrynyň şikeslenen ýerini abatlamazdan öň hökman pudakdan üzmeli.

5. Kä halatlarda umumy pudagyň diňe bir fazasynda naprýaženiýe bolmazlygy, ikinji fazasynda naprýaženiýe peýda bolmagy mümkin. Elektrik

lampoçka ýanmaýandygyny görüp, simiň açyk ýerini abatlamak hem mümkin däl. Ýogsam, tok adamyň bedeni arkaly ýere geçýär we ony tok urýar.

Öýüň elektrik zynjyryndaky şikeslenen ýeri abatlanda pudakda elektrik naprýaženiýesiniň bolmagy ýa-da bolmazlygyna seretmezden hasaplaýjydyky iki patrondan hem saklaýjylary alyp goýmaly ýa-da awtomat wklýuçatelleri üzmeli!

Kä halatlarda simiň tokly bir fazasy tutup durulsa-da, tok urmazlygy mümkin. Munuň üçin adam ýerden izolirlenen bolmaly, ýagny adamyň aýagynyň astyna tok geçirmeýän material goýulmaly, bedeniniň hiç bir ýeri geçiriji material arkaly ýere degmeli däl.

Elektrik togy uranda ilkinji kömek



Seresapsyzlyk sebäpli tok geçýän simi tutan we bedeninden tok geçip duran adam özüni özi halas edip bilmeýär diýen ýalydyr.

Sebäbi, birinjiden, penje myşsalary toguň täsirinde öz-özünden gaty gysylýp, penje tok geçýän simi gysymlap alýar. Ikinjiden, bedenden tok geçende myşsalar çekilip, adamyň özüne boýun egmeýär. Üçünjiden, tok adamyň merkezi nerw sistemasyny şikesleýär we adam huşundan gidýär.



Adam toguň täsirinde näçe uzak wagtda dursa, onuň durmuşyny saklap galmak şonça kyn bolýar. Şonuň üçin, birinji nobatda, adamy toguň täsirinden halas etmeli.

Jebir çekijini toguň täsirinden halas edensoň, derrew ony arkanlygyna ýatyrmary, dem almaga päsgel berýän iliklerini boşatmaly. Eger dem almasy togtan bolsa, emeli dem aldyrmaly bolýar. Şunuň bilen bir wagtda tiz lukmançylyk kömegini çagyrmaly ýa-da jebir çeken adamy haýal etmän bejeriş edarasyna eltmeli.



1. Adamyň bedeni üçin näçe woltdan ýokary naprýaženiýe howply hasaplanýar?
2. Köçede elektrik simi üzülip ýatan bolsa, näme etmeli?
3. Öýde diwara çu kakmazdan öň nämä üns bermeli?
4. Rozetkanyň deşigine we lampoçkasyz patrona näme üçin metal predmeti sokmak howply?
5. Öýüň elektrik zynjyryndaky şikestlenen ýeri abatlamazdan öň näme etmeli?
6. Elektrik togy uran adama nähili ilkinji kömek edilýär?

39-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Kese kesigi 150 mm^2 bolan alýuminiý simden çekilen elektrik toguny geçiriji liniýanyň uzynlygy 120 km . Eger geçirilýän toguň güýji 160 A bolsa, liniýadaky naprýaženiýe peselmesi nämä deň bolýar? Simiň materialynyň udel garşylygy $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ -a deň.

Berlen:	Formula:	Hasaplamak:
$S = 150 \text{ mm}^2 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $l = 120 \text{ km} = 12 \cdot 10^4 \text{ m}$ $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ $I = 160 \text{ A}$	$R = \rho \frac{l}{S}; U = I \cdot R = I \cdot \rho \frac{l}{S}.$ $[U] = \frac{\text{A} \cdot \Omega \cdot \text{m} \cdot \text{m}}{\text{m}^2} = \text{A} \cdot \Omega = \text{V}.$	$U = 160 \cdot 2,8 \cdot 10^{-8} \cdot$ $\cdot \frac{12 \cdot 10^4}{1,5 \cdot 10^{-4}} \text{ V} = 3584 \text{ V}.$
<i>Tapmaly:</i> $U = ?$		<i>Jogaby:</i> $U = 3584 \text{ V}.$

2-nji mesele. Öýüň elektrik zynjyry kese kesiginiň meýdany $1,5 \text{ mm}^2$ bolan alýuminiý sim arkaly 220 V naprýaženiýeli elektrik pudaga birikdirilen. Eger öýde 3 sany 100 W kuwwatly lampoçka, 100 W kuwwatly doňduryjy, 300 W kuwwatly telewizor we 1 kW kuwwatly ütü elektrik zynjyra bir wagtda birikdirilen bolsa, şeýle kese kesikli alýuminiý sim çydarmy?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$S = 1,5 \text{ mm}^2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $U = 220 \text{ V}$ $P_1 = P_2 = P_3 = 100 \text{ W}$ $P_4 = 100 \text{ W}$ $P_5 = 300 \text{ W}$ $P_6 = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$ $I_{(1,5 \text{ max})} = 7 \text{ A}.$	$P = P_1 + P_2 + P_3 +$ $+P_4 + P_5 + P_6;$ $I = \frac{P}{U}.$	$P = 3 \cdot 100 \text{ W} + 100 \text{ W} + 300 \text{ W} +$ $+1000 \text{ W} = 1700 \text{ W}$ $I = \frac{1700 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 7,73 \text{ A}.$
<i>Tapmaly:</i> $I = ?$		<i>Jogaby:</i> $7,73 > 7 \text{ A}$ şeýle toguň güýjüne çydamaýar.

21-nji gönükme

1. Öýüň elektrik zynjyryna 2 sany 100 W kuwwatly, 2 sany 150 W kuwwatly lampoçkalar, 100 W kuwwatly doňduryjy, 300 W kuwwatly telewizor, $1,5 \text{ kW}$ kuwwatly ütü, 2 kW kuwwatly elektrik ýyladyjy bir wagtda birikdirilmegi mümkin. Şeýle kuwwatly elektrik esbaplar alýan toguň

güýjüne çydamagy üçin pudaga birikdirilýän mis simiň kese kesiginiň meýdany iň bolmanda näçe bolmaly?

2. Adamyň bedeniniň ortaça garşylygy takmynan $10\text{ k}\Omega$. Eger adam çyg ýerde durup 42 V naprýaženiýeli açyk simi tötänden tutsa, ondan näçe tok geçer?

3. 220 V naprýaženiýä niýetlenen 400 W kuwwatly telewizora goýlan ereýji saklaýja 2 A diýip ýazylan. Käte pudakdaky naprýaženiýe 220 V -dan geçýär? Pudakdaky naprýaženiýe näçä ýetende ereýji saklaýjy eräp gidýär?

4. Garşylygy $4,5\ \Omega$ we $6\ \Omega$ bolan sarp edijiler özara parallel birikdirilen. Zynjyrdaky birinji sarp edijiden mälim wagtyň dowamynda 30 J ýylylyk mukdary bölünip çykanda, ikinji sarp edijiden şu wagtyň dowamynda nähili ýylylyk mukdary bölünip çykar?

5. Garşylygy $12\ \Omega$ we $15\ \Omega$ bolan sarp edijiler özara yzygider birikdirilen. Zynjyrdaky birinji sarp edijiden 8 J ýylylyk mukdary bölünip çykanda, ikinji sarp edijiden nähili ýylylyk mukdary bölünip çykar?

III BABY GAÝTALAMAK ÜÇIN TEST ÝUMUŞLARY

1. Elektrik togunyň eden işi nähili aňlatmanyň kömeginde hasaplanýar?

- A) $F \cdot s$ B) $I U t$; C) $I^2 R$; D) U^2/R .

2. 220 V naprýaženiýeli wentilatoryň elektrik dwigatelinden 30 s wagtyň dowamynda $0,1\text{ A}$ tok güýji geçen bolsa, ol näçe iş eder (J)?

- A) 660 ; B) 6600 ; C) 660 ; D) $6,6$.

3. Elektrik togunyň eden işini nähili esbabyň kömeginde anyklamak mümkin?

- A) Ampermetr; B) Elektrik hasaplaýjy; C) Woltmetr; D) Galwanometr.

4. 10 hektowatt näçe watta deň?

- A) $0,1\text{ W}$; B) 100 W ; C) 10000 W ; D) 1000 W .

5. Garşylygy $150\ \Omega$ bolan sarp ediji naprýaženiýesi 220 V bolan çeşmä birikdirilen. $0,5$ minudyň dowamynda sarp ediji näçe energiýa sarp eder (J)?

- A) 9680 ; B) 6400 ; C) 8600 ; D) 7860 .

6. Elektrik dwigateliň kuwwaty $5,7\text{ kW}$, ondaky toguň güýji 15 A . Ol nähili naprýaženiýeli pudaga birikdirilen?

- A) 380 V ; B) 220 V ; C) 400 V ; D) 350 V .

7. Toguň güýji nähili bolanda zynjyryň $5\ \Omega$ bolan böleginde 10 s -da 50 J ýylylyk bölünip çykýar (A)?

- A) 2 ; B) 1 ; C) $0,5$; D) $1,2$.

8. 120 V naprýaženiýeli zynjyra birikdirilen 60 Ω garşylykly geçirijide iki sagadyň dowamynda näçe ýylylyk bölünip çykýar?

- A) 1728 kJ; B) 2075 kJ; C) 12,54 kJ; D) 178,8 kJ.

9. Pudaga birikdirilen elektrik ýyladyjy 30 minudyň dowamynda 1620 kJ energiýa sarp etdi. Eger ýyladyjydan 3 A tok geçen bolsa, onuň elektrik garşylygy nähili bolupdyr (Ω)?

- A) 80; B) 120; C) 10; D) 100.

10. Garşylygy 20 Ω we 40 Ω bolan iki elektr ýyladyjylar tok pudagyna parallel birikdirilen. Olardan şol bir wagtda bölünip çykan ýylylyk mukdarlaryny deňeşdiriň.

- A) birinjisinde 2 esse köp; B) ikinjisinde 2 esse köp;
C) ikisi-de birmeňzeş; D) birinjisinde 2 esse az.

11. Garşylygy 400 Ω we 200 Ω bolan iki elektrik ýyladyjylar tok pudagyna yzygider birikdirilen. Olardan şol bir wagtda bölünip çykan ýylylyk mukdarlaryny deňeşdiriň.

- A) birinjisinde 2 esse az; B) ikisi-de birmeňzeş;
C) birinjisinde 2 esse köp; D) ikinjisinde 2 esse köp.

12. Sarp ediş kuwwaty 20 W bolan elektrik lampočka 220 V naprýaženiýeli pudaga birikdirilen. Lampočkanyň nakal süýüminiň garşylygy nämä deň (Ω)?

- A) 2280; B) 2420; C) 3640; D) 4400.

13. Garşylygy 30 Ω we 75 Ω bolan sarp edijiler yzygider birikdirilen. Ikinji sarp ediji 300 W kuwwat bilen işleýän bolsa, birinji sarp ediji nähili kuwwat (W) bilen işläp?

- A) 75; B) 150; C) 120; D) 60.

14. Elektrik zynjyryna kese kesigi we uzynlygy birmeňzeş bolan mis we nihrom sim yzygider birikdirildi. Olardan haýsysy köpräk gyzýar?

- A) mis; B) iksi-de birmeňzeş; C) olar gyzmaýar; D) nihrom.

15. Eger geçirijiniň uzynlygy we kese kesigi 2 esse artsa, onuň garşylygy nähili üýtgär?

- A) 2 esse artýar; B) 4 esse kemelýär;
C) üýtgemelýär; D) 4 esse artýar.

16. Garşylygy 4 Ω we 12 Ω bolan sarp edijiler özara parallel birikdirilen. Zynjyrdaky birinji sarp edijiden 3,6 W kuwwat bölünip çykanda ikinji sarp edijiden nähili kuwwat bölünip çykýar (W)?

- A) 36; B) 1,2; C) 2; D) 10,8.

III BAP BO'YUNÇA MÖHÜM NETIJELER

Elektrik togunyň eden işi	Elektrik togunyň sarp edijide mälim wagtyň dowamynda eden işi ondan geçýän toguň güýjüniň, oňa goýlan naprýaženiýäniň we toguň geçiş wagtynyň köpeltmek hasylyna deň: $A = I U t.$
Sarp edilen elektrik energiýasy	Sarp edilen elektrik energiýasy mukdar taýdan elektrik togunyň eden işine deň: $W = I U t.$
Elektrik sarp ediş kuwwaty	Elektrik sarp edijiniň kuwwaty ondan geçýän toguň güýjüniň oňa goýlan naprýaženiýäniň köpeltmek hasylyna deň, ýagny $P = I U.$
Joulyň–Lensiň kanuny	Geçirijiden elektrik togy geçende ondan bölünip çykýan ýylylyk mukdary toguň güýjüniň kwadraty, geçirijiniň garşylygyna we şu tok geçmek üçin giden wagtyň köpeltmek hasylyna deň, ýagny $Q = I^2 R t.$
Sarp edijiniň peýdaly täsir koeffisiýenti	Elektrik togy eden peýdaly işiň tok eden doly işe gatnaşygy elektrik sarp edijiniň peýdaly täsir koeffisiýenti diýlip atlandyrylýar, ýagny $\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100 \%$.
Gysga utgaşma	Çeşmäniň dürli polýuslaryndan (fazalaryndan) gelyän iki elektrik simiň açyk ýeriniň bir-birine degip gitmegi ýa-da sarp edijiniň garşylygy nola ymtylmagy netijesinde toguň ýiti artmagy <i>gysga utgaşma</i> diýip atlandyrylýar.
Saklaýjy	Saklaýjynyň wezipesi zynjyrdaky toguň güýji normasyndan artanda zynjyry üzmekden ybarat.
Tok urmagy	Adamyň bedeni elektrik toguny gowy geçirýär. 42 V-dan ýokary naprýaženiýeli elektrik togy adam organizmi üçin howply hasaplanýar.

IV BAP

DÜRLI GURŞAWLARDA ELEKTRIK TOGY

Elektrik toguny geçirmek aýratynlygyna görä, maddalar birnäçe görnüşlere bölünýär: geçirijiler, ýarymgeçirijiler we dielektrikler. Maddalar dürli agregat hallarynda, ýagny gaty, suwuk ýa-da gaz hallarynda elektrik toguny geçirmegi ýa-da geçirmezligi mümkin. Şu bapda biz metallaryň, elektrolitleriň we gazlaryň elektrik toguny geçiriş tebigatyny öwrenmäge jikme-jik durup geçýäris.

40-§

METALLARDA ELEKTRIK TOGY

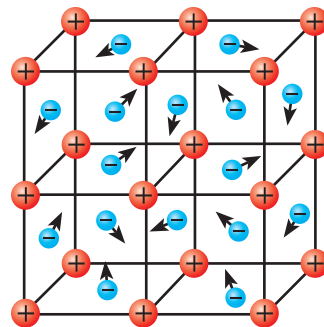
Erkin elektronlaryň tertipsiz hereketi

Gaty jisimleriň, şol sanda, metallaryň atomlary tertipli periodik strukturaly **kristallik gözenegi** düzýär. Kristallik gözenekde atomlar ýerleşen nokatlara **düwünler** diýilýär.

Metal atomynda in çetki orbitadaky elektronlar ýadro bilen güýçsüz baglanan bolýar. Metallardaky şeýle elektronlar öz atomyny terk edip, erkin hereketlenýän elektronlara öwrülýär, atomlar bolsa položitel iona öwrülüp galýar.

Ion – elektrony artykmaç ýa-da elektron ýetişmeýän atom.

Metal atomlarynyň ýerleşiş strukturasy kristallik gözenek gurluşynda bolup, gözenegiň düwünlerinde položitel zaryadlanan ionlar ýerleşýär. Meselem, aýratyn mis (Cu) atomynyň ýadrosynda 29 sany položitel zaryadlanan proton bolup, ýadronyň daşynda 29 sany otrisatel zaryadlanan elektron dürli orbitalarda hereketlenýär. Şeýle atomlardan mis kristalynyň emele gelmeginde atomlaryň in çetki orbitadaky elektrony, ýadro bilen örän güýçsüz baglananlygy sebäpli ol atomy terk edip metal kristaly boýunça erkin diýen hereket edýär. Emele gelen erkin hereketlenýän elektronlar gazyň molekullary ýaly ýylylyk hereketinde, ýagny tertipsiz hereketde bolýar (102-nji surat).

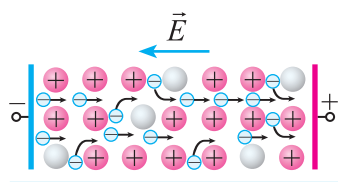


102-nji surat.

1 cm³ metalda takmynan 10²²–10²³ sany erkin hereketlenýän elektron bar.

Elektrik meýdanynda erkin elektronlaryň hereketi

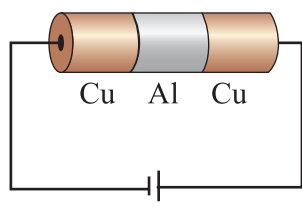
Geçirijiniň uçlaryny elektrik çeşmesiniň položitel we otrisatel polýuslaryna birikdirsek, geçirijiniň uçlarynyň arasynda elektrik meýdany emele gelýär. Bu



103-nji surat.

meýdanyň täsirinde erkin elektronlar çeşmäniň položitel polýusyna tarap hereketlenýär (103-nji surat). Metalyň položitel iona öwrülen atomlary bolsa öz ýerinde gozganman duruberyär. Netijede elektronlaryň tertipli hereketi sebäpli geçirijide elektrik togy emele gelýär.

Metallarda elektrik togy erkin elektronlaryň tertipli hereketinden ybaratdyr.



104-nji surat.

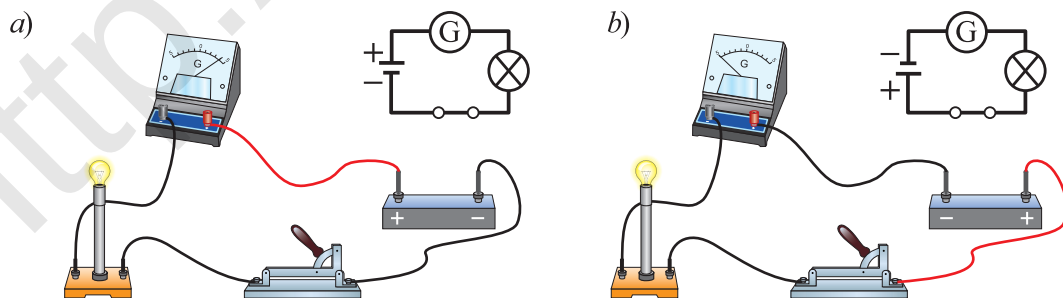
Metallarda elektronlaryň hereketi

Metallardaky elektrik geçirijiligi birinji bolup nemes fizigi K.Rikke 1901-nji ýylda anyklapdyr. Onuň tejribesi aşakdaky ýaly. Ilki, ol aşa ýylmanan üç mis-alýuminiý-mis silindrlerini alyp, olaryň her biriniň massasyny ölçäpdir, soňra olary bir-birine jebis edip ýerleşdirip elektrik zynjyryny düzdi (104-nji surat). Olardan birmeňzeş ugurda bir ýylyň dowamynda üznüksiz tok geçirilip durlupdyr. Tejribäniň ahyrynda silindrleri üznüksiz ölçände olaryň massasynyň üýtgemänligi anyklanan. Rikke tejribe netijeleri esasynda aşakdaky netijelere geldi: 1) metallardan tok geçende zaryadlaryň hereketi himiki prosesi emele getirmeyär; 2) ähli metallar üçin umumy bolan zaryad daşajyylar bar bolup, olar erkin elektronlar bolmagy mümkin.

Metallarda elektrik toguny elektronlar daşajysyny soňluk bilen L.I. Mandelštam we N.D. Papaleksi, P. Tolman we T. Stýuartlaryň tejribelerinde subut edildi.

Elektrik togunyň ugry

Elektrik zynjyrdan tok geçýändigini galwanometriň ýa-da ampermetriň kömeginde anyklamak mümkin. Galwanometri elektrik zynjyra ilki 105-nji a



105-nji surat.

suratda görkezilişi ýaly birikdireliň. Açar birikdirilende, galwanometriň görkezijisi 0-dan sag tarapa gyşarýar. Diýmek, geçirijiden tok geçýär. Muny zynjyra birikdirilen lampoçka ýanmagyndan hem görmek mümkin.

Indi geçirijiniň tok çeşmesine birikdirilen uçlaryndaky polýuslary çalşyralyň. Munda-da lampoçka ýanýar. Ýöne munda galwanometriň görkezijisi 0-dan çep tarapa gyşarýar (105-nji b surat).

Bu tejribe elektrik togunyň ugra eýedigini görkezýär.

Elektrik togy ugra eýe. Elektrik togunyň ugry hökmünde položitel zaryadlanan bölejikleriň tertipli hereket ugry kabul edilen.

Elektrik zynjyrdan zaryad daşajyklar otirisatel zaryadlanan elektronlar bolup, olar geçiriji boýunça elektrik çeşmesiniň otirisatel polýusyndan položitel polýusyna tarap hereketlenýär. Ýöne toguň ugry kabul edilen döwürde ylymda elektron barada hiç zat mälum däl. Şonuň üçin elektrik zynjyrdan toguň ugry hökmünde položitel zaryadlanan bölejikleriň tertipli hereket ugry kabul edilen.



1. Metallarda erkin elektronlar nähili peýda bolýar?
2. Erkin elektron elektrik meýdanynda nähili hereket edýär?
3. Näme sebäpden metallardan uly mukdarda tok geçirilse-de olaryň masalary üýtgemeyär?
4. Toguň ugra eýedigini nähili bilmek mümkin?
5. Geçirijilerde elektrik togunyň ugry hökmünde nähili bölejikleriň hereket ugry kabul edilen?

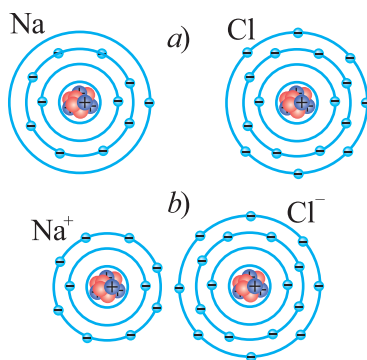
41-§

SUWUKLYKLARDA ELEKTRIK TOGY

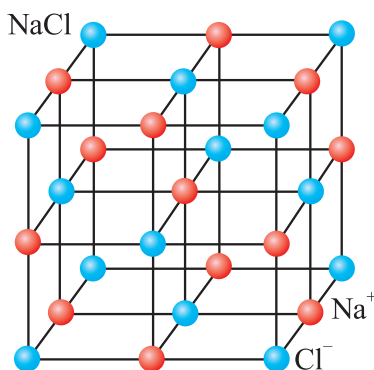
Öňki paragrafdan siz metallarda elektrik toguny erkin elektronlar emele getirýändigini bildiňiz. Indi suwuklyklarda elektrik toguny nähili bölejikler emele getirýändigini bilen tanyşyarsyň.

Ion baglanyşygy

Himiýa derslerinde käbir maddalaryň atomlary bilen molekulalarynyň arasyndaky ion baglanyşygy bilen tanşypdyňyz. Meselem, ion baglanyşygyna mysal edip nahar duzy – natriý hloridini (NaCl) getirmek mümkin. Natriý atomynda 11 sany elektron bolup, olardan 1 -i daşky elektron gabykda bolýar. Hlor atomynda bolsa 17 sany elektron bolup, olardan 7-si daşky elektron gabykda bolýar (106-njy surat).



106-нйи surat.



107-нйи surat.

Himiki elementlariñ periodik sistemasyndaky ähli elementlariñ aýratyn alnan atomy elektrik taýdan neýtraldyr. Çünki, atomyñ ýadrosyndaky položitel zarýadlanan protonlaryñ sany näçe bolsa, ýadronyñ daşynda aýlanyp ýören otrisatel zarýadlanan elektronlaryñ sany hem şonça bolýar. Şoña görä Na we Cl atomlary aýratyn alnanda elektrik neýtraldyr.

Hlor atomynyñ daşky elektron gabygy dolmagy üçin 1 sany elektron ýetişmeýär. Şu sebäpli hlor we natriý atomlary bir-birine ýakynlaşanda elektron çalşygy ýuze çykýar. Hlor atomy natriý atomynyñ daşky elektron gabygyndan 1 elektrony çekip alýar. Netijede hlor atomy otrisatel zarýadlanan hlor ionyna (Cl^-), natriý atomy bolsa 1 elektronyny ýitirip položitel zarýadlanan natriý ionyna (Na^+) öwrülýär:

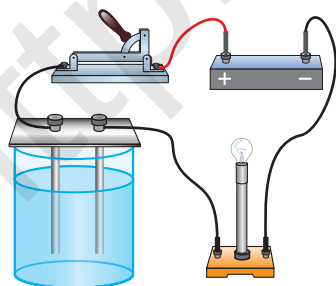


Dürli alamata eýe bolan natriý we hlor ionlary bir-biri bilen dartyşyp, NaCl kristallik gözenegini emele getirýär (107-нйи surat).

Ionlaryñ arasynda Kulon güýji sebäpli emele gelýän himiki baglanyşyk ion baglanyşygy diýip atlandyrylýar.

Elektrolitler

Käbir suwuklyklar elektrik toguny geçirmegi, başgalary bolsa geçirmezligi mümkin. Suwuklyklaryñ elektrik toguny geçirmegini ýa-da geçirmezligini 108-нйи suratda görkezilen ýönekeý tejribe arkaly anyklamak mümkin. Bu tejribe



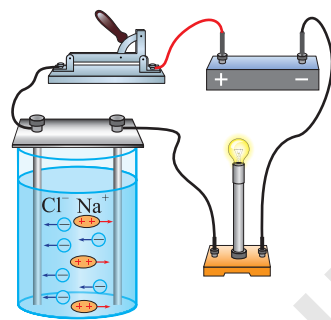
108-нйи surat

gurluşy tok çeşmesi, elektrik lampoçka, çüýşe gap we oña sokulan iki kömür steržen – elektrodlardan we açardan ybarat. Elektrik çeşmesiniñ položitel polýusyna birikdirilen elektroda *anod*, otrisatel polýusyna birikdirilen elektroda bolsa *katod* diýilýär.

Elektrodly çüýşe gaba distillinlenen suw saýarys we açary birikdirýäris. Munda lampoçka ýanmaýar. Diýmek, distillirlenen suw elektrik toguny geçirmeýär (108-нйи surat).

Açary üzýäris we gapdaky suwa nahar duzuny (NaCl) salyp, natriý hloridi erginini alýarys. Soňra açary birikdirsek, lampaçka ýanandygyny görýäris. Diýmek, natriý hloridi ergini elektrik toguny geçirýän eken. Munuň sebäp näme?

Nahar duzy suwa salnanda, polýarlanan suwuň molekulalary natriý hloridiniň kristallik gözeneginiň düwünlerinde ýerleşen Na^+ we Cl^- ionlaryny özüne çekýär. Netijede NaCl kristallik gözenegi dargap, suwda tertipsiz erkin hereket edýän Na^+ we Cl^- ionlary emele gelýär. Açar birikdirilende Na^+ ionlary katoda tarap, Cl^- ionlary bolsa anoda tarap hereketlenýär (109-njy surat). Netijede zynjyrdan tok geçip başlaýar. Diýmek, suwuk erginlerde elektrik toguny položitel we otrisatel zaryadlanan ionlar emele getirýär.



109-njy surat.

Erginlerde maddalaryň položitel we otrisatel ionlara dargamak prosesine *elektrolitik dissosiasiya* diýilýär.

Şeýle maddalar hem bar bolup, gaty halynda elektrik toguny geçirmeýär, ýöne olary suwuklykda eredende ýa-da ýylylygyň täsirinde suwuklandyrylanda elektrik toguny geçirýär.

Suwuklyklarda ionlara bölünen we şu sebäpli elektrik toguny geçirýän erginlere *elektrolitler* diýilýär.

Elektrolitde ionlar näçe köp bolsa, ol elektrik toguny şonça gowy geçirýär. NaCl suwda erände ol Na^+ we Cl^- ionlaryna bölünip çykýar. Natriý hloridiniň suwdaky ergini togy gowy geçirýän elektrolit hasaplanýar. Şonuň ýaly-da, başga duzlaryň, aşgarlaryň we kislotalaryň suwdaky ergini hem elektrolitlerdir.



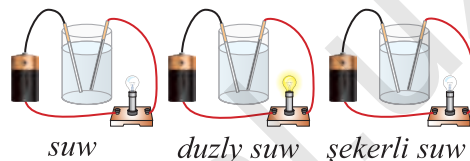
1. Ion näme? Onuň atomdan tapawudy nämeden ybarat?
2. Ion baglanyşygy diýip nämä aýdylýar? Ony natriý hloridiniň mysalynda düşündiriň.
3. Elektrolit näme? Nädip elektrolit emele getirilýär?
4. Elektrolitlerde elektrik toguny nähili bölejikler emele getirýär?
5. Elektrolit arkaly tok geçende göçmegi mümkin bolan iň kiçi zaryadyň bahasy nämä deň?



Elektroliti emele getirmek we ondan elektrik togunyň geçişine gözegçilik etmek.

Gerekli esbaplar: galwanik element, stakan, 2 sany metal çüý, lampoçka, nahar duzy, şeker, limon we birikdiriji simler.

Stakana iki çüý elektrody sokýarys. Suratda getiriliş ýaly elektrik zynjyryny ýygýarys. Stakana arassa suw salyp, lampoçka ýanmanlygyny görýäris. Eger suwa azajyk duz salynsa, zynjyrdä elektrik togy emele gelip, lampoçka ýanýar. Arassa suwa şeker salyp tejribäni gaýtalaň. Şonuň ýaly-da, arassa suwa limon suwuny salyp tejribäni synlaň. Gözegçilik edilen proses esasynda netije ýazyň.



42-§

ELEKTROLIZ. FARADEÝIŇ BIRINJI KANUNY

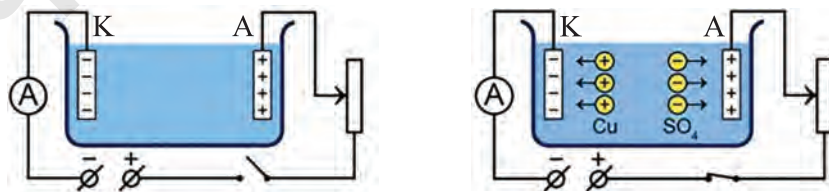
Elektroliz hadysasy

Elektrodly çüýşe gap – elektrolitik wannadaky suwa mis sulfat duzuny (CuSO_4) salyp, elektrolit alalyň. Munda ol mis (Cu^{2+}) we sulfat (SO_4^{2-}) ionlaryna bölünýär. Elektrik zynjyryň açary (K) birikdirilende elektrolitden tok geçip başlaýar (110-njy surat). Elektrolitdäki Cu^{2+} ionlary katoda, SO_4^{2-} ionlary bolsa anoda tarap hereket etmegi sebäpli katodyň üstünde Cu atomlary ýygylýp başlaýar. Wagtyň geçmegi bilen katoddaky mis gatlagy galyňlaşýar. Tok uzak wagt geçirip durulsa, katodda mis maddasy bölünip çykanyny görmek mümkin.

Elektrolitden elektrik togy geçende elektrodlarda madda bölünip çykmak hadysasyna *elektroliz* diýilýär.

Faradeýiň birinji kanuny

Faradeýiň geçiren tejribelerinden görnüşi ýaly, elektrodlarda bölünip çykan maddanyň massasy elektrodlara tarap hereket edýän ionlaryň sanyna, ýagny



110-njy surat.

geçýän zarýadyň mukdaryna bagly bolýar. Faradeýiň birinji kanuny elektroliz wagtynda bölünip çykan maddanyň massasy bilen elektrolitden geçen zarýadyň mukdarynyň arasyndaky baglanyşygy aňladýar. Bu kanun aşakdaky ýaly kesgitlenýär:

Elektroliz wagtynda elektrodlarda bölünip çykan maddanyň massasy elektrolitden geçen zarýadyň mukdaryna göni proporsionaldyr:

$$m = k q \quad (1)$$

bu ýerde: m – bölünip çykan maddanyň massasy; q – zarýad mukdary; k – proporsionallyk koeffisiýenti bolup, maddanyň elektrohimi ekiwalenti diýilýär.

Maddanyň elektrohimi ekiwalenti elektrolitden bir kulon zarýad geçende bölünip çykan maddanyň massasyna san taýdan deň bolan ululykdyr:

$$k = \frac{m}{q}; \quad [k] = \frac{\text{kg}}{\text{C}}.$$

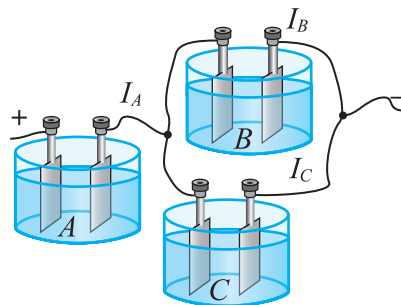
Dürli maddalaryň elektrohimi ekiwalenti tejribede anyklanan, meselem, kümüş üçin 1,118 mg/C, hlor üçin 0,367 mg/C, mis üçin 0,329 mg/C, nikel üçin 0,304 mg/C, alýuminiý üçin 0,094 mg/C-a deň.

Elektrolit arkaly geçen zarýadyň mukdaryny toguň güýji (I) we toguň geçýän wagty (Δt) arkaly aňladyp, ýagny $q = I \Delta t$ bolndygyny hasaba alyp, elektrodlarda bölünen maddanyň massasy üçin aşakdaky aňlatmany alarys:

$$m = k I \Delta t. \quad (2)$$

Faradeýiň birinji kanunyny aşakdaky tejribe esasynda barlap görmek mümkin. Üç A , B we C wannalara birmeňzeş elektrolitler guýlup, olaryň elektrodлары bir-biri bilen 111-nji suratda görkezilişi ýaly birikdirilýär.

Surata görä, A elektrolitik wannadan geçýän I_A toguň güýji B we C elektrolitik wannalardan geçýän I_B we I_C tok güýçleriniň jemine deň bolýar: $I_A = I_B + I_C$. Mundan, (2)



111-nji surat.

formula görə, A , B və C elektrolitik wannalardakı elektrodlarda bölünip çıxan maddələrin $m_A = k I_A \Delta t$, $m_B = k I_B \Delta t$ və $m_C = k I_C \Delta t$ massaları üçün $m_A = m_B + m_C$ gətirilmiş doğru bəliyəndə təcrübədə təsdiqlənən.

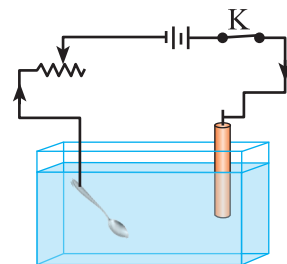
Mesele çözmənin nüsxəsi

Önüm 40 minudə davamında nikeləyir. Məndə önümün üstünə 1,8 g nikel oturdu. Nikelləmə prosesində elektrolitdən nəhili tok keçirir?

Berlen:	Formulası:	Hasaplamak:
$t = 40 \text{ minut} = 2400 \text{ s}$ $m = 1,8 \text{ g} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ $k = 0,304 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$	$m = k q = k I t;$ $I = \frac{m}{k t}$ $[I] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{kg s}}}{\frac{\text{C}}{\text{s}}} = \text{A}.$	$I = \frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{0,304 \cdot 10^{-6} \cdot 2400} \text{ A} = 2,5 \text{ A}.$
Tapmalı: $I = ?$		Jəvabı: $I = 2,5 \text{ A}.$



1. Elektroliz diyip nəhili hadisə aydınlanır?
2. Mis kuprosı ilə keçirilən təcrübəni düşündürüb bəli.
3. Faradeyin birinci qanununu kəsirlə və nəhili aňladılışını yazıb bəli.
4. 112-nji surətdə berilən quruluş nəhili məqsətdə ulanılır, quruluşun işləyş prinsipi nəmə əsaslanan?
5. Faradeyin birinci qanununu təcrübədə nəhili barlamak mümkün?



112-nji surət.

22-nji gönükme

1. Mis kuprosının suvdakı ərinəndən yəbarət bolan elektrolitdən 12,5 C zaryad keçdi. Elektrolitə batırılan katoddə nəçə mükdardə mis toplanan?
2. Elektroliz vaxtında katoddə 10 mg mükdardə küküş toplanmagı üçün küküş ionları bolan elektrolitdən nəçə zaryad keçməli?
3. 1,5 saat davam edən elektrolizdə katoddə 15 mg nikel yığıldı. Elektroliz vaxtında elektrolitdən keçən toğun gücünü tapın.
4. Elektrolitik wannadan 20 minudə davamında gücü 1,6 A bolan tok keçib duranda, katoddə massası 0,632 g mis bölünib çıxdı. Şu nəticələr əsasında misiñ elektrohimiği ekvivalentini hasapla.

43-§

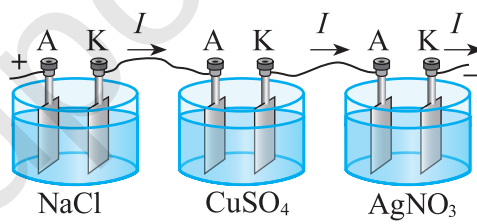
FARADEYIŇ IKINJI KANUNY

Iňlis fizigi M. Faradeý ençeme tejribelerde dürli elektrolitlerden dürli mukdarda tok geçiripdir. Elektrodlarda bölünip çykan maddanyň massasyny ölçemek netijelerine esaslanmak bilen, 1833–1834-nji ýyllarda elektroliziň ikinji kanunyny açyş edipdir.

Şu kanun bilen tanyşmak üçin siz 7-nji synp himiýa kursundan aşakdaky maglumatlary ýada salmaly bolýarsyňyz:

Walentlik (Z)	Molýar massa	Madda mukdary
bu – element atomynyň başga elementleriň atomlarynyň anyk sanyny biriktirip almak mümkinçiligidir.	bu – mukdary bir mol bolan maddanyň massasydyr.	1 mol – 0,012 kg ugleroddaky atomlar sanyna deň bölekleri (atom ýa-da molekula) saklaýan maddanyň mukdarydyr: $\nu = \frac{m}{M}$.

Üç elektrolitik wanna alyp, olaryň birinjisine natriý hloridi (NaCl), ikinjisine mis sulfaty (CuSO₄), üçünjisine bolsa kümüş nitraty (AgNO₃) duzlarynyň erginlerini guýýarys. Elektrolitlere batyrylan elektrodlary geçiriji simler bilen 113-nji suratda görkezilişi ýaly yzygider utgaşdyryp, tok çeşmesine birikdirýäris. Munda birinji wannanyň katodyndan wodorod (H₂) we anodyndan hlor (Cl₂), ikinji wannanyň katodyndan mis (Cu) we anodyndan kislorod (O₂), üçünji wannanyň katodyndan kümüş (Ag) we anodyndan kislorod (O₂) bölünip çykýar.



113-nji surat.

Wannalar yzygider birikdirileni üçin her bir elektrolitden geçýän I toguň güýji birmeňzeş bolýar. Ýöne elektrodlarda bölünip çykan natriý, mis we kümüş maddalarynyň massasy dürli bolýan eken. Muňa Na, Cu we Ag-niň atom massasy we olaryň walentligi dürlüçe bolanlygy sebäp bolýar. Tejribe esasynda, elektrodlardan bölünip çykan natriýniň, misiň we kümüşniň massalaryny ölçäp, olaryň massasy şu maddalaryň atom massalaryna göni proporsionaldygyna göz ýetirmek mümkin.

Tejribedäki ikinji elektrolitdäki elektroda t wagtyň içinde gelen Cu²⁺ ionlaryň sany birinji we üçünji elektrolitlerdäki elektrodlara gelen Na⁺ we Ag⁺ ionlarynyň sanyndan iki esse az bolýar. Çünki, elektrolizde gatnaşan natriý we kümüş

maddalary bir valentli, mis bolsa iki valentlidir. Bu tejribe elektroliz wagtynda her bir wannada bölünen maddalaryň massalarynyň ekwiwalent agyrlyklaryna ($\frac{A}{Z} \cdot \frac{\text{atom massa}}{\text{valentlik}}$) proporsionaldygyny tassyklaýar.

Maddanyň atom massasynyň walentligine gatnaşygyna ($\frac{A}{Z}$) maddanyň himiki ekwiwalenti diýilýär.

Bir valentli maddanyň himiki ekwiwalenti san taýdan atom massa deň. Tejribeler esasynda Faradeý maddanyň elektrohimi ekwiwalenti onuň himiki ekwiwalentine göni proporsionaldygyny anyklady:

$$k \sim \frac{A}{Z} \text{ ýa-da } k = \frac{1}{F} \frac{A}{Z}. \quad (3)$$

Bu ýerde $\frac{1}{F}$ – proporsionallyk koeffisiýenti bolup, ol ähli maddalar üçin hemişelik ululykdyr. Bu aňlatmadaky F ululyga Faradeý hemişeligi diýilýär we onuň san bahasy $F \approx 96500 \text{ C/mol}$.

Käbir himiki elementler dürli birleşmelerde dürli walentlige eýe bolýandygy hasaba alynmalydyr. Meselem CuCl we Cu_2O birleşmelerinde mis bir walentligi, CuO we CuSO_4 birleşmelerinde bolsa iki walentligi ýüze çykarýar. Mis bir valentli bolmak bilen onuň elektrohimi ekwiwalenti $6,6 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$, mis iki walentligi ýüze çykaranda bolsa onuň elektrohimi ekwiwalenti $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$ -a deň bolýar.

(3) aňlatmany $m = k q$ formuladaky k -nyň ýerine goýsak, aşakdaky deňlik emele gelýär:

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

Elektroliz wagtynda bölünip çykan maddalaryň massasy maddanyň elektrohimi ekwiwalentine hem-de elektroliz wagtynda geçen zarýadyň mukdaryna göni proporsional bolýar.

(4) aňlatma görä elektrolitde walentligi bire deň bolan bir mol madda bölünip çykmagy üçin elektrolit arkaly san taýdan Faradeýiň hemişeligine deň bolan 96500 kulon zarýad geçmeli. Elektrolitde walentligi Z -e deň bolan bir mol madda bölünip çykmagy üçin bolsa elektrolit arkaly $Z \cdot 96500$ kulon zarýad geçmeli eken.



1. Elektrolizniñ birinji kanunyny aýdyň. Elektrohimiýa ekwiwalent nähili fiziki mana eýe?
2. Faradeýiň ikinji kanuny nähili aňladylyr we nähili kesgitlenýär?
3. Elektroliz wagtynda bölünip çykan maddanyň massasy şu maddanyň molýar massasyna göni proporsionaldygyny tejribede nähili esaslanýar?
4. Elektroliz wagtynda bölünip çykan maddanyň massasy şu maddanyň walentligine baglylygyny tejribede nähili barlamak mümkin?



114-nji suratda getirilen tejribäni geçirip görüň. Tok çeşmesi hökmünde 9 V naprýaženiýeli elementi alyň. Elektrolitiň içinde duran galamyň uçlarynda köpürjikler emele gelşini düşündiriň.



114-nji surat.

44-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Üstüň meýdany 25 cm^2 bolan demir çemçäni galyňlygy $0,08 \text{ mm}$ bolan kümüş bilen örtmek üçin kümüş duzunyň ergini arkaly nähili zarýad geçmeli? Kümüş dykzylygy $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ -a deň.

Berlen:	Formula:	Hasaplamak:
$S = 25 \text{ cm}^2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $h = 0,08 \text{ mm} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ $k = 1,118 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	$m = \rho V = \rho S h;$ $m = k q; q = \frac{\rho S h}{k}.$ $[q] = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m}}{\text{m}^3}}{\frac{\text{kg}}{\text{C}}} = \text{C}.$	$q = \frac{10,5 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-5}}{1,118 \cdot 10^{-6}} \text{ C} \approx$ $\approx 1878 \text{ C}$
Tapmaly: $q = ?$		Jogaby: $q \approx 1878 \text{ C}.$

2-nji mesele. 42 V naprýaženiýä niýetlenen 10 kW kuwwatly elektroliz gurluşynda 2 sagatda näçe mis maddasy toplanar?

Berlen:	Formula:	Hasaplamak:
$U=42 \text{ V}$ $P=10 \text{ kW}=10^4 \text{ W}$ $t=2 \text{ h}=7,2 \cdot 10^3 \text{ s}$ $k=0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C.}$	$A=q U; \quad A=P t;$ $q=\frac{Pt}{U}; \quad m=kq=k\frac{Pt}{U};$ $[m]=\frac{\text{kg}}{\text{C}} \cdot \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{V}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{J}}{\text{J}} = \text{kg}.$	$m=0,329 \cdot 10^{-6} \cdot$ $\cdot \frac{10^4 \cdot 7,2 \cdot 10^3}{42} \text{ kg} =$ $=0,564 \text{ kg}.$ <i>Jogaby:</i> $m=0,564 \text{ kg}.$
<i>Tapmaly:</i> $m=?$		

3-nji mesele. Hromlamak üçin elektrolitik wanna salnan uzynlygy 3 cm we ini 5 cm bolan plastinkadan 2 sagadyň dowamynda 1,5 A tok geçen bolsa, plastinkada emele gelen hrom gatlagynyň galyňlygyny anyklaň. Hromyň dykyzlygy $\rho = 7,18 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Berlen:	Çözülişi:
$a=3 \text{ cm}=3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $b=5 \text{ cm}=5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $t=2 \text{ h}=7,2 \cdot 10^3 \text{ s}$ $I=1,5 \text{ A}$ $k=1,8 \cdot 10^{-7} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$ $\rho=7,18 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$	Faradeýiň 1-nji kanunyna görä $m=k I \Delta t$. Ikinji tarapdan elektrod plastinkanyň iki meýdanyna geçiren hromyň massasy aşakdaky ýaly anyklanýar: $m=\rho V=\rho 2S h=\rho 2(a b) h,$ h – plastinkada emele gelen hromyň galyňlygy. Massanyň aňlatmalaryny deňläp, $k I t=2\rho a b h$ -a eýe bolarys we mundan $h=\frac{k I t}{2\rho a b}$
<i>Tapmaly:</i> $h=?$	$h=\frac{1,8 \cdot 10^{-7} \frac{\text{kg}}{\text{C}} \cdot 1,5 \text{ A} \cdot 7,2 \cdot 10^3 \text{ s}}{2 \cdot 7,18 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} =$ $=9 \cdot 10^{-5} \text{ m}=90 \mu\text{m}.$ <i>Jogaby:</i> $h=90 \mu\text{m}.$

23-nji gönükmä

- 2 sagat dowam eden elektrolizde katodda 20 mg nikel ýygylan bolsa, elektroliz wagtynda elektrolitden geçen toguň güýji nähili bolupdyr?
- 12 V naprýaženiýä niýetlenen 6 kW kuwwatly elektroliz gurluşynda 2 sagadyň dowamynda näçe kümüş maddasy ýygylar?
- Önümi nikellemekde 3 sagadyň dowamynda elektrolitden 5 A tok geçip duranda nikel gatlagynyň galyňlygy 0,1 mm bolupdyr. Nikel örtülen meýdan nähili bolupdyr? Nikeliň dykyzlygy 8900 kg/m^3 -a deň.

4. Mis kuporosy erginindäki elektrodларыň arasyndaky naprýaženiýe 24 V bolanda, elektrik togy 192 kJ peýdaly iş etse, näçe mis bölünip çykar?
5. Üstün meýdany 30 cm² bolan demir çemçäni galyňlygy 0,05 mm bolan kümüş bilen örtmek üçin kümüş duzunyň ergini arkaly nähili zarýad geçmeli? Kümüşň dykzlygy 10,5·10³ kg/m³-a deň.
- 6*. Kümüşň molýar massasy 108 g/mol, walentligi 1 we elektrohimi ekiwalenti 1,08 mg/C, altynyň molýar massasy 197 g/mol, walentligi 1 bolsa, altynyň elektrohimi ekiwalenti nähili?

45-§

ELEKTROLIZDEN DURMUŞDA WE TEHNIKADA PEÝDALANMAK

Misi bölüp almak

Elektrotehnikada sap mis köp ulanylýar. Mise azajyk başga maddalar gatyşan bolsa, onuň elektrik toguny geçirmek arýratynlygy erbetleşýär. Mis dürli garyndylardan aşakdaky usul bilen bölünip alynýar.

Uly elektrolit wannasy mis kuporosynyň ergini bilen doldurylýar. Onuň içine sap misden taýýarlanan ýuka plastinkalar parallel ýagdaýda düşürilýr. Elektrik çeşmesiniň otirisatel polýusyna birikdirilýän şeýle sap mis plastinkalary katod wezipesini ýerine ýetirýär. Katodларыň arasyna parallel ýagdaýda galyň anod plastinkalar düşürilýär. Anod wezipesini ýerine ýetirýän plastinkalar arassalanmadyk misden taýýarlanan bolýar.

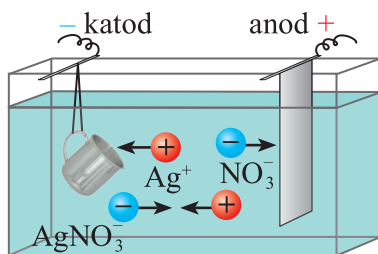
Elektroliz prosesinde mis kuporosynyň ergininden bölünip çykan mis katoda çökýär. Mundan daşary anod plastinkasy elektrolitde eräp mis ionlaryny emele getirýär, keseki garyndylar bolsa ionlara bölünmähligi sebäpli olar wannanyň düybüne çökýär. Wagtyň geçmegi bilen katod plastinkalar galyňlaşyp başlaýar, anod plastinkalar bolsa ýukalaşýar. Mähim wagtdan soň katod we anodlar wannadan alnyp, olaryň ýerine täzesi goýulýar. Wannadan çykaryp alnan galyňlaşan plastinka misden ybarat bolýar.

Galwanostegiýa

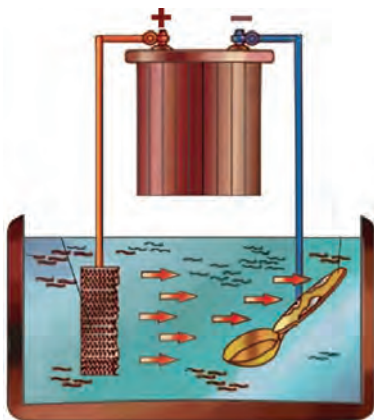
Demirden ýasalan önümleriň üsti oksidlenmegi netijesinde tiz poslaýar.

Pos bolsa ýuwaş-ýuwaşdan metaly ýumurýar we önüm deşilýär. Adatda, oksidlenýän metal önümleriň üsti kyn oksidlenýän başga metallar – nikel, sink, kümüş, altyn ýalylar bilen örtülýär. Nikellenen çemçe, pyçak, çäýnek ýaly dürli gap-çanaklardan durmuşda peýdalanýarys.

Elektrolizden peýdalanyp, predmetleriň üstüni kyn oksidlenýän metallar bilen örtmek galwanostegiýa diýip atlandyrylýar.



115-nji surat.



116-nji surat.



117-nji surat.

negatiwdw güberçek bolup, güberçek yerler bolsa negatiwde oyuk bolup çykýar.

Şeýdip alnan negatiw şekil **matrisa** diýiýär. «**Matrisa**» latynça söz bolup, «ene» diýen manyny aňladýar. Ol çaphanalarda ýygňalan harplaryň nusgasyny guýmak, medal, teňňe, şamp ýalylary taýýarlamak üçin ulanylýan galypdyr.

► Şeýle emele getirmek üçin predmetleriň üstüne elektrolitik usulda metal çalmak **galwanoplastika** diýip atlandyrylýar.

Kümüş nitraty erginli wanna arkaly mälüm wagtyň dowamynda tok geçirilip durulsa, önümiň üsti kümüş bilen örtülýär (115-nji surat). Önümiň üstüne kümüş çaymak üçin elektrolit hökmünde kümüş duzlarynyň ergini, anod hökmünde kümüş plastinka alynýar. Altyn çaymakda bolsa elektrolit üçin altyn duzlarynyň ergini, anod üçin altyn plastinka ulanylýar (116-nji surat).

Galwanoplastika

Elektroliziň kömeginde çylşyrymly üstli nagşlaryň we predmetleriň metal nusgalaryny almak mümkin. Meselem, tagta oýup işlenen nagşyň nusgasyny almak gerek bolsun. Munuň üçin tagtanyň nagşlanan bölegine örän ýuka edip grafit çalynýar, netijede onuň bu tarapy tok geçirýän bolýar. Taýýarlanan tagta mis kuporosynyň erginine batyrylýar (117-nji surat). Bu tagtanyň üstündäki grafit sim arkaly çeşmäniň otrisatel polýusyna birikdirilýär, ýagny grafit gatlak katod wezipesini yerine ýetirýär. Anod hökmünde bolsa elektrolite mis plastinka düşürilýär. Elektrolitden tok geçirilende elektroliz netijesinde bölünip çykan mis tagtanyň üstündäki grafitiň üstünde çökyär. Grafitiň üsti ýeterli derejedäki mis gatlagy bilen örtülenden soň elektroliz prosesi bes edilýär we mis gatlak tagtadan bölünip alynýar. Munda mis gatlagyň şekili tagtanyň üstündäki nagşyň negatiw (ters) şeklinden ybarat bolýar. Tagtadaky çuň yerler mis

Häzirki zaman tehnologiýasy, kompýuter teknikasy bilen uýgunlaşan galwanoplastika çaphanalarda giňden ulanylýar. Galwanoplastik usul diňe bir tekstli däl, eýsem suratly kitaplary hem köp nusgada çap etmäge mümkinçilik berýär.



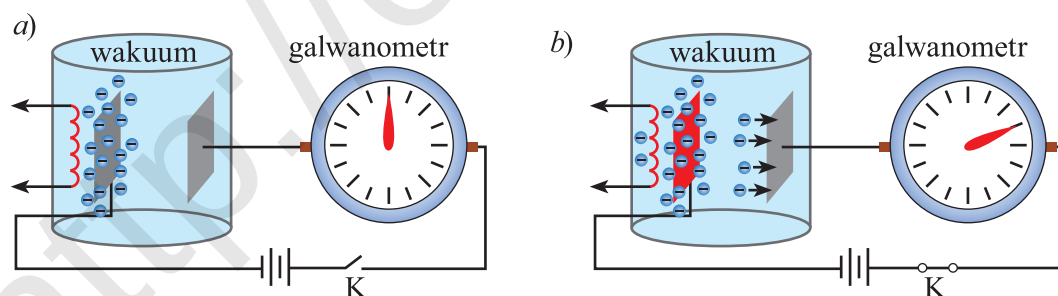
1. Elektroliziň kömeginde mis nähili bölünip alynýar?
2. Ýene nähili metallary elektroliziň kömeginde bölüp almak mümkin?
3. Gap-çanaklaryň üsti kyn oksidlenýän metallar bilen nädip örtülýär?
4. Galwanostegiýa diýip nähili prosese aýdylýar?
5. Galwanoplastika näme? Ondan nähili maksatlarda peýdalanylýar?

46-§

WAKUUMDA ELEKTRIK TOGY

Turbajygyň içindäki gazy ýörite nasosda sorup, ondaky gazyň molekulalarynyň sanyny şu derejä ýetirmek mümkin, ýagny munda gazyň molekulalary bir diwardan ikinji diwara bir-biri bilen ýaknyşman diýen ýaly ýetip barýarlar. Turbajykdaky gazyň şeýle ýagdaýyna **wakuum** diýilýär.

Amerikan fizigi Tomas Edison wakuumda elektrik togunyň geçiş tebigatyny öwrenipdir. Ol iki elektrod ornaşdyrylan çüýşe kolbanyň içinde wakuum emele getirip, elektrodalaryň birini tok çeşmesiniň otrisatel polýusyna, ikinji elektrody galwanometr arkaly tok çeşmesiniň položitel polýusyna birikdiripdir. Ilki ol strelkasynyň üýtgemänligini görüp, wakuumdan tok geçmeýänligini görýär. Soňra tok çeşmesiniň otrisatel polýusyna birikdirilen elektrod gyzdyrylanda wakuumda elektrik togunyň ýüze çykandygyny, ýagny galwanometriň strelkasynyň gyşarmagy wakuumdan tok geçýändigini tassyklady (118-nji surat).



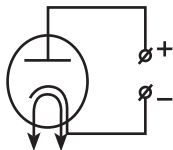
118-nji surat.

Gyzdyrylan metallardan elektronlaryň bölünip çykmagy termo-elektron emissiýa diýip atlandyrylýar.

a)



b)



119-njy surat.

Diymek, wakuumda emele gelen elektrik togy gyzdyrylan elektroddan bölünip çykan elektronlaryň aky-myndan ybarat. Gyzdyrylýan elektrody *katod* diýip tok çeşmesiniň otrisatel polýusyna birikdirilýär. Sowuk elektrody bolsa *anod* diýip položitel polýusyna birikdirilýär.

Katod we anod kebşerlenen wakuumly kolba (naýa) iki elektrodly elektron lampa ýa-da *diod* diýilýär. Wakuumly diodyň umumy görnüşi we elektrik shemasy 119-njy suratda getirilen.

Geçen asyrda elektron lampalar elektronika ugrunda öňdebaryjy orny eýeläpdir we olardan radio, telewizor, kompýuter, senagat elektronikasynada giň peýdalanylýdyr.

Ylmyň we tehnikanyň çalt depginler bilen ösmegi netijesinde bu günki günde wakuumly lampalaryň ýerine häzirki zaman hem-de kem energiýa sarp edýän ýarymgeçirijilerden ýasalan esbaplar ulanylýar.

Wakuumda elektrik togy nähili emele gelýär?

Katod gyzdyrylanda ondan elektronlar bölünip çykyp başlaýar. Katoddan çykan elektronlar anod bilen katodyň arasyndaky elektrik meýdanynyň täsirinde anoda tarap tertipli herekete gelýär we zynjyrdak tok emele gelýär. Eger t wagtyň dowamynda anoda N sany elektron ýetip gelen bolsa, şu wagtyň dowamynda anod alan zaryadyň mukdaryny $q = N e$ aňlatma görä hasaplaýarys. Onda anodyň togy aşakdaký aňlatma arkaly hasaplanýar:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{N e}{t}.$$

Özbegistanda metallarda termoelektron emissiýa hadysasyny öwrenmek boýunça ýurtdaşymyz akademik Ubaý Oripowyň ýolbaşçylygynda bir topar alymlar ylmy barlag işlerini alyp barypdyrlar. Olaryň alyp baran ylmy gözlegleriniň netijeleri kosmiki materialşynaslyk we enjam gurluşygy ugrunda giň ulanylýp gelýär.

Mesele çözmegiň nusgasy

Eger iki elektrodly lampanyň anodyna her sekuntda $1,2 \cdot 10^{17}$ sany elektron ýetip barsa, anodyň togy nämä deň bolar?

Berlen:	Formula:	Hasaplamak:
$t = 1 \text{ s}$ $N = 1,2 \cdot 10^{17} \text{ ta}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$	$q = N e;$ $I = \frac{q}{t} = \frac{N e}{t}.$	$I = \frac{1,2 \cdot 10^{17} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ s}} = 1,92 \cdot 10^{-2} \text{ A}.$
Tapmaly: $I = ?$		Jogaby: $I = 1,92 \cdot 10^{-2} \text{ A}.$



1. Wakuumda elektrik toguny nāhili zarýadlanan bölejikler emele getirýär?
2. Termoelektron emissiýa hadysasy näme?
3. Wakuumda elektrik togy nāhili emele gelýär?

24-nji gönükme

1. Eger anod togy 8 mA bolsa, onuň üstüne her sekunda näçe elektron düşer?
2. Diodda anodyň naprýaženiýesi 180 V-a deň. Eger elektrik meýdany 4,8 J iş eden bolsa, anoda näçe elektron ýetip gelipdir?
- 3*. Diodda anod bilen katodyň arasyndaky meýdanyň güýjenmesi $4 \cdot 10^3$ N/C bolsa, elektron nāhili tizlenme alar?

47-§

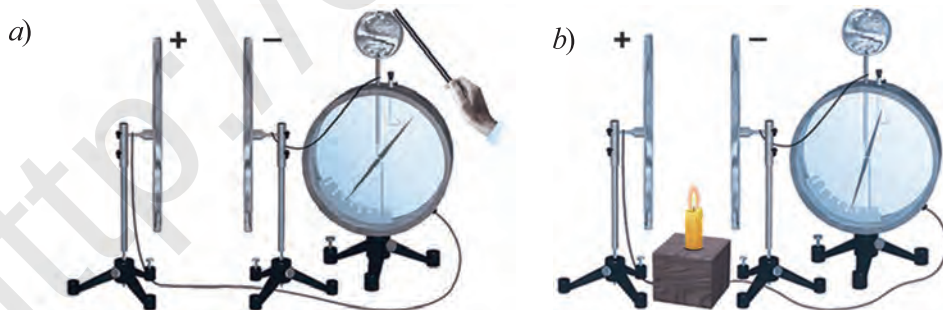
GAZLARDA ELEKTRIK TOGY

Gazda elektrik zarýadsyzlanmay

Tekiz kondensatory elektrometre birikdirip, elektrometri zarýadlandyralyň. Munda mālīm bir bahany görkezip duran elektrometriň görkezijisi gozganmaýar diýen ýaly, ondaky zarýad kemelmeýär (*120-nji a surat*). Bu bolsa kondensatoryň örtükleriniň arasyndaky howa arkaly zarýad geçmeýänligini görkezýär. Diýmek, gurak howany otag temperaturasynda dielektrik diýip hasaplamak mümkin.

Şem yakyp, kondensatoryň örtükleriniň arasyndaky howany gyzdyralyň. Şol bada elektrometriň görkezijisi kemelip başlaýar, ýagny kondensator zarýadsyzlanýar (*120-nji b surat*). Diýmek, gyzdyrylan howadan tok geçýär.

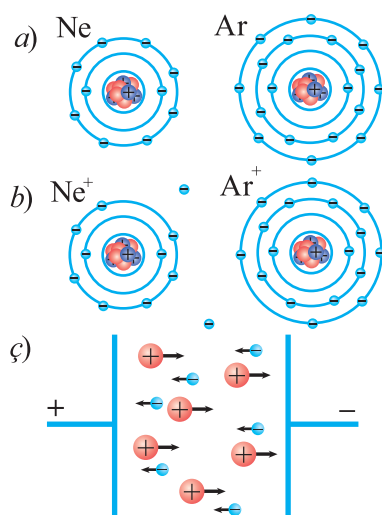
► Gaz arkaly elektrik togunyň geçmek prosesi *gaz zarýadsyzlanmay* diýip atlandyrylýar.



120-nji surat.

Gazlaryň ionlaşmagy

Howanyň düzüminde azotdan, kisloroddan, wodoroddan daşary bir göterime golaý neon, argon ýaly inert gazlar hem bar. Otag temperaturasynda howadaky



121-nji surat

ähli atomlar we molekularlar neýtral halatda bolýar. Howa gyzdyrylanda neýtral atomlar ionlara öwrülip başlaýar, ýagny ionlaşýar. Bu prosesin nähili geçýändigine neon we argon inert gazlarynyň mysalynda garaýarys.

Neon (Ne) ýadrosynyň daşynda orbita boýunça 10 sany, argon (Ar) ýadrosynyň daşynda bolsa 18 sany elektron aýlanýar. Olarda daşky elektron gabygynda 8 sanydan elektron bolup, gutarnykly hasaplanýar. Neon ýadrosynyň zarýady $+10e$ -a, elektronlarynyň jemi zarýady $-10e$ -a deň. Argonyňky bolsa degişliklikde $+18e$ we $-18e$ -e deň (121-nji a surat). Aýratyn alnan Ne we Ar atomlary elektrik taýdan neýtraldyr.

Howa gyzdyrylanda käbir Ne we Ar atomlarynyň daşky elektron gabygynda aýlanýan elektronlardan biri atomy terk edýär. Bir elektronyny ýitiren Ne atomy Ne^+ ionyna, Ar atomy bolsa Ar^+ ionyna öwrülýär (121-nji b surat).

Temperatura näçe ýokary bolsa, howada şonça köp ion emele gelýär.

Elektrik meýdanynyň täsirinde Ne^+ we Ar^+ ionlary kondensatoryň otrisatel zarýadlanan örtüğine tarap, atomlardan bölünip çykan elektronlar bolsa položitel örtüğine tarap hereketlenýär (121-nji ç surat). Netijede howadan tok geçýär.

Gazlaryň elektrik geçirijiliginde, bir tarapdan, ionlar gatnaşmagy elektrolitleriň geçirijiligine, ikinji tarapdan, onda elektronlaryň gatnaşmagy metallaryň elektrik geçirijiligine meňzeýär.

Gazlarda elektrik geçirijilik elektrik meýdanynda ionlaryň we erkin elektronlaryň tertipli hereketinden ybarat.

Rekombinirlenme

Daşky elektrik meýdany üzülende, ýagny ionlaşdyryjy daşky täsir bes edilende, gazdaky elektronlar we ionlar bir-biri bilen goşulyşmagy netijesinde ýene neýtral atomlary emele getirmegi-de mümkin.

Elektronlaryň we položitel zarýadlanan ionlaryň goşulyşmagy netijesinde neýtral atomlaryň emele geliş prosesi gazlarda zarýadlanan bölejikleriň rekombinirlenmesi diýip atlandyrylýar.

Daşky täsir bes edilen wagtda zarýadlanan bölejikler diňe rekombinirlenme sebäpli ýitýär we gaz ýene dielektrige öwrülýär.



1. Gazlardan elektrik togunyň geçmegini nädip amala aşyrmak mümkin?
2. Näme sebäpden howa gyzdyrylanda ondan elektrik togy geçýär?
3. Gazlarda elektrik geçirijilikde nähili bölekler gatnaşýar?
4. Rekombinirlenme diýip nähili prosese aýdylýar?

48-§

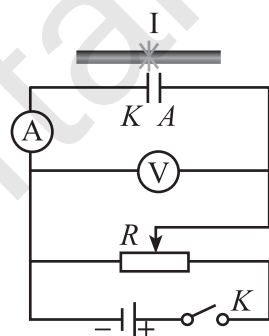
ELEKTRIK ZARÝADSYZLANMALARYŇ GÖRNÜŞLERI WE OLARDAN PEÝDALANMAK

Gaz zarýadsyzlanmasynyň birnäçe görnüşi bar. Olaryň her birine aýratyn garaýarys.

Özbaşdak däl zarýadsyzlanma

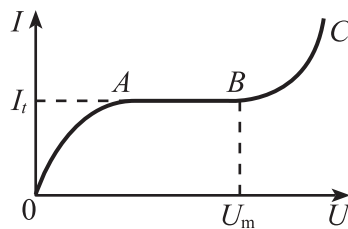
Gazdan geçýän toguň güýjüniň goýlan elektrik naprýaženiýä baglylygyna garalyň. Munuň üçin shemasy 122-nji suratda görkezilen elektrik zynjyry ýygalyň.

A anod we K katodlary tekiz kondensatoryň örtükleri ýaly bir-birine parallel ýagdaýda ýerleşdireliň. Anod bilen katodyň arasyndaky naprýaženiýe V woltmetr bilen, anod bilen katodyň arasyndaky gazdan (howa) geçýän toguň güýji A ampermetr bilen ölçenýär. R reostatyň kömeginde anod bilen katodyň arasyndaky naprýaženiýäni üýtgedip durmak mümkin. Anod bilen katodyň arasyndaky howany hemişelik ýagdaýda ionlaşdyryp durmak üçin I ionizator ornaşdyrylan. Ionizator üznüksiz ýalpyldap durmagyndan anod bilen katodyň arasyndaky howa gyzýar we ionlaşýar.



122-nji surat.

Elektrik zynjyrdaky açary birikdirip, naprýaženiýäni ýuwaş-ýuwaşdan artdyryarys. Anod bilen katodyň arasyndaky elektrik naprýaženiýäniň artmagy bilen emele gelen toguň güýji hem barha artýar. Howadan geçýän toguň naprýaženiýä baglylykda üýtgeýşi 123-nji suratda görkezilen. Naprýaženiýäni barha artdyranda şeýle pursat emele gelip, ýagny munda naprýaženiýe mälüm baha ýetensoň, toguň güýji artmazdan hemişelik bolup galýar (123-nji surat AB bölegi). Toguň güýjüniň şeýle bahasyna doýgun tok I_t diýilýär.



123-nji surat.

Toguň güýjüniň doýgun bolmagynyň sebäbi näme?

Naprýaženiýe pes bolanda, anod bilen katodyň arasynda birlik wagt içinde emele gelýän zarýadlaryň diňe bir bölegi anoda we katoda ýetip barýar.

Napryáženiyäniñ artmagy bilen anoda we katoda ýetip boraýan zarýadlar sany barha artr. Napryáženiyé mälím baha ýetende, howada emele gelen zarýadlaryň hemmesi anoda we katoda ýetip barýar.

Eger ionizator öçürilse, zynjyrda toguñ güýjüniñ bahasy derrew nola deň bolup galýar. Çünki, elektrik zarýadsyzlanma togtayar. Anod bilen katodyň arasyndaky howada ionizatorsyz özbaşdak ýagdaýda zarýadsyzlanma bolmaýar.

Ionizatoryň täsiri bes edilmegi bilen togtayan zarýadsyzlanma özbaşdak däl zarýadsyzlanma diýilýär.



124-nji surat.

Özbaşdak zarýadsyzlanma

Ýokardaky tejribäni dowam etdirip, napryáženiyäni has-da artdyrsak, napryáženiyé mälím U_m baha ýetende toguñ güýji ýiti artyp başlaýar (123-nji surat BC bölegi). Sebäbi anoda tarap hereketlenýän elektronlar öz ýolunda gazdaky neýtral atomlar bilen köp çaknyşýar. Napryáženiyäniñ artmagy bilen gazda emele gelen elektronlaryň anoda tarap hereket tizligi-de barha artýar. Napryáženiyé ýene artdyrylsa, elektronlaryň kinetik energiýasy öz ýolunda çaknyşan neýtral atomlaryň elektronyny urup çykarmaga, ionlaşdyrmaga ýeterli bolýar. Şeýdip gazyň ionlaşmasy ýiti artýar. Bu bolsa toguñ güýjüniñ hem ýiti artmagyna sebäp bolýar. Eger daşky täsir – ionizator öçürip goýulsa hem, gazyň ionlaşmasy togtamaýar. Elektrik zarýadsyzlanma ionizatoryň täsiri bolmasa-da özbaşdak ýagdaýda dowam ediberýär.

Ionizatoryň täsiri bes edilende-de dowam ediberýän zarýadsyzlanma özbaşdak zarýadsyzlanma diýip atlandyrylýar.

Elektrik duga zarýadsyzlanmasy

Iki kömür elektrod alyp, olara 40–50 V napryáženiyé bereliň. Olaryň uçlaryny bir-birine degrip, biraz uzaklaşdyralyň. Munda elektrodalaryň uçlarynyň arasynda göz gamaşdyryjy ýalpyldy – **elektrik duga zarýadsyzlanmasy** emele gelyär (124-nji surat). Emele gelen elektrik duga elektrodalaryň arasyndaky napryáženiyé alynýança dowam edýär.

Elektrik duga zarýadsyzlanmasy örän kuwwatly ýagtylyk çeşmesidir. Şeýle elektrik dugalardan prožektorlarda, maýaklarda we başga gurluşlarda peýdalanylýar. Elektrik duganyň temperaturasy örän ýokary bolanlygyndan ondan metallary eretmekde we kebşirlemekde peýdalanylýar. Ýokary sortly polat almakda güýçli elektrik dugadan peýdalanylýar.

Uçgun zarýadsyzlanmasy

Bir-birinden izolirlenen iki elektrody ýokary naprýaženiýe çeşmesine birikdireliň. Elektrodlardaky naprýaženiýe mälüm uly baha ýetensoň, olaryň arasynda ýalpyldy – **uçgun zarýadsyzlanmasy** emele gelendigini görýäris. Şonda özboluşly şatyrdy eşidilip, gözi gamaşdyrýan derejede güýçli ýagtylyk çykýar.

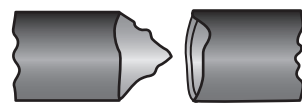
Ýokary naprýaženiýeli elektrik geçiriji pudaklarynda geçiriji sim metal daýanja izolýator arkaly baglanan bolmagyna seretmezden, kä halatlarda güýçli elektrik zarýadsyzlanmasy ýüze çykmagy mümkin. Uçgun çykmazlygy üçin elektrik geçiriji pudaklarda naprýaženiýe näçe ýokary bolsa, daýanç bilen geçirýän simiň arasyndaky izolýator şonça uly bolmalydyr.

Adatdaky şertde howadaky elektrik meýdanynyň güýjenmesi 3000 000 N/C -a ýetende uçgun zarýadsyzlanmasy emele gelýär.

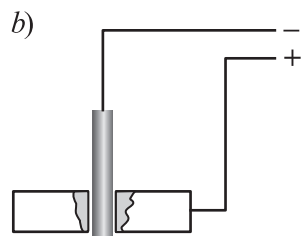
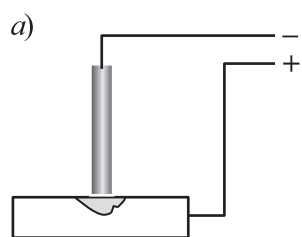
Uçgun zarýadsyzlanmasy tebigatda ýyldyrym görnüşinde ýüze çykýar. Ýyldyrym bulutlaryň arasynda ýa-da bulut bilen ýeriň arasynda bolýandygyny bilýärsiňiz. Dürli alamatly güýçli zarýadlanan bulutlar bir-birine ýakynlaşanda, olar arasynda güýçli uçgun zarýadsyzlanmasy – ýyldyrym emele gelýär. Bulutlaryň arasyndaky naprýaženiýe 100 000 000 V-dan geçmegi mümkin. Şeýle bulutlaryň arasyndaky ýyldyrym wagtynda howa arkaly geçen toguň ululygy 10 000 A-e ýetýär. Ýyldyrym wagtynda uçgun zarýadsyzlanmasynyň dowamlylygy bary-ýogy 0,001–0,02 s bolýar.

Bir-birine ýakynlaşdyrylan iki elektroda ýokary naprýaženiýe berip, uçgun zarýadsyzlanmasy döredilende, anodda oýuk, katodda bolsa tümmek emele gelýär (125-nji surat). Şeýle hadysadan metallary işläp bejermekde peýdalanylýar. Eger deşik deşmek gerek bolan metaly anod edip alyp, oňa katod ýakynlaşdyrylsa, anodda oýuk emele gelýär (126-njy a surat). Bu proses ýene biraz dowam etdirilse, anod hökmünde alnan metalda deşik emele gelýär (126-njy b surat).

Taplanan polatlarda, hatda, ondan-da gaty garyndylarda hem uçgun zarýadsyzlanmasyndan peýdalanyp, bellenen ölçegde we şekilde deşik deşmek mümkin. Metallary uçgun zarýadsyzlanmasynyň kömeginde işlemek usulyndan dürli şampalar ýasanda, metallary kesende we gyrkyjy esbaplary çarhlanda-da peýdalanylýar.



125-nji surat.

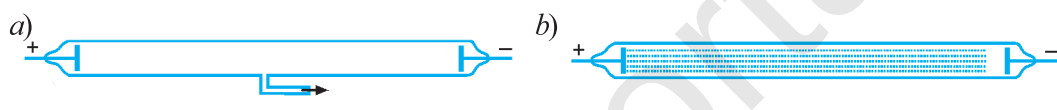


126-njy surat.

Ýylpyldama zarýadsyzlanmasy

Ýapyk çüýşe turbajyk alyp, onuň içine garşylykly edip anod we katodlar ornaşdyrylan. Turbajygyň içindäki basyş atmosfera basyşyna deň bolanda, onuň içindäki howadan tok geçmeýär. Ýöne turbajygyň içindäki howa ýörite nasosyň kömeginde ýuwaş-ýuwaşdan sorup alynsa, ondan tok geçip başlaýar (127-nji a surat). Turbajykdaky howa takmynan on esse seýreklendirilende, zarýadsyzlanma duýlup başlaýar. Howa adatkada garanda birnäçe ýüz esse seýreklendirilse, anod bilen katodyň arasyndaky miltillagan ýagtylyk örtýär (127-nji b surat). Şonuň üçin şeýle zarýadsyzlanma ýylpyldama zarýadsyzlanmasy diýip atlandyrylýar. Munda katoda ýakyn ýer garaňkyligynnda galýar.

Ýylpyldama zarýadsyzlanmasyndaky sowuk lampalarda ýa-da gündizki lampalar diýilýän lampalarda ýagtylyk çeşmesi hökmünde peýdalanylýar. Turbajygyň içine ak reňkdäki «lýuminofor» diýilýän maddalar çalynsa, ondan ak ýagtylyk çykýar.



127-nji surat.

Gaz zarýadsyzlanmalarynyň ulanylyşyny we tebigy ýagdaýda ýüze çykyşyny 128-nji suratda görmek mümkin.



128-nji surat.



1. Özbaşdak däl zarýadsyzlanma diýip nähili zarýadsyzlanma aýdylýar?
2. Özbaşdak zarýadsyzlanma diýip nähili zarýadsyzlanma aýdylýar?
3. Elektrik duga zarýadsyzlanmasy nähili emele getirilýär we ondan nähili maksatlarda peýdalanylýar?
4. Tebigatda ýyldyrym nähili emele gelýär?
5. Uçgun zarýadsyzlanmasy nähili emele getirilýär we ondan nähili maksatlarda peýdalanylýar?
6. Ýylpyldama zarýadsyzlanmasy nähili emele getirilýär we ondan nähili maksatlarda peýdalanmak mümkin?
7. Bulut bilen ýeriň arasynda emele gelen ýyldyrymy elektrik togy diýmek mümkinmi? Bulutlaryň arasynda emele gelen ýyldyrym näme?

IV BABY GAÝTALAMAK ÜÇIN TEST ÝUMUŞLARY

- Metallarda elektrik togy nähili bölejikleriň hereketi sebäpli emele gelyär?
A) položitel ionlar; B) erkin elektronlar;
C) otrisatel ionlar; D) elektronlar we otrisatel ionlar.
- Elektrolitlerde elektrik togy nähili bölejikleriň hereketi sebäpli emele gelyär?
A) diňe položitel ionlar; B) elektronlar we položitel ionlar;
C) diňe otrisatel ionlar; D) položitel we otrisatel ionlar.
- Termoelektron emissiýa näme?
A) gyzdyrylan metalyň üstünden položitel ionlaryň bölünmegi;
B) gyzdyrylan metalyň üstünden otrisatel ionlaryň bölünmegi;
C) gyzdyrylan metalyň üstünden elektronlaryň bölünmegi;
D) gyzdyrylan gazyň ionlara öwürlmegi.
- Aşakdaky maddalaryň haýsylary ionly geçirijilige eýe?
A) metal we elektrolit; B) gaz we metal;
C) gaz we elektrolit; D) dielektik we elektrolit.
- Elektrolizde önümi nikellemek 50 minut dowam edip, önüme 0,09 g nikel çökdü. Elektroliz wagtynda toguň güýji nähili bolupdyr? $k_{\text{nikel}} = 0,3 \text{ mg/C}$.
A) 0,1 A; B) 0,2 A; C) 0,3 A; D) 1 A.
- Önüme 3,6 g nikel gatlagy oturan bolsa, nikelleme näçe minut dowam edipdir? Toguň güýji 1 A. Nikel üçin elektrohimiiki ekwiwalent $0,3 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ -a deň.
A) 50; B) 200; C) 100; D) 60.
- Toguň güýji 1 A bolanda, mis (II) hlорidiniň (CuCl_2) suwdaky ergininden elektroliz usuly bilen 2 sagatda näçe mis almak mümkin? $k_{\text{mis}} = 0,33 \text{ mg/C}$.
A) 4,8 g; B) 240 g; C) 24 g; D) 2,4 g.
- Elektrolitik wannadaky mis kuporosynyň ergininden 10 A tok geçende 0,5 minudyň dowamynda 0,1 g mis bölünip çykdy. Misiň elektrohimiiki ekwiwalenti nämä deň?
A) $0,44 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$; B) $0,33 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$; C) $0,40 \cdot 10^{-3} \text{ kg/C}$; D) $0,50 \cdot 10^{-3} \text{ kg/C}$.
- Meýdany 300 cm^2 bolan önümi nikellemek 2 sagat dowam etdi. Munda elektrolitden 17,8 A tok geçip duran bolsa, önümiň üstünde nähili galyňlykda nikel gatlagy emele gelipdir (mm)? Nikeliň elektrohimiiki ekwiwalenti $0,3 \text{ mg/C}$ we dykzlygyny $8,9 \text{ g/cm}^3$ diýip alyň.
A) 0,43; B) 0,64; C) 0,32; D) 0,86.
- Iki wannada önümlere elektrolitik ýol bilen birmeňzeş toguň güýjünde mis we kümüş örtülýär. Kümüş gatlagynyň massasy 33,6 g ga ýetende, mis gatlagynyň massasy nähili bolar? $k_{\text{mis}} = 0,33 \text{ mg/C}$; $k_{\text{kümüş}} = 1,12 \text{ mg/C}$.
A) 20 g; B) 10 g; C) 1 g; D) 5 g.

IV BAP BO'YUNÇA MÖHÜM NETIJELER

Ion	Ion – elektrony artykmaç ýa-da elektron ýetişmeýän atom.
Metallarda elektrik togy	Metallarda elektrik togy erkin elektronlaryň tertipli hereketinden ybarat.
Elektrik togunyň ugry	Elektrik togunyň ugry hökmünde položitel zarýadlanan bölejiklariň tertipli hereket ugry kabul edilen.
Ion baglanyşygy	Ionlaryň arasynda Kulon güýji sebäpli emele gelýän himiki baglanyşyk ion baglanyşygy diýip atlandyrylýar.
Dissosiasiýa	Erginlerde maddalaryň položitel we otrisatel ionlara dargamak prosesi.
Elektrolitler	Poločitel we otrisatel ionlaryň hasabyna elektrik toguny geçirýän erginler.
Elektroliz hadysasy	Elektrolitden elektrik togy geçende elektrodlarda madda bölünip çykmagy hadysasy elektroliz diýip atlandyrylýar.
Faradeýiň birinji kanuny	Elektroliz wagtynda elektrodlarda bölünip çykan maddanyň massasy elektrolitden geçen zarýadyň mukdaryna göni proporsionaldyr: $m = k q$.
Elektrohimiki ekwiwalent	Maddanyň elektrohimiki ekwiwalenti elektrolitden bir kulon zarýad geçende bölünip çykan maddanyň massasyna san taýdan deň bolan ululykdyr.
Himiki ekwiwalent	Maddanyň atom massasynyň walentligine gatnaşygyna (A/Z) maddanyň himiki ekwiwalenti diýilýär.
Faradeýiň ikinji kanuny	Elektroliz wagtynda bölünip çykan maddalaryň massasy maddanyň elektrohimiki ekwiwalentine hem-de elektroliz wagtynda geçen zarýadyň mukdaryna göni proporsional bolýar. $m = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} q.$
Galwanostegiýa	Elektrolizden peýdalanyň, predmetleriň üstüni kyn oksidlenýän metallar bilen örtmek galwanostegiýa diýip atlandyrylýar.
Galwanoplastika	şekil emele getirmek üçin predmetleriň üstüne elektrolitik usulda metal çalmak galwanoplastika diýip atlandyrylýar.
Termoelektron emissiýa	Gyzdyrylan metallardan elektronlaryň bölünip çykmagy termo-elektron emissiýa diýip atlandyrylýar.

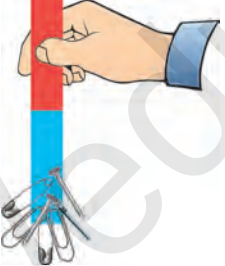
V BAP MAGNIT MEYDANY

Şu bapda Siz hemişelik magnitiň we tokly geçirijiniň daşyndaky magnit meýdanynyň emele gelşi hem-de magnit meýdanyny häsiýetlendirýän ululyklar bilen tanyşarsyňyz. Şonuň ýaly-da, magnit meýdanynyň tokly geçirijä we hereketlenýän zaryadlanan bölejiklere täsiri, tokly tegegiň magnit meýdany, elektromagnitler we olaryň amalyýetde ulanylyşy barada bilersiňiz.

49-§

MAGNIT MEYDANY. HEMIŞELIK MAGNIT WE ONUŇ POLÝUSLARY

Siz 1-nji bapda jisimleri bir-birine sürtende zaryadlanýandygy we olaryň daşynda elektrik meýdanynyň emele gelşi bilen tanyşdyňyz. Ýöne şeýle jisimler hem bolup, olar bir-birine sürtülme-de, öz daşynda grawitasion meýdandan tapawutly bolan başga bir meýdany emele getirýär. Eýsem, bu nähili meýdan?

<i>Siz magnitiň demir predmetleri dartýandygyny bilýärsiňiz. Näme üçin ol jisimleri özüne çekýär?</i>		<i>Ýeriň geografik ýerleşişini kesgitlemekde kompasdan peýdalanylýar. Ol nädip «ýol görkezýär»?</i>	
--	--	--	---

129-njy surat.

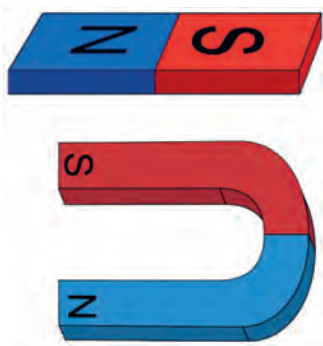
Hemişelik magnit we onuň polýuslary

Tebigatda şeýle tebigy metal birleşmeleri bar bolup, olar käbir bir jisimleri özüne dartmak aýratynlygyna eýe. Jisimleriň şeýle häsiýeti olaryň daşynda meýdanynyň bardygyny aňladýar. Şeýle meýdany **magnit meýdany** diýip atlandyrmak kabul edilen.

«Magnit» adalgasynyň gelip çykyş taryhy Kiçi Aziýadaky gadymy Mag-nesiýa şäheriniň ady bilen bagly. Ol ýerde tapylan bir-birine dartýşan dag jynslaryny (daşy) «magnesiýa daşy» diýip atlandyrypdylar.

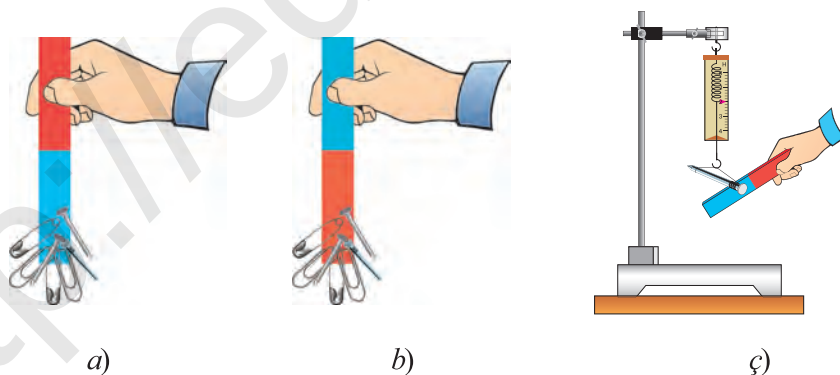
Beýik ýurtdaşymyz **Abu Reýhan Biruny** (973–1047) öz eserlerinde magniti «ohanrabo» – «demri dartyjy» diýip atlandyrypdyr. Biruny gum gatyşyk altyn bölejikleriniň arasyndan demir bölejiklerini bölüp alanda magnitden peýdalanyşy barada ýazyp galdyrypdyr. Ol magnitiň birmeňzeş atly polýuslary özara itekleşýändigini, dürli polýuslarynyň bolsa dartýşandygyny, magnite sürtülen polat hem magnitlenýändigini tejribe arkaly esaslandyryp beripdir.

► **Özüniň magnitlenen ýagdaýyny uzak wagt ýitirmeyän jisim hemişelik magnit diýip atlandyrylýar.**



130-njy surat.

130-njy suratda tekiz we nal şekilli magnitler görkezilen. Magniti maýda demir jisimlere ýakynlaşdyrallyň. Munda olar magnitiň iki ujuna-da ýapyşandygyny görýäris (131-nji a, b surat). Magnitiň täsiri iň güýçli bolan ýeri magnit polýusy diýilýär. Islendik magnitde iki – günorta we demirgazyk polýuslary bar bolýar. Magnitleriň günorta polýusy S harpy (iňlisçe «south» – «günorta» sözünüň baş harpy) bilen, demirgazyk polýusy N harpy (iňlisçe «north» – «demirgazyk» sözünüň baş harpy) bilen belgilenýär. Adatda, günorta (S) gyzyň, demirgazyk (N) polýusy bolsa gök reňke boýalýar.



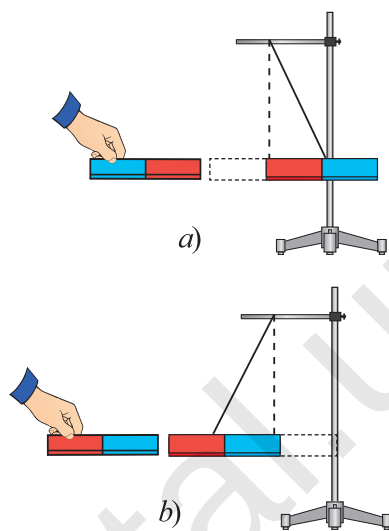
131-nji surat.

Magnitiň ortasy neýtral bolup, ol böleginde dartýşma güýji ýok. Dinamometre asylan çüýe magnitiň ortasyny ýakynlaşdyryp, muňa göz ýetirmek mümkin (131-nji ç surat).

Magnitlariň täsir güýçleri

Magnitleriň özara täsir güýçlerini tejribede görmek mümkin. Olardan birini ştatıwe asyp, ikinjisini şu magnite ýakynlaşdyrsak olaryň bir-birinden gaçýandygyny (132-nji a surat) we bir-birine dartylýandygyny görýäris (132-nji b surat). Birmeňzeş alamatly elektrik zarýadlarynyň bir-birinden gaçmagy we dürli alamatly zarýadlaryň bir-birine dartylşy ýaly, birmeňzeş polýusly magnitler hem bir-birinden gaçýar, dürli polýusly magnitler dartylýar.

Magnitiň ýene bir arýratynlygy olara metal (gaýçy, çüý ýaly) jisimleri degrende olary hem magnitleýär. Meselem, demir gaýçyny magnite degirsek, ol magnitlenip, demir jisimleri özüne çekýänligini görýäris (133-nji surat).



132-nji surat.

Tebigy magnit uzak wagt täsir etdirilende magnitlenen polat bölekleri emeli magnitler diýip atlandyrylýar.

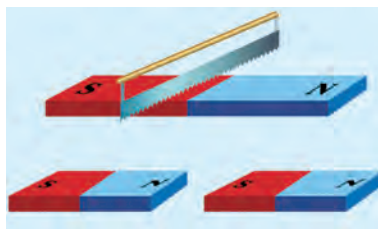
Magnitler hem elektrik zarýadlary ýaly täsirleşýär, ýöne olaryň arasynda ýiti tapawut hem bar. Elektrikde položitel we otrisatel alamatly zarýadlary tapawutlandyrmak mümkin. Jisimleri sürtüp elektriklendirmek we elektroskopyň ýaprajyklarynda dürli alamatdaky zarýadlaryň emele gelşini ýada salyň.

Magnit polýuslaryny bolsa, tapawutlandyryp bolmaýar. Magniti bölsek, olaryň her bir bölegi, demirgazyk we günorta polýusly magnitleri emele getirýär (134-nji surat).

İňlis lukmany **Uilyam Gilbert** (1544–1603) hemişelik magnitleriň häsiýetlerini öwrenmek boýunça barlaglar alyp barypdyr. Gilbertiň 1600-nji ýylda neşir edilen «Magnit, magnit jisimler we uly magnit – Ýer barada» atly kitabynda magnitleriň aşakdaky häsiýetlerini beýan edipdir:



133-nji surat.



134-nji surat.

1. Magnitiň dürli böleklerinde dartýşma güýji dürli bolup, onuň çetki uçlary – polýuslarynda dartýşma güýji iň uly.

2. Magnit iki – demirgazyk we günorta polýusa eýe bolup, bu polýuslar aýratynlygyna görä dürlüçedir.

3. Dürli polýusly magnitler bir-birine dartylýar, birmeňzeş polýusly magnitler bolsa bir-birinden itekleşýär.

4. Birmeňzeş polýusly magniti emele getirip bolmaýar.

5. Ýer şary ullakan magnitdir.

6. Güýçli gyzdyrylanda tebigy magnitleriň hem, emeli magnitleriň hem magnit häsiýetleri ýitýär.

7. Magnitler çüýşe, kagyz, agaç, şem we suw arkaly öz täsirini görkezýär.



1. Emeli magnit näme? Onuň tebigy magnitden tapawudy nämeden ybarat?

2. Magnit meýdany näme?

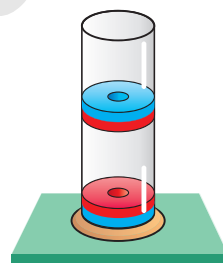
3. Magnitiň günorta we demirgazyk polýuslary nähili belgilenýär?

4. Uilýam Gilbert magnitiň nähili häsiýetlerini anyklapdyr?

5. Diňe demirgazyk polýusa eýe bolan magniti ýasamak mümkinmi?

6. 135-nji suratdaky magnitiň asylygy durmagynyň sebäbini düşündirip beriň?

7. Eger magniti döwsek, onuň bölekleri magnit bolup bilermi?

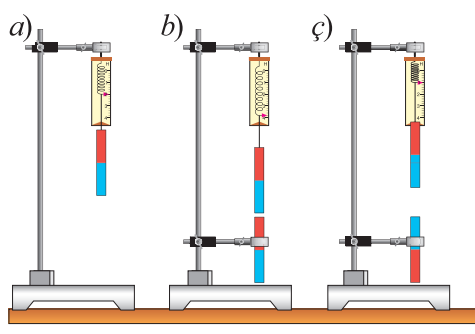


135-nji surat.



Hemişelik magnitleriň arasyndaky özara täsir güýçlerini bahalamak.

Hemişelik magniti dinamometre ildiriň (136-njy a surat). Ikinji magniti onuň aşagyna 136-njy b suratda görkezilişi ýaly gysgyja ornaşdyryp goýuň. Dinamometriň görkezilişine garap dürli polýusly magnitleriň bir-birine dartylma güýjüni anyklaň. 136-nji ç suratda görkezilişi ýaly magnitleri ýerleşdiriň we birmeňzeş polýusly magnitleriň bir-birinden itekleşme güýçlerini anyklaň.



136-njy surat.

50-§

MAGNIT MEYDANINY HÄSIYETLENDIRYÄN PARAMETRLER

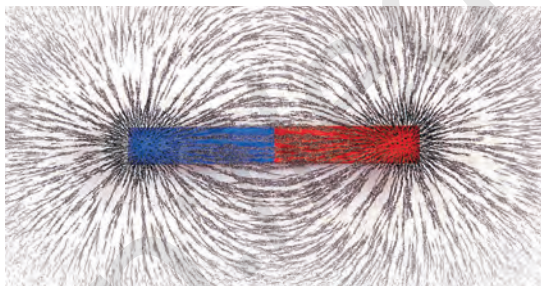
Magnit meýdanynyň induksiýasy

Iki magnit strelkasy ýakynlaşdyrylsa, olaryň ikisi-de öwrülip, garşylykly polýuslary bir-birine garap togtaýar (137-nji surat). Bu ýagdaý magnitlenen jisimleriniň arasynda özara täsir güýçleriniň bardygyny aňladýar. Täsir güýçleri bolsa meýdanýň güýç çyzyklary arkaly häsiýetlenýär.

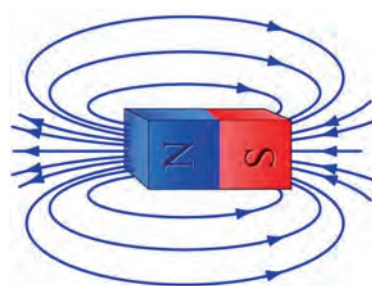
Magnit meýdanynyň güýç çyzyklaryny gönüden-göni görüp bilmeýäris. Emma aşakdaky tejribäniň kömeginde biz magnit güýç çyzyklarynyň ýerleşişini barada düşüňjä eýe bolarys. Munuň üçin karton kagyza demir gyryndylaryny bir tekiz sepip, ony tekiz magnit özeniniň üstüne goýýarys. Kagyza ýeňil zarba berilse, demir gyryndylary 138-nji suratda getirilen görnüşini eýeleýär. Kartonyň üstündäki demir gyryndylary magnitiň uçlaryna ýakyn ýerlerde gür, polýuslaryň arasynda gyryndylaryň seýregräk ýerleşendigini görmek mümkin.



137-nji surat.



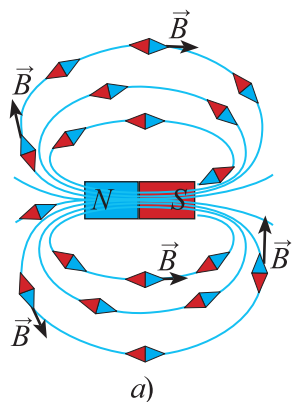
138-nji surat.



139-nji surat.

138-nji suratdaky demir gyryndylarynyň eýelän orny, magnit polýuslaryny bir-birine baglaýan güýç çyzyklaryny özünde jemleýär. Magnit meýdanynyň güýç çyzyklarynyň ugry şertli ýagdaýda magnitiň demirgazyk (N) polýusundan çykyp, onuň günorta (S) polýusyna girýän ýapyk çyzyklardan ybarat diýip kabul edilen (139-nji surat).

Elektrik meýdanynyň güýç çyzyklaryndan tapawutlylykda magnit meýdanynyň güýç çyzyklary ýapyk kontury emele getirýär.



a)



b)

140-nji surat.

Eger magnit güýç çyzyklary boýunça gozganmaýan ola berkidilen magnit strelkajyklar goýulsa, olar 140-nji *a* suratda görkezilişi ýaly ýerleşýär. Mundan, magnit meýdanynyň güýç çyzyklarynyň başlanyşy we ahyry bolmadyk ýapyk kontury emele getirýär, diýen netije çykarmak mümkin. Magnit meýdany şu aýratynlygy bilen hem elektrik meýdanynyndan tapawutlanýar.

Magnit meýdanynyň güýç çyzyklary magnitden uzaklaşmagy bilen barhaa seýrekleşýär (täsiiri güýcsizlenýär). Bu ululygy häsiýetlendirýän fiziki ululyga *magnit meýdanynyň induksiýasy* diýilýär we B harpy bilen belgilenýär. Magnit induksiýasy wektorynyň ugry magnit güýç çyzygynyň islendik nokadyna geçirilen galtaşmanyň ugry bilen gabat gelýär. Magnit meýdanynyň induksiýasynyň ölçeg birligi edip HBS-da serbiýa fizigi Nikola Teslanyň hormatyna *tesla* (T) diýip atlandyrmak kabul edilen. Onuň kesgitlemesi bilen soňky temalarda tanyşarys.

Magnetometr – magnit meýdanynyň häsiýetnamalaryny we jisimleriň magnit häsiýetlerini ölçeyji esbap. Ol: geologiya-gözleg işlerinde, arheologik tapyndylary gazyp almakda, deňiz we awiasiya kartalarynda (nawigasiýalarda), suwasty gämilerini anyklamak üçin harby razwedkalarda, seýsmologiya we ylmy barlaglarda ulanylýar (140-njy *b* surat).



1. Magnit meýdanynyň induksiýasy diýende nämäni düşüňärsiňiz, ol nähili birlikde ölçenýär?
2. Magnitler bir-biri bilen nähili täsirleşýär? Magnit meýdanynyň güýç çyzyklary nähili şekile eýe?
3. Jisimleriň magnit häsiýetlerini ölçeyän esbap nähili atlandyrylýar?



1. Suratda iki birmeňzeş ölçegli tekiz magnitleri görýärsiňiz. Aslynda olaryň biri hakyky magnit, ikinjisi ýönekeý demir bolup, magnit ýaly boýalan. Diňe şu ikisiniň kömeginde haýsysynyň magnitdigini nädip anyklarsyňyz?



Olardan haýsysy magnit?

51-§

ÝERIŇ MAGNIT MEÝDANY

Tebigatdaky güzel hadysalardan biri – polýusyň ýalkymydyr. Polýusyň ýalkymy Ýeriň demirgazyk we günorta polýuslarynyň ýakynynda ýeriň üstünden 80–1000 km. enli beýiklikde yüze ykyar (*141-nji surat*). Sebbi, Ýer şarynyň pet magnitden ybaratlygydyr. Gün şhleleriniň zarýadlanan, gaty gyli akymlary planetamyza ytip gelende, polýuslarda gyşarýar. Diýmek, Ýeriň magnit meýdany gorag gabygy wezipesini yrine ytirýar.



141-nji surat. Ýeriň magnit meýdany we polýus ýalkymynyň yze ykyşy.

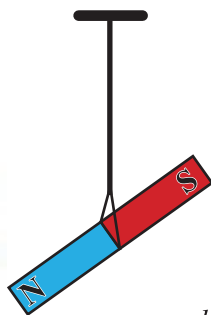
Ýeriň magnit meýdany onuň üstündäki jisimlere nhili tsir edýar?

Kompasyň strelkasy ya-da ype asylan hemişelik magnit gnortadan demirgazyga tarap ugur boýuna yrleşýar (*142-nji a surat*).

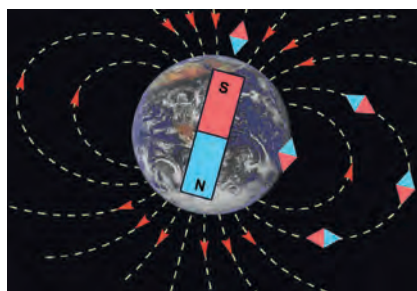
Bu Ýeriň magnit gy yzyklary demirgazyk magnit polýusdan günorta magnit polýusa tarap ugruganlygy, ýagny ýer şarynyň magnit meýdany bilen gurşalanlygy arkaly dşndirilýar (*142-nji b surat*). Suratdaky (N-den S-e ugrugan) gy yzyklarynyň islendik nokadyna goýlan kompas şu yzyklaryň ugrund wrlyndigini (yrleşişini) grkezýar. Diýmek, kompas bize «yıl grkezmeýar», ol biz duran yre gr Ýer şarynyň demirgazyk we günorta geografik polýuslaryny grkezýar.



a)



b)



142-nji surat.

Yeriň **günorta magnit polýusy** (S) 75° demirgazyk giňlik we 99° günbatar uzynlygyň ýakynynda, Ýer şarynyň demirgazyk geografik polýusyndan takmynan 2100 km uzaklykda ýerleşen.

Demirgazyk magnit polýusy (N) bolsa Yeriň günorta geografik polýusynyň ýakynynda bolup, $66,5^\circ$ günorta giňlik we 140° gündogar uzynlykda ýerleşen.



1. Yeriň magnit meýdany barada nämeleri bilýärsiňiz?
2. Näme sebäpden kompasyň strelkasynyň ugry hut Yeriň geografik polýuslaryny görkezmeýär?
3. Magnitleriň arasyna demir plastinka goýulsa, olar bir-birine täsir etmeýär. Onuň sebäbi näme?
4. Magnitleriň arasyna çüýşe plastinka girizilende meýdana täsir edýärmi?
5. Polýusyň ýalkymy Yeriň haýsy ýerlerinde bolýar?



1. Magnit böleklerini alyp, olaryň bir-birine we demir predmetlere täsirini öwreniň.
2. Magnitiň ortasynyň neýtraldygyny iki magnit ýa-da magnit – demriň kömeginde barlap görüň.

52-§

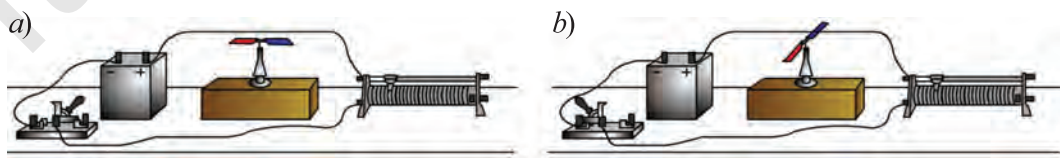
TOGUŇ MAGNIT MEÝDANY

Erstediň tejribesi

Magnit meýdanynyň elektrik togy bilen baglylygyny tejribede birinji bolup 1820-nji ýylda daniýaly fizik Hans Kristian Ersted anyklapdyr.

Erstediň tejribesini geçirip görmek üçin *143-nji suratda* görkezilen zynjyry ýygýarys. Zynjyr tok çeşmesinden, reostatdan, açardan, geçirijiden (sim) ybarat. Geçiriji simlerden biri günortadan demirgazyga tarap berk dartylan bolsun. Magnit strelkasyny suratda görkezilişi ýaly geçirijiniň astyna goýalyň (*143-nji a surat*). Munda strelkany sim boýunça ýerleşdirýäris.

Indi açary birikdirip, geçirijiden tok geçireliň. Tok geçýän simiň astyndaky magnit strelkasy derrew 90° burça gysaryp, sime perpendikulýar ýerleşýär



143-nji surat

(143-*nji b surat*). Diýmek, tokly geçirijiniň daşynda magnit meýdany emele gelýär we magnit strelkasyny gyşardýar.

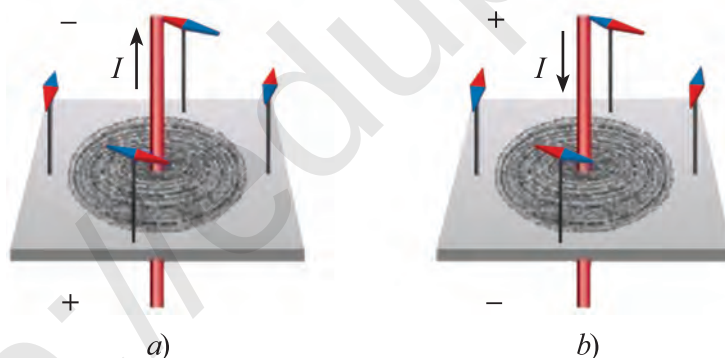
Erstediň tejribesi tok geçýän geçirijiniň daşynda magnit meýdanynyň bardygyny görkezýär.

Göni toguň magnit meýdany

Geçirijiden elektrik togy geçende onuň daşynda magnit meýdanynyň bardygyny aşakdaky tejribede hem görmek mümkin.

Galyň karton kagyzy alyp, onuň ortasyndan deşip göni geçirijini geçirýäris. Kartonyň üstünde maýda demir poroşoklaryny sepýäris. Geçirijiniň uçlaryny toga birikdirip, kartony ýeňil silkýäris. Demir poroşoklary toguň magnit meýdanynyň täsirinde magnitlenip, özünü kiçi magnit strelkasy ýaly alyp barýar we olar magnit induksiýa çyzyklary boýunça ýerleşýär. Tokly geçirijiniň daşynda emele gelýän magnit meýdanynyň güýç çyzyklary hemişelik magnitiň daşyndaky meýdanyň güýç çyzyklaryna meňzeş bolýan eken.

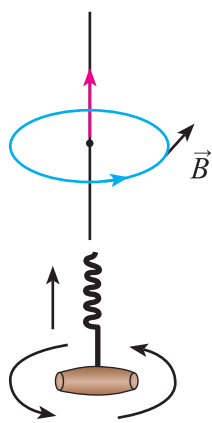
Tejribäni dowam etdirip, tok geçýän sterženiň daşyna maýda magnit strelkalaryny goýalyň. Strelkalar derrew magnit güýç çyzyklarynyň ugrunda tertipli ýerleşerler (144-*nji a surat*). Steržendäki toguň ugry üýtgedilse ähli magnit strelkalary derrew 180° -a gyşarar (144-*nji b surat*). Diýmek, toguň magnit güýç çyzyklarynyň ugry geçirijidäkii toguň ugruna bagly.



144-*nji surat.*

Göni toguň daşyndaky magnit meýdanynyň güýç çyzyklary töwereklerden ybarat bolup, onuň ugruny buraw düzgüni arkaly aşakdaky ýaly düşündirmek mümkin (145-*nji surat*).

Eger burawyň öňe gitme hereketi toguň ugry bilen birmeňzeş bolsa, onda burawyň dessesiniň aýlanma ugry magnit induksiýasynyň çyzyklarynyň ugruny görkezýär.



145-nji surat.

Tegegiñ magnit meýdany

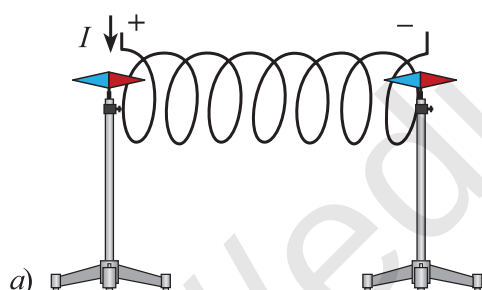
Ersted tarapyndan tokly geçirijiniñ magnit meýdany açyş edilmegi elektromagnetizm ugrundaky barlaglara itergi boldy. 1820-nji ýylda fransuz fizikleri **Andre Mari Amper** we **Dominik Fransua Arago** geçirijiden (tegekden) aýlanma ýagdaýynda tok geçirip, munda göni toguñ meýdanyna görä güýçli magnit meýdanynyň emele gelyändigini anykladylar.

Simi spiral şekile getirip, onuñ iki tarapyna iki magnit strelkasyny ýakynlaşdyrýarys (146-njy a surat).

Simden tok geçirsek, ik strelka hem spiralyň okuna tarap gyşarýar. Munda strelkalaryň polýuslary birmeñzeş ugurda ýerleşýär.

Metal simi spiral şeklinde organiki çüýşe arkaly geçireliñ. Onuñ üstünde demir porşoklaryny saçalyñ. Simden tok geçirilse, demir porşoklary toguñ magnit güýç çyzyklarynyň ugrunda ýerleşýär (146-njy b surat). Demir porşoklarynyň ýerine magnit strelkalary ýerleşdirilse görnüş has-da aýdyňlaşar.

Spiral şeklindäki simler sargysyna **solenoid** diýilýär.



146-njy surat.

Tok geçýän tegegiñ daşynda magnit meýdany bar bolup, onuñ içindäki magnit güýç çyzyklary özara parallel bolýar. Tokly tegek magnit strelkasy ýaly iki magnit polýusyna eýe.

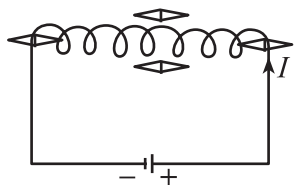


1. Erstedniñ tejribesini düşündirip beriñ?
2. Göni toguñ magnit güýç çyzyklary nähili ugra eýe?
3. Buraw düzgünini aýdyp beriñ.
4. Tegegiñ magnit güýç çyzyklarynyň ugry nähili?
5. Tokly tegegi magnit strelkasyna deňeşdirmek mümkinmi?

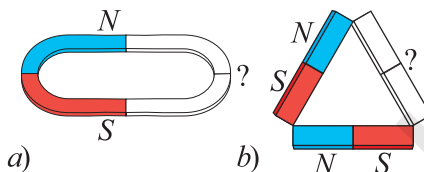


147-nji suratda tokly tegek görkezilen. Tegegiň golaýynda dört magnet strelkajygy ýerleşdirilen. Suraty depderiňize çyzyň we onda strelkajyklaryň polýuslaryny görkeziň.

148-nji *a*, *b* suratda getirilen magnet zynjyryndaky magnet polýuslaryny anyklaň.



147-nji surat.



148-nji surat.

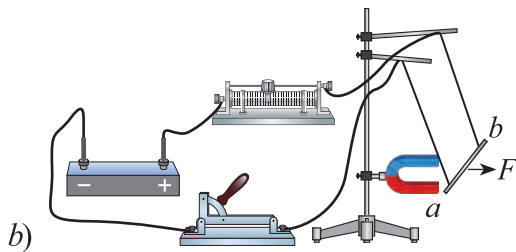
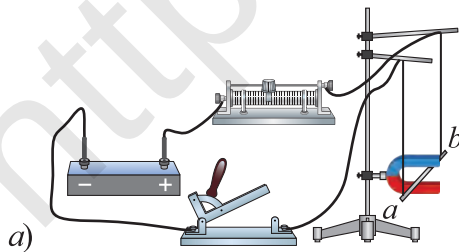
53-§

MAGNIT MEÝDANYNYŇ TOKLY GEÇIRIJÄ TÄSIRI

Amper güýji

Magnit meýdanynyň tokly geçirijä täsirini 1820-nji ýylda Amper tejribede anyklapdyr. Magnit meýdany tarapyndan geçirijiniň göni bölegine täsir edýän güýjüň formulasy we Amperiň tejribesi bilen tanyşyars. Nal şekilli hemişelik magniti gorizontal ýagdaýda şatiwe berkidýäris. Şatiwe asylan geçirijini nal şekilli magnitiň ortasyna ýerleşdirýäris. Munda geçirijiniň magnit meýdanynda ýerleşen böleginiň uzynlygyny Δl diýip alýars (149-njy *a* surat).

Zynjyr birikdirilende geçiriji herekete gelyär, ýagny geçiriji magnite dartylýar (149-njy *b* surat). Eger magnitiň polýuslary çalşyrylp ýerleşdirilse, geçiriji magnitden itekleşýär. Metal ($\Delta l = a b$) bölegi F güýjüň täsirinde wertikaldan käbir burça gyşarýar.



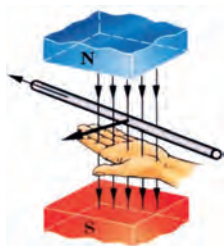
149-njy surat.

Magnit meýdany tarapyndan şu meýdanda ýerleşen tokly geçirijiniň bölegine täsir edýän güýç F , toguň güýji (I), geçirijiniň uzynlygy (Δl) -e hem-de magnit induksiýasyna göni proporsional bolýar.

$$F = B I \Delta l.$$

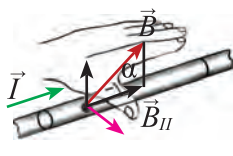
Bu aňlatma M.A. Amperiň hormatyna *Amper güýji* diýilýär. Mundan magnit induksiýanyň aňlatmasyny ýazýarys:

$$B = \frac{F}{I \Delta l}.$$



Şu aňlatma görä magnit induksiýasynyň fiziki manysy – bu magnit meýdanynda perpendikulýar ýerleşen, uzynlygy 1 metr we geçýän tok 1 A bolan geçirijä magnit meýdany tarapyndan täsir edýän güýje san bahasy taýdan deň bolan ululyk:

$$[B] = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ A} \cdot 1 \text{ m}} = 1 \text{ T (Tesla)}.$$



150-nji surat.

Çep el düzgüni

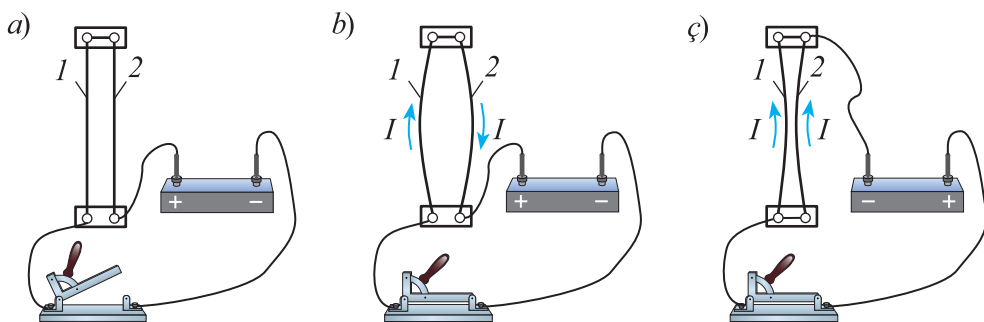
Magnit meýdany tarapyndan tokly geçirijä täsir edýän güýjüniň ugruny çep el düzgüninden peýdalanyp anyklamak mümkin (150-nji surat).

Çep eliň aýasyny oňa magnit güýç çyzyklary dik girýän edip saklap, açylan dört barmak toguň ugry boýunça saklap durulsa, 90°-a gerilen baş barmak geçirijä täsir edýän güýjüň ugruny görkezýär.

Tokly geçirijileriň özara täsir güýji

Tokly geçirijiler hem edil hemişelik magnitler ýaly özara täsirleşýär. Muňa aşadaky parallel toklaryň özara täsirine gözegçilik etmek arkaly göz ýetirmek mümkin. Iki elastik geçiriji alyp, olary wertikal ýagdaýda daýanja berkidýäris (151-nji a surat).

Eger geçirijileriň ýokary bölegini sim arkaly birikdirip, açary birikdirsek geçirijilerden garşylykly ugurda tok akýar (151-nji b surat). Netijede geçirijiler bir-birinden iteklenip, arasyndaky aralyk uzaklaşýar. Eger geçirijileri parallel birikdirsek, ýagny olardan birmeňzeş ugurda tok geçende, geçirijiler bir-birine dartylýar (151-nji ç surat).



151-nji surat.

Garşylykly ugurda toklar geçýän geçirijiler özara itekleşýär, birmenşeş ugurda toklar geçýän geçirijiler özara dartýşýär.

Tejribeler esasynda çykarylan bu netije A.M.Amperga degşli bolup, toguň güýjüniň birligi aşakdaky ýaly kesgitlenýär: **toguň güýjüniň birligi amper edip şeýle toguň güýji kabul edilýär, ýagny bu toguň täsirinde uzynlygy 1 m bolan parallel geçirijiler özara $2 \cdot 10^{-7}$ N güýç bilen täsirleşýär.**



1. Amper güýjüniň ugry nähili anyklanýar?
2. Parallel tokly geçirijileriň arasynda emele gelyän özara täsir güýjüniň ugry nähili anyklanýar?
2. Toguň güýjüniň birligi *amperiň* kesgitlemesini aýdyň?
4. Elektrik sütünlere ornaşdyrylan parallel elektrik geçiriji simleriň bir-birine ýakynlaşandygyny ýa-da uzaklaşandygyny görýäris. Munuň sebäbi näme?

54-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Induksiýasy 0,5 T bolan magnit meýdanynyň çyzyklaryna dik ýerleşen 20 cm uzynlykdaky geçirijä meýdanyň täsir güýji 0,03 N-a deň. Geçirijiden geçýän toguň güýji nähili bolar?

Berlen:

$$\begin{aligned} B &= 0,5 \text{ T} \\ l &= 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m} \\ F &= 0,03 \text{ N.} \end{aligned}$$

Tapmaly: $I = ?$

Formulasý:

$$\begin{aligned} F &= B I l; \quad I = \frac{F}{Bl} \\ [I] &= \frac{\text{N}}{\text{T} \cdot \text{m}} = \text{A.} \end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$I = \frac{0,03}{0,5 \cdot 0,2} \text{ A} = 0,3 \text{ A.}$$

Jogaby: $I = 0,3 \text{ A.}$

2-nji mesele. 0,4 m uzunlykdaky geçiriji induksiýasy 25 mT bolan magnit meýdanynyň induksiýa çyzyklaryna tik ýerleşen. Eger geçirijä magnit meýdany tarapyndan 120 mN güýç täsir edýän bolsa, onuň kesisiniň meýdanynyndan her minutda nähili mukdardaky zarýad akyp geçer?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$l=0,4 \text{ m}$ $B=25 \text{ mT}=25 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ $F=120 \text{ mN}=120 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ $t=1 \text{ minut}=60 \text{ s.}$	$F=I B l = \frac{q B l}{t};$ $q = \frac{F t}{B l};$ $[q] = \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cdot \text{m}} =$ $= \text{A} \cdot \text{s} = \text{C}.$	$q = \frac{120 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4} \text{ C} = 720 \text{ C}.$ <i>Jogaby:</i> $q = 720 \text{ C}.$
<i>Tapmaly:</i> $q = ?$		

25-nji gönükme

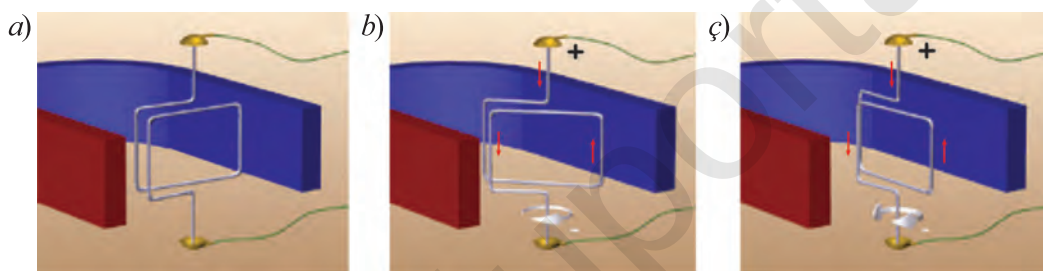
1. Uzynlygy 50 cm bolan geçiriji magnit induksiýasy 1,2 T bolan magnit meýdanyna ýerleşdirilen. Magnit meýdanynyň induksiýasyna tik ýerleşen geçirijiden 2 A tok geçende oňa magnit meýdany tarapyndan nähili güýç täsir eder?
2. Induksiýasy 0,4 T bolan magnit meýdanynyň çyzyklaryna tik ýerleşdirilen 15 cm uzunlykdaky geçirijä 60 mN güýç täsir edýär. Geçirijiden geçýän toguň güýji nähili bolar?
3. Uzynlygy 25 cm bolan we 5 A tok geçýän geçirijä magnit meýdany tarapyndan 2,5 mN güýç täsir edipdir. Geçiriji ýerleşen magnit meýdanynyň induksiýasyny anyklaň.
4. Induksiýasy 0,4 T bolan magnit meýdanynyň çyzyklaryna dik ýerleşen 5 cm uzunlykdaky geçirijä meýdanyň täsir güýji 2 mN -a deň. Geçirijidäki toguň güýji nähili bolupdyr?
5. Bir jynsly magnit meýdanda ýerleşen uzunlygy 40 cm bolan göni geçirijiden 8 A tok geçirilse, meýdan tarapyndan nähili güýç täsir edýär. Meýdanyň induksiýasy 0,5 T-ge deň.
- 6*. 0,8 m uzunlykdaky geçirijiniň induksiýasy 2 mT bolan magnit meýdanynyň induksiýa çyzyklaryna dik ýerleşen. Geçirijiniň kese kesiginiň meýdanynyndan her 3 minutda 720 C zarýad akyp geçýär. Magnit meýdany tarapyndan geçirijä nähili güýç täsir edýär?

55-§

BIR JYNSLY MAGNIT MEYDANYNDA TOKLY RAMKANYŇ AÝLANMA HEREKETI

Eger magnit meýdanyna tokly ramka girizilse, onuň käbir burça gyşaryandygyny görüp bileris. Eýsem, ramka näme üçin aýlanýar?

Nal şekilli magnitiň arasyna göni geçirijiniň ýerine maýyşgak simden ýasalan ramka girizýäris (152-nji a surat). Geçirijiniň uçlaryny tok çeşmesine birikdirilen metal «käsejige» aýlanyp biler ýaly edip geýdirýäris. Ýasalan ramkany 152-nji b suratda görkezilişi ýaly, magnitiň esasy tekizliginde ýerleşdirýäris. Tok çeşmesi birikdirilende ramka («b» ýagdaý) aýlanyp başlaýar we başlangyç ýagdaýyndan 90° burça gyşaryýar («ç» ýagdaý).

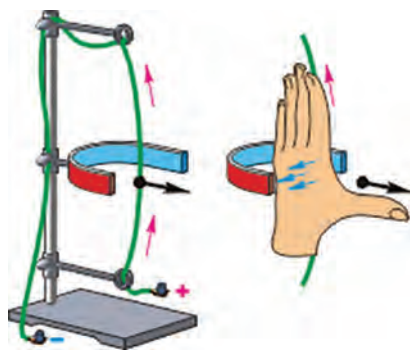


152-nji surat.

Eger ramkanyň «ç» ýagdaýyna gelýän momentinde tok üzülse, ramka hereketini dowam etdirýär we ýene «a» ýagdaýy eýeleýär. Indi ýene tok çeşmesini birikdirsek, ramka öňki ýaly aýlanyp başlaýar. «b» ýagdaýdan geçip «d» ýagdaýa gelende ýene ramkany tokdan üzsek, ol «a» ýagdaýyny eýeleýär. Diýmek, ramka gelýän togy «a» -ga gelen momentde goşup, «b»-ge gelende üzýän edip dolandysak, ramkany dyngysyz aýlamak mümkin eken. Bu elektrik dwigatelinin modeli hasaplanýar.

Suratdaky «b» ýagdaýda ramkanyň çep tarapyndaky tok pese akýar (bu bölegi magnit «çukury» tarapa süşýär), sag bölegindäki tok bolsa, ýokary akýar (bu bölegi daşary süşýär). Eger magnitiň polýusy üýtgedilse, toguň böleklerdäki ugry üýtgeýär we ramka ters ugurda öwrülýär.

Ramkadan garşylykly tok geçenligi sebäpli, çep el düzgünine görä, **magnit meýdanynda ýerleşen tokly ramka jübüt güýçler täsir edýär**. Tokly geçirijä magnit meýdany tarapyndan täsir edýän güýjüň ugry 153-nji suratda getirilen.

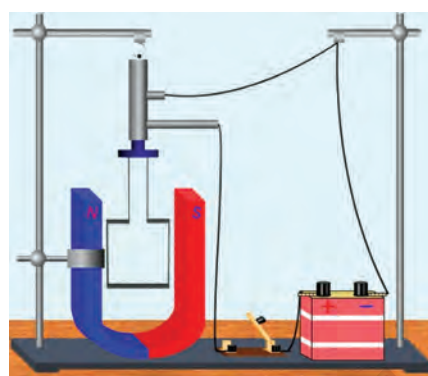


153-nji surat.

Elektrik ölçeg esbaplarynyň gurluşy we işleýiş prinsipi

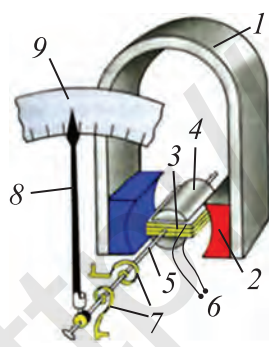
154-nji suratda görkezilen zynjyry we gurluşy ýygyp, tokly ramkany magnit meýdanyna ýerleşdireliň. Elektrik zynjyr birikdirilse, ramka aýlanýar we magnit güýç çyzyklaryna perpendikulýar durýar.

Eger toguň ugry üýtgedilse, ramka 180° -a öwrülýär. Magnit meýdanyna tokly ramkanyň öwrülmeň häsiýetinden elektrik ölçeg esbaplarynda peýdalanylýar.



154-nji surat.

155-nji suratda in ýönekeý ampermetriň gurluşy görkezilen. Munda (1) magnitde (2) polýusyň uçluklary berkidilen. Hereketlenýän bölek – ramka (3) alýuminiý karkasdan ybarat, oňa inçe mis sim dolanan. Ramka gozganmaýan özeniň (4) daşynda erkin aýlanyp bilýär. Ramka oka (5) birikdirilen. Sargy simleriň uçlary (6) zynjyra birikdirilýär. Ramkanyň öz halyna aýlanmagyna spiral puržin (7) garşylyk edýär we zynjyrdaky tok ýitende strelkany deňagramlylyk ýagdaýyna gaýtarýar.



155-nji surat.

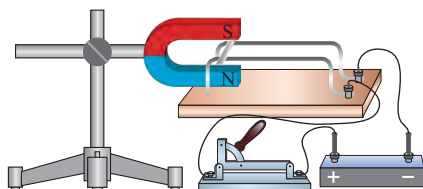
Ramka sargylaryndan tok geçende, magnit meýdanynyň täsirinde ramka magnit polýuslaryna perpendikulýar ýagdaýa geçmäge çalyşýar. Zynjyrdaky tok näçe uly bolsa, oka berkidilen strelka (8) şonça uly burça öwrülýär. Strelka derejelenen şkalada (9) toguň güýjüniň degişli bahasyny görkezýär. Zynjyrdaky tok üzülende spiralyň täsirinde ramka başlangyç ýagdaýyna, strelka bolsa «0» baha gaýdýar. Woltmetriň işleýiş prinsipi hem ampermetre meňzeşdir.



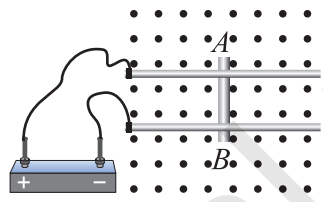
1. Çep el düzgünini düşündiriň.
2. In ýönekeý ampermetr nähili gurluşa eýe?
3. In ýönekeý ampermetriň işleýiş prinsipini aýdyp beriň.



- 156-нй suratda görkezilen zynjyr birikdirilse, ýeňil alýuminiý turbajyk haýsy tarapa tigirlenýär? Jogabyňyzy esaslandyryň.
- Tok çeşmesiniň polýuslaryna birikdirilen iki izolirlenen ýa-da izolirlenmedik geçirijiniň üstünde AB ýeňil alýuminiý turbajyk dur (157-nji surat). Eger güýç çyzyklary kitabyň listine perpendikulýar ýagdaýda pesden ýokary ugrugan magnit meýdany goýulsa, turbajyk haýsy tarapa tigirlener?



156-nji surat.



157-nji surat.

56-§

MAGNIT MEÝDANYNDA ZARÝADLANAN BÖLEJIGIŇ HEREKETI

Lorens güýji

Magnit meýdanynda hereketlenýän zarýadlanan bölejige şu meýdan tarapyndan täsir edýän güýç – golland fizigi **Hendrika Antona Lorensiň** (1853–1928) hormatyna onuň ady bilen atlandyrylýar.

Hereketlenýän zarýadlanan bölejige magnit meýdany tarapyndan täsir edýän güýç Lorens güýji diýip atlandyrylýar.

Magnit meýdanynyň güýç çyzyklaryna dik ýagdaýda hereketlenýän her bir zarýadlanan bölejige magnit meýdany tarapyndan täsir edýän Lorens güýji aşakdaky aňlatma esasynda anyklanýar:

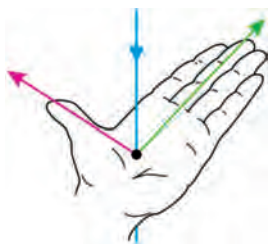
$$F_L = q v B.$$

Bir jynsly magnit meýdanynda hereketlenýän zarýadlanan bölejige täsir edýän güýç bölejigiň zarýadyna, onuň hereket tizligi v -ge, magnit meýdanynyň induksiýa wektory $\vec{B}$ -ge köpeltmek hasylyna deň bolýar.

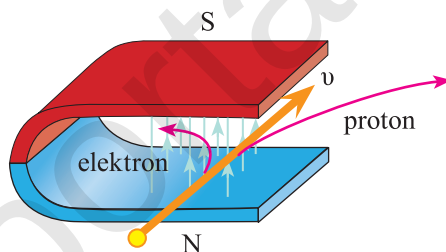
Lorens güýjüniň ugry hem Amper güýji ýaly çep el düzgüniniň kömeginde anyklanýar (158-nji surat).

► Eger $\text{çep eliñ aýasyna magnet induksiýasynyň wektoryny dik düşýän we süýem barmaklaryň ugrý položitel zarýadyň ugrý bilen birmeñzeş bolsa, onda } 90^\circ \text{ -a gerilen baş barmak Lorens güýjüniň ugruny görkezýär.}$

Magnet meýdanyna uçup girýän protona täsir edýän Lorens güýji, $\text{çep el düzgünine görä, sag tarapa ugrugan bolýar (159-njy surat). Çyzgyda magnet induksiýa çyzyklary ýokary (N-den S-e) ugrugan. Meýdandaky elektronyň hereketini anyklamakda, dört barmagymyzy toguň ugruna garşylykly ýagdaýda ýerleşdirýäris. Mundan elektrona täsir edýän Lorens güýji çep tarapa ugrugan bolýar. Eger zarýadlanan bölejik magnet induksiýa çyzyklary boýunça hereketlense, oňa magnet meýdany tarapyndan güýç täsir etmeýär.}$



158-nji surat.



159-njy surat.

Mesele çözmegiň nusgasy

Magnet meýdany induksiýa çyzyklaryna dik ugurda $2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ tizlik bilen hereketlenýän elektron meýdana uçup girdi. Eger magnet meýdanynyň induksiýasy $0,8 \text{ T}$ bolsa, elektrona magnet meýdany tarapyndan nähili güýç täsir edýär?

Berlen:	Formulasy:	Hasaplamak:
$v = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $B = 0,8 \text{ T.}$	$F = e v B;$ $[F] = \text{C} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = \text{C} \cdot \frac{\text{N}}{\text{C}} = \text{N.}$	$F = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^7 \cdot 0,8 \text{ N} =$ $= 2,56 \cdot 10^{-12} \text{ N} = 2,56 \text{ pN.}$
Tapmaly: $F = ?$		Jogaby: $F = 2,56 \text{ pN.}$



1. Lorens güýjüniň ugruny $\text{çep el düzgünü esasynda düşündiriň.}$
2. Zarýadlanan bölejigi töwerek boýunça deňölçegli hereketlendiriji güýji düşündiriň.
3. Zarýadlanan bölejik magnet meýdanyna nähili ugurda girende oňa Lorens güýji täsir etmeýär?

Elektromagnit we onuň magnit meýdany

Elektromagnit gurluşy 1825-nji ýylda inlis artilleriýaçysy Wilyam Steržen tarapyndan açyş edilen. Onuň döreden elektromagnitiň tegegi diňe bir gatlakly simden ybaratdy. 1828-nji ýylda amerikan fizigi **Jozef Genri** (1797–1878) demir özeniň üstünde izolirlenen simi köp gatlak edip dolap, uly güýje eýe bolan elektromagniti dörettdi.

Demir özene birnäçe gat edip izolirlenen geçiriji (sim) dolap alnan tegek elektromagnit diýip atlandyrylýar.

Elektromagnitiň täsir güýjüniň nähili ululyklara baglydygyny 160-njy suratda getirilen gurluş arkaly anyklamak mümkin. Munda zynjyra birikdirilen elektromagnitiň ujuna ýakyn edip ýakor diýlip atlandyrylýan demir plastina dinamometr arkaly asylan. Şu gurluş arkaly geçirilen tejribeler esasynda aşakdaky netijeler çykaryldy:

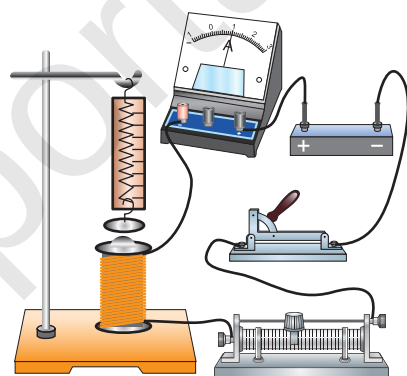
Birinji tejribede, tegekden geçýän toguň güýji artdyrylanda, ýakoryň dartyşma güýjüniň artýandygyna göz ýetirildi. Diýmek, elektromagnitiň dartyşma güýji ondan geçýän toguň güýjüne göni proporsionaldyr.

Ikinji ýagdaýda, tegekdäki simleriň sargylar sany kemeldilende, ýakoryň elektromagnite dartyşma güýjüniň kemelýändigini anyklady. Diýmek, elektromagnitiň dartyşma güýji tegegiň sargylar sanyna göni proporsionaldyr.

Geçirilen üçünji tejribede, elektromagniti tegekdäki sargylar sany we geçýän tok birmeňzeş, ýöne uzynlygy 2 esse gysga bolan başga elektromagnit bilen çalşyrdy. Munda ýakoryň elektromagnite dartylyş güýji 4 esse artdy. Diýmek, elektromagnitiň dartyşma güýji tegegiň uzynlygynyň kwadratyna ters proporsional bolýan eken.

Elektromagnitiň ýasalşy we ulanylyşy

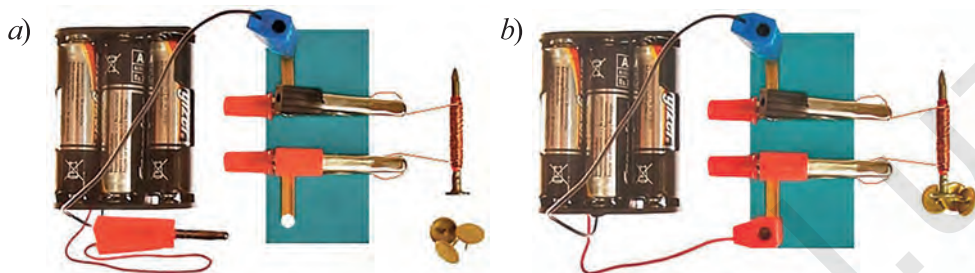
Geliň, ýönekeý elektromagniti öz elimiz bilen ýasajak bolalyň. Munuň üçin ýüýe reňkli plastinka ýapyşdyrýarys we inçe laklanan simi 100–150 sany sargy



160-njy surat.

edip çüye sarayarys. Simiň uçlaryndan 15–20 cm galdyryp, uçlaryny lakdan arassalaýarys.

Indi 3 sany 1,5 V elementleri yzygider birikdirýäris we 161-nji suratda berilişi ýaly shemany ýygýarys (161-nji a surat).



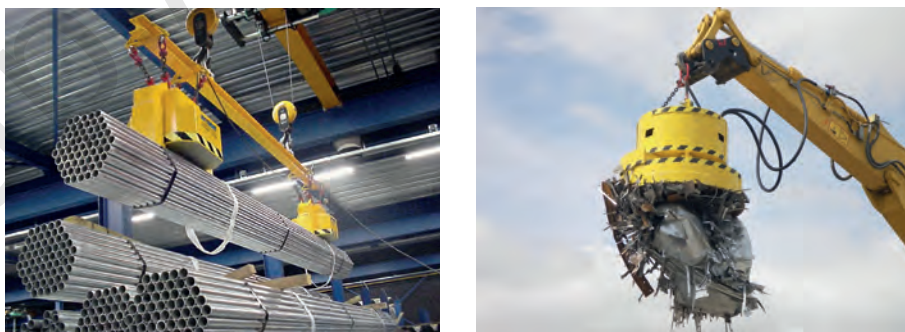
161-nji surat.

Zynjyry birikdirmezden öň, çüýi metal böleklerine (knopka, skrepka...) ýakynlaşdyryp, ony çekýändigine göz ýetirýäris. Zynjyry birikdirýäris. Indi çüýi knopka ýakynlaşdyrsak, tokly tegegiň içindäki demir özen magnite öwürülenligine şaýat bolarys (161-nji b surat).

Bu hadysadan tehnikanyň köp ugurlarynda, şol sanda, transport, telegraf, radio, telewideniýe, elektrotehnika we başga ugurlarda giňden ulanylýar.

Meselem, demir parçalary ýüklände uly kuwwatly elektromagnitler amatlydyr (162-nji surat). Şeýle göreriji kranyň amatlylygy, daşalýan ýük käbir daýanja ýüklenmeýänligi we berkidilmeýänligidir. Elektromagnit kran daşamaly bolan ýüke ýakynlaşdyrylýar we tegek toga birikdirilýär. Şol bada ýük krana ýapyşyp göterilýär we kran ony başga ýere eltip goýýar. Tok üzülmegi bilen kran ýükden aýrylýar.

Elektromagnitleriň tehnika ugrunda giň ulanylyşy elektromagnit rele hökmünde ýüze çykýar.

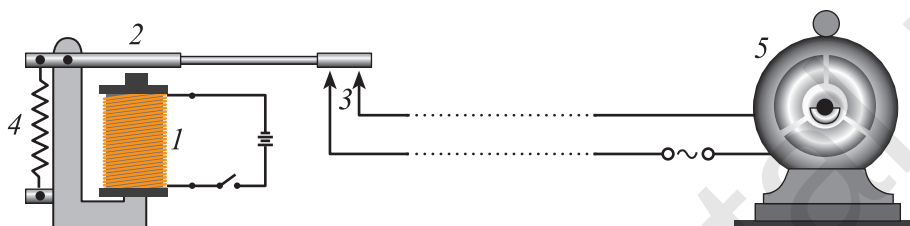


162-nji surat.

Reläniň gurluşy we işleýiş prinsipi

163-nji suratda in ýönekeý reläniň¹ shemasy görkezilen. Reläniň esasy bölegi elektromagnitden (1) ybarat. Açar birikdirilip, elektromagnit tegekden tok geçeninde elektromagnit özeni magnitlenýär we ýakory (2) özüne çekýär. Şeýdip ýakor işçi zynjyrlý kontakty (3) birikdirýär.

Işçi zynjyryna dürli elektrik sarp edijileri – dwigatelleri, lampalary we başga esbaplary birikdirmek mümkin. Reläniň zynjyry üzülende puržin (4) ýakory (2) ýokary çekýär we işçi zynjyr üzülýär. Işçi zynjyra dwigatel (5) birikdirilen.



163-nji surat.

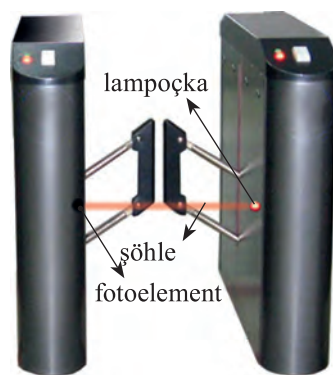
Elektromagnit rele ýakoryň (2) dartylmagy üçin elektromagnitli zynjyra kiçi naprýaženiýeli, meselem, 1,5–4,5 V naprýaženiýeli çeşme birikdirilýär. Munda ýakoryň elektromagnite dartylmagy üçin tegekden güýçsüz tok geçirilmegi ýeterlidir. Işçi zynjyry bolsa uly naprýaženiýeli, meselem, 220–5 000 V naprýaženiýeli elektrik pudaga birikdirilen bolup, ondan uly tok geçýär. Rele kiçi naprýaženiýeli zynjyryň kömeginde uly naprýaženiýeli zynjyrlary birikdirip-üzümäge mümkinçilik berýär.

Elektromagnit reläniň ulanylyşyna mysallar

Elektromagnit rele tehnikanyň ähli ugurlarynda, ayniqsa, avtomatika sohasida giňden ulanylýar.

Metro girişdäki geçilýän ýerde fotoelementli elektromagnit rele ulanylýar. Eger geçilýän ýerden žeton taşlamazdan geçmekçi bolsaňyz, iki gyradan böwetler çykýar we ýoluňyzy bekleýär.

Eger üns beren bolsaňyz, geçilýän ýeriň bir tarapyndaky deşikden şöhle dessesi çykyp, ikinji tarapdaky deşiň içine düşüp durýar (164-nji surat). Ýagtylyk şöhlesi fotoelemente düşüp duranda onda üznüksiz tok emele gelip durýar we reläniň ýakory elektromagnite çekilen ýagdaýda bolýar.



164-nji surat.

¹«Rele» sözi fransuzça bolup, «çalşyryp goýmak» diýen manyny aňladýar.

Yakoryň şeýle dartylyp durmagy işçi zynjyry üzük ýagdaýda saklap durýar.

Eger iki deşigiň arasyndan adam geçse, şöhle dessesi ýapylýar we şol bada fotoelementde tok emele gelşi togtayar. Derrew ýakor elektromagnitden uzaklaşýar we işçi zynjyr birikdirilýär. İşçi zynjyra ýörite mehanizmler ornaşdyrylan bolup, ondan tok geçmegi bilen geçilýän ýerdäki böwetleri herekete getirýär we olar ýoly bekleýär.

Adam geçilýän ýerden yza gaýtmagy bilen deşiklerden şöhle dessesi fotoelemente düşüp, ýene ýakor elektromagnite dartylýar we işçi zynjyry üzýär. Şol bada böwetler öz ýerine gaýdýar we ýol açylýar.

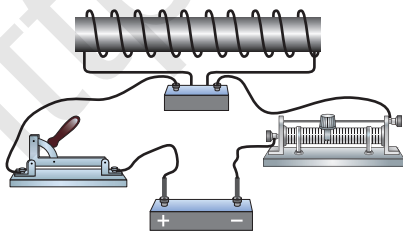
Eger geçelgä ornaşdyrylan ýörite deşige žetony taşlasaňyz, ol derrew işçi zynjyryny başga bir ýerinden üzýär. Bu ýagdaýda deşikleriň arasyndaky şöhle dessesini kesip geçseňiz hem böwetler herekete gelmeýär we ýoluňň ýapylmaýar.



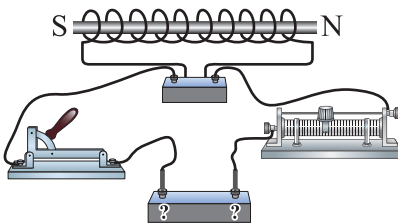
1. Elektromagnitiň dartyşma güýji ondan geçýän toguň güýjüne nähili bagly? Şeýle baglylygy tejribede nähili görkezmek mümkin?
2. Elektromagnitiň dartyşma güýjüni” formulasy nähili aňladylýar?
3. Elektromagnitiň ulanylyşy barada nämeleri bilýärsiňiz?
4. Elektromagnit reläniň gurluşy we işleýiş prinsipini düşündiriň.
5. Metro girelgede ulanylýan reläniň wezipesi nämeden ybarat?

26-njy gönükme

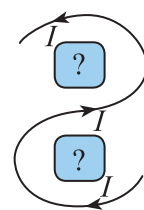
1. İçinde demir özeni bolan tegek arkaly 165-nji suratda görkezilen ugurda tok geçirilýär. Munda emele gelen elektromagnitiň polýuslaryny anyklaň. Bu elektromagnitiň polýuslarynyň ýagdaýyny nähili üýtgetmek mümkin?
2. 166-njy suratda tegekdən tok geçende emele gelen elektromagnit polýuslary görkezilen. Tegekdäki toguň ugruny we tok çeşmesiniň polýuslaryny anyklaň.



165-nji surat.



166-njy surat.



167-nji surat.

3. Nal şekilli elektromagnit tegeginiň sargylaryndaky toguň ugry 167-nji suratda strelkalar bilen görkezilen. Elektromagnitiň polýuslaryny anyklaň.
4. Bir tarapa ugrugan parallel toklar bir-birini dartýandygyny, garşylykly tarapa ugrugan parallel toklar bolsa bir-birinden itekleşýändigini buraw düzgüninden we çep el düzgüninden peýdalanyňp görkeziň.



5–6 cm uzynlykdaky demir steržen alyň. Oňa izolirlenen simi oraň. Sargylar sany 10–20 sany bolsun. Simiň uçlaryny galwanik elemente birikdiriň. Taýýarlanan iň ýönekeý elektromagnite dürli ýeňil demir predmetleri ýakynlaşdyryň. Iň ýönekeý elektromagniti ýygmak we işleýşi baradaky netijeleriňizi depderiňize ýazyň.

58-§

Laboratoriýa işi.

IŇ ÝÖNEKEÝ ELEKTROMAGNITI ÝYGMAK WE ONUŇ IŞLEÝŞINI ÖWRENMEK

Işiň maksady: iň ýönekeý elektromagnit gurluşyny ýygmak we onuň işleýşini synap görmek.

Gerekli enjamlar: tok çeşmesi, reostat, açar, birikdiriji simler, kompas, tegek, demir özen.

Işiň ýerine ýetirilişi

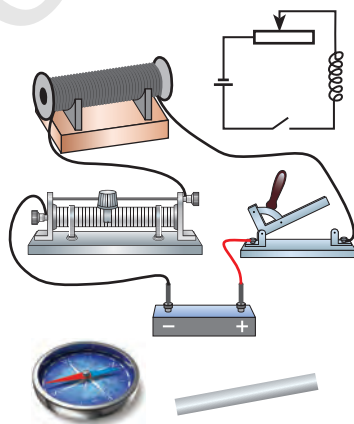
1. Tok çeşmesi, reostat, tegek we açardan ybarat elektrik zynjyr ýygýň (168-nji surat).

2. Ýygylan elektrik zynjyryň shemasyny çyzyň.

3. Zynjyry birikdirip, kompasyň kömeginde tegegiň polýuslaryny anyklaň.

4. Kompasy tegegiň oky boýunça magnit meýdanynyň täsiri ýiti kemelýänçe ondan uzaklaşdyryň.

4. Tegegiň içine demir özen goýup, elektromagnitiň kompasyň strelkasyna edýän täsirini synlaň we netije çykaryň. Netijeleriňizi depderiňize ýazyň.



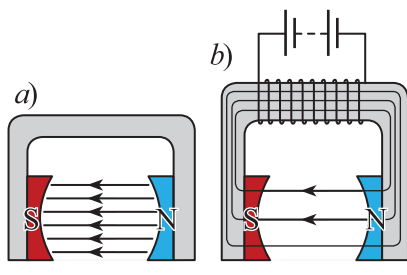
168-nji surat.



1. Iň ýönekeý elektrik zynjyr nähili elementlerden ybarat?
2. Iň ýönekeý elektromagnit nähili ýygylýar?
3. Ýygylan elektromagnitiň güýç çyzyklary nähili ugrugan bolýar?

Elektrik dwigateliň gurluşy

► Hemişelik toguň elektrik dwigateli iki esasy bölek – statordan we rotordan ybarat gurluş bolup, hemişelik toguň elektrik energiýasyny mehaniki energiýa öwürüp berýär.



169-njy surat.

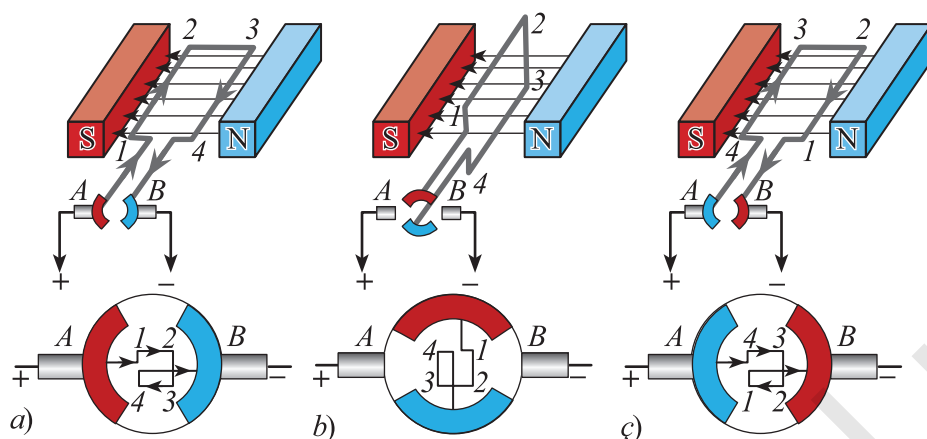
«Stator» latynçadan alnan söz bolup, «gozganmaýan» diýen manyny aňladýar. Stator hemişelik magnitden (169-njy a surat) ýa-da elektromagnitden (169-njy b surat) ybarat. Stator dwigateliň korpusyna berkidilen bolýar.

«Rotor» latynçadan alnan söz bolup, «aýlandyrmak» diýen manyny aňladýar. Rotor dwigateliň aýlanýan böleklerini düzýär. Roto-

ryň esasy bölegi bir ýa-da birnäçe tegekli ramkadan we kollektordan ybarat. Ramkanyň sargylaryndaky simleriň uçlary kollektoryň halkalaryna birikdirilen. Kollektor ramka bilen bilelikde aýlanýar. Kollektoryň halkalarynyň daşarsyna gozganmaýan edip iki kömür çotka berkidilen. Olar ýörite puržinleriň kömeginde kollektoryň halkalaryna dykyz edip gysyp goýulýar. Zynjyrdaky elektrik togy şol çotkalar arkaly kollektoryň halkalaryna geçýär.

Elektrik dwigateliň işleýiş prinsipi

Amatlyk üçin bir ramkaly rotordan ybarat bolan iň ýönekeý dwigateliň işleýiş prinsipine garaýarys (170-nji surat). Dwigateliň kollektory iki ýarymhalkadan ybarat bolup, olara A we B çotkalar direlip durýar. Olara tok çeşmesiniň iki polýusyndan gelyän simler birikdirilen. Tok çeşmesinden gelyän tok çotka, kollektor hem-de ramkadan A-1-2-3-4-B ugurda geçýär (170-nji a surat). Magnit meýdanynyň täsirinde ramka magnit güýç çyzyklaryna perpendikulýar ýerleşmäge hereket edýär. Munda A we B çotkalar kollektoryň halkalaryna degmän galýar we ramkadan tok geçmeýär (170-nji b surat). Ýöne ramka öz inersiýasy bilen aýlanmagyny dowam etdirip, magnit güýç çyzyklaryna parallel ýerleşýär (170-nji ç surat). Munda çotkalar kollektoryň halkalaryna degip galýar we ramkadan A-4-3-2-1-B ugurda tok geçýär. Magnit meýdanynyň täsirinde ramka ýene perpendikulýar ýagdaýa gelmäge çalyşýar. Şeýdip proses dowam edip, ramka üznüksiz aýlanýar.



170-nji surat.

Magnit meýdanynyň täsirinde aýlanma herekete getirilen tokly ramkanyň hereketi rotoryň oky arkaly başga mehanizmlere ýörite geçirilýär.

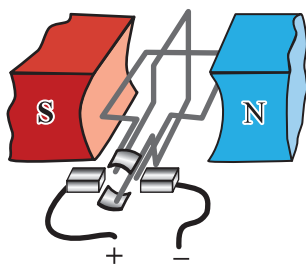
Amalda bir ramkaly rotordan ybarat bolan dwigateller ulanylmaýar. Çünki, olarda ramkanyň aýlanyşy bir tekiz bolmaýar we ramkanyň rotoryň okuny aýlandyrmaga güýji ýetmeýär. Ramka magnit güýç çyzyklaryna perpendikulýar ýagdaýdan parallel ýagdaýa gelýänçe haýal we güýçsüz aýlanma hereketde bolýar.

171-nji suratda iki ramkaly elektrodwigateliň gurluşy görkezilen. Munda ramkalar bir-birine perpendikulýar edip bir oka mäkämlenýär.

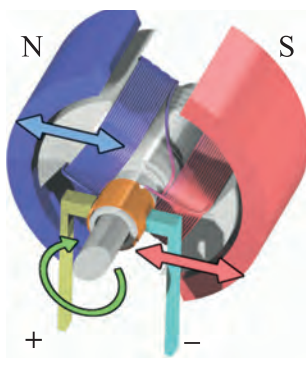
Kollektoryň örtükleri iki däl, eýsem, dört bolýar.

Iki ramkaly rotorda magnit güýç çyzyklaryna parallel ýerleşen birinji ramkadan tok geçende magnit meýdanynyň täsirinde ol perpendikulýar ýagdaýda bolmaga çalyşýar. Birinji ramka perpendikulýar ýagdaýda bolanda parallel ýagdaýdaky ikinji ramkadan tok geçýär we ol perpendikulýar ýagdaýa gelmäge çalyşýar. Şeýdip ramkalar rotory bir tekiz aýlandyrýar.

Dwigateliň kuwwatyny artdyrmak üçin tehnikada ulanylýan dwigateliň rotory köp ramkaly bolup, ramkanyň sargylary demir silindr ýaryklaryna ýerleşdirilýär. Munda demir silindr özen wezipesini ýerine ýetirýär. 172-nji suratda 6 sany ramkaly we demir özenli rotoryň we statoryň kese kesigi görkezilen.



171-nji surat.



172-nji surat.



173-nji surat.



174-nji surat.

173-nji suratda giñden ulanylýan uly kuwwatly elektrik dwigateler görkezilen.

Elektrik dwigatelleriñ ulanylyşy

Elektrik dwigatelleriñ ýylylyk dwigatellerine garanda artykmaç taraplary köp. Birinjiden, elektrik dwigatelleri ýylylyk dwigatellerine garanda ykjam we peýdalanmak üçin amatlydyr, olary islendik amatly ýere ornaşdyrmak mümkin. Ikinjiden, işlände gaz, tüsse we bug çykarmaýar. Üçünjiden, olar üçin ýangyç we suw gerek däl. Dördünjiden, elektrik dwigatelleriñ peýdaly täsir koeffisiýenti 80 %-den artykdyr, ýylylyk dwigatelleriniñki bolsa 20 %-den geçmeýär.

Elektrik dwigatelleriñ artykmaçlyklary: ukjam we peýdalanmaga amatly, howany hapalamaýar, maddy önüm talap etmeýär, peýdaly täsir koeffisiýenti ýokary.

Elektrik dwigateller islendik kuwwata niýetläp öndürilýär. Meselem, elektrik päkilerde dwigateliñ kuwwaty birnäçe wattly bolsa, elektrowozlaryñ, gämi-leriñ elektrik dwigatelleri birnäçe megawattly bolýar.

Dürli hojalyk elektrik esbaplary – fen, drel, çarh (174-nji surat), magnitofon, wentilýator, doňduryjy, tikin we geým ýuwyýan maşynlara elektrik dwigateller ornaşdyrylan bolýar. Kärhanalarda elektrik dwigatelleri dürli stanoklary we maşynlary herekete getirýär. Oba hojalygynda elektrik dwigatellerinden nasoslary, galla üweýän maşynlary, elewatorlary ýöretmek üçin peýdalanylýar.

Transportda elektrik dwigatelleri tramwaýlary, trolleybuslary, metro otlularyny we elektrowozlary herekete getirýär.

Elektrik dwigatelleriñ dürli ugurlarda giñ ulanylmagy adamyñ zähmetini aňsatlaşdyryp, işinde amatlyk döretdi.



1. Hemişelik toguñ elektrik dwigateliñde haýsy görnüşdäki energiýa nähili görnüşdäki energiýa öwrülýär?
2. Elektrik dwigateliñ gurluşyny düşündirip beriñ.
3. Elektrik dwigateliñ işleýiş prinsipini aýdyp beriñ.
4. Elektrik dwigateler nähili artykmaçlyklara eýe?
5. Elektrik dwigateliñ ulanylyşy barada nämeleri bilýärsiñiz?



Elektrik dwigateli bilen işleýän elektrik esbaplaryň (meselem, elektrik päki, wentilýator, magnitofon, tikin ýa-da geým ýuwyýan maşyny) elektrik dwigatelerini gözden geçiriň we pikirleriňizi depderiňize ýazyň.

60-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Induksiýasy 0,6 T bolan magnit meýdanynnda induksiýa çyzyklaryna dik ýagdaýda $2 \cdot 10^7$ m/s tizlik bilen hereketlenýän protona nähili güýç täsir edýär?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$B = 0,6 \text{ T}$ $v = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$F = q v B;$ $[F] = C \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{T} =$ $= C \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = \text{N}.$	$F = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^7 \cdot 0,6 \text{ N} =$ $= 1,92 \cdot 10^{-12} \text{ N} = 1,92 \text{ pN}.$
<i>Tapmaly:</i> $F = ?$		<i>Jogaby:</i> $F = 1,92 \text{ pN}.$

2-nji mesele. Tizligi $3,5 \cdot 10^7$ m/s bolan zarýadlanan bölejik induksiýasy 0,2 T bolan magnit meýdanynyň güýç çyzyklarynyň ugruna dik ýagdaýda uçup girdi. Eger bölejige meýdan tarapyndan 3,36 pN güýç täsir eden bolsa, bölejigiň zarýady nähili bolupdyr?

Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$v = 3,5 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ $B = 0,2 \text{ T}$ $F = 3,36 \text{ pN} = 3,36 \cdot 10^{-12} \text{ N}.$	$F = q v B;$ $[q] = \frac{\text{N}}{\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}} = \text{A} \cdot \text{s} = \text{C}.$	$q = \frac{3,36 \cdot 10^{-12}}{3,5 \cdot 10^7 \cdot 0,2} \text{ C} =$ $= 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$
<i>Tapmaly:</i> $q = ?$		<i>Jogaby:</i> $q = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$

27-nji gönükme

1. Elektron bir jynsly magnit meýdanyna dik ýagdaýda $2 \cdot 10^6$ m/s tizlik bilen uçup girdi. Induksiýasy 0,8 T bolan magnit meýdany tarapyndan elektrona täsir edýän güýji anyklaň.

2. Tizligi $4 \cdot 10^7$ m/s we zarýady $3,2 \cdot 10^{-19}$ C bolan bölejik magnit meýdanyň güýç çyzyklarynyň ugruna dik ýagdaýda uçup girdi. Eger bölejige meýdan tarapyndan 6,4 pN güýç täsir eden bolsa, magnit meýdanyň induksiýasy nähili bolupdyr?
3. Induksiýasy 0,4 T bolan magnit meýdanyna induksiýa çyzyklaryna dik ýagdaýda elektron uçup girdi. Oña täsir edýän güýç 0,64 pN bolsa, onuň tizligi nähili bolupdyr?
4. Magnit meýdanyň induksiýa çyzyklaryna dik ugurda $2 \cdot 10^8$ m/s tizlik bilen hereketlenýän proton uçup girdi. Eger magnit meýdanyň induksiýasy 0,4 T bolsa, protona magnit meýdany tarapyndan nähili güýç täsir edýär?
5. Induksiýasy 0,3 T bolan magnit meýdany induksiýa çyzyklaryna dik ugurda $2 \cdot 10^6$ m/s tizlik bilen uçup giren iona magnit meýdany tarapyndan 0,48 pN güýç täsir edýär. Ionyň zarýady nähili bolupdyr?

V BABY GAÝTALAMAK ÜÇIN TEST ÝUMUŞLARY

1. Elektrik togunyň magnit täsiri tok haýsy gurşawlardan geçende bolýar?
 A) elektrolitlerden; B) metallardan;
 C) wakuumda; D) islendik gurşawdan.
2. Geçirijiden hemişelik tok geçende onuň daşynda nähili meýdan emele gelýär?
 A) elektrik meýdany; B) magnit meýdany;
 C) elektromagnit meýdan; D) grawitasion meýdan.
3. Suratda 4 jübüt tok geçiş ugurlary görkezilen. Haýsy ýagdaýda olar özara dartýşar?
 A) $\uparrow\downarrow$; B) $\rightarrow\leftarrow$; C) $\downarrow\downarrow$; D) $\rightarrow\downarrow$.
4. Suratda 4 jübüt tok geçiş ugurlary görkezilen. Haýsy ýagdaýda olar özara itekleşer?
 A) $\uparrow\downarrow$; B) $\rightarrow\rightarrow$; C) $\downarrow\downarrow$; D) $\rightarrow\downarrow$.
5. Magnit meýdanyň induksiýa çyzyklaryna dik ugurda elektron we proton uçup girýär. Protonyň massasy elektronyň massasyndan 1800 esse uly. Bölejikleriň haýsysyna täsir eden Lorens güýji uly bolar?
 A) elektrona; B) protona;
 C) ikisine birmeňzeş; D) täsir güýji nola deň.

6. Lorens güýji hereketdäki zarýadlanan bölejigiň tizligini nähili üýtgedýär?
 A) tizligini artdyrýar; B) tizligini kemeldýär;
 C) tizligini üýtgetmeýär; D) tizligiň ugruny üýtgedýär.
7. Çep el düzgüniniň kömeginde nähili ululyklaryň ugry kesgitlenýär?
 A) Amper güýji; B) Kulon güýji;
 C) Lorens güýji; D) Amper we Lorens güýçleri.
8. Proton induksiýasy 20 mT bolan bir jynsly magnit meýdana güýç çyzyklaryna dik ýagdaýda $3 \cdot 10^7$ m/s tizlik bilen uçup giren bolsa, oňa nähili güýç täsir edýär (N)?
 A) $3,2 \cdot 10^{-16}$; B) $9,6 \cdot 10^{-14}$; C) $4,8 \cdot 10^{-18}$; D) $6,4 \cdot 10^{-15}$.
9. Uzynlygy 25 cm bolan metal geçiriji induksiýasy 0,8 T bolan magnit meýdanyna ýerleşdirildi. Geçirijiden 0,6 A tok akyp geçýän bolsa, oňa magnit meýdany tarapyndan nähili güýç täsir edýär (mN)?
 A) 480; B) 240; C) 120; D) 640.
10. Uzynlygy 40 cm bolan we 1,25 A tok geçýän geçirijä magnit meýdany tarapyndan 60 mN güýç täsir edipdir. Geçiriji duran magnit meýdanynyň induksiýasyny anyklaň.
 A) 0,24; B) 0,12; C) 0,15; D) 0,36.
11. Induksiýasy 0,6 T bolan magnit meýdanynyň çyzyklaryna dik ýerleşen 8 cm uzynlykdaky geçirijä meýdanyň täsir güýji 96 mN -a deň. Geçirijidäki toguň güýji nähili bolupdyr (A)?
 A) 2; B) 1,8; C) 3,6; D) 1,2.
12. Induksiýasy 0,5 T bolan magnit meýdany induksiýa çyzyklaryna dik ugurda $2 \cdot 10^6$ m/s tizlik bilen hereketlenýän zarýadlanan bölejik uçup girdi. Eger bölejige magnit meýdany tarapyndan 0,8 pN güýç täsir eden bolsa, bölejigiň zarýady nähili bolupdyr (C)?
 A) $3,2 \cdot 10^{-19}$; B) $4,8 \cdot 10^{-19}$; C) $6,4 \cdot 10^{-19}$; D) $8 \cdot 10^{-19}$.
13. Tizligi $5 \cdot 10^7$ m/s we zarýady $6,4 \cdot 10^{-19}$ C bolan bölejik magnit meýdanynyň güýç çyzyklarynyň ugruna dik ýagdaýda uçup girdi. Eger bölejige meýdan 8 pN güýç täsir eden bolsa, magnit meýdanynyň induksiýasy nähili bolupdyr (T)?
 A) 0,5; B) 0,8; C) 0,25; D) 0,32.
14. 30 cm uzynlykdaky geçiriji induksiýasy 0,6 T bolan magnit meýdanynyň induksiýa çyzyklaryna dik ýerleşen. Geçirijiniň kese kesiginiň meýdanynyň bir minutda 80 C zarýad akyp geçýär. Magnit meýdany tarapyndan geçirijä nähili güýç täsir edýär (N)?
 A) 0,12; B) 0,24; C) 0,08; D) 0,16.

V BAP BOUNÇA MÖHÜM NETIJELER

Hemişelik magnit	Özüniñ magnit arýratynlygyny uzak wagt ýitirmeýän jisimler.
Magnit meýdany	Hemişelik magnit, magnitlenen jisimler ýa-da elektrik togy geçýän geçirijiniñ daşynda bolýar.
Magnit güýç çyzyklary	Magnit güýç çyzyklary magnitiñ demirgazyk polýusyndan çykyp, günorta polýusyna girýän ýapyk çyzykdan ybarat.
Magnitiñ polýuslary	Magnitleriñ günorta polýusy S harpy bilen, demirgazyk polýusy N harpy bilen belgilenýär. Magnit güýç çyzyklarynyñ ugry hökmünde N polýusdan S polýusa tarap ugur kabul edilen.
Ýeriñ günorta magnit polýusy	75° demirgazyk giňlik we 99° günbatar uzynlygyñ golaýynda, Ýer şarynyñ demirgazyk geografik polýusyndan takmynan 2 100 km uzaklykda ýerleşen.
Demirgazyk magnit polýusy	Ýeriñ günorta geografik polýusynyñ golaýynda bolup, 66,5° günorta giňlikde we 140° gündogar uzynlykda ýerleşen.
Amper güýji	Magnit meýdany tarapyndan şu meýdanda ýerleşen tokly geçirijiniñ bölegine täsir edýän güýje, toguñ güýjüne, geçirijiniñ uzynlygyna hem-de magnit induksiýasyna proporsional bolýar, ýagny: $F = B I \Delta l$.
Göni toguñ magnit meýdanynyñ güýç çyzyklary	Eger burawyñ öňe gitme hereketiniñ ugry geçirijidäki toguñ ugrunda bolsa, burawyñ dessesiniñ aýlanma ugry şu toguñ magnit güýç çyzyklarynyñ ugruny görkezýär.
Elektromagnit	Demir özene birnäçe gat edip izolirlenen geçiriji (sim) dolap alnan tegek.
Lorens güýji	Magnit meýdanynda hereketlenýän zaryadlanan böljige şu meýdan tarapyndan täsir edýän güýç: $F_L = q v B.$
Çep el düzgüni	Çep eliniñ aýasyny oňa magnit güýç çyzyklary girýän edip saklap, dört barmak toguñ ugry boýunça saklap durulsa, 90° -a gerilen baş barmak geçirijä täsir edýän güýjüñ ugruny görkezýär.

GÖNÜKMELERİN JOGAPLARY

I bap

- 1-nji gönükme.** 1. $q_e = -4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $q_p = +4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. 2. $m = 5,46 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$.
3. $q_e = -1,28 \cdot 10^{-18} \text{ C}$; $m = 7,28 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$.
- 2-nji gönükme.** 1. $F = 11,52 \text{ mN}$. 2. $q = 10 \text{ nC}$. 3. $r = 6 \text{ cm}$. 4. $\approx 4,2 \cdot 10^{42}$ esse.
- 3-nji gönükme.** 1. $q = 5,2 \text{ pC}$. 2. $N = 2,5 \cdot 10^{10}$. 3. $q = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. 4. 1,8 esse artýar.
5. $r = 10 \text{ cm}$. 6. $N \approx 10^{11}$ sany. 7. $F = 10 \text{ }\mu\text{N}$. 8. $F = 9 \text{ mN}$.
- 4-nji gönükme.** 1. $E = 10^4 \text{ N/C}$. 2. $F = 60 \text{ }\mu\text{N}$. 3. $E = 160 \text{ N/C}$. 4. $r = 6 \text{ cm}$
- 5-nji gönükme.** 1. $E = 400 \text{ N/C}$. 2. $q = 6 \text{ nC}$. 3. $N = 8 \cdot 10^{11}$ sany. 4. $E = 3000 \text{ N/C}$.
5. $\varepsilon = 2$. 6. $m = 4,5 \cdot 10^{-18} \text{ kg}$. 7. $E = 3000 \text{ N/C}$.

II bap

- 6-njy gönükme.** 1. $U = 3 \text{ V}$. 2. $A = 50 \text{ J}$. 3. $q = 50 \text{ C}$. 4. $N = 5 \cdot 10^{19}$ sany.
- 7-nji gönükme.** 1. $I = 0,1 \text{ A}$. 2. $q = 9 \text{ C}$. 3. $q = 48 \text{ C}$; $N = 3 \cdot 10^{20}$ sany.
4. $m \approx 2,7 \text{ nkg}$. 5. $U = 5 \text{ V}$. 6. $t = 20 \text{ minut}$. 7. $q = 6000 \text{ C}$.
8. $q = 72 \text{ C}$; $N = 4,5 \cdot 10^{20}$ sany. 9. $A = 1200 \text{ J}$. 10. $U = 4 \text{ V}$.
- 8-nji gönükme.** 1. $R = 0,85 \text{ }\Omega$. 2. Nikelin. 3. $R_1/R_2 = 300$. 4. $l = 2,5 \text{ m}$.
5. $S = 0,5 \text{ mm}^2$. 6. Üýtgemeyär. 7*. $V = 27,5 \text{ cm}^3$.
- 9-njy gönükme.** 1. $I = 0,1 \text{ A}$. 2. $U = 220 \text{ V}$. 3. $U = 6 \text{ V}$. 4. $I = 0,2 \text{ A}$.
5. $l = 10 \text{ m}$. 6*. $I = 40 \text{ mA}$.
- 10-njy gönükme.** 1. $R = 1,5 \text{ }\Omega$. 2. $I = 0,2 \text{ A}$. 3. $n = 1,25 \cdot 10^{19}$ sany. 4. $l = 5 \text{ m}$.
5. $U = 165 \text{ V}$. 6. $I = 2,5 \text{ A}$. 7. Simiň garşylygy 4 esse artýar.
- 11-nji gönükme.** 1. $U_1 = 2 \text{ V}$; $U_2 = 4 \text{ V}$; $R = 15 \text{ }\Omega$; $U = 6 \text{ V}$. 2. $I = 0,2 \text{ A}$;
 $U_1 = 0,8 \text{ V}$; $U_2 = 2 \text{ V}$; $U_3 = 3,2 \text{ V}$. 3. $U_1 = 165 \text{ V}$; $U_2 = 55 \text{ V}$.
4. $U_{AB} = 45 \text{ V}$.
- 12-nji gönükme.** 1. $R = 2 \text{ }\Omega$. 2. $R = 5 \text{ }\Omega$. 3. $I = 0,8 \text{ A}$. 4. $R = 24 \text{ }\Omega$; $I = 1,5 \text{ A}$.
5. $I_2 = 1,8 \text{ A}$.
- 13-nji gönükme.** 1. $R = 3 \text{ }\Omega$. 2. $I = 3 \text{ A}$; $U = 15 \text{ V}$. 3. $I = 1,2 \text{ A}$.
- 14-nji gönükme.** 1. 2,1 esse artýar. 2. $C = 1,25 \text{ }\mu\text{F}$. 3. $q = 1,2 \text{ }\mu\text{C}$.
4. $C = 4,425 \text{ pF}$. 5. $U = 14 \text{ V}$.
- 15-nji gönükme.** 1. $C_{um} = 16 \text{ }\mu\text{F}$; $q_1 = 36 \text{ }\mu\text{C}$; $q_2 = 60 \text{ }\mu\text{C}$; $q_1 = 96 \text{ }\mu\text{C}$. 2. $C = 6 \text{ }\mu\text{F}$.
3. 4 esse artýar. 4. Hawa, mümkin. 1-nji we 2-nji kondensatorlar parallel, olara 3-nji kondensator yzygider birikdirilýär.
- 16-njy gönükme.** 1. $\varepsilon = 3$. 2. $q = 0,53 \text{ nC}$. 3. $d = 5 \text{ mm}$.
4. 4 sany sygymy 30 pF we 3 sany sygymy 70 pF. 5. $U = 7 \text{ V}$.

III bap

17-nji gönükme. 1. $A = 528 \text{ kJ}$. 2. $A = 216 \text{ J}$. 3. $A = 10,584 \text{ kJ}$. 4. $W = 270 \text{ J}$.
5. $W = 396 \text{ kJ}$.

18-nji gönükme. 1. $P = 880 \text{ W}$. 2. $R = 3,6 \Omega$. 3. $R = 40 \Omega$. 4. $W = 440 \text{ kW} \cdot \text{h}$.
5. $A = 52,8 \text{ kJ}$. 6. $R_1 = 4840 \Omega$; $R_2 = 3227 \Omega$; $I_1 = 45,4 \text{ mA}$;
 $I_2 = 68,2 \text{ mA}$. 7. $N = 5 \cdot 10^{21}$ sany. 8. $P_1 = 20 \text{ W}$. 9. $P_1 = 10 \text{ W}$.
10. Ýyladyjylar parallel birikdirilende suw tizräk ýylaýar, çünki geçirijiler parallel birikdirilende zynjyryň garşylygy kemelýär we zynjyr arkaly tok köpräk geçýär.

19-njy gönükme. 1. $Q = 600 \text{ kJ}$. 2. $Q = 8712 \text{ kJ}$. 3. Nihrom.
4. $P = 3520 \text{ W}$. 5. $I = 2 \text{ A}$.

20-nji gönükme. 1. $I = 5 \text{ A}$. 2. $Q = 5,76 \text{ MJ}$. 3. $Q = 2904 \text{ kJ}$. 4. $I = 10 \text{ A}$.
5. $P = 2,2 \text{ kW}$. 6. $Q_1 = 1,5 Q_2$. 7. $I = 2,5 \text{ A}$; $R = 88 \Omega$.
8. $A = 28,8 \text{ kJ}$. 9. $A_1 = 1250 \text{ J}$.

21-nji gönükme. 1. $S = 4 \text{ mm}^2$. 2. $I = 4,2 \text{ mA}$. 3. $U = 242 \text{ V}$.
4. $Q_2 = 22,5 \text{ J}$. 5. $Q_2 = 10 \text{ J}$.

IV bap

22-nji gönükme. 1. $m = 4,11 \text{ mg}$. 2. $q = 8,9 \text{ C}$.

3. $I = 9,1 \text{ mA}$. 4. $k = 0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$.

23-nji gönükme. 1. $I = 9 \text{ mA}$. 2. $m = 4,025 \text{ kg}$. 3. $S = 184 \text{ cm}^2$. 4. $m = 2,6 \text{ mg}$.
5. $q = 1408 \text{ C}$. 6. $k = 2,04 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$.

24-nji gönükme. 1. $N = 5 \cdot 10^{16}$ sany. 2. $N \approx 1,7 \cdot 10^{17}$ sany. 3. $a \approx 7 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$.

V bap

25-nji gönükme. 1. $F = 1,2 \text{ N}$. 2. $I = 1 \text{ A}$. 3. $B = 2 \text{ mT}$. 4. $I = 0,1 \text{ A}$.
5. $F = 1,6 \text{ N}$. 6. $F = 6,4 \text{ mN}$.

26-njy gönükme. 1. Toguň ugruny bilmek bilen, sag buraw düzgünini ulanýarys. Çyzgy tekizliginiň çep tarapy S we sag tarapy N polýusa eýe bolýar.
2. Toguň ugry we çeşmäniň polýuslary birinji gönükmedäki ýaly bolýar.
3. Çyzgynyň ýokary böleginde sag buraw düzgünine görä, magnet induksiýa wektory çyzgy tekizliginden biz tarapa dik ugrugan. Aşaky böleginde çyzgy tekizligine dik we biz tarapdan ugrugan.

27-nji gönükme. 1. $F = 2,56 \cdot 10^{-13} \text{ N}$. 2. $B = 0,5 \text{ T}$. 3. $v = 10^7 \text{ m/s}$.
4. $F = 1,28 \cdot 10^{-11} \text{ N}$. 5. $q = 8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

BAPLARY GAÝTALAMAK ÜÇIN TEST ÝUMUŞLARYNYŇ JOGAPLARY

I bap

1. D	2. D	3. C	4. D	5. D	6. D	7. D	8. D	9. C	10. A	11. B
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

II bap

1. B	2. B	3. C	4. C	5. A	6. A	7. A	8. C
9. B	10. C	11. D					

III bap

1. B	2. C	3. B	4. D	5. A	6. A	7. B	8. A
9. D	10. A	11. C	12. B	13. C	14. D	15. C	16. B

IV bap

1. B	2. D	3. C	4. C	5. A	6. B	7. D	8. B	9. A	10. B
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------

V bap

1. D	2. B	3. C	4. A	5. C	6. D	7. D	8. B
9. C	10. B	11. A	12. D	13. C	14. B		

FEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *P. Habibullayev, A. Boydedayev, A. Bahromov, M. Yuldasheva.* Fizika, 8-sinf darsligi. Toshkent. G'G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 2014.
2. *N. Sh. Turdiyev.* Fizika, 8-sinf darsligi. Toshkent. G'G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 2016.
3. *L. Xudoyberdiyev, A. Husanov, J. Usarov.* Fizika. Elektrodinamika. Elektromagnit tebranishlar, 2-kitob. – T.: «O'qituvchi», 2004.
4. *E.B. Громыко, В.И. Зенкович, А.А. Луцевич, И.Э. Слесарь.* Физика, 8 класс. Минск. «Аудакцыя і выхаванне», – 2013.
5. *A.I. Ergashev, K.T. Suyarov, N.B. G'afurov, R.Q. Choriyev.* «Umumta'lim maktablarida fizika fanidan laboratoriya ishlarini o'tkazish» bo'yicha uslubiy qo'llanma. – T.: «Talqin». 2003.
6. *K.A. Tursunmetov* va boshq. Fizikani takrorlang. – T.: «O'qituvchi» NMIU. 2007.
7. *B.И. Лукашук.* Qiziqarli fizika. Savol va masalalar to'plami. G'G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2016.
8. Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun test savollari. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat test markazi. «Axborotnoma». Toshkent. 1996–2003-yillar.

MAZMUNY

Giriş.....	3
------------	---

I BAP.

ELEKTRIK ZARÝADY. ELEKTRIK MEÝDANY

1-§. Jisimleriň zarýadlanýşy	4
2-§. Elektrik zarýady	9
3-§. Zarýadlaryň özara täsiri. Kulonyň kanuny	12
4-§. Meseleler çözmek	15
5-§. Elektrik meýdany.....	18
6-§. Geçirijilerde elektrik zarýadlarynyň paýlanýşy.....	22
7-§. Meseleler çözmek	25
8-§. Tebigatdaky elektrik hadysalar.....	27
I baby gaýtalamak üçin test ýumuşlary.....	30
I bap boýunça möhüm netijeler	31

II BAP.

ELEKTRIK TOGY

9-§. Elektrik togy barada düşünje.....	32
10-§. Tok çeşmeleri	34
11-§. Elektrik güýjenme we ony ölçemek.....	39
12-§. Toguň güýji we ony ölçemek.....	42
13-§. Meseleler çözmek	45
14-§. Laboratoriýa işi. Elektrik zynjyry ýygmak, onuň dürli böleklerindäki toguň güýjüni we naprýaženiýäni ölçemek.....	46
15-§. Elektrik garşylyk	47
16-§. Rezistorlar. Reostatlar. Potensiometrler.....	52
17-§. Zynjyryň bir bölegi üçin Omuň kanuny	56
18-§. Meseleler çözmek.....	60
19-§. Laboratoriýa işi. Omuň kanunyny öwrenmek.....	61

20-§. Amaly sapak. Reostatyň kömeginde toguň güýjüni sazlamak	63
21-§. Sarp edijileri yzygider birikdirmek	64
22-§. Sarp edijileri parallel birikdirmek	67
23-§. Amaly sapak. Tok çeşmelerini birikdirmek	71
24-§. Laboratoriýa işi. Geçirijileri yzygider we parallel birikdirmegi öwrenmek.....	72
25-§. Sarp edijileri gatyşyk birikdirmek (Amaly sapak)	75
26-§. Meseleler çözmek	76
27-§. Elektrik sygymy. Kondensatorlar	78
28-§. Kondensatorlary parallel we yzygider birikdirmek	82
29-§. Meseleler çözmek	84
II baby gaýtalamak üçin test ýumuşlary	86
II bap boýunça möhüm netijeler	87

III BAP.

ELEKTRIK TOGUNYŇ IŞI WE KUWWATY

30-§. Elektrik togunyň işi	88
31-§. Elektrik togunyň kuwwaty	90
32-§. Meseleler çözmek	94
33-§. Laboratoriýa işi. Sarp edijiniň (lampočka) elektrik kuwwatyny anyklamak	96
34-§. Elektrik togunyň täsirinde geçirijileriň gyzmagy.....	97
35-§. Meseleler çözmek	100
36-§. Joulyň–Lensiň kanunynyň amalda ulanylyşy	102
37-§. Öýlerdäki elektrik zynjyrlar we birikdirmeler	104
38-§. Elektrik howpsuzlyk çäreleri.....	108
39-§. Meseleler çözmek	111
III baby gaýtalamak üçin test ýumuşlary	112
III bap boýunça möhüm netijeler.....	114

IV BAP. DÜR LI

GURŞAWLARDA ELEKTRIK TOGY

40-§. Metallarda elektrik togy	115
41-§. Suwuklyklarda elektrik togy	117

42-§. Elektroliz. Faradeýiň birinji kanuny.....	120
43-§. Faradeýiň ikinji kanuny	123
44-§. Meseleler çözmek	125
45-§. Elektrolizden durmuşda we tehnikada peýdalanmak	127
46-§. Wakuumda elektrik togy	129
47-§. Gazlarda elektrik togy	131
48-§. Elektrik zarýadlaryň görnüşleri we olardan peýdalanmak	133
IV baby gaýtalamak üçin test ýumuşlary.....	137
IV bap boýunça möhüm netijeler	138

V BAP.

MAGNIT MEÝDANY

49-§. Magnit meýdany. Hemişelik magnit we onuň polýuslary	139
50-§. Magnit meýdanyny häsiýetlendirýän parametrlar	143
51-§. Ýeriň magnit meýdany	145
52-§. Toguň magnit meýdany	146
53-§. Magnit meýdanynyň tokly geçirijä täsiri	149
54-§. Meseleler çözmek	151
55-§. Bir jynsly magnit meýdanynda tokly ramkanyň aýlanma hereketi	153
56-§. Magnit meýdanynda zarýadlanan bölejigiň hereketi	155
57-§. Elektromagnitler. Elektromagnit rele.....	157
58-§. Laboratoriýa işi. In ýönekeý elektromagniti ýygmak we onuň işleýşini öwrenmek	161
59-§. Hemişelik toguň elektrik dwigateli	162
60-§. Meseleler çözmek	165
V baby gaýtalamak üçin test ýumuşlary	166
V bap boýunça möhüm netijeler.....	168
Gönükmeleriň jogaplary	169
Baplary gaýtalamak üçin test ýumuşlarynyň jogaplary	171
Peýdalanylan edebiýatlar	171

O'quv nashri

Po'lat Qirgizboyevich Habibullayev, Ahmadjon Boydedayev,

Akbar Dalaboyevich Bahromov,

**Jabbor Eshbekovich Usarov, Kusharbay Tashbayevich Suyarov,
Moxidilxan Kamaldojonovna Yuldasheva**

F I Z I K A

(Turkman tilida)

**Umumiy o'rta ta'lim maktablarining
8-sinfi uchun darslik**

Qayta ishlangan va to'ldirilgan 3-nashri

«O'qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyi

Toshkent – 2019

Original-maket «DAVR NASHRIYOTI» MCHJ da tayyorlandi.

Terjime eden	<i>K. Hallyýew</i>
Redaktor	<i>J. Metýakubow</i>
Bezegçi-dizaýner	<i>R. Zaparow</i>
Korrektor	<i>J. Metýakubow</i>
Sahaplaýjy	<i>Ý. Belýaskaýa</i>
Teksti ýygan	<i>S. Niýazowa</i>

Lisenziya nomeri AI № 012. 20.07.2018.

Original-maketden chap etmäge 2019-njy ýylyň 02-nji awgustynda rugsat edildi. Möçberi 70×100 ¹/₁₆ Ofset chap ediliş usuly. «Times New Roman» garniturası. Şertli chap listi 14,19. Neşir listi. 13,9. 1 067 nusgada chap edildi. Buýurma № 171-19.

Özbekistan Respublikasynyň Prezidenti Administrasiyasynyň ýanyndaky Habar we köpçülikleýin kommunikasiýalar agentliginiň «O'qituvchi» neşirýat-çaphana döredijilik öýi.
Daşkent – 206, Ýunusabat tümeni, Ýangışäher köçesi, 1. Şertnama № 84-19.

Özbekistan Respublikasynyň Prezidenti Administrasiyasynyň ýanyndaky Habar we köpçülikleýin kommunikasiýalar agentliginiň Gafur Gulam adyndaky neşirýat-çaphana döredijilik öýüniň çaphanasında chap edildi. Daşkent, 100129. Labzak köçesi, 86.

Kärendesine berlen dersligiň ýagdaýyny görkezýän jedwel

T/n	Okuwçynyň ady, familiýasy	Okuw ýyly	Dersligiň alnandaky ýagdaýy	Synp ýolbaşçysynyň goly	Dersligiň tabşyrylandaky ýagdaýy	Synp ýolbaşçysynyň goly
1						
2						
3						
4						
5						

Derslik kärendesine berlip, okuw ýylynyň ahyrynda gaýtarylyp alnanda ýokardaky jedwel synp ýolbaşçysy tarapyndan aşakdaky baha bermek ölçeglerine esaslanyp doldurylýar:

Täze	Dersligiň birinji gezek peýdalanmaga berlendäki ýagdaýy.
Ýagşy	Sahaby бүтін, dersligiň esasy böleginden аýryлmandыр. Ähli sahypalary bar, ýyrtylmadyk, goparylmadyk, sahypalarynda ýazgylar we çyzylklar ýok.
Kanagatlanarly	Kitabyň daşy ýenjilen, ep-esli çyzylan, gyalary gädilen, dersligiň esasy böleginden аýрылан ýerleri bar, peýdalanyjy tarapyndan kanagatlanarly abatlanan. Goparylan sahypalary täzedен ýelmanen, käbir sahypalary çyzylan.
Kanagatlanarsyz	Kitabyň daşy çyzylan ýyrtyлан, esasy böleginden аýрылан ýа-da бүтінleý ýok, kanagatlanarsyz abatlanan. Sahypalary ýyrтылан, sahypalary yetişmeýär, çyzylp таşланан. Dersligi dikeldip bolmaýar.