

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

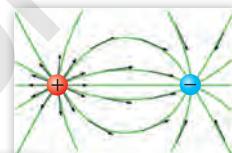
FIZIKA

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

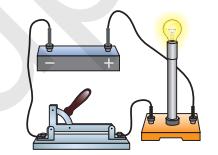
Gaytadan işlenen we doldurylan 3-nji neşir

*Özbekistan Respublikasynyň Halk bilimi ministrligi
tarapyndan neşire hödürленен*

ELEKTRIK ZARYADY ELEKTRIK MEÝDANY



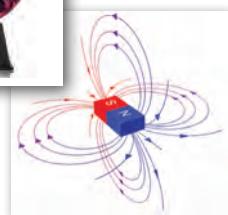
ELEKTRIK TOGY



ELEKTRIK TOGUNYŇ İŞİ WE KUWWATY



DÜRLİ GURŞAWLARDA ELEKTRIK TOGY



MAGNIT MEÝDANY

«O'QITUVCHI» NEŞİRÝAT-ÇAPHANA DÖREDIJILIK ÖÝI
Daşkent – 2019

UO'K:53(075.3)=512.164

KBK22.3ya72

F 55

Yörite redaktor:

K.Tursunmetow – fiz.-mat. ylymlarynyň doktry, Özbegistanyň 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, Özbegistanda at gazanan ýaşlar terbiyeçisi; |
| I. Raupow | – Buhara welaýatynyň Gijduwan tümenindäki 27-nji mekdebiň ýokary derejeli fizika mugallymy, «Şöhrat» medalynyn 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 beriň;



– ýatda saklaň;



– amaly ýumuşlary ýerine ýetiriň we depderiňize ýazyň;

*

– çözülişi beýlekilerden çylsyrymly bolan meseleler.

Habibullaýew P. we başgalar.

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

UO'K:53(075.3)=512.164

KBK22.3ya72

Respublikanyň ýörite kitap gazzasynyň serişdeleriniň hasabyndan çap edildi.

ISBN 978-9943-5752-0-2

© P. Habibullaýew we başg. 2019

© Original-maket «Davr nashriyoti» JÇJ, 2019

© «O'qituvchi» NÇDÖ, 2019

GİRİŞ

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

Dürli zawodlar we fabrikler, önumçilik kärhanalary hem-de edaralarda hem elektrik energiýasyndan peýdalanylýar. Mahlasy, elektrik energiýasy durmuşymyzyň áýrylmaz bölegine öwrülen. Umuman alanda, elektrigiň açыş edilmegi we ondan peýdalanmak mümkünçilikleri misli görülmedik ösüše sebäپci boldy. Durmuşymyz has-da eşretli bolmagy üçin elektrotehnika, radioteknika, elektronika, awtomatika, maglumat tehnologiyasy, nanoteknologiyalar ýaly ugurlarda alymlar, inženerler we başga ugruň hünärmenleri gözlegleri alyp barýarlar. Alymlar we inženerler tarapyndan edilen täze açыşlar netijesinde bu pudaklar has-da ýokarlanýar. Şu sebäpli, elektrik barada maglumatlara eyé bolmak üçin siz fizika derslerinde elektrik hadysalary, elektrik we magnit meýdany, elektrik togy, elektromagnit hadysalary öwrenersiňiz hem-de elektrik energiýany öndürmek we geçirmek, ýonekeý elektrik enjamlaryň we gurluşlaryň işleýiš prinsipi bilen tanyşarsyňyz.

Elektrik
yşyklandyryş
enjamlary



Elektrik ýyladyjy
enjamlar



Elektromehaniki
enjamlar



I BAP

ELEKTRIK ZARÝADY. ELEKTRIK MEÝDANY

1-§

JISIMLERIŇ ZARÝADLANYŞY

Elektrik hadysasy barada ilkinji maglumatlar

Plastmassadan ýasalan daragy ýa-da ruçkany saçyňza sürtüp, maýdalanan kagyza ýakynlaşdyryň. Olaryň kagyz gyýylaryny özüne çekyändigini görer-riňiz. Çüýše taýajygы kagyz listine sürtüp elimize ýakynlaşdysak, çyrsyldaýan ses eşidilýär, garaňkyda bolsa maýda uçgunlar görünüýär. Şeýle hadysalary adamlar gadym zamanlardan başlap aňypdyrlar we olara öz gatnaşyklaryny bildiripdirler. Gadymky grek almy Fales Miletskiý (mil. öň. 625–547) sütuge sürtülen käbir jisimler ýeňil zatlary özüne çekyändigini ýazyp galdyrypdyr. Beýik babamyz Abu Reýhan Biruny (973–1048) hem elektrik hadysalary barada risalalar ýazyp galdyrypdyr.



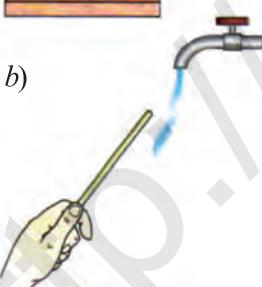
Örän gadym zamanlarda Gresiýada ösen iňňeýaprakly agaçlaryň galyndysynyň daşa öwrülen ýelimini (smola) grekler «elektron» diýip atlandyrypdyrlar. Elektrik sözi-de sundan gelip çykypdyr.

a)



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

b)



Kahrabø sözi parsça söz bolup, saman çekiji manysyny aňladýär. Hakykatdan hem, sütuge sürtülen kahrabø saman böleklerini özüne çekyär. Sürtülenden soň başga jisimleri özüne çekyän jisim elektriklenen ýa-da elektrik zarýadlanan jisim diýip atlandyrylyar. Elektriklenen jisimlere gaty jisimler ýaly, başga halyndaky maddalar hem dartylyar. Meselem, elektriklenen taýajyk maýda kagyz böleklerini (1-nji a surat), ýuwaşja düşyän suwy hem özüne çekyär (1-nji b surat).

c)



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

1-nji surat.



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

ABU REÝHAN BIRUNY (973–1048)

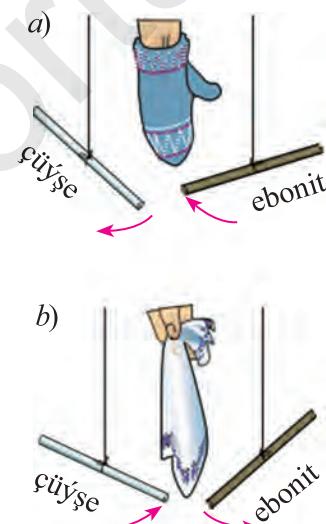
Geodeziýanyň düýbüni tutujy hökmünde dünýä tanalan beýik astronom, matematik, geograf, farmakolog we taryhçy-ensiklopedist alym. Ol gadymy Horezmiň Kät şäherinde doglan.

Biruny maddanyň gurluşyna, jisimleriň zarýadlanyşyna, maddalaryň ýerleşişine Ýeriň massa merkeziniň täsiri babatda Aristotelin taglymlaryny ylmy esaslandyrypdyr. Aýyň kraterindäki we Gün sistemasyndaky 1986-njy ýýlda açыş edilen kiçi planeta Birunynyň adynyň dakylmagy babakelanymyza bolan dünýä jemgyétçiliginiň ykrarydyr.



Elektriklenmäniň iki görnüşi

Dürlü hili jisimler özara sürtülende olaryň dürlüçe zarýadlanýandygyny we dürlüçe täsirlenýändigini görmek mümkün. Meselem, ebonit taýajygylı bagana telpege, çüýše taýajygylı bolsa, ýüpek mata sürtüp zarýadlaýarys. Taýajyklary ýüpe asyp, olara telpegi ýakynlaşdysak, çüýše taýajyk gaçýar, ebonit taýajyk bolsa oňa dartylyar (*2-nji a surat*). Indi taýajyklara ýüpek matany ýakynlaşdysak, tersine, çüýše taýajyk oňa dartylyar, ebonit taýajyk bolsa ondan gaçýar (*2-nji b surat*). Çüýše taýajygylı bagana telpekden gaçmagy we şol bir wagtda onuň ýüpek mata dartylmagy jisimleriň dürlü hili elektriklenmeginiň netijesidir. Bir-birinden gaçýan elektriklenen jisimleri birmeňzeş alamatly, özara dartyşyán jisimleri bolsa, dürlü alamatly zarýadlanan diýip atlandyrmak kabul edilen.

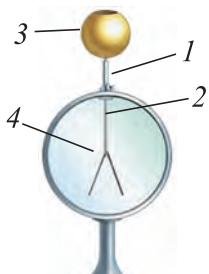


2-nji surat.

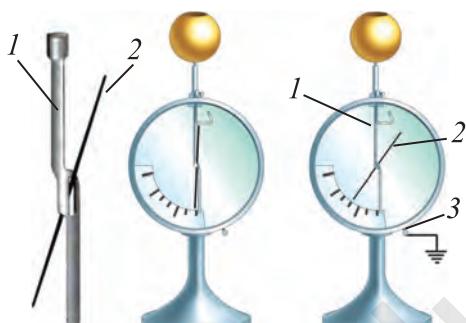
Elektriklenmäniň iki görnüşi bar: ýüpege sürtülen çüýše taýajyk položitel (+) alamatly, bagana sürtülen ebonit taýajyk otrisatel (-) alamatly elektriklenýär.

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

Birmeňzeş alamatly elektriklenen jisimler bir-birinden itekleşyär, dürli alamatly elektriklenen jisimler bolsa, bir-birine dartylyar.



3-nji surat.



4-nji surat.

Jisimleriň elektriklenenligini görmek üçin elektroskopdan peýdalanylýar. «Elektroskop» sözi grekçe «elektron» we «skopeo»¹ sözlerinden alınan. Iň ýonekeý elektroskop 3-nji suratda görkezilen. Onda metal halka ornaşdyrylan plast-massa dyky (1) arkaly metal steržen (2) geçirilen. Sterženiň ýokarky ujuna şarjagaz (3) ornaşdyrylan, aşaky ujuna bolsa folga ýaprajylary (4) asylan. Halkanyň iki tarapy aýna bilen ýapylan. Elektroskopyň şarjagazyna zarýadlanan jisim degrilse, onuň ýapralklary açylýar, çünkü onuň ýapralklary birmeňzeş zarýadlanýar.

Jisimleriň elektriklenenlik derejesini anyklamak, zarýadlanma derejesini deňeshdirmekde 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.

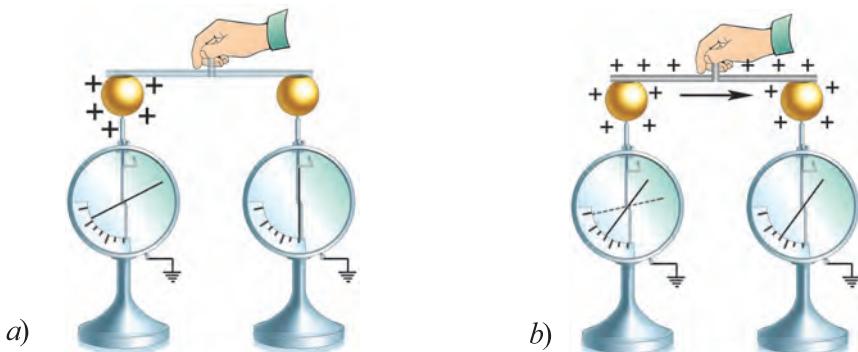
Elektrometr – jisimleriň elektriklenenlik derejesini görkezýän esbap.

Elektrometriň içine berkidilen aýlanýan strelka okunyň daşynda erkin hereketlenip bilyär. Şarjagaz elektriklenende steržen we görkeziji birmeňzeş alamatly elektriklenýär. Netijede görkeziji sterženden itekleşyär. Görkezijiniň ýagdaýyna garap, şarjagazyň elektriklenenlik derejesini anyklamak mümkün.

Elektrik geçirijiler we dielektrikler

Iki birmeňzeş elektrometr alalyň. Olardan biriniň şarjagazy zarýadlanan bolsun. Olary ýeneşyk goýup, elektrometrleriň şarjagazlaryny çüýše taýajyk bilen özara birikdireliň. Elektriklenen elektrometriň görkezişi üýtgemeýär

¹ «Skopeo» – «synlamak», «duýmak» sözlerinden alınan.



5-nji surat.

(5-nji a surat). Diýmek, ondaky elektrik zarýadlary ikinji elektrometre çүүшө таýajyk arkaly geçmeýär. Munuň sebäbi, çүүшө elektrigi geçirmeýänligidir.

► Özünden elektrigi geçirmeýän maddalar dielektrikler diýip atlandyrylyar. Dielektriklerden taýýarlanan zatlara bolsa izolýatorlar diýilýär.

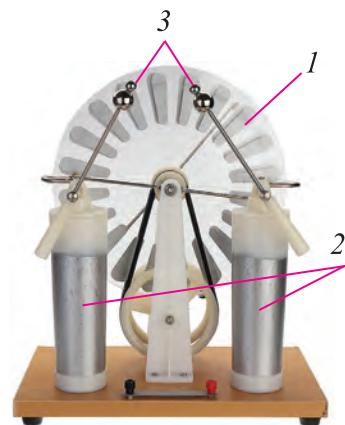
«Dielektrik» grekçe söz bolup, «geçirmeyän» diýen manyny aňladýar. «Izolator» bolsa latynça «izolaro» sözünden alnan bolup, «ýekelenen» diýen manyny aňladýar. Dielektriklere ähli görnüşdäki çüýşeler, plastmassalar, rezin, kauçuk, toýun, howa ýalylar girýär.

Indi elektrometrleriň şarjagazlaryny metal taýajyk bilen özara utgaşdyralyň. Birinji elektrometriň şarjagazyndaky elektrik zarýadyň bir bölegi ikinji elektrometriň şarjagazyna geçýär. Netijede birinji elektrometriň görkezişi kemelýär, ikinji elektrometriň görkezijisi herekete gelip, onda zarýad peýda bolandygyny aňladýar (5-nji b surat). Diýmek, metallar elektrigi gowy geçirýär.

► Elektrigi özünden geçirýän maddalar elektrik geçirijiler diýip atlandyrylyar.

Elektrofor maşyn

Elektriklenen taýajyk zarýadlanmadık jisime degrilse, ol zarýadsyzlanyp galýar. Jisimlerde zarýadlary dyngysyz emele getirmek üçin zarýad-



6-njy surat.

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

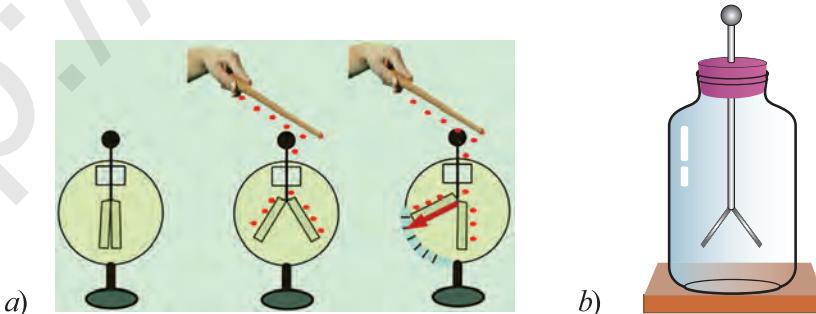
Elektrofor maşyn dessesi aýlandyrylarda, onuň iki diskı (*I*) garşylykly tarapa aýlanýar. Aýlanýan diskler çotkalara sürtülmegi netijesinde olarda garşylykly alamatly zarýadlar emele gelip, bu zarýadlar «Leýdeniň bankasy» (*2*) diýlip atlandyrylyan iki silindrde toplanýar. Jisimleri elektrofor maşynynyň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



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



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



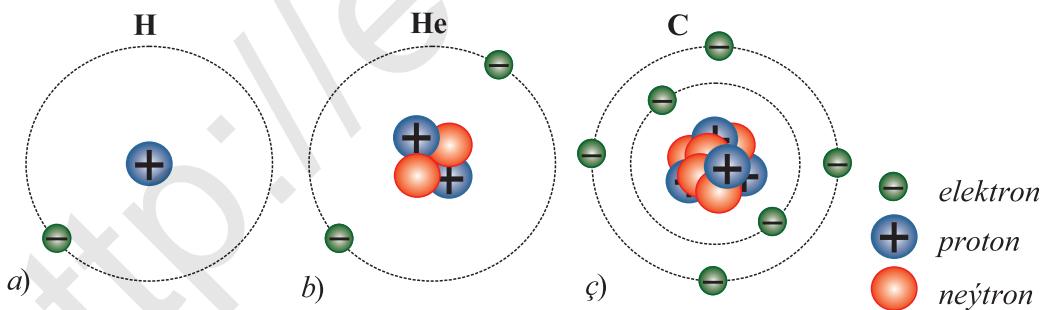
7-nji surat.

Atomyň gurluşy

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

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

Atomdaky elektronlaryň sany protonlar sanyna deň bolýar. Meselem, wo-dorod (H) atomynyň ýadrosy diňe 1 sany protondan ybarat bolup, ýadronyň daşynda hem diňe 1 sany elektron hereketlenýär (*8-nji a surat*). Gelíy (Hd) atomynda 2 sany proton, 2 sany elektron we 2 sany neýtron bar (*8-nji b surat*). Uglerod atomy bolsa 6 protondan, 6 elektronadan we 6 neýtronadan düzülen (*8-nji c surat*). Himiki elementtiň atomynda protonlaryň we elektronlaryň sany deň bolsa, olar elektrik taýdan neýtral bolýar.

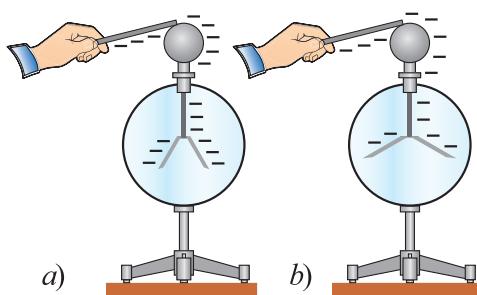


8-nji surat.

Elektrik zarýady barada düşünje

Elektrik, jisimleriň elektriklenmegeni, elektrik togy ýaly düşünjeleri örän köp eşidensiňiz hem-de elektrik enjamlaryndan yzygiderli peýdalanýarsyňyz.

Eýsem, ählisiňiň esasyny düzýän elektrik zarýadynyň özi näme?



9-njy surat.

Ebonit taýajygы elektrikläp, elektroskopыň şarjagazyna degrilse, onuň ýaprajyklary açylýar (*9-njy a surat*). Taýajygы ýene bir gezek bagana sürtüp, şarjagaza degirsek, onuň ýaprajyklary ulurak burça gyşarýar (*9-njy b surat*).

Diýmek, jisimiň elektriklenenlik derejesini üýtgetmek mümkün.

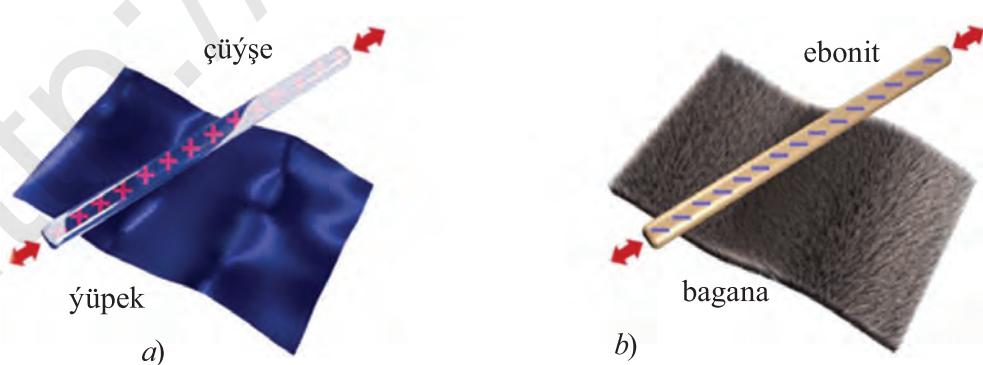
Jisimleriň elektriklenenlik derejesini häsiýetlendirýän fiziki ululyk elektrik zarýady diýip atlandyrylýar we q harpy bilen belgilenýär.

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

Tebigatda, öñki temada aýdylyşy ýaly, položitel alamatly we otrisatel alamatly zarýadlar bar. Ýüpege sürtülen çüýše taýajyk položitel zarýadlanýar, ýüpegiň özi bolsa otrisatel zarýadlanyp galýar. Muňa sebäp näme?

Sebäbi, sürtülme wagtynda çüýše taýajykdaky **elektronlaryň** bir bölegi ýüpege geçýär (*10-njy a surat*). Ýüpekde otrisatel zarýadlar önküsinden artyp gidenligi sebäpli, ýüpek otrisatel zarýadlanyp galýar. Çüýše taýajykda bolsa položitel zarýadlar artyk bolanlygy üçin taýajyk položitel zarýadlanýar.

Bagana ebonit taýajyk sürtülende, bagananyň atomlaryndaky elektronlaryň bir bölegi ebonit taýajyga geçenligi sebäpli taýajyk otrisatel, bagana bolsa položitel zarýadlanýar (*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 sözüniň 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, geliy we uglerod atomlary nähili gurluşa eýe?
3. Elektrik zarýady diýip nämä aýdylyar?

1-nji gönükmə

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



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

a) ýüpek matadaky elektronlar sany	b) çüýše taýajykdaky protonlar sany



11-nji surat.

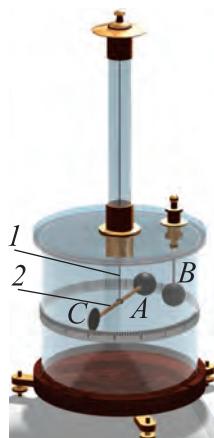
Munda atom çalşygy ýüze çykmadyk diýip hasaplaň.

Kulonyň tejribeleri

Elektriklenen jisimler bir-birine degmezden mälim aralykdan hem täsirleşyär. 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 polýslarynyň özara täsiri, elektrik zarýadlarynyň geçiriji üstü boýunça ýerleşiş kanunalaýyklyklary – onuň yılma goşan uly goşandydyr.



12-nji surat.

Zarýadlanan jisimleriň özara täsiri towlanýan tereziniň kömeginde öwrenilen (*12-nji surat*). Towlanýan terezide ince elastik sime (1) çüýše steržen (2) asylan. Sterženiň bir ujuna *A* metal şarjagaz, ikinji ujuna *C* balansır (deňagramlylaşdyryjy jisim) berkidilen. *B* metal şarjagaz bolsa tereziniň gapagyna gozganmaýan edip berkidilen. Şarjagazlar birmeňzeş alamatly (+), (+) zarýadlananda *A* şarjagaz *B* şarjagazdan iteleşyär, dürli (-), (+) alamatly zarýadlananda bolsa dartylyar.

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

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

Zarýadlanan şara edil şeýle ölçegdäki zarýadlanmadık şar degrilse, zarýadlar deň ikä bölünýär. Şu esasda Kulon tejribe prosesinde şarjagazlaryň zarýadyny 2, 4, 8 we başga esse barha kemeldipdir. Tejribe netijeleri şarjagazlaryň arasyndaky *F* täsir güýji *A* we *B* şarjagazlardaky *q*₁ we *q*₂ zarýad mukdaralarynyň köpeltmek hasylyna göni proporsionaldygyny görkezipdir, ýagny:

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

Kulonyň kanuny

Özara täsirleşyän 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 güýjuniň 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 mukdaralarynyň köpeltemek hasylyna göni proporsional we olaryň arasyndaky aralygyň kwadratyna ters proporsionaldır.

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

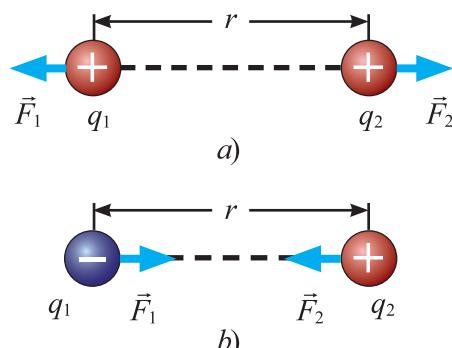
$$F_{1,2} = -F_{2,1}. \quad (4)$$

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

Dürlü alamatly zarýadlar bolsa bir-birine dartylyar. Munda güýç zarýadlaryň merkezini utgaşdyryan göni çyzyk boýunça, içeri ugrugan bolýar (*13-nji b surat*).

Kulonyň güýjuniň (3) formulasynدا k aşakdaky ýaly aňladylyar:

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



13-nji surat.

Proporsionallyk koeffisiýenti 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. Zarýadlary bir kulondan bolan iki nokatlanç zarýad wakuumda bir-birinden 1 metr aralykda duranda, olar $F = 9 \cdot 10^9 \text{ N}$ güýç bilen täsirleşýär.

Mesele çözmegiň nusgasы

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 dartyşýär?

Berlen:

$$\begin{aligned} r &= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\ q_1 &= -2 \cdot 10^{-8} \text{ C} \\ q_2 &= 3 \cdot 10^{-8} \text{ C} \\ k &= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}. \end{aligned}$$

Tapmaly:

$$F = ?$$

Formulasy:

$$\begin{aligned} F &= k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}. \\ [F] &= \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{\text{C} \cdot \text{C}}{\text{m}^2} = \text{N}. \end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned} F &= 9 \cdot 10^9 \frac{|-2 \cdot 10^{-8}| \cdot |3 \cdot 10^{-8}|}{(0,1)^2} \text{ N} = \\ &= 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}. \end{aligned}$$

Jogaby: $F = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$.



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

2-nji gönükmе

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

1-nji mesele. Birmeňzeş otrisatel zarýada eýe bolan iki metal şarjagaz 8 cm aralykda $14,4 \mu\text{N}$ güýç bilen özara täsirleşyärler. Her bir şarjagazda näçe artykmaç elektronlar bolupdyr?

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

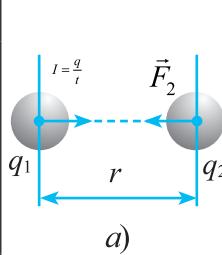
2-nji mesele. Birmeňzeş zarýada eýe bolan ($q_1 = q_2 = 8 \text{ nC}$) iki nokatlanç zarýad 4 cm aralykda özara täsirleşyärler. Eger olardan biriniň ýarym zarýady ikinjisine geçirilse, özara täsir güýji nähili üýtgär?

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

3-nji mesele. Birmeňzeş alamatly q we $4q$ zarýadlar bilen zarýadlanan iki birmeňzeş şarjagaz bir-birinden r aralykda özara täsirleşýärler? Şarjagazlar bir-birine degirlip, öňki ýagdaýyna gaýtaryldy. Munda olaryň özara täsir güýji nähili üýtgär?

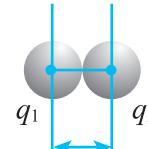
Berlen:

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

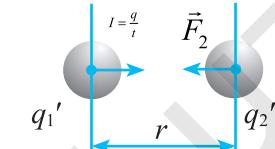


a)

Cözülişi:



b)



c)

Tapmaly:

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

Şarjagazlar birmeňzeş 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 $\frac{25}{16}$ esse artýar.

3-nji gönüökme

- Massalary 60 g bolan iki birmeňzeş şarjagaz wakuumda bir-birinden esli uzakda dur. Şarlaryň arasyndaky grawitasion dartyşma güýjini deňagramlylyga getirmek üçin her bir şarjagaza birmeňzeş alamatly nähili zarýad bermeli bolýar?
- Birmeňzeş otrisatel zarýada eýe bolan iki metal şarjagaz 24 cm aralykda $2,5 \mu\text{N}$ güýç bilen özara täsirleşýärler. Her bir şarjagazda näçe «artykmaç elektron»lar bolupdyr?
- Üç birmeňzeş ölçegli metal şarlaryň biri $+20 \mu\text{C}$, ikinjisi $-8 \mu\text{C}$, üçünjisi zarýadsyz. Şarjagazlar bir-birine degirlip, öňki ýagdaýyna gaýtaryldy. Üçünji şarjagaz nähili zarýad alar?

4. Birmeňzeş alamatly $2q$ we $10q$ zarýadlar bilen zarýadlanan iki birmeňzeş şarjagaz bir-birinden r aralykda özara täsirleşýärler. Şarjagazlar bir-birine degirlip, öňki ýagdaýyna gaýtaryldy. Munda olaryň özara täsir güýji nähili üýtägär?
5. İki 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. İki birmeňzeş şarjagaz bir-birinden 10 cm aralykda dur. Olar birmeňzeş mukdarda otrisatel zarýada eýe bolup, $0,23 \text{ mN}$ 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 birmeňzeş 10^{-8} C dan zarýad berlen. Zarýadlar nähili güýç bilen täsirleşýär?



1. Tomusky gök gürrüldisi wagtynda bulut bilen ýeriň arasynda döwük 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 elektriklenmeli nämelere baglydygyny barlap görүň we düşündiriň.
- a) Darak agaçdan ýasalandı elektriklenme hadysasy bolarmy?
- b) Otagyň çyglylygy olaryň zarýadlanışyna nähili täsir edýär?
- c) Saçyň ýagly bolmagy zarýadlanma derejesine nähili täsir edýär?
2. Geçirijilere we dielektriklere mysallar getirip, aşakdaky jedweli dolduryň.



14-nji surat.

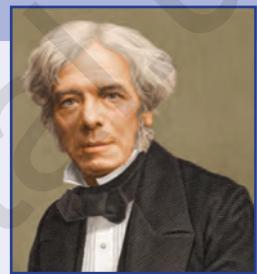
Geçirijiler	Dielektrikler
Alýuminiý	
	Rezin

Elektrik meýdany barada düşünje

Jisimleri bir-birine sürtüp ýa-da zarýadlanan jisime degrip olary zarýadlandyrmak mümkünligi barada öňki temalarda tanyşdyňyz. Zarýadlanan jisimler öz daşyndaky başga jisimlere täsir edýär. Maýkl Faradey şeýle täsir elektrik meýdany arkaly ýüze çykýandygyny düşündürip beripdir.

MAÝKL FARADEÝ (1791–1867)

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



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

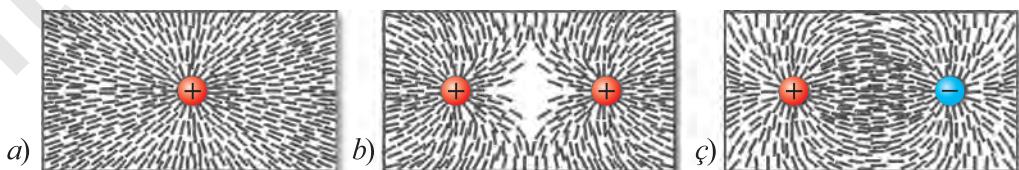


Gozganmaýan zarýadyň ýa-da zarýadlanan jisimiň meýdany elektrostatik meýdan diýip atlandyrylýar.

Elektrik meýdanyny gönüden-göni tejribelersiz görüp bilmeyäris, duýmáýars hem. Onuň bardygyny zarýadlanan jisimleriň özara täsirleşmesine garap bilmegimiz mümkün.

Elektrik meýdanynyň güýç چызкىлары

Stoldaky aýnanyň üstünde tegelek şeklindäki položitel zarýadlanan metal plastinkany goýup, onuň daşyna maýdalanan saç tüylerini sepip aýnany pitiklesek, tüyler mälim tertipde ýerleşyärler (*15-nji a surat*).

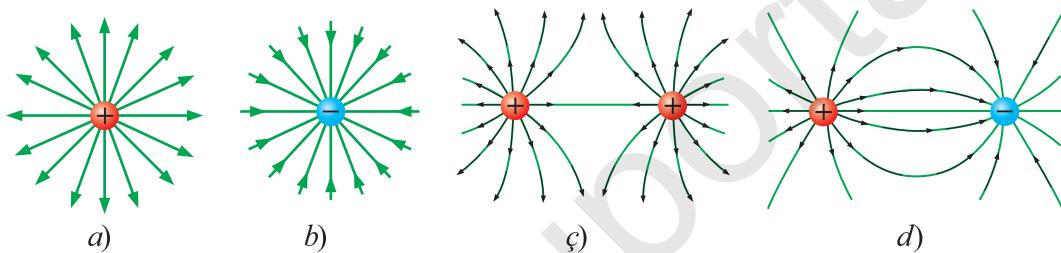


15-nji surat.

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

► Elektrik meýdanynyň güýc çyzyklary položitel zarýaddan başlanyp, otrisatel zarýadda guitarýar ýa-da çäksizlikde guitarýar.

Položitel alamatly we otrisatel alamatly zarýadlanan şarjagazlaryň aýratyn duran ýagdaýdaky elektrik meýdanynyň güýc çyzyklary 16-njy *a,b* suratlarda we olaryň özara täsirleşen ýagdaýdaky elektrik meýdanynyň güýc çyzyklarynyň dürlüce bolýandygy 16-njy *c,d* suratlarda şekillendirilen.



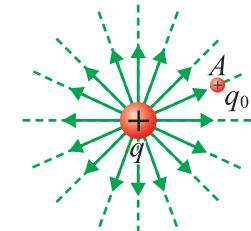
16-njy surat.

Elektrik meýdanynyň güýjenmesi

Elektrik meýdanynyň oňa girizilen elektrik zarýadyna täsirini mukdar tayýdan bahalamak üçin *elektrik meýdanynyň güýjenmesi* diýiliýän ululyk girizilen we E harpy bilen belgilenýär. Položitel q zarýadly şarjagaz emele getiren elektrik meýdanynyň A nokadyna položitel q_0 nokatlanç zarýady girizeliň (17-nji surat). Şarjagazyň meýdany nokatlanç zarýada mälim F güýc bilen täsir edýär.

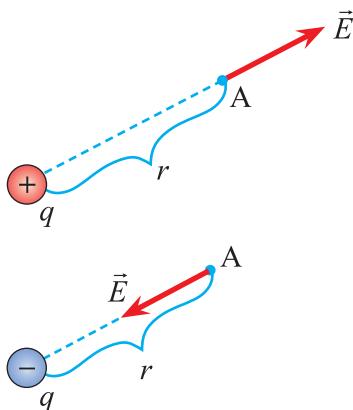
q zarýadyň A nokatda emele getiren elektrik meýdanynyň güýjenmesi aşakdaky ýaly aňladylyar:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}. \quad (1)$$



17-nji surat.

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



18-nji surat.

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

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

Kulonyň kanunyna görä, meýdanyň güýjenmesiňiň (1) aňlatmasynы aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

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

Diýmek, islendik nokatlanç zarýaddan r aralykdaky elektrik meýdanynyň güýjenmesini aşakdaky formula arkaly tapmak mümkün:

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

Nokatlanç zarýad daşynda emele getiren elektrik meýdanynyň güýjenmesi zarýad ýerleşen gurşawyň häsiyetlerine bagly. Eger q nokatlanç zarýadyň wakuumda emele getiren meýdanyň güýjenmesi E_0 bolsa, onuň töweregى käbir dielektrik bilen doldurylanda emele gelen meýdanyň güýjenmesi kemelyän 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 böлsek, ýagny $\frac{E_0}{E}$ gatnaşy磕 berlen dielektrigiň içindäki meýdanyň güýjenmesi wakuumdaky meýdanyň güýjenmesinden näce esse kiçidigini görkezýär. Bu gatnaşyga dielektrigiň *dielektrik siňdirijiligi* diýilýär we ol ϵ (epsilon) harpy bilen belgilenýär. Kesitlemä görä:

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

Onda, dielektrigiň içinde ýerleşdirilen nokatlanç q zarýaddan 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 siňdirijiliği – zarýadyň gurşawdaky elektrik meýdanynyň güýjenmesiniň wakuumdaky elektrik meýdanynyň güýjenmesine görä näçe esse kiçidigini görkezýän ululykdyr.

Mesele çözmegeň nusgasy

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

Berlen:

$$\begin{aligned} q_0 &= 2 \cdot 10^{-8} \text{ C} \\ F &= 5 \text{ mN} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ N.} \end{aligned}$$

Tapmaly:
 $E = ?$

Formulasy:

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

$$[E] = \frac{\text{N}}{\text{C}}.$$

Hasaplamak:

$$E = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{2 \cdot 10^{-8} \text{ C}} = 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}.$$

$$\text{Jogaby: } E = 2,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}.$$

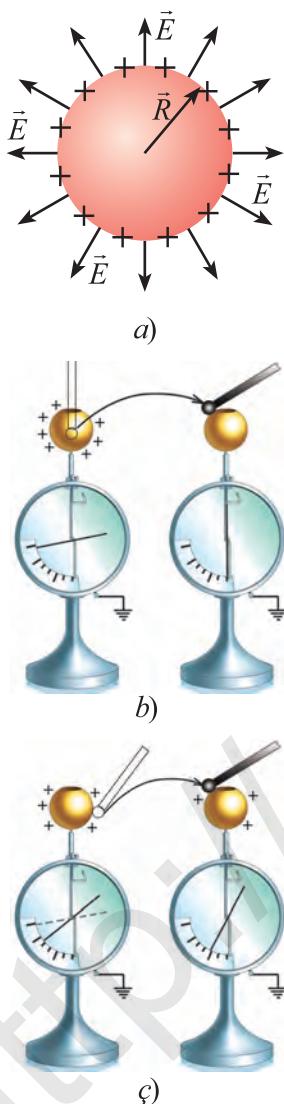


1. Faradeyiň elektrik meýdany baradaky taglymaty nämelerden ybarat?
2. Elektrostatik meýdan diýip nähili meýdana aýdylyar?
3. Položitel we otrisatel zarýadlanan jisimlerde elektrik meýdanynyň güýç çyzyklary nähili ugrugan?
4. Elektrik meýdanynyň güýjenmesini kesgitläň.

4-nji gönükmə

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 güýc täsir edýär?
3. Bir jynsly elektrostatik meýdanda $5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ zarýada $8 \mu\text{N}$ güýc 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?

Geçirijide zarýadlaryň ýerleşishi



19-njy surat.

Elektrik zarýadlary ýekelenen geçirijide nähili payýlanan 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, mümkinqadar 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 mümkün? İki elektrometr alyp, olaryň birine içi köwek we depesinde deşigi bolan metal şar ornaşdyrylyar. Şara elektrik zarýady berilse, elektrometriň görkezijisi mälim burça gyşarýar. Izolýatorly taýajygyn ujuna berkidilen metal şarjagazy içi köwek şaryň içine degirmezden girizip, soňra taýajygyn şarjagazyny zarýadlanmadık elektrometre degirýäris (19-njy b surat). Munda ikinji elektrometriň görkezijisi ýerinden gozganmaýar. Diýmek, şaryň içinde zarýad bolmayan eken.

Indi taýajygyn şarjagazyny birinji elektrometriň üstündäki şaryň daşyna degirýäris. Munda şu elektrometriň görkezijisi zarýadyň biraz kemelendigini görkezýär. Taýajygyn şarjagazyny ikinji elektrometriň şarjagazyna degirýäris. Munda elektrometriň görkezijisi biraz gyşarýar, ýagny onuň zarýad alandygyny görkezýär (19-njy ç surat).

Mundan, elektrik zarýady geçirijiniň daşy boýunça paýlanýar, diýen netijä gelmek mümkün.



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

Faradeýiň kapasasy

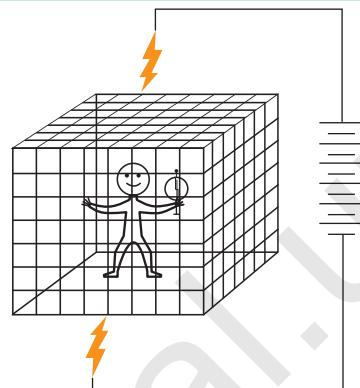
M. Faradeýiň geçirijiniň içinde elektrik zarýadlarynyň bolmaýanlygyny subut etmek üçin ýasan gurluşy bilen tanyşyarys. Ol agaçdan ýasalan kapasanyň daşky üstünü ýuka folga bilen örtüpdir. Faradeý eline elektroskop alyp, kapasanyň içine giripdir. Onuň kömекçileri kapasany ýüpek ýüpler bilen asypdyrlar,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

Faradeý geçiren bu tejribe hem geçirijiniň içinde zarýadyň bolmaýandygyny, elektrik zarýadlary diňe geçirijiniň üstü boýunça ýerleşyändigini subut edýär. Bu hadysadan amalyýetde giňden peýdalanylýar, meselem, ýokary napräženiýeli elektrik pudaklary bilen işleyän adamlar üçin polat we mis süyümlerden ýörite geýimler tikilýär. Müňlerce kilometrlere uzap giden elektrik pudaklary, hatda olar pudakdan üzülen bolanda-da uly mukdardaky zarýadlaryň toplanmagy mümkün. Geýimler bolsa, adamlary elektriklenmeden saklaýar.

Geçirijiniň üstünde zarýadlaryň paýlanyşy

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

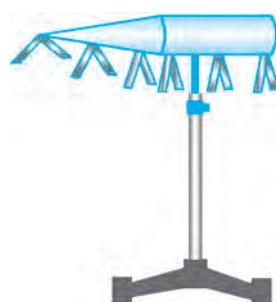
22-nji suratda görkezilen sekildäki geçirijiniň dürli ýerlerine folga ýaprajylary goýlan. Geçiriji zarýadlananda onuň üstündäki zarýadlaryň täsirinde ýaprajylar dürlüçe tarzda, ýagny ýiti uchiga ýakyn ýerlerinde ulurak, silindr seklinde bolsa, ýaprajylary kiçiräk açylýar.



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 üzňüsiz zarýadlap durýarys. Jisimiň ujuna ýanyp duran şemi ýakynlaşdyryarys. Munda ýalnyň şemalyň täsirindäki ýaly gyşarýandygyny görmek bolýar (*23-nji surat*). Sonuň üçin bu prosese «elektrik şemal» diýlip aýdylýar. Bu tejribe çylsyrymly sekildäki ýekelenen geçirijiniň üstünde elektrik zarýadlarynyň biendigan paýlanýandygyny, geçirijiniň uçly ýerlerinde zarýadlaryň dykyzýerleşyändigini tassyklaýar.



1. Metal şarda elektrik zarýadlar nähili ýerleşen bolýar?
2. Faradeyiň kapasasy barada aýdyp beriň.
3. Çylsyrymly üstli ýekelenen geçirijileriň üstünde elektrik zarýadlary nähili paýlanýar?
4. Geçirijiniň ýiti ujunda näme sebäpden «elektrik şemal» emele gelýär?
5. Sar 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. Elektroforyň dessesini aýlap, uçly jisimi zarýadlandyryň.
4. Gözegçilik eden fiziki prosesiň netijelerini depderiňize ýazyň we sebäbini düşündiriň.



24-nji surat.

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

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

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

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

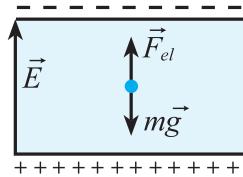
3-nji mesele. Massasy 0,4 mg bolan ýag damjasы elektrik meýdanynda asylgy dur. Elektrik meýdanynyň güýjenmesi 100 N/C-a deň bolsa, ýag damjasynyň zarýadyny anyklaň.

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

Ýokardakylary hasaba almak bilen, meseläniň şertine görä,

$$q E = m g.$$

Mundan ýag damjasynyň zarýady:



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

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

5-nji gönüükme

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

Ýyldyrym we gök gürrüldisi

Ýyldyrym çakyşyny we gök gürrüldisini köp görensiňiz. Olaryň emele gelşini dürli alamatly elektrik zarýadlarynyň özara täsiri esasynda düşündirmek mümkün. 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 görünüýär. Howanyň temperaturasy has peselse, suw bölejikleri irileşip, olar gara buluda öwrülip başlaýar. Bulut ýüzüp gezen ýerde howanyň has-da sowap gitmegi bolsa suw bölejikleriniň buza öwrülmegine getirýär.

Asmandaky bulutlar bir-biri bilen hem-de howanyň dürli gatlaklary bilen hemise sürtülmeye bolýar. Netijede käbir topbak bulutlar güýçli zarýadlanyp galýar. Dürli alamat bilen güýçli zarýadlanan bulutlar bir-birine ýakynlaşsanda, 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 santimetreden 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 görýaris, 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 görýaris, gök gürrüldisi bolsa 3 s-dan soň eşidýäris.

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

Ters ýyldyrym. Spráytlar

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

Ýyldyrymdan saklanmak

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



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 özünüň zarýadyny berýär, ýagny ýyldyrym urýar. Şonuň üçin ýerden belent göterilen dagyň depesi, minara, bina, daragt, elektrik sütünlerini birinji nobatda ýyldyrym urmagy we weýran etmegi mümkün. Ýyldyrym wagtynda tekiz ýerde barýan maşyny ýa-da adamy hem ýyldyrym urmagy mümkün. 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 mümkün?
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 saklayá? Munda ýer nähili wezipäni ýerine ýetiryär?



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

I BABY GAÝTALAMAK ÜÇİN TEST YUMUŞLARY

- Haýsy bölejik položitel elementar zarýada eýé?
A) neytron; B) elektron;
C) α -bölejik; D) proton.
- Položitel $+2q$ zarýada eýé bolan damjadan $-q$ zarýadly damja bölünip çykdy. Galan damjanyň elektrik zarýady näçe bolar?
A) $-3q$; B) $-q$; C) $+4q$; D) $+3q$.
- Otrisatel -3 nC zarýadly simap damjasy zarýady 6 nC bolan simob damjasy bilen goşuldy. Emele gelen damjanyň zarýady näçe bolar (nC)?
A) 2; B) -2; C) 3; D) -3.
- Eger neýtral atom ionlaşma netijesinde 2 elektron ýitirse, onuň zarýady 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 zarýada eýé bolan iki bölejik özara nähili güýç bilen täsirlesýär (mN)?
A) 20; B) 10; C) 4,5; D) 0,9.
- Iki nokatlanç zarýadyň arasyndaky aralygy üýtgetmezden, iki zarýad mukdary 10 esessen artdyrylsa, olaryň arasyndaky täsir güýji näçä üýtgär?
A) 10 esse artýär; B) 10 esse kemelýär;
C) 100 esse kemelýär; D) 100 esse artýär.
- Iki nokatlanç zarýadyň her biriniň mukdary hem-de olaryň arasyndaky aralyk 2 esse artdyrylanda, özara täsir güýji nähili üýtgär?
A) 2 esse artýär; B) 2 esse kemelýär;
C) 4 esse artýär; D) üýtgemeyär.
- Zarýdlaryň 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 zarýadlanan şarjagaz bir jynsly elektrik meýdanynda wertikaldan sag tarapa gyşarýar. Elektrik meýdanynyň güýjenmesiniň wektory haýsy tarapa ugrugan?
A) wertikal ýokary; B) wertikal pese;
C) gorizontal sag tarapa; D) gorizontal çep tarapa.
- Bir jynsly elektrostatik meýdanda $2 \cdot 10^{-5}$ C zarýada 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) $2 \cdot 10^{-5}$.
- Meydanyň güýjenmesi 1 kN/C bolan nokatda ýerleşen 5 μ C zarýada 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 BOÝUNÇA MÖHÜM NETİJELER

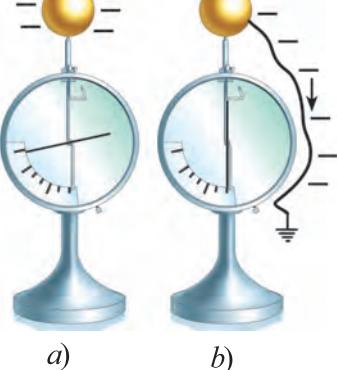
Elektrik	Örän gadym zamanlarda Gresiýada iňneýaprakly daragtalaryň galyndysynyň daşa öwrülen ýelimini grekler «elektron» diýip atlandyrypdyrlar. Elektrik sözi-de sundan gelip çykypdyr.
Elektrik-lenme	Elektriklenmäniň iki görnüşi bar: ýüpege sürtülen çüýşe taýajyk položitel (+) alamatly, bagana sürtülen ebonit taýajyk otrisatel (-) alamatly elektrilenýär.
Geçirijiler	Elektrigi özünden geçirýän maddalar elektrik geçirijiler diýlip atlandyrylyar.
Dielektrikler	Özünden elektrigi geçirmeyän maddalar dielektrikler diýlip atlandyrylyar. Dielektriklerden taýýarlanan zatlara bolsa izolatorlar diýilýär.
Atomyň planetar modeli	Atomyň merkezinde ýadro ýerleşen bolup, ol položitel zarýadlanan protonlardan we zarýadlanmadık neýtronlardan düzülen. Atomyň ýadrosynyň daşynda orbita boýunça otrisatel zarýadlanan elektronlar hereket edýär.
Kulonyň kanunu	Wakuumda ýerleşen iki gozganmaýan nokatlanç elektrik zarýadlarynyň özara täsir güýji olaryň zarýad mukdaralarynyň köpeltmek hasylyna gönü proporsional we olaryň arasyndaky aralygyň kwadratyna ters proporsionaldır, ýagny: $F = k \frac{ q_0 \cdot q_1 }{r^2}$.
Elektrik meýdanyň güýjenmesi	Elektrik meýdanyň güýjenmesi nokatlanç zarýada meýdan tarapyndan täsir edýän güýjün şu zarýada gatnaşygyna deň, ýagny: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$.
Ýyldyrym	Bu dürli alamat bilen zarýadlanan bulutlaryň arasynda ýa-da bulut bilen ýer üstiniň arasynda bolýan güýcli elektrik uçguny.
Gök gürrüldisi	Gök gürrüldisi – bu ýyldyrym wagtynda ýuze çykýan howadaky (atmosferadaky) ses hadysasy bolup, ol ýyldyrymyň ýolunda howanyň gyzmagy, basyşyň artmagy sebäpli bolup geçýär.
Ýyldyrym	Zarýadlanan bulut bilen ýeriň arasynda bolýan ýyldyrym wagtynda bulutdaky zarýadlaryň ýere bir sellemde geçmek prosesi.

II BAP ELEKTRIK TOGY

Biz I bapda jisimleri bir-birine sürtüp olary zarýadlandyrmak mümkünligi bilen tanyşdyk. Jisimleriň alan elektrik zarýadyny bolsa gozganmaýan diýip garadyk. Amalda gozganmaýan elektrik zarýadlaryndan kem peýdalanýarys.

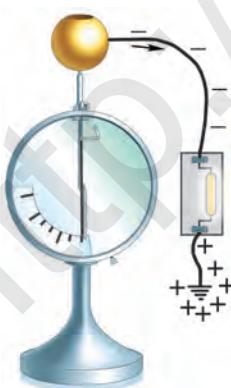
9-§

ELEKTRIK TOGY BARADA DÜŞÜNJE



28-nji surat.

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



29-njy surat.

Zarýadlanan bölejikleriň tertipli hereketi, ýagyň akymy elektrik togy diýip atlandyrylyar.

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

Ýokardaky tejribede geçirijide elektrik togy emele gelendigini bilmek üçin ýere birikdirilen geçirijiniň ortasyna neon lampočka ornaşdyralyň. Eger geçirijiniň ikinji ujyny elektrometriň zarýadlanan şarjagazyna degirsek, elektrometriň görkezijisi nola düşmeli bilen bir wagtda neon lampočka hem bir sellemde 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

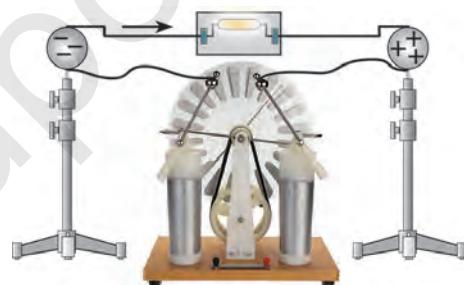
Zarýadlanan bölejikleriň hereketlenmegine sebäp, geçirijide elektrik meýdanynyň barlygydyr. 29-njy suratda görkezilen tejribede elektrometriň şarjagazy otrisatel zarýadlanan. Geçirijiniň ujy şarjagaza degrilmezden ilki Ýeriň geçiriji birikdirilen ýeri neýtral bolýar, ýagny otrisatel we položitel zarýadlar 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 möhletleyin tok emele gelýär.



Geçirijide elektrik togy emele gelmeli üçin elektrik meýdany bar bolmaly.

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

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



30-njy surat.

Elektrofor maşynynyň diskleri aýlandyrylanda şarlaryň biri položitel, ikinji 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 zarýadlanyşy üzňüksiz 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 ýuze çykýan täsirleri görmek we duýmak mümkün.



Bular:

1. Geçirijiden elektrik togy geçende geçiriji gyzýar (emma aşageçirijiler gyzmaýar).
2. Elektrolitden elektrik togy geçende onuň himiki düzümi üýtgeýär.
3. Geçirijiden elektrik togy geçende geçirijiniň daşynda magnit meýdanyny emele getiryär.

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



1. Elektrik togy diýip nämä aýdylýar?
2. Geçirijide zarýadlanan 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 mümkün? Tok emele geliş sebäbini düşündürüp 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 bolmadık güýçler iş edip, položitel we otrisatel zarýadlanan bölejikleri bir-birinden aýyrýar. Bölünen garşylykly alamatly bölejikler tok çeşmesiniň polýuslarynda toplanýar we elektrik meýdanyny emele getiryär.

Tok çeşmelerinde položitel we otrisatel zarýadlanan bölejikleri bölmek prosesinde mehaniki, himiki we başga görnüşdäki energiyalar elektrik energiya öwrülýär. 29-njy suratda görkezilen elektrofor maşyny hem tok çeşmesidir. Onda mehaniki energiya elektrik energiya öwrülýär. Elektrofor maşynynyň diskleri aýlandyrylda položitel we otrisatel zarýadlanan bölejikler bölünip, polýuslarda, ýagny şarjagazlarda garşylykly alamatly zarýadlar toplanýar.

Eger geçirijiniň içinde elektrik meýdany hemişelik bolsa, geçirijiniň kese kesiginden deň wagtlaryň içinde geçen zarýadyň 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 aýdylýär.

Elektrik togunyň çeşmeleri köpdürlüdir. Häzirlıkçe biz hemişelik tok çeşmeleriniň gurluşy we işleýşi bilen tanyşýarys.

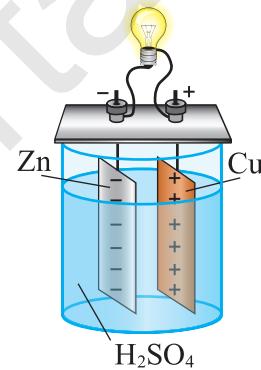
Galwanik element

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

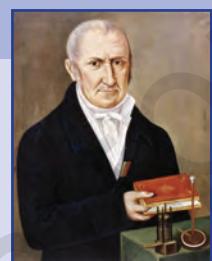


Galwanik elementde himiki energiýa elektrik energiýa öwrülýär.

Iň ýönekeý galwanik element bu kükürt kislotasyň 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 meydany emele gelýär. 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 Volta açýş edipdir. Şonuň üçin ol wolta galwanik elementi diýip hem aýdylýär.



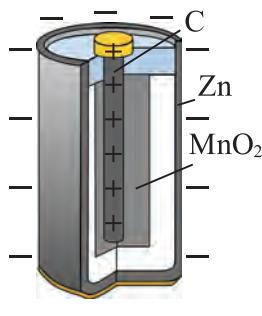
31-nji surat.



ALESSANDRO VOLTA (1745–1827)

Beýik italiýan fizigi we himigi, fizikanyň elektrik böülümini esaslandyrıjylaryndan biri. 1791-nji ýylda elektroskopy açýş edeni üçin London korollygy jemgyyetine kabul edilen. 1800-nji ýylda galwanik elementi (batareyany) oýlap tapany üçin Napoleon tarapyndan graf derejesi berlen.

Amalda, esasan, gury galwanik elementlerden peýdalanylýär. *32-nji suratda* iň ýönekeý gury galwanik elementiň gurluşy görkezilen. Galwanik elementtiň 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.

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 mümkün. 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.

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

Hätzirki 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 batareyasy* diýilýär. Göçme radio, telewizor we sowadyjy pulty ýaly esbaplara galwanik elementler batareyasy goýulýär.

Akkumulýatorlar

«Akkumulýator» sözi latynçadan alınan söz bolup, «*toplájy*» diýen manyny aňladýar. Ähli görnüşdäki galwanik elementleriň işleýşi dowamynda olardaky elektrodlar ýumrulýär, ergin bolsa güýçsüzlenýär. Mälim wagt geçensoň, olarda himiki reaksiýanyň güýji sönüär we işe ýaramsyz bolup galýar. Akkumulýatorda hem

ýaly himiki energiýa elektrik energiýa öwrülýär. Ýone

akkumulýatorda himiki reaksiýanyň güýji gutarsa, olary başga tok çeşmesi – elektrik pudagyndan ýörite esbaplaryň kömeginde zarýadlap, gaýtadan ulanmak mümkün. 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 durulýär.

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 üstü gurşun oksidi bilen örtülenligi üçin ol özüne položitel zarýadlary ýygýar.



34-nji surat.

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

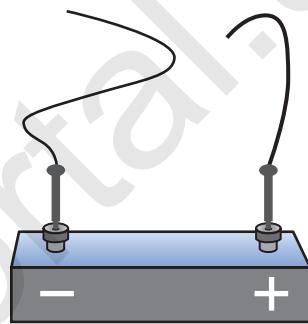
Akkumulyatorlar durmuşda we tehnikada giňden ulanylýar. Meselem, awtomobillerde dwigateli işe düşürende, göçme radio, telewizor, öýjükli telefon we kompýuterlerde, suwasty gämilerinde, Yeriň emeli hemralarynda akkumulyatorlardan tok çeşmesi hökmünde peýdalanylýar.

Mekdebiň fizika otaglarynda tejribe we laboratoriya 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 beýlæk elektrik zynjyrarda hemişelik tok çeşmesiniň 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.

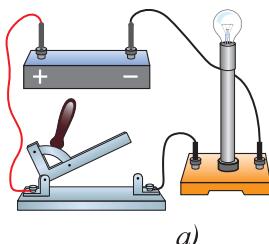
Tok çeşmesini, elektrik lampočkany we açary bir-biri bilen geçiriji arkaly birikdireliň (*37-nji a surat*). Açı elektrik lampočkany öçürip-ýakmak üçin gerek bolýar. Elektrik lampočka sarp ediji hasaplanýar. Öýümizdäki radio, telewizor, doñdurgyç, elektrik ýyladyjylar hem elektrik sarp edijilerdir.



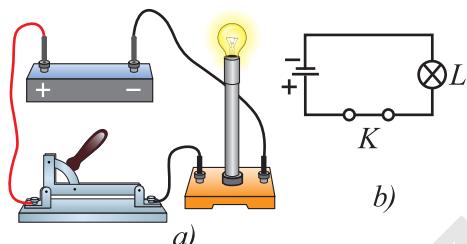
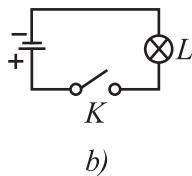
Tok çeşmesi, geçiriji (birikdiriji simler), elektrik sarp ediji we açar iň ýönekeý elektrik zynjyryny düzýär.

Zynjyrdada elektrik togy emele gelmegini 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 atlandyrylyýar. *37-nji b* suratda açık zynjyryň we *38-nji b* suratda ýapyk zynjyryň elektrik shemalary görkezilen.



37-nji surat.



38-nji surat.



- | | |
|----|---------------------------------------------|
| 1. | Tok çeşmesi |
| 2. | Batareyály tok çeşmesi |
| 3. | Geçirijileriň birikdirilen ýeri |
| 4. | Geçirijileriň birikdirilmezden kesişen ýeri |
| 5. | Zynjyr açık ýagdaýyndaky açar |
| 6. | Elektrik lampočka |
| 7. | Elektrik jaň |
| 8. | Elektrik esbaplary birikdirmek üçin gysgyç |

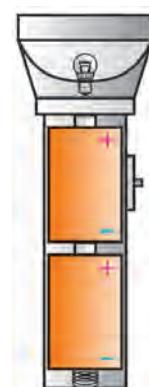
39-nji surat.



1. Tok çeşmesiniň polýuslarynda zaryadlanan bölejikleriň toplanyşyny düşündiriň.
2. Voltanyň galwanik elementiniň gurluşyny we işleyşini düşündirip beriň.
3. Gury galwanik elementiň gurluşyny we işleyşini aýdyp beriň.
4. Akkumulyatorlaryň galwanik elementden esasy tapawudy nämeden ybarat?
5. İň ýonekeý elektrik zynjyry nähili elementden düzülen?



40-nji suratda getirilen jübi fonarynyň elektrik shemasyny açaryň açık we ýapyk ýagdaýlary üçin çzyň.



40-nji surat.

Naprýaženiýe barada düşünje

Elektrik zynjyra birikdirilen geçirijidäki elektronlar tok çeşmesiniň otrisatel 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 atlandyrylyar we U harpy bilen belgilenýär.

Kesgitlemä görä elektrik naprýaženiýäniň formulasy aşakdaky ýaly aňladylýär:

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

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

Naprýaženiýe birligi edip birinji galwanik elementti döreden italyan alymy Alessandro Voltanyň 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 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 e dilyär.

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

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

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

1-nji jedwel

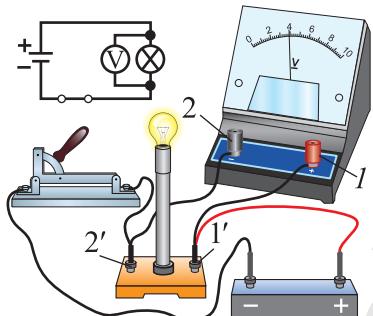
Nº	Tok çeşmeleri we geçiriji liniýasy	Naprýaženiýe
1.	Gury galwanik element	1,5 V
2.	Kislotaly we aşgarly awtomobil akkumulatory	12 V
3.	Öýlerdäki elektrik pudagy	220 V
4.	Uly tok geçiriji liniýasy	5–500 kV

Naprýaženiýäni ölçemek

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



41-nji surat.



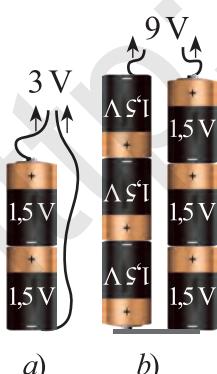
42-nji surat.

Woltmetri başga elektrik ölçüyji abzallaryndan tapawutlan-dyrmak üçin onuň üstüne «V» harpy ýazyylan bolýar. Elektrik zynjyryň shemasynda woltmetriň şertli belgisi ýaly belgilenyär.

Bu gunki günde ýurdumyzda okuň edaralary üçin laboratoriya okuň enjamlaryny öndürmek ýola goýlan. 41-nji suratda ýurdumyzda öndürilen okuň woltmetrinin daşky görnüşi getirilen.

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

► Woltmetr elektrik zynjyrdaky naprýaženiýesi ölçenýän sarp edijä **parallel birikdirilýär**.



43-nji surat.

Tok çeşmeleriniň birikdirilişi

Bir galwanik element berýän naprýaženiye köp ýagdaýlarda ýeterli bolmayar. Meselem, käbir göçme radiolar 3 V-ly tok çeşmesinde işleyär. Galwanik elementleriň her biri 1,5 V naprýaženiye berýär. 3 V-ly naprýaženiýäni almak üçin radio 1,5 V-ly iki galwanik elementi goýulýar (43-nji a surat). 9 V-da işleyän magnitofon üçin 1,5 V-ly 6 galwanik elementti yzygider birikdirmeli (43-nji b surat). Akkumulyatorlarda bir näçe galwanik element yzygider birikdirilen bolýar.

Mesele çözmeğiň nusgasy

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

Berlen:

$$U = 1,5 \text{ V}$$

$$q = 10 \text{ C.}$$

Tapmaly:

$$A = ?$$

Formulasy:

$$U = \frac{A}{q}; \quad A = q \cdot U.$$

$$[A] = \text{C} \cdot \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{J.}$$

Hasaplamak:

$$A = q \cdot U = 10 \cdot 1,5 \text{ J} = 15 \text{ J.}$$

Jogaby: $A = 15 \text{ J.}$



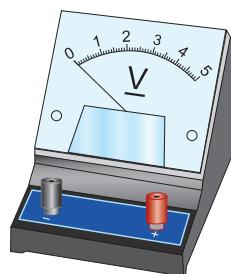
1. Elektrik naprýaženiye diýip nämä aýdylýar?
2. Elektrik naprýaženiýäniň formulasy nähili aňladylýar? Bu formulada elektrik naprýaženiye we zarýadyň mukdary mälim bolsa, edilen iş nähili tapylyar?
3. Elektrik naprýaženiye nähili birlikde ölçenýär?
4. Naprýaženiye nähili abzalyň kömeginde ölçenýär we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

6-njy gönükmek

1. Elektrik zynjyrdaky lampoçkadan mälim wagtyň dowamynnda 25 C zarýad geçip, 75 J iş edildi. Lampoçka nähili elektrik naprýaženiye astynda ýanypdyr?
2. Öýjükli telefon 5 V naprýaženiýeli tok çeşmesine eýe. Mälim wagtyň dowamynnda ondan 10 C zarýad geçende näçe iş edilýär?
3. Göçme magnitofon 9 V naprýaženiýeli tok çeşmesine eýe. Mälim wagtyň dowamynnda 450 J iş etmek üçin çeşme näçe zarýad bermeli?
4. Elektrik zynjyrdaky lampoçka parallel birikdirilen woltmetr 3 V-y görkezýär. Mälim wagtyň dowamynnda 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 akkumulatoryň gysgyçlaryna birikdirip, tok çeşmesiniň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçän.



Toguň güýji barada düşünje

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



Geçirijiniň kese kesiginden wagt birliginde geçýän elektrik zarýadynyň mukdaryna baha taýyndan deň bolan ululyk *toguň güýji* diýip atlandyrylyar we I harpy bilen belgilenýär.

Eger geçirijiniň kese kesiginden t wagtyň içinde q zarýad geçen bolsa, I toguň 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 düşünjeleri ylma girizipdir.



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

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

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

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

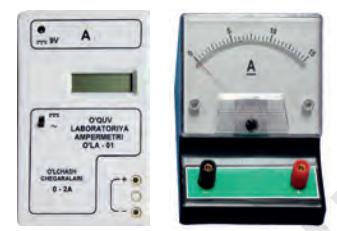
Tok güýjini ölçemek

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



Zynjyrdaky toguň güýji ampermetriň kömeginde ölçenýär.

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



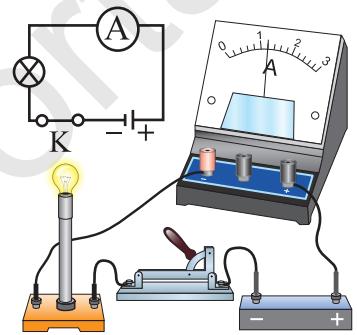
44-nji surat.



Ampermetr elektrik zynjyrdaky toguň 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. Çünkü, şeýle zynjyryň hemme böleginde toguň güýji birmeňzeş bolýar.



45-nji surat.

Mesele çözmegeň nusgasy

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

Berlen:

$$\begin{aligned} I &= 0,4 \text{ A} \\ t &= 5 \text{ min} = 300 \text{ s} \\ e &= -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C.} \end{aligned}$$

Tapmaly:

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

Formulasy:

$$\begin{aligned} I &= \frac{q}{t}; \quad q = I \cdot t; \\ q &= |e| \cdot N; \quad N = \frac{q}{|e|}. \\ [q] &= 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ C.} \\ [N] &= \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{C}} = \frac{\text{C}}{\text{C}} = 1. \end{aligned}$$

Hasaplamak:

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

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

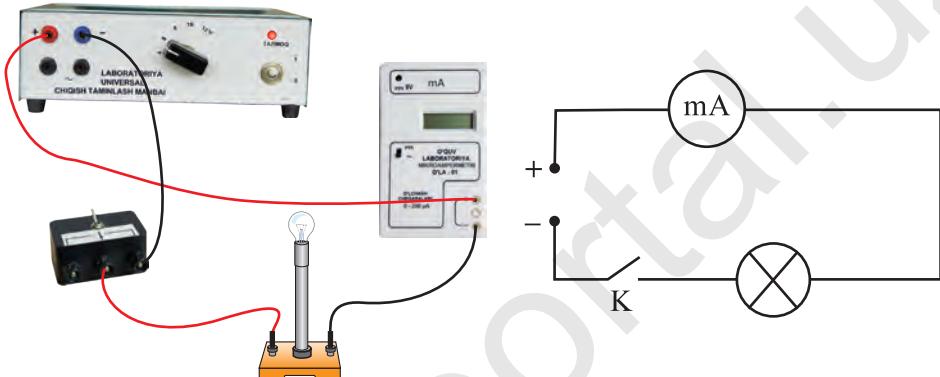
$$\text{Jogaby: } q = 120 \text{ C}; \quad N = 7,5 \cdot 10^{20} \text{ sany.}$$



1. Toguň güýji diýip nämä aýdylýar we haýsy formula arkaly aňladylýar?
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 zynjyra nähili birikdirilýär?



Ampermetriň kömeginde zynjyrdaky toguň güýjünü ölçemek



46-njy surat.

1. 46-njy suratda getirilen elektrik zynjyryny ýygyň. Açary açık ýagdaýda galdyryň. Düş0Nəndiriş: 12 wolta niyetlenen nakal lampočka alyň.
2. Tok çeşmesiniň sarp edijilere napräženiye berýän wintini 4 V ýagdaýyna goýouň.
3. Açary birikdiriň we lampočkadan geçýän toguň güýjünü milliampermetriň kömeginde ölçän.
4. Tok çeşmesiniň sarp edijilere napräženiye berýän wintini 6, 8 we 10 V ýagdaýlaryna goýup tejribäni gaytalaň. Alnan netijeleri aşakdaky jedwele ýazyň.

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

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

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

Berlen:

$$U = 3 \text{ V}$$

$$t = 0,5 \text{ h} = 1800 \text{ s}$$

$$I = 120 \text{ mA} = 0,12 \text{ A.}$$

Tapmaly:

$$A = ?$$

Formulası:

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

$$A = q \quad U = I t \quad U.$$

$$[A] = [q \quad U] = \text{C} \cdot \text{V} = \text{J.}$$

Hasaplamak:

$$A = 0,12 \cdot 1800 \cdot 3 \text{ J} = 648 \text{ J.}$$

$$\text{Jogaby: } A = 648 \text{ J.}$$

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:

$$I = 3,2 \text{ A}$$

$$t = 30 \text{ minut} = 1800 \text{ s}$$

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

$$m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg.}$$

Tapmaly:

$$m = ?$$

Formulası:

$$I = \frac{q}{t}; \quad q = N e .$$

$$N = \frac{q}{e} = \frac{It}{e}.$$

$$m = N \cdot m_0 = \frac{It}{e} \cdot m_0.$$

$$[m] = \frac{\text{As}}{\text{C}} \cdot \text{kg} = \text{kg.}$$

Hasaplamak:

$$m = \frac{3,2 \cdot 1800}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} =$$

$$= 32,76 \cdot 10^{-9} \text{ kg} = 32,76 \text{ nkg.}$$

$$\text{Jogaby: } m = 32,76 \text{ nkg.}$$

7-nji gönükmə

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

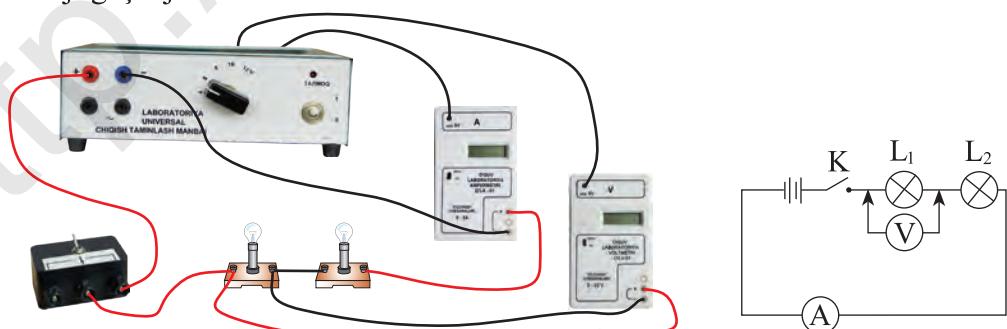
4. Elektrik lampočkadan 0,8 A tok geçýär. Onuň spiralyň kese kesiginden 10 minutda geçen elektronlaryň massasyny anyklaň.
5. Çeşmä birikdirilen sarp edijiden 20 mA tok geçip dur. Tok çeşmesi 2 sagadyň dowamynda zarýady göçürende 720 J iş eden bolsa, sarp edijiniň uçlaryna nähili naprýaženiye berlen?
6. Elektrik zynjyrdaky lampočkadan geçýän toguň güýji 0,3 A-e deň. Lampočkanyň spiralyndan näçe wagtda 360 C zarýad geçer?
7. Akkumulýator 25 minudyň dowamynda 4 A tok berip durup bilyär. Şeýle akkumulýator näçe elektrik zarýady toplap biler?
8. Elektrik zynjyrdaky lampočkadan 0,4 A tok geçýär. Lampočkanyň spiraly arkaly 3 minutda onuň kesiginden geçen zarýadyň mukdaryny we geçen elektronlaryň sanyny hasaplaň.
9. 12 V naprýaženiýeli akkumulýator awtomobili ýöremekde generatorda 50 A tok berýär. Eger awtomobilini dwigateli 2 s geçensoň ot alsa, akkumulýator nähili iş edipdir?
10. Elektrik zynjyrdaky lampočkadan mälim wagtyň dowamynda 25 C zarýad geçip, tok çeşmesi 100 J iş etdi. Lampočka nähili elektrik naprýaženiye astynda ýanypdyr?

14-§

Laboratoriya işi. ELEKTRIK ZYNJYRY ÝYGMAK, ONUŇ DÜRLİ BÖLEKLERINDÄKİ TOK GÜÝJÜNI WE NAPRÝAŽENIÝÄNI ÖLÇEMEK

Işıň maksady: elektrik zynjyryny ýygmagy hem-de zynjyryň dürlü böleklerindäki tok güýjünü we güýjenmesini ölçemegi öwrenmek.

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



47-nji surat.

Işıň ýerine yetirilişi

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

2. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiye berýän wintini 4 V-a goýuň.

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

Düşündiriş: woltmetr 1-nji lampoçkanyň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçeyär.

Wintiň ýagdaylary	1-nji lampočka		2-nji lampočka	
	U_1	I_1	U_2	I_2
1				
2				
3				

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

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

Düşündiriş: woltmetr ikinji lampoçkanyň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçeyär.

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

7. Tejribe netijelerini derňän we netije çykaryň.



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

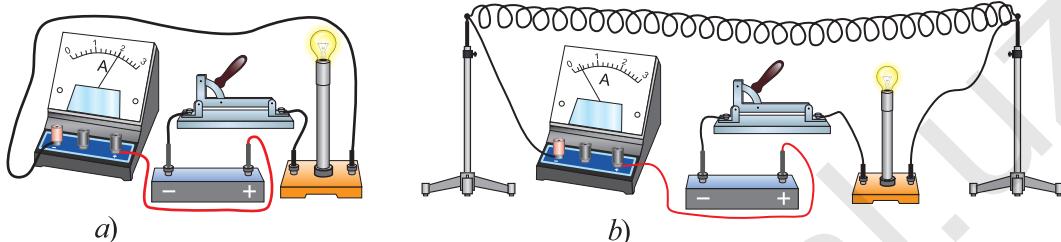
15-§

ELEKTRIK GARŞYLYK

Elektrik garşylyk barada düşünje

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

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



48-nji surat.

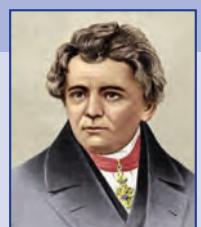
Geçirijiniň zynjyrdada toguň geçişine garşylyk görkezmek häsiyetini häsiyetlendirýän fiziki ululyga elektrik garşylyk diýip atlandyrylyar we R harpy bilen belgilenýär.

Elektrik garşylygyň esasy birligi edip garşylyk düşünjesini girisen we elektrik zynjyryň esasy kanunyny açыş eden nemes fizigi Georg Simon Omuň hormatyna om (Ω) kabul edilen. Garşylygyň milliom ($m\Omega$), kiloom ($k\Omega$), megaom ($M\Omega$) 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, napräženiýäniň we garşylygyň arasyndaky nazary we amaly baglanyşygy subut edipdir. Tokly geçirijileriň özara hem-de hemişelik magnit bilen täsirleşme kanunlaryny öwrenipdir.



Geçirijiniň elektrik garşylygyny *ommestr* diýip atlandyrylyan abzalyň kömeginde ölçemek mümkün. 49-njy suratda ýurdu-myzda taýýarlanan ommetriň daşky görnüşi getirilen.

Geçirijide elektrik garşylyk nähili emele gelýär?

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

49-njy surat.

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

elektronlar kristaly düzýän 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:



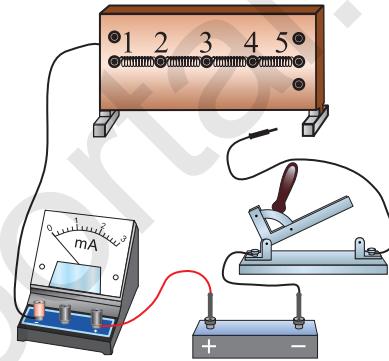
- elektrik garşylyk geçirijidäki erkin bölejikleriň tertipli hereket ugruna päsgel berýänligi bilen häsiyetlenýär;
- elektrik garşylygyň emele gelmegine zarýadlanan bölejikleriň geçirijiniň bölejikleri bilen dyngysyz çaknyşmalary sebäp bolýar.

Elektrik garşylygyň geçirijiniň uzynlygyna baglylygы

50-nji suratda görkezilen elektrik zynjyry ýygnalyň. 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.

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



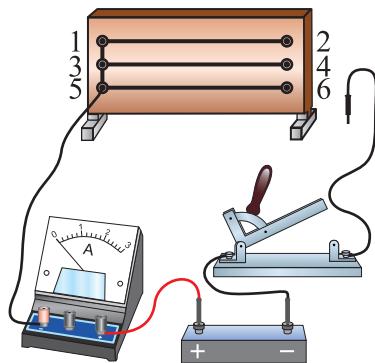
50-nji surat.

Geçirijiniň elektrik garşylygy onuň uzynlygyna göni proporsionaldyr:

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

Elektrik garşylygyň geçirijiniň keses kesigine baglylygы

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 utgaşdyralyň.



51-nji surat.

Çeşmäniň otrisatel polýusyna birikdirilen geçirijini 2 gysgyja berkidip açary birikdirsek, ampermetr 0,5 A togy görkezýär. Çeşmäniň otrisatel 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 edýaris we onuň kese kesiginiň meýdanyny hem 2 esse artdyrýarys. Çeşmäniň otrisatel polýusyna birikdirilen simi 4 gysgyja berkidip açary birikdirsek, ampermetr zynjyrdı 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 mümkün, ýagny geçirijiniň kese kesiginiň meýdany näçe esse artsa, onuň elektrik garşylygy şonça esse kemelyän eken.

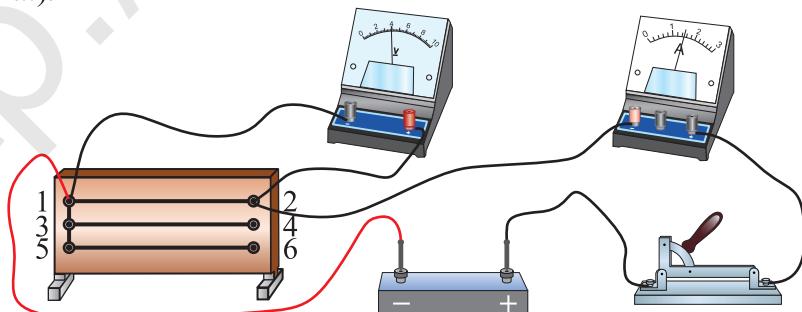


Geçirijiniň elektrik garşylygy onuň kese kesiginiň meýdanyna ters proporsional:

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

Udel garşylyk

Elektrik zynjyra uzynlyklary we kese kesiginiň meýdanlary birmeňzes, 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 garsylygynyň 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 formulasyны alarys:

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

Munda ρ (ρ_0) – maddanyň elektrik häsiýetini aňladýan fiziki ululyk bolup, *udel garşylyk* diýip atlandyrylýar. (4)-dan ony aşakdaky ýaly aňlatmak mümkün:

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

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

2-nji jedwel

Nº	Maddalar	$\rho, 10^{-6} \Omega \cdot m$	Nº	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:

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

Tapmaly:

$$R = ?$$

Formulasıy:

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

Hasaplamak:

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

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 mümkün?
3. Elektrik garşylygyň geçiriji uzynlygyna we kese kesiginiň meýdanyna baglylyk formulasy nähili aňladylýar?
4. (4) formuladan peýdalanylý, elektrik garşylygyň geçirijiniň kese kesiginiň diametrine baglylyk formulasyny getirip çykaryň.

8-nji gönükmə

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. Birmeňzes 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 zynjyrda tok güýjuniň geçirijiniň garşylygyna baglylygыndan elektrotehnikada giňden peýdalanylýar. Dürli garşylykly geçirijileri saýlap zynjyrda togy dolandyrmak mümkün. Şu maksatda elektrotehnikada rezistorlardan peýdalanylýar.

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

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

meselem, keramikadan, sim bolsa udel garşylygy uly materialdan taýýarlanýar. Simiň iki ujy zynjryň 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 kişi garşylykly bolup, onda tok geçirimeyän we ýanmaýan material – toýnuň içine kişi garşylykly sim spiral şeklinde yerleşdirilen.

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

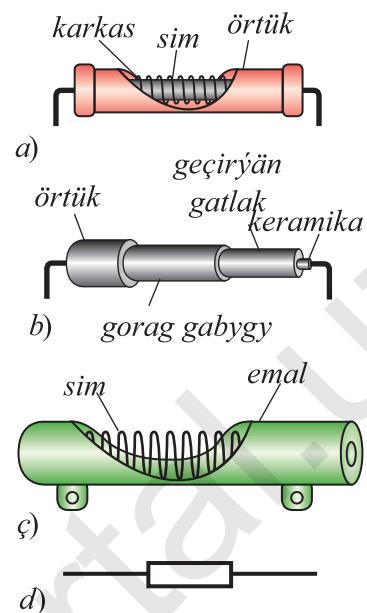
Köp halatlarda elektrik zynjyrdaky garşylygy üzňüsiz kemeltmek ýa-da köpeltmek zerur bolýar. Meselem, kinoteatr zalynyň çyralaryny ýuwaş-ýuwaşdan öçürmek üçin zynjyrdaky tok bir normada kemeldilýär. Elektrootlynyň tizligini ýuwaş-ýuwaşdan artdyrmak üçin elektrik dwigateldäki tok bir normada artdyrylýär.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

Reostat

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

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

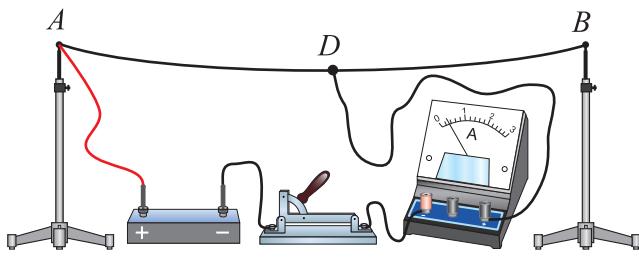
Udel garşylygy uly bolan materialdan, meselem, nikelinden ýa-da nihrom simden iň ýönekeyý reostat ýasamak mümkün. Nikelin simiň iki ujyny izolýator arkaly ştatiwlere berkidiliň we 55-nji suratda görkezilişi ýaly elektrik zynjyry



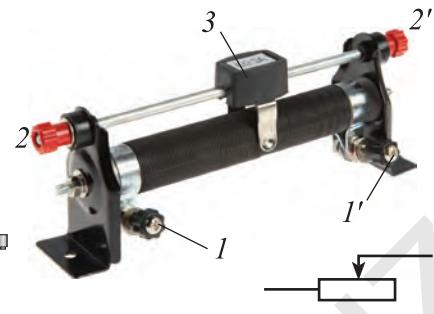
53-nji surat.



54-nji surat.



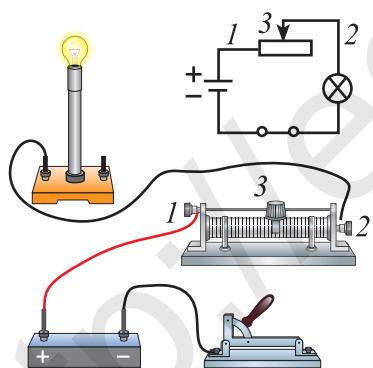
55-nji surat.



56-njy surat.

ýygnalyň. Süýşürilýän D kontakty ony eýlæk-beýlæk süýşürip, simiň zynjyra birikdirilen AD bölegini uzynrak ýa-da kelteräk etmek mümkün. Bunda geçiřjiniň garşylygy, şeýlelikde, zynjyrdan geçýän toguň güýji üýtgeyär.

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



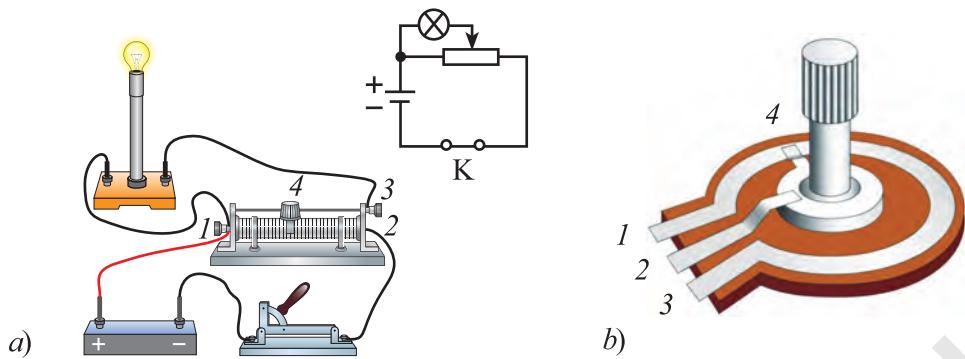
57-nji surat.

57-nji suratda getirilen elektrik shemada tegegiň üstünde ýerleşen metal steržen boýunça 3 sürgüt sim sargylaryna gysylyp degip durýar. Sürgüjiň sargylara sürtülmegi netijesinde onuň kontaktynyň astyndaky izolirlenen gatlak iýdirilýär. Netijede (I) gysgyja gelýän tok sargy we sürgüt 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 güýjünü bir normada üýtgetmek mümkün.

Potensiometr

Reostatdan potensiometr hökmünde peýdalanmak, ýagny onuň kömeginde elektrik zynjyrdaky napräzaženiýäni sazlamak mümkün. Munuň üçin reostaty elektrik zynjyra 58-nji a suratda görkezilişi ýaly birikdirmeli.



58-nji surat.

Amalda ulanylýan potensiometrler köpräk 58-nji b suratda görkezilişi ýaly töwerek şeñilde bolýar. Munda onuň winti towlansa, 4 sürgüç töwerek şeñlinde hereket edýär we zynjyrdaky napryáženiý bir tekiz üýtgeýär.

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

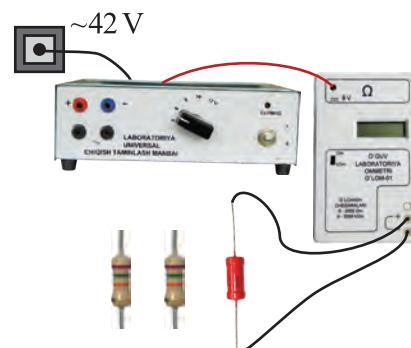


1. Reostat näme? Ondan nähili maksatlarda peýdalanylýar?
2. Rezistoryň gurluşyny we zynjyra birikdirilişini düşündirip beriň.
3. Reostatyň wezipesi nämeden ybarat? Onuň işleyşini düşündiriň.
4. Ampermeter reostata nähili birikdirilýär?
5. Reostatyň sürgüji süýşürilende näme üçin zynjyrdaky tok güýji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

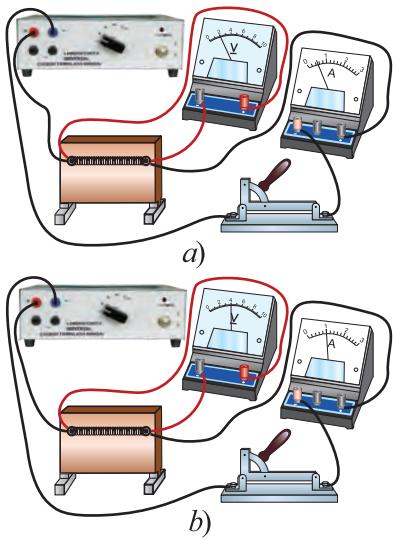


Ommetriň kömeginde rezistorlaryň garşylygyny ölçemek.

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



59-njy surat.



60-njy surat.

Toguň güýjuniň naprýaženiýä baglylygy

Cykyş naprýaženiýesini üýtgetmek mümkün bolan tok çeşmesine nikelin spiralyны birikdirýäris (*60-njy surat*). Spiraldan geçýän toguň güýjuni oňa yzygider birikdirilen ampermeliň, naprýaženiýesini bolsa oňa parallel birikdirilen woltmetriň kömeginde ölçemek mümkün. Spiraldaky naprýaženiýäni 2 V-a sazlap, açary birikdirýäris. Açar birikdirilende ampermetr 0,5 A-i görkezsün (*60-njy a surat*). Açary üzýäris. Spiraldaky naprýaženiýäni iki esse artdyryp, ony 4 V-a sazlayarys. Zynjyryň açary birikdirilende ampermetr 1 A-i görkezýär, ýagny toguň güýji hem 2 esse artýar (*60-njy b surat*).

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

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



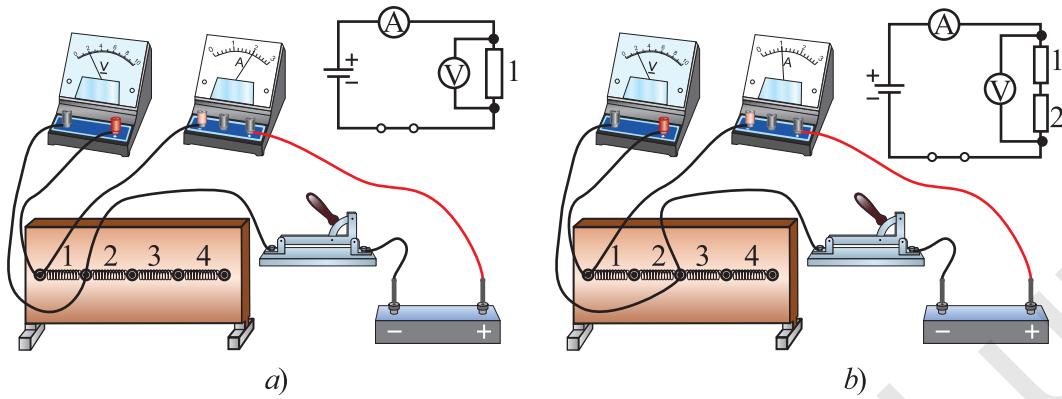
Geçirijidäki toguň güýji şu geçirijiniň uçlarynyň arasyndaky naprýaženiýä gönü proporsionaldyr:

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

Toguň güýjuniň elektrik garşylyga baglylygy

Önki tejribede spiral üýtgedilmän, ýagny geçirijiniň elektrik garşylygy hemişelik edip alnypdy. Onuň uçlaryndaky naprýaženiye bolsa dürlüce bolupdy. Indi geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiye üýtgemezden, onuň garşylygynyň dürlüce bolan ýagdaýa garaýarys.

61-nji *a* suratda görkezilen zynjyry ýygñalyň. 1, 2, 3, 4 sıfırlar her biriniň elektrik garşylygy 1Ω -dan bolan spiral geçirijileri aňladýar. Birinji gezekde zynjyra 1 sıfırlı geçirijini birikdireliň. Açar birikdirilende, woltmetr 2 V naprýaženiýäni, ampermetr bolsa 2 A toguň güýjuni görkezýär.



61-nji surat.

Ikinji gezekde zynjyra 1 we 2 sifrli geçirijileri yzygider birikdireliň. Bu ýagdaýda olaryň bilelikdäki garşylygy 2Ω bolýar. Açar birikdirilende, wolmetr geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýäniň üýtgemänligini, ampermestr bolsa zynjyrdan geçýän toguň güýji 2 esse kemelendigini görkezýär (61-nji b surat).

Indi 1, 2, 3, 4 sifrli geçirijileri yzygider birikdirip, garşylygy 4Ω -a deň bolan geçirijini alalyň. Açar birikdirilende, geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýe üýtgemänligini, toguň güýji bolsa birinji gezekdäkä garanda 4 esse kemelenidigini anyklamak mümkün.

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



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 kanunu* diýip atlandyrylýar. Bu kanun 1827-nji ýylда açys 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 gönü proporsional, geçirijiniň garşylygyna ters proporsionaldır.

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 çykýär:

1 om (1Ω) 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. Zynjyrda garşylyk artdyrylsa, toguň güýji kemelyär. Naprýaženiýe artdyrylsa, toguň güýji hem artýar.
2. Ampermetriň garşylygy näçe kiçi bolsa, elektrik zynjyryna täsiri şonça kem bolýar.
3. Zynjyra birikdirilen wolmetriň garşylygy näçe uly bolsa, elektrik zynjyryna täsiri şonça kem bolýar.

Mesele çözmegeň nusgasý

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:

$$l=2 \text{ m}$$

$$S=0,8 \text{ mm}^2=0,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$U=2 \text{ V}$$

$$\rho=0,4 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}.$$

Tapmaly:

$$I=?$$

Formulasý:

$$R=\rho \frac{l}{S};$$

$$I=\frac{U}{R}=\frac{U}{\rho \frac{l}{S}}=\frac{US}{\rho l}.$$

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

Hasaplamak:

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

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



- Naprýaženiye hemişelik bolanda, toguň güýjuniň geçirijiniň garşylygyna baglylygyny aňladyň.
- Zynjyryň bir bölegi üçin Omuň kanunynyň kesgitlemesini aýdyp beriň.
- Omuň kanunynyň formulasynda geçirijiniň garşylygy we ondan geçýän toguň güýji mälim bolsa, geçirijiniň uçlarynyň arasyndaky naprýaženiye nähili tapylýar?
- Geçiriji uçlaryndaky naprýaženiye kiçi bolanda, ondan uly tok geçmegi mümkünmi?
- Ampermetriň kömeginde elektrik lampanyň ýanan wagtyndaky geçýän elektronlar sanyny anyklamak mümkünmi?

9-njy gönükmə

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



- Iki 1,5 V-ly galwanik element we 3 V naprýaženiýä niyetlenen lampočka alyň. Ilki lampočkany bir galwanik elemente, soňra yzygider birikdirilen iki galwanik elemente birikdiriň. Ikinji birikdirende lampočkanyň ýagtysynyň güýçlenendigini düşündirip beriň.
- 62-nji suratkaky geçirijiniň uçlaryna nähili garşylyk birikdirilse, ampermetr 1 A görkezer?

$$R = \frac{U}{I}$$



62-nji surat.

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

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

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

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

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 napräženiyäni anyklaň.

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

10-nyj gönükmə

1. Geçirijiniň uçlaryna 6 V naprýaženiye berlende ondan 5 s-da 20 C zarýad geçdi. Geçirijiniň garşylygy nähili bolupdyr?
2. Uzynlygy 12 m we kese kesiginiň meydany $0,6 \text{ mm}^2$ bolan nihrom geçirijiniň uçlaryna 4,4 V naprýaženiye berlende ondan nähili tok geçer?
3. Garşylygy 10Ω bolan geçirijiniň uçlaryna 2,5 V naprýaženiye berlen. Geçirijiniň kese kesiginiň meydanyndan 8 s-da näçe elektron geçer?
4. Kese kesiginiň meydany $0,1 \text{ mm}^2$ bolan nihromdan elektrik plitkasynyň gyzdyryjysy ýasalan. Onuň uçlaryna 220 V naprýaženiye berlende ondan 4 A tok geçdi. Gyzdyryjy üçin nähili uzynlykdaky sim alnan?
5. Uzynlygy 20 m, kese kesiginiň meydany $0,8 \text{ mm}^2$ bolan nihrom geçirijiň kese kesiginden 3 s içinde 18 C zarýad geçen bolsa, onuň uçlaryna nähili naprýaženiye goýlan?
6. Uzynlygy 100 m, kese kesiginiň meydany $0,5 \text{ mm}^2$ bolan alýuminiy simiň uçlaryndaky naprýaženiye 14 V berlende, şu simden geçyän toguň güýji nähili bolar?
7. Yörite stanokda simi sozup, ol iki esse uzyn we ince edilen. Şonuň netijesinde simiň garşylygy nähili üýtgapdır?

19-§

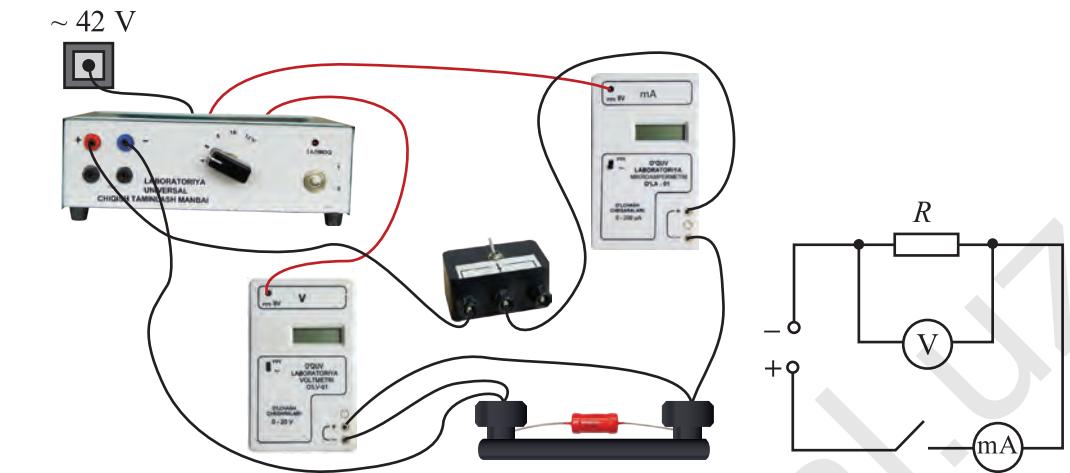
Laboratoriýa işi. OMUŇ KANUNYNY ÖWRENMEK

Işıň maksady: geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýäni we ondan geçyän toguň güýjüni ölçemek hem-de Omuň kanunyna görä geçirijiniň garşylygyny kesgitlemegi öwrenmek.

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

Işıň 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 naprýaženiye berýän winti 4 V-a goýulýär.
3. Açar birikdirilýär. Rezistordan geçyän toguň güýji milliampermetriň we onuň uçlaryndaky naprýaženiye woltmetriň kömeginde ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
4. Açar üzülüýär. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiye beryän wintini 6 V -a goýup, tejribe gaýtalanýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär. Soňra açar üzülüýär.



63-nji surat.

5. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiye 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

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

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

8. Netijäni jedwele ýazyň we netije çykaryň.

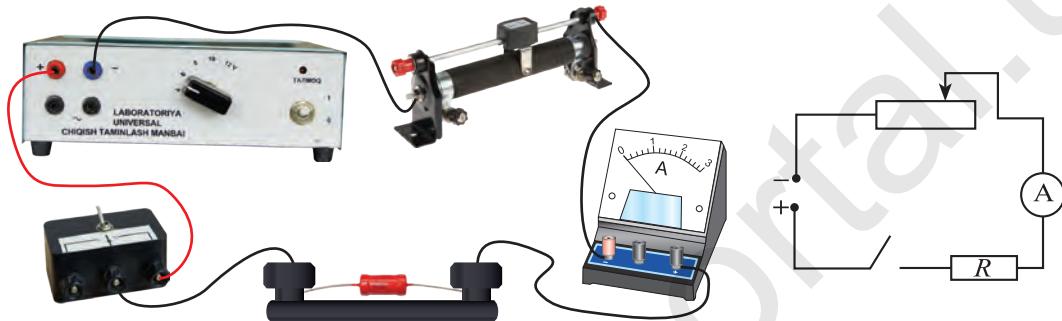


1. Elektrik lampa «3,5 V; 0,26 A» diýip ýazyp goýlan. Ondan nähili fiziki ululyklary bilmek mümkün?
2. Akkumulýatorlar nädip yzygider birikdirilýär?
3. Omuň kanunynyň formulasy nähili aňladylýär?
4. Sarp edijiniň garşylygy onuň uçlaryndaky naprýaženiyä goni proporsional, ondan geçýän toguň güýjüne ters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

Amaly sapak. REOSTATYŇ KÖMEGINDE TOK GÜÝJÜNI SAZLAMAK

Sapagyň maksady: reostatyň kömeginde zynjyrdaky toguň güýjuniň üýtgeyşini öwrenmek.

Gerekli esbaplar we enjamlar: tok çeşmesi, reostat, ampermetr, garşylygy 6 Ω 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 açık galdyryň.
3. Tok çeşmesini pudaga birikdiriň.
4. Tok çeşmesiniň sarp edijilere napräženiye berýän winti 8 V-a goýulýar.
5. Açıry birikdirip ampermetriň görkezişi bellik edilýär. Alnan toguň güýjuniň bahasy jedwele ýazylýar.
6. Açıar üzülýär. Sürgüji süýşürüp reostatyň garşylygy biraz kemeldilýär.
7. Açıar birikdirilýär. Ampermetriň görkezişi bellik edilýär. Alnan toguň güýjuniň 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.

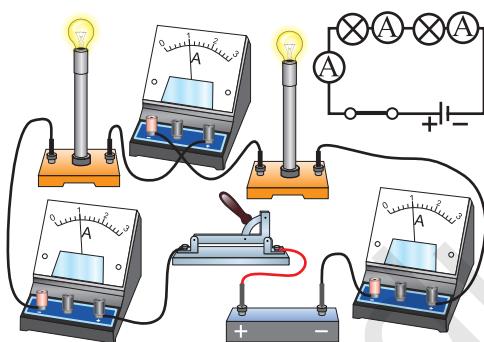


1. Reostatyň gurluşyny aýdyp beriň.
2. Reostatyň elektrik zynjyryna birikdiriliş shemasyny çyzyň.
3. Toguň güýjüni sazlamak diýende nämäni düşünýärsiňiz?
4. Geçirilen tejribäniň elektrik zynjyrynyň shemasyny depderiňize çyzyň.

21-§

SARP EDIJILERI YZYGIDER BIRIKDIRMEK

Mundan beyläk elektrik zynjyrdaky elektrik energiyany ullanýanlary geçiriji däl, eýsem sarp ediji diýip aýdýarys. Adatda, elektrik zynjyryna bir däl, eýsem birnäçe sarp edijileri birikdirilmeli bolýär. Munda sarp edijiler özara **yzygider** ýada **parallel** ýagdaýda birikdirilýär. Biz aşakda sarp edijiler yzygider birikdirilen elektrik zynjyryna garaýarys.



65-nji surat.

Yzygider birikdirilen zynjyrda toguň güýji

Iki lampoçkany yzygider birikdirip, 65-nji suratda görkezilen zynjyry ýygalyn. 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:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n. \quad (1)$$

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

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

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

Yzygider birikdirilen zynjyrda napräženiye

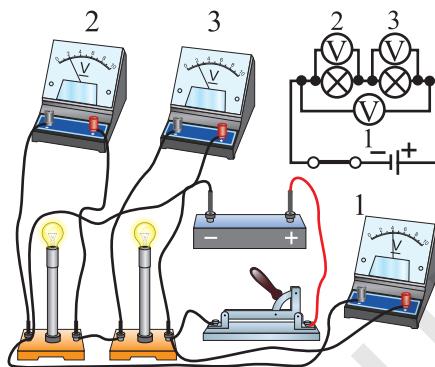
66-nji suratdaky elektrik zynjyryň açary birikdirilende 1-nji woltmetr 4 V-y, 2-nji we 3-nji woltmetrlar 2 V-y görkezýär. Lampoçkalaryň ýanyşy

öçügsilenýär. Zynjyrdaky doly naprýaženiye yzygider birikdirilen iki lampoçkadaky naprýaženiyeleriň jemine deň bolýar, ýagny:

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

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

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



66-njy surat.

Sarp edijiler yzygider birikdirilende, zynjyrdaky doly naprýaženiye her bir sarp edijdäki naprýaženiyeleriň jemine deň bolýar.

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

$$U = U_1 + U_2 \quad \text{ýa-da} \quad IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2). \quad (5)$$

Lampoçkalaryň doly garşylygy R -e, olardan geçirgen toguň güýji I -e deňliginden peýdalanylý, doly naprýaženiye U üçin aşakdaky formulany ýazyp bileris:

$$U = IR. \quad (6)$$

(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 edijiň garşylyklarynyň jemine deň bolýar.

Siz arça asylýan lampoçkalar düzümini görensiňiz. Meselem, her biri $U_1=3$ V-a niyetlenen $n=75$ sany lampoçka yzygider birikdirilen bolsa, şeýle zynjyra $U=nU_1=75 \cdot 3$ V=225 V çenli napräzeniye bermek mümkün. Şonuň üçin şeýle yzygider birikdirilen lampoçkalar düzümini 220 V-ly elektrik pudaga gönüden-göni birikdirmek mümkün.

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

Mesele çözmegeň nusgasý

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

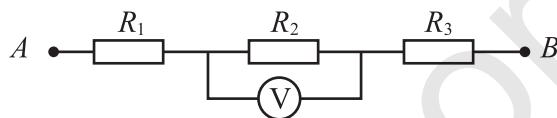
Berlen:	Formulasý:	Hasaplamak:
$R_1=1\Omega$	$U_1=IR_1;$	$U_1=1\text{ A} \cdot 1\Omega=1\text{ V};$
$R_2=2\Omega$	$U_2=IR_2;$	$U_2=1\text{ A} \cdot 2\Omega=2\text{ V};$
$R_3=3\Omega$	$U_3=IR_3;$	$U_3=1\text{ A} \cdot 3\Omega=3\text{ V};$
$I=1\text{ A.}$	$R=R_1+R_2+R_3;$	$R=1\Omega+2\Omega+3\Omega=6\Omega;$
<i>Tapmaly:</i>	$U=IR.$	$U=1\text{ A} \cdot 6\Omega=6\text{ V.}$
$U_1=?$ $U_2=?$ $U_3=?$	<i>Jogaby:</i> $U_1=1\text{ V}$; $U_2=2\text{ V}$; $U_3=3\text{ V}$; $R=6\Omega$; $U=6\text{ V.}$	
$R=?$ $U=?$		



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

11-nji gönükmə

- Yzygider birikdirilen iki geçirijiden 0,4 A tok geçyär. Geçirijileriň garşylygy $5\ \Omega$ we $10\ \Omega$ bolsa, her bir geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýäni, zynjyryň doly garşylygyny we doly naprýaženiýäni tapyň.
- Garşylygy $4\ \Omega$, $10\ \Omega$ we $16\ \Omega$ bolan geçirijiler yzygider birikdirilen. Zynjyryň uçlaryna $6\ V$ naprýaženiýe berlende, her bir geçirijiden geçirýän toğuň güjji we her bir geçirijiniň uçlaryndaky naprýaženiýe nähili bolar?
- Iki elektrik lampočka $220\ V$ naprýaženiýeli pudaga yzygider birikdirilen bolup, olardan $0,5\ A$ tok geçyär. Eger birinji lampočkanyň garşylygy ikinjisiniňkiden 3 esse uly bolsa, her bir lampočkadaky naprýaženiýäni tapyň.
- Shemada berlen A we B nokatlaryň arasyndaky naprýaženiýe nähili bolupdyr? Munda $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$, $R_3 = 15\ \Omega$, $U_2 = 15\ V$.



22-§

SARP EDIJILERI PARALLEL BIRIKDIRMEK

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

Iki lampočka özara parallel birikdirilen 67-nji suratdaky elektrik zynjyry ýygnalyň. Munda iki lampočka hem birmeňzeş 1 we 2 ampermetrlere yzygider birikdirilýär. Olara parallel birikdirilen woltemetr $4\ V$ naprýaženiýäni görkezsün. Bu woltemetriň görkezişi her bir lampočkadaky naprýaženiýäni hem, zynjyrdaky doly naprýaženiýäni hem aňladýar.

Díymek, parallel birikdirilen iki lampočkada 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 birmeňeş bolýar.

Parallel birikdirilen zynjyrdaky toguň güýji

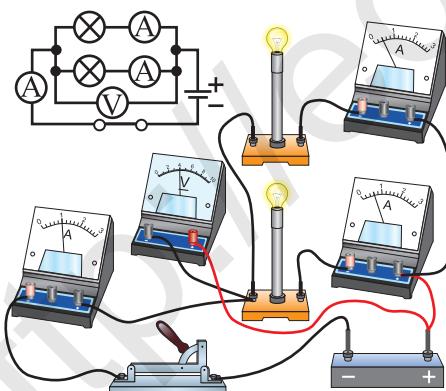
Açar birikdirilende birinji ampermestr $I_1=0,6$ A-i, ikinji ampermestr bolsa, $I_2=0,4$ A-i görkezsin. Onda zynjyryň şahalanmadyk bölegindäki ampermestr $I=1$ A-i görkezýär. Diýmek, parallel birikdirilen birinji we ikinji lampoçkalar dan geçýän I_1 we I_2 tok güýçleriniň jemi I doly toguň güýjüne, ýagny 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. Munda R_1 we R_2 – birinji we ikinji lampoçkanyň elektrik garşylyklary, R – iki lampoçkanyň doly garşylygy. Bu üç formulany (3) formula goýup, aşakdaky aňlatmalalary 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 zynjyr-daky doly garşylygyň 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 çözende iki sarp ediji parallel birikdirilen ýagdaýlar köp duşyar. Şeýle ýagdaýlarda doly garşylygyň formulasy üçin aşakdaky formuladan peýdalanmak amatly:

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

Mesele çözmeğiň nusgasý

220 V naprýaženiýeli pudaga lampočka, doňduryjy we telewizor parallel birikdirilen. Eger lampočkadan 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:

$$U=220 \text{ V}$$

$$I_1=0,5 \text{ A}$$

$$I_2=0,4 \text{ A}$$

$$I_3=1 \text{ A.}$$

Tapmaly:

$$I=? \quad R_1=?$$

$$R_2=?$$

$$R_3=? \quad R=?$$

Formulasy:

$$I=I_1+I_2+I_3,$$

$$R_1=\frac{U}{I_1}; \quad R_2=\frac{U}{I_2};$$

$$R_3=\frac{U}{I_3}; \quad R=\frac{U}{I};$$

$$R=\frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}.$$

Hasaplamak:

$$I=0,5 \text{ A} + 0,4 \text{ A} + 1 \text{ A} = 1,9 \text{ A.}$$

$$R_1=\frac{220 \text{ V}}{0,5 \text{ A}}=440 \Omega;$$

$$R_2=\frac{220 \text{ V}}{0,4 \text{ A}}=550 \Omega;$$

$$R_3=\frac{220 \text{ V}}{1 \text{ A}}=220 \Omega;$$

$$R=\frac{220 \text{ V}}{1,9 \text{ A}} \approx 116 \Omega;$$

$$R=\frac{440 \cdot 550 \cdot 220}{440 \cdot 550 + 440 \cdot 220 + 50 \cdot 220} \approx 116 \Omega.$$

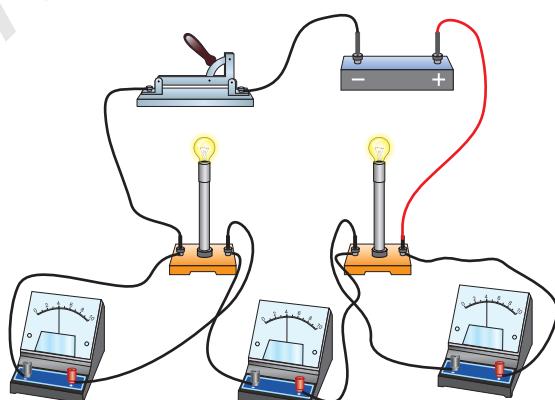
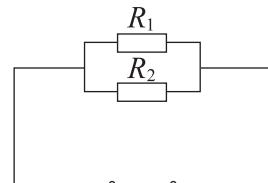
Jogaby: $I=1,9 \text{ A}$, $R_1=440 \Omega$; $R_2=550 \Omega$; $R_3=220 \Omega$. $R \approx 116 \Omega$.



1. Näme sebäpli öýüň we awtomobilleriň elektrik simlerini birikdirende yzygider birikdirmekden peýdalanylmaýar?
2. Sarp edijiler parallel birikdirilende, zynjyrdaky naprýaženiye bilen her bir sarp edijiniň uçlaryndaky naprýaženiýäniň arasynda nähili gatnaşyk bolar?
3. Parallel birikdirilen sarp edijidäki toguň güýji birmeňzeş bolarmy? Olaryň bahasy nämelere bagly?
4. Parallel birikdirilen sarp edijileriň doly garşylygy her bir sarp edijiniň garşylygy arkaly nähili aňladylyar?

12-nji gönükmə

1. Garşylyklary 3Ω we 6Ω bolan iki sarp ediji parallel birikdirilen. Sarp edijiler birikdirilen zynjyryň böleginiň doly garşylygyny tapyň.
2. Garşylyklary 10Ω , 15Ω we 30Ω bolan üç sarp ediji parallel birikdirilen. Sarp edijiler birikdirilen zynjyryň böleginiň garşylygyny tapyň.
3. Öýüñizdäki lýustrada özara parallel birikdirilen 5 sany birmeňzeş lampočka ýanyp dur. Lýustra birikdirilen simde 4 A tok geçýän bolsa, her bir lampočkadan geçýän toguň güýjünü tapyň.
4. Garşylygy 40Ω we 60Ω bolan iki lampočka özara parallel birikdirilen. Zynjyryň şu bölegindäki doly garşylygy näçe bolar? Eger lampočkalaryň uçlaryndaky naprýaženiye 36 V bolsa, zynjyrdaky doly toguň güýjünü 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 haýssy ampermetr we haýssy woltmetr. Jogabyňzyz esaslandyryň.

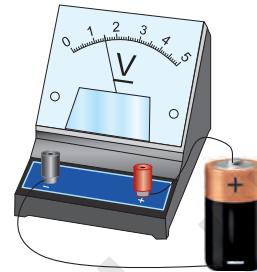


Sapagyň maksady: tok çeşmelerini birikdirmegi hem-de çeşmäniň uçlaryndaky naprýaženiýäni ölçemegi öwrenmek.

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 elementiň uçlaryndaky naprýaženiýäni woltmetrde ölçäň. Netijeleri jedwele ýazyň.



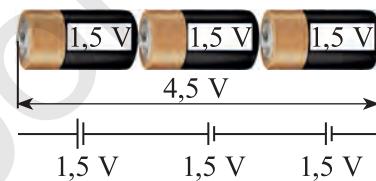
68-nji surat.

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

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

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

5. Tok çeşmeleri yzygider birikdirilende jemleyji 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 naprýaženiýäni U_{um} bahasy bilen deňeşdiriň.



69-njy surat.

Her bir galwanik elementiň 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 netijäñizi ýazyň.

Multimetrik bilen işlemek

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

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

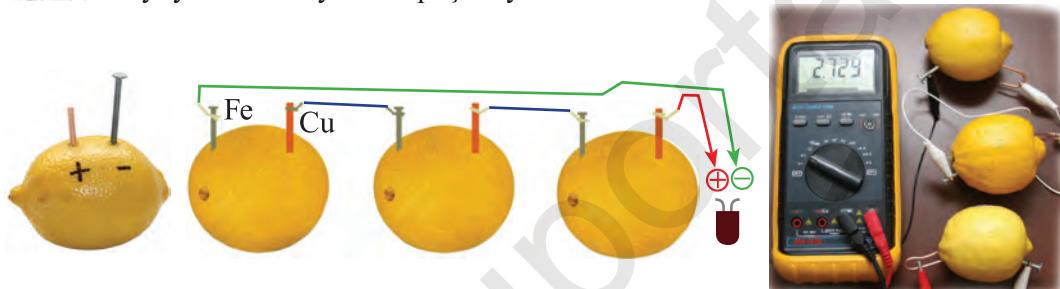


Biziň galwanik elementimiziň naprýaženiýesi 1,5 V tòwereginde bolanlygy üçin, multimetriň wintiniň ölçeg çägi diýip 20 görkezilen nokada gabatlap goýýarys. Multimetriň COM we V, Ω , mA gysgyçlaryna birikdirilen birikdiriji simler tok çeşmesiniň polýuslaryna birikdirilýär. Tok çeşmesiniň naprýaženiýesiniň bahasy multimetriň tablosyna çykýar (70-nji surat).

70-nji surat.



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



24-§

Laboratoriýa işi.

GEÇİRİJİLERİ YZYGIDER WE PARALLEL BIRIKDIRMEGI ÖWRENMEK

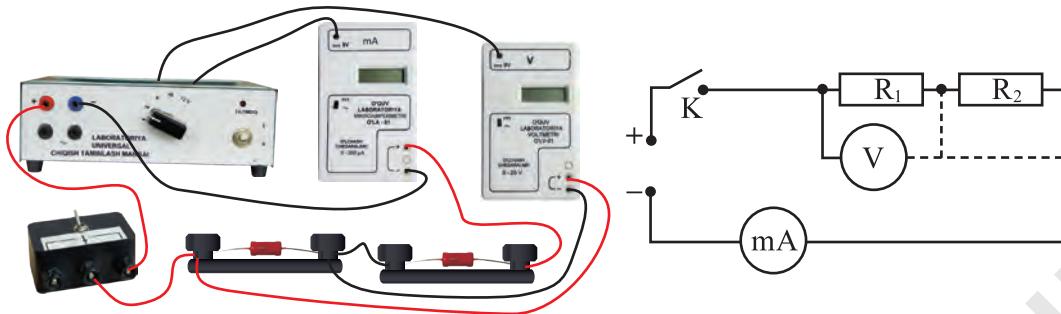
1. Geçirijileri yzygider birikdirmek

Işıň maksady: geçirijiler yzygider birikdirilende olardaky toguň güýjuniň we naprýaženiýniň peselişini öwrenmek.

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

Işıň ýerine ýetirilişi

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



71-nji surat.

4. Ačar üzülýär. Voltmetri birinji rezistordan üzüp, ony ikinji rezistoryň uçlaryna birikdiriň.
5. Ačar birikdirilýär. Ikinji rezistordan geçýän toguň güýji (I_2) we onuň uçlaryndaky naprýaženiye (U_2) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
6. Ačar ýapyk. Yzygider birikdirilen rezistorlaryň uçlaryna voltmetr çatylýär.
7. Ačar birikdirilýär. Rezistordan geçýän toguň güýji we onuň uçlaryndaky naprýaženiye (U_{AB}) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
8. Ačar üzülýär. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiye berýän winti 6 V -a goýulýär we tejribe gaýtalanýär.

	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.

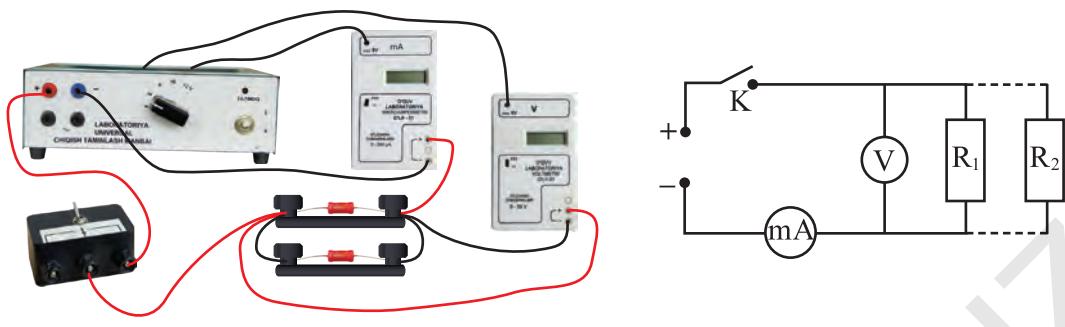
2. Geçirijileri parallel birikdirmek

Işıň maksady: geçirijiler parallel birikdirilende olardaky toguň güýjuniň we naprýaşeniýäniň şol bir ýagdaýdadygyny öwrenmek.

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

Işıň ýerine ýetirilişi

1. 72-nji suratda görkezilen elektrik zynjyry ýygnalýär. Voltmetr iki rezistoryň hem uçlaryna parallel birikdirilýär. Ačar açık ýagdaýda galdyrylyär.



72-nji surat.

2. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiye berýän winti 4 V-a goýulýar.
3. Açar birikdirilýär. Rezistorlardan geçýän toguň güýji (I) we onuň uçlaryndaky naprýaženiye (U) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
4. Açar üzülüýär. Ampermetr birinji rezistora yzygider birikdirilýär.
5. Açar birikdirilýär. Ampermetr birinji rezistordan geçýän toguň güýjünü görkezýär (I_1).
6. Voltmetriň kömeginde onuň uçlaryndaky naprýaženiye ölçenýär (U_1). Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
7. Açar üzülüýär. Ampermetr birinji rezistordan üzülip, ikinji rezistora yzygider birikdirilýär.
8. Açar birikdirilýär. Ikinji rezistordan geçýän toguň güýji (I_2) we onuň uçlaryndaky naprýaženiye (U_2) ölçenýär. Alnan netijeler jedwele bellik edilýär.
9. Açar üzülüýär. Tok çeşmesiniň sarp edijilere naprýaženiye 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 kanunalaýklyklaryň ýerine ýetirilişini barlaň.

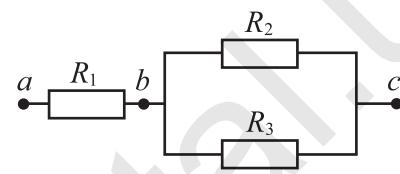


1. Geçirijiler yzygider birikdirilende haýsy fiziki ululyk birmeňzeş bolýan eken?
2. Yzygider birikdirilen geçirijileriň uçlaryndaky naprýaženiye nämä deň?
3. Geçirijiler parallel birikdirilende haýsy fiziki ululyk birmeňzeş bolýar?
4. Geçirijiler yzygider birikdirilende ampermetr zynjyra nähili birikdirilýär?

SARP EDIJILERI GATYŞYK BIRIKDIRMEK (Amaly sapak)

Sarp edijileri yzygider we parallel edip birikdirilişine seretdik. Yöne amalda bir zynjyrdä 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 atlandyrylyar. 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 garsylyk yzygider birikdirilen iki (R_1 we R'_{um}) reostat ýaly bolýar. Umumy garşylyk bolsa, $R_{um} = R_1 + R'_{um}$ aňlatma arkaly tapylyar.

Gatyşyk birikdirilen çylşyrymly sarp edijileriň umumy garşylygyny tapmakda ekwiyalent shemalardan peýdalanmak amatly. Ekwiyalent shema diýlende hut şu shema bilen çalşyrmak mümkün bolan shema düşünilýär.

Mysal: 74-nji suratdaky shemanyň umumy garşylygyny tapyň.

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

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

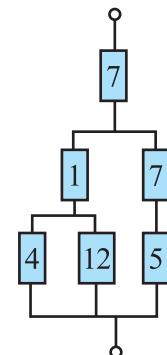
- 4Ω we 12Ω rezistorlar özara parallel birikdirilen, umumy ekwiyalent garşylyk 3Ω -a deň bolýar.
- 7Ω we 5Ω rezistorlar özara yzygider birikdirilen, umumy ekwiyalent garşylygyny ýerine 12Ω -y almak mümkün.

Alnan netijelerden peýdalanyп, ikinji ekwiyalent shemany çyzýarys (75-nji b surat):

- 1Ω we 3Ω rezistorlar özara yzygider birikdirilen, ekwiyalent garşylygy 4Ω -a deň diýip almak mümkün.

Üçünji ekwiyalent shemada (75-nji c surat):

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

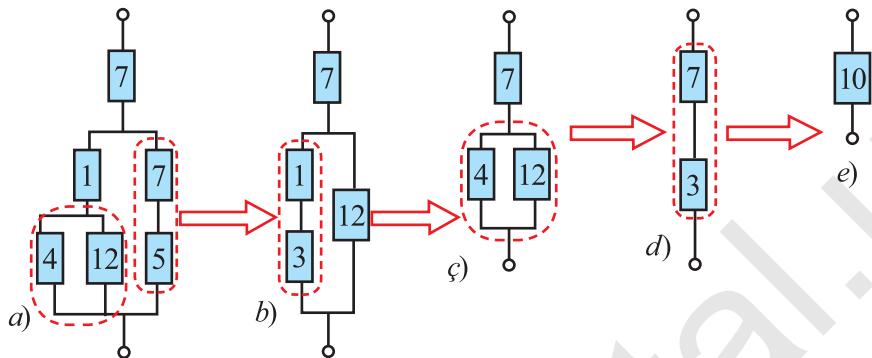


74-nji surat.

Dördünji ekwiwalent shemada (75-nji e surat):

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

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

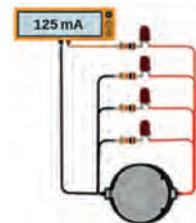


75-nji surat. Çylsyrymly shemanyň garşylygyny hasaplamak.

Garap geçişimiz ýaly, islendik çylsyrymly shemany yzygider we parallel birikdirilen böleklere bölüp, ekwiwalent shemalaryň kömeginde ýonekeyň görnüşi alýar.



1. Berlen surat esasynda zynjyryň elektrik shemasyny çzyň (76-njy surat). Umumy garşylygy tapmagyň algoritmini ýazyň.
2. Dört rezistoryň kömeginde näçe hili elektrik shema görnüşini emele getirmek mümkün? Jogabyňzy çyzgylaryň kömeginde esaslandyryň.



76-njy surat.

26-§

MESELELER ÇÖZMEK

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

Berlen:

$$U=220\text{ V}$$

$$R_1=R_2=240\ \Omega.$$

Tapmaly:

$$I=?$$

Formulasý:

$$R=R_1+R_2;$$

$$I=I_1=I_2;$$

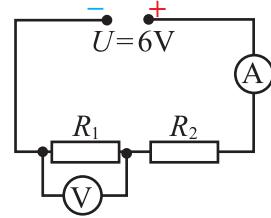
$$I=\frac{U}{R}=\frac{U}{R_1+R_2}.$$

Hasaplamak:

$$I=\frac{220\text{ V}}{240\Omega+240\Omega}\approx 0,46\text{ A}.$$

Jogaby: $I\approx 0,46\text{ A}$.

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



77-nji surat.

Berlen:

$$R_1 = 20 \Omega$$

$$R_2 = 40 \Omega$$

$$U = 6 \text{ V}$$

Tapmaly:

$$I = ?; U_1 = ?$$

Formulasý:

$$R = R_1 + R_2;$$

$$I = I_1 = I_2 = \frac{U}{R};$$

$$U_1 = I R_1.$$

Hasaplamak:

$$R = 20 \Omega + 40 \Omega = 60 \Omega;$$

$$I = \frac{6 \text{ V}}{60 \Omega} = 0,1 \text{ A};$$

$$U_1 = 0,1 \text{ A} \cdot 20 \Omega = 2 \text{ V}.$$

Jogaby: $I = 0,1 \text{ A}$; $U_1 = 2 \text{ V}$.

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

Berlen:

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = 6 \Omega$$

$$R_3 = 4 \Omega$$

$$U_{AB} = 12 \text{ V}.$$

Tapmaly:

$$I_3 = ?$$

$$U_3 = ?$$

Formulasý:

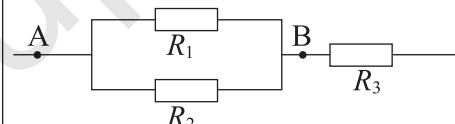
$$R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2};$$

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}};$$

$$I_{AB} = I_3;$$

$$U_3 = I_3 \cdot R_3.$$

Hasaplamak:



$$R_{AB} = \frac{2 \cdot 6}{2 + 6} \Omega = 1,5 \Omega;$$

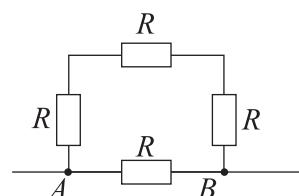
$$I_{AB} = \frac{12 \text{ V}}{1,5 \Omega} = 8 \text{ A};$$

$$I_3 = 8 \text{ A}; U_3 = 8 \text{ A} \cdot 4 \Omega = 32 \text{ V}.$$

Jogaby: $I_3 = 8 \text{ A}$; $U_3 = 32 \text{ V}$.

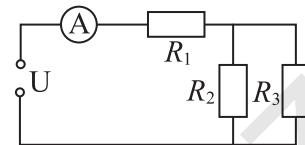
13-nji gönükmé

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



2. Garşılyklary 20Ω we 80Ω bolan iki geçiriji özara parallel birikdirilen bolup, olaryň uçlaryndaky napräženiye 48 V -a deň. Olara yzygider birikdirilen üçünji 5Ω garşılykdaky toguň güýjüni we napräženiyesini tapyň.

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



27-§

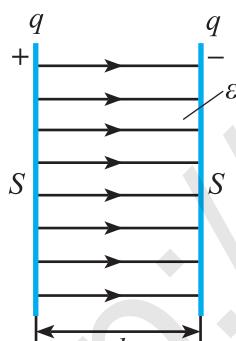
ELEKTRIK SYGYMY. KONDENSATORLAR

Kondensator we onuň elektrik sygymy

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



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



78-nji surat.

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

Iň ýonekeý 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 birmeňzes) diýip hasaplamak mümkün.



Kondensator zarýadlananda onuň iki örtüginde-de deň mukdarda dürli alamatly zarýadlar toplanýar.

Kondensatoryň zarýad toplap 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 örtügine berlen zarýadyň mukdary; U – plastinkalaryň arasyndaky naprýaženiye. Halkara birlikler sistemasynda elektrik sygymynyň birligi edip M. Faradeýiň hormatyna *farad* (F) kabul edilen.

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

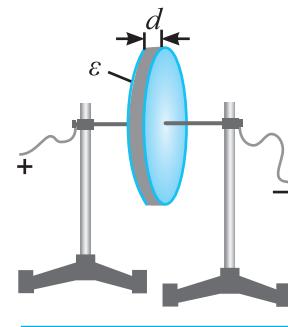
1 farad örän uly birlik bolany üçin amalda, esasan onuň ülüşleri – *mikrofarad* (μF), *nanofarad* (nF) we *pikofarad* (pF) ulanylýar. Munda:

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

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

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

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

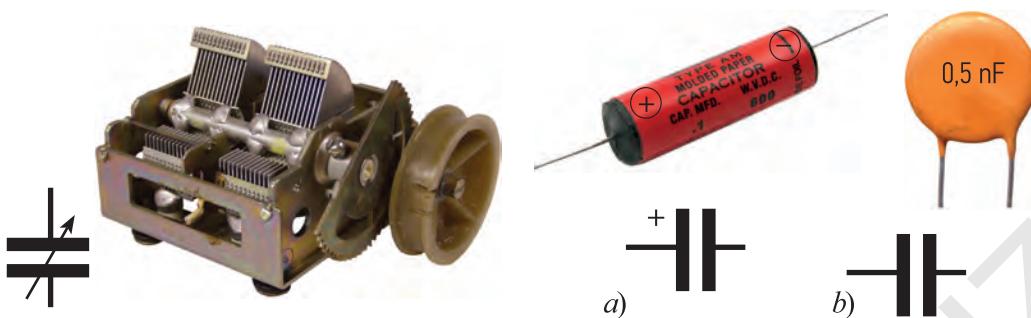


79-njy surat.

Tekiz kondensatoryň sygymy örtükleriniň meydanyňa 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 $\epsilon=6$, çüýše üçin $\epsilon=7$.



80-nji surat.

81-nji surat.

Elektrotehnikada dürli mukdarda zarýadlary toplamaga niýetlenen kondensatorlar hem ulanylýar. Radioteknikada üýtgeýän sygymly kondensatorlar giňden ulanylýar (80-nji surat). Onuň işleyiš 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 mümkün bolýar. Radiony gerekli tolkuna sazlamak üçin wint towlanyp, üýtgeýän kondensatoryň sygymy üýtgedilip durulýar. Mundan daşary, polýusly we polýussyz kondensatorlar hem ulanylýar (81-nji a, b surat).

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

Kondensatoryň sygymynyň örtükleriň arasyndaky aralyga baglylygyndan düwme — heréketlenýän plastina — ýumşak dielektrik — heréketlenmeyän plastina —.

Kondensatoryň sygymynyň örtükleriň arasyndaky aralyga baglylygyndan kompýuteriň klaviaturasyny kodlamak prosesinde peýdalanylýar. Her bir klawisiň (düwmeli) aşagynda kondensator ýerleşdirilen bolup, klawisi 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 çözmeğiň nusgasы

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

<p>Berlen:</p> $C = 3 \text{ nF} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ $U = 12 \text{ V}$ <hr/> <p>Tapmaly:</p> $q = ?$	<p>Formulasy:</p> $C = \frac{q}{U}; q = C U;$ $[q] = F \cdot V = \frac{C}{V} \cdot V = C.$	<p>Hasaplamak:</p> $q = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 12 \text{ C} = 36 \cdot 10^{-9} \text{ C} = 36 \text{ nC.}$
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

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.

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

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 geçmeyänligini düşündiriň.
6. Tekiz kondensatoryň zarýady 2 esse artanda onuň sygymy nähili üýtgär?

14-nji gönükmə

1. Tekiz kondensatoryň örtükleriniň arasyndaky dielektrik siňdirijiligi $\epsilon = 2,1$ bolan dielektrik bilen doldurysa, 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 naprýaženiye berlende, ol nähili mukdardaky zarýady alar?

- Meýdany 40 cm² bolan tekiz kondensatoryň örtükleri bir-birinden 8 mm galyňlykdaky howa bilen bölünen. Kondensatoryň sygymy nämä deň?
- Sygymy 3 µF bolan kondensatoryň örtükleri alan zarýadyň mukdary 42 µC -a deň bolsa, onuň örtükleriniň arasyndaky naprýaženiye nämä deň?

28-§

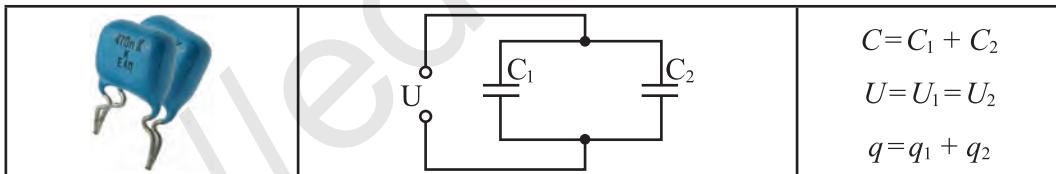
KONDENSATORLARY PARALLEL WE YZYGIDER BIRIKDIRMEK

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

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

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

Kondensatorlary parallel birikdirmegiň umumy görünüsü 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*).



83-nji surat.

Kondensatorlar parallel birikdirilende umumy uçlaryndaky naprýaženiye birmeňzeş bolýar:

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

Doly zarýad bolsa, her bir kondensatorlaryň zarýadlarynyň jemine deň bolýar, ýagny

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

Diýmek, kondensatorlary özara parallel birikdirmek arkaly köpräk elektrik zarýadyny ýygmak mümkün eken.

Kondensatorlary yzygider birikdirmek

Kondensatorlar yzygider birikdirilende umumy elektrik sygymynyň ters mukdary her bir kondensatoryň sygymynyň ters mukdaralarynyň 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 naprýaženiye 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 görnüşi 84-nji suratda getirilen.

		$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ $C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$ $U = U_1 + U_2$
------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

84-nji surat.

Mesele çözmeğiň nusgasы

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 zaryad alar?

Berlen:

$$C_1 = 2 \mu\text{F} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_2 = 6 \mu\text{F} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$U = 9 \text{ V.}$$

Tapmaly:

$$C_{\text{um}} = ? \quad q_1 = ? \quad q_2 = ?$$

Formulasy:

$$C_{\text{um}} = C_1 + C_2;$$

$$q_1 = C_1 \cdot U;$$

$$q_2 = C_2 \cdot U.$$

Hasaplamak:

$$C_{\text{um}} = 2 \mu\text{F} + 6 \mu\text{F} = 8 \mu\text{F};$$

$$q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 9 \text{ V} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 18 \mu\text{C};$$

$$q_2 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 9 \text{ V} = 54 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 54 \mu\text{C}.$$

Jogaby: $C_{\text{um}} = 8 \mu\text{F}$; $q_1 = 18 \mu\text{C}$; $q_2 = 54 \mu\text{C}$.



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

15-nji gönükmə

1. Sig'mi $3 \mu\text{F}$; $5 \mu\text{F}$ we $8 \mu\text{F}$ bolan üç kondensator 12 V naprýazeniyeli 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 mümkün?
3. Sygymalary 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 mümkünmi? Mümkin bolsa nähili?

29-§

MESELELER ÇÖZMEK

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

Berlen:

$$\begin{aligned}a &= 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \\C &= 177 \text{ pF} = 177 \cdot 10^{-12} \text{ F} \\&\epsilon = 2.\end{aligned}$$

Tapmaly:

$$d = ?$$

Formulasy:

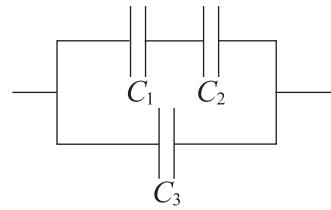
$$\begin{aligned}S &= a^2; \\C &= \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot a^2}{d}; \\d &= \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot a^2}{C}.\end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned}d &= \frac{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,3^2}{177 \cdot 10^{-12}} \text{ m} = \\&= 9 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 9 \text{ mm}.\end{aligned}$$

Jogaby: $d = 9 \text{ mm}$.

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



Berlen:

$$C_1 = 3 \mu\text{F}$$

$$C_2 = 6 \mu\text{F}$$

$$C_3 = 5 \mu\text{F}.$$

Tapmaly:

$$C_{\text{um}} = ?$$

Formulasý:

C_1 we C_2 kondensatorlar yzygider:

$$C_{1,2} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2};$$

$C_{1,2}$ ga C_3 kondensatorlar parallel:

$$C_{\text{um}} = C_{1,2} + C_3.$$

Hasaplamak:

$$C_{1,2} = \frac{3\mu\text{F} \cdot 6\mu\text{F}}{3\mu\text{F} + 6\mu\text{F}} = 2\mu\text{F}.$$

$$C_{\text{um}} = 2 \mu\text{F} + 5 \mu\text{F} = 7 \mu\text{F}.$$

Jogaby: $C_{\text{um}} = 7 \mu\text{F}$.

16-njy gönükmey

- 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 şeklindäki radiusy 4 cm bolan örtükleri bir-birinden 2 mm galyňlykdaky slýuda bilen bölünen. Kondensatoryň örtüklerine 4 V napräzaženiye berilse, kondensator nähili zarýad alar? Slýudanyň dielektrik siňdirijiliginı 6 -a deň diýip alyň.
- Sygymy 370 pF bolan tekiz kondensatoryň örtükleriniň meýdany 300 cm^2 -a deň. Örtükleriň arasyna çüýše plastina goýlan bolsa, onuň galyňlygy nähili bolupdyr? Çüýše üçin $\epsilon = 7$.
- Gutujykda 30 pF we 70 pF sygymly birnäçe kondensatorlar bar. Her haýsy sygymly kondensatordan näceden alyp, olary parallel birikdirmek arkaly 330 pF sygymly kondensatorlar batareyásyny emele getirmek mümkün?

II BABY GAÝTALAMAK ÜÇIN TEST YUMUŞLARY

1. Zynjyrdaky toguň güýji 2 A bolsa, 15 minutda geçirijiniň kese kesiginden nähili mukdarda zarýad akyp geçer?
A) 300 C; B) 1800 C; C) 900 C; D) 600 C.
2. Eger geçirijiniň kese kesiginden 2 minudyň dowamynda 480 C zarýad 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 naprýaženiye 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 4Ω ; 5Ω we 20Ω 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 kemelyär;
C) 3 esse artýar; D) 9 esse kemelyär.
7. Umumy garşylygy 40Ω bolmagy üçin 120Ω 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 $-5 \mu\text{C}$ zarýad alan. Kondensator nähili zarýad alypdyr (μC)?
A) 2,5; B) 10; C) 5; D) zarýad almandyr.
9. Tekiz kondensatoryň örtüklerine $1,2 \text{ kV}$ naprýaženiye berlende, $48 \mu\text{C}$ zarýad 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 doldurysa, onuň elektrik sygymy nähili üýtgär?
A) 9 esse artýar; B) 1,5 esse kemelyär;
C) 3 esse artýar; D) 3 esse kemelyär.
11. Parallel birikdirilen 4 sany birmeňzeş kondensator yzygider birikdirilse, umumy sygym nähili üýtgär?
A) 4 esse artýar; B) 2 esse kemelyär;
C) 16 esse artýar; D) 16 esse kemelyär.

II BAP BOÝUNÇA MÖHÜM NETİJELER

Elektrik togy	Zarýadlanan bölejikleriň tertipli hereketi, ýagny zarýadlaryň akymyndan ybarat.
Hemişelik tok çeşmesi	Položitel we otrisatel polýusa eyé bolan, hemişelik togy emele getirýän çeşme.
Galwanik element	Galwanik elementde himiki energiýa elektrik energiýa öwrülyär.
Elektrik naprýaženiye	Zynjyryň käbir böleginden 1 kulon zarýad geçeninde edilýän işe san bahasy taýyndan deň bolan ululyk zynjyryň şu böleginiň uçlarynyň arasyndaky elektrik naprýaženiye diýip atlandyrylyar.
Toguň güýji	Geçirijiniň kese kesiginden wagt birliginde geçýän elektrik zarýadynyň mukdaryna baha taýyndan deň bolan ululyk.
Geçirijiniň garşylygы	Geçirijiniň zynjyrda tok geçmegine garsylyk görkezmek häsiýetini häsiýetlendirýän fiziki ululyk elektrik garşylyk diýip atlandyrylyar. Geçirijiniň elektrik garşylygы onuň geometrik ölçeglerine we maddanyň tebigatyna bagly, ýagny: $R = \rho \frac{l}{S}$.
Omuň kanuny	Geçirijiden geçýän toguň güýji onuň uçlaryna goýlan naprýaženiýä goni proporsional, geçirijiniň garşylygyna ters proporsionaldır. $I = \frac{U}{R}$.
Reostat	Elektrik zynjyrdaky toguň güýjini we naprýaženiýäni sazlamak, ýagny üýtgetmek üçin ulanylýan elektrik abzal.
Geçirijiler yzygider we parallel birikdirilende garşylygыň 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	$C = \frac{q}{U}, \quad C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S}{d} .$
Kondensatorlar parallel we yzygider birikdirilende sygymyň formulasysy	$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \quad \text{we}$ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n} .$

III BAP ELEKTRIK TOGUNYŇ İŞI WE KUWWATY

30-§

ELEKTRIK TOGUNYŇ İŞI

Toguň eden işi barada düşünje

Mälim bolşy ýaly, elektrik zynjyr içki we daşky böleklerden ybarat. Zynjyryň içki bölegi – tok çeşmesinde başga görnüşdäki energiyalar, meselem, galwanik elementde himiki energiya elektrik energiya öwrülüyär.

Zynjyryň sarp ediji birikdirilen daşky böleginde elektrik energiya mehaniki, ýylylyk, ýagtylyk we başga görnüşdäki energiyalara öwrülüyär. Meselem, zynjyra birikdirilen elektrik dwigatelde elektrik energiya mehaniki energiya, lampoçkada bolsa elektrik energiya ýylylyk we ýagtylyk energiyasyna öwrülüyär.

Sarp edijilerde elektrik energiya başga görnüşdäki energiya 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 gүyji $I = \frac{q}{t}$ formulasyndan, $q = It$ bolýandygyny hasaba alyp, (1) aňlatmany aşakdaky görnüşde ýazýarys:

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

► Elektrik togunyň sarp edijide mälim wagtyň dowamynda eden işi ondan geçirýän toguň gүyjuniň oňa goýlan naprýaženiýäniň we toguň geçirýän wagtynyň köpeltmek hasylyna deň.

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

► 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 üç esbap: woltmetr, ampermetr we sagat gerek.

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

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

Sarp edilen elektrik energiýany hasaplama



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

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

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

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

Elektrik energiýasyny hasaplaýyda (scýotçıkde) ýokarda aýdyp geçilen üç esbap birleşdirilen. Şeýle hasaplaýylar elektrik energiýany sarp edýän ähli ýerlerde, ýagny zawodlarda, fabriklerde, önumçilik kärhanalarynda, şonuň ýaly-da, biz ýasaýan öýümizde hem ornaşdyrylan.



Mesele çözmegeň nusgasы

85-nji surat.

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

Berlen:

$$U=220 \text{ V}$$

$$I=3 \text{ A}$$

$$t=0,5 \text{ h}=1800 \text{ s.}$$

Tapmaly:

$$A = ?$$

Formulasy:

$$A = I U t.$$

$$[A] = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ s} = 1 \text{ J.}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned} A &= 3 \cdot 220 \cdot 1800 \text{ J} = 1188000 \text{ J} = \\ &= 1,188 \text{ MJ.} \end{aligned}$$

Jogaby: $A = 1,188 \text{ MJ.}$



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

17-nji gönükmə

1. 220 V naprýaženiye 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 200 Ω bolan geçirijiniň uçlaryna 42 V naprýaženiye berlen. 20 minudyň dowamynda tok nähili iş eder?
4. Lampoçkadaky naprýaženiye 4,5 V, toguň güýji 0,2 A bolsa, 5 minudyň dowamynda näçe elektrik energiya sarplanýar?
5. Elektrik ütük 220 V naprýaženiýeli tok pudaga birikdirilende ondan 3 A tok geçýär. Ütük 10 minut işledilende näçe elektrik energiya sarplanýar?

31-§

ELEKTRIK TOGUNYŇ KUWWATY

Toguň kuwwaty barada düşünje

Elektrik pudagyna birikdirilen dürlü hili sarp edijilerde birmeneş wagtyň dowamynda elektrik togy dürlüce 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 $A=IUt$ aňlatmasyny goýsak, kuwwatyň aşakdaky aňlatmasy emele gelýär:

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



Elektrik sarp edijiniň kuwwaty ondan geçyän 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 işleyiş prinsipini kämilleşdirmek arkaly senagatyň bu günki ösüşine uly goşant goşupdyr .



Elektrik togunyň kuwwatynyň esasy birligi edip iňlis alymy **Jeýms Uatt** hormalyna **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 ullanma kuwwaty 1 W -a görə 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 peýdalanyп, (2) formuladaky naprýaženiýäni toguň güýji arkaly ýa-da toguň güýjüni naprýaženiye arkaly aňlatılsak, toguň kuwwatynyň bir-birine ekwiwalent bolan aşakdaky üç aňlatmasyny ýazmak mümkün:

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

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 peýdalanyп. Lampoçkanyň kuwwaty näçe uly bolsa, ol şonça güýçli yşyklandyrýar we şonça köp elektrik energiyany sarp edýär. Dürli elektrik sarp edijileriň kuwwaty dürlüce bolýar (3-nji jedwel).

Nº	Sarp edijiler	P, W	Nº	Sarp edijiler	P, W
1	Öýjükli telefon	0,3–1	7	Telewizor	50–300
2	Göçme radio	2–10	6	Geýim 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 mälim wagtyň içinde eden işini

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

formula görä hasaplap tapmak mümkün. Kuwwaty wattlarda, wagty sekunt bilen aňlatsak, işin 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.

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

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

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

Adatda, sarp edilen elektrik energiya üçin töleg her aýda amala aşyrylýar. Meselem, bir aý öň elektrik energiya hasaplajynyň görkezişi 312,2 kW·h-a, bu günüki görkezişi 354,6 kW·h-a deň bolsa, onda bir aýyň içinde sarp edilen elektrik energiyanyň mukdary 354,6 kW·h – 312,2 kW·h = 42,4 kW·h-a deň bolýar.

Sarp edilen her bir kW·h elektrik energiya üçin bellenilen nyrlar esasynda töleg mukdary bellenilýär. Meselem, 1 kW·h üçin bellenilen töleg mukdaryny bir aýda sarp edilen elektrik energiyanyň mukdaryna köpeldip, elektrik energiya üçin tölegiň mukdary anyklanyar.

Mesele çözmegeň 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.

Berlen:	Formulasy:	Hasaplamak:
$P = 15 \text{ W}$	$A = P \cdot t$	$A = 15 \text{ W} \cdot 180 \text{ h} = 2700 \text{ W} \cdot \text{h} = 2,7 \text{ kW} \cdot \text{h}$.
$t = 6 \text{ h} \cdot 30 = 180 \text{ h.}$		

<i>Tapmaly:</i>	<i>Jogaby:</i> $A = 2,7 \text{ kW} \cdot \text{h.}$
$A = ?$	

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

Berlen:	Formulasy:	Hasaplamak:
$P = 60 \text{ W}$	$P = \frac{U^2}{R}; R = \frac{U^2}{P}$.	$R = \frac{220^2}{60} \Omega \approx 807 \Omega$.
$U = 220 \text{ V.}$		

<i>Tapmaly:</i>	$[R] = \frac{V^2}{W} = \frac{V^2}{A \cdot V} = \frac{V}{A} = \Omega$.	<i>Jogaby:</i> $R \approx 807 \Omega$.
$R = ?$		



1. Elektrik togunyň kuwwaty nähili aňladylyar?
2. Toguň kuwwaty nähili birliklerde ölçenýär?
3. Elektrik sarp edijilerdäki toguň kuwwaty barada nämeleri bilyärsiňiz?
4. Omuň kanunynyň formulasyndan we (2) formuladan peýdalanyп, toguň kuwwatynyň naprýaženiýe we garşylyk arkaly aňlatmasyny hem-de toguň kuwwatynyň toguň güýji we garşylyk arkaly aňlatmasyny getirip çykaryň.
5. Öýüňizdäki elektrik energiyanyň sarpyny nähili hasaplaýarsyňz?
6. Nämle sebäpden sarp edilen elektrik energiya kW·h-larda hasaplanýar?



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

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

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

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

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

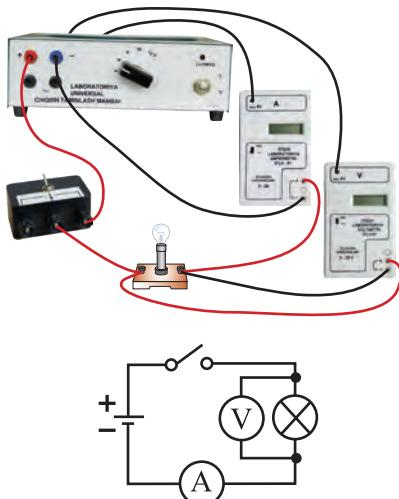
3-nji mesele. Garşylygy 75Ω we 50Ω bolan sarp edijiler yzygider birikdirilen. Birinji sarp ediji 120 W kuwwat bilen işleyän bolsa, ikinji sarp ediji nähili kuwwat bilen işleyär?

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

18-nji gönükmə

- 220 V naprāženiýede we 4 A toguň güýjünde işleyän dwigateliň sarp ediş kuwwatyny tapyň.
- 40 W kuwwatly awtomobiliň lampoçkasy 12 V naprāženiýä niyetlenen. Lampoçkanyňgarsylygyny anyklaň.
- Zynjyrdan 5 A tok geçende elektrik plitasy 30 minudyň dowamynda 1800 kJ energiya sarplaýar. Plitanyňgarsylygyny nähili bolupdyr?
- Öydäki elektrik hasaplajynyň aýyň başynda görkeze sifri 1450 kW·h, aýyň ahyrynda bolsa 1890 kW·h boldy. Öýde bir aýyň dowamynda näçe elektrik energiyasy sarp edilipdir?
- 220 V naprāženiýä 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 naprāženiýeli pudaga birikdirilen. Her bir lampoçka nakal süymüniňgarsylygyny anyklaň. Lampoçkalaryň her birinden nähili tok geçýär?
- Zynjyryňnaprāženiýesi 220 V bolan böleginde tok 176 kJ iş etdi. Şu wagtyň dowamynda geçirijiniň kese kesiginden näçe elektron akypgeçipdir?
- Garşylygy 120 Ω we 160 Ω bolan sarp edijiler zynjyra parallel birikdirilen. Ikinji sarp ediji 15 W kuwwat bilen işleyän bolsa, birinji sarp ediji nähili kuwwat bilen işleyär?
- Garşylygy 30 Ω we 75 Ω bolan sarp edijiler yzygider birikdirilen. Ikinji sarp ediji 25 W kuwwat bilen işleyän bolsa, birinji sarp ediji nähili kuwwat bilen işleyär?
- Iki ýyladyjynyň kömeginde suwy gyzdymaly. Ýyladyjylar yzygider birikdirilende suw tizräk ýylaýarmy ýa-da parallel birikdirilendemi? Jogabyňzy düşündiriň.

Laboratoriya işi.
**SARP EDIJINIŇ (LAMPOÇKANYŇ)
ELEKTRIK KUWWATYNY KESGITLEMEK**



Işıň maksady: sarp edijiniň kuwwatyny toguň güýji we oňa goýlan napräženiye arkalы kesgitlemegi öwrenmek.

Gerekli enjamlar: tok çeşmesi, sarp edi-jı (lampoçka), ampermetr, woltnetr, açar, birikdiriji simler.

Işıň yerine ýetirilişi

1. Tok çeşmesi, lampoçka, ampermetr, woltnetr we açardan ybarat zynjyry ýygyň (86-njy surat).
2. Ýygylan elektrik zynjyryň shemasyny çyzyň.
3. Açary birikdiriň we sekundomeri işe düşüriň.

4. Ampermetriň we woltnetriň görkezijilerini anyklaň we jedwele ýazyň.
5. $P=I U$ formula bilen lampoçkadaky toguň kuwwatyny hasaplaň we jedwele ýazyň.
6. Açary üzүň 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 lampoçka ýazylan kuwwat bilen deňesdiriň.
10. Netijeleri derňän we netije çykaryň.

Nº	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 energiá W toguň eden işine deň diýmek mümkünmi?
2. Çeşmedäki naprýaženiý artdyrylanda ýa-da kemeldilende toguň güýji artyp-kemelenligi üçin lampoçkanyň kuwwaty hem üýtgäp durýarmy?
3. Laboratoriá işinde lampoçka kuwwaty uly bolan lampoçka bilen çalşyrylsa ampermetriň we woltmeriň görkezişi nähili üýtgär?

34-§

ELEKTRIK TOGUNYŇ TÄSIRİNDE GEÇİRİJILERIŇ GYZMAGY

Geçirijiden bölünip çykýan ýylylyk mukdary

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

Geçiriji arkaly elektrik togy geçende toguň eden işi diňe geçirijiniň içki energiyasyň 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 güýjuniň kwadratynyň, geçirijiniň garşylygynyň we şu tok geçmegi üçin giden wagtyň köpeltmek hasylyna deň.

Bu netije bir-birinden bihabar ýagdaýda geçirilen tejribelere esaslanyp, iňlis alymy **Jéýms Preskott Jouł** (1818–1889) we rus alymy **Emiliý Hristianowic Lens** (1804–1865) tarapyndan aýdylypdyr. Şonuň üçin bu **Joulyň–Lensin kanunu** diýip atlandyryylýar.

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

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



87-nji surat.

Nakal elektrik lampočka

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

Lampočkanyň esasy bölegi ince wolfram simden ýasalan spiraldan ybarat. Spiral simiň wolframdan edilmeginiň sebäbi, ol gyzzanda süýnmeýänlidir, 3000 °C çenli temperatura çydamly.

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

Öýlerde, esasan, 220 V naprýaženiýeli nakal lampalar ulanylýar. Bu günüki gündə durmuşda, önumçilikde, hojalyk hyzmatynda nakal lampočkalardan daşary sowuk lampalar – inert gazly lampalar hem ulanylýar (88-nji surat).

Olaryň işleyiš prinsipi bilen soňky temalarda jikme-jik tanşarys.



88-nji surat.

peýdaly täsir koeffisiýenti kem bolýar. Inert gazly lampalarda bolsa elektrik energiýanyň uly bölegi ýylylyga öwrüleni üçin olaryň peýdaly täsir koeffisiýenti kem bolýar. Inert gazly lampalarda bolsa 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.

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

Elektrik sarp edijiniň peýdaly täsir koeffisiýenti kuwwat arkaly hem aňladylyar:

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

Bu ýerde, P_i – 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 energiyanyň 4–6 %-i ýagtylyga, galan 94–96 %-i ýylylyga öwrülyär.

Mesele çözmegeň nusgası

Garşylygy 40Ω bolan sim spiraldan 5 A tok geçýär. Şu spiraldan 1 sagadyň dowamynnda näçe ýylylyk mukdary bölünip çykar?

Berlen:

$$\begin{aligned} R &= 40 \Omega \\ I &= 5 \text{ A} \\ t &= 1 \text{ h} = 3600 \text{ s.} \end{aligned}$$

Tapmaly:

$$Q = ?$$

Formulasy:

$$\begin{aligned} Q &= I^2 R t; \\ [Q] &= \text{A}^2 \cdot \Omega \cdot \text{s} = \text{J}. \end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned} Q &= 5^2 \cdot 40 \cdot 3600 \text{ J} = \\ &= 3600000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}. \end{aligned}$$

Jogaby: $Q = 3,6 \text{ MJ.}$



1. Joulyň–Lensiň kanunynyň formulasy nähili aňladylyar?
2. Nakal elektrik lampoçka nämaniň hasabyna ýagtylandyrýar?
3. Nämə sebäpden geçirijiden tok geçende gyzýar?
4. Elektrik sarp edijileriň peýdaly täsir koeffisiýenti nähili anyklanýar?
5. Nämə üçin elektrik plitanyň spiraliniň inçeräk ýeri güýçlüräk gyzýar?



1. Öýde ulanylýan peýdalanmaga ýaramsyz (ýa-da täze) elektrik lampoçka we pudaga birkdirilmedik onuň patronyny alyň. Olaryň gurluşyny derňän we işleýşini öwreniň. Ondaky towlanýan (rezba) patrona berkidilen metal plastinkalaryň, spiralyň we çüýše kolbanyň wezipelerini ýazyň.
2. Öydäki elektrik pudaga birkdirilen nakal we LED lampoçkalarynyň 10 sagatdaky energiya sarypyň deňeşdiriň.
 - Nakal lampanyň kuwwaty – 60 W ,
 - LED lampoçka kuwwaty – 7 W .



19-njy gönükmə

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

35-§

MESELELER ÇÖZMEK

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

Berlen:	Formulası:	Hasaplamak:
$I = 3 \text{ A}$	$A_t = I U t$	$A_t = 3 \text{ A} \cdot 220 \text{ V} \cdot 3600 \text{ s} = 2376000 \text{ J}$
$U = 220 \text{ V}$	$\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\%$	$A_f = \frac{2376000 \text{ J} \cdot 80\%}{100\%} = 1900800 \text{ J} \approx 1,9 \text{ MJ}$
$t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$		
$\eta = 80\%$		
Tapmaly:		Jogaby: $A_f = 1,9 \text{ MJ}$.
$A_f = ?$		

2-nji mesele. Kuwwaty 1,2 kW bolan elektrik ýyladyjy we 15 W kuwwatly elektrik lampočka 220 V naprýaženiýeli pudaga parallel birikdirilen. Elektrik ýyladyjyda lampočka garanda näçe esse köp elektrik energiyá sarplanar?

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

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

Berlen:

$$R_1 = 20 \Omega$$

$$R_2 = 30 \Omega$$

$$A_1 = 240 \text{ J}$$

$$t_1 = t_2 = t.$$

Tapmaly:

$$A_2 = ?$$

Formulasy:

$$U_1 = U_2 = U$$

$$A_1 = \frac{U^2}{R_1} \cdot t; \quad A_2 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t;$$

$$A_2 = \frac{A_1 R_1}{R_2}. \quad [A_2] = \frac{\text{J} \cdot \Omega}{\Omega} = \text{J}.$$

Hasaplamak:

$$A_2 = \frac{240 \cdot 20}{30} \text{ J} = 160 \text{ J}.$$

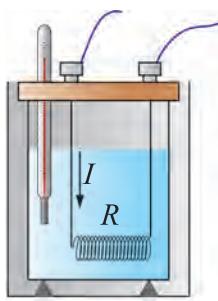
Jogaby: $A_2 = 160 \text{ J}$.

20-nji gönükmek

- 220 V naprýaženiye pudagyna birikdirilen elektrik çäýnek 1,1 kW sarp ediş kuwwatyna eýe. Çäýnek pudaga birikdirilende ondan näçe tok geçer?
- Garşylygy 50Ω bolan sim spiraldan 4 A tok geçýär. Şu spiraldan 2 sagadyň dowamynda näçe ýylylyk mukdary bölünip çykar?
- 220 V naprýaženiýeli pudaga birikdirilen 60Ω 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 spiralyň kese kesiginiň meýdany $0,1 \text{ mm}^2$ we uzynlygy 2 m-lik nihromdan taýýarlanan. Ütük 220 V-a niýetlenen bolsa, onuň kuwwaty näçä deň?
- Garşylygy 200Ω we 300Ω bolan iki elektrik ýyladyjylar tok pudagyna parallel birikdirilen. Olardan şol bir wagtda bölünip çykan ýylylyk mukdaralaryny deňesdiriň.
- 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 $0,5 \text{ A}$ tok geçýär, ondaky naprýaženiye 20 V. Dvигател 1 sagatda näçe iş eder? Dwigateliniň PTK 80% -e deň.
- Garşylygy 50Ω we 16Ω 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 barlayan gurluşyň görnüşi berlen.

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

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



90-njy surat.

Bu kanun elektrik energiýasynyň ýylylyk enerjiýasyna öwrülişini görkezýänligi bilen hem uly amaly ähmiýete eýe. Aşakda şu kanunalayıklyk esasynda işleyän gurluşlar bilen tanyşyarys. Ähli elektrik ýyladyjy esbaplaryň işleýiň prinsipi elektrik togy geçende geçirijileriň gyzmagyna esaslanandyr. Olaryň hemmesinde sekli dürlüce bolan gyzdyryjy elementi ornaşdyrylyar (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 kebşirleyjilerde hem giň peýdalanylýar.

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

Häzirki wagtdaky ütüklər elektrik energiyasynyň kömeginde gyzdyrylýar (*91-nji b surat*). Şeýle ütüklər metal örtük-turbanyň içine ýerleşdirilen gyzdyryjy elementiň (ten) kömeginde gyzdyrylýar.

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

Elektrik galáý çekiji

Elektrik esbaplary abatlamakda elektrik galáý çekijiden (poýalnikden) giňden ulanylýar. Elektrik paýalnikleriň umumy görnüşi *93-nji a, b surat*da görkezilen.

Paýalnigiň gyzan ujy galáý 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 mümkün. Munda metalyň üsti we kebşirleyjii elektrodyň ujunda güýcli 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 gaýnatgyçdyr**. Bularda ýyladyjy elektrik çäýnegiň içine berkidilen bolýar (*94-nji surat*). Suw gaýnadyjynyň içinde ince nihrom spiral bolup, onuň daşyny elektrik togunuň geçirmeýän, ýone ýylylygy gowy geçirýän poroşok örtüp durýar. Poroşok suwda durnukly bolan ýuka metal bilen örtülen. Ondan peýdalananada suw gyzdyryjynyň hökman suwa batyrylan ýagdaýda bolmagyna üns bermeli. Ýogsam, ýyladyjy elektrik pudagyna birikdirilse, ol derrew ýarylar.



a)



b)

91-nji surat.

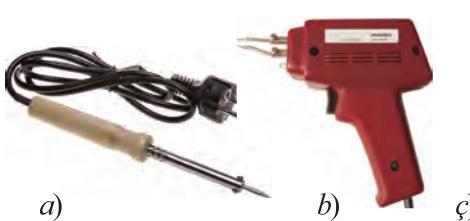


a)



b)

92-nji surat.



a)

b)

c)



93-nji surat.



94-nji surat.

Hätzirki wagtda suwy gyzdymak we gaýnatmak üçin dürli kysymly elektrik ýyladyjylardan öýleriň ýyladys ulgamlarynda hem giň peýdalanylýar.



1. Suwuň we nakalyň kömeginde hem ütüğüň esasyny gyzdymak mümkün. Nämé sebäpden ütükde suwly gyzdyryjy ulanylmaýar?
2. Elektrik çäýnek (gaýnatgyç) 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 öylere, önemçilik kärhanalaryna we ähli sarp edijilere ýaýradylýar. Öylere berlen elektrik energiýasy hem geçirijiler arkaly sarp edijilere ýaýradylýar. Öýüň elektrik zynjyry başga öýler bilen özara parallel ýagdaýda 220 V napräzaňeniyeli umumy elektrik pudaga birikdirilen bolýar.

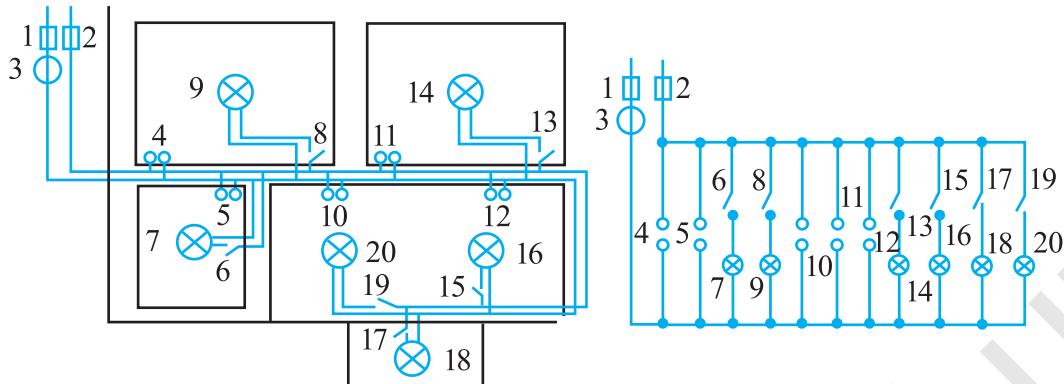
► Öýdäki ähli elektrik sarp edijiler özara parallel birikdirilen bolýar.

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

Saklaýjylar

Öýerde 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, telewizor ýaly elektrik bilen işleyän esbaplarda hem-de awtomobillerde hem ereýji saklaýjylardan peýdalanylýar. Şeýle ereýji saklaýjyda ince sim çüyşe turbajygyň oky boýunça çekilip kebşirlenen bolýar (96-njy a surat). Çüyşe turbajygyň uçlarynda metal uçluklary bolup, ince simiň uçlary su metallara kebşirlenip goýulýar. Turbajyk ýörite tutguja ornaşdyrylýar.



96-nji surat.

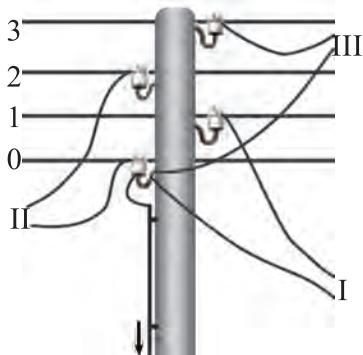
Pudakdaky elektrik naprýaženiye 220 V-dan artyp gidende ýa-da elektrik esbabyň içinde käbir näsazlyk sebäpli bellenilenden uly mukdarda tok akyp geçse, saklaýjydaky ince sim şol bada eräp, üzülýär we elektrik esbaba toguň geçmegeni togtaýar. Bu bolsa elektrik esbabyň hatardan çykmagynyň öňünü alýar. Elektrik esbaba täze saklaýy goýup, ondan gündelik durmuşda ýene peýdalanmak mümkün. Tehnikada elektromagnit we ýylylyk täsirinde işleýän kontaktly hem-de gaýtadan dikeldilýän saklaýjylar hem giňden ulanylýar (96-njy b, c surat). Olaryň elektrik shemada belgilenişi 96-njy d suratda getirilen.

Öýüň elektrik zynjyrynyň pudaga birikdirilişi

Elektrik sütünlerde inň bolmandan iki sim bolýar. Bu simlerden biri neýtralды. Neýtral simde elektrik naprýaženiye bolmaýar, ol ýere birikdirilen bolýar.



Elektrik sütüniň simleriniň iň pesdäkisi neýtral sim bolýar.



97-nji surat.

Aýdaly, elektrik sütündäki simleriň dört sany bolsun (97-nji surat). Pesdäki neýtral (0)-sim bilen başga üçüsiniň her biriniň arasyndaky naprýaženiye 220 V-a deň. Şonuň üçin her bir öýün 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 öydäki elektrik naprýaženiye 220 V-dan bolýar. Eger ýaňlyşyp, öýün 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 köyer.

Cünki, elektrik sütündäki şeýle tertipdäki simleriň arasyndaky naprýaženiye 380 V.



98-nji surat.

Naprýaženiýäniň bar-oklugyny anyklamak

Geçirijilerde, elektrik esbaplarda elektrik naprýaženiýäniň bar-ýoklugyny anyklamak, geçirijilerden haýsynyň neýtraldygyny bilmek üçin dürli esbaplardan peýdalanylýär. Olardan iň ýonekeýi otwýortka-indikatordyr (98-nji surat).

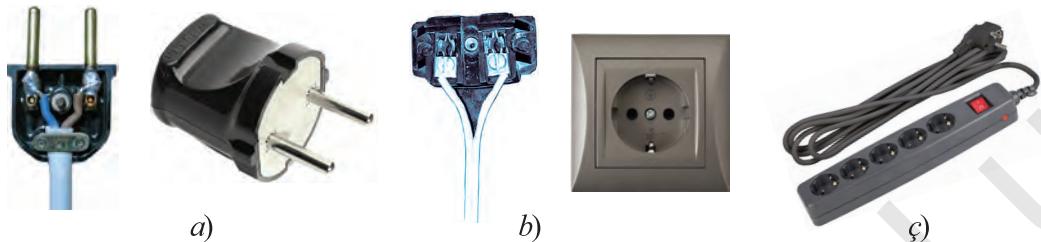
Otwýortka-indikatoryň ortasyna neon lampa (1) ornaşdyrylan. Lampanyň bir tarapy otwýortka-indikatoryň ujuna (2), ikinji tarapy bolsa onuň dessesiniň ahyryna (3) birikdirilen.

Geçirijide tok bar-ýoklugyny anyklamak üçin otwýortka-indikatoryň dessesiniň ahyryna süýem barmagy goýup, ujy geçirijä degrilýär. Eger geçirijide naprýaženiye bolsa, otwýortka-indikatordaky lampočka ýanýar. Munda geçiriji – lampočka – adam zynjyry arkaly tok geçip, lampočka ýanýar. Lampočka yzygider uly garşylyk birikdirilen bolýar. Şonuň üçin hem adamdaky naprýaženiye birnäçe wolty düzýär. Şeýle naprýaženiye otwýortka-indikatordaky lampočkanyň ýanmagy üçin ýeterli bolýar. Eger barlanylýan geçirijide naprýaženiye bolmasa, otwýortka-indikatordaky lampočka ýanmaýar.

Wilka bilen rozetkany birikdirmek

Köcedäki elektrik sütünden öýün elektrik zynjyryna birikdirilen simlerden biri neýtral, ikinjisinde bolsa naprýaženiye bar. Naprýaženiýeli sim bilen neýtral

simiň arasyndaky naprýaženiye 220 V-a deň bolýandygyny aýdyp geçidik. 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 däldir. Ýogsam gysga utgaşma ýuze 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 geçirijiň ujundan 10–15 mm uzynlykdaky izolýasiýasy arassalanýar. Soňra izolýasiýadan arassalanan geçirijileriň ujy halka edip towlanýar, wintleriň kömeginde wilka mäkämlenýär we galaýylap goýulýar. Rozetkany birikdirmezden öň öydäki elektrik simler hökman pudakdan üzülmelidir. Bu iş elektrik hasaplaýja goýlan (oturdylan) awtomat saklaýjyly açarlaryň kömeginde amala aşyrylýar.

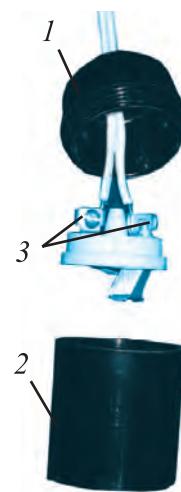
Rozetkany birikdirende-de ýokardaky ýaly işler ýerine yetirilýär (99-njy b surat). Geçirijilere birikdirilen rozetka degişli ýere berkidip goýulýar.

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

Patrony we ölçüp-ýakyjyny birikdirmek

Patrony birikdirmek üçin iki geçirijiň hem uçlary izolýasiýadan arassalanýar. Patronyň 1-nji bölegini towlap, ol 2-nji böleginden aýrylýar (100-nji 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 naprýaženiye bolşuna üns berilmeyär.



100-nji surat.

Eger lampočka birikdirilen geçirijilerden biri üzüp goýulsa, lampočka ösyär. Oczyrip-ýakyjy ine şu üzüp-birikdirmek wezipesini ýerine ýetirýär. Oczyrip-ýakyjyny lampočka baryan naprýaýeniýeli geçirijä hem, neýtral geçirijä hem birikdirmek bolýar.

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



1. Öydäki elektrik sarp edijiler näme sebäpden yzygider däl, eýsem parallel birikdirilen bolýar?
2. Öyüň elektrik zynjyryny derňap beriň.
3. Radio, telewizor, awtomaşyn we dürli elektrik esbaplarda ulanylýan ereýji saklayýylaryň gurluşyny we işleyiň prinsipini aýdyp beriň.
4. Elektrik esbaplaryň şnuryna wilka nähili birikdirilýär?
6. Öyüň elektrik zynjyryna rozetka nähili birikdirilişini düşündirip beriň.
7. Elektrik lampočkanyň patronynyň we oczyrip-ýakyjynyň birikdirilişini düşündiriň.



Öz öyüñiziň elektrik zynjyrynyň shemasyny çyzyň. Olary derňän we netije çykaryň. Rozetka, wilka, patron we oczyrip-ýakyjy alyp, olaryň geçirijä birikdirilişini gözden geçirin.

38-§

ELEKTRIK HOWPSUZLYK ÇÄRELERİ

Daş-toweregimizde elektrik pudaklary örän köp, gündelik durmuşymyzda üzünsiz elektrik enjamlary bilen iş salışýarys. Olardaky násazlyklar, olardan peýdalananada esewansyzlyk bilen çemeleşmek sebäpli durmuşymyzy howp astyna goýmagymyz mümkün.

Gysga utgaşma

Elektrik zynjyrdaky simler mälim bir iň uly toguň güýjuna niyetlenen bolýar. Eger zynjyrdaky toguň güýji çäginden aşsa, sim gyzýar we ony dolap duran izolirleýji materialy eräp gitmegi mümkün. Öýde kuwwatly elektrik sarp ediji esbaplar, meselem, elektrik plita, elektrik ýyladyjy, elektrik çäýnek, tüük bir wagtda ýakylsa, elektrik zynjyrdaky toguň güýji ýiti artýar. Netijede zynjyrdaky izolirlenen simler gaty gyzýar we gysga utgaşma ýuze çykmagy mümkün. Gysga utgaşmada daşky (sarp edijiniň) garşylygy nola deň bolýar.

► Çeşmäniň dürli polýuslaryndan (fazalaryndan) gelýän iki elektrik simi açık 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 mümkün
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 iňnän uly tok akýar we şol bada güýçli ýalpyldy peýda bolup, sim üzülyär (*101-nji surat*).



101-nji surat.

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

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

1. Köceden geçen elektrik pudaklarynyň simleri izolirlenmedik bolýar. Üzülen elektrik pudagynyň simini ellemek mümkün 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 lampočkanyň patronlarynda hemise napräženiyé bolýar. Rozetkanyň deşigine ýa-da lampočkasız patronyň içine metal predmeti sokmak gadagan. Kiçi ýasdaky çagalar bolan öýlerde rozetka plastmassaly ýörite gurluş dykyp goýmak maksada laýykdyr.

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

5. Kä halatlarda umumy pudagyň diňe bir fazasynda napräženiyé bolmazlygy, ikinji fazasynda napräženiyé peýda bolmagy mümkün. Elektrik

lampočka ýanmaýandygyny görüp, simiň açyk ýerini abatlamak hem mümkün däl. Ýogsam, tok adamyň bedeni arkaly ýere geçirýär we ony tok urýar.

Öýüň elektrik zynjyryndaky şikeslenen ýeri abatlanda pudakda elektrik naprýaženiýesiniň bolmagy ýa-da bolmazlygyna seretmezden hasaplaýyjydaky iki patrondan hem saklaýjylary alyp goýmaly ýa-da awtomat wklýu-çatelleri üzmel!

Kä halatlarda simiň tokly bir fazasy tutup durulsa-da, tok urmazlygy mümkün. 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 geçirýän simi tutan we bedeninden tok geçip duran adam özünü özi halas edip bilmeyär diýen ýalydyr.

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



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

Jebir çekijini toguň täsirinden halas edensoň, derrew ony arkanlygyna ýatyrmaly, dem almaga päsgel berýän iliklerini boşatmaly. Eger dem almasý togtan bolsa, emeli dem aldyrmaly bolýar. Şunuň bilen bir wagtda tiz lukmançylyk kömegini çağyrmaly 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 çü kakmazdan öň nämä üns bermeli?
4. Rozetkanyň deşigine we lampočkasız patrona näme üçin metal predmeti sokmak howply?
5. Öýüň elektrik zynjyryndaky şikestlenen ýeri abatlamazdan öň nämä etmeli?
6. Elektrik togy uran adama nähili ilkinji kömek edilýär?

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 napräzeniye peselmesi nämä deň bolýar? Simiň materialynyň udel garşylygy $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ -a deň.

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

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

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

21-nji gönükmə

- Öýüň elektrik zynjyryna 2 sany 100 W kuwwatly, 2 sany 150 W kuwwatly lampoçkalar, 100 W kuwwatly doňduryjy, 300 W kuwwatly telewizor, 1,5 kW kuwwatly tüük, 2 kW kuwwatly elektrik ýyladyjy bir wagtda birikdirilmegi mümkün. 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 töstanden tutsa, ondan näçe tok geber?

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

4. Garşylygy $4,5 \Omega$ we 6Ω 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 12Ω we 15Ω 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 YUMUŞLARY

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 mümkün?

- A) Ampermetr; B) Elektrik hasaplayýjy; C) Voltmetr; D) Galwanometr.

4. 10 hektowatt näçe wattta deň?

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

5. Garşylygy 150Ω bolan sarp ediji naprýaženiýesi 220 V bolan çeşmä birikdirilen. $0,5$ minudyň dowamynda sarp ediji näçe energiya 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 5Ω 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 60Ω 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 enerjiýa sarp etdi. Eger ýyladyjjydan 3 A tok geçen bolsa, onuň elektrik garşylygy nähili bolupdyr (Ω)?

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- A) mis; B) iksi-de birmeňeş; 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 kemelyär;
C) üýtgemeýär; D) 4 esse artýar.

16. Garşylygy 4Ω we 12Ω 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 BOÝUNÇA MÖHÜM NETİJELER

Elektri k togunyň eden işi	Elektrik togunyň sarp edijide mälim wagtyň dowamynda eden işi ondan geçýän toguň güýjuniň, oňa goýlan naprýazeniýaniň 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 edişiniň kuwwaty ondan geçýän toguň güýjuniň oňa goýlan naprýazeniýaniň köpeltmek hasylyna deň, ýagny $P = I U.$
Joulyň–Lensiň kanunu	Geçirijiden elektrik togy geçende ondan bölünip çykýan ýylylyk mukdary toguň güýjuniň kwadraty, geçirijiniň garşylgyna 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 edişiniň peýdaly täsir koeffisiýenti diýlip atlandyrylýar, ýagny $\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100 \%$.
Gysga utlaşma	Ceşmäniň dürli polýuslaryndan (fazalaryndan) gelýän iki elektrik simiň açık ýeriniň bir-birine degip gitmegi ýa-da sarp edijiniň garşylgyny nola ymtylmagy netijesinde toguň ýiti artmagy <i>gysga utlaşma</i> diýip atlandyrylýar.
Saklaýjy	Saklaýjynyň wezipesi zynjyrda toguň güýji normasyndan artanda zynjyry üzmekden ybarat.
Tok urmagy	Adamyň bedeni elektrik toguny gowy geçirýär. 42 V-dan ýokary naprýazeniýeli elektrik togy adam organizmi üçin howply hasaplanýar.

IV BAP DÜRLİ GURŞAWLARDA ELEKTRİK TOGY

Elektrik togunu geçirirmek aýratynlygyna görä, maddalar birnäçe görnüşlere bölünýär: geçirijiler, ýarymgeçirijiler we dielektrikler. Maddalar dürlü agregat hallarynda, ýagny gaty, suwuk ýa-da gaz hallarynda elektrik togunu geçirimegi ýa-da geçirmezligi mümkün. Şu bapda biz metallaryň, elektrolitleriň we gazlaryň elektrik togunu geçirış tebigatyny öwrenmäge jikme-jik durup geçýäris.

40-§

METALLARDA ELEKTRİK TOGY

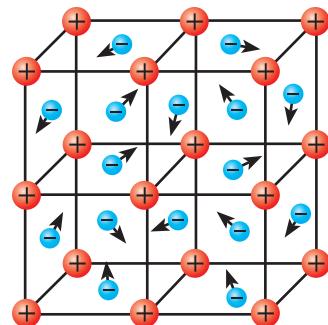
Erkin elektronlaryň tertipsiz hereketi

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

Metal atomynda iň çetki orbitadaky elektronlar ýadro bilen güýcsüz baglanan bolýar. Metallardaky şeýle elektronlar öz atomyny terk edip, erkin hereketlenýän elektronlara öwrülyär, atomlar bolsa položitel iona öwrülip galýar.

Ion – elektrony artykmaç ýa-da elektron ýetişmeýän atom.

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

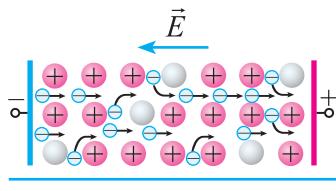


102-nji surat.

1 cm³ metalda takmynan 10^{22} – 10^{23} sany erkin hereketlenýän elektron bar.

Elektrik meýdanynda erkin elektronlaryň hereketi

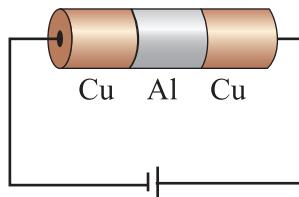
Geçirijiniň uçlaryny elektrik çeşmesiniň položitel we otrisatel polýuslaryna birikdirsek, geçirijiniň uçlarynyň arasynda elektrik meýdany emele gelýär. Bu



103-nji surat.

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

► Metallarda elektrik togy erkin elektronlaryň tertipli hereketinden ybaratdyr.



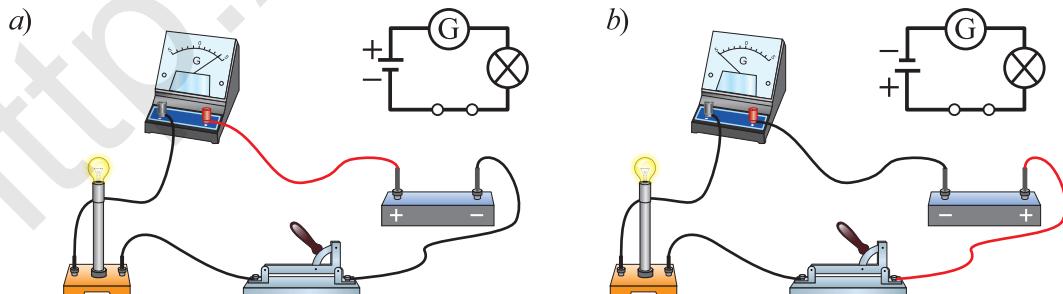
104-nji surat.

Olardan birmenzeş ugurda bir ýylyň dowamynda üznüsiz tok geçirilip durlupdyr. Tejribäniň ahyrynda silindrleri üznüsiz ölçüände olaryň massasynyň üýtgemänligi anyklanan. Rikke tejribe netijeleri esasynda aşakdaky netijelere geldi: 1) metallardan tok geçende zarýdlaryň hereketi himiki prosesi emele getirmeyýär; 2) ähli metallar üçin umumy bolan zarýad daşaýjylar bar bolup, olar erkin elektronlar bolmagy mümkün.

Metallarda elektrik togunu elektronlar daşaýsyny soňluk bilen L.I. Mandelstam we N.D. Papaleksi, P. Tolman we T. Stýuartlaryň tejribelerinde subut edildi.

Elektrik toguny ugrý

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



105-nji surat.

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

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

Bu tejribe elektrik togunyň ugra eyédigini görkezýär.

Elektrik togy ugra eýe. Elektrik togunyň ugly hökmünde položitel zarýadlanan bölejikleriň tertipli hereket ugly kabul edilen.

Elektrik zynjyrda zarýad daşayjylar otrisatel zarýadlanan elektronlar bolup, olar geçiriji boýunça elektrik çeşmesiniň otrisatel polýusyndan položitel polýusyna tarap hereketlenýär. Ýone toguň ugly kabul edilen döwürde ylymda elektron barada hiç zat mälim däldi. Şonuň üçin elektrik zynjyrda toguň ugly hökmünde položitel zarýadlanan bölejikleriň tertipli hereket ugly kabul edilen.



1. Metallarda erkin elektronlar nähili peýda bolýar?
2. Erkin elektron elektrik meýdanynda nähili hereket edýär?
3. Nämé sebäpdən metallardan uly mukdarda tok geçirilse-de olaryň masalary üýtgemeýär?
4. Toguň ugra eyédigini nähili bilmek mümkün?
5. Geçirijilerde elektrik togunyň ugly hökmünde nähili bölejikleriň hereket ugly kabul edilen?

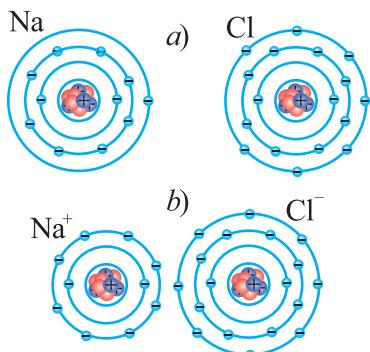
41-§

SUWUKLYKLARDA ELEKTRIK TOGY

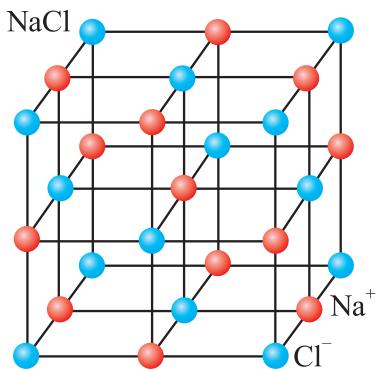
Önki paragrafdan siz metallarda elektrik toguny erkin elektronlar emele getirýändigini bildiňiz. Indi suwuklyklarda elektrik toguny nähili bölejikler emele getirýändigi bilen tanyşýarys.

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 mümkün. 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*).



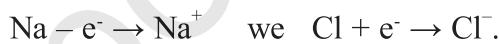
106-nji surat.



107-nji surat.

Himiki elementleriň periodik sistemasyndaky ähli elementleriň aýratyn alnan atomy elektrik taýdan neýtraldir. Çünki, atomyň ýadrosyndaky položitel zarýadlanan protonlaryň sany näçe bolsa, ýadronyň daşynda aýlanyp ýören otrisatel zarýadlanan elektronlaryň sany hem şonça bolýar. Şoňa görä Na we Cl atomlary aýratyn alnanda elektrik neýtraldir.

Hlor atomynyň daşky elektron gabygy dolmagy üçin 1 sany elektron ýetişmeyär. Şu sebäpli hlor we natriý atomlary bir-birine ýakynlaşanda elektron çalşygy ýuze çykýar. Hlor atomy natriý atomynyň 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^+) öwrülüýär:



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

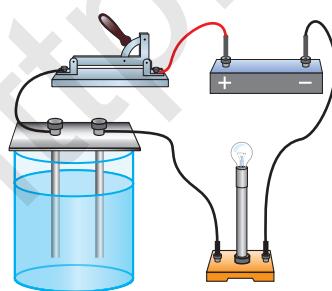
Ionlaryň arasynda Kulon güýji sebäpli emele gelýän himiki baglanyşyk ion baglanyşygy diýip atlandyrylýär.

Elektrolitler

Käbir suwuklyklar elektrik togunu geçirmegi, başgalary bolsa geçirmezligi mümkün. Suwuklyklaryň elektrik togunu geçirmegini ýa-da geçirmezligini 108-nji suratda görkezilen ýonekeyý tejribe arkaly anyklamak mümkün. Bu tejribe

gurluşy tok çeşmesi, elektrik lampočka, çüýše gap we oňa sokulan iki kömür steržen – elektroldardan we açardan ybarat. Elektrik çeşmesiniň položitel polýusyna birikdirilen elektroda *anod*, otrisatel polýusyna birikdirilen elektroda *katod* diýilýär.

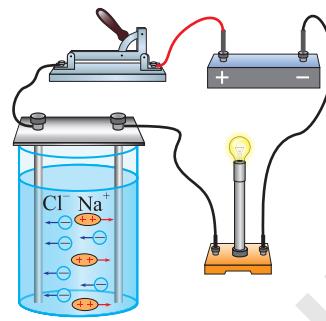
Elektroldy çüýše gaba distillinlenen suw salýarys we açary birikdirýär. Munda lampočka ýanmaýar. Diýmek, distillirlenen suw elektrik togunu geçirmeyär (108-nji surat).



108-nji surat

Açary üzýäris we gapdaky suwa nahar duzuny (NaCl) salyp, natriý hloridi erginini alýarys. Soňra açary birikdirsek, lampočka ýanandygyny görýäris. Diýmek, natriý hloridi ergini elektrik togunu 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 togunu položitel we otrisatel zarýadlanan ionlar emele getirýär.



109-njy surat.

► Erginerde maddalaryň položitel we otrisatel ionlara dargamak prosesine *elektrolitik dissosiasiýa* diýilýär.

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

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

Elektrolitde ionlar näçe köp bolsa, ol elektrik togunu 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.



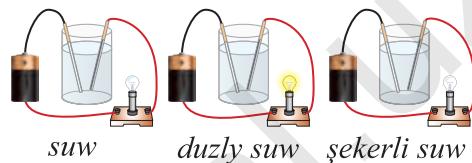
1. Ion näme? Onuň atomdan tapawudy nämeden ybarat?
2. Ion baglanyşygy diýip nämä aýdylýär? Ony natriý hloridiniň mysalynda düşündiriň.
3. Elektrolit näme? Nädip elektrolit emele getirilýär?
4. Elektrolitlerde elektrik togunu nähili bölejikler emele getirýär?
5. Elektrolit arkaly tok geçende göçmegen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



Elektroliti emele getirmek we ondan elektrik togunyň geçişine görgeçilik 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, zynjyrda 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

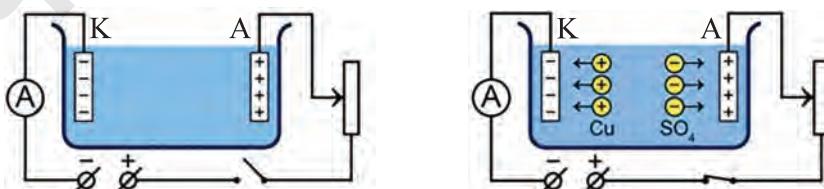
Elektroliz hadysasy

Elektrodly çüýše 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 geçirip başlayáar (*110-njy surat*). Elektrolitdäki Cu^{2+} ionlary katoda, SO_4^{2-} ionlary bolsa anoda tarap hereket etmegi sebäpli katodyň üstünde Cu atomlary ýygylýip başlayáar. Wagtyň geçmegeni bilen katoddaky mis gatlagy galyňlaşýar. Tok uzak wagt geçirip durulsa, katodda mis maddasy bölünip çykanyny görmek mümkün.

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

Faradeýiň birinji kanunu

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



110-njy surat.

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

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

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

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

► Maddanyň elektrohimiki ekwiyalenti elektrolitden bir kulon zarýad geçende bölünip çykan maddanyň massasyna san taýdan deň bolan ululykdyr:

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

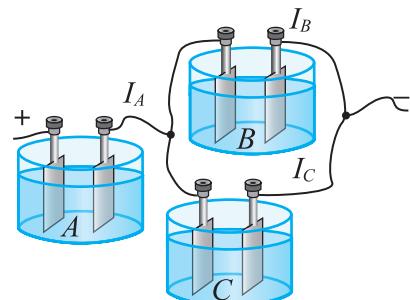
Dürli maddalaryň elektrohimiki ekwiyalenti tejribede anyklanan, meselem, kümüş üçin 1,118 mg/C, hlor üçin 0,367 mg/C, mis üçin 0,329 mg/C, nikel üçin 0,304 mg/C, alýuminiý üçin 0,094 mg/C-a deň.

Elektrolit arkaly geçen zarýadyň mukdaryny toguň güýji (I) we toguň geçyän wagty (Δt) arkaly aňladyp, ýagney $q = I \Delta t$ 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 mümkün. Üç A , B we C wannalara birmeňzeş elektrolitler guýlup, olaryň elektrodlary bir-biri bilen 111-nji suratda görkezilişi ýaly birikdirilýär.

Surata görä, A elektrolitik wannadan geçyän I_A toguň güýji B we C elektrolitik wannalardan geçen I_B we I_C tok güýçleriniň jemine deň bolýar: $I_A = I_B + I_C$. Mundan, (2)



111-nji surat.

formula görä, A , B we C elektrolitik wannalardaky elektrodlarda bölünip çykan maddalaryň $m_A = k I_A \Delta t$, $m_B = k I_B \Delta t$ we $m_C = k I_C \Delta t$ massalary üçin $m_A = m_B + m_C$ gatnaşyk doqry bolýandygy tejribede tassyklanan.

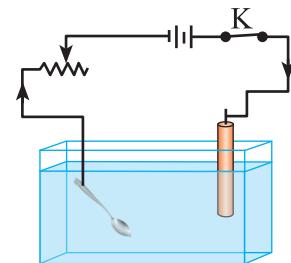
Mesele çözmegeň nusgasý

Önüm 40 minudyň dowamynda nikellenýär. Munda önumiň üstüne 1,8 g nikel oturdi. Nikelleme prosesinde elektrolitden nähili tok geçiripdir?

<p><i>Berlen:</i></p> $t = 40 \text{ minut} = 2400 \text{ s}$ $m = 1,8 \text{ g} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ $k = 0,304 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$ <hr/> <p><i>Tapmaly:</i> $I = ?$</p>	<p><i>Formulasý:</i></p> $m = k q = k I t;$ $I = \frac{m}{k t}$ $[I] = \frac{\text{kg}}{\frac{\text{kg}}{\text{C}} \cdot \text{s}} = \frac{\text{C}}{\text{s}} = \text{A}.$	<p><i>Hasaplamak:</i></p> $I = \frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{0,304 \cdot 10^{-6} \cdot 2400} \text{ A} = 2,5 \text{ A}.$ <p><i>Jogaby:</i> $I = 2,5 \text{ A}.$</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



1. Elektroliz diýip nähili hadysa aýdylýar?
2. Mis kuporosy bilen geçirilen tejribäni düşünürüp beriň.
3. Faradeýiň birinji kanunyny kesgitlän we nähili aňladyşyny ýazyp beriň.
4. 112-nji suratda berlen gurluş nähili maksatda ulanylýar, gurluşyň işleyiš prinsipi nämä esaslanan?
5. Faradeýiň birinji kanunyny tejribede nähili barlamak mümkün?



112-nji surat.

22-nji gönükmek

1. Mis kuporosynyň suwdaky ergininden ybarat bolan elektrolitden 12,5 C zarýad geçdi. Elektrolite batyrylan katodda näçe mukdarda mis toplanan?
2. Elektroliz wagtynda katodda 10 mg mukdarda kümüş toplanmagy üçin kümüş ionlary bolan elektrolitden näçe zarýad geçmeli?
3. 1,5 sagat dowam eden elektrolizde katodda 15 mg nikel ýygyldy. Elektroliz wagtynda elektrolitden geçen toguň güýjini tapyň.
4. Elektrolitik wannadan 20 minudyň dowamynda güýji 1,6 A bolan tok geçirip duranda, katodda massasy 0,632 g mis bölünip çykdy. Şu netijeler esasynda misiň elektrohimiki ekwiwalentini hasaplaň.

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.

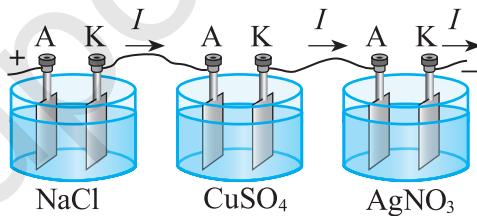
Şu kanun bilen tanyşmak üçin siz 7-nji synp himiýa kursundan aşakdaky maglumatlary ýada salmaly bolýarsyňyz:

Walentlik (Z)	Molýar massa	Madda mukdary
bu – element atomynyň başga elementleriň atomalarynyň anyk sanyny biriktirip almak mümkünçigidir.	bu – mukdary bir mol bolan maddanyň massasydyr.	1 mol – 0,012 kg ugleroddaky atomlar sanyna deň bölejikleri (atom ýa-da molekula) saklayán maddanyň mukdarydyr: $v = \frac{m}{M}$.

Üç elektrolitik wanna alyp, olaryň birinjisine natriý hloridi (NaCl), ikinjisine mis sulfaty (CuSO_4), üçünjisine bolsa kümüş nitraty (AgNO_3) duzlarynyň erginlerini guýýarys. Elektrolitlere batyrylan elektrodlary geçiriji simler bilen 113-nji suratda görkezilişi ýaly yzygider utgaşdyryp, tok çeşmesine birikdirýäris. Munda birinji wannanyň katodyn-dan wodorod (H_2) we anodyndan hlor (Cl_2), ikinji wannanyň katodynдан mis (Cu) we anodyndan kislorod (O_2), üçünji wannanyň katodynдан kümüş (Ag) we anodyndan kislorod (O_2) bölünip çykýar.

Wannalar yzygider birikdirileni üçin her bir elektrolitden geçýän I toguň güýji birmenzeş bolýar. Yöne elektrodlarda bölünip çykan natriý, mis we kümüş maddalarynyň massasy dürli bolýan eken. Muňa Na , Cu we Ag -niň atom massasy we olaryň walentligi dürlüce bolanlygy sebäp bolýar. Tejribe esasynda, elektrodlardan bölünip çykan natriýniň, misiň we kümüsiň massalaryny ölçüp, olaryň massasy şu maddalaryň atom massalaryna gönü proporsionaldygyna göz ýetirmek mümkün.

Tejribedäki ikinji elektrolitdäki elektroda t wagtyň içinde gelen Cu^{2+} ionlaryň sany birinji we üçünji elektrolitlerdäki elektrodlere gelen Na^+ we Ag^+ ionlarynyň sanyndan iki esse az bolýar. Çünkü, elektrolizde gatnaşan natriý we kümüş



113-nji surat.

maddalary bir walentli, mis bolsa iki walentlidir. Bu tejribe elektroliz wagtynda her bir wannada bölünen maddalaryň massalarynyň ekwiyalent agyrlyklaryna ($\frac{A}{Z}$ $\frac{\text{atom massa}}{\text{valentlik}}$) proporsionaldygyny tassyklaýar.



Maddanyň atom massasynyň walentligine gatnaşygyna ($\frac{A}{Z}$) maddanyň himiki ekwiyalenti diýilýär.

Bir walentli maddanyň himiki ekwiyalenti san taýdan atom massa deň. Tejribeler esasynda Faradeý maddanyň elektrohimiki ekwiyalenti onuň himiki ekwiwalentine göni proporsionaldygyny anyklady:

$$k \sim \frac{A}{Z} \quad \text{ýa-da} \quad k = \frac{1}{F} \frac{A}{Z}. \quad (3)$$

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 $F \approx 96500$ C/mol.

Käbir himiki elementler dürlü birleşmelerde dürlü walentlige eýe bolýandygy hasaba alynmalydyr. Meselem CuCl we Cu₂O birleşmelerinde mis bir walentligi, CuO we CuSO₄ birleşmelerinde bolsa iki walentligi ýüze çykarýar. Mis bir walentli bolmak bilen onuň elektrohimiki ekwiyalenti $6,6 \cdot 10^{-7}$ kg/C, mis iki walentligi ýüze çykaranda bolsa onuň elektrohimiki ekwiyalenti $3,3 \cdot 10^{-7}$ 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 çýkan maddalaryň massasy maddanyň elektrohimiki 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 hemiseligine 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. Elektroliziň birinji kanunyny aýdyň. Elektrohimiki ekwiwalent nähili fiziki mana eýé?
2. Faradeýiň ikinji kanuny nähili aňladylýar 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 mümkün?



114-nji suratda getirilen tejribäni geçirip görün. 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 meydany 25 cm^2 bolan demir çemçäni galyňlygy $0,08 \text{ mm}$ bolan kümüş bilen örtmek üçin kümüş duzunyň ergini arkaly nähili zarýad geçmeli? Kümüş dykyzlygy $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ -a deň.

Berlen:

$$\begin{aligned} S &= 25 \text{ cm}^2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \\ h &= 0,08 \text{ mm} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m} \\ k &= 1,118 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C} \\ \rho &= 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

Tapmaly:

$$q = ?$$

Formula:

$$\begin{aligned} m &= \rho V = \rho S h; \\ m &= k q; q = \frac{\rho S h}{k}. \\ [q] &= \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m}}{\text{m}^3}}{\frac{\text{kg}}{\text{C}}} = \text{C}. \end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned} q &= \frac{10,5 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-5}}{1,118 \cdot 10^{-6}} \text{ C} \approx \\ &\approx 1878 \text{ C} \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned}U &= 42 \text{ V} \\P &= 10 \text{ kW} = 10^4 \text{ W} \\t &= 2 \text{ h} = 7,2 \cdot 10^3 \text{ s} \\k &= 0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C.}\end{aligned}$$

Tapmaly:

$$m = ?$$

Formula:

$$\begin{aligned}A &= q U; \quad A = P t; \\q &= \frac{Pt}{U}; \quad m = kq = k \frac{Pt}{U}; \\[m] &= \frac{\text{kg}}{\text{C}} \cdot \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{V}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{J}}{\text{J}} = \text{kg}.\end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned}m &= 0,329 \cdot 10^{-6} \cdot \\&\cdot \frac{10^4 \cdot 7,2 \cdot 10^3}{42} \text{ kg} = \\&= 0,564 \text{ kg}.\end{aligned}$$

Jogaby: $m = 0,564 \text{ kg}$.

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:

$$\begin{aligned}a &= 3 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\b &= 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\t &= 2 \text{ h} = 7,2 \cdot 10^3 \text{ s} \\I &= 1,5 \text{ A} \\k &= 1,8 \cdot 10^{-7} \frac{\text{kg}}{\text{C}} \\&= 7,18 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.\end{aligned}$$

Tapmaly:

$$h = ?$$

Çöziülişi:

Faradeyň 1-nji kanunyna görä $m = k I \Delta t$.
Ikinji tarapdan elektrod plastinkanyň iki meýdanyna geçiren hromyň massasy aşakdaky ýaly anyklanýar:

$$\begin{aligned}m &= \rho V = \rho 2S h = \rho 2(a b) h, \\h &- \text{plastinkada emele gelen hromyň galyňlygy.} \\&\text{Massanyň aňlatmalaryny deňläp, } k I t = 2\rho a b h - \text{a eýe} \\&\text{bolarys we mundan } h = \frac{k I t}{2\rho a b}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h &= \frac{1,8 \cdot 10^{-7} \frac{\text{kg}}{\text{C}} \cdot 1,5 \text{ A} \cdot 7,2 \cdot 10^3 \text{ s}}{2 \cdot 7,18 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = \\&= 9 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 90 \mu\text{m}.\end{aligned}$$

Jogaby: $h = 90 \mu\text{m}$.

23-nji gönükmek

- 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?
- Önumi 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.

- Mis kuporosy erginindäki elektrodlaryň arasyndaky naprýaženiye 24 V bolanda, elektrik togy 192 kJ peýdaly iş etse, näçe mis bölünip çykar?
- Üstüň meýdany 30 cm² bolan demir çemçäni galyňlygy 0,05 mm bolan kümüş bilen örtmek üçin kümüş duzunyň ergini arkaly nähili zarýad geçmeli? Kümüsiň dykyzlygy 10,5·10³ kg/m³-a deň.
- Kümüsiň molýar massasy 108 g/mol, walentligi 1 we elektrohimiki ekwiyalenti 1,08 mg/C, altynyň molýar massasy 197 g/mol, walentligi 1 bolsa, altynyň elektrohimiki ekwiyalenti nähili?

45-§

ELEKTROLIZDEN DURMUŞDA WE TEHNIKADA PEÝDALANMAK

Misi bölüp almak

Elekrotehnikada sap mis köp ulanylýar. Mise azajyk başga maddalar gatyşan bolsa, onuň elektrik togunu geçirirmek 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 düşürilýir. Elektrik çeşmesiniň otrisatel polýusyna birikdirilýän şeýle sap mis plastinkalary katod we zipesini ýerine ýetirýär. Katodlaryň arasyna parallel ýagdaýda galyň anod plastinkalar düşürilýär. Anod we zipesini ýerine ýetirýän plastinkalar arassalanmadık misden taýýarlanan bolýar.

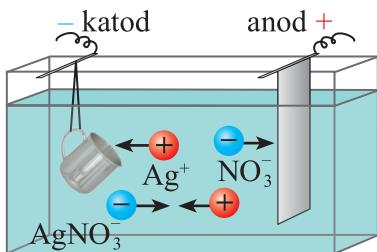
Elektroliz prosesinde mis kuporosynyň ergininden bölünip çykan mis katoda çökyär. Mundan daşary anod plastinkasy elektrolitde eräp mis ionlaryny emele getirýär, keseki garyndylar bolsa ionlara bölünmänligi sebäpli olar wannanyň düýbüne çökyär. Wagtyň geçmegi bilen katod plastinkalar galyňlaşyp başlaýar, anod plastinkalar bolsa ýukalaşýar. Mälim wagtdan soň katod we anodlar wannadan alnyp, olaryň ýerine täzesi goýulýär. Wannadan çykaryp alınan galyňlaşan plastinka misden ybarat bolýar.

Galwanostegija

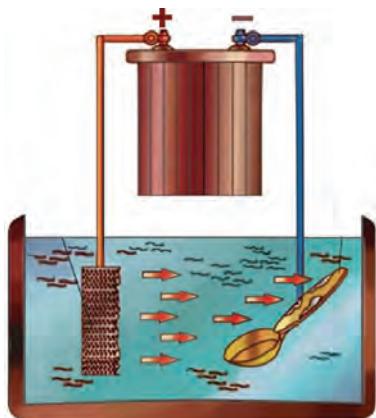
Demirden ýasalan önümleriň üstü oksidlenmegi netijesinde tiz poslaýar.

Pos bolsa ýuwaş-ýuwaşdan metaly ýumurýar we önem deşilýär. Adatda, oksidlenýän metal önümleriň üstü kyn oksidlenýän başga metallar – nikel, sink, kümüş, altın ýalyalar bilen örtülyär. Nikellenen çemçe, pyçak, çäýnek ýaly dürli gap-çanaklardan durmuşda peýdalanýarys.

► Elektrolizden peýdalanyp, predmetleriň üstünü kyn oksidlenýän metallar bilen örtmek galwanostegija diýip atlandyrylýar.



115-nji surat.



116-njy surat.



117-nji surat.

Kümüş nitraty erginli wanna arkaly mälim wagtyň dowamynnda tok geçirip durulsa, önümiň üstü kümüş bilen örtülüyär (115-nji surat). Önumiň üstüne kümüş çaymak üçin elektrolit hökmünde kümüş duzlarynyň ergini, anod hökmünde kümüş plastinka alynýar. Altyn çaymada bolsa elektrolit üçin altın duzlarynyň ergini, anod üçin altın plastinka ulanylýar (116-njy surat).

Galwanoplastika

Elektroliziň kömeginde çylşyrymlı üstli nagışlaryň we predmetleriň metal nusgalaryny almak mümkün. Meselem, tagta oýup işlenen nagşyň nusgasyny almak gerek bolsun. Munuň üçin tagtanyň nagışlanan bölegine örän ýuka edip grafit çalynýar, netijede onuň bu tarapy tok geçirýän bolýar. Taýýarlanan tagta mis kuporosynyň erginine batyrylyar (117-nji surat). Bu tagtanyň üstündäki grafit sim arkaly çeşmäniň otrisatel polýusyna birikdirilýär, ýagny grafit gatlak katod wezipesini ýerine ýetirýär. Anod hökmünde bolsa elektrolite mis plastinka düşürilýär. Elektrolitden tok geçirilende elektroliz netijesinde bölünip çykan mis tagtanyň üstündäki grafitiň üstünde çökýär. Grafitiň üstü 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) şeklärinden ybarat bolýar. Tagtadaky čuň ýerler mis negatiwdw gübercek bolup, gübercek ýerler bolsa negatiwde oýuk bolup çykýar.

Şeýdip alınan negatiw şekil **matrisa** diiyýär. «**Matrisa**» latynça söz bolup, «ene» diýen manyny aňladýar. Ol çaphanalarda ýygnalan harplaryň nusgasyny guýmak, medal, teňñe, stamp ýáylary taýýarlamak üçin ulanylýan galypdyr.



Şekil emele getirmek üçin predmetleriň üstüne elektrolitik usulda metal çalmak galwanoplastika diýip atlandyrylyar.

Häzirki zaman tehnologiyasy, kompýuter teknikasy bilen uýgunlaşan galwanoplastika çaphanalarda giňden ulanylýar. Galwanoplastik usul diňe bir tekstli däl, eýsem suratly kitaplary hem köp nusgada çap etmäge mümkünçilik berýär.



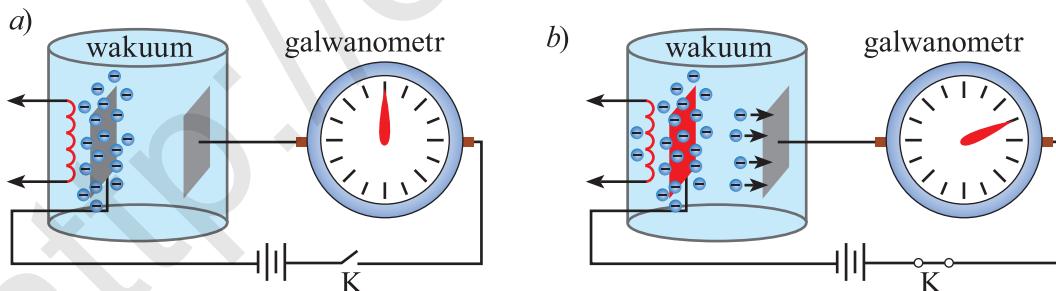
1. Elektroliziň kömeginde mis nähili bölünip alynyar?
2. Yene nähili metallary elektroliziň kömeginde bölüp almak mümkün?
3. Gap-çanaklaryň üsti kyn oksidlenyän metallar bilen nädip örtülyär?
4. Galwanostegiýa diýip nähili prosese aýdylyar?
5. Galwanoplastika näme? Ondan nähili maksatlarda peýdalanylýar?

46-§

WAKUUMDA ELEKTRIK TOGY

Turbajygyň içindäki gazy ýörite nasosda sorup, ondaky gazyň molekulalarynyň sanyň şu derejä ýetirmek mümkün, 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 çýýše kolbanyň içinde wakuum emele getirip, elektrodlaryň birini tok çeşmesiniň otrisatel polýusyna, ikinji elektrody galwanometr arkaly tok çeşmesiniň položitel polýusyna birikdiripdir. Ilki ol strelkasynyň üýtgemänligini görüp, wakuumdan tok geçmeyänligini görýär. Soňra tok çeşmesiniň otrisatel polýusyna birikdirilen elektrod gyzdyrylanda wakuumda elektrik togunyň ýuze çykandygyny, ýagny galwanometriň strelkasynyň gyşarmagy wakuumdan tok geçýändigini tassyklady (*118-nji surat*).



118-nji surat.

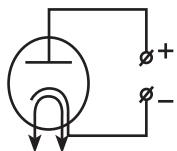


Gyzdyrylan metallardan elektronlaryň bölünip çykmagy **termo-elektron emissiýa** diýip atlandyrylýar.

a)



b)



119-njy surat.

Diýmek, wakuumda emele gelen elektrik togy gyzdyrylan elektroddan bölünip çykan elektronlaryň aky myndan ybarat. Gyzdyrylyan elektrody *katod* diýip tok çeşmesiniň otrisatel polýusyna birikdirilýär. Sowuk elektrody bolsa *anod* diýip položitel polýusyna birikdirilýär.

Katod we anod kebşerlenen wakuumly kolba (naýa) iki elektrody 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 eyeläpdir we olardan radio, telewizor, kompýuter, senagat elektronikasynda giň peýdalanylypdyr.

Ylmyň we tehnikanň çalt depginler bilen ösmegi netijesinde bu gunki günde wakuumly lampalaryň ýerine häzirki zaman hem-de kem energiya 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 zynjyrda tok emele gelýär. Eger t wagtyň dowamynda anoda N sany elektron ýetip gelen bolsa, şu wagtyň dowamynda anod alan zarýadyň mukdaryny $q = N e$ aňlatma görä hasaplaýarys. Onda anodyň togy aşakdaky aňlatma arkaly hasaplanýar:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{N e}{t}.$$

Özbegistanda metallarda termoelektron emissiya 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 ulanylyp gelýär.

Mesele çözmegeň nusgası

Eger iki elektrody lampanyň anodyna her sekundta $1,2 \cdot 10^{17}$ sany elektron ýetip barsa, anodyň togy nämä deň bolar?

Berlen:

$$\begin{aligned} t &= 1 \text{ s} \\ N &= 1,2 \cdot 10^{17} \text{ ta} \\ e &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C.} \end{aligned}$$

Tapmaly:

$$I = ?$$

Formula:

$$\begin{aligned} q &= N e; \\ I &= \frac{q}{t} = \frac{N e}{t}. \end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$I = \frac{1,2 \cdot 10^{17} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ s}} = 1,92 \cdot 10^{-2} \text{ A.}$$

Jogaby: $I = 1,92 \cdot 10^{-2} \text{ A.}$



1. Wakuumda elektrik toguny nähili zarýadlanan bölejikler emele getiryär?
2. Termoelektron emissiya hadysasy näme?
3. Wakuumda elektrik togy nähili emele gelýär?

24-nji gönükmə

1. Eger anod togy 8 mA bolsa, onuň üstüne her sekundda 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 nähili tizlenme alar?

47-§

GAZLARDA ELEKTRIK TOGY

Gazda elektrik zarýadsyzlanmay

Tekiz kondensatory elektrometre birikdirip, elekrometri zarýadlandyralyň. Munda mälim 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 otág temperaturasynda dielektrik diýip hasaplamaň mumkin.

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 atlandyrylyar.

a)



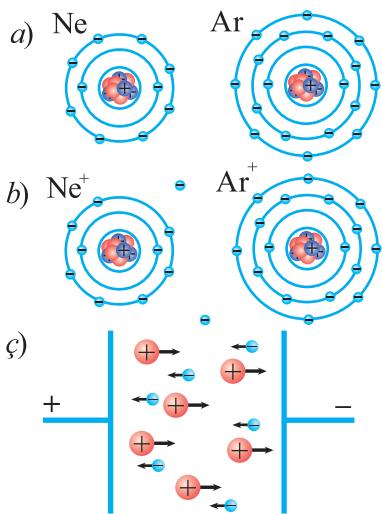
b)



120-nji surat.

Gazlaryň ionlaşmagy

Howanyň düzümimde azotdan, kisloroddan, wodoroddan daşary bir göterime golaý neon, argon ýaly inert gazlar hem bar. Otag temperaturasynda howadaky



121-nji surat

ähli atomlar we molekulalar neýtral halatda bolýar. Howa gyzdyrylanda neýtral atomlar ionlara öwrülip başlaýar, ýagny ionlaşýar. Bu prosesiň nähili geçýändigine neon we argon inert gazlarynyň mysalynda garaýarys.

Neon (Nd) ýadrosynyň daşynda orbita boýunça 10 sany, argon (Ar) ýadrosynyň daşynda bolsa 18 sany elektron aýlanýar. Olarda daşky elektron gabygynda 8 sanydan elektron bolup, gutarnyklı hasaplanýar. Neon ýadrosynyň zarýady $+10\text{ e-a}$, elektronlarynyň jemi zarýady -10 e-a deň. Argonyňky bolsa degişliklikde $+18\text{ e}$ we -18 e-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 örtügine tarap, atomlardan bölünip çykan elektronlar bolsa položitel örtügine tarap hereketlenýär (*121-nji c surat*). Netijede howadan tok geçýär.

Gazlaryň elektrik geçirijiligidé, bir tarapdan, ionlar gatnaşmagy elektrolitleriň geçirijiligidé, ikinji tarapdan, onda elektronlaryň gatnaşmagy metallaryň elektrik geçirijiligidé 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 mümkün.

► *Elektroný we položitel zarýadlanan ionlaryň goşulyşmagy netijesinde neýtral atomlaryň emele geliş prosesi gazlarda zarýadlanan bölejikleriň rekombinirlenmesi diýip atlandyrylyar.*

Daşky täsir bes edilen wagtda zarýadlanan bölejikler diňe rekombinirlenme sebäpli ýityär we gaz ýene dielektrige öwrülýär.



1. Gazlardan elektrik togunyň geçmegini nädip amala aşyrmak mümkün?
2. Nämə sebäpden howa gyzdyrylanda ondan elektrik togy geçýär?
3. Gazlarda elektrik geçirijilikde nähili bölejikler gatnaşýar?
4. Rekombinirlenme diýip nähili prosese aýdylýar?

48-§

ELEKTRIK ZARÝADSYZLANMALARYŇ GÖRNÜŞ LERI WE OLARDAN PEÝDALANMAK

Gaz zarýadsyzlanmasynyň birnäçe görnüşi bar. Olaryň her birine aýratyn garaýarys.

Özbaşdak däl zarýadsyzlanma

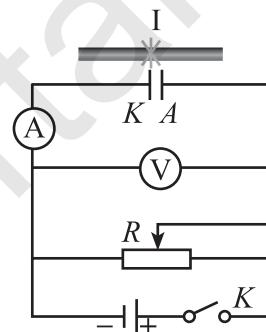
Gazdan geçýän toguň güýjuniň goýlan elektrik naprýaženiýä baglylygyna garalyň. Munuň üçin shemasy 122-nji suratda görkezilen elektrik zynjyry ýygalyň.

A anod we *K* katodlary tekiz kondensatoryň örtükleri ýaly bir-birine parallel ýagdaýda ýerleşdireliň. Anod bilen katodyň arasyndaky naprýaženiye *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 mümkün. Anod bilen katodyň arasyndaky howany hemişelik ýagdaýda ionlaşdyryp durmak üçin *I* ionizator ornaşdyrylan. Ionizator üzňüsiz ýalpyldap durmagyndan anod bilen katodyň arasyndaky howa gyzýar we ionlaşýar.

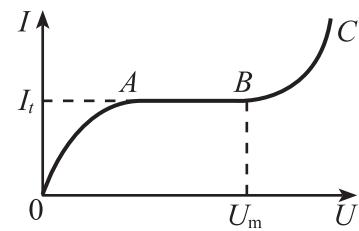
Elektrik zynjyrdaky açary birikdirip, naprýaženiýäni ýuwaş-ýuwaşdan artdyryýarys. Anod bilen katodyň arasyndaky elektrik naprýaženiýäni artmagy bilen emele gelen toguň güýji hem barha artýar. Howadan geçýän toguň naprýaženiýä baglylykda üýtgeýsi 123-nji suratda görkezilen. Naprýaženiýäni barha artdyranda şeýle pursat emele gelip, ýagny munda naprýaženiye mälim baha ýetensoň, toguň güýji artmazdan hemişelik bolup galýar (123-nji surat *AB* bölegi). Toguň güýjuniň şeýle bahasyna doýgun tok *I_t* diýilýär.

Toguň güýjuniň doýgun bolmagynyň sebäbi nämə?

Naprýaženiye pes bolanda, anod bilen katodyň arasynda birlik wagt içinde emele gelýän zarýadlaryň diňe bir bölegi anoda we katoda ýetip baryar.



122-nji surat.



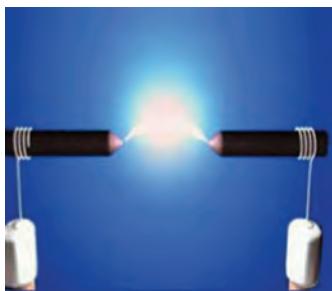
123-nji surat.

Naprýaženiýäniň artmagy bilen anoda we katoda ýetip boraýan zarýadlar sany barha artr. Naprýaženiye mälim baha ýetende, howada emele gelen zarýadlaryň hemmesi anoda we katoda ýetip barýar.

Eger ionizator öçürilse, zynjyrda toguň güýjuniň bahasy derrew nola deň bolup galýar. Çünki, elektrik zarýadsyzlanma togtaýar. Anod bilen katodyň arasyndaky howada ionizatorsyz özbaşdak ýagdaýda zarýadsyzlanma bolmaýar.



Ionizatoryň täsiri bes edilmegi bilen togtaýan zarýadsyzlanma özbaşdak däl zarýadsyzlanma diýilýär.



124-nji surat.

artdyrylsa, elektronlaryň kinetik energiyasy öz ýolunda çaknyşan neýtral atomlaryň elektronyny urup çykarmaga, ionlaşdyrmaga ýeterli bolýar. Şeýdip gazyň ionlaşmasy ýiti artýar. Bu bolsa toguň güýjuniň 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 atlandyryylýar.

Elektrik duga zarýadsyzlanmasy

Iki kömür elektrod alyp, olara 40–50 V naprýaženiye bereliň. Olaryň uçlaryny bir-birine degrip, biraz uzaklaşdyralyň. Munda elektrodlaryň uçlarynyň arasynda göz gamaşdyryjy ýalpyldy – **elektrik duga zarýadsyzlanmasy** emele gelýär (124-nji surat). Emele gelen elektrik duga elektrodlaryň arasyndaky naprýaženiye alynýança dowam edýär.

Elektrik duga zarýadsyzlanmasy örän kuwwatly ýagtylyk çeşmesidir. Şeýle elektrik dugalardan prožektorlarda, mayaklarda we başga gurluşlarda peýdalanylýar. Elektrik duganyň temperaturasy örän ýokary bolanlygyndan ondan metallary ertemekde we kebşirlemekde peýdalanylýar. Ýokary sortly polat almakda güýcli elektrik dugadan peýdalanylýar.

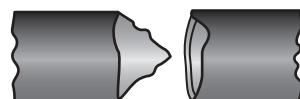
Uçgun zarýadsyzlanmasy

Bir-birinden izolirlenen iki elektrody ýokary naprýaženiye çeşmesine birikdireliň. Elektrodlardaky naprýaženiye mälim uly baha ýetensoň, olaryň arasynda ýalpyldy – *uçgun zarýadsyzlanmasy* emele gelendigini görýärис. Şonda özboluşly şatyrdы eşidilip, gözü gamaşdyrýan derejede güýcli ýagtylyk çykýar.

Ýokary naprýaženiýeli elektrik geçiriji pudaklarynda geçiriji sim metal daýanja izolýator arkaly baglanan bolmagyna seretmezden, kä halatlarda güýcli elektrik zarýadsyzlanmasy ýüze çykmagy mümkün. Uçgun çykmažlygy üçin elektrik geçiriji pudaklarda naprýaženiye näçe ýokary bolsa, daýanç bilen geçirirýän simiň arasyndaky izolýator şonça uly bolmalydyr.

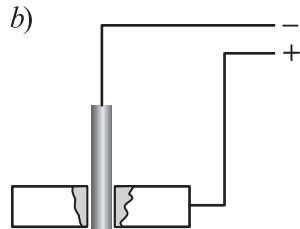
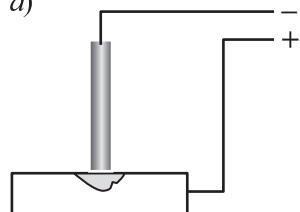
Adatdaky şartde howadaky elektrik meýdanynyň güýjenmesi 3000 000 N/C -a ýetende uçgun zarýadsyzlanmasy emele gelýär.

Uçgun zarýadsyzlanmasy tebigatda ýyldyrym görnüşinde ýüze çykýar. Ýyldyrym bulutlaryň arasynda ýa-da bulut bilen ýeriň arasynda bolýandygyny bilýärsiňiz. Dürli alamatly güýcli zarýadlanan bulutlar bir-birine ýakynlaşanda, olar arasynda güýcli uçgun zarýadsyzlanmasy – ýyldyrym emele gelýär. Bulutlaryň arasyndaky naprýaženiye 100 000 000 V-dan geçmegi mümkün. 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.



125-nji surat.

Bir-birine ýakynlaşdyrylan iki elektroda ýokary naprýaženiye 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 alınan metalda deşik emele gelýär (*126-njy b surat*).



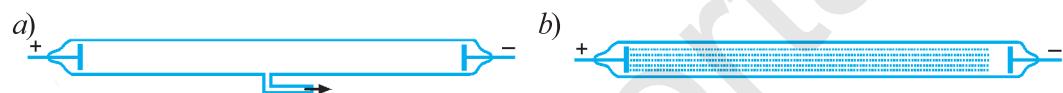
126-njy surat.

Taplanan polatlarda, hatda, ondan-da gaty garyndylarda hem uçgun zarýadsyzlanmasynadan peýdalanylý, bellenilen ölçegde we şekilde deşik deşmek mümkün. Metallary uçgun zarýadsyzlanmasynyň kömeginde işlemek usulyndan dürli ştamplar ýasanda, metallary kesende we gyrkyjy esbaplary çarhlanda-da peýdalanylýar.

Ýylpyldama zarýadsyzlanmasy

Ýapyk çүйішеге turbajyk alyp, onuň içine garşylykly edip anod we katodlar ornaşdyrylan. Turbajygyn içindäki basyş atmosfera basyşyna deň bolanda, onuň içindäki howadan tok geçmeýär. Ýone turbajygyn içindäki howa ýörite nasosyň kömeginde ýuwaş-ýuwaşdan sorup alynsa, ondan tok geçip başlaýar (127-nji a surat). Turbajykdaky howa takmynan on esse seýrek lendirilende, zarýadsyzlanma duýlup başlaýar. Howa adatdaka garanda birnäçe ýüz ese seýrek lendirilse, anod bilen katodyň arasyň miltillagan ýagtylyk örtýär (127-nji b surat). Şonuň üçin şeýle zarýadsyzlanma ýylpyldama zarýadsyzlanmasy diýip atlandyrylýar. Munda katoda ýakyn ýer garaňkylygynda galýar.

Ýylpyldama zarýadsyzlanmasyndan sowuk lampalarda ýa-da gündizki lampalar diýilýän lampalarda ýagtylyk çeşmesi hökmünde peýdalanylýar. Turbajygyn içine ak reňkdäki «lýuminofor» diýilýän maddalar çalynsa, ondan ak ýagtylyk çykýýar.



127-nji surat.

Gaz zarýadsyzlanmalarynyň ulanylyşyny we tebigy ýagdaýda ýüze çykyşyny 128-nji suratda görmek mümkün.



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 peýdalananmak mümkün?
7. Bulut bilen ýeriň arasynda emele gelen ýyldyrymy elektrik togy diýmek mümkünmi? Bulutlaryň arasynda emele gelen ýyldyrym näme?

IV BABY GAÝTALAMAK ÜÇIN TEST ÝUMUŞLARY

1. Metallarda elektrik togy nähili bölejikleriň hereketi sebäpli emele gelýär?
A) položitel ionlar; B) erkin elektronlar;
C) otrisatel ionlar; D) elektronlar we otrisatel ionlar.
2. Elektrolitlerde elektrik togy nähili bölejikleriň hereketi sebäpli emele gelýär?
A) diňe položitel ionlar; B) elektronlar we položitel ionlar;
C) diňe otrisatel ionlar; D) položitel we otrisatel ionlar.
3. Termoelektron emissiya 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 öwrülmegi.
4. Aşakdaky maddalaryň haýsylary ionly geçirijilige eyé?
A) metal we elektrolit; B) gaz we metal;
C) gaz we elektrolit; D) dielektik we elektrolit.
5. Elektrolizde önümi nikellemek 50 minut dowam edip, önüme $0,09\text{ g}$ nikel çökdi. Elektroliz wagtynda toguň güýji nähili bolupdyr? $k_{\text{nikel}}=0,3\text{ mg/C}$.
A) $0,1\text{ A}$; B) $0,2\text{ A}$; C) $0,3\text{ A}$; D) 1 A .
6. Önümé $3,6\text{ g}$ nikel gatlagy oturan bolsa, nikelleme näçe minut dowam edipdir?
Toguň güýji 1 A . Nikel üçin elektrohimiki ekwiyalent $0,3 \cdot 10^{-6}\text{ kg/C}$ -a deň.
A) 50; B) 200; C) 100; D) 60.
7. Toguň güýji 1 A bolanda, mis (II) hloridiniň (CuCl_2) suwdaky ergininden elektroliz usuly bilen 2 sagatda näçe mis almak mümkün? $k_{\text{mis}}=0,33\text{ mg/C}$.
A) $4,8\text{ g}$; B) 240 g ; C) 24 g ; D) $2,4\text{ g}$.
8. Elektrolitik wannadaky mis kuporosynyň ergininden 10 A tok geçende $0,5$ minudyň dowamynda $0,1\text{ g}$ mis bölünip çykdy. Misin elektrohimiki ekwiyalenti 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) $0,50 \cdot 10^{-3}\text{ kg/C}$.
9. Meydany 300 cm^2 bolan önümi nikellemek 2 sagat dowam etdi. Munda elektrolitden $17,8\text{ A}$ tok geçip duran bolsa, önümiň üstünde nähili galyňlykda nikel gatlagy emele gelipdir (mm)? Nikeliň elektrohimiki ekwiyalenti $0,3\text{ mg/C}$ we dykyzlygyny $8,9\text{ g/cm}^3$ diýip alyň.
A) $0,43$; B) $0,64$; C) $0,32$; D) $0,86$.
10. Iki wannada önümlere elektrolitik ýol bilen birmeňzeş toguň güýjünde mis we kümüş örtülyär. Kümüş gatlagynyň massasy $33,6\text{ g}$ 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 BOÝUNÇA MÖHÜM NETİJELER

Ion	Ion – elektroný artykmaç ýá-da elektron ýetişmeyän atom.
Metallarda elektrik togy	Metallarda elektrik togy erkin elektronlaryň tertipli hereketinden ybarat.
Elektrik togunyň ugray	Elektrik togunyň ugray hökmünde položitel zarýadlanan bölejikleriň tertipli hereket ugray kabul edilen.
Ion baglanyşygy	Ionlaryň arasynda Kulon güýji sebäpli emele gelýän himiki baglanyşyk ion baglanyşygy diýip atlandyrylyar.
Dissosiasiýa	Erginlerde maddalaryň položitel we otrisatel ionlara dargamak prosesi.
Elektrolitler	Položitel we otrisatel ionlaryň hasabyna elektrik toguny geçirýän erginler.
Elektroliz hadysasy	Elektrolitden elektrik togy geçende elektrodlarda madda bölünip çykmagy hadysasy elektroliz diýip atlandyrylyar.
Faradeýiň birinji kanuny	Elektroliz wagtynda elektrodlarda bölünip çykan maddanyň massasy elektrolitden geçen zarýadyň mukdaryna gönü proporcionaldyr: $m = k q$.
Elektrohimiki ekwiyalent	Maddanyň elektrohimiki ekwiyalenti elektrolitden bir kulon zaryad geçende bölünip çykan maddanyň massasyna san taýdan deň bolan ululykdyr.
Himiki ekwiyalent	Maddanyň atom massasynyň walentligine gatnaşygyna (A/Z) maddanyň himiki ekwiyalenti diýilýär.
Faradeýiň ikinji kanuny	Elektroliz wagtynda bölünip çykan maddalaryň massasy maddanyň elektrohimiki ekwiyalentine hem-de elektroliz wagtynda geçen zarýadyň mukdaryna gönü proporsional bolýar. $m = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} q .$
Galwanostegiýa	Elektrolizden peýdalanylý, predmetleriň üstüni kyn oksidlenyän metallar bilen örtmek galwanostegiýa diýip atlandyrylyar.
Galwanoplastika	şekil emele getirmek üçin predmetleriň üstüne elektrolitik usulda metal çalmak galwanoplastika diýip atlandyrylyar.
Termoelektron emissiýa	Gyzdyrylan metallardan elektronlaryň bölünip çykmagy termoelektron emissiýa diýip atlandyrylyar.

V BAP MAGNIT MEÝDANY

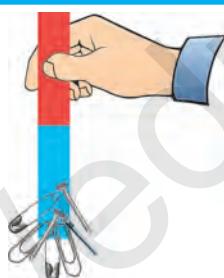
Şu bapda Siz hemişelik magnitiň we tokly geçirijiniň daşyndaky magnit meýdanynyň emele gelşi hem-de magnit meýdanyny häsiyetlendirýän ululyklar bilen tanyşarsyňz. Şonuň ýaly-da, magnit meýdanynyň tokly geçirijä we hereketlenýän zaryadlanan bölejiklere täsiri, tokly tegegiň magnit meýdany, elektromagnitler we olaryň amalyýetde ulanylyş barada bilersiňiz.

49-§

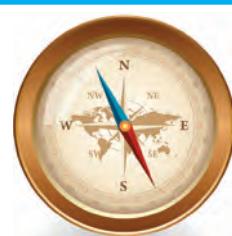
MAGNIT MEÝDANY. HEMİŞELIK MAGNIT WE ONUŇ POLÝUSLARY

Siz 1-nji bapda jisimleri bir-birine sürtende zarýadlanýandygy we olaryň daşynda elektrik meýdanynyň emele gelşi bilen tanyşdyňz. Ýöne şeýle jisimler hem bolup, olar bir-birine sürtülmese-de, öz daşynda grawitasion meýdandan tapawutly bolan başga bir meýdany emele getirýär. Eýsem, bu nähili meýdan?

Siz magnitiň demir predmetleri dartyandygyny bilyärsiňiz. Nâme üçin ol jisimleri özüne çekyär?



Ýeriň geografik ýerleşişini kesgitlemekde kompasdan peýdalanylýar. Ol nädip «ýol görkezyär»?



129-njy surat.

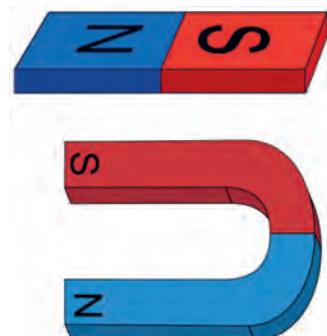
Hemişelik magnit we onuň polýuslary

Tebigatda şeýle tebigy metal birleşmeleri bar bolup, olar käbir bir jisimleri özüne dartmak aýratnlygyna eýe. Jisimleriň şeýle häsiyeti olaryň daşynda meýdanynyň bardygyny aňladýar. Şeýle meýdany **magnit meýdany** diýip atlandyrmak kabul edilen.

«Magnit» adalgasynyň gelip çykyş taryhy Kiçi Aziýadaky gadymy Magnesiya şäheriniň ady bilen bagly. Ol ýerde tapylan bir-birine dartyşyan dag jynslaryny (daşy) «magnesiya daşy» diýip atlandyrypdyrlar.

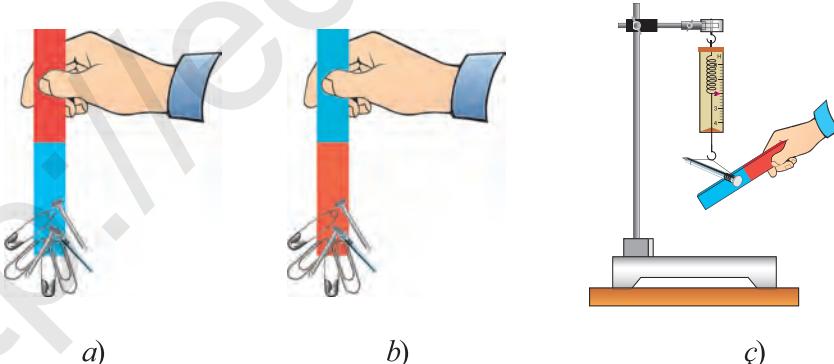
Beýik ýurtdaşymyz **Abu Reýhan Biruny** (973–1047) öz eserlerinde magniti «ohanrabó» – «demri dartyjy» diýip atlandyrypdyr. Biruny gum gatyşyk altın bölejikleriniň arasyndan demir bölejiklerini bölüp alanda magnitden peýdalanyşy barada ýazyp galдыrypdyr. Ol magnitiň birmeňzeş atly polýuslary özara itekleşyändigini, dürli polýuslarynyň bolsa dartyşyandygyny, magnite sürtülen polat hem magnitlenyändigini tejribe arkaly esaslandyryp beripdir.

► Özuniň 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 ýakynlaşdyralyň. Munda olar magnitiň iki ujuna-da ýapışandygyny görýäris (131-nji a, b surat). Magnitiň täsiri iň güýcli 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) gyzyl, demirgazyk (N) polýusy bolsa gök reňke boýalýar.



131-nji surat.

Magnitiň ortasy neýtral bolup, ol böleginde dartyşma güýji ýok. Dinamometre asylan çüye magnitiň ortasyny ýakynlaşdyryp, muňa göz ýetirmek mümkün (131-nji ç surat).

Magnitleriň täsir güýçleri

Magnitleriň özara täsir güýçlerini tejribede görmek mümkün. Olardan birini şatiwe asyp, ikinjisini şu magnite ýakynlaşdyrsak olaryň bir-birinden gaçyandygyny (*132-nji a surat*) we bir-birine dartylyandygyny görýäris (*132-nji b surat*). Birmeňzeş alamatly elektrik zarýadlarynyň bir-birinden gaçmagy we dürli alamatly zarýadlaryň bir-birine dartylyşy ýaly, birmeňzeş polýusly magnitler hem bir-birinden gaçýar, dürli polýusly magnitler dartylyar.

Magnitiň ýene bir arýratynlygy olara metal (gaýcy, çüy ýaly) jisimleri degrende olary hem magnitleyär. Meselem, demir gaýcyny magnite degirsek, ol magnitlenip, demir jisimleri özüne çekýänligini görýäris (*133-nji surat*).

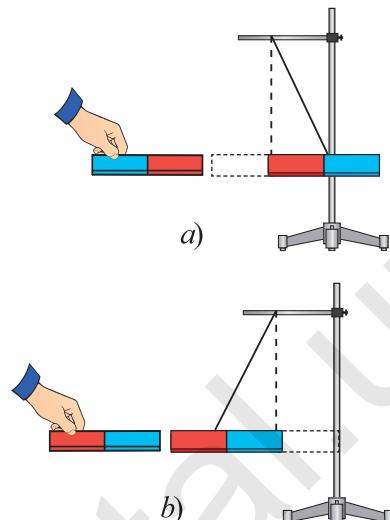
Tebigy magnit uzak wagt täsir etdirilende magnitlenen polat bölekleri emeli magnitler diýip atlandyrylýar.

Magnitler hem elektrik zarýadlary ýaly täsirleşyär, ýöne olaryň arasynda ýiti tapawut hem bar. Elektrikde položitel we otrisatel alamatly zarýadlary tapawutlandyrmaq mümkün. Jisimleri sürtüp elektriklendirmek we elektroskopyň ýaprajyklarynda dürli alamatdaky zarýadlaryň emele gelşini ýada salyň.

Magnit polýuslaryny bolsa, tapawutlandyryp bolmaýar. Magniti böлsek, olaryň her bir bölegi, demirgazyk we günorta polýusly magnitleri emele getirýär (*134-nji surat*).

Inlis lukmany **Uilýam 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:

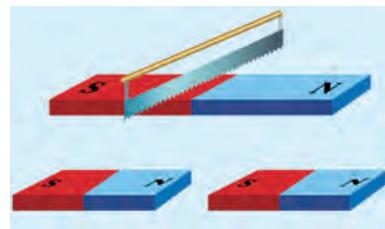
V bap. Magnit meýdany



132-nji surat.



133-nji surat.

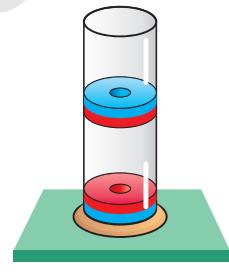


134-nji surat.

1. Magnitiň dürli böleklerinde dartyşma güýji dürli bolup, onuň çetki uçlary – polýuslarynda dartyşma güýji iň uly.
2. Magnit iki – demirgazyk we günorta polýusa eýe bolup, bu polýuslar aýratynlygyna görä dürlücedir.
3. Dürli polýusly magnitler bir-birine dartylyar, birmeňzeş polýusly magnitler bolsa bir-birinden itekleşyär.
4. Birmeňzeş polýusly magniti emele getirip bolmaýar.
5. Yer şary ullakan magnitdir.
6. Güýcli gyzdyrylanda tebigy magnitleriň hem, emeli magnitleriň hem magnit häsiyetleri ýityär.
7. Magnitler çüýše, kagyz, ağaç, şem we suw arkaly öz täsirini görkezyär.



1. Emeli magnit näme? Onuň tebigy magnitden tapawudy nämeden ybarat?
2. Magnit meydany näme?
3. Magnitiň günorta we demirgazyk polýuslary nähili belgilenyär?
4. Uilýam Gilbert magnitiň nähili häsiyetlerini anyklapdyr?
5. Diňe demirgazyk polýusa eýe bolan magniti ýasamak mümkünmi?
6. 135-nji suratdaky magnitiň asylgy durmagynyň sebäbini düşündirip beriň?
7. Eger magniti döwsek, onuň bölekleri magnit bolup bilermi?



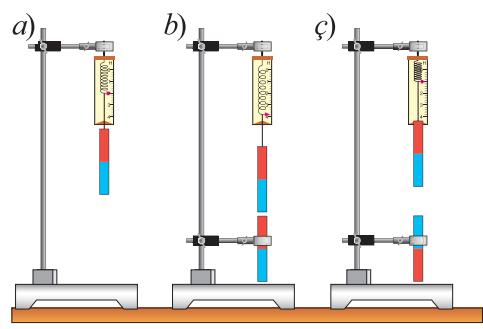
135-nji surat.



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 görkezişine garap dürli polýusly magnitleriň bir-birine dartylma güýjini anyklaň. 136-nji *c* suratda görkezilişi ýaly magnitleri ýerleşdiriň we birmeňzeş polýusly magnitleriň bir-birinden itekleşme güýçlerini anyklaň.



136-njy surat.

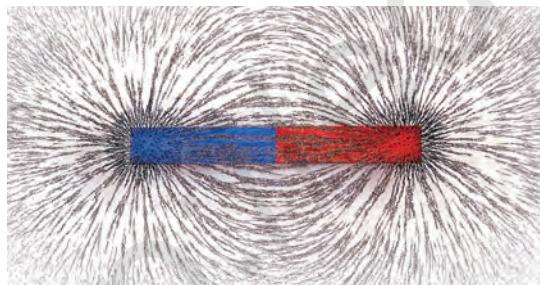
Magnit meýdanynyň induksiýasy

Iki magnit strelkasy ýakynlaşdyrylsa, olaryň ikisi-de öwrülip, garşylykly polýslary bir-birine garap togtaýar (*137-nji surat*). Bu ýagday magnitlenen jisimleriň arasynda özara täsir güýçleriniň bardygyny aňladýar. Täsir güýçleri bolsa meýdanyň güýç çyzyklary arkaly häsiýetlenýär.

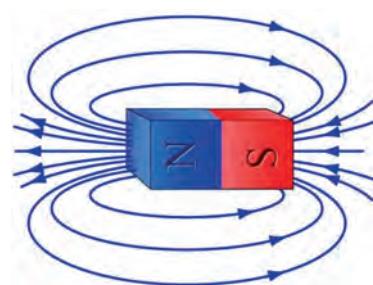
Magnit meýdanynyň güýç çyzyklaryny gönüden-göni görüp bilmeýäris. Emma aşakdaky tejribäniň kömeginde biz magnit güýç çyzyklarynyň ýerleşishi barada düşünjä eýe bolarys. Munuň üçin karton kagyza demir gyryndylaryny bir tekiz sepip, ony tekiz magnit özeniniň üstüne goýýarys. Kagyza ýeňil zarba berilse, demir gyryndylary *138-nji suratda* getirilen görnüşi eýeleýär. Kartonyň üstündäki demir gyryndylary magnitiň uçlaryna ýakyn ýerlerde gür, polýslaryň arasynda gyryndylaryň seýregräk ýerleşendigini görmek mümkün.



137-nji surat.



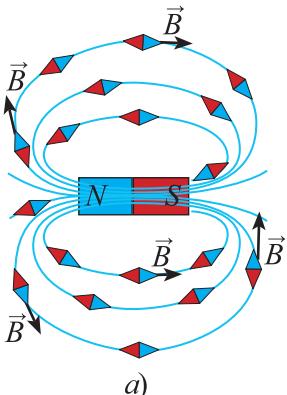
138-nji surat.



139-nji surat.

138-nji suratdaky demir gyryndylarynyň eýelän orny, magnit polýslaryny bir-birine baglaýan güýç çyzyklaryny özünde jemleyär. Magnit meýdanynyň güýç çyzyklarynyň ugry şertli ýagdaýda magnitiň demirgazyk (N) polýusyn-dan 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.

140-nji surat. Jisimleriň magnit häsiyetlerini ölçeýji esbap. Ol: geologiya-gözleg işlerinde, arheologik tapyndlary gazyp almakda, deňiz we awiasiýa kartalarynda (nawigasiýalarda), suwasty gämilerini anyklamak üçin harby razwedkalarda, seýsmologiýa we ylmy barlaglarda ulanylýar (140-nji b surat).



1. Magnit meýdanynyň induksiýasy diýende nämäni düşünüärsiňiz, ol nähili birlikde ölçenýär?
2. Magnitler bir-biri bilen nähili täsirleşýär? Magnit meýdanynyň güýç çyzyklary nähili şekile eýé?
3. Jisimleriň magnit häsiyetlerini ölçeýän esbap nähili atlandyrlyýar?

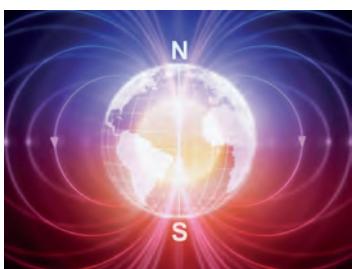


1. Suratda iki birmeňzeş ölçegli tekiz magnitleri görýärsiňiz. Aslynda olaryň biri hakyky magnit, ikinjisi ýonekeý demir bolup, magnit ýaly boýalan. Diňe şu ikisiniň kömeginde haýsysynyň magnitdigini nädip anyklarsyňz?



Olardan haýsysy magnit?

Tebigatdaky gözel hadysalardan biri – polýusyň ýalkymydyr. Polýusyň ýalkymy Ýeriň demirgazyk we günorta polýuslarynyň ýakynynda ýeriň üstünden 80–1000 km. çenli beýiklikde ýüze çykýar (*141-nji surat*). Sebäbi, Ýer şarynyň äpet magnitden ybaratlygydyr. Gün şöhleleriniň zarýadlanan, gaty güýçli akymlary planetamyza ýetip gelende, polýuslarda gyşarýar. Diýmek, Ýeriň magnit meýdany gorag gabygy wezipesini ýerine ýetirýär.

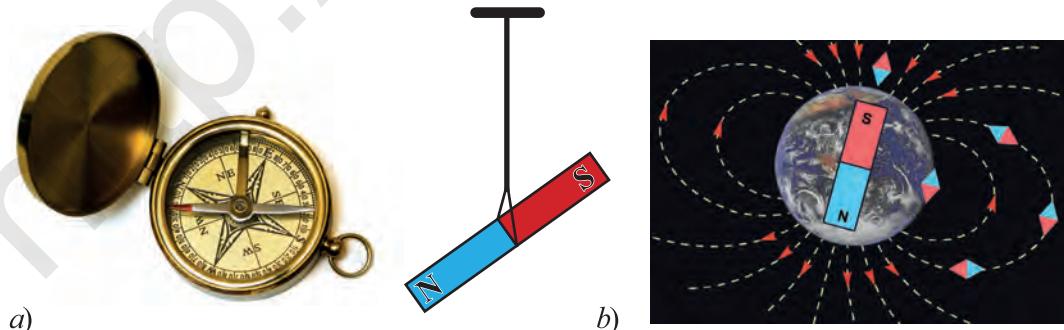


141-nji surat. Ýeriň magnit meýdany we polýus ýalkymynyň ýüze çykyşy.

Ýeriň magnit meýdany onuň üstündäki jisimlere nähili täsir edýär?

Kompasyň strelkasy ýa-da ýüpe asylan hemişelik magnit günortadan demirgazyga tarap ugur boýunça ýerleşyär (*142-nji a surat*).

Bu Ýeriň magnit güýç çyzyklary demirgazyk magnit polýusdan günorta magnit polýusa tarap ugruganlygy, ýagny ýer şarynyň magnit meýdany bilen gurşalanlygy arkaly düşündirilýär (*142-nji b surat*). Suratdaky (N-den S-e ugrugan) güýç çyzyklarynyň islendik nokadyna goýlan kompas şu çyzyklaryň ugrünäda öwrülýändigini (ýerleşisini) görkezýär. Diýmek, kompas bize «ýol görkezmeýär», ol biz duran ýere görä Ýer şarynyň demirgazyk we günorta geografik polýuslaryny görkezýär.



142-nji surat.

Ýeriň **günorta magnit polýusy** (S) 75° demirgazyk giňlik we 99° günbatar uzynlygyň ýakynynda, Ýer şarynyň demirgazyk geografik polýusyndan takmynan 2100 km uzaklykda yerleşen.

Demirgazyk magnit polýusy (N) bolsa Ýeriň günorta geografik polýusyň ýakynynda bolup, $66,5^{\circ}$ günorta giňlik we 140° gündogar uzynlykda yerleşen.



1. Ýeriň magnit meýdany barada nämeleri bilýärsiňiz?
2. Nämle sebäpden kompasyň strelkasynyň ugrı hut Ýeriň geografik polýuslaryny görkezmeýär?
3. Magnitleriň arasyna demir plastinka goýulsa, olar bir-birine täsir etmeýär. Onuň sebäbi nämle?
4. Magnitleriň arasyna çüýše plastinka girizilende meýdana täsir edýärmi?
5. Polýusyň ýalkymy Ýeriň 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 görün.

52-§

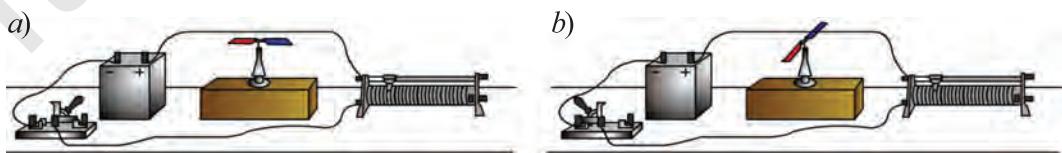
TOGUŇ MAGNIT MEÝDANY

Erstediň tejribesi

Magnit meýdanynyň elektrik togy bilen baglylygyny tejribede birinji bolup 1820-nji ýýlda 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 yerleşdirýäris.

Indi açary birikdirip, geçirijiden tok geçirireliň. Tok geçýän simiň astyndaky magnit strelkasy derrew 90° burça gyşaryp, sime perpendikulýar yerleşýär



143-nji surat

(143-nji b surat). Diýmek, tokly geçirijiniň daşynda magnit meýdany emele gelýär we magnit strelkasyny gyşardýär.

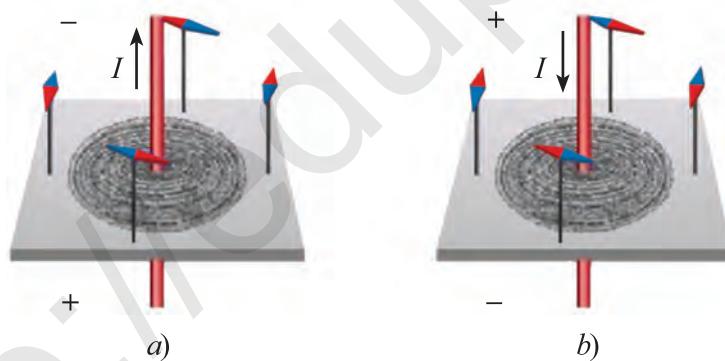
Erstediň tejribesi tok geçýän geçirijiniň daşynda magnit meýdanynyň bardygyny görkezýär.

Göni toguň magnit meýdany

Geçirijiden elektrik togy geçende onuň daşynda magnit meýdanynyň bardygyny aşakdaky tejribede hem görmek mümkün.

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.

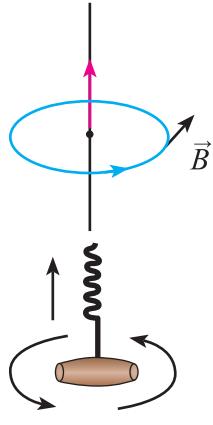


144-nji surat.

Göni toguň daşyndaky magnit meýdanynyň güýç çyzyklary töwereklerden ybarat bolup, onuň ugrunu buraw düzgün arkaly aşakdaky ýaly düşündirmek mümkün (145-nji surat).

Eger burawyň öňe gitme hereketi toguň ugry bilen birmeňzeş bolsa, onda burawyň dessesiniň aýlanma ugry magnit induksiýasynyň çyzyklarynyň ugrunu görkezýär.

Tegegiň magnit meýdany



145-nji surat.

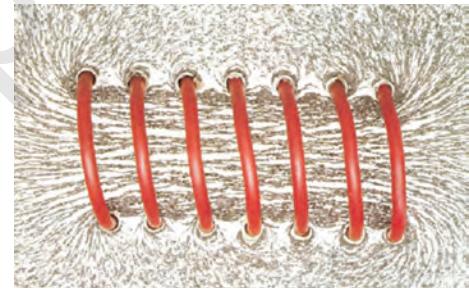
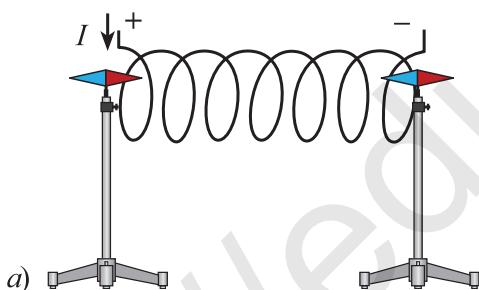
Ersted tarapyndan tokly geçirijiniň magnit meýdany açыş edilmegi elektromagnetizm ugrundaky barlaglara itergi boldy. 1820-nji ýýlda fransuz fizikleri **Andre Mari Amper** we **Dominik Fransua Arago** geçirijiden (tegekden) aýlanma ýagdaýında tok geçirip, munda göni toguň meýdanyna görä güýcli magnit meýdanynyň emele gelyändigini anykladylar.

Simi spiral şekele getirip, onuň iki tarapyna iki magnit strelkasyny ýakynlaşdırýryarys (146-njy a surat).

Simden tok geçirisek, ik strelka hem spiralyň okuna tarap gysarýar. Munda strelkalaryň polýuslary birmeňzes ugurda ýerleşýär.

Metal simi spiral şekeinde organiki çüýše arkaly geçirileň. Onuň üstünde demir poroşoklaryny saçalyň. Simden tok geçirilse, demir poroşoklary toguň magnit güýç çyzyklarynyň ugrunda ýerleşýär (146-njy b surat). Demir poroşoklarynyň ýerine magnit strelkalary ýerleşdirilse görnüş has-da aýdyňlaşar.

Spiral şeklärindäki simler sargysyna **solenoid** diýilýär.



146-njy surat.

Tok geçýän tegegiň daşynda magnit meýdany bar bolup, onuň içindäki magnit güýç çyzyklary özara parallel bolýar. Tokly tegek magnit strelkasý ýaly iki magnit polýusyna eýe.

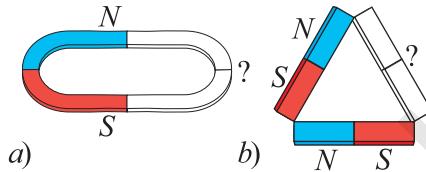
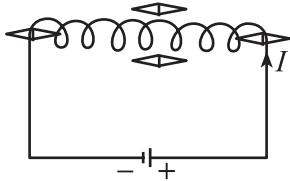


1. Erstediň tejribesini düşündürüp beriň?
2. Göni toguň magnit güýç çyzyklary nähili ugra eýe?
3. Buraw düzgünini aýdyp beriň.
4. Tegegiň magnit güýç çyzyklarynyň ugry nähili?
5. Tokly tegegi magnit strelkasyna deňesdirmek mümkünmi?



147-nji suratda tokly tegek görkezilen. Tegegiň golaýynda dört magnit strelkajygy ýerleşdirilgen. Suraty depderiňize çyzyň we onda strelkajyklaryň polýuslaryny görkeziň.

148-nji *a*, *b* suratda getirilen magnit zynjyryndaky magnit polýuslaryny anyklaň.



147-nji surat.

148-nji surat.

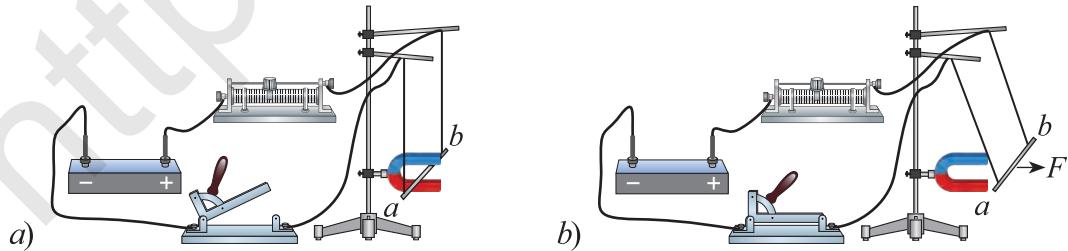
53-§

MAGNIT MEÝDANYNYŇ TOKLY GEÇIRIJÄ TÄSIRI

Amper güjji

Magnit meýdanynyň tokly geçirijä täsirini 1820-nji ýylда Amper tejribede anyklapdyr. Magnit meýdany tarapyndan geçirijijiň göni bölegine täsir edýän güýjüň formulasy we Amperiň tejribesi bilen tanyşyarys. Nal şekilli hemişelik magniti gorizontal ýagdayda ştatiwe berkidýäris. Ştatiwe asylan geçirijini nal şekilli magnitiň ortasyna ýerleşdirýäris. Munda geçirijijiň magnit meýdanynda ýerleşen böleginiň uzynlygyny Δl diýip alýarys (149-njy *a* surat).

Zynjyr birikdirilende geçiriji herekete gelýär, ýagny geçiriji magnite dartylyar (149-njy *b* surat). Eger magnitiň polýuslary çalsyrlyp ýerleşdirilse, geçiriji magnitden itekleşyär. Metal ($\Delta l = a$) bölegi F güýjüň täsirinde wertikaldan käbir burça gyşaryar.



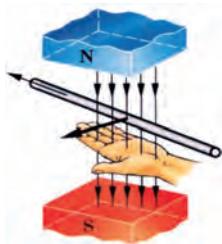
149-njy surat.

Magnit meýdany tarapyndan şu meýdanda ýerleşen tokly geçirijiniň bölegine täsir edyän güýc F , toguň güýji (I), geçirijiniň uzynlygy (Δl) -e hem-de magnit induksiýasyna göni proporsional bolýar.

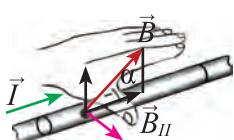
$$F = B I \Delta l.$$

Bu aňlatma M.A. Amperiň hormatynda *Amper güýji* diýilýär. Mundan magnit induksiýanyň aňlatmasyny yazýarys:

$$B = \frac{F}{I \Delta l}.$$



Su aňlatma görä magnit induksiýasynyň fiziki manysy – bu magnit meýdanynda perpendikulár ýerleşen, uzynlygy 1 metr we geçýän tok 1 A bolan geçirijä magnit meýdany tarapyndan täsir edyän güýje san bahasy taýdan deň bolan ululyk:



150-nji surat.

$$[B] = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ A} \cdot 1 \text{ m}} = 1 \text{ T (Tesla)}.$$

Çep el düzgüni

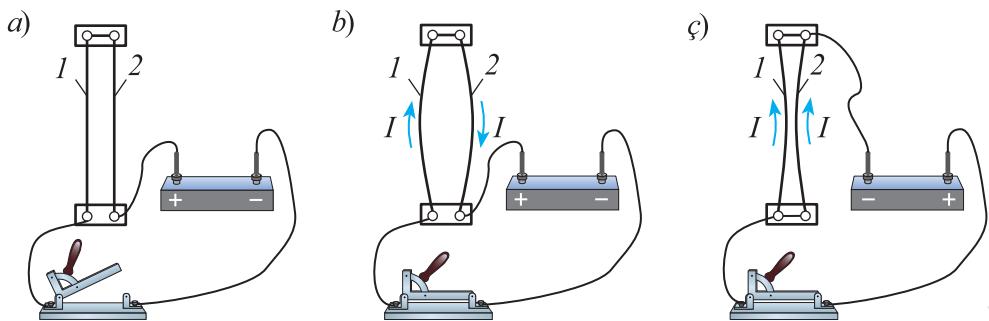
Magnit meýdany tarapyndan tokly geçirijä täsir edyän güýjüniň ugruny çep el düzgüninden peýdalanylý anyklamak mümkün (150-nji surat).

Çep eliň aýasyny oňa magnit güýc czyzyklary dik girýän edip saklap, açylan dört barmak toguň ugry boýunça saklap durulsa, 90°-a gerilen baş barmak geçirijä täsir edyän güýjüň ugruny görkezýär.

Tokly geçirijileriň özara täsir güýji

Tokly geçirijiler hem edil hemişelik magnitler ýaly özara täsirleşýär. Muňa aşakdaky parallel toklaryň özara täsirine gözegçilik etmek arkaly göz ýetirmek mümkün. 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 dartylyar (151-nji ç surat).



151-nji surat.

► Garşylykly ugurda toklar geçýän geçirijiler özara itekleşýär, birmeňzeş ugurda toklar geçýän geçirijiler özara dartyşýär.

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 gelýän özara täsir güýjüniň ugry nähili anyklanýar?
2. Toguň güýjüniň birligi *amperiň* kesitlemesini 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 uzynlykdaky geçiriji induksiýasy 25 mT bolan magnit meýdanynyň induksiýa çyzyklaryna tik ýerleşen. Eger geçirijä magnit meýdany tarapyndan 120 mN güýç täsir edýän bolsa, onuň kesisiniň meýdanyn dan her minutda nähili mukdardaky zarýad akyp geçer?

<p>Berlen:</p> $l=0,4 \text{ m}$ $B=25 \text{ mT}=25 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ $F=120 \text{ mN}=120 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ $t=1 \text{ minut}=60 \text{ s.}$ <hr/> <p>Tapmaly: $q = ?$</p>	<p>Formulası:</p> $F=IBl \quad l=\frac{qBl}{t};$ $q=\frac{Ft}{Bl};$ $[q]=\frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}\cdot\text{m}}=$ $= \text{A} \cdot \text{s} = \text{C.}$	<p>Hasaplamak:</p> $q=\frac{120 \cdot 10^{-3} \cdot 60}{25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4} \text{ C} = 720 \text{ C.}$ <p>Jogaby: $q = 720 \text{ C.}$</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

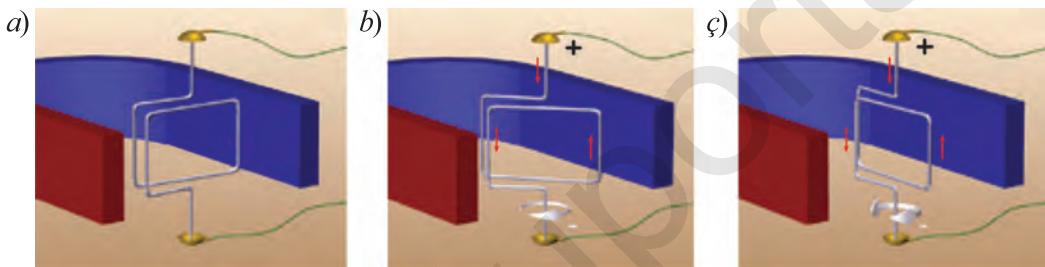
25-nji gönükmek

- 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?
- Induksiýasy 0,4 T bolan magnit meýdanynyň çyzyklaryna tik ýerleşdirilen 15 cm uzynlykdaky geçirijä 60 mN güýç täsir edýär. Geçirijiden geçyän toguň güýji nähili bolar?
- Uzynlygy 25 cm bolan we 5 A tok geçyän geçirijä magnit meýdany tarapyndan 2,5 mN güýç täsir edipdir. Geçiriji ýerleşen magnit meýdanynyň induksiýasyny anyklaň.
- Induksiýasy 0,4 T bolan magnit meýdanynyň çyzyklaryna dik ýerleşen 5 cm uzynlykdaky geçirijä meýdanyň täsir güýji 2 mN -a deň. Geçirijidäki toguň güýji nähili bolupdyr?
- Bir jynsly magnit meýdanda ýerleşen uzynlygy 40 cm bolan göni geçirijiden 8 A tok geçirilse, meýdan tarapyndan nähili güýç täsir edýär. Meýdanyň induksiýasy 0,5 T-ge deň.
- *. 0,8 m uzynlykdaky geçirijiniň induksiýasy 2 mT bolan magnit meýdanynyň induksiýa çyzyklaryna dik ýerleşen. Geçirijiniň kese kesiginiň meýdanyn dan her 3 minutda 720 C zarýad akyp geçýär. Magnit meýdany tarapyndan geçirijä nähili güýç täsir edýär?

BIR JYNSLY MAGNIT MEÝDANYNDA TOKLY RAMKANYŇ AÝLANMA HEREKETI

Eger magnit meýdanyna tokly ramka girizilse, onuň käbir burça gyşarýandygyny görüp bileris. Eýsem, ramka näme üçin aýlanýar?

Nal şekilli magnitiň arasynda goni 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 gyşarýar («*c*» ýagdaý).

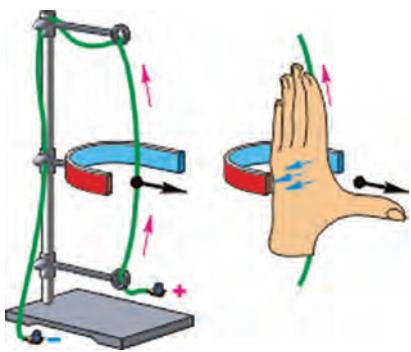


152-nji surat.

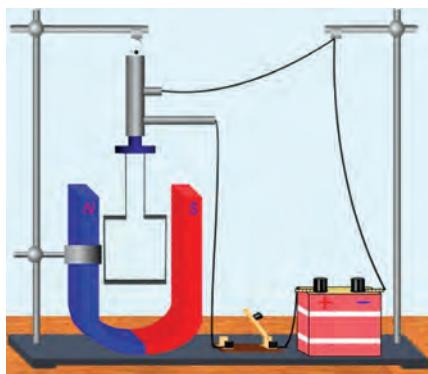
Eger ramkanyň «*c*» ýagdaýyna gelýän momentinde tok üzülse, ramka hereketini dowam etdirýär we ýene «*a*» ýagdaýy eýeleýär. Indi ýene tok çeşmesini birikdirsek, ramka öňki ýaly aýlanyp başlaýar. «*b*» ýagdaýdan geçip «*d*» ýagdaýa gelende ýene ramkany tokdan üzsek, ol «*a*» ýagdaýyny eýeleýär. Diýmek, ramka gelýän togy «*a*» -ga gelen momentde goşup, «*b*»-ge gelende üzýän edip dolandyrsak, ramkany dyngysyz aýlamak mümkün eken. Bu elektrik dwigateliniň modeli hasaplanýar.

Suratdaky «*b*» ýagdaýda ramkanyň çep tarapyndaky tok pese akýar (bu bölegi magnit «çukury» tarapa süýşyär), sag bölegindäki tok bolsa, ýokary akýar (bu bölegi daşary süýşyär). Eger magnitiň polýusy üýtgedilse, toguň böleklerdäki ugry üýtgeýär we ramka ters ugurda öwrülyär.

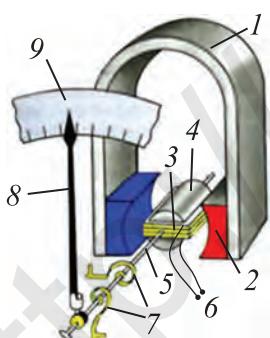
Ramkadangarsylykly tok geçenligi sebäpli, çep el düzgünine görä, **magnit meýdanynda ýerleşen tokly ramka jübüt güýçler täsir edýär**. Tokly geçirijä magnit meýdany tarapyndan täsir edýän güýjün ugry *153-nji* suratda getirilen.



153-nji surat.



154-nji surat.



155-nji surat.

Elektrik ölçeg esbaplarynyň gurluşy we işleýiň 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 öwrülyär. Magnit meýdanynda tokly ramkanyň öwrülmek häsiýetinden elektrik ölçeg esbaplarynda peýdalanylýar.

155-nji suratda iň ýönekeý ampermetriň gurluşy görkezilen. Munda (1) magnitde (2) polýusyň uçluklary berkidilen. Hereketlenýän bölek – ramka (3) alýuminiý karkasdan ybarat, oňa ince mis sim dolañan. Ramka gozganmaýan özeniň (4) daşynda erkin aýlanyp bilyär. Ramka oka (5) birikdirilen. Sargy simleriň uçlary (6) zynjyra birikdirilýär. Ramkanyň öz halyna aýlanmagyna spiral puržin (7) garşylyk edýär we zynjyrda tok ýitende strelkany deňagramlylyk ýagdaýyna gaýtarýar.

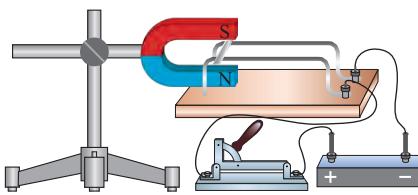
Ramka sargylaryndan tok geçende, magnit meýdanyň täsirinde ramka magnit polýslaryna perpendikulýar ýagdaýa geçmäge çalyşýar. Zynjyrdaky tok näçe uly bolsa, oka berkidilen strelka (8) şonça uly burça öwrülyär. Strelka derejelenen şkalada (9) toguň güýjuniň degişli bahasyny görkezýär. Zynjyrdaky tok üzülende spiralyň täsirinde ramka başlangycz ýagdaýyna, strelka bolsa «0» baha gaýdýar. Wolmetriň işleýiň prinsipi hem ampermetre meňzeşdir.



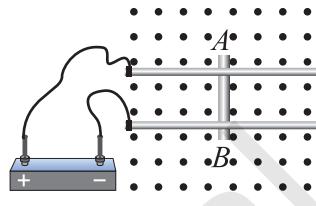
1. Çep el düzgünini düşündiriň.
2. Iň ýönekeý ampermetr nähili gurluşa eyé?
3. Iň ýönekeý ampermetriň işleýiň prinsipini aýdyp beriň.



1. 156-njy suratda görkezilen zynjyr birikdirilse, ýeňil alýuminiý turbajyk haýsy tarapa tigirlenýär? Jogabyňzy esaslandyryň.
2. Tok çeşmesiniň polýslaryna 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-njy surat.



157-nji surat.

56-§

MAGNIT MEÝDANYNDA ZARÝADLANAN BÖLEJIJIGIŇ HEREKETI

Lorens güýji

Magnit meýdanında hereketlenýän zarýadlanan bölejige şu meýdan taraipyndan täsir edýän güýç – golland fizigi **Hendrika Antona Loreensiň** (1853–1928) hormatyna onuň ady bilen atlandyrylyar.



Hereketlenýän zarýadlanan bölejige magnit meýdany tarapyndan täsir edýän güýç *Lorens güýji* diýip atlandyrylyar.

Magnit meýdanynyň güýç çyzyklaryna dik ýagdaýda hereketlenýän her bir zarýadlanan bölejige magnit meýdany tarapyndan täsir edýän Lorens güýji aşakdaky aňlatma esasynda anyklanýar:

$$F_L = q v B.$$

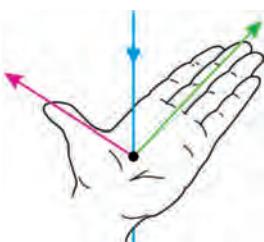


Bir jynsly magnit meýdanında hereketlenýän zarýadlanan bölejige täsir edýän güýç bölejigiň zarýadyna, onuň hereket tizligi v -ge, magnit meýdanynyň induksiýa wektory \vec{B} -ge köpeltmek hasylyna deň bolýar.

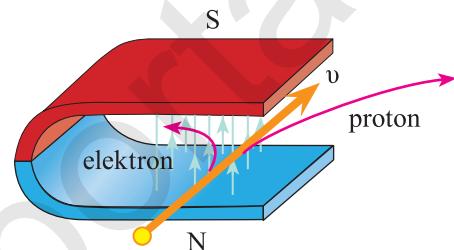
Lorens güýjüniň ugry hem Amper güýji ýaly çep el düzgüniniň kömeginde anyklanýar (*158-nji surat*).

Eger çep eliň aýasyna magnit induksiýasynyň wektoryny dik düşyän we süýem barmaklaryň ugyr položitel zarýadyň ugyr bilen birmeňeş bolsa, onda 90° -a gerilen baş barmak *Lorens güýjuniň ugruny görkezýär.*

Magnit meýdanyna uçup girýän protona täsir edýän Lorens güýji, çep el düzgünine görä, sag tarapa ugrugan bolýar (*159-njy surat*). Çyzgyda magnit 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 magnit induksiýa çyzyklary boýunça hereketlense, oňa magnit meýdany tarapyndan güýç täsir etmez.



158-nji surat.



159-njy surat.

Mesele çözmegiň nusgasы

Magnit meýdany induksiýa çyzyklaryna dik ugurda $2 \cdot 10^7$ m/s tizlik bilen hereketlenyän elektron meýdana uçup girdi. Eger magnit meýdanynyň induksiyasy 0,8 T bolsa, elektrona magnit meýdany tarapyndan nähili güýç täsir edýär?

Berlen:

$$v = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

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

$$B = 0,8 \text{ T.}$$

Tapmaly:

$$F = ?$$

Formulasy:

$$F = e v B;$$

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

Hasaplamak:

$$F = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^7 \cdot 0,8 \text{ N} =$$

$$= 2,56 \cdot 10^{-12} \text{ N} = 2,56 \text{ pN.}$$

Jogaby: $F = 2,56 \text{ pN.}$



1. Lorens güýjuniň ugruny çep el düzgün esasynda düşündiriň.
2. Zarýadlanan bölejigi töwerek boýunça deňölçegli hereketlendirilijü güýji düşündiriň.
3. Zarýadlanan bölejik magnit meýdanyna nähili ugurda girende oňa Lorens güýji täsir etmez.

Elektromagnit we onuň magnit meýdany

Elektromagnit gurluşy 1825-nji ýylda iňlis artilleriyaçysy Wilýam Steržen tarapyndan açыş 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 döretti.



Demir özene birnäçe gat edip izolirlenen geçiriji (sim) dolap alnan tegek elektromagnit diýip atlandyrylýar.

Elektromagnitiň täsir güýjuniň nähili ululyklara baglydygyny 160-njy suratda getirilen gurluş arkaly anyklamak mümkün. Munda zynjyra birikdirilen elektromagnitiň ujuna ýakyn edip ýakor diýlip atlandyrylýan demir plastina dinamometr arkaly asylan. Şu gurluş arkaly geçirilen tejribeler esasynda aşakdaky netijeler çykaryldy:

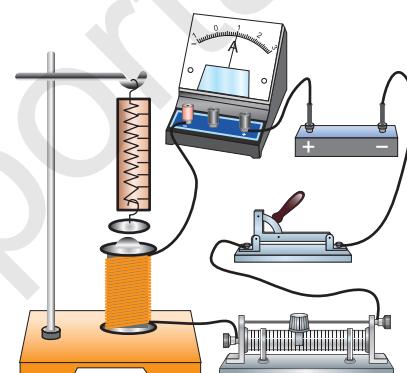
Birinji tejribede, tegekden geçýän toguň güýji artdyrylanda, ýakoryň dartyşma güýjuniň artýandygyna göz ýetirildi. Diýmek, elektromagnitiň dartyşma güýji ondan geçýän toguň güýjüne göni proporsionaldyr.

Ikinji ýagdaýda, tegekdäki simleriň sargylar sany kemeldilende, ýakoryň elektromagnite dartyşma güýjuniň kemelyändigi anyklandy. Diýmek, elektromagnitiň dartyşma güýji tegegiň sargylar sanyna göni proporsionaldyr.

Geçirilen üçünji tejribede, elektromagniti tegekdäki sargylar sany we geçýän tok birmenzeş, 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 ýasalyşy we ulanylышы

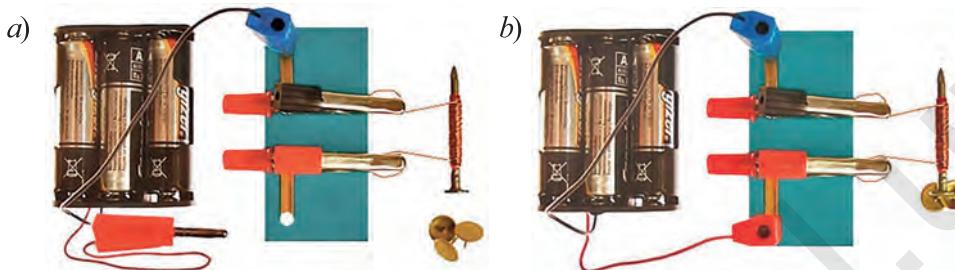
Geliň, ýonekeyý elektromagniti öz elimiz bilen ýasajak bolalyň. Munuň üçin ýüye reňkli plastinka ýapyşdyryýarys we ince lakanan simi 100–150 sany sargy



160-njy surat.

edip çüye saraýarys. Simiň uçlaryndan 15–20 cm galdyryp, uçlaryny lakan arassalaýarys.

Indi 3 sany 1,5 V elementleri yzygider birikdirýäris we 161-nji suratda berilişi ýaly shemany ýygýarys (*161-nji a surat*).



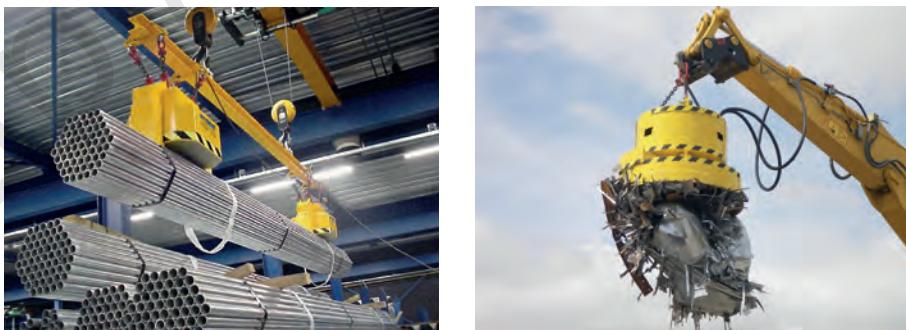
161-nji surat.

Zynjyry birikdirmezden öň, çüyi metal böleklerine (knopka, skrepka...) ýakynlaşdyryp, ony çekýändigine göz ýetirýäris. Zynjyry birikdirýäris. Indi çüyi knopka ýakynlaşdyrsak, tokly tegegiň içindäki demir özen magnite öwrülenligine shaýat bolarys (*161-nji b surat*).

Bu hadysadan tehnikanyň köp ugurlarynda, şol sanda, transport, telegraf, radio, telewideniye, elektrotehnika we başga ugurlarda giňden ulanylýar.

Meselem, demir parçalary yüklände uly kuwwatly elektromagnitler amatlydyr (*162-nji surat*). Şeýle göteriji kranyň amatlylygy, daşalýan ýuk käbir daýanja yüklenmeyänligi we berkidilmeýänligidir. Elektromagnit kran daşamaly bolan ýuke ýakynlaşdyrylýar we tegek toga birikdirilýär. Şol bada ýük kraná ýapysyp göterilýär we kran ony başga ýere eltip goýýar. Tok üzülmegi bilen kran ýükden áýrylýar.

Elektromagnitleriň tehnika ugrunda giň ulanylышы elektromagnit rele hökmünde ýuze çykýar.

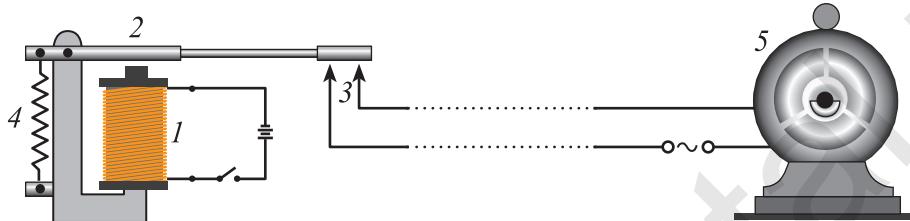


162-nji surat.

Reläniň gurluşy we işleyiş prinsipi

163-nji suratda iň 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 zynjyrly kontakty (3) birikdirýär.

Işçi zynjyryna dürli elektrik sarp edijileri – dwigatelleri, lampalary we başga esbaplary birikdirmek mümkün. Reläniň zynjyry üzülende puržin (4) ýakory (2) ýokary çekýär we işçi zynjyr üzülýär. İşçi zynjyra dwigatel (5) birikdirilen.



163-nji surat.

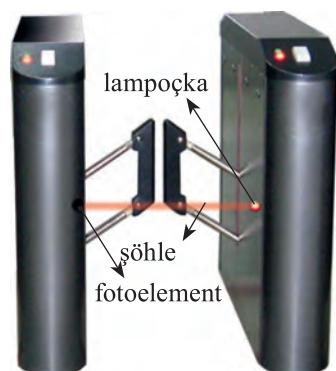
Elektromagnit rele ýakoryň (2) dartylmagy üçin elektromagnitli zynjyra kiçi napräzaženiýeli, meselem, 1,5–4,5 V napräzaženiýeli çeşme birikdirilyär. Munda ýakoryň elektromagnite dartylmagy üçin tegekden güýcsüz tok geçirilmegi ýeterlidir. İşçi zynjyry bolsa uly napräzaženiýeli, meselem, 220–5 000 V napräzaženiýeli elektrik pudaga birikdirilen bolup, ondan uly tok geçýär. Rele kiçi napräzaženiýeli zynjyryň kömeginde uly napräzaženiýeli zynjyrlary birikdirip-üzümäge mümkünçilik berýär.

Elektromagnit reläniň ulanylýsyna mysallar

Elektromagnit rele tehnikanyň ähli ugurlarynda, ayniqsa, avtomatika sohasida giňden ulanylýar.

Metro girişdäkli geçilýän ýerde fotoelementli elektromagnit rele ulanylýar. Eger geçilýän ýerden žeton taşlamazdan geçmekçi bolsaňyz, iki gyradan böwetler çykýar we ýoluňzy bekleyär.

Eger üns beren bolsaňyz, geçilýän ýeriň bir tarapyndaky deşikden şöhle dessesi çykyp, ikinji tarapdaky deşigiň içine düşüp durýar (164-nji surat). Ýagtylyk şöhlesi fotoelemente düşüp duranda onda üzňüsiz tok emele gelip durýar we reläniň ýakory elektromagnite çekilen ýagdaýda bolýar.



164-nji surat.

¹«Rele» sözi fransuzça bolup, «çalışyryp goýmak» diýen manyny aňladýar.

Ýakoryň 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 togtaýar. Derrew ýakor elektromagnitden uzaklaşýar we işçi zynjyr birikdirilýär. İşçi zynjyra ýörite mehanizmler ornaşdyrylan bolup, ondan tok geçmegi bilen geçirilýän ýerdäki böwetleri herekete getirýär we olar ýoly bekleyär.

Adam geçirilýän ýerden yza gaýtmagy bilen deşiklerden şöhle dessesi fotoelemente düşüp, ýene ýakor elektromagnite dartylyar 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 ýoluňyň ýapylmaýar.

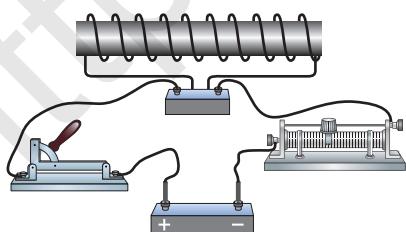


1. Elektromagnitiň dartyşma güýji ondan geçirilýän toguň güýjüne nähili bagly? Şeýle baglylygy tejribede nähili görkezmek mümkün?
2. Elektromagnitiň dartyşma güýjüni” formulasy nähili aňladylýar?
3. Elektromagnitiň ulyalyşy barada nämeleri bilyärsiňiz?
4. Elektromagnit reläniň gurluşy we işleyiş prinsipini düşündiriň.
5. Metro girelgede ulyalyan reläniň wezipesi nämeden ybarat?

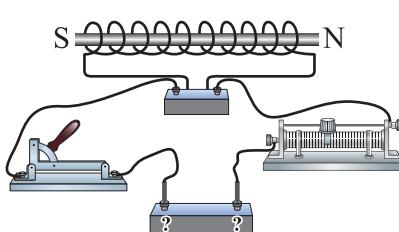
26-njy gönükmə

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 mümkün?

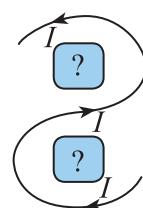
2. 166-njy suratda tegekden tok geçirende emele gelen elektromagnit polýuslary görkezilen. Tegekdäki toguň ugruny we tok çeşmesiniň polýuslaryny anyklaň.



165-nji surat.



166-njy surat.



167-nji surat.

- Nal şekilli elektromagnit tegeginiň sargylaryndaky toguň ugrı 167-nji suratda strelkalar bilen görkezilen. Elektromagnitiň polýuslaryny anyklaň.
- Bir tarapa ugrugan parallel toklar bir-birini dartyandygyny, garşylykly tarapa ugrugan parallel toklar bolsa bir-birinden itekleşyändigini buraw düzgüninden we çep el düzgüninden peýdalanyň 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 ýonekeyý elektromagnite dürli ýeňil demir predmetleri ýakynlaşdyryň. Iň ýonekeyý elektromagniti ýygmak we işleýşi baradaky netijeleriniňizi depderiňize ýazyň.

58-§

Laboratoriýa işi.

IŇ ÝÖNEKEÝ ELEKTROMAGNITI ÝYGMAK WE ONUŇ İŞLEÝŞINI ÖWRENMEK

Işıň maksady: iň ýonekeyý elektromagnit gurluşyny ýygmak we onuň işleýşini synap görmek.

Gerekli enjamlar: tok çeşmesi, reostat, açar, birikdiriji simler, kompas, tegek, demir özen.

Işıň ýerine yetirilişi

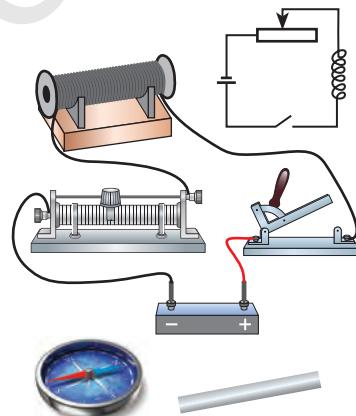
1. Tok çeşmesi, reostat, tegek we açardan ybarat elektrik zynjyr ýygyň (*168-nji surat*).

2. Ýyylan elektrik zynjyryň shemasyny çyzyň.

3. Zynjyry birikdirip, kompasyň kömeginde tegegiň polýuslaryny anyklaň.

4. Kompasy tegegiň oky boýunça magnit meýdanynyň täsiri ýiti kemelyänçe ondan uzaklaşdyryň.

4. Tegegiň içine demir özen goýup, elektromagnitiň kompasyň strelkasyna edýän täsirini synlaň we netije çykaryň. Netijeleriniňizi depderiňize ýazyň.



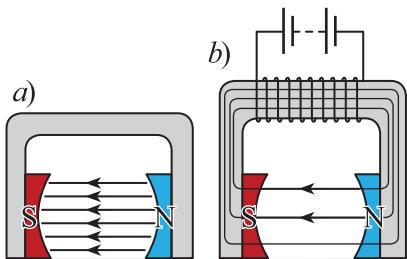
168-nji surat.



- Iň ýonekeyý elektrik zynjyr nähili elementlerden ybarat?
- Iň ýonekeyý elektromagnit nähili ýygylýar?
- Ýyylan 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 energiyasyny mehaniki energiya öwrüp berýär.



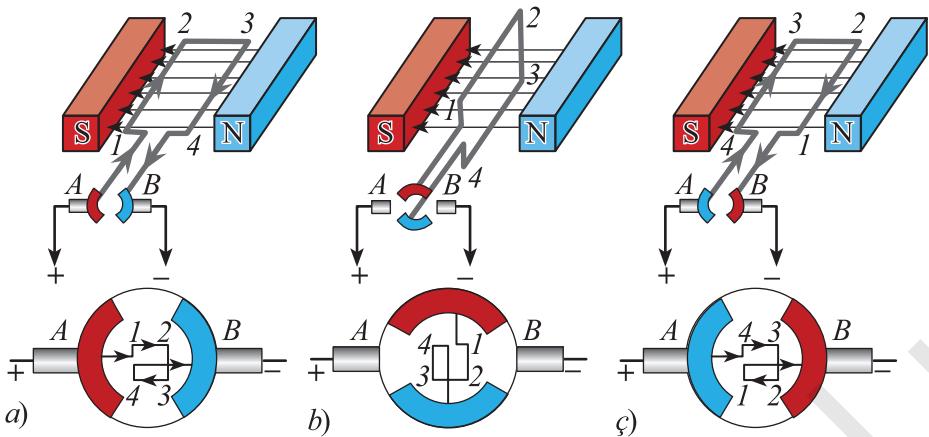
169-nji surat.

«*Stator*» latynçadan alınan söz bolup, «*gozganmayan*» diýen manyny aňladýar. Stator hemişelik magnitden (*169-nji a surat*) ýa-da elektromagnitden (*169-nji b surat*) ybarat. Stator dwigateliň korpusyna berkidleñ bolýar.

«*Rotor*» latynçadan alınan söz bolup, «*aýlandyrmaň*» diýen manyny aňladýar. Rotor dwigateliň aýlanýan böleklerini düzýär. Rotoryn 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 berkidleñ. Olar ýörite puržinleriň kömeginde kollektoryň halkalaryna dykyz edip gysyp goýulýar. Zynjyrdaky elektrik togy şol çotkalar arkaly kollektoryň halkalaryna geçýär.

Elektrik dwigateliň işleýiň prinsipi

Amatlyk üçin bir ramkaly rotordan ybarat bolan iň ýonekeý dwigateliň işleýiň prinsipine garaýarys (*170-nji surat*). Dwigateliň kollektory iki ýarymhalkadan ybarat bolup, olara *A* we *B* çotkalar direlip durýar. Olara tok çeşmesiniň iki polýusyndan gelýän simler birikdirilen. Tok çeşmesinden gelýän 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 geçmeyär (*170-nji b surat*). Ýone 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 üzňüsiz aýlanýar.



170-nji surat.

Magnit meýdanynyň täsirinde aýlanma herekete getirilen tokly ramkanyň hereketi rotoryň oky arkaly başga mehanizmlere ýörite geçirilýär.

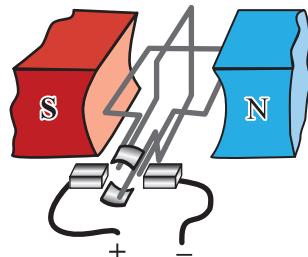
Amalda bir ramkaly rotordan ybarat bolan dwigateller ulanylmaýar. Çünkü, olarda ramkanyň aýlanyşy bir tekiz bolmaýar we ramkanyň rotoryň okuny aýlandyrmaǵa güýji ýetmeyär. Ramka magnit güýç çyzyklaryna perpendikulyar ýagdaýdan parallel ýagdaýa gelyänçe haýal we güýcsüz aýlanma hereketde bolýar.

171-nji suratda iki ramkaly elektrodwigateliň gurluşy görkezilen. Munda ramkalar bir-birine perpendikulyar edip bir oka mäkämlenýär.

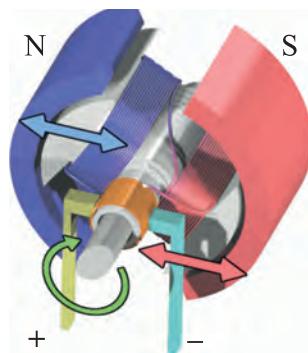
Kollektoryň örtükleri iki däl, eýsem, dört bolýar.

Iki ramkaly rotorda magnit güýç çyzyklaryna parallel ýerleşen birinji ramkadan tok geçende magnit meýdanynyň täsirinde ol perpendikulyar ýagdaýda bolmaga çalyşýar. Birinji ramka perpendikulyar ýagdaýda bolanda parallel ýagdaýdaky ikinji ramkadan tok geçýär we ol perpendikulyar ýagdaýa gelmäge çalyşýar. Şeýdip ramkalar rotory bir tekiz aýlandyrýýar.

Dwigateliň kuwwatyny artdyrmak üçin tehnikada ulanylýan dwigateliň rotory köp ramkaly bolup, ramkanyň sargylary demir silindr ýaryklaryna ýerleşdirilýär. Munda demir silindr özen we zipesini 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.

orňaşdyrylan bolýär. Kärhanalarda elektrik dwigatelliň dörlü stanoklary we maşynlary herekete getirýär. Oba hojalygynda elektrik dwigatellerinden nasoslary, galla üweýän maşynlary, elewatorlary ýöremetk üçin peýdalanylýar.

Transportda elektrik dwigatelliň tramwaýlary, trolleybuslary, metro otlulalaryny we elektrowozlary herekete getirýär.

Elektrik dwigatelliň dörlü ugurlarda giň ulanylmagy adamyň zähmetini aňsatlaşdyryp, işinde amatlyk döretdi.



1. Hemişelik toguň elektrik dwigateliň haýsy görnüşdäki energiýa nähili görnüşdäki energiýa öwrülýär?
2. Elektrik dwigateliň gurluşyny düşündirip beriň.
3. Elektrik dwigateliň işleýiň prinsipini aýdyp beriň.
4. Elektrik dwigatel nähili artykmaçlyklara eýe?
5. Elektrik dwigateliň ulanylyşy barada nämeleri bilýärsiňiz?



Elektrik dwigateli bilen işleýän elektrik esbaplaryň (meselem, elektrik päki, wentilýator, magnitofon, tикин ýа-da geýim ýuwýan maşyny) elektrik dwigatelini gözden geçirip we pikirleriňizi depderiňize ýazyň.

60-§

MESELELER ÇÖZMEK

1-nji mesele. Induksiýasy 0,6 T bolan magnit meýdanynda induksiýa çyzyklaryna dik ýagdaýda $2 \cdot 10^7$ m/s tizlik bilen hereketlenýän protona nähili güýç täsir edýär?

Berlen:

$$\begin{aligned}B &= 0,6 \text{ T} \\v &= 2 \cdot 10^7 \text{ m/s} \\q &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}\end{aligned}$$

Tapmaly:
 $F = ?$

Formulası:

$$\begin{aligned}F &= q v B; \\[F] &= C \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{T} = \\&= C \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = \text{N}.\end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned}F &= 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^7 \cdot 0,6 \text{ N} = \\&= 1,92 \cdot 10^{-12} \text{ N} = 1,92 \text{ pN}.\end{aligned}$$

Jogaby: $F = 1,92 \text{ pN}$.

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:

$$\begin{aligned}v &= 3,5 \cdot 10^7 \text{ m/s} \\B &= 0,2 \text{ T} \\F &= 3,36 \text{ pN} = 3,36 \cdot 10^{-12} \text{ N.}\end{aligned}$$

Tapmaly: $q = ?$

Formulası:

$$\begin{aligned}F &= q v B; \\[q] &= \frac{\text{N}}{\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}} = \text{A} \cdot \text{s} = \text{C}.\end{aligned}$$

Hasaplamak:

$$\begin{aligned}q &= \frac{3,36 \cdot 10^{-12}}{3,5 \cdot 10^7 \cdot 0,2} \text{ C} = \\&= 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}.\end{aligned}$$

Jogaby: $q = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

27-nji gönükmek

- 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. Oňa 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 ÜCIN TEST ÝUMUSLARY

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 meyele gelýär?

A) elektrik meydany; B) magnit meydany;
C) elektromagnit meýdan; D) grawitasion meýdan.

3. Suratda 4 jübüt tok geçiş ugurlary görkezilen. Haýsy ýagdayda olar özara dartyşar?

A) $\uparrow\downarrow$; B) $\rightarrow\leftarrow$; C) $\downarrow\downarrow$; D) $\rightarrow\downarrow$.

4. Suratda 4 jübüt tok geçiş ugurlary görkezilen. Haýsy ýagdayda olar özara itekleşer?

A) $\uparrow\downarrow$; B) $\rightarrow\rightarrow$; C) $\downarrow\downarrow$; D) $\rightarrow\downarrow$.

5. Magnit meydanyň induksiýa çyzyklaryna dik ugurda elektron we proton ucup 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 artdyryar; B) tizligini kemeldýär;
C) tizligini üýtgetmeýär; D) tizligiň ugrunu 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 meýdanyndan 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 NETİJELER

Hemişelik magnit	Özuniň magnit arýratynlygyny uzak wagt ýitirmeyän jisimler.
Magnit meýdany	Hemişelik magnit, magnitlenen jisimler ýa-da elektrik togy geçýän geçirijiniň daşynda bolýar.
Magnit güýç çyzyklary	Magnit güýç çyzyklary magnitiň demirgazyk polýusyndan çykyp, günorta polýusyna girýän ýapyk çyzykdan ybarat.
Magnitiň polýuslary	Magnitleriň günorta polýusy S harpy bilen, demirgazyk polýusy N harpy bilen belgilenýär. Magnit güýç çyzyklarynyň ugry hökmünde N polýusdan S polýusa tarap ugur kabul edilen.
Ýeriň günorta magnit polýusy	75° demirgazyk giňlik we 99° günbatar uzynlygyň golaýynda, Ýer şarynyň demirgazyk geografik polýusyndan takmynan 2 100 km uzaklykda ýerleşen.
Demirgazyk magnit polýusy	Ýeriň günorta geografik polýusynyň golaýynda bolup, 66,5° günorta giňlikde we 140° gündogar uzynlykda ýerleşen.
Amper güýji	Magnit meýdany tarapyndan şu meydanda ýerleşen tokly geçirijiniň bölegine täsir edýän güýje, toguň güýjüne, geçirijiniň uzynlygyna hem-de magnit induksiyasyna proporsional bolýar, ýagny: $F = B I \Delta l$.
Göni toguň magnit meýdanynyň güýç çyzyklary	Eger burawyň öňe gitme hereketiniň ugry geçirijidäki toguň ugrünnda bolsa, burawyň dessesiniň aýlanma ugry şu toguň magnit güýç çyzyklarynyň ugrünү görkezýär.
Elektromagnit	Demir özene birnäçe gat edip izolirlenen geçiriji (sim) dolap alnan tegek.
Lorens güýji	Magnit meýdanynda hereketlenýän zarýadlanan bölejige şu meýdan tarapyndan täsir edýän güýç: $F_L = q v B.$
Çep el düzgüni	Çep eliň aýasyny oňa magnit güýç çyzyklary girýän edip saklap, dört barmak toguň ugry boýunça saklap durulsa, 90° -a gerilen baş barmak geçirijä täsir edýän güýjün ugrünү görkezýär.

GÖNÜKMELERİŇ JOGAPLARY

I bap

1-nji gönükmə. 1. $q_e = -4,8 \cdot 10^{-19}$ C; $q_p = +4,8 \cdot 10^{-19}$ C. 2. $m = 5,46 \cdot 10^{-30}$ kg.

3. $q_e = -1,28 \cdot 10^{-18}$ C; $m = 7,28 \cdot 10^{-30}$ kg.

2-nji gönükmə. 1. $F = 11,52$ mN. 2. $q = 10$ nC. 3. $r = 6$ cm. 4. $\approx 4,2 \cdot 10^{42}$ esse.

3-nji gönükmə. 1. $q = 5,2$ pC. 2. $N = 2,5 \cdot 10^{10}$. 3. $q = 4 \cdot 10^{-6}$ C. 4. 1,8 esse artýar.

5. $r = 10$ cm. 6. $N \approx 10^{11}$ sany. 7. $F = 10$ μ N. 8. $F = 9$ mN.

4-nji gönükmə. 1. $E = 10^4$ N/C. 2. $F = 60$ μ N. 3. $E = 160$ N/C. 4. $r = 6$ cm

5-nji gönükmə. 1. $E = 400$ N/C. 2. $q = 6$ nC. 3. $N = 8 \cdot 10^{11}$ sany. 4. $E = 3000$ N/C.

5. $\varepsilon = 2$. 6. $m = 4,5 \cdot 10^{-18}$ kg. 7. $E = 3000$ N/C.

II bap

6-njy gönükmə. 1. $U = 3$ V. 2. $A = 50$ J. 3. $q = 50$ C. 4. $N = 5 \cdot 10^{19}$ sany.

7-nji gönükmə. 1. $I = 0,1$ A. 2. $q = 9$ C. 3. $q = 48$ C; $N = 3 \cdot 10^{20}$ sany.

4. $m \approx 2,7$ nkg. 5. $U = 5$ V. 6. $t = 20$ minut. 7. $q = 6000$ C.

8. $q = 72$ C; $N = 4,5 \cdot 10^{20}$ sany. 9. $A = 1200$ J. 10. $U = 4$ V.

8-nji gönükmə. 1. $R = 0,85$ Ω . 2. Nikelin. 3. $R_1/R_2 = 300$. 4. $l = 2,5$ m.

5. $S = 0,5$ mm². 6. Üýtgemeýär. 7*. $V = 27,5$ cm³.

9-njy gönükmə. 1. $I = 0,1$ A. 2. $U = 220$ V. 3. $U = 6$ V. 4. $I = 0,2$ A.

5. $l = 10$ m. 6*. $I = 40$ mA.

10-njy gönükmə. 1. $R = 1,5$ Ω . 2. $I = 0,2$ A. 3. $n = 1,25 \cdot 10^{19}$ sany. 4. $l = 5$ m.

5. $U = 165$ V. 6. $I = 2,5$ A. 7. Simiň garşylygy 4 esse artýar.

11-nji gönükmə. 1. $U_1 = 2$ V; $U_2 = 4$ V; $R = 15$ Ω ; $U = 6$ V. 2. $I = 0,2$ A;

$U_1 = 0,8$ V; $U_2 = 2$ V; $U_3 = 3,2$ V. 3. $U_1 = 165$ V; $U_2 = 55$ V.

4. $U_{AB} = 45$ V.

12-nji gönükmə. 1. $R = 2$ Ω . 2. $R = 5$ Ω . 3. $I = 0,8$ A. 4. $R = 24$ Ω ; $I = 1,5$ A.

5. $I_2 = 1,8$ A.

13-nji gönükmə. 1. $R = 3$ Ω . 2. $I = 3$ A; $U = 15$ V 3. $I = 1,2$ A.

14-nji gönükmə. 1. 2,1 esse artýar. 2. $C = 1,25$ μ F. 3. $q = 1,2$ μ C.

4. $C = 4,425$ pF. 5. $U = 14$ V.

15-nji gönükmə. 1. $C_{um} = 16$ μ F; $q_1 = 36$ μ C; $q_2 = 60$ μ C; $q_3 = 96$ μ C. 2. $C = 6$ μ F.

3. 4 esse artýar. 4. Hawa, mümkün. 1-nji we 2-nji kondensatorlar parallel, olara 3-nji kondensator yzygider birikdirilýär.

16-njy gönükmə. 1. $\varepsilon = 3$. 2. $q = 0,53$ nC. 3. $d = 5$ mm.

4. 4 sany sygymy 30 pF we 3 sany sygymy 70 pF. 5. $U = 7$ V.

III bap

17-nji gönükmə. 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 gönükmə. 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. Yyladyjylar parallel birikdirilende suw tizrak ýylaýar, çünki
geçirijiler parallel birikdirilende zynjyryň garşylygy kemelyär
we zynjyr arkaly tok köpräk geçýär.

19-njy gönükmə. 1. $Q = 600 \text{ kJ}$. 2. $Q = 8712 \text{ kJ}$. 3. Nihrom.
4. $P = 3520 \text{ W}$. 5. $I = 2 \text{ A}$.

20-nji gönükmə. 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 gönükmə. 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 gönükmə. 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 gönükmə. 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 gönükmə. 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 gönükmə. 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 gönükmə. 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 gönükmədäki ýaly bolýar.
3. Çyzgynyň ýokary böleginde sag buraw düzgünine görä, magnit induksiýa wektory çyzgy tekizliginden biz tarapa dik ugrugan. Aşaky böleginde çyzgy tekizlige dik we biz tarapdan ugrugan.

27-nji gönükmə. 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 ÜÇİN TEST YUMUŞLARYNYŇ 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‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 2014.
2. N. Sh. Turdiyev. Fizika, 8-sinf darsligi. Toshkent. 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 выхаваннне», – 2013.
5. A.I. Ergashev, K.T. Suyarov, N.B. G‘afurov, R.Q. Choriyev. «Umumta’lim maktabalarida 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. В.И. Лукацик. Qiziqarli fizika. Savol va masalalar to‘plami. 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 zarýadlanyşy	4
2-§. Elektrik zarýady	9
3-§. Zarýadlaryň özara täsiri. Kulonyň kanuny	12
4-§. Meseleler çözmek	15
5-§. Elektrik meýdany.....	18
6-§. Geçirijilerde elektrik zarýadlarynyň paýlanyşy	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 güýjünü 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 İŞI WE KUWWATY

30-§. Elektrik togunyň işi	88
31-§. Elektrik togunyň kuwwaty	90
32-§. Meseleler çözmek	94
33-§. Laboratoriýa işi. Sarp edijiňiň (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. DÜRLİ GURŞAWLARDA ELEKTRIK TOGY

40-§. Metallarda elektrik togy	115
41-§. Suwuklyklarda elektrik togy	117

42-§. Elektroliz. Faradeyň birinji kanunu	120
43-§. Faradeyň ikinji kanunu	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 görnişleri 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 parametrlər	143
51-§. Yeriň 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. Iň ýonekeý 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
Feydalanylan edebiyatlar	171

O‘quv nashri

Po‘lat Qirgizboyevich Habibullayev, Ahmadjon Boydedayev,

Akbar Dalaboyevich Bahromov,

Jabbor Eshbekovich Usarov, Kusharbay Tashbayevich Suyarov,

Moxidilxon Kamaldojonovna Yuldasheva

FIZIKA

(*Turkman tilida*)

**Umumiyy 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 *K. Hallyýew*

Redaktor *J. Metýakubow*

Bezegçi-dizaýner *R. Zaparow*

Korrektor *J. Metýakubow*

Sahaplaýyj *Ý. Belýaskaýa*

Teksti ýýgan *S. Niýazowa*

Lisenziýa nomeri AI № 012. 20.07.2018.

Original-maketden çap etmäge 2019-nyj ýylyň 02-nji awgustynda rugsat edildi. Möçberi 70×100 1/16 Ofset çap ediliş usuly. «Times New Roman» garniturasy. Şertli çap listi 14,19.

Neşir listi. 13,9. 1 067 nusgada çap edildi. Buýurma № 171-19.

Özbegistan Respublikasynyň Prezidenti Administrasiýasynyň ýanyndaky Habar we köpçülilikleyin kommunikasiýalar agentliginiň «O‘qituvchi» neşiryat-çaphana döredijilik öyi.

Daşkent – 206, Ýunusabat tümeni, Ýangışäher köçesi, 1. Şertnama № 84-19.

Özbegistan Respublikasynyň Prezidenti Administrasiýasynyň ýanyndaky Habar we köpçülilikleyin kommunikasiýalar agentliginiň Gafur Gulam adyndaky neşiryat-çaphana döredijilik öýüniň çaphanasında çap edildi. Daşkent, 100129. Labzak köçesi, 86.

Käreñedesine berlen dersligiň ýagdaýyny görkezýän jedwel

T/n	Okuwçynyň ady, familiýasy	Okuw ýly	Dersligiň alnandaky ýagdaýy	Synp ýolbaş-çysynyň goly	Dersligiň tabşyrylan-daky ýagdaýy	Synp ýolbaş-çysynyň goly
1						
2						
3						
4						
5						

Derslik kärendesine berlip, okuw ýylynyň ahyrynda gaýtarylyp alnanda ýokardaky jedwel synp ýolbaşçysy tarapyndan aşakdaky baha bermek ölçeglerine esasanyllyp doldurylýar:

Täze	Dersligiň birinji gezek peýdalanmaga berlendäki ýagdaýy.
Ýagşy	Sahaby bütin, dersligiň esasy böleginden aýrylmandyr. Ähli sahypalary bar, ýyrtylmadyk, goparylmasdyk, sahypalarynda ýazgylar we çyzyklar ýok.
Kanagatlanarly	Kitabyň daşy ýenjilen, ep-esli çyzyylan, gyralary gädilen, dersligiň esasy böleginden aýrylan ýerleri bar, peýdalanyjy tarapyndan kanagatlanarly abatlanan. Goparylmasdyk sahypalary täzeden ýelmenen, käbir sahypalary çyzyylan.
Kanagatlanarsyz	Kitabyň daşy çyzyylan ýyrtylan, esasy böleginden aýrylan ýa-da bütinley ýok, kanagatlanarsyz abatlanan. Sahypalary ýyrtylan, sahypalary ýetişmeýär, çyzylyp taşlanan. Dersligi dikeldip bolmaýar.