www.idum.uz сайтидан юкланди

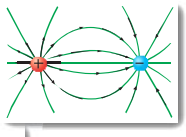
P. Habibullayev, A. Boydedayev, A. Bahromov,
J. Usarov, K. Suyarov, M. Yuldasheva

FIZIKA

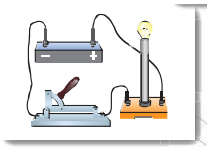
**Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
8-sinfi uchun darslik**

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan 3-nashri

*O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi vazirligi
tomonidan nashrga tavsiya etilgan*



ELEKTR ZARYAD
ELEKTR MAYDON



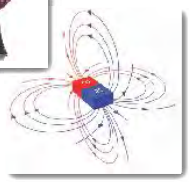
ELEKTR TOKI



ELEKTR TOKINING ISHI
VA QUVVATI



TURLI MUHITLARDA
ELEKTR TOKI



MAGNIT MAYDON

«O‘QITUVCHI» NASHRIYOT-MATBAA IJODIY UYI
TOSHKENT – 2019

www.idum.uz сайтидан юкланди

UO‘K:53(075.3)=512.133
KBK 22.3-721
F 58

Maxsus muharrir:

K.Tursunmetov fiz.-mat. fanlari doktori, O‘zbekiston Milliy universiteti professori.

Taqrizchilar:

B. Nurillayev – Nizomiy nomidagi TDPU dotsenti, ped.fan.nomzodi;
A. Raxmanov – Xorazm viloyati Hazorasp tumanidagi 25-maktabning oliy toifali fizika fani o‘qituvchisi, «Metodist o‘qituvchi»;
Z. Sangirova – RTM «Aniq va tabiiy fanlar» bo‘limi fizika fani metodisti;
D. Achilov – Navoiy viloyati Karmana tumanidagi 21-sonli maktabning oliy toifali o‘qituvchisi, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan yoshlar murabbiysi;
I. Raupov – Buxoro viloyati G‘ijduvon tumanidagi 27-maktabning oliy toifali fizika fani o‘qituvchisi, «Shuhrat» medali sohibi;
U. Alimuhamedova – Yunusobod tumanidagi 9-IDUM fizika fani o‘qituvchisi;
J. Raxmatov – Bektemir tumanidagi 289-maktabning 1-toifali fizika fani o‘qituvchisi;
F. Norqobilov – Sergeli tumanidagi 303-maktabning fizika fani o‘qituvchisi.

Shartli belgilar:

– fizik kattaliklarga ta’rif; asosiy qonunlar;
– muhim formulalar;
– savollarga javob bering;
– eslab qoling;
– amaliy topshiriqlarni bajaring va daftaringizga yozing;
* – yechilishi nisbatan murakkab bo‘lgan masalalar.

Habibullayev P. va boshqalar.
F 58 **Fizika.** Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 8-sinfi uchun darslik /P. Habibullayev va [boshq]. – T.: «O‘qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2019. – 176 b.

UO‘K:53(075.3)=512.133
KBK 22.3-721

Respublika maqsadli kitob jamg‘armasi mablag‘lari hisobidan chop etildi.

© P. Habibullayev va boshq.
© Original-maket «Davr nashriyoti» MChJ, 2019
© «O‘QITUVCHI» NMIU, 2019

ISBN 978-9943-5749-1-5

www.idum.uz сайтидан юкланди

KIRISH

Kundalik turmushni elektr energiyasisiz tasavvur qilib bo‘lmaydi. Jumladan, uyimizdagi lampochka, televizor, muzlatgich, radio, dazmol, elektr choynak, kompyuter kabi jihozlarning barchasi elektr energiyasi hisobiga ishlaydi.

Turli zavod va fabrikalar, ishlab chiqarish korxonalari hamda muassasalarda ham elektr energiyasidan foydalaniladi. Xullas, elektr energiyasi hayotimizning ajralmas qismiga aylangan. Umuman olganda, elektrning kashf qilinishi va undan foydalanish imkoniyatlari mislsiz taraqqiyotga sababchi bo‘ldi. Turmushimiz yanada farovon bo‘lishi uchun elektrotexnika, radiotexnika, elektronika, avtomatika, axborot texnologiyasi, nanotexnologiyalar kabi sohalarda olimlar, muhandislar va boshqa soha mutaxassislari izlanishlar olib bormoqdalar. Olimlar va muhandislar tomonidan qilingan yangi kashfiyotlar natijasida bu tarmoqlar yanada yuksalmoqda. Shu bois, elektr haqida ma’lumotlarga ega bo‘lish uchun siz fizika darslarida elektr hodisalari, elektr va magnit maydon, elektr toki, elektromagnit hodisalarni o‘rganasiz hamda elektr energiyani ishlab chiqarish va uzatish, oddiy elektr asbob va qurilmalarning ishlash prinsipi bilan tanishasiz.

Elektryoritgich asboblari	
Elektrisitgich asboblari	
Elektromexanik asboblar	

www.idum.uz сайтидан юкланди

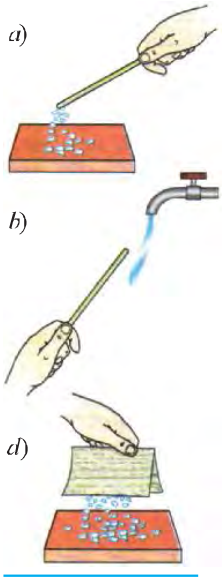
I BOB
ELEKTR ZARYAD. ELEKTR MAYDON

1-§ JISMLARNING ZARYADLANISHI

Elektr hodisasi haqida dastlabki ma'lumotlar

Plastmassadan yasalgan taroq yoki ruchkani sochingizga ishqalab, maydalangan qog'ozga yaqinlashtiring. Ularning qog'oz qiyqimlarini o'ziga tortganini ko'rasiz. Shisha tayoqchani qog'oz varag'iga ishqalab qo'limizga yaqinlashtirsak, chirsillagan tovush eshitiladi, qorong'ida esa mayda uchqunlar ko'rinadi. Bunday hodisalarni insonlar qadim zamonlardayoq payqaganlar va ularga o'z munosabatlarini bildirishgan. Qadimgi yunon olimi **Fales Miletskiy** (mil. avv. 625–547) mo'ynaga ishqalangan ba'zi jismlar yengil narsalarni o'ziga tortishini yozib qoldirgan. Buyuk bobokalonimiz **Abu Rayhon Beruniy** (973–1048) ham elektr hodisalari haqida risolalar yozib qoldirgan.

Juda qadim zamonlarda Yunonistonda o'sgan ignabargli daraxtlar qoldig'ining toshga aylangan yelimi (smola) ni yunonlar «elektron» deb atashgan. Elektr so'zi ham shundan kelib chiqqan.



1-rasm.

Yunonlar «elektron» deb atashgan yelimni ruslar «yantar», sharq xalqlari esa «kahrabo» deb atashgan.

Kahrabo so'zi forscha so'z bo'lib, somon tortuvchi ma'nosini anglatadi. Haqiqatan ham, mo'ynaga ishqalangan kahrabo somon bo'laklarini o'ziga tortadi. Ishqalangandan keyin boshqa jismlarni o'ziga tortadigan jism *elektrlangan yoki elektr zaryadlangan jism deb ataladi.* Elektrlangan jismlarga qattiq jismlar singari, boshqa holatdagi moddalar ham tortiladi. Masalan, elektrlangan tayoqcha mayda qog'oz bo'laklarini (*1-a rasm*), jildirab tushayotgan suvni ham o'ziga tortadi (*1-b rasm*).

Shisha tayoqcha shoyiga ishqalanganda faqat tayoqcha emas, shoyining o'zi ham yengil buyumlarni o'ziga tortish xossasiga ega bo'lib qoladi (*1-d rasm*).

Demak, ikki jism bir-biriga ishqalanganda ularning har ikkalasi ham elektrlanadi.

ABU RAYHON BERUNIY (973–1048)

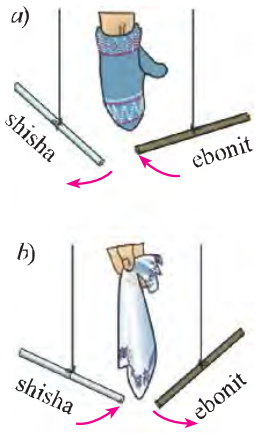


Geodeziya asoschisi sifatida dunyoga tanilgan buyuk astronom, matematik, geograf, farmakolog va tarixchi-qomuschi olim. U qadimiy Xorazmning Kot shahrida tug‘ilgan.

Beruniy modda tuzilishi, jismlarning zaryadlanishi, moddalarning joylashuviga Yer massa markazining ta’siri xususida Aristotel g‘oyalarini ilmiy asoslagan. Oy krateri va Quyosh sistemasidagi 1986-yilda kashf qilingan kichik sayyoraga Beruniy nomi berilishi bobokalonimizga bo‘lgan dunyo ahlining e’tirofidir.

Elektrlanishning ikki turi

Turli xil jismlar o‘zaro ishqalanganda ularning turli xil zaryadlanishi va turli xil ta’sirlashishi kuzatiladi. Masalan, ebonit tayoqchani[1] mo‘yna qo‘lqopga, shisha tayoqchani esa, shoyi matoga ishqalab zaryadlaymiz. Tayoqchalarni ipga osib, ularga qo‘lqopni yaqinlashtirsak, shisha tayoqcha qochadi, ebonit tayoqcha esa unga tortiladi *(2-a rasm)*. Endi tayoqchalarga shoyi matoni yaqinlashtirsak, aksincha, shisha tayoqcha unga tortiladi, ebonit tayoqcha esa undan qochadi *(2-b rasm)*. Shisha tayoqchaning mo‘yna qo‘lqopdan qochishi va ayni paytda uning shoyi matoga tortilishi jismlarning turli xil elektrlanishining natijasidir. Bir-biridan qochuvchi elektrlangan jismlarni bir xil ishorali, o‘zaro tortishuvchi jismlarni esa, har xil ishorali zaryadlangan deb atash qabul qilingan.

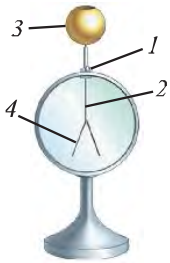


2-rasm.

Elektrlanishning ikki turi mavjud: shoyiga ishqalangan shisha tayoqcha musbat (+) ishorali, mo‘ynaga ishqalangan ebonit tayoqcha manfiy (–) ishorali elektrlanib qoladi.

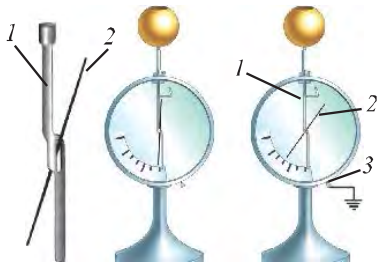
[1] *Ebonit tayoqcha* bu oltingugurt aralashtirilgan kauchuk (qattiq rezina)dan tayyorlangan.

Bir xil ishorali elektrlangan jismlar bir-biridan itariladi, turli ishorali elektrlangan jismlar esa, bir-biriga tortiladi.



3-rasm.

Jismlarning elektrlanganligini kuzatish uchun elektroskopdan foydalaniladi. «Elektroskop» so‘zi yunoncha «elektron» va «skopeo»[1] so‘zlaridan olingan. Eng sodda elektroskop 3-rasmda tasvirlangan. Unda metall gardishga o‘rnatilgan plastmassa tiqin (*1*) orqali metall sterjen (*2*) o‘tkazilgan. Sterjenning yuqori uchiga sharcha (*3*) o‘rnatilgan, pastki uchiga esa folga yaproqchalari (*4*) osilgan. Gardishning ikkala tomoni oyna bilan berkitilgan. Elektroskopning sharchasiga zaryadlangan jism tekkizilsa, uning yaproqlari ochiladi, chunki uning yaproqchalari bir xil zaryadlanadi.



4-rasm.

Jismlarning elektrlanganlik darajasini aniqlash, zaryadlanish darajasini taqqoslashda elektrometrdan foydalaniladi (*4-rasm*).

Elektrometrda metall sterjen (*1*) ga aylanuvchi strelka (*2*) o‘rnatilgan. Sterjen va ko‘rsatkichni tashqi ta’sirlardan himoya qilish uchun metall g‘ilof (*3*) yerga ulanadi.

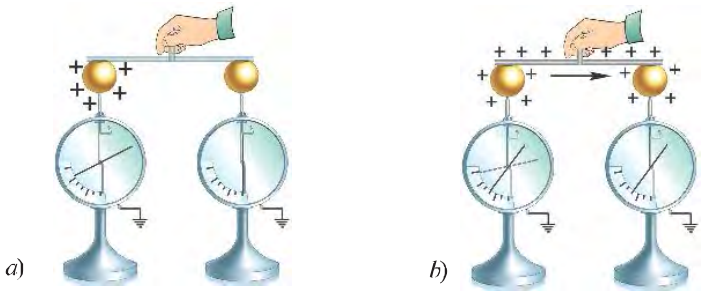
Elektrometr **– jismlarning elektrlanganlik darajasini ko‘rsatuvchi asbob.**

Elektrometr ichiga mahkamlangan aylanuvchi strelka o‘qi atrofida erkin harakatlana oladi. Sharcha elektrlanganda sterjen va ko‘rsatkich bir xil ishorali elektrlanadi. Natijada ko‘rsatkich sterjendan itariladi. Ko‘rsatkichning holatiga qarab, sharchaning elektrlanganlik darajasini aniqlash mumkin.

Elektr o‘tkazgichlar va dielektriklar

Ikkita bir xil elektrometr olaylik. Ulardan birining sharchasi zaryadlangan bo‘lsin. Ularni yonma-yon qo‘yib, elektrometrlarning sharchalarini shisha tayoqcha bilan o‘zaro ulaylik. Elektrlangan elektrometrning ko‘rsatishi o‘zgarmaydi

[1] *«Skopeo»* – «kuzatmoq», «payqamoq» so‘zlaridan olingan.



5-rasm.

(5-a rasm). Demak, undagi elektr zaryadlari ikkinchi elektrometrga shisha tayoqcha orqali o‘tmaydi. Bunga sabab, shisha elektrni o‘tkazmasligidir.

O‘zidan elektrni o‘tkazmaydigan moddalar dielektriklar deb ataladi. Dielektriklardan tayyorlangan buyumlar esa izolatorlar deyiladi.

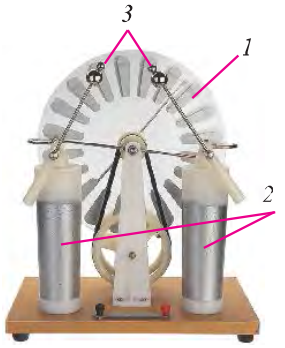
«Dielektrik» yunoncha so‘z bo‘lib, «o‘tkazmas» degan ma’noni bildiradi. «Izolator» esa lotincha «izolaro» so‘zidan olingan bo‘lib, «yakkalangan» degan ma’noni anglatadi. Dielektriklarga barcha turdagi shishalar, plastmassalar, rezina, kauchuk, sopol, havo kabilar kiradi.

Endi elektrometrlarning sharchalarini metall tayoqcha bilan o‘zaro tutashtiraylik. Birinchi elektrometr sharchasidagi elektr zaryadining bir qismi ikkinchi elektrometrning sharchasiga o‘tadi. Natijada birinchi elektrometrning ko‘rsatishi kamayadi, ikkinchi elektrometrning ko‘rsatkichi harakatga kelib, unda zaryad paydo bo‘lganligini anglatadi *(5-b rasm).* Demak, metallar elektrni yaxshi o‘tkazadi.

Elektrni o‘zidan o‘tkazuvchi moddalar elektr o‘tkazgichlar deb ataladi.

Elektrofor mashina

Elektrlangan tayoqcha zaryadlanmagan jismga tekkizilsa, u zaryadsizlanib qoladi. Jismlarda zaryadlarni to‘xtovsiz hosil qilish uchun zaryadlarni ta’minlab beruvchi qurilma zarur. Uzluksiz ravishda zaryadlarni hosil qilib turadigan qurilma



6-rasm.

ingliz olimi **Jeyms Uimsxyorst** (1832–1903) tomonidan kashf qilingan. Bu asbob elektrofor mashina deb ataladi *(6-rasm)*.

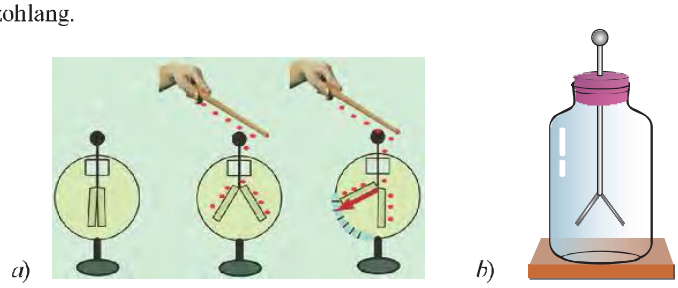
Elektrofor mashina dastagi aylantirilganda, uning ikki diski (*1*) qarama-qarshi tomonga aylanadi. Aylanayotgan disklar cho‘tkalarga ishqalanishi natijasida ularda qarama-qarshi ishorali zaryadlar hosil bo‘lib, bu zaryadlar «Leyden bankasi» (*2*) deb ataluvchi ikki silindrda to‘planadi. Jismlarni elektrofor mashinaning metall sharchalariga (*3*) tekkizib, ularni zaryadlash mumkin bo‘ladi.



1. Elektr o‘tkazgichlar deb qanday moddalarga aytiladi? Unga misollar keltiring.
2. Jismlar bir-biriga ishqalanganda ular qanday zaryadlanadi?
3. Elektrofor mashinada zaryadlar qanday hosil qilinadi?
4. Jismlar bir-biriga jipslashtirilganda ularda zaryad ko‘chishi ro‘y beradimi?
5. Jismlarning elektrlanganligini tajribada qanday payqash mumkin?
6. Jismlarning bir xil zaryadlanganligini qanday isbotlash mumkin?



1. 7-*a* rasmda keltirilgan asboblarning holati va farqli tomonlarini tushuntiring. Berilgan har bir rasmni izohlang.
2. Elektroskop yasang. Buning uchun plastmassa qopqoqli (shisha banka) idish oling (7-*b* rasm). Uning qopqog‘ini o‘rtasidan teshing va aluminiy simni o‘tkazing. Simning banka ichidagi qismiga yengil folga qog‘ozi yaproqchalarini ikkiga buklagan holda, erkin harakatlanadigan qilib joylashtiring. Folga qog‘ozdan sharcha yasab, uni rasmda ko‘rsatilgandek simning tashqaridagi uchiga mahkamlang. Plastmassadan yasalgan taroqni sochga ishqalab folga sharchaga tekkizing. Yaproqchalar ochiladi. Jarayonni izohlang.



7-rasm.

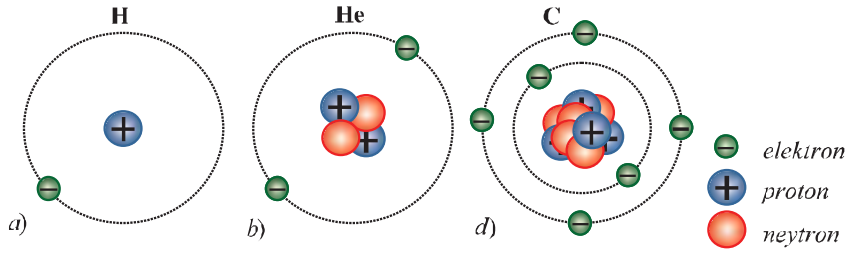
2-§ ELEKTR ZARYAD

Atom tuzilishi

Yunon olimlari tabiatdagi barcha jismlar atomlardan tashkil topgan deb hisoblaganlar. «Atom» so‘zini fanga yunon mutafakkiri Demokrit (mil. avv. 460–370-y.) kiritgan. Bu so‘z «bo‘linmas» degan ma’noni bildiradi. XX asrga kelib olimlar atomning ham bo‘linishi mumkinligini va u murakkab tuzilishga ega ekanligini aniqladilar. 1911-yilda ingliz fizigi Ernest Rezerford tajriba asosida atom tuzilishining modelini kashf etdi.

Atom markazida yadro joylashgan bo‘lib, u musbat zaryadlangan proton va zaryadlanmagan neytronlardan tashkil topgan. Atom yadrosi atrofida orbita bo‘ylab manfiy zaryadlangan elektronlar harakat qiladi.

Atomdagi elektronlar soni protonlar soniga teng bo‘ladi. Masalan, vodorod (H) atomining yadrosi faqat 1 ta protondan iborat bo‘lib, yadro atrofida ham faqat 1 ta elektron harakatlanadi (*8-a rasm*). Geliy (He) atomida 2 ta proton, 2 ta elektron va 2 ta neytron mavjud (*8-b rasm*). Uglerod atomi esa 6 ta proton, 6 ta elektron va 6 ta neytrondan tashkil topgan (*8-d rasm*). Kimyoviy element atomida proton va elektronlar soni teng bo‘lsa, ular elektr jihatdan neytral bo‘ladi.

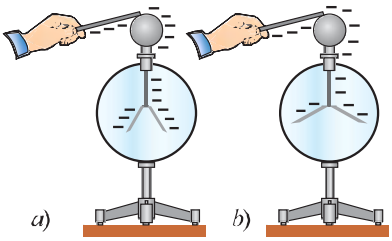


8-rasm.

Elektr zaryad haqida tushuncha

Elektr, jismlarning elektrlanishi, elektr toki kabi tushunchalarni juda ko‘p eshitgansiz hamda elektr jihozlaridan muntazam ravishda foydalanib kelasiz.

Xo‘sh, barchasining asosini tashkil etuvchi elektr zaryadining o‘zi nima?



9-rasm.

Ebonit tayoqchani elektrlab, elektroskop sharchasiga tekkizilsa, uning yaproqchalari ochiladi *(9-a rasm)*. Tayoqchani yana bir bor mo‘ynaga ishqalab, sharchaga tekkizsak, uning yaproqchalari kattaroq burchakka ochiladi *(9-b rasm)*.

Demak, jismning elektrlanganlik darajasini o‘zgartirish mumkin.

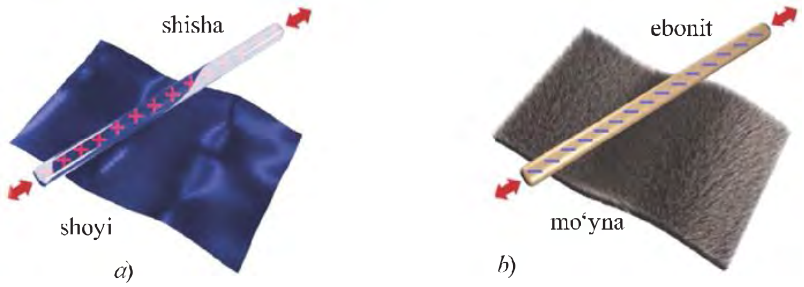
Jismlarning elektrlanganlik darajasini tavsiflovchi fizik kattalik *elektr zaryad* deb ataladi va *q* harfi bilan belgilanadi.

Xalqaro birliklar sistemasida elektr zaryadning birligi qilib *kulon* (C) qabul qilingan.

Tabiatda, avvalgi mavzuda aytilganidek, musbat ishorali va manfiy ishorali zaryadlar mavjud. Shoyiga ishqalangan shisha tayoqcha musbat zaryadlanadi, shoyining o‘zi esa manfiy zaryadlanib qoladi. Bunga sabab nima?

Sababi shuki, ishqalanish paytida shisha tayoqchadagi **elektronlarning** bir qismi shoyiga o‘tadi *(10-a rasm)*. Shoyida manfiy zaryadlar nisbatan ortib ketganligi sababli, shoyi manfiy zaryadlanib qoladi. Shisha tayoqchada esa musbat zaryadlar ortiq bo‘lganligi uchun tayoqcha musbat zaryadlanadi.

Mo‘ynaga ebonit tayoqcha ishqalanganda, mo‘yna atomlaridagi elektronlarning bir qismi ebonit tayoqchaga o‘tganligi sababli tayoqcha manfiy, mo‘yna esa musbat zaryadlanadi *(10-b rasm)*.



10-rasm.

Elektron, proton va ularning zaryadi

Qiymat jihatidan elektron zaryadiga teng bo‘lgan zaryad *elementar zaryad* deb ataladi.

Elementar zaryad e harfi (elementar so‘zining bosh harfi) bilan belgilanadi. Bitta elektronning zaryadi

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

ga, bitta protonning zaryadi esa $q_p = +1{,}6 \cdot 10^{19}$ C ga teng. Demak, elektron va protonning zaryadlari miqdor jihatdan o‘zaro teng bo‘lib, ular bir-biridan faqat ishoralari bilan farq qiladi. Tabiatdagi barcha zaryadlangan jismlarning zaryadi elementar zaryadga karrali bo‘ladi. Agar bir jismdan ikkinchi jismga N ta elektron o‘tgan bo‘lsa,

$$q = \text{N} \cdot e$$

birinchi jism $-(\text{N} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19})$ C zaryadga, ikkinchi jism esa xuddi shunday manfiy zaryadga, ya’ni $-(\text{N} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{19})$ C ga ega bo‘lib qoladi. Elektronning massasi $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{31}$ kg va protonning massasi $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{27}$ kg ga teng.



1. Atom tuzilishini tushuntirib bering.
2. Vodorod, geliy va uglerod atomlari qanday tuzilishga ega?
3. Elektr zaryad deb nimaga aytiladi?

1-mashq

1. Litiy atomidagi elektronlar va protonlar zaryadlari miqdorini aniqlang.
2. Uglerod atomidagi jami elektronlarning massasi qancha?
3. Kislorod atomidagi jami elektronlar zaryadi va massasini hisoblang.



1. Havo bilan to‘ldirilgan shar sochga ishqalab quruq devorga tekkizilganda uning devorga yopishib qolishi sababini tushuntiring.
2. Shoyi matoga shisha tayoqcha ishqalanganda *(11-rasm)* ulardagi zaryadli zarralar miqdori qanday o‘zgaradi? Uni quyidagi jadvalda ko‘rsating:

a) shoyi matodagi elektronlar soni	*b*) shisha tayoqchadagi protonlar soni



11-rasm.

Bunda atomlar almashinishi ro‘y bermagan deb hisoblang.

3-§ ZARYADLARNING O‘ZARO TA’SIRI. KULON QONUNI

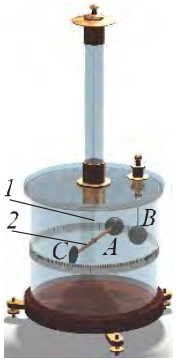
Kulon tajribalari

Elektrlangan jismlar bir-biriga tegmasdan ma’lum masofada turib ham ta’sirlashadi. Bu hodisani 1785-yilda fransuz olimi Sharl Kulon tajribada kuzatdi.

SHARL KULON (1736–1806)



Fransuz fizik olimi. Kulon 1770–1789-yillar mobaynida elektromagnit va mexanik hodisalar borasida tadqiqotlar olib borgan. Elektr va magnit qutblarining o‘zaro ta’siri, elektr zaryadlarining o‘tkazgich sirti bo‘ylab joylashish qonuniyatlari – uning fanga qo‘shgan ulkan hissasidir.



12-rasm.

Zaryadlangan jismlarning o‘zaro ta’siri buralma tarozi yordamida o‘rganilgan (*12-rasm*). Buralma tarozida ingichka elastik simga (*1*) shisha sterjen (*2*) osilgan. Sterjenning bir uchiga *A* metall sharcha, ikkinchi uchiga *C* posangi (muvozanatlovchi jism) mahkamlangan. *B* metall sharcha esa tarozining qopqog‘iga qo‘zg‘almas qilib mahkamlangan. Sharchalar bir xil ishorali (+), (+) zaryadlanganda *A* sharcha *B* sharchadan itariladi, turli (–), (+) ishorali zaryadlanganda esa tortiladi.

A sharcha harakatga kelganda u osilgan sim buraladi. Sharchalarning o‘zaro ta’sir kuchi simning burilish burchagiga qarab aniqlanadi. Kulon sharchalar orasidagi masofani turlicha qilib tajribalar o‘tkazgan. Bunda zaryadlangan sharchalarning o‘zaro ta’sir kuchi (F) ular orasidagi masofa (r) ning kvadratiga teskari proporsional ekanligi aniqlangan:

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

Zaryadlangan sharga xuddi shunday o‘lchamdagi zaryadlanmagan shar tekkizilsa, zaryadlar teng ikkiga bo‘linadi. Shu asosda Kulon tajriba jarayonida sharchalarning zaryadini 2, 4, 8 va hokazo marta kamaytirib borgan. Tajriba natijalari sharchalar orasidagi F ta’sir kuchi A va B sharchalardagi q_1 va q_2 zaryad miqdorlarining ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional ekanligini ko‘rsatgan, ya’ni:

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

Kulon qonuni

O‘zaro ta’sirlashayotgan jismlarni nuqtaviy zaryad deb olaylik. ***Nuqtaviy zaryad*** deb, o‘lchami va shakli hisobga olinmaydigan zaryadlangan jismga aytiladi. (1) va (2) munosabatlarni umumlashtirib Kulon nuqtaviy zaryadlarning o‘zaro ta’sir kuchi formulasini quyidagicha ifodaladi:

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

bunda k – proporsionallik koeffitsiyenti, $|q_1|$ va $|q_2|$ q_1 va q_2 zaryadlarning modullari, ya’ni zaryadlarning ishorasi hisobga olinmagan holdagi miqdori.

Vakuumda joylashgan ikki qo‘zg‘almas nuqtaviy elektr zaryadlarining o‘zaro ta’sir kuchi ularning zaryad miqdorlari ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir.

Qo‘zg‘almas zaryadlangan jismlar o‘zaro ta’sirini ifodalovchi bu qonun Kulon qonuni deb, o‘zaro ta’sir kuchi esa *Kulon kuchi* yoki *elektrostatik kuch* deb yuritiladi. Ikki zaryadning o‘zaro ta’sirida ikkinchi zaryad birinchi zaryadga qanday $F_{1,2}$ kuch bilan ta’sir etsa, birinchi zaryad ham ikkinchi zaryadga xuddi shunday miqdordagi $F_{2,1}$ kuch bilan ta’sir ko‘rsatadi. Nyutonning uchinchi qonuniga ko‘ra, bu kuchlar miqdor jihatdan teng va o‘zaro qarama-qarshi yo‘nalgan, ya’ni:

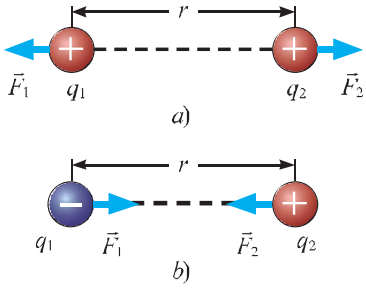
$$F_{1,2} = -F_{2,1}\,. \qquad (4)$$

Elektrostatik kuchning yo‘nalishi ta’sirlashayotgan zaryadlarning ishorasiga bog‘liq bo‘ladi. Bir xil ishorali zaryadlar bir-biridan itariladi. Bunda kuch nuqtaviy zaryadlar markazini tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tashqariga yo‘nalgan bo‘ladi (*13-a rasm*).

Turli ishorali zaryadlar esa bir-biriga tortiladi. Bunda kuch zaryadlar markazini tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab, ichkariga yo‘nalgan bo‘ladi (*13-b rasm*).

Kulon kuchi formulasi (3) da k quyidagicha ifodalanadi:

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



13-rasm.

Proporsionallik koeffitsiyenti k ning qiymati

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

ga teng bo‘lib, uning fizik ma’nosi quyidagidan iborat. Zaryadlari bir kulondan bo‘lgan ikkita nuqtaviy zaryad vakuumda bir-biridan 1 metr masofada turganda, ular $F = 9 \cdot 10^9$ N kuch bilan ta’sirlashadi.

Masala yechish namunasi

Bir-biridan 10 cm masofada turgan sharchalardan birining zaryadi $-2 \cdot 10^{-8}$ C, ikkinchisining zaryadi esa $3 \cdot 10^{-8}$ C. Ular qanday kuch bilan tortishadi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$r = 10$ cm $= 0{,}1$ m $q_1 = -2 \cdot 10^{-8}$ C $q_2 = 3 \cdot 10^{-8}$ C $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.	$F = k \frac{\lvert q_1 \rvert \cdot \lvert q_2 \rvert}{r^2}$. $[F] = \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{\text{C} \cdot \text{C}}{\text{m}^2} = \text{N}$.	$F = 9 \cdot 10^9 \frac{\lvert -2 \cdot 10^{-8} \rvert \cdot \lvert 3 \cdot 10^{-8} \rvert}{(0{,}1)^2}$ N $=$ $= 5{,}4 \cdot 10^{-4}$ N.
Topish kerak: $F = ?$		*Javob:* $F = 5{,}4 \cdot 10^{-4}$ N.



1. Elektr zaryadlarning o‘zaro ta’sirlashish qonunini kim va qachon kashf etgan?
2. Buralma tarozi yordamida elektr zaryadlarining o‘zaro ta’sir kuchi qanday aniqlanadi?
3. Elektr zaryadlarining o‘zaro ta’sir kuchi qanday kattaliklarga bog‘liq?
4. Elektrostatik kuchga ta’rif bering.

2-mashq

1. Bir-biridan 5 cm masofada joylashgan sharchalarning biriga $-8 \cdot 10^{-8}$ C, ikkinchisiga esa $4 \cdot 10^{-8}$ C zaryad berilgan. Zaryadlangan sharchalar qanday kuch bilan tortishadi?
2. Biri ikkinchisidan 5 cm uzoqlikda joylashgan bir xil zaryadlangan sharchalar $3{,}6 \cdot 10^{-4}$ N kuch bilan ta’sirlashmoqda. Ular qanday miqdorda zaryadlangan?
3. Zaryadlari 0,36 μC va 10 nC bo‘lgan sharchalar qanday masofada 9 mN kuch bilan ta’sirlashadi?
4. Elektronlar orasidagi elektr itarishish kuchi ularning bir-biriga gravitatsion tortishish kuchidan necha marta katta?

4-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Bir xil manfiy zaryadga ega bo'lgan ikki metall sharcha 8 cm masofada 14,4 μN kuch bilan o'zaro ta'sirlashmoqda. Ular bir sharchada qancha ortiqcha elektronlar bo'lgan?

Berilgan:

$q_1 = q_2 = q$

$r = 8\ \text{cm} = 8 \cdot 10^{-2}\ \text{m}$

$F = 14{,}4\ \mu\text{N} = -14{,}4 \cdot 10^{-6}\ \text{N}$

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

Topish kerak:

$N = ?$

Formulasi:

$$F = k\frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = k\frac{q^2}{r^2};$$

$$q = \sqrt{\frac{F \cdot r^2}{k}} = r\sqrt{\frac{F}{k}};$$

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

$$[q] = \text{m} \cdot \sqrt{\frac{\text{N}}{\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}}} = \text{C}.$$

Hisoblash:

$$q = 8 \cdot 10^{-2}\sqrt{\frac{14{,}4 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^9}}\,\text{C} = 3{,}2 \cdot 10^{-9}\,\text{C}.$$

$$N = \frac{3{,}2 \cdot 10^{-9}\,\text{C}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}\,\text{C}} = 2 \cdot 10^{10}\ \text{ta}.$$

Javob: $N = 2 \cdot 10^{10}$ ta.

2-masala. Bir xil zaryadga ega bo'lgan ($q_1 - q_2 - 8$ nC) ikki nuqtaviy zaryad 4 cm masofada o'zaro ta'sirlashib turibdi. Agar ulardan birining yarim zaryadi ikkinchisiga o'tkazilsa, o'zaro ta'sir kuchi qanday o'zgaradi?

Berilgan:

$q_1 = q_2 = 8\ \text{nC} = 8 \cdot 10^{-9}\ \text{C}$

$r = 4\ \text{cm} = 4 \cdot 10^{-2}\ \text{m}$

$$q_1' = q_1 - \frac{q_1}{2} = -4 \cdot 10^{-9}\ \text{C}$$

$$q_2' = q_2 + \frac{q_1}{2} = 12 \cdot 10^{-9}\ \text{C}.$$

Topish kerak:

$\Delta F = ?$

Formulasi:

$$F_1 = k\frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2};$$

$$F_2 = k\frac{|q_1'| \cdot |q_2'|}{r^2};$$

$\Delta F = F_2 - F_1$.

Hisoblash:

$$F_1 = 9 \cdot 10^9\,\frac{|8 \cdot 10^{-9}| \cdot |8 \cdot 10^{-9}|}{(4 \cdot 10^{-2})^2} = 3{,}6 \cdot 10^{-4}\,\text{N}.$$

$$F_2 = 9 \cdot 10^9\,\frac{|4 \cdot 10^{-9}| \cdot |12 \cdot 10^{-9}|}{(4 \cdot 10^{-2})^2} = 2{,}7 \cdot 10^{-4}\,\text{N}.$$

$\Delta F - F_2$ $F_1 - 2{,}7 \cdot 10^{-4}\,\text{N}$ $3{,}6 \cdot 10^{-4}\,\text{N} -$
$= -0{,}9 \cdot 10^{-4}\,\text{N} = -90\ \mu\text{N}.$

Javob: o'zaro ta'sirlashuv kuchi 90 μN ga kamaygan.

3-masala. Bir xil ishorali q va $4q$ zaryadlar bilan zaryadlangan ikkita bir xil sharcha bir-biridan r masofada o‘zaro ta’sirlashib turibdi? Sharchalar bir-biriga tekkizilib, avvalgi vaziyatiga qaytarildi. Bunda ularning o‘zaro ta’sir kuchi qanday o‘zgaradi?

Berilgan:

$q_1 = q$

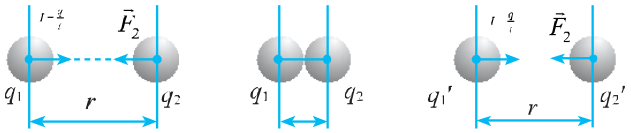
$q_2 = 4q$

$r_1 = r_2 = r.$

Topish kerak:

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

Yechilishi:



a) *b)* *d)*

Sharchalar bir xil o‘lchamda bo‘lganligi sababli ular bir-biriga tekkizilgandan keyingi zaryadi: $q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2} = 2{,}5q;$

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

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

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

Javob: o‘zaro ta’sir kuchi 25/16 marta ortadi.

3-mashq

1. Massalari 60 g bo‘lgan ikkita bir xil sharcha vakuumda bir-biridan ancha uzoqda turibdi. Sharlar o‘rtasidagi gravitatsiya tortishish kuchini muvozanatga keltirish uchun har bir sharchaga bir xil ishorali qanday zaryad berish kerak bo‘ladi?
2. Bir xil manfiy zaryadga ega bo‘lgan ikki metall sharcha 24 cm masofada 2,5 μN kuch bilan o‘zaro ta’sirlashmoqda. Har bir sharchada qancha «ortiqcha elektron»lar bo‘lgan?
3. Uchta bir xil o‘lchamli metall sharlarning biri +20 μC, ikkinchisi –8 μC, uchinchisi zaryadsiz. Sharchalar bir-biriga tekkizilib, avvalgi vaziyatiga qaytarildi. Uchinchi sharcha qanday zaryad oladi?

4. Bir xil ishorali $2q$ va $10q$ zaryadlar bilan zaryadlangan ikkita bir xil sharcha bir-biridan r masofada o‘zaro ta’sirlashib turibdi? Sharchalar bir-biriga tekkizilib, avvalgi vaziyatiga qaytarildi. Bunda ularning o‘zaro ta’sir kuchi qanday o‘zgaradi?

5. Ikki nuqtaviy zaryad bir-biridan r masofada turibdi. Zaryadlar orasidagi masofa 20 cm ga orttirilganda ular orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi 9 marta kamaygan. Zaryadlar orasidagi dastlabki masofa qanday bo‘lgan?

6. Ikkita bir xil sharcha bir-biridan 10 cm masofada turibdi. Ular bir xil miqdorda manfiy zaryadga ega bo‘lib, 0,23 mN kuch bilan o‘zaro ta’sirlashadi. Har qaysi sharchadagi «ortiqcha» elektronlar sonini toping.

7. Bir-biridan 3 cm masofada turgan har biri 1 nC dan bo‘lgan ikki zaryad qanday kuch bilan ta’sirlashadi?

8. Biri-biridan 1 cm uzoqlikda joylashgan ikkala sharchaga bir xil 10^{-8} C dan zaryad berilgan. Zaryadlar qanday kuch bilan ta’sirlashadi?

1. Yozgi momaqaldiroq paytida bulut va yer orasida siniq chiziq ko‘rinishidagi uchqunlar chiqishini yoki quruq soch plastmassa taroq bilan taralganda uni tortishini ko‘p kuzatgansiz. Bunda taroq sochdagi elektronlarni o‘ziga oladi va har ikkalasi zaryadlanadi *(14-rasm)*. Soch va taroqning elektrlanishi nimalarga bog‘liq ekanligini tekshirib ko‘ring va izohlang.



14-rasm.

a) Taroq yog‘ochdan yasalganda elektrlanish hodisasi kuzatiladimi?

b) Xonaning namligi ularning zaryadlanishiga qanday ta’sir ko‘rsatadi?

d) Sochning yog‘li bo‘lishi zaryadlanish darajasiga qanday ta’sir ko‘rsatadi?

2. O‘tkazgichlar va dielektriklarga misollar keltirib, quyidagi jadvalni to‘ldiring:

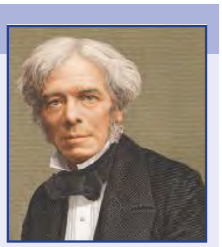
O‘tkazgichlar	Dielektriklar
Aluminiy	
	Rezina

5-§ ELEKTR MAYDON

Elektr maydon haqida tushuncha

Jismlarni bir-biriga ishqalab yoki zaryadlangan jismga tekkizib ularni zaryadlash mumkinligi haqida oldingi mavzularda tanishdingiz. Zaryadlangan jismlar o‘z atrofidagi boshqa jismlarga ta’sir ko‘rsatadi. Maykl Faradey bunday ta’sir elektr maydon orqali sodir bo‘lishini tushuntirib bergan.

MAYKL FARADEY (1791–1867)



Ingliz fizik-eksperimentatori. U hayoti davomida minglab tajribalar o‘tkazgan. Unga olimlar «eksperimentlar qiroli» deb nom berishgan. Uning eng ulkan kashfiyotlaridan biri elektromagnit induksiya hodisasidir. Maykl mazkur tajribada hosil qilgan kichik tok bugungi kunda butun dunyoni yoritmoqda.

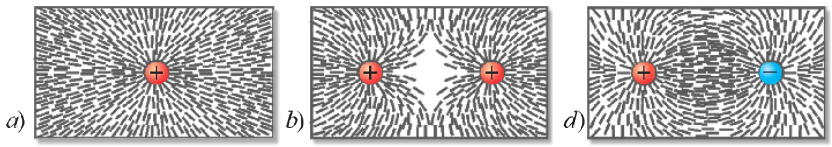
Elektr zaryadlar bir-biriga bevosita tegmasdan ham ta’sirlashishi, ular atrofida elektr maydon hosil bo‘lishini bildiradi. Birinchi zaryadning elektr maydoni ikkinchi zaryadga, ikkinchisining maydoni birinchi zaryadga ta’sir qiladi. Zaryaddan uzoqlashgan sari elektr maydon zaiflasha boradi.

Qo‘zg‘almas zaryadning yoki zaryadlangan jismning maydoni elektrostatik maydon deb ataladi.

Elektr maydonni bevosita tajribalarsiz ko‘ra olmaymiz, sezmaymiz ham. Uning mavjudligini zaryadlangan jismlarning o‘zaro ta’sirlashishiga qarab bilishimiz mumkin.

Elektr maydon kuch chiziqlari

Stoldagi oyna ustiga doira shaklidagi musbat zaryadlangan metall plastinkani qo‘yib, uning atrofiga maydalangan soch tolalarini sepib oynani chertsak, tolalar ma’lum tartibda joylashib qoladi *(15-a rasm)*.

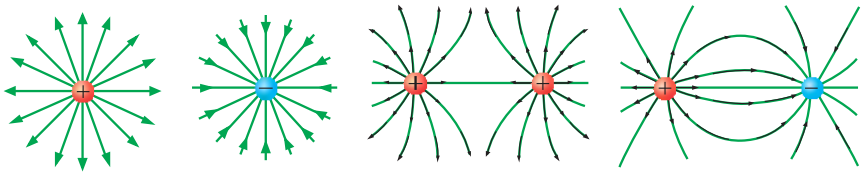


15-rasm.

Agar oyna ustiga doira shaklidagi ikkita musbat zaryadlangan metall plastinkalarni qo‘yib, mayda soch tolalari sepilgan oyna chertiladigan bo‘lsa, 15-*b* rasmdagidek manzara kuzatiladi. Shuningdek, plastinkaning biri musbat, ikkinchisi manfiy zaryadlangan bo‘lsa, soch tolalari 15-*d* rasmdagidek joylashib qoladi. O‘tkazilgan bu tajribalar, birinchidan, elektr maydon mavjudligini, ikkinchidan, elektr maydon kuch chiziqlariga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Elektr maydon kuch chiziqlari musbat zaryaddan boshlanib, manfiy zaryadda tugaydi yoki cheksizlikda tugaydi.

Musbat ishorali va manfiy ishorali zaryadlangan sharchalarning alohida turgan holdagi elektr maydon kuch chiziqlari 16-*a,b* rasmlarda va ularning o‘zaro ta’sirlashgan holdagi elektr maydon kuch chiziqlari turlicha bo‘lishi 16-*d, e* rasmlarda tasvirlangan.

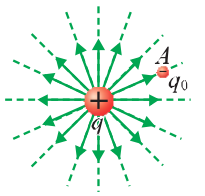


a) *b*) *d*) *e*)

16-rasm.

Elektr maydon kuchlanganligi

Elektr maydonning unga kiritilgan elektr zaryadiga ta’sirini miqdor jihatdan baholash uchun *elektr maydon kuchlanganligi* deb ataluvchi kattalik kiritilgan va u E harfi bilan belgilanadi. Musbat q zaryadli sharcha hosil qilgan elektr maydonning A nuqtasiga musbat q_0 nuqtaviy zaryadni kiritaylik (*17-rasm*). Sharchaning maydoni nuqtaviy zaryadga ma’lum F kuch bilan ta’sir ko‘rsatadi.

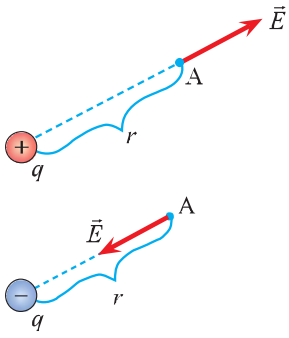


17-rasm.

q zaryadning A nuqtada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi quyidagicha ifodalanadi:

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

Elektr maydon kuchlanganligi nuqtaviy zaryadga maydon tomonidan ta’sir qiladigan kuchning shu zaryadga nisbatiga teng.



18-rasm.

Elektr maydon kuchlanganligi (E) ning yo‘nalishi A nuqtada musbat zaryadga ta’sir etadigan kuch F ning yo‘nalishi bilan bir xil bo‘ladi *(18-rasm)*. Elektr maydon kuchlanganligi vektor kattalikdir.

Maydon kuchlanganligining birligi N/C da ifodalanadi. Nuqtaviy zaryadning biror masofada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligini qanday topilishini qarab chiqaylik.

Kulon qonuniga ko‘ra, maydon kuchlanganligi (1) ifodasini quyidagicha yozish mumkun:

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

Demak, ixtiyoriy nuqtaviy zaryaddan r masofadagi elektr maydon kuchlanganligini quyidagi formula orqali topish mumkin:

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

Nuqtaviy zaryad atrofida hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi zaryad joylashgan muhitning xossalariga bog‘liq. Agar q nuqtaviy zaryadning vakuumda hosil qilgan maydon kuchlanganligi E_0 bo‘lsa, uning atrofi biror dielektrik bilan to‘ldirilganda hosil bo‘lgan maydon kuchlanganligi kamayar ekan. Chunki, dielektrik elektr maydonni zaiflashtiradi. Maydonning vakuumdagi maydon kuchlanganligining moduli E_0 ni bir jinsli dielektrik ichida hosil qilingan elektr maydon kuchlanganligining moduli E ga bo‘lsak, ya’ni $\frac{E_0}{E}$ nisbat berilgan dielektrik ichidagi maydon kuchlanganligi vakuumdagi maydon kuchlanganligidan necha marta kichik ekanligini ko‘rsatadi. Bu nisbatga dielektrikning *dielektrik singdiruvchanligi* deyiladi va u ε (epsilon) harfi bilan belgilanadi. Ta’rifga ko‘ra:

$$\varepsilon = \frac{E_0}{E}. \qquad (3)$$

U holda, dielektrik ichida joylashtirilgan nuqtaviy q zaryaddan r masofada turgan nuqtadagi maydon kuchlanganligi quyidagicha hisoblanadi:

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

Shuningdek, bir jinsli dielektrik ichida joylashgan ikki nuqtaviy zaryadlar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi ularning vakuumdagi ta’sir kuchidan ε marta kichik bo‘ladi, ya’ni:

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

Dielektrik singdiruvchanlik o‘lchamsiz kattalikdir.

Muhitning dielektrik singdiruvchanligi – zaryadning muhitdagi elektr maydon kuchlanganligining vakuumdagi elektr maydon kuchlanganligiga nisbatan necha marta kichik ekanligini ko‘rsatuvchi kattalikdir.

Masala yechish namunasi

Nuqtaviy zaryadning elektr maydoniga $2\cdot10^{-8}$ C bo‘lgan sinov zaryadi kiritilganda unga 5 mN kuch ta’sir etgan bo‘lsa, shu maydonning kuchlanganligi qanday bo‘lgan?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$q_0 = 2\cdot10^{-8}$ C $F = 5$ mN $= 5\cdot10^{-3}$ N.	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$.	$E = \frac{5\cdot10^{-3}\,\text{N}}{2\cdot10^{-8}\,\text{C}} = 2{,}5\cdot10^{5}\,\frac{\text{N}}{\text{C}}$.
Topish kerak: $E - ?$	$[E] = \frac{\text{N}}{\text{C}}$.	*Javob:* $E = 2{,}5\cdot10^{5}\,\frac{\text{N}}{\text{C}}$.



1. Faradeyning elektr maydon to‘g‘risidagi ta’limoti nimalardan iborat?
2. Elektrostatik maydon deb qanday maydonga aytiladi?
3. Musbat va manfiy zaryadlangan jismlarda elektr maydon kuch chiziqlari qanday yo‘nalgan?
4. Elektr maydon kuchlanganligini ta’riflang.

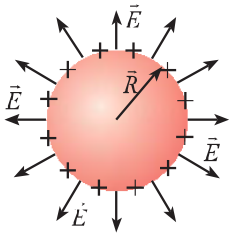
4-mashq

1. Zaryadi 4 nC bo‘lgan nuqtaviy zaryadning 6 cm masofada hosil qilgan maydon kuchlanganligini toping.
2. Elektr maydon kuchlanganligi 3000 N/C bo‘lgan nuqtada turgan zaryadi 20 nC bo‘lgan sharchaga qanday kuch ta’sir qiladi?
3. Bir jinsli elektrostatik maydonda $5\cdot10^{-8}$ C zaryadga 8 μN kuch ta’sir qilmoqda. Zaryad turgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligini toping.
4. Zaryadi 3,6 nC bo‘lgan nuqtaviy zaryaddan qanday masofada maydon kuchlanganligi 9000 N/C ga teng bo‘ladi?

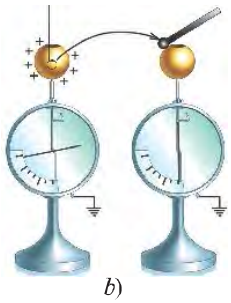
6-§ O‘TKAZGICHLARDA ELEKTR ZARYADLARNING TAQSIMLANISHI

O‘tkazgichda zaryadlarning joylashishi

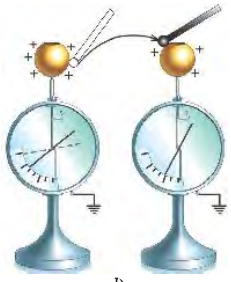
Elektr zaryadlari yakkalangan o‘tkazgichda qanday taqsimlangan bo‘ladi? O‘tkazgich ichida ham zaryad bo‘ladimi?



a)



b)



d)

19-rasm.

Metall sharchaga musbat zaryad berilgan bo‘lsin. Ma’lumki, bir xil ishorali zaryadlar bir-biridan qochadi. Shu sababli shar ichida zaryad bo‘lgan taqdirda ham, ular o‘zaro bir-biridan itarilib, imkon qadar bir-biridan uzoqroq masofada joylashishga intiladi. Natijada sharning butun hajmidagi zaryadlar uning sirtiga chiqib qoladi. Metall sharga berilgan musbat zaryadlar sharning sirti bo‘ylab bir tekis joylashadi *(19-a rasm)*. Elektr maydon kuchlanganlik chiziqlari esa, shar radiusi bo‘ylab tashqariga yo‘nalgan bo‘ladi.

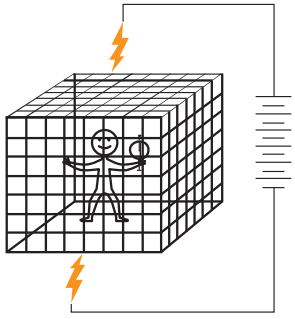
Sharning ichida zaryad yo‘qligini qanday tekshirish mumkin? Ikkita elektrometr olib, ularning biriga ichi kovak va tepasida teshigi bo‘lgan metall shar o‘rnatiladi. Sharga elektr zaryadi berilsa, elektrometr ko‘rsatkichi ma’lum burchakka buriladi. Izolatorli tayoqcha uchiga mahkamlangan metall sharchani ichi kovak sharning ichiga tekkizmasdan kirgizib, so‘ngra tayoqcha sharchasini zaryadlanmagan elektrometrga tekkizamiz *(19-b rasm)*. Bunda ikkinchi elektrometrning ko‘rsatkichi joyidan qo‘zg‘almaydi. Demak, shar ichida zaryad bo‘lmas ekan.

Endi tayoqcha sharchasini birinchi elektrometr ustidagi shar sirtiga tekkizamiz. Bunda shu elektrometr ko‘rsatkichi zaryadning biroz kamayganini ko‘rsatadi. Tayoqcha sharchasini ikkinchi elektrometr sharchasiga tekkizamiz. Bunda elektrometr ko‘rsatkichi biroz buriladi, ya’ni uning zaryad olganini ko‘rsatadi *(19-d rasm)*. Bundan, elektr zaryadi o‘tkazgich sirti bo‘ylab taqsimlanadi, degan xulosaga kelish mumkin.

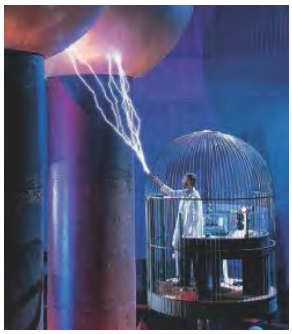
Yakkalangan o‘tkazgichda elektr zaryadlari uning sirti bo‘ylab taqsimlanadi. O‘tkazgich ichida zaryad bo‘lmaydi.

Faradey qafasi

M. Faradey o‘tkazgich ichida elektr zaryadlari bo‘lmasligini isbotlash uchun yasagan qurilmasi bilan tanishamiz. U yog‘ochdan yasalgan qafasning tashqi sirtini yupqa folga bilan qoplagan. Faradey qo‘liga elektroskop olib, qafas ichiga kirib olgan. Uning yordamchilari qafasni ipak arqonlar bilan osishgan, so‘ngra qafasga elektr zaryadlar berishgan. Qafas ichidagi elektroskop qafasning zaryadlanishini sezmagan. Demak, metall qafas ichida elektr maydoni mavjud bo‘lmas ekan (*20-rasm*). Bugungi kunda bu qurilmani odamlarga namoyish qilishning bir qancha turlari mavjud (*21-rasm*).



20-rasm.



21-rasm.

Faradey o‘tkazgan bu tajriba ham o‘tkazgich ichida zaryad bo‘lmasligini, elektr zaryadlari faqat o‘tkazgich sirti bo‘ylab joylashishini isbotlaydi. Bu hodisadan amaliyotda keng foydalaniladi, masalan, yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlari bilan ishlaydigan kishilar uchun po‘lat va mis tolalaridan maxsus kiyimlar tikiladi. Minglab kilometrlarga uzatilgan elektr tarmoqlari, hatto ular tarmoqdan uzilgan bo‘lganida ham katta miqdordagi zaryadlar to‘planishi mumkin. Kiyimlar esa, insonlarni elektrlanishdan saqlaydi.

O‘tkazgich sirtida zaryadlarning taqsimlanishi

Zaryadlar metall sharning sirtida bir tekis joylashishiga ishonch hosil qildik. Lekin ixtiyoriy shakldagi o‘tkazgich sirtida zaryadlar qanday taqsimlanadi?

22-rasmda tasvirlangan shakldagi o‘tkazgichning turli joylariga folga yaproqchalari qo‘yilgan. O‘tkazgich zaryadlanganda uning sirtidagi zaryadlar ta’sirida yaproqchalar turlicha tarzda, ya’ni o‘tkir uchiga yaqin joylarida kattaroq, silindr shakldagi qismida esa, yaproqchalari kichikroq ochiladi.



22-rasm.

Elektr shamol

Jismning o‘tkir uchida boshqa joylariga nisbatan zaryad zich ekanligi ma’lum. Yakkalangan o‘tkir uchga ega jism (metall)ni o‘tkazgich orqali elektr manbaiga ulab, uni uzluksiz zaryadlab turamiz. Jismning uchiga yonib turgan shamni yaqinlashtiramiz. Bunda alanganing shamol ta’siridagidek egilishi kuzatiladi *(23-rasm)*. Shuning uchun bu jarayon «elektr shamol» deb yuritiladi. Bu tajriba murakkab shakldagi yakkalangan o‘tkazgich sirtida elektr zaryadlarining notekis taqsimlanishini, o‘tkazgichning uchli joylarida zaryadlar zich joylashishini tasdiqlaydi.



23-rasm.

1. Metall sharda elektr zaryadlar qanday joylashgan bo‘ladi?
2. Faradey qafasi haqida gapirib bering.
3. Murakkab sirtli yakkalangan o‘tkazgichlar sirtida elektr zaryadlari qanday taqsimlanadi?
4. O‘tkazgichning o‘tkir uchida nima sababdan «elektr shamol» hosil bo‘ladi?
5. Shar shaklidagi sim to‘ri va yaxlit idishlar berilgan. Ularning qaysi birida elektr maydon kuchlanganligi katta?

«Elektr shamoli»ni kuzatish.

1. Elektrofor mashinasining metall sharchasiga uchli jismni 24-rasmda ko‘rsatilgandek qilib ulang.
2. Jismning uchli tomonini yonib turgan sham yaqiniga joylashtiring.
3. Elektrofor dastasini aylantirib, uchli jismni zaryadlang.
4. Kuzatilgan fizik jarayon natijalarini daftaringizga yozing va sababini izohlang.



24-rasm.

7-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Elektr maydon kuchlanganligi $2{,}5 \cdot 10^4$ N/C bo‘lgan nuqtaviy zaryadga 8 nN kuch ta’sir qilsa, nuqtaviy zaryaddagi ortiqcha elektronlar sonini aniqlang.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$E = 2{,}5 \cdot 10^4$ N/C $F = 8$ nN $= 8 \cdot 10^{-9}$ N $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.	$E = \frac{F}{q}$; $q = \frac{F}{E}$;	$N = \frac{8 \cdot 10^{-9}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}5 \cdot 10^4} =$
Topish kerak: $N = ?$	$q = N \cdot e$; $N = \frac{q}{e} = \frac{F}{e \cdot E}$. $[N] = \frac{\text{N}}{\text{C} \cdot \frac{\text{N}}{\text{C}}} = 1$.	$= 2 \cdot 10^6$ ta. *Javob:* $N = 2 \cdot 10^6$ ta.

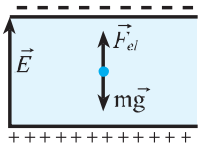
2-masala. Muhit ichida turgan 6,4 μC zaryadli jism o‘zidan 6 cm uzoqlikda $5 \cdot 10^6$ N/C maydon kuchlanganligi hosil qildi. Dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini toping.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$q = 6{,}4$ μC $=$ $= 6{,}4 \cdot 10^{-6}$ C $E = 5 \cdot 10^6$ N/C $r = 6$ cm $= 6 \cdot 10^{-2}$ m.	$E = k\frac{\lvert q\rvert}{\varepsilon \cdot r^2}$; $\varepsilon = k\frac{\lvert q\rvert}{E \cdot r^2}$;	$\varepsilon = 9 \cdot 10^9 \frac{6{,}4 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^6 \cdot 36 \cdot 10^{-4}} = 3{,}2.$
Topish kerak: $\varepsilon = ?$	$[\varepsilon] = \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \frac{\text{C}}{\frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot \text{m}^2} = 1$.	*Javob:* $\varepsilon = 3{,}2$.

3-masala. Massasi 0,4 mg bo‘lgan moy tomchisi elektr maydonda muallaq turibdi. Elektr maydon kuchlanganligi 100 N/C ga teng bo‘lsa, moy tomchisining zaryadini aniqlang.

Berilgan:	*Hisoblash:*
$m = 0{,}4$ mg $= 4 \cdot 10^{-7}$ kg $E = 100$ N/C.	Moy tomchisi unga ta’sir qilayotgan elektrostatik va og‘irlik kuchlari teng bo‘lganida muvozanatda bo‘ladi:
Topish kerak: $q = ?$	$F_{el} = qE$; $F_{og'} = mg$.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, masala shartiga ko‘ra,



$$q\,E = m\,g.$$

Bundan moy tomchisining zaryadi:

$$q = \frac{m\,g}{E} = \frac{4\cdot10^{-7}\,\text{kg}\cdot10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{100\ \text{N/C}} = 4\cdot10^{-8}\,\text{C}.$$

Javob: moy tomchisi muvozanatda bo‘lishi uchun uning zaryadi $q = 4\cdot10^{-8}$ C ga teng bo‘lishi kerak.

5-mashq

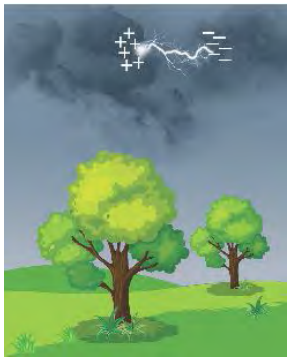
1. Elektr maydonda turgan 20 nC zaryadga 8 μN kuch ta’sir qilmoqda. Zaryad turgan joyda maydon kuchlanganligi qancha bo‘lgan?
2. Bir xil zaryadlangan ikki nuqtaviy zaryadlar o‘zaro 30 μN kuch bilan ta’sirlashmoqda. Birinchi zaryadning ikkinchi zaryad turgan nuqtada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi 5000 N/C ga teng. Nuqtaviy zaryadlarning qiymatini toping.
3. Maydon kuchlanganligi 1200 N/C bo‘lgan nuqtada turgan manfiy zaryadlangan sharchaga 160 μN kuch ta’sir qilmoqda. Sharchadagi ortiqcha elektronlar soni qancha?
4. Zaryadi 7 nC bo‘lgan nuqtaviy zaryad kerosin ichida turibdi. U o‘zidan 10 cm uzoqlikda qanday maydon kuchlanganligini hosil qiladi? Kerosinning dielektrik singdiruvchanligini 2,1 ga teng deb oling.
5. Muhit ichida turgan 30 nC va 36 nC bo‘lgan nuqtaviy zaryadlar bir-biri bilan 18 cm masofada o‘zaro ta’sirlashmoqda. Ular orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi 150 μN ga teng bo‘lsa, muhitning dielektrik singdiruvchanligi qancha bo‘lgan?
6. Massasi 80 mg bo‘lgan moy tomchisi manfiy zaryadlangan. U kuchlanganligi 1000 N/C bo‘lgan elektr maydonda muallaq turgan bo‘lsa, undagi ortiqcha elektronlarning massasini toping.
7. B nuqtada turgan $2\cdot10^{-8}$ C zaryadli nuqtaviy zaryad A nuqtada turgan zaryadga 60 μN kuch bilan ta’sirlashmoqda. A nuqtadagi zaryadning B nuqtada hosil qilgan maydon kuchlanganligini aniqlang.

8-§ TABIATDAGI ELEKTR HODISALAR

Chaqmoq va momaqaldiroq

Chaqmoq chaqishi va momaqaldiroq gumburlashini ko‘p kuzatganmiz. Ularning hosil bo‘lishini turli ishorali elektr zaryadlarining o‘zaro ta’siri asosida tushuntirish mumkin. Bir jism ikkinchi jismga ishqalanganda, elektr zaryad hosil bo‘ladi. Turli ishorali zaryadlar bilan kuchliroq zaryadlangan jismlar bir-biriga yaqinlashtirilsa, uchqun chiqadi va chirsillagan ovoz eshitiladi.

Ma’lumki, havoda suv bug‘lari mavjud. Osmonda havo temperaturasi pasaya borishi bilan suv bug‘lari birlashib, mayda suv zarralarini hosil qiladi. Bunday suv zarralari to‘plangan joy bizga oq bulut bo‘lib ko‘rinadi. Havo temperaturasi yanada pasaya borsa, suv zarralari yiriklashib, ular qora bulutga aylana boradi. Bulut suzib yurgan joyda havoning yanada sovib ketishi esa suv zarralarining muzga aylanishiga olib keladi.



25-rasm.

Osmondagi bulutlar bir-biri bilan hamda havoning turli qatlamlari bilan doimo ishqalanishda bo‘ladi. Natijada ba’zi to‘p bulutlar kuchli zaryadlanib qoladi. Turli ishora bilan kuchli zaryadlangan bulutlar bir-biriga yaqinlashganda, bir bulutdagi manfiy zaryadlar ikkinchi bulutdagi musbat zaryadlar tomon harakat qiladi. Qaramaqarshi ishorali zaryadlarning to‘satdan qo‘shilishi natijasida kuchli elektr uchqun – chaqmoq hosil bo‘ladi *(25-rasm)*.

Chaqmoq **– bu turli ishora bilan zaryadlangan bulutlar orasida yoki bulut bilan yer sirti orasida sodir bo‘ladigan kuchli elektr uchquni.**

Chaqmoqning uzunligi bir necha kilometrga, diametri esa bir necha santimetrga teng bo‘lib, davomiyligi sekundning ulushida sodir bo‘ladi. Chaqmoq paytida kuchli gumburlash – momaqaldiroq yuzaga keladi.

Momaqaldiroq **– bu chaqmoq paytida sodir bo‘ladigan havodagi (atmosferadagi) tovush hodisasi bo‘lib, u chaqmoq yo‘lida havoning qizishi, bosimning ortishi tufayli yuz beradi.**



a) *b*)

26-rasm.

Chaqnashdagi yorug‘lik chaqmoqni deyarli shu zahoti ko‘ramiz, lekin uning ovozi – momaqaldiroq gumburlashini biroz vaqtdan keyin eshitamiz. Bunga sabab, 1 s da yorug‘lik 300 000 km masofani, tovush esa havoda bor-yo‘g‘i 340 m masofani bosib o‘tishidir. Masalan, chaqmoq bizdan 1 km uzoqlikda sodir bo‘lsa, uni deyarli shu zahoti ko‘ramiz, momaqaldiroq ovozini esa 3 s dan keyin eshitamiz.

Chaqmoq bulutlar orasidagina emas, bulut bilan yer orasida ham yuz berishi mumkin *(26-a rasm)*. Bunda bulut qatlamlarida hosil bo‘lgan katta miqdordagi zaryadlar oqimi to‘satdan bir zumda yerga o‘tishi natijasida kuchli chaqmoq chaqadi va momaqaldiroq gumburlaydi. Agar bulutning musbat zaryadlangan qatlami yer sirtiga yaqin kelib qolsa, shu bulut ostidagi yer sirtida manfiy zaryadlar to‘planadi. Natijada, zaryadlangan bulut yer sirti bilan hosil bo‘lgan elektr maydon orqali ta’sirlashadi. Bulut kuchli zaryadlangan bo‘lib, yerga juda yaqinlashib qolganda bulut va yer sirti orasida kuchli elektr uchqun chiqadi, ya’ni chaqmoq chaqnaydi. Chaqmoq jarayonida bulutdagi zaryadlar yerga o‘tadi.

Teskari chaqmoq. Spraytlar

Shu paytgacha chaqmoqlarning bulutlar va yer orasida, ya’ni bulutlardan pastda ro‘y berishi haqida gapirilgan. Lekin, bulutlarning tepasida ham chaqmoqlar kuzatilar ekan. Bu hodisa reaktiv aviatsiya bilan bog‘liq holda 1994-yilda kuzatilgan. Spraytlar nomini olgan 26-*b* rasmdagi chaqmoqlar esa 1989-yilda tasodifan suratga olingan va ularning fizik tabiati chuqur o‘rganilmagan.

Yashindan saqlanish

Siz «yashin urdi», «yashin tushdi» degan so‘zlarni ko‘p eshitgansiz. Yashinning o‘zi nima? Undan qanday saqlanish mumkin?

Yashin **– zaryadlangan bulut bilan yer orasida sodir bo‘ladigan chaqmoq paytida bulutdagi zaryadlarning yerga bir zumda o‘tish jarayoni.**

Yashin juda xavflidir. Zaryadlangan bulutga yerdagi elektr o‘tkazuvchi jismlardan qaysi biri yaqin bo‘lsa, shunga o‘zining zaryadini beradi, ya’ni yashin uradi. Shuning uchun yer sirtidan baland ko‘tarilgan tog‘ cho‘qqisi, minora, bino, daraxt, elektr ustunlarini birinchi galda yashin urishi va vayron qilishi mumkin. Chaqmoq paytida tekis yerda ketayotgan mashina yoki odamni ham yashin urishi mumkin. Bunday paytlarda balandlikda, daraxt tagida turish, pichan g‘arami ostiga yashirinish ham xavflidir.

Odatda, baland minora va binolarni qurishda ularning tepasiga yashinqaytargichlar o‘rnatiladi *(27-rasm)*.



27-rasm.

Yashinqaytargich **– minora, binolarni, sanoat va qishloq xo‘jaligi inshootlarini yashin urishidan himoya qiluvchi qurilmadir.**

Yashinqaytargich uchli o‘tkazgichdan iborat bo‘lib, u yo‘g‘on sim orqali yerga chuqur ko‘milgan metall qoziqqa ulanadi. Yerga yaqinlashgan zaryadlangan bulut o‘z zaryadini birinchi galda minora yoki bino ustiga o‘rnatilgan yashinqaytargichga beradi. Juda ko‘p miqdordagi elektr zaryadi minora yoki binoga shikast yetkazmay, yashinqaytargich orqali yerga o‘tib ketadi.



1. Bulutlar qay tarzda elektr zaryadlanib qoladi?
2. Qanday qilib sun’iy chaqmoq hosil qilish mumkin?
3. Nima sababdan chaqmoq kuzatilgandan bir necha sekund o‘tgach momaqaldiroqni eshitamiz? Momaqaldiroqning gumburlab turishiga sabab nima?
4. Yashin nima? U qanday sodir bo‘ladi?
5. Yashinqaytargich qanday qilib minora va binoni yashin urishdan saqlaydi? Bunda yer qanday vazifani bajaradi?



Siz chaqmoq chaqqanini ko‘rgansiz va momaqaldiroq gumburlaganini eshitgansiz, ularning sizdan taxminan qancha uzoqlikda ro‘y berishini baholab ko‘ring. Bu haqda o‘z taassurotlaringizni daftaringizga yozing.

I BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Qaysi zarra musbat elementar zaryadga ega?
A) neytron; B) elektron;
C) α-zarra; D) proton.

2. Musbat $12q$ zaryadga ega bo'lgan tomchidan q zaryadli tomchi ajraldi. Qolgan tomchining elektr zaryadi qancha bo'ladi?
A) $-3q$; B) $-q$; C) $+4q$; D) $+3q$.

3. Manfiy 3 nC zaryadli simob tomchisi zaryadi 6 nC bo'lgan simob tomchisi bilan qo'shildi. Hosil bo'lgan tomchining zaryadi qancha bo'ladi (nC)?
A) 2; B) –2; C) 3; D) –3.

4. Agar neytral atom ionlanish natijasida 2 ta elektron yo'qotsa, uning zaryadi qancha bo'ladi (C)?
A) $-1{,}6 \cdot 10^{-19}$; B) $1{,}6 \cdot 10^{-19}$; C) $-3{,}2 \cdot 10^{-19}$; D) $3{,}2 \cdot 10^{-19}$.

5. Vakuumda bir-biridan 2 cm masofada joylashgan 4 nC va 10 nC zaryadga ega bo'lgan ikkita zarra o'zaro qanday kuch bilan ta'sirlashadi (mN)?
A) 20; B) 10; C) 4,5; D) 0,9.

6. Ikki nuqtaviy zaryad orasidagi masofani o'zgartirmasdan, ikkala zaryad miqdori 10 martadan orttirilsa, ular orasidagi ta'sir kuchi qancha o'zgaradi?
A) 10 marta ortadi; B) 10 marta kamayadi;
C) 100 marta kamayadi; D) 100 marta ortadi.

7. Ikkita nuqtaviy zaryadning har birining miqdori hamda ular orasidagi masofa 2 marta orttirilganda, o'zaro ta'sir kuchi qanday o'zgaradi?
A) 2 marta ortadi; B) 2 marta kamayadi;
C) 4 marta ortadi; D) o'zgarmaydi.

8. Zaryadlar orasidagi masofani 10 cm ga qisqartirganda, ularning ta'sir kuchi 4 marta ortsa, ular orasidagi dastlabki masofani toping (cm).
A) 10; B) 8; C) 9; D) 20.

9. Ipga bog'langan musbat zaryadlangan sharcha bir jinsli elektr maydonida vertikaldan o'ng tomonga og'adi. Elektr maydon kuchlanganligi vektori qaysi tomonga yo'nalgan?
A) vertikal yuqoriga; B) vertikal pastga;
C) gorizontal o'ng tomonga; D) gorizontal chap tomonga.

10. Bir jinsli elektrostatik maydonda $2 \cdot 10^{-5}$ C zaryadga 4 N kuch ta'sir etadi. Bu nuqtadagi maydon kuchlanganligini toping (N/C).
A) $2 \cdot 10^{5}$; B) $5 \cdot 10^{-6}$; C) $8 \cdot 10^{-5}$; D) $2 \cdot 10^{-5}$.

11. Maydon kuchlanganligi 1 kN/C bo'lgan nuqtada joylashgan 5 μC zaryadga qancha kuch (N) ta'sir qilishini toping.
A) $5 \cdot 10^{-2}$; B) $5 \cdot 10^{-3}$; C) $5 \cdot 10^{-5}$; D) 0,5.

I BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

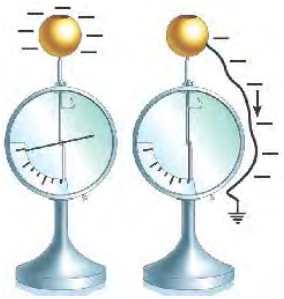
Elektr	Juda qadim zamonlarda Yunonistonda ignabargli daraxtlar qoldig'ining toshga aylangan yelimini yunonlar «elektron» deb atashgan. Elektr so'zi ham shundan kelib chiqqan.
Elektrlanish	Elektrlanishning ikki turi mavjud: shoyiga ishqalangan shisha tayoqcha musbat (+) ishorali, mo'ynaga ishqalangan ebonit tayoqcha manfiy (–) ishorali elektrlanib qoladi.
O'tkazgichlar	Elektrni o'zidan o'tkazuvchi moddalar elektr o'tkazgichlar deb ataladi.
Dielektriklar	O'zidan elektrni o'tkazmaydigan moddalar dielektriklar deb ataladi. Dielektriklardan tayyorlangan buyumlar esa izolatorlar deyiladi.
Atomning planetar modeli	Atom markazida yadro joylashgan bo'lib, u musbat zaryadlangan proton va zaryadlanmagan neytronlardan tashkil topgan. Atom yadrosi atrofida orbita bo'ylab manfiy zaryadlangan elektronlar harakat qiladi.
Kulon qonuni	Vakuumda joylashgan ikki qo'zg'almas nuqtaviy elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir kuchi ularning zaryad miqdorlari ko'paytmasiga to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir, ya'ni: $F = k\dfrac{\lvert q_0\rvert \cdot \lvert q_1\rvert}{r^2}$.
Elektr maydon kuchlanganligi	Elektr maydon kuchlanganligi nuqtaviy zaryadga maydon tomonidan ta'sir qiladigan kuchning shu zaryadga nisbatiga teng, ya'ni: $\vec{E} = \dfrac{\vec{F}}{q_0}$.
Chaqmoq	Bu turli ishora bilan zaryadlangan bulutlar orasida yoki bulut bilan yer sirti orasida sodir bo'ladigan kuchli elektr uchquni.
Momaqaldiroq	Momaqaldiroq – bu chaqmoq paytida sodir bo'ladigan havodagi (atmosferadagi) tovush hodisasi bo'lib, u chaqmoq yo'lida havoning qizishi, bosimning ortishi tufayli yuz beradi.
Yashin	Zaryadlangan bulut bilan yer orasida sodir bo'ladigan chaqmoq paytida bulutdagi zaryadlarning yerga bir zumda o'tish jarayoni.

II BOB
ELEKTR TOKI

Biz I bobda jismlarni bir-biriga ishqalab ularni zaryadlash mumkin ekanligi bilan tanishdik. Jismlarning olgan elektr zaryadini esa qo‘zg‘almas deb qaradik. Amalda qo‘zg‘almas elektr zaryadlaridan kam foydalanamiz.

9-§ ELEKTR TOKI HAQIDA TUSHUNCHA

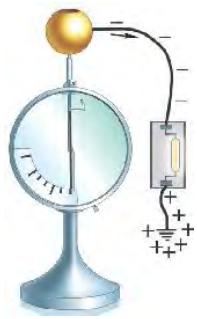
Zaryadli zarralarning tartibli harakati



a) *b)*

28-rasm.

Elektr tokini hosil qilishda zaryadli zarralarni harakatga keltirishning eng oddiy holini qarab chiqamiz. Buning uchun elektrometr sharchasini mo‘ynaga ishqalangan ebonit tayoqcha yordamida zaryadlaylik. Bunda elektrometr ko‘rsatkichi ma’lum burchakka buriladi (*28-a rasm*). Agar bir uchi yerga ulangan o‘tkazgichning ikkinchi uchini elektrometr sharchasiga tekkizsak, shu zahoti elektrometr ko‘rsatkichi nolga tushib qoladi. Bu hodisaning sababi shuki, o‘tkazgichning ikkinchi uchi sharchaga tekkizilgan zahoti undagi zaryadli zarralar o‘tkazgich bo‘ylab bir tomonga harakatlanadi va yerga o‘tib ketadi *(28-b rasm)*.



29-rasm.

Zaryadli zarralarning tartibli harakati, ya’ni oqimi *elektr toki* deb ataladi.

«Tok» ruscha «поток» so‘zidan olingan bo‘lib, «oqim» ma’nosini bildiradi.

Yuqoridagi tajribada o‘tkazgichda elektr toki hosil bo‘lganligini bilish uchun yerga ulangan o‘tkazgichning o‘rtasiga neon lampochka o‘rnataylik. Agar o‘tkazgichning ikkinchi uchini elektrometrning zaryadlangan sharchasiga tekkizsak, elektrometrning ko‘rsatkichi nolga tushishi bilan bir vaqtda neon lampochka ham bir zumda yonib-o‘chadi *(29-rasm)*. Demak, haqiqatan ham, o‘tkazgichda zaryadli

zarralar bir tomonga tartibli harakat qiladi, ya'ni oqadi va o'tkazgichda elektr toki hosil bo'ladi.

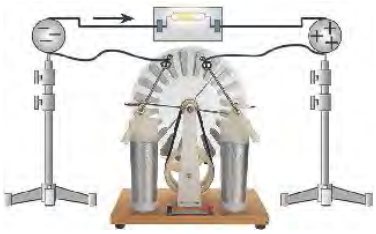
Tok hosil bo'lishida elektr maydonning o'rni

Zaryadli zarralarning harakat qilishiga sabab, o'tkazgichda elektr maydonning mavjudligidir. 29-rasmda tasvirlangan tajribada elektrometrning sharchasi manfiy zaryadlangan. O'tkazgich uchi sharchaga tekkizilmasdan avval yerning o'tkazgich ulangan joyi neytral bo'ladi, ya'ni manfiy va musbat zaryadlar teng miqdorda bo'ladi. O'tkazgich sharchaga ulangan zahoti undagi manfiy zaryadlarning ta'sirida yerning shu neytral joyida musbat zaryadlar yig'iladi. Natijada sharcha va yer orasida elektr maydon vujudga keladi. Bu maydon ta'sirida sharchadagi elektronlar yer tomon tartibli harakat qiladi va o'tkazgichda qisqa muddatli tok hosil bo'ladi.

O'tkazgichda elektr toki vujudga kelishi uchun elektr maydon mavjud bo'lishi kerak.

O'tkazgichda qanday qilib uzoqroq vaqt davom etadigan elektr tokini hosil qilish mumkin?

Bu savolga javob berish uchun quyidagi tajriba o'tkazilgan. Elektrofor mashinasining sharchalari metall o'tkazgichlar orqali ular izolatsiyalangan shtativga mahkamlangan sharlarga ulangan. Neon lampochkasi metall o'tkazgichlar orqali bu sharlarga ulangan *(30-rasm)*.



30-rasm.

Elektrofor mashinasining disklari aylantirilganda sharlarning biri musbat, ikkinchisi manfiy zaryadlanadi. Natijada qarama-qarshi ishorali zaryadlangan sharlar orasida, shuningdek, ularga ulangan o'tkazgichlarda elektr maydon vujudga keladi. Maydon ta'sirida zaryadli zarralar o'tkazgich bo'ylab tartibli harakat qiladi, ya'ni unda tok hosil bo'ladi. Bu tok tufayli neon lampochka yonadi. Disklar to'xtovsiz aylantirib turilsa, sharlarning zaryadlanishi uzluksiz davom etadi va elektr maydoni saqlanib, lampochka ham yonib turaveradi.

Elektr tokining ta'sirlari

O'tkazgichdan o'tayotgan elektr tokini yoki zaryadli zarralarning tartibli harakatini bevosita kuzata olmaymiz. Ammo elektr tokining mavjudligi tufayli yuz beradigan ta'sirlarni ko'rish va sezish mumkin.



Bular:

1. O‘tkazgichdan elektr toki o‘tganda o‘tkazgich qiziydi (ammo o‘tao‘tkazgichlar qizimaydi).
2. Elektrolitdan elektr toki o‘tganda uning kimyoviy tarkibi o‘zgaradi.
3. O‘tkazgichdan elektr toki o‘tganda o‘tkazgichning atrofida magnit maydonni hosil qiladi.

Elektr tokining ta’sirlari to‘g‘risida keyingi mavzularda batafsil to‘xtalamiz.



1. Elektr toki deb nimaga aytiladi?
2. O‘tkazgichda zaryadli zarralar tartibli harakat qilishining sababi nimada?
3. 29-rasmda keltirilgan tajribada nima sababdan neon lampasi bir zumda yonib-o‘chadi?
4. Elektrofor mashina yordamida tokni qanday hosil qilish mumkin? Tok hosil bo‘lish sababini tushuntirib bering.
5. Elektr tokining qanday ta’sirlari kuzatiladi?

10-§ TOK MANBALARI

Tok manbai haqida tushuncha

O‘tkazgichga ulangan lampochka yonib turishi uchun o‘tkazgichda muntazam elektr tokini hosil qilib turuvchi manba, ya’ni tok manbai bo‘lishi zarur.

Tok manbaida elektrostatik tabiatiga ega bo‘lmagan kuchlar ish bajarib, musbat va manfiy zaryadli zarralarni bir-biridan ajratadi. Ajratilgan qarama-qarshi ishorali zarralar tok manbaining qutblarida to‘planadi va elektr maydonni hosil qiladi.

Tok manbalarida musbat va manfiy zaryadli zarralarni ajratish jarayonida mexanik, kimyoviy va boshqa turdagi energiyalar elektr energiyaga aylanadi. 29-rasmda tasvirlangan elektrofor mashina ham tok manbaidir. Unda mexanik energiya elektr energiyaga aylanadi. Elektrofor mashina disklari aylantirilganda musbat va manfiy zaryadli zarralar ajralib, qutblarda, ya’ni sharchalarda qarama-qarshi ishorali zaryadlar to‘planadi.

Agar o‘tkazgich ichida elektr maydon o‘zgarmas bo‘lsa, o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan teng vaqtlar ichida o‘tgan zaryad miqdori bir xil bo‘lib, o‘tkazgich orqali o‘zgarmas tok oqadi.

Zaryadli zarralarning o‘zgarmas me’yordagi oqimi *o‘zgarmas tok* deb ataladi. *O‘zgarmas tok manbai* deb, musbat va manfiy qutbga ega bo‘lgan va o‘zgarmas tokni hosil qiladigan manbaga aytiladi.

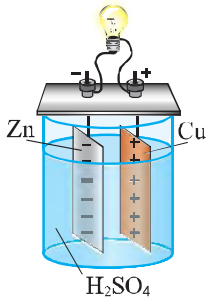
Elektr toki manbalari xilma-xildir. Hozircha biz o‘zgarmas tok manbalarining tuzilishi va ishlashi bilan tanishamiz.

Galvanik element

Elektron soat, televizor va avtoulov pulti kabi asboblarda elektr manbai sifatida galvanik elementlardan foydalaniladi. Ularning barchasida kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi.

Galvanik elementda kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi.

Eng sodda galvanik element bu sulfat kislotaning suvdagi eritmasiga botirilgan rux (Zn) va mis (Cu) plastinkalaridan iborat bo‘lgan qurilmadir *(31-rasm)*. Rux va kislotaning o‘zaro kimyoviy reaksiyasida rux plastinka erib, musbat zaryadli ionlarini eritmaga beradi va o‘zi manfiy zaryadlanadi, musbat ionlar esa mis plastinkada to‘planadi. Zaryadlangan plastinkalar orasida elektr maydon hosil bo‘ladi. Agar mis va rux qoplamalari, ya’ni galvanik element qutblari o‘tkazgich orqali lampochkaga ulansa, o‘tkazgichdan tok o‘tadi va lampochka yonadi. Bunday eng sodda galvanik elementni italiyalik olim **Alessandro Volta** kashf etgan. Shuning uchun u volta galvanik elementi deb ham yuritiladi.



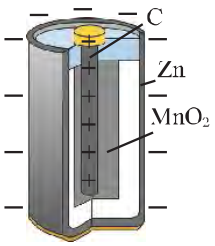
31-rasm.



ALESSANDRO VOLTA (1745–1827)

Buyuk italyan fizik va ximigi, fizikaning elektr bo‘limi asoschilaridan biri. 1791-yilda elektroskopni kashf qilgani uchun London qirolligi jamiyatiga qabul qilingan. 1800-yilda galvanik element (batareya) ni ixtiro qilgani uchun Napoleon tomonidan graf unvoni berilgan.

Amalda, asosan, quruq galvanik elementlardan foydalaniladi. *32-rasmda* eng sodda quruq galvanik elementning tuzilishi ko‘rsatilgan. Galvanik elementning asosiy qismi rux (Zn) idishdan va unga solingan ko‘mir (C) sterjendan iborat. Xaltachaga solingan marganes oksidi (MnO_2) va ko‘mir aralashmasidan tayyor-



32-rasm.



33-rasm.

langan qorishma ko‘mir sterjenni o‘rab turadi. Kimyoviy reaksiya jarayonida ko‘mir sterjenda musbat, rux sterjenda manfiy zaryadlar to‘planadi.

Hozirgi paytda turli-tuman galvanik elementlar ishlab chiqariladi *(33-rasm)*. Galvanik elementlardan oladigan quvvatini oshirish uchun ular bir-biri bilan ketma-ket ulanadi. Bunday ketma-ket ulangan elementlar tizimi *galvanik elementlar batareyasi* deyiladi. Ko‘chma radio, televizor va sovitgich pulti kabi asboblarga galvanik elementlar batareyasi qo‘yiladi.

Akkumulatorlar

«Akkumulator» so‘zi lotinchadan olingan so‘z bo‘lib, «to‘plovchi» degan ma’noni anglatadi. Barcha turdagi galvanik elementlarning ishlashi davomida ulardagi elektrodlar yemiriladi, eritma esa kuchsizlanib qoladi. Ma’lum vaqt o‘tgach, ularda kimyoviy reaksiyaning kuchi so‘nadi va ishga yaroqsiz bo‘lib qoladi. Akkumulatorda ham galvanik element kabi kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi. Lekin akkumulatorda kimyoviy reaksiyaning kuchi tugasa, ularni boshqa tok manbai elektr tarmog‘idan maxsus asboblar yordamida zaryadlab, qayta ishlatish mumkin. Akkumulatorni zaryadlash uchun u orqali tok o‘tkaziladi. Buning uchun uning musbat qutbi boshqa tok manbaining musbat qutbiga, manfiy qutbi esa o‘sha manbaning manfiy qutbiga ulanadi.

Akkumulatorda kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi. Boshqa manba yordamida akkumulatordan tok o‘tkazish orqali uning ishlash faoliyati tiklab turiladi.

Texnikada akkumulatorning ikki turi: kislotali va ishqorli akkumulatorlar keng qo‘llaniladi. Kislotali akkumulator sulfat kislota eritmasiga botirilgan ikkita qo‘rg‘oshin plastinadan iborat. Plastinalardan biri toza qo‘rg‘oshindan iborat bo‘lib, u o‘ziga manfiy zaryadlarni, ikkinchi qo‘rg‘oshin plastinaning usti qo‘rg‘oshin oksidi bilan qoplanganligi uchun u o‘ziga musbat zaryadlarni yig‘adi.



34-rasm.

Ishqorli akkumulatorlarda esa, plastinalaridan biri nikellangan po‘lat bo‘lib, u o‘ziga musbat zaryadni, ikkinchisi oksidlangan temir bo‘lib, u o‘ziga manfiy zaryadni yig‘adi. 34-rasmda mamlakatimizda ishlab chiqarilayotgan kislotali akkumulatorning tashqi ko‘rinishi keltirilgan.

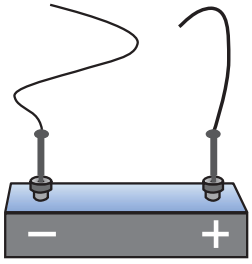


35-rasm.

Akkumulatorlar turmush va texnikada keng qo‘llaniladi. Masalan, avtomobillarda dvigatelni ishga tushirishda, ko‘chma radio, televizor, uyali telefon va kompyuterlarda, suvosti kemalarida, yerning sun’iy yo‘ldoshlarida akkumulatorlardan tok manbai sifatida foydalaniladi.

Maktab fizika xonalarida tajriba va laboratoriya ishlarini o‘tkazish uchun turli xil o‘zgarmas tok manbalaridan foydalaniladi. Odatda, bunday o‘zgarmas tok manbalari elektr tarmog‘iga ulangan maxsus asboblar yordamida hosil qilinadi *(35-rasm)*.

Bundan buyon elektr zanjirlarda o‘zgarmas tok manbaining elektr sxemasini 36-rasmda keltirilgandek tasvirlaymiz.



36-rasm.

Elektr zanjir

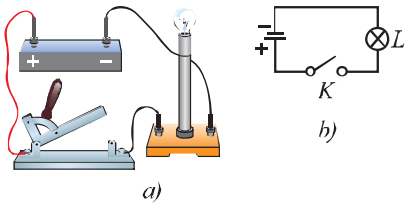
Zanjir so‘zi bir necha bo‘laklardan tashkil topgan qismlarning ulanishi (yig‘ilishi) ma’nosini beradi. Elektr zanjir ham bir necha qismlardan iborat bo‘ladi.

Tok manbai, elektr lampochka va kalitni bir-biri bilan o‘tkazgich orqali ulaylik *(37-a rasm)*. Kalit elektr lampochkani o‘chirib-yoqish uchun kerak bo‘ladi. Elektr lampochka iste’molchi hisoblanadi. Xonadonimizdagi radio, televizor, muzlatgich, elektr isitgichlar ham elektr iste’molchilardir.

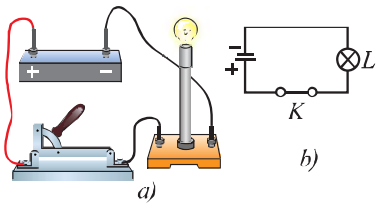
Tok manbai, o‘tkazgich (ulovchi simlar), elektr iste’molchi va kalit *eng sodda elektr* zanjirini tashkil etadi.

Zanjirda elektr toki hosil bo‘lishi uchun u berk bo‘lishi kerak. 38-*a* rasmda elektr zanjirida kalitning ulangan holati, ya’ni zanjirning berk holati keltirilgan.

Odatda, elektr zanjir chizma tarzida tasvirlanadi. Elektr zanjirdagi elementning ulanish usullari tasvirlangan chizmalar elektr sxema deb ataladi. 37-*b* rasmda ochiq zanjirning va 38-*b* rasmda berk zanjirning elektr sxemalari tasvirlangan.



37-rasm.



38-rasm.

39-rasmda elektr zanjirdagi elementlarning elektr sxemalardagi shartli belgilari ko‘rsatilgan.

1. Tok manbai
2. Batareyali tok manbai
3. O‘tkazgichlarning ulangan joyi
4. O‘tkazgichlarning ulanmasdan kesishgan joyi
5. Zanjir ochiq holatdagi kalit
6. Elektr lampochka
7. Elektr qo‘ng‘iroq
8. Elektr asboblarni ulash uchun qisqich

39-rasm.

1. Tok manbai qutblarida zaryadli zarralar to‘planishini tushuntiring.
2. Volta galvanik elementining tuzilishi va ishlashini tushuntirib bering.
3. Quruq galvanik elementning tuzilishi va ishlashini aytib bering.
4. Akkumulatorlarning galvanik elementdan asosiy farqi nimadan iborat?
5. Eng sodda elektr zanjiri qanday elementdan tashkil topgan?

40-rasmda keltirilgan cho‘ntak fonarining elektr sxemasini kalitning ochiq va yopiq holatlari uchun chizing.



40-rasm.

11-§ ELEKTR KUCHLANISH VA UNI O‘LCHASH

Kuchlanish haqida tushuncha

Elektr zanjirga ulangan o‘tkazgichdagi elektronlar tok manbaining manfiy qutbidan musbat qutbiga qarab harakat qiladi. Bunda tok manbai ish bajaradi.

Zanjirning biror qismidan 1 kulon zaryad o‘tganida bajariladigan ishga son qiymati jihatidan teng bo‘lgan kattalik zanjirning shu qismi uchlari orasidagi *elektr kuchlanish* deb ataladi va *U* harfi bilan belgilanadi.

Ta’rifga ko‘ra elektr kuchlanish formulasi quyidagicha ifodalanadi:

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

bunda A – zanjirdan q zaryad o‘tganda uning shu qismida bajarilgan ish.

Kuchlanish birligi qilib birinchi galvanik elementni yaratgan italyan olimi **Alessandro Volta** sharafiga **volt** (V) qabul qilingan. 1 volt shunday kuchlanishki, bu kuchlanishda zanjirning bir qismidan 1 kulon zaryad o‘tganda 1 joul ish bajariladi, ya’ni $1\ \text{V} = \frac{1\ \text{J}}{1\text{C}}$.

Binobarin, agar zanjir qismida kuchlanish 2 V ga teng bo‘lsa, shu qism orqali 1 C zaryad o‘tganida zanjirning shu qismida 2 J ish bajariladi.

Amalda kuchlanishning **millivolt** (mV) va **kilovolt** (kV) kabi birliklari ham qo‘llaniladi:

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

Kuchlanish elektr zanjirning biror qismidagi o‘tkazgich uchlaridagina emas, balki tok manbai qutblarida ham namoyon bo‘ladi. Tok manbalari va uzatish liniyalaridagi elektr kuchlanishi turlicha bo‘ladi *(1-jadval)*.

1-jadval

№	Tok manbalari va uzatish liniyasi	Kuchlanish
1.	Quruq galvanik element	1,5 V
2.	Kislotali va ishqorli avtomobil akkumulatori	12 V
3.	Xonadonlardagi elektr tarmog‘i	220 V
4.	Katta tok uzatish liniyasi	5 500 kV

Kuchlanishni o‘lchash

Tok manbai qutblaridagi yoki zanjirning biror qismidagi kuchlanish *voltmetr* yordamida o‘lchanadi.

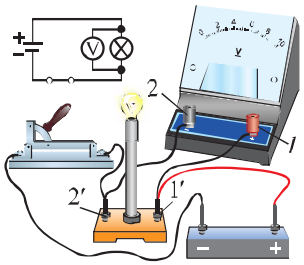


41-rasm.

Voltmetrni boshqa elektr o‘lchov asboblaridan farqlash uchun uning yuza qismiga «V» harfi yozilgan bo‘ladi. Elektr zanjir sxemasida voltmetrning shartli belgisi (V) kabi belgilanadi.

Bugungi kunda mamlakatimizda o‘quv muassasalari uchun laboratoriya o‘quv jihozlarini ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan. 41-rasmda mamlakatimizda ishlab chiqilgan o‘quv voltmetrining tashqi ko‘rinishi keltirilgan.

Voltmetrning qisqichlariga «+» va «–» belgisi qo‘yiladi. Tok manbaining qutblaridagi kuchlanishni o‘lchash uchun voltmetrning «–» qisqichi tok manbaining musbat «+» qutbiga, voltmetrning « » qisqichi esa tok manbaining manfiy «–» qutbiga to‘g‘ridan to‘g‘ri ulanadi. Elektr iste’molchidagi, masalan, lampochka uchlaridagi kuchlanishni o‘lchash uchun voltmetrning (*1*) qisqichi lampochkaning (*1′*) qisqichiga, voltmetrning (*2*) qisqichi lampochkaning (*2′*) qisqichiga ulanadi *(42-rasm)*. Voltmetrning iste’molchiga nisbatan bunday ulanishi **parallel ulanish** deyiladi.



42-rasm.

Voltmetr elektr zanjirdagi kuchlanishi o‘lchanadigan iste’molchiga parallel qilib ulanadi.



43-rasm.

Tok manbalarining ulanishi

Bitta galvanik element beradigan kuchlanish ko‘p hollarda yetarli bo‘lmaydi. Masalan, ayrim ko‘chma radiolar 3 V li tok manbaida ishlaydi. Galvanik elementlarning har biri 1,5 V kuchlanish beradi. 3 V li kuchlanishni olish uchun radioga 1,5 V lik ikkita galvanik elementi qo‘yiladi *(43-a rasm)*. 9 V da ishlaydigan magnitofon uchun 1,5 V li 6 ta galvanik elementni ketma-ket ulash kerak *(43-b rasm)*. Akkumulatorlarda bir nechta galvanik element ketma-ket ulangan bo‘ladi.

Masala yechish namunasi

Elektr zanjirdagi lampochkaga parallel ulangan voltmetr 1,5 V ni ko‘rsatmoqda. Lampochkadan 10 C zaryad o‘tganda qancha ish bajariladi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$U = 1{,}5$ V $q = 10$ C.	$U = \frac{A}{q}$; $A = q\,U$.	$A = q\,U = 10 \cdot 1{,}5$ J $= 15$ J.
Topish kerak: A = ?	$[A] = \text{C} \cdot \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{J}$.	*Javob:* $A = 15$ J.



1. Elektr kuchlanish deb nimaga aytiladi?
2. Elektr kuchlanish formulasi qanday ifodalanadi? Bu formulada elektr kuchlanish va zaryad miqdori ma’lum bo‘lsa, bajarilgan ish qanday topiladi?
3. Elektr kuchlanish qanday birlikda o‘lchanadi?
4. Kuchlanish qanday asbob yordamida o‘lchanadi va u zanjirga qanday ulanadi?
5. Kuchlanishni oshirish uchun tok manbalarini qanday ulash lozim?

6-mashq

1. Elektr zanjirdagi lampochkadan ma’lum vaqt davomida 25 C zaryad o‘tib, 75 J ish bajarildi. Lampochka qanday elektr kuchlanish ostida yongan?
2. Uyali telefon 5 V kuchlanishli tok manbaiga ega. Ma’lum vaqt davomida undan 10 C zaryad o‘tganida qancha ish bajariladi?
3. Ko‘chma magnitofon 9 V kuchlanishli tok manbaiga ega. Ma’lum vaqt davomida 450 J ish bajarish uchun manba qancha zaryad berishi kerak?
4. Elektr zanjirdagi lampochkaga parallel ulangan voltmetr 3 V ni ko‘rsatmoqda. Ma’lum vaqt davomida 24 J ish bajarilishi uchun lampochkadan qancha elektron o‘tishi kerak? 1 ta elektronning zaryadi $-1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C ga teng.



Voltmetrni galvanik element yoki akkumulator qisqichlariga ulab, tok manbai uchlaridagi kuchlanishni o‘lchang.



12-§ TOK KUCHI VA UNI O‘LCHASH

Tok kuchi haqida tushuncha

Elektr zanjirdan o‘tayotgan tokni tavsiflash uchun maxsus fizik kattalik – tok kuchi tushunchasi kiritilgan.

O‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan vaqt birligida o‘tayotgan elektr zaryad miqdoriga qiymat jihatidan teng bo‘lgan kattalik *tok kuchi* deb ataladi va *I* harfi bilan belgilanadi.

Agar o‘tkazgich ko‘ndalang kesimidan t vaqt ichida q zaryad o‘tgan bo‘lsa, I tok kuchi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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

ANDRE MARI AMPER (1775–1836)



Taniqli fizik va matematik. M.Amper «Elektr toki, elektrostatika, elektrodinamika, elektr yurituvchi kuch, galvanometr» kabi tushunchalarni fanga kiritgan.

Xalqaro birliklar sistemasida tok kuchining asosiy birligi qilib fransuz fizigi **Andre Mari Amper** sharafiga *amper* (A) qabul qilingan. Tok kuchi ta’rifiga ko‘ra tok kuchi birligi: $1\,\text{A} = \frac{1\,\text{C}}{1\,\text{s}}$. Demak, o‘tkazgichning ko‘ndalang kesim yuzidan 1 s da 1 C zaryad o‘tsa, tok kuchi 1 A ga teng bo‘ladi.

Amalda tok kuchini o‘lchashda amperdan tashqari milliamper (mA) va mikroamper (μA) ham qo‘llaniladi.

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

Tok kuchi miqdoriy, ya’ni skalar kattalikdir. Tok kuchi atamasidagi «kuch» so‘zining mexanikadagi kuch atamasiga hech qanday aloqasi yo‘q.

Tok kuchini o‘lchash

Tok kuchi maxsus asbob – ampermetr yordamida o‘lchanadi. Ampermetr birlik vaqt davomida o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan o‘tgan zaryad miqdorini o‘lchashi kerak, shu sababli u zanjirga ketma-ket ulanadi.

Zanjirdagi tok kuchi *ampermetr* yordamida o‘lchanadi.

Maktab fizika xonasida foydalaniladigan ampermetrlar 44-rasmda tasvirlangan. Hozirgi kunda elektr tokini o‘lchashda zamonaviy raqamli, elektron ampermetrlar ham qo‘llanilmoqda. Ampermetr shkalasiga «A» harfi yozib qo‘yiladi. Elektr zanjir sxemasida ampermetrning shartli belgisi Ⓐ kabi belgilanadi.

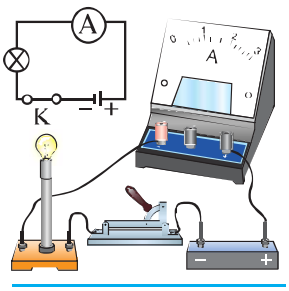


44-rasm.

Ampermetr elektr zanjirdagi tok kuchi o‘lchanadigan iste’molchi bilan ketma-ket ulanadi.

Ampermetrni zanjirga ulashda uning «+» belgisi qo‘yilgan qisqichi tok manbaining musbat qutbidan kelayotgan o‘tkazgichga ulanadi. Ampermetrning «–» belgisi qo‘yilgan qisqichi iste’molchi orqali tok manbaining manfiy qutbiga ulanadi (*45-rasm*).

Ampermetr iste’molchiga ketma-ket oldin ulansa ham, keyin ulansa ham, bir xil qiymatni ko‘rsatadi. Chunki, bunday zanjirning hamma qismida tok kuchi bir xil bo‘ladi.



45-rasm.

Masala yechish namunasi

Elektr zanjirdagi lampochkadan 0,4 A tok o‘tmoqda. Lampochka spirali orqali 5 minutda qancha zaryad miqdori va nechta elektron o‘tishini hisoblang.

Berilgan:

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

Topish kerak:

$q = ?$ $N = ?$

Formulasi:

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

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

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

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

Hisoblash:

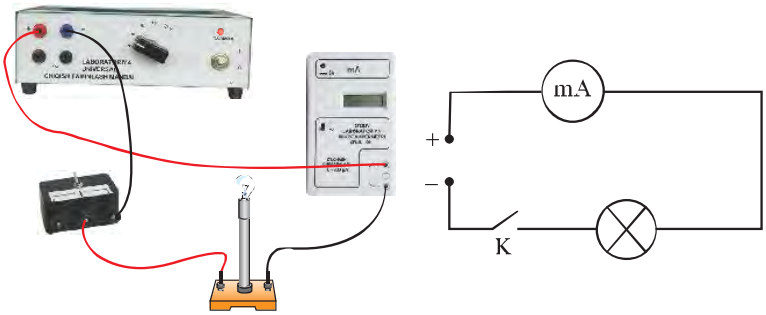
$q = 0{,}4 \cdot 300\text{ C} = 120\text{ C}$.

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

Javob: $q = 120$ C; $N = 7{,}5 \cdot 10^{20}$ ta.

1. Tok kuchi deb nimaga aytiladi va qaysi formula orqali ifodalanadi?
2. Tok kuchi va tokning o‘tish vaqti berilsa, shu vaqt ichida o‘tkazgichdan o‘tgan zaryad miqdori qanday hisoblanadi?
3. Tok kuchi qanday asbob yordamida o‘lchanadi?
4. Ampermetr elektr zanjirga qanday ulanadi?

Ampermetr yordamida zanjirdagi tok kuchini o‘lchash



46-rasm.

1. 46-rasmda keltirilgan elektr zanjirini yig‘ing. Kalitni ochiq holda qoldiring. Izoh: 12 voltga mo‘ljallangan cho‘g‘lanma lampochka oling.
2. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beruvchi murvatini 4 V holatiga qo‘ying.
3. Kalitni ulang va lampochkadan o‘tayotgan tok kuchini milliampermetr yordamida o‘lchang.
4. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beruvchi murvatini 6, 8 va 10 V holatlariga qo‘yib tajribani takrorlang. Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozing.

Murvat holatlari (V)	4	6	8	10
Milliampermetrning ko‘rsatishi, (mA)				

5. Tajriba natijalari asosida o‘z xulosangizni yozing.
6. Tajriba natijalarini tahlil qiling va xulosa chiqaring.
7. Elektr zanjir sxemasini daftaringizga chizing.

13-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Manbadan o‘tkazgich uchlariga 3 V kuchlanish berildi. Agar shu o‘tkazgichda 0,5 soat davomida 120 mA tok o‘tib turgan bo‘lsa, tok manbai zaryadni ko‘chirishda qanday ish bajargan?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$U = 3$ V $t = 0{,}5$ h $= 1800$ s $I = 120$ mA $= 0{,}12$ A.	$I = \frac{q}{t}$; $q = I t$; $A = q U = I t U$. $[A] = [q U] = \text{C} \cdot \text{V} = \text{J}$.	$A = 0{,}12 \cdot 1800 \cdot 3$ J $= 648$ J.
Topish kerak:		*Javob:* $A = 648$ J.
$A = ?$		

2-masala. Tok manbaiga ulangan o‘tkazgichdan 3,2 A tok o‘tib turibdi. 30 minut davomida shu o‘tkazgich ko‘ndalang kesimidan o‘tgan elektronlarning massasini aniqlang.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$I = 3{,}2$ A $t = 30$ minut $= 1800$ s $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C $m_0 = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg.	$I = \frac{q}{t}$; $q = N e$. $N = \frac{q}{e} = \frac{I t}{e}$. $m = N \cdot m_0 = \frac{I t}{e} \cdot m_0$. $[m] = \frac{\text{A s}}{\text{C}} \cdot \text{kg} = \text{kg}$.	$m = \frac{3{,}2 \cdot 1800}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}\text{kg} =$ $= 32{,}76 \cdot 10^{-9}\text{kg} = 32{,}76$ nkg.
Topish kerak:		*Javob:* $m = 32{,}76$ nkg.
$m = ?$		

7-mashq

1. Elektr zanjirdagi lampochkadan 5 minutda 30 C zaryad o‘tgan bo‘lsa, zanjirdagi tok kuchi nimaga teng?
2. Zanjirdagi tok kuchi 0,3 A ga teng bo‘lsa, 0,5 minut davomida o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan qancha zaryad o‘tadi?
3. Elektr zanjiriga ulangan lampochkadan 0,1 A tok o‘tmoqda. Lampochka spirali orqali 8 minutda qancha zaryad o‘tadi? Shu vaqt davomida lampochkadan o‘tgan elektronlar sonini hisoblang.

4. Elektr lampochkadan 0,8 A tok o‘tmoqda. Uning spirali ko‘ndalang kesimidan 10 minutda o‘tgan elektronlarning massasini aniqlang.

5. Manbaga ulangan iste’molchidan 20 mA tok o‘tib turibdi. Tok manbai 2 soat davomida zaryadni ko‘chirishda 720 J ish bajargan bo‘lsa, iste’molchi uchlariga qanday kuchlanish berilgan?

6. Elektr zanjirdagi lampochkadan o‘tayotgan tok kuchi 0,3 A ga teng. Lampochka spiralidan qancha vaqtda 360 C zaryad o‘tadi?

7. Akkumulator 25 minut davomida 4 A tok berib tura oladi. Bunday akkumulator qancha elektr zaryadi to‘play oladi?

8. Elektr zanjirdagi lampochkadan 0,4 A tok o‘tmoqda. Lampochka spirali orqali 3 minutda uning kesimidan o‘tgan zaryad miqdori va o‘tgan elektronlar sonini hisoblang.

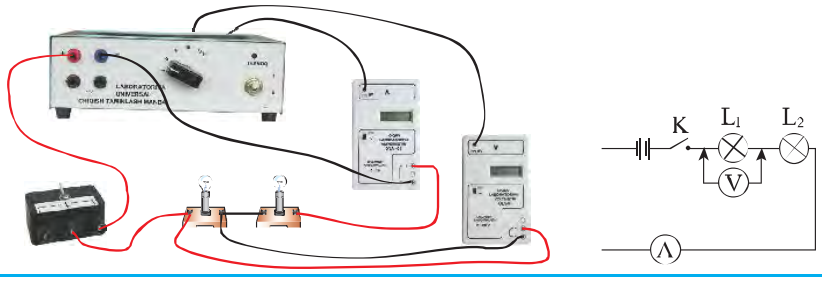
9. 12 V kuchlanishli akkumulator avtomobilni yurgizishda generatorga 50 A tok bermoqda. Agar avtomobil dvigateli 2 s o‘tgach o‘t olsa, akkumulator qanday ish bajargan?

10. Elektr zanjirdagi lampochkadan ma’lum vaqt davomida 25 C zaryad o‘tib, tok manbai 100 J ish bajardi. Lampochka qanday elektr kuchlanish ostida yongan?

14-§ *Laboratoriya ishi.* ELEKTR ZANJIRNI YIG‘ISH, UNING TURLI QISMLARIDAGI TOK KUCHI VA KUCHLANISHNI O‘LCHASH

Ishning maqsadi: elektr zanjirini yig‘ishni hamda zanjirning turli qismlaridagi tok kuchi va kuchlanishni o‘lchashni o‘rganish.

Kerakli jihozlar: tok manbai, ampermetr, voltmetr, ikkita lampochka, kalit va ulovchi o‘tkazgichlar.



47-rasm.

Ishni bajarish tartibi

1. Tok manbai, ampermetr, voltmetr, lampochkalar va kalitdan iborat zanjirni yig‘ing *(47-rasm)*. Bunda voltmetr birinchi lampochkaning uchlariga ulanadi.

2. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beradigan murvatini 4 V holatiga qo‘ying.

3. Kalitni ulang. Zanjirga ulangan ikkala lampochka ham yonadi, ampermetr va voltmetr ko‘rsatishini qayd qiling. Ularning qiymatlarini jadvalga yozing.

Izoh: voltmetr birinchi lampochka uchlaridagi kuchlanishni o‘lchaydi.

Murvat holatlari	1-lampochka		2-lampochka	
	U_1	I_1	U_2	I_2
1				
2				
3				

4. Kalitni uzing. Voltmetr klemmalarini ikkinchi lampochkaning uchlariga ulang.

5. Kalitni ulang. Bunda lampochkalar yonadi, ampermetr va voltmetr ko‘rsatishini qayd qiling. Ularning qiymatlarini jadvalga yozing.

Izoh: voltmetr ikkinchi lampochka uchlaridagi kuchlanishni o‘lchaydi.

6. Kalitni uzing. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beradigan murvatini 6 V holatiga qo‘ying. Tajribani yuqorida 3-, 4-, 5- bandda keltirilgandek takrorlang.

7. Tajriba natijalarini tahlil qiling va xulosa chiqaring.



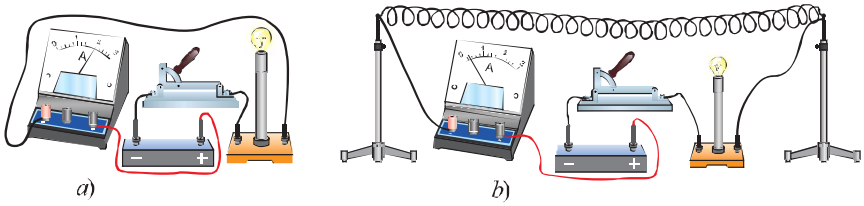
1. Eng oddiy elektr zanjir qanday asboblardan tashkil topgan?
2. Zanjirdagi har bir asbobning vazifasini aytib bering.
3. Nima uchun ampermetr zanjirda iste’molchiga ketma-ket ulanadi?

15-§ ELEKTR QARSHILIK

Elektr qarshilik haqida tushuncha

Tok manbai, lampochka va ampermetrni kalit orqali ketma-ket ulab, elektr zanjirni yig‘amiz *(48-a rasm)*. Kalitni ulasak, lampochka ravshan yonadi, ampermetr undan tok o‘tayotganini ko‘rsatadi.

Kalitni uzaylik. Shu zanjirga uzunligi 1,5–2 metr bo‘lgan nikelin[1]dan tayyorlangan simni spiral shakliga keltirib, uni lampochkaga ketma-ket qilib ulaylik *(48-b rasm)*. Kalit ulanganda lampochka xira yonadi va ampermetr zanjirdan o‘tayotgan tokning kamayganligini ko‘rsatadi. Demak, nikelin sim zanjirdagi tokni kamaytiradi, ya’ni zanjirdan tok o‘tishiga qarshilik qiladi.



a) *b)*

48-rasm.

O‘tkazgichning zanjirda tok o‘tishiga qarshilik qilish xossasini tavsiflaydigan fizik kattalikka elektr qarshilik deb ataladi va *R* harfi bilan belgilanadi.

Elektr qarshilikning asosiy birligi qilib qarshilik tushunchasini kiritgan va elektr zanjirning asosiy qonunini kashf etgan nemis fizigi Georg Simon Om sharafiga *om* (Ω) qabul qilingan. Qarshilikning milliom (mΩ), kiloom (kΩ), megaom (MΩ) kabi birliklari ham qo‘llaniladi. Bunda:

1 mΩ = 0,001Ω = 10^{-3} Ω; 1 kΩ = 1000 Ω = 10^{3} Ω; 1 MΩ = 1000000 Ω = 10^{6} Ω

GEORG SIMON OM (1787–1854)



Taniqli nemis fizigi. U tok kuchi, kuchlanish va qarshilik orasidagi nazariy va amaliy bog‘lanishni isbotlab bergan. Tokli o‘tkazgichlarning o‘zaro hamda doimiy magnit bilan ta’sirlashish qonunlarini o‘rgangan.



49-rasm.

O‘tkazgichning elektr qarshiligini *ommetr* deb ataluvchi asbob yordamida o‘lchash mumkin. 49-rasmda mamlakatimizda ishlab chiqarilgan ommetrning tashqi ko‘rinishi keltirilgan.

O‘tkazgichda elektr qarshilik qanday vujudga keladi?

Metallardagi tok elektr maydon ta’sirida erkin elektronlarning tartibli harakatidan iborat. Harakat paytida elektronlar kristallni

[1] *Nikelin* – bu nikel, mis va marganes aralashmasidan tayyorlangan qotishma.

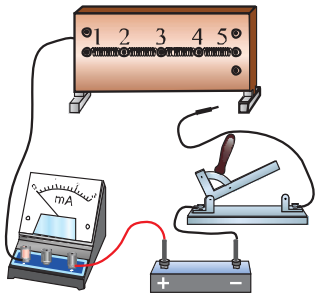
tashkil etgan ionlar bilan to‘qnashadi. Bu to‘qnashuv jismlarning mexanik harakatidagi to‘qnashish jarayoniga o‘xshab, ionlar erkin elektronlarning tezligini kamaytiradi. Shuning uchun metall o‘tkazgichlarga elektr maydon ta’sir etganda, elektr qarshilik namoyon bo‘ladi. Bundan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:



– elektr qarshilik o‘tkazgichdagi erkin zarralarning tartibli harakati yo‘nalishiga to‘sqinlik qilishi bilan xarakterlanadi;
– elektr qarshilikning vujudga kelishiga zaryadlangan zarralarning o‘tkazgich zarralari bilan to‘xtovsiz to‘qnashuvlari sabab bo‘ladi.

Elektr qarshilikning o‘tkazgich uzunligiga bog‘liqligi

50-rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig‘aylik. Bunda 1 va 2; 2 va 3; 3 va 4; 4 va 5 qisqichlar bir xil – 15 cm uzunlikdagi nixrom o‘tkazgich (sim)lar bilan tutashtirilgan.



50-rasm.

Tok manbaining musbat qutbi ampermetr orqali 1 qisqichga, manfiy qutbi esa kalit orqali 2 qisqichga ulangan bo‘lsin. Kalit yordamida zanjirni ulasak, ampermetr 2 mA tokni ko‘rsatgan bo‘lsin. Agar tok manbaining manfiy qutbini 3 qisqichga ulasak, ampermetr 1 mA ni, 5 qisqichga ulasak, 0,5 mA ni ko‘rsatadi. Bunga sabab, zanjir 3 qisqichga ulanganda nixrom simning uzunligi 2 marta, 5 qisqichga ulanganda esa uning uzunligi 4 marta ortdi.

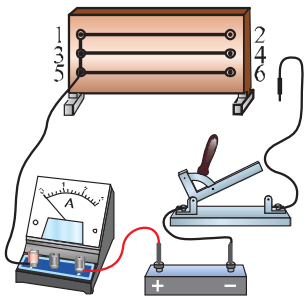
Tajribadan shunday xulosa chiqarish mumkin: o‘tkazgichning uzunligi necha marta ortsa, zanjirdagi tok kuchi shuncha marta kamayadi, ya’ni o‘tkazgichning elektr qarshiligi shuncha marta ortadi.

O‘tkazgichning elektr qarshiligi uning uzunligiga to‘g‘ri proporsionaldir:

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

Elektr qarshilikning o‘tkazgich ko‘ndalang kesimiga bog‘liqligi

Endi yuqoridagi tajribani biroz o‘zgartiramiz. 51-rasmda tasvirlangandek zanjirni yig‘amiz. Bunda 1; 3; 5 qisqichlar o‘tkazgich mis sim bilan tutashtirilgan bo‘lib, ular ampermetr orqali tok manbaining musbat qutbiga ulangan. 1 va 2 qisqichlarni, 3 va 4 qisqichlarni, 5 va 6 qisqichlarni bir-biri bilan 60 cm uzunlikdagi 3 ta bir xil nixrom sim bilan tutashtiraylik.



51-rasm.

Manbaning manfiy qutbiga ulangan o‘tkazgichni 2 qisqichga mahkamlab kalitni ulasak, ampermetr 0,5 A tokni ko‘rsatadi. Manbaning manfiy qutbiga ulangan bu o‘tkazgichni 4 yoki 6 qisqichga ulansa ham zanjirdan 0,5 A tok o‘tadi.

Endi 2 va 4 qisqichlarni tutashtiraylik. Bu bilan biz nixrom simni ikki qavat qilamiz va uning ko‘ndalang kesimi yuzasini ham 2 marta oshiramiz. Manbaning manfiy qutbiga ulangan simni 4 qisqichga mahkamlab kalitni ulasak, ampermetr zanjirda 1 A tok o‘tayotganini ko‘rsatadi.

Agar 4 va 6 qisqichlarni ham tutashtirib tajribani takrorlasak, ampermetr 1,5 A tokni ko‘rsatadi. Bu gal biz nixrom simning ko‘ndalang kesimi yuzasini birinchi galdagiga nisbatan 3 marta oshirdik.

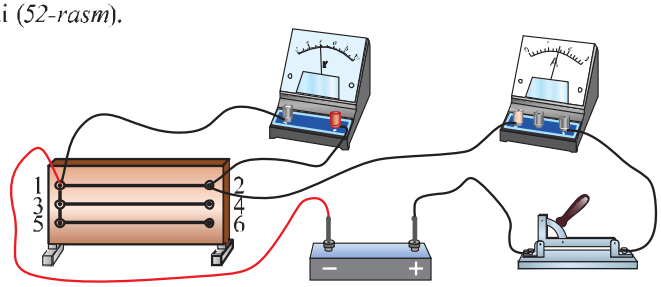
Tajribadan xulosa chiqarish mumkinki, o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimi yuzasi necha marta ortsa, uning elektr qarshiligi shuncha marta kamayar ekan.

O‘tkazgichning elektr qarshiligi uning ko‘ndalang kesim yuzasiga teskari proporsional:

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

Solishtirma qarshilik

Elektr zanjirga uzunliklari va ko‘ndalang kesimi yuzalari bir xil, lekin turli materiallardan yasalgan uch xil sim, masalan, mis, nikelin va nixromga navbatma-navbat ulaylik. Bunda har gal ampermetrning ko‘rsatishi har xil bo‘ladi. Bu tajriba turli moddalarning elektr qarshiligi har xil ekanligini ko‘rsatadi (*52-rasm*).



52-rasm.

O‘tkazgichning elektr qarshiligi o‘tkazgich tayyorlangan materialga ham bog‘liq:

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

Yuqoridagi (1), (2) va (3) ifodalarni umumlashtirib, qarshilikning quyidagi formulasini hosil qilamiz:

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

Bunda ρ (ro) – moddaning elektr xossasini ifodalovchi fizik kattalik bo‘lib, *solishtirma qarshilik* deb ataladi. (4) dan uni quyidagicha ifodalash mumkin:

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

Solishtirma qarshilik 1 Ω · m birlikda o‘lchanadi. O‘tkazgich tayyorlanadigan moddalarning solishtirma qarshiligi turlicha bo‘ladi (2-jadval).

2-jadval

№	Moddalar	ρ, 10^{-6} Ω · m	№	Moddalar	ρ, 10^{-6} Ω · m
1	Mis	0,017	5	Qo‘rg‘oshin	0,205
2	Aluminiy	0,028	6	Xrom	0,14
3	Volfram	0,055	7	Nikelin	0,4
4	Temir	0,098	8	Nixrom	1,1

Masala yechish namunasi

Uzunligi 2 m va ko‘ndalang kesimining yuzasi 0,5 mm^2 bo‘lgan nixrom simning qarshiligini toping.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$l = 2$ m $S = 0{,}5\ mm^2 = 0{,}5 \cdot 10^{-6}\ m^2$ $\rho = 1{,}1 \cdot 10^{-6}$ Ω m.	$R = \rho \frac{l}{S}$ $[R] = \Omega\,\text{m} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}^2} = \Omega.$	$R = 1{,}1 \cdot 10^{-6} \frac{2}{0{,}5 \cdot 10^{-6}}\ \Omega =$ $= 4{,}4\ \Omega.$
Topish kerak: R – ?		*Javob:* $R = 4{,}4\ \Omega$.



1. Elektr qarshilik deb nimaga aytiladi va u qanday belgilanadi?
2. Qarshilik o‘tkazgichning uzunligiga va ko‘ndalang kesimi yuzasiga bog‘liqligini qanday tajriba orqali asoslab berish mumkin?
3. Elektr qarshilikning o‘tkazgich uzunligi va ko‘ndalang kesimi yuzasiga bog‘liqlik formulasi qanday ifodalanadi?
4. (4) formuladan foydalanib, elektr qarshilikning o‘tkazgich ko‘ndalang kesimining diametriga bog‘liqlik formulasini keltirib chiqaring.

8-mashq

1. Uzunligi 100 m va ko‘ndalang kesimining yuzasi 2 mm^2 bo‘lgan mis simning qarshiligini toping.
2. Uzunligi 3 m, ko‘ndalang kesimining yuzasi 0,5 mm^2 bo‘lgan simning qarshiligi 2,4 Ω ga teng. Sim qanday moddadan tayyorlangan?
3. Bir xil moddadan tayyorlangan ikkita o‘tkazgich sim bor. Birinchi simning uzunligi 5 m, ko‘ndalang kesimining yuzasi 0,1 mm^2, ikkinchi simning uzunligi 0,5 m, ko‘ndalang kesimining yuzasi 3 mm^2. Simlarning qarshiliklarini taqqoslang.
4. Ko‘ndalang kesimining yuzasi 0,5 mm^2 bo‘lgan 2Ω qarshilikli spiral tayyorlash uchun qanday uzunlikda nikelin sim kerak bo‘ladi?
5. 6 m uzunlikdagi nixrom simdan tayyorlangan spiralning qarshiligi 13,2 Ω ga teng. Simning ko‘ndalang kesimi yuzasini toping.
6. Agar metall simning uzunligi va ko‘ndalang kesim yuzasi 2 marta orttirilsa uning qarshiligi qanday o‘zgaradi?
7*. Uzunligi 20 m, qarshiligi 16 Ω bo‘lgan nixrom simning hajmi qancha bo‘ladi?

16-§ REZISTORLAR. REOSTATLAR. POTENSIOMETRLAR

Elektr zanjirdagi tok kuchining o‘tkazgich qarshiligiga bog‘liqligidan elektrotexnikada keng foydalaniladi. Turli qarshilikli o‘tkazgichlarni tanlab zanjirdagi tokni boshqarish mumkin. Shu maqsadda elektrotexnikada rezistorlardan foydalaniladi.

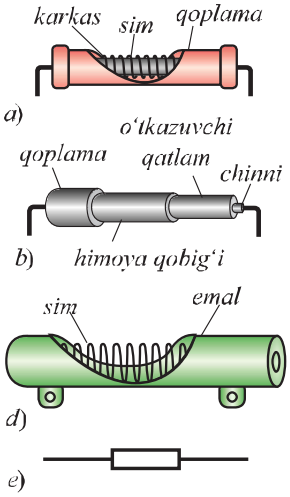
Rezistor **– elektr zanjirda tokni va kuchlanishni rostlash uchun qo‘llaniladigan ma’lum qarshilikli elektr asbob. «Rezistor» so‘zi lotincha «resisto» – «qarshilik» degan ma’noni anglatadi.**

53-*a* rasmda eng sodda rezistor tasvirlangan. U karkas, sim va qoplamadan iborat. Karkas va qoplama yonmaydigan va tok o'tkazmaydigan materialdan, masalan, chinnidan, sim esa solishtirma qarshiligi katta materialdan tayyorlanadi. Simning ikki uchi zanjirning tegishli qismiga ulanadi.

Ko'p hollarda rezistordagi sim o'rniga katta qarshilikka ega materialdan tayyorlangan qatlam qo'llaniladi (*53-b, rasm*). Bu qatlamning ikkala chekkasi o'tkazgich simga mahkamlangan bo'lib, bu simlar orqali zanjirga ulanadi.

53-*d* rasmda tasvirlangan rezistor kichik qarshilikli bo'lib, unda tok o'tkazmaydigan va yonmaydigan material – sopol ichiga kichik qarshilikli sim spiral shaklida joylashtirilgan.

Rezistorlarning elektr zanjir sxemasidagi shartli belgisi 53-*e* rasmda aks ettirilgan. 54-rasmda radiotexnikada qo'llaniladigan rezistorlarning namunalari keltirilgan.



53-rasm.



54-rasm.

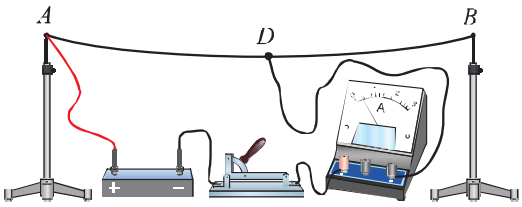
Ko'p hollarda elektr zanjirda qarshilikni uzluksiz kamaytirish yoki ko'paytirish zarur bo'lib qoladi. Masalan, kinoteatr zali chiroqlarini asta-sekin o'chirish uchun zanjirdagi tok bir me'yorda kamaytiriladi. Elektropoyezd tezligini asta-sekin oshirish uchun elektr dvigatelidagi tok bir me'yorda oshiriladi. Bu maqsadlarda rezistordan foydalanish yetarli emas. Chunki rezistor ma'lum qarshilikka ega bo'lib, undagi qarshilikni o'zgartirib bo'lmaydi. Elektr qarshiligini o'zgartirish orqali tok kuchini bir me'yorda o'zgartirishda reostatdan foydalaniladi.

Reostat

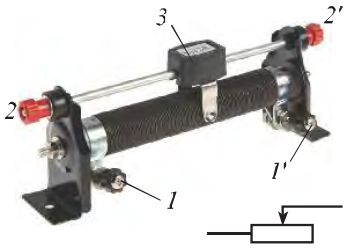
Reostat **– elektr zanjirdagi tok kuchi va kuchlanishni rostlash, ya'ni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan elektr asbob.**

«*Reostat*» yunoncha so'z bo'lib, «*reos*» – «*oqim*» va «*statos*» – «*qo'zgalmas*» degan ma'nolarni bildiradi.

Solishtirma qarshiligi katta bo'lgan materialdan, masalan, nikelin yoki nixrom simdan eng oddiy reostat yasash mumkin. Nikelin simning ikki uchini



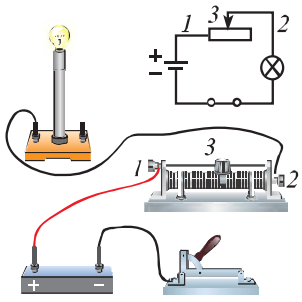
55-rasm.



56-rasm.

izolator orqali shtativlarga mahkamlaylik va 55-rasmda ko‘rsatilgandek elektr zanjirni yig‘aylik. Suriluvchi *D* kontaktni u yoq-bu yoqqa surib, simning zanjirga ulangan *AD* qismini uzunroq yoki kaltaroq qilish mumkin. Bunda o‘tkazgichning qarshiligi, binobarin, zanjirdan o‘tayotgan tok kuchi o‘zgaradi.

Amalda qo‘llaniladigan reostatlar ixcham bo‘lib, ularning ishlashi yuqorida ko‘rsatilgan oddiy reostat kabidir. Maktab reostatlaridan biri va reostatlarning elektr zanjir sxemasidagi shartli belgisi 56-rasmda tasvirlangan. Bunday reostatda nikelin sim sopol silindrga o‘ralgan bo‘ladi. Sim yupqa izolatsiya qatlami bilan qoplangan. Simning uchlari (*1* va *1′*) qisqichlarga ulangan. Metall sterjen (*2* va *2′*) qisqichlarga mahkamlangan. Sterjendagi (*3*) surgich sim o‘ramlari bilan sterjenni bir-biriga kontaktga keltiradi.



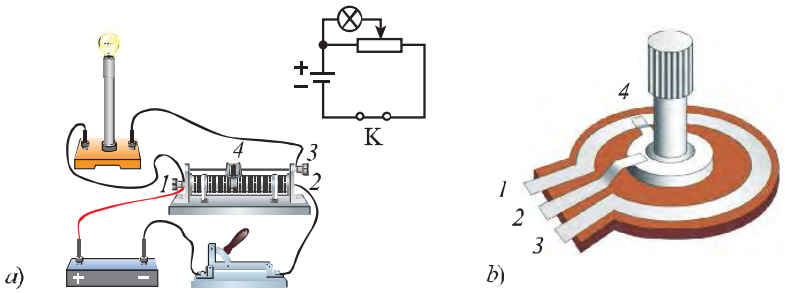
57-rasm.

57-rasmda keltirilgan elektr sxemada chulg‘am ustida joylashgan metall sterjen bo‘ylab *3* surgich surila oladi. Surgichning kontakti chulg‘amning o‘ramlariga siqilib tegib turadi. Surgichning o‘ramlarga ishqalanishi natijasida uning kontakti ostidagi izolatsiyalangan qatlam yediriladi. Natijada (*1*) qisqichga kelayotgan tok o‘ram va surgich kontakti orqali sterjenga o‘tadi. Tok sterjen uchidagi (*2*) qisqich orqali zanjir bo‘ylab o‘z oqimini davom ettiradi.

Reostat surgichini sterjen bo‘ylab surish bilan uning qarshiligini, binobarin, zanjirdagi tok kuchini bir me’yorda o‘zgartirish mumkin.

Potensiometr

Reostatdan potensiometr sifatida foydalanish, ya’ni uning yordamida elektr zanjirdagi kuchlanishni rostlash mumkin. Buning uchun reostatni elektr zanjirga 58-*a* rasmda ko‘rsatilgandek ulash lozim.



58-rasm.

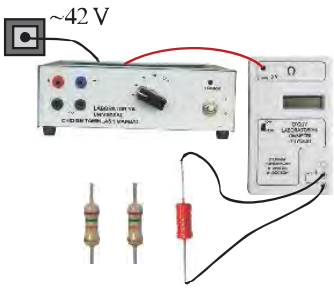
Amalda qo‘llaniladigan potensiometrlar ko‘proq 58-*b* rasmda ko‘rsatilganidek aylana shaklida bo‘ladi. Bunda uning murvati buralsa, *4* surgich aylana shaklida harakat qiladi va zanjirdagi kuchlanish bir tekisda o‘zgaradi.

Radiotexnikada, jumladan, radio va televizorlar ovozining past-balandligini o‘zgartirishda potensiometrlardan foydalaniladi.

1. Reostat nima? Undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
2. Rezistorning tuzilishini va zanjirga ulanishini tushuntirib bering.
3. Reostatning vazifasi nimadan iborat? Uning ishlashini tushuntiring.
4. Ampermetr reostatga qanday ulanadi?
5. Reostat surgichi surilganda zanjirdagi tok kuchi nima sabababdan o‘zgaradi?
6. Potensiometrning reostatdan farqi nimada? Reostatdan potensiometr sifatida foydalanish uchun u zanjirga qanday ulanadi?

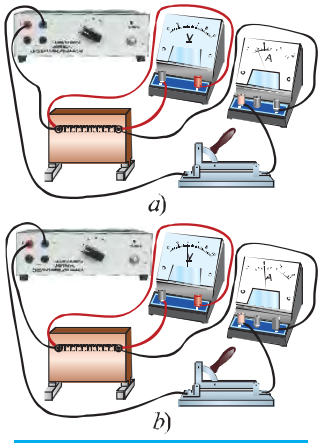
Ommetr yordamida rezistorlarning qarshiligini o‘lchash.

1. 59-rasm asosida elektr zanjirni yig‘ing.
2. Zanjirga qarshiliklardan birini ulang.
3. O‘tkazgich qarshiligini ommetr yordamida o‘lchang. Olingan qarshilik qiymatini yozib oling.
4. Boshqa rezistorlarning qarshiliklarini aniqlash uchun tajribani yuqoridagidek takrorlang.
5. Ommetrning ishlash prinsipini tushuntiring.



59-rasm.

17-§ ZANJIRNING BIR QISMI UCHUN OM QONUNI



60-rasm.

Tok kuchining kuchlanishga bog‘liqligi

Chiqish kuchlanishini o‘zgartirish mumkin bo‘lgan tok manbaiga nikelin spiralini ulaymiz *(60-rasm)*. Spiraldan o‘tayotgan tok kuchini unga ketma-ket ulangan ampermetr, kuchlanishini esa unga parallel ulangan voltmetr yordamida o‘lchash mumkin. Spiraldagi kuchlanishni 2 V ga rostlab, kalitni ulaymiz. Kalit ulanganda ampermetr 0,5 A ni ko‘rsatsin (*60-a rasm*). Kalitni uzamiz. Spiraldagi kuchlanishni ikki marta oshirib, uni 4 V ga rostlaymiz. Zanjir kaliti ulanganda ampermetr 1 A ni ko‘rsatadi, ya’ni tok kuchi ham 2 marta ortadi *(60-b rasm)*.

Tok manbaidan spiral uchlariga 6 V kuchlanishni berganimizda, ampermetr spiraldan o‘tayotgan tokning 1,5 A ga teng ekanligini ko‘rsatadi. Tajribani shunday davom ettirish mumkin.

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, o‘tkazgich qarshiligi o‘zgarmas bo‘lganda unga qo‘yilgan kuchlanish necha marta ortsa, undagi tok kuchi ham shuncha marta ortar ekan.

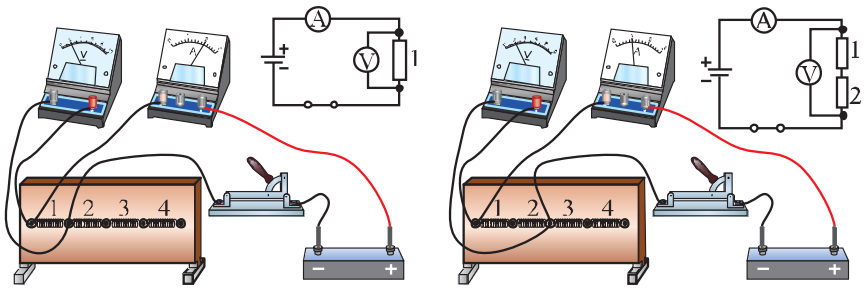
O‘tkazgichdagi tok kuchi shu o‘tkazgichning uchlari orasidagi kuchlanishga to‘g‘ri proporsionaldir:

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

Tok kuchining elektr qarshilikka bog‘liqligi

Avvalgi tajribada spiral o‘zgartirilmagan, ya’ni o‘tkazgichning elektr qarshiligi o‘zgarmas qilib olingan edi. Uning uchlaridagi kuchlanish esa turlicha bo‘lgan. Endi o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish o‘zgarmasdan, uning qarshiligi turlicha bo‘lgan holni ko‘ramiz.

61-*a* rasmda tasvirlangan zanjirni yig‘aylik. 1, 2, 3, 4 raqamlar har birining elektr qarshiligi 1 Ω dan bo‘lgan spiral o‘tkazgichlarni ifodalaydi. Birinchi galda zanjirga 1 raqamli o‘tkazgichni ulaylik. Kalit ulanganda, voltmetr 2 V kuchlanishni, ampermetr esa 2 A tok kuchini ko‘rsatadi.



a) *b*)

61-rasm.

Ikkinchi galda zanjirga 1 va 2 raqamli o‘tkazgichlarni ketma-ket ulaylik. Bu holda ularning birgalikdagi qarshiligi 2 Ω ni tashkil etadi. Kalit ulanganda, voltmetr o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish o‘zgarmaganligini, ampermetr esa zanjirdan o‘tayotgan tok kuchi 2 marta kamayganligini ko‘rsatadi *(61-b rasm)*.

Endi 1, 2, 3, 4 raqamli o‘tkazgichlarni ketma-ket ulab, qarshiligi 4 Ω ga teng bo‘lgan o‘tkazgichni hosil qilaylik. Kalit ulanganda, o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish o‘zgarmaganligini, tok kuchi esa birinchi galdagiga nisbatan 4 marta kamayganligini aniqlash mumkin.

Bu tajribalardan shunday xulosa chiqadi: kuchlanish o‘zgarmas bo‘lganda o‘tkazgich qarshiligi necha marta orttirilsa, undan o‘tayotgan tok kuchi shuncha marta kamayadi.

O‘tkazgich uchlari orasidagi kuchlanish o‘zgarmas bo‘lganda tok kuchi o‘tkazgich qarshiligiga teskari proporsionaldir.

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

Om qonuni

Elektr zanjirdagi tok kuchi unga ulangan o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish va o‘tkazgichning qarshiligi orasidagi bog‘lanish nemis olimi **Georg Om** sharafiga *Om qonuni* deb ataladi. Bu qonun 1827-yilda kashf qilingan.

Yuqoridagi ikkala tajriba xulosalarini umumlashtirib, tok kuchi I, kuchlanish U va qarshilik R orasidagi bog‘lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

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

Bu formula **zanjirning bir qismi uchun Om qonunini** ifodalaydi. Elektr zanjirning bir qismi uchun Om qonuni quyidagicha ta'riflanadi:

O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi uning uchlariga qo'yilgan kuchlanishga to'g'ri proporsional, o'tkazgichning qarshiligiga teskari proporsionaldir.

Om qonuni formulasidan kuchlanish va qarshilik quyidagicha ifodalanadi:

$$U = I\,R. \qquad (4)$$

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

(5) formuladan elektr qarshilik birligining ta'rifi kelib chiqadi:

1 om (1 Ω) deb shunday o'tkazgichning qarshiligi qabul qilinganki, uning uchlaridagi kuchlanish 1 V bo'lganda undan 1 A tok kuchi o'tadi:

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



1. Zanjirda qarshilik orttirilsa, tok kuchi kamayadi. Kuchlanish orttirilsa, tok kuchi ham ortadi.
2. Ampermetr qarshiligi qanchalik kichik bo'lsa, elektr zanjiriga ta'siri shuncha kam bo'ladi.
3. Zanjirga ulangan voltmetrning qarshiligi qanchalik katta bo'lsa, elektr zanjiriga ta'siri shuncha kam bo'ladi.

Masala yechish namunasi

Uzunligi 2 m, ko'ndalang kesimining yuzi 0,8 mm^2 bo'lgan nikelin simning uchlaridagi kuchlanish 2 V ga teng. Shu elektr zanjir orqali o'tayotgan tok kuchini aniqlang.

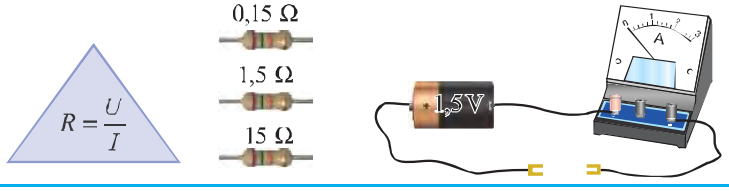
Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$l = 2$ m $S = 0{,}8\ \text{mm}^2 = 0{,}8 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2$ $U = 2$ V $\rho = 0{,}4 \cdot 10^{-6}\ \Omega\,\text{m}$.	$R = \rho\frac{l}{S}$; $I = \frac{U}{R} = \frac{U}{\rho\frac{l}{S}} = \frac{US}{\rho l}$.	$I = \frac{2 \cdot 0{,}8 \cdot 10^{-6}}{0{,}4 \cdot 10^{-6} \cdot 2}\,\text{A} = 2\,\text{A}$.
Topish kerak: $I = ?$	$[I] = \frac{\text{V} \cdot \text{m}^2}{\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{m}} = \frac{\text{V}}{\Omega} = \text{A}$.	*Javob:* $I = 2$ A.

1. Kuchlanish o‘zgarmas bo‘lganda, tok kuchining o‘tkazgich qarshiligiga bog‘liqligini ifodalang.
2. Zanjirning bir qismi uchun Om qonunini ifodalang va ta’riflab bering.
3. Om qonuni formulasida o‘tkazgich qarshiligi va undan o‘tayotgan tok kuchi ma’lum bo‘lsa, o‘tkazgich uchlari orasidagi kuchlanish qanday topiladi?
4. O‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish kichik bo‘lganda, undan katta tok o‘tishi mumkinmi?
5. Ampermetr yordamida elektr lampasining yonish vaqtidagi o‘tayotgan elektronlar sonini aniqlash mumkinmi?

9-mashq

1. Elektr zanjirga ulangan rezistorning qarshiligi 100 Ω. Rezistor uchlari orasidagi kuchlanish 10 V bo‘lsa, undan qanday tok o‘tadi?
2. Qarshiligi 110 Ω bo‘lgan o‘tkazgich orqali 2 A tok o‘tkazish uchun o‘tkazgich uchlariga qanday kuchlanish qo‘yish kerak?
3. Elektr zanjiridagi iste’molchiga 2 V kuchlanish berilganda, undagi tok kuchi 0,1 A ga teng bo‘ldi. Shu iste’molchida tok kuchi 0,3 A ga yetishi uchun unga qanday kuchlanish berish kerak?
4. Uzunligi 12 m va ko‘ndalang kesim yuzi 0,6 mm^2 bo‘lgan nixrom o‘tkazgich uchlariga 4,4 V kuchlanish berilganda undan qanday tok o‘tadi?
5. Qarshiligi 16 Ω bo‘lgan reostat yasash uchun ko‘ndalang kesim yuzasi 0,25 mm^2 bo‘lgan nikelin simdan necha metr kerak bo‘ladi?
6*. O‘zgarmas kuchlanish manbaiga ulangan o‘tkazgichdan 30 mA tok o‘tmoqda. Agar o‘tkazgichning chorak qismi kesib olinsa, bu o‘tkazgichdan qanday tok o‘tadi?

1. Ikkita 1,5 V li galvanik element va 3 V kuchlanishga mo‘ljallangan lampochka oling. Avval lampochkani bitta galvanik elementga, so‘ngra ketma-ket ulangan ikkita galvanik elementga ulang. Ikkinchi ulanishda lampochkaning yoritishi kuchayganini tushuntirib bering.
2. 62-rasmdagi o‘tkazgich uchlariga qanday qarshilik ulansa, ampermetr 1 A ko‘rsatadi?



62-rasm.

18-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Ko‘ndalang kesim yuzi 0,2 mm^2 bo‘lgan nikelin o‘tkazgich uchlariga 4,5 V kuchlanish berilganda undan 300 mA tok o‘tadi. O‘tkazgich uzunligi qanday bo‘lgan?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$S=0{,}2\ mm^2=$ $=0{,}2\cdot10^{-6}\ m^2$ $U=4{,}5\ V$ $I=300\ mA=0{,}3\ A$ $\rho=0{,}4\cdot10^{-6}\ \Omega\cdot m.$ *Topish kerak:* $l=?$	$R=\rho\frac{l}{S}$ va $R=\frac{U}{I}$; $l=\frac{US}{\rho I}$. $[l]=\frac{V\cdot m^2}{\Omega\cdot m\cdot A}=\frac{V\cdot m}{\frac{V}{A}\cdot A}=m.$	$l=\frac{4{,}5\cdot0{,}2\cdot10^{-6}}{0{,}4\cdot10^{-6}\cdot0{,}3}m=7{,}5\ m.$ *Javob:* $l=7{,}5$ m.

2-masala. Uzunligi 20 m va ko‘ndalang kesim yuzi 2 mm^2 bo‘lgan nixrom o‘tkazgich uchlariga 44 mV kuchlanish berilganda undan qanday tok o‘tadi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$l=20\ m$ $S=2\ mm^2=2\cdot10^{-6}m^2$ $U=44\ mV=44\cdot10^{-3}\ V$ $\rho=1{,}1\cdot10^{-6}\ \Omega\cdot m.$ *Topish kerak:* $I=?$	$R=\rho\frac{l}{S}$ va $R=\frac{U}{I}$; $I=\frac{US}{\rho l}$. $[I]=\frac{V\cdot m^2}{\Omega\cdot m\cdot m}=\frac{V}{\Omega}=A.$	$I=\frac{44\cdot10^{-3}\cdot2\cdot10^{-6}}{1{,}1\cdot10^{-6}\cdot20}A=$ $=4\cdot10^{-3}\ A=4\ mA.$ *Javob:* $I=4$ mA.

3-masala. Cho‘g‘lanma lampochkaning spirali uzunligi 8 cm va ko‘ndalang kesim yuzi 0,06 mm^2 bo‘lgan volframdan yasalgan. Lampochkaga ketma-ket ulangan ampermetr 300 mA ko‘rsatmoqda. Lampochka uchlaridagi kuchlanishni aniqlang.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$l=8\ cm=8\cdot10^{-2}\ m$ $S=0{,}06\ mm^2=6\cdot10^{-8}\ m^2$ $I=300\ mA=0{,}3\ A$ $\rho=0{,}055\cdot10^{-6}\ \Omega\cdot m.$ *Topish kerak:* $U=?$	$U=I\cdot R=I\cdot\frac{\rho\cdot l}{S}.$ $[U]=A\cdot\frac{\Omega\cdot m\cdot m}{m^2}=$ $=A\cdot\Omega=V.$	$U=0{,}3\frac{0{,}055\cdot10^{-6}\cdot8\cdot10^{-2}}{6\cdot10^{-8}}V=$ $=22\cdot10^{-3}\ V=22\ mV.$ *Javob:* $U=22$ mV.

10-mashq

1. O‘tkazgich uchlariga 6 V kuchlanish berilganda undan 5 s da 20 C zaryad o‘tdi. O‘tkazgich qarshiligi qanday bo‘lgan?
2. Uzunligi 12 m va ko‘ndalang kesim yuzi 0,6 mm^2 bo‘lgan nixrom o‘tkazgich uchlariga 4,4 V kuchlanish berilganda undan qanday tok o‘tadi?
3. Qarshiligi 10 Ω bo‘lgan o‘tkazgich uchlariga 2,5 V kuchlanish berilgan. O‘tkazgich ko‘ndalang kesim yuzidan 8 s da qancha elektron o‘tadi?
4. Ko‘ndalang kesim yuzi 0,1 mm^2 bo‘lgan nixromdan elektr plitkasining qizdirgichi yasalgan. Uning uchlariga 220 V kuchlanish berilganda undan 4 A tok o‘tdi. Qizdirgich uchun qanday uzunlikdagi sim olingan?
5. Uzunligi 20 m, ko‘ndalang kesim yuzi 0,8 mm^2 bo‘lgan nixrom o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan 3 s ichida 18 C zaryad o‘tgan bo‘lsa, uning uchlariga qanday kuchlanish qo‘yilgan?
6. Uzunligi 100 m, ko‘ndalang kesim yuzi 0,5 mm^2 bo‘lgan aluminiy simning uchlaridagi kuchlanish 14 V berilganda, shu simdan o‘tayotgan tok kuchi qanday bo‘ladi?
7. Maxsus dastgohda simni cho‘zib, u ikki marta uzun va ingichka qilingan. Buning natijasida simning qarshiligi qanday o‘zgargan?

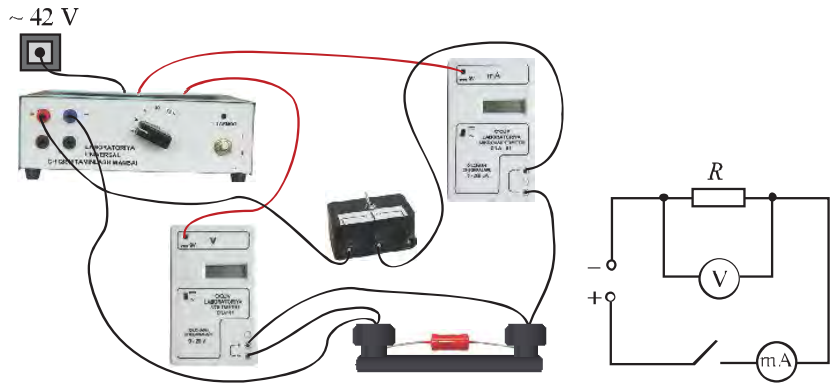
19-§ *Laboratoriya ishi.* OM QONUNINI O‘RGANISH

Ishning maqsadi: o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish va undan o‘tayotgan tok kuchini o‘lchash hamda Om qonuniga ko‘ra o‘tkazgich qarshiligini aniqlashni o‘rganish.

Kerakli jihozlar: tok manbai, milliampermetr, voltmetr, rezistor, kalit va ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi

1. Tok manbai, iste’molchi – rezistor, milliampermetr, voltmetr va kalitdan iborat elektr sxema asosida zanjirni yig‘ing *(63-rasm)*. Kalitni ochiq qoldiring.
2. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 4 V holatiga qo‘yiladi.
3. Kalit ulanadi. Rezistordan o‘tayotgan tok kuchi milliampermetr va uning uchlaridagi kuchlanish voltmetr yordamida o‘lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.
4. Kalit uziladi. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beruvchi murvatini 6 V holatiga qo‘yib, tajriba takrorlanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi. So‘ngra kalit uziladi.



63-rasm.

5. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvatini 8; 10 V holatiga qo'yib tajriba takrorlanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

6. O'tkazgichning elektr qarshiligini Om qonuniga ko'ra hisoblang va uni jadvalga qayd eting

№	U, V	I, A	R, Ω	$R_{o'rt}$, Ω
1				
2				
3				
4				

7. $R_{o'rt} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4}{4}$ ifoda orqali qarshilikning o'rtacha qiymatini toping.

8. Natijani jadvalga yozing va xulosa chiqaring.

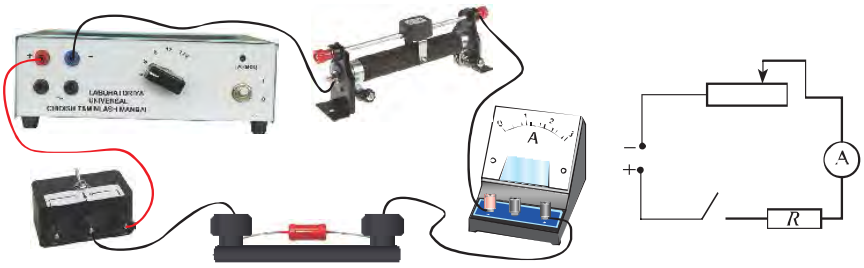


1. Elektr lampaga «3,5 V; 0,26 A» deb yozib qo'yilgan. Undan qanday fizik kattaliklarni bilish mumkin?
2. Akkumulatorlar qay tarzda ketma-ket qilib ulanadi?
3. Om qonuni formulasi qanday ifodalanadi?
4. Iste'molchining qarshiligi uning uchlaridagi kuchlanishga to'g'ri proporsional, undan o'tayotgan tok kuchiga teskari proporsional deyish mumkinmi?

20-§ Amaliy mashg‘ulot. REOSTAT YORDAMIDA TOK KUCHINI ROSTLASH

Mashg‘ulotning maqsadi: reostat yordamida zanjirdagi tok kuchining o‘zgarishini o‘rganish.

Kerakli asbob va jihozlar: tok manbai, reostat, ampermetr, qarshiligi 6 Ω bo‘lgan rezistor, kalit va ulovchi simlar.



64-rasm.

Mashg‘ulotni bajarish tartibi

1. Reostatning tuzilishiga diqqat bilan qarang va surgichi qanday vaziyatda eng katta qarshilikka ega bo‘lgan holatini aniqlang.
2. 64-rasmda tasvirlangan elektr zanjirini yig‘ing. Kalitni ochiq qoldiring.
3. Tok manbaini tarmoqqa ulang.
4. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 8 V holatiga qo‘yiladi.
5. Kalitni ulab ampermetrning ko‘rsatishi yozib olinadi. Olingan tok kuchining qiymati jadvalga yoziladi.
6. Kalit uziladi. Surgichni siljitib reostatning qarshiligi biroz kamaytiriladi.
7. Kalit ulanadi. Ampermetrning ko‘rsatishi yozib olinadi. Olingan tok kuchining qiymati jadvalga yoziladi.
8. Reostat surgichini surib qarshilikni kamaytiramiz va natijalarni qayd qilamiz.

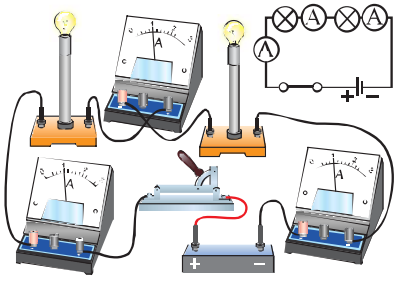
Reostat surgichining holatlari	1	2	3	4
Tok kuchi (A)				

9. O‘tkazilgan tajriba natijalari asosida o‘z xulosangizni yozing.

1. Reostatning tuzilishini gapirib bering.
2. Reostatning elektr zanjiriga ulanish sxemasini chizing.
3. Tok kuchini rostlash deganda nimani tushunasiz?
4. O‘tkazilgan tajribaning elektr zanjir sxemasini daftaringizga chizing.

21-§ ISTE’MOLCHILARNI KETMA-KET ULASH

Bundan buyon elektr zanjirdagi elektr energiyani iste’mol qiluvchilarni o‘tkazgich emas, balki iste’molchi deb yuritamiz. Odatda, elektr zanjiriga bitta emas, balki bir necha iste’molchilarni ulashga to‘g‘ri keladi. Bunda iste’molchilar o‘zaro **ketma-ket** yoki **parallel** holda ulanadi. Biz quyida iste’molchilar ketma-ket ulangan elektr zanjirini qarab chiqamiz.



65-rasm.

Ketma-ket ulangan zanjirda tok kuchi

Ikkita lampochkani ketma-ket ulab, 65-rasmda tasvirlangan zanjirni yig‘aylik. Kalit ulanganda zanjirdan tok o‘tadi va lampochkalar yonadi. Bunda zanjirga ulangan uchala ampermetr bir xil qiymatni ko‘rsatadi. Demak, zanjirdan o‘tayotgan umumiy tok kuchi I, birinchi va ikkinchi lampochkadan o‘tayotgan tok kuchlari I_1 va I_2 bir xil bo‘lar ekan:

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

Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulangan bo‘lsa, ulardan o‘tayotgan tok kuchlari ham bir-biriga teng bo‘ladi:

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

Iste’molchilar ketma-ket ulanganda, har bir iste’molchidan o‘tayotgan tok kuchlari bir xil bo‘ladi.

Ketma-ket ulangan zanjirda kuchlanish

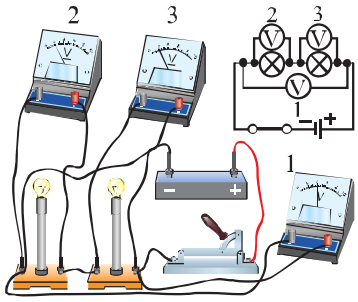
66-rasmdagi elektr zanjir kaliti ulanganda 1-voltmetr 4 V ni, 2- va 3-voltmetrlar 2 V ni ko‘rsatadi. Lampochkalarning yonishi xiralashadi. Zanjir-

dagi to‘liq kuchlanish ketma-ket ulangan ikkala lampochkadagi kuchlanishlarning yig‘indisiga teng bo‘ladi, ya’ni:

$$U = U_1 + U_2 \,. \qquad (3)$$

Agar n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi to‘liq kuchlanish quyidagicha bo‘ladi:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + ... + U_n \,. \qquad (4)$$



66-rasm.

Iste’molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to‘liq kuchlanish har bir iste’molchidagi kuchlanishlarning yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Om qonuniga binoan, 66-rasmdagi elektr zanjirda birinchi lampochkadagi kuchlanish $U_1 = IR_1$ ga, ikkinchi lampochkadagi kuchlanish $U_2 = IR_2$ ga teng. Bu ifodalardan zanjirdagi to‘liq kuchlanish quyidagicha bo‘ladi:

$$U = U_1 + U_2 = I\,R_1 + I\,R_2 = I\,(R_1 + R_2). \qquad (5)$$

Zanjirdagi lampochkalarning to‘liq qarshiligi R ga, ulardan o‘tayotgan tok kuchi I ga tengligidan foydalanib, to‘liq kuchlanish U uchun quyidagi formulani yozishimiz mumkin:

$$U = I\,R. \qquad (6)$$

(5) va (6) tengliklarning o‘ng tomonlarini tenglashtiramiz: $IR = I(R_1 + R_2)$, bundan to‘liq qarshilikni aniqlaymiz:

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

Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulansa, u holda zanjirdagi o‘tkazgichlarning to‘liq qarshiligi quyidagicha bo‘ladi:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n \,. \qquad (8)$$

Iste’molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to‘liq qarshilik har bir iste’molchi qarshiliklari yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Siz archaga osib qo‘yiladigan lampochkalar shodasini ko‘rgansiz. Masalan, har biri $U_1 = 3$ V ga mo‘ljallangan $n = 75$ ta lampochka ketma-ket ulangan bo‘lsa, bunday zanjirga $U = nU_1 = 75 \cdot 3$ V $= 225$ V gacha kuchlanish berish mumkin. Shuning uchun bunday ketma-ket ulangan lampochkalar shodasini 220 V li elektr tarmoqqa to‘g‘ridan to‘g‘ri ulash mumkin.

Agar ketma-ket ulangan lampochkalar shodasidan birortasi olib qo‘yilsa yoki kuyib qolsa, boshqa barcha lampochkalar yonmaydi. Chunki bu holda zanjir shu joy (kuygan lampochka) da uzilgan bo‘ladi.

Masala yechish namunasi

Qarshiliklari 1 Ω, 2 Ω va 3 Ω bo‘lgan uchta o‘tkazgich ketma-ket ulangan bo‘lib, ulardan 1 A tok o‘tmoqda. Har bir o‘tkazgichdagi kuchlanishni, zanjirning to‘liq qarshiligini va to‘liq kuchlanishini toping.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$R_1 = 1\,\Omega$	$U_1 = I R_1$;	$U_1 = 1\,\text{A} \cdot 1\,\Omega = 1\,\text{V}$;
$R_2 = 2\,\Omega$	$U_2 = I R_2$;	$U_2 = 1\,\text{A} \cdot 2\,\Omega = 2\,\text{V}$;
$R_3 = 3\,\Omega$	$U_3 = I R_3$;	$U_3 = 1\,\text{A} \cdot 3\,\Omega = 3\,\text{V}$;
$I = 1\,\text{A}$.	$R = R_1 + R_2 + R_3$;	$R = 1\,\Omega + 2\,\Omega + 3\,\Omega = 6\,\Omega$;
Topish kerak:	$U = I R$.	$U = 1\,\text{A} \cdot 6\,\Omega = 6\,\text{V}$.
$U_1 - ?$ $U_2 - ?$ $U_3 - ?$ $R = ?$ $U = ?$		

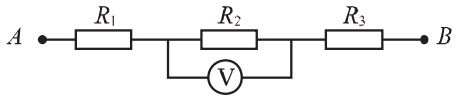
Javob: $U_1 = 1$ V, $U_2 = 2$ V; $U_3 = 3$ V; $R = 6\,\Omega$; $U = 6$ V.



1. Iste’molchilar ketma-ket ulanganda nima sababli ulardan bir xil tok oqadi?
2. Iste’molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to‘liq kuchlanish va har bir iste’molchidagi kuchlanish orasidagi munosabat qanday bo‘ladi?
3. Ketma-ket ulangan zanjirga qo‘shimcha iste’molchi ulanganda nima sababdan qarshiligi ortadi?
4. 220 V kuchlanishga mo‘ljallangan ikkita bir xil lampochka ketma-ket 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Har bir lampochka qanday kuchlanish ostida yonadi?

11-mashq

1. Ketma-ket ulangan ikkita o‘tkazgichdan 0,4 A tok o‘tmoqda. O‘tkazgichlarning qarshiligi 5 Ω va 10 Ω bo‘lsa, har bir o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanishni, zanjirning to‘liq qarshiligini va to‘liq kuchlanishni toping.
2. Qarshiligi 4 Ω, 10 Ω va 16 Ω bo‘lgan o‘tkazgichlar ketma-ket ulangan. Zanjir uchlariga 6 V kuchlanish berilganda, har bir o‘tkazgichdan o‘tayotgan tok kuchi va har bir o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish qanday bo‘ladi?
3. Ikkita elektr lampochka 220 V kuchlanishli tarmoqqa ketma-ket ulangan bo‘lib, ulardan 0,5 A tok o‘tmoqda. Agar birinchi lampochkaning qarshiligi ikkinchisinikidan 3 marta katta bo‘lsa, har bir lampochkadagi kuchlanishni toping.
4. Sxemada berilgan A va B nuqtalar orasidagi kuchlanish qanday bo‘lgan? Bunda $R_1 = 5\ \Omega$, $R_2 = 10\ \Omega$, $R_3 = 15\ \Omega$, $U_2 = 15$ V.



22-§ ISTE’MOLCHILARNI PARALLEL ULASH

Xonadonda barcha elektr asboblar: lampochkalar, televizor, muzlatgich va boshqalar bir vaqtda elektr tarmog‘iga ulangan bo‘ladi. Agar ular bir-biriga ketma-ket ulanganda edi, kuchlanish ular orasida taqsimlangan bo‘lardi. Bu holda lampochkalar juda xira yonsa-da, televizor va muzlatgichlar kuchlanish pasayib ketganligidan ishlamaydi. Undan tashqari, ketma-ket ulangan iste’molchilardan biri o‘chirilsa, boshqalari ham o‘chadi. Shuning uchun xonadonlarda barcha iste’molchilar bir-biriga parallel ulanadi.

Ikkita lampochka o‘zaro parallel ulangan 67-rasmdagi elektr zanjirni yig‘aylik. Bunda ikkala lampochka bir xil tarzda 1 va 2 ampermetrlarga ketma-ket ulanadi. Ularga parallel ulangan voltmetr 4 V kuchlanishni ko‘rsatsin. Bu voltmetrning ko‘rsatishi har bir lampochkadagi kuchlanishni ham, zanjirdagi to‘liq kuchlanishni ham ifodalaydi.

Demak, parallel ulangan ikkala lampochkada kuchlanish bir xil bo‘lib, u zanjirdagi to‘liq kuchlanishga teng bo‘ladi, ya’ni:

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

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulangan bo‘lsa, u holda ulardagi kuchlanishlar teng bo‘ladi:

$$U_1 = U_2 = U_3 = ... = U_n. \qquad (2)$$

Iste’molchilar parallel ulanganda, har bir o‘tkazgich uchlari orasidagi kuchlanish bir xil bo‘ladi.

Parallel ulangan zanjirdagi tok kuchi

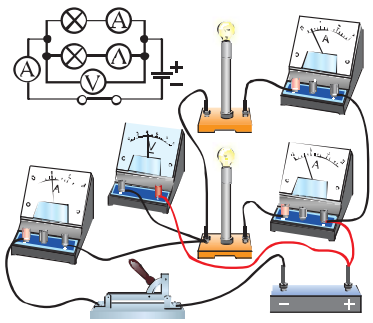
Kalit ulanganda birinchi ampermetr $I_1 - 0{,}6$ A ni, ikkinchi ampermetr esa, $I_2 = 0{,}4$ A ni ko‘rsatsin. U holda zanjirning tarmoqlanmagan qismidagi ampermetr $I = 1$ A ni ko‘rsatadi. Demak, parallel ulangan birinchi va ikkinchi lampochkalardan o‘tayotgan I_1 va I_2 tok kuchlarining yig‘indisi I to‘liq tok kuchiga, ya’ni zanjirning tarmoqlanmagan qismidan o‘tayotgan tok kuchiga teng bo‘ladi:

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

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulansa, u holda zanjirdagi to‘liq tok kuchi quyidagicha bo‘ladi:

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

Iste’molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi to‘liq tok kuchi har bir iste’molchidagi tok kuchining yig‘indisiga teng bo‘ladi.



67-rasm.

Parallel ulangan zanjirdagi qarshilik

67-rasmda tasvirlangan zanjirdagi birinchi lampochkadan o‘tayotgan tok kuchi Om qonuniga binoan $I_1 = \frac{U}{R_1}$ ga, ikkinchi lampochkadan o‘tayotgan tok kuchi $I_2 = \frac{U}{R_2}$ ga, to‘liq tok kuchi esa $I = \frac{U}{R}$ ga teng. Bunda R_1 va R_2 – birinchi va ikkinchi lampochkaning elektr qarshiliklari, R – ikkala lampochkaning to‘liq qarshiligi. Bu uchala formulani (3) formulaga qo‘yib, quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}. \qquad (5)$$

Agar zanjirga n ta lampochka bir-biriga parallel ulansa, u holda zanjirdagi to‘liq qarshilikning teskari kattaligi quyidagicha bo‘ladi:

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

Iste’molchilar parallel ulanganda, zanjir to‘liq qarshiligining teskari kattaligi har bir iste’molchi qarshiligining teskari kattaliklari yig‘indisiga teng.

Masalalarni yechishda ikkita iste’molchi parallel ulangan holatlar ko‘p uchraydi. Bunday hollarda to‘liq qarshilik formulasi uchun quyidagi formuladan foydalanish qulay:

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

Masala yechish namunasi

220 V kuchlanishli tarmoqqa lampochka, muzlatgich va televizor parallel ulangan. Agar lampochkadan 0,5 A, muzlatgichdan 0,4 A va televizordan 1 A tok o‘tayotgan bo‘lsa, iste’molchilarning tarmoqdan olayotgan to‘liq tok kuchini, har bir iste’molchining qarshiligini va iste’molchilarning to‘liq qarshiligini toping.

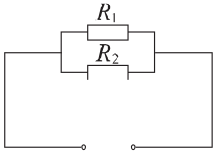
Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$U=220$ V $I_1=0{,}5$ A $I_2=0{,}4$ A $I_3=1$ A. *Topish kerak:* $I=?\ R_1=?$ $R_2=?$ $R_3-?\ R-?$	$I=I_1+I_2-I_3.$ $R_1=\frac{U}{I_1};\ R_2=\frac{U}{I_2};$ $R_3=\frac{U}{I_3};\ R=\frac{U}{I};$ $R=\frac{R_1\cdot R_2\cdot R_3}{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3}.$	$I=0{,}5\text{ A}+0{,}4\text{ A}+1\text{ A}=1{,}9\text{ A}.$ $R_1=\frac{220\text{ V}}{0{,}5\text{ A}}=440\,\Omega;$ $R_2=\frac{220\text{ V}}{0{,}4\text{ A}}=550\,\Omega;$ $R_3=\frac{220\text{ V}}{1\text{ A}}=220\,\Omega;$ $R=\frac{220\text{ V}}{1{,}9\text{ A}}\approx 116\,\Omega;$ $R=\frac{440\cdot 550\cdot 220}{440\cdot 550+440\cdot 220+50\cdot 220}\approx 116\ \Omega.$

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

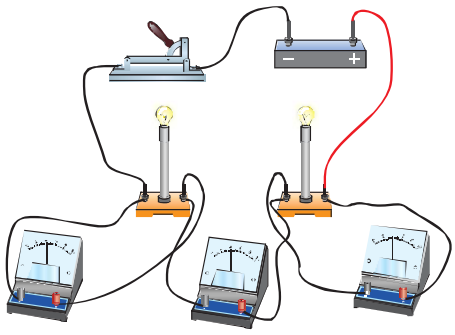
1. Nima sababli xonadon va avtomobillarning elektr simlarini ulashda ketma-ket ulashdan foydalanilmaydi?
2. Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi kuchlanish va har bir iste'molchi uchlaridagi kuchlanish orasida qanday munosabat bo'ladi?
3. Parallel ulangan iste'molchidagi tok kuchi bir xil bo'ladimi? Ularning qiymati nimalarga bog'liq?
4. Parallel ulangan iste'molchilarning to'liq qarshiligi har bir iste'molchi qarshiligi orqali qanday ifodalanadi?

12-mashq

1. Qarshiliklari $3\,\Omega$ va $6\,\Omega$ bo'lgan ikkita iste'molchi parallel ulangan. Iste'molchilar ulangan zanjir qismining to'liq qarshiligini toping.
2. Qarshiliklari $10\,\Omega$, $15\,\Omega$ va $30\,\Omega$ bo'lgan uchta iste'molchi parallel ulangan. Iste'molchilar ulangan zanjir qismining qarshiligini toping.
3. Uyingizdagi qandilda o'zaro parallel ulangan 5 ta bir xil lampochka yonib turibdi. Qandil ulangan simda $4\,A$ tok o'tayotgan bo'lsa, har bir lampochkadan o'tayotgan tok kuchini toping.
4. Qarshiligi $40\,\Omega$ va $60\,\Omega$ bo'lgan ikkita lampochka o'zaro parallel ulangan. Zanjirning shu qismidagi to'liq qarshiligi qancha bo'ladi? Agar lampochkalar uchlaridagi kuchlanish 36 V bo'lsa, zanjirdagi to'liq tok kuchini toping.



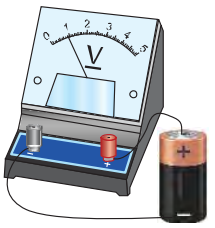
5. Sxemadagi qarshiligi $R_1 - 30\,\Omega$ bo'lgan o'tkazgichdan $I_1 = 0{,}6$ A tok o'tmoqda, qarshiligi $R_2 = 10\,\Omega$ bo'lgan o'tkazgichdan qanday tok o'tadi?
6. Rasmda keltirilgan elektr o'lchov asboblaridan qaysi biri ampermetr va qaysi biri voltmetr. Javobingizni asoslang.



23-§ Amaliy mashg‘ulot. TOK MANBALARINI ULASH

Mashg‘ulotning maqsadi: tok manbalarini ulashni hamda manba uchlaridagi kuchlanishni o‘lchashni o‘rganish.

Kerakli jihozlar: 3 dona 1,5 V li galvanik element, voltmetr, ulovchi simlar.



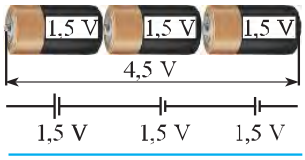
68-rasm.

1. Har biri 1,5 V bo‘lgan 3 ta element oling.

2. Har bir galvanik elementning uchlaridagi kuchlanishni voltmetr yordamida o‘lchang. Olingan natijalarni jadvalga yozing.

Izoh: tok manbaining uchlaridagi kuchlanishni o‘lchash uchun manbaning musbat qutbini voltmetrning «+» qisqichiga, manbaning manfiy qutbini voltmetrning «–» qisqichiga 68-rasmda ko‘rsatilgandek ulanadi.

3. Tok manbalarini birin-ketin 69-rasmda ko‘rsatilgandek, ya’ni birinchi elementning musbat qutbi ikkinchisining manfiy qutbiga, ikkinchi elementning musbat qutbini esa, uchinchi elementning manfiy qutbiga ulang.



69-rasm.

4. Hosil qilgan elektr zanjirdagi umumiy kuchlanishni (U_{um}) voltmetr yordamida o‘lchang va natijani jadvalga yozing.

5. Tok manbalari ketma-ket ulanganda natijaviy kuchlanish $U_{um} = U_1 + U_2 + U_3$ ifoda orqali hisoblanadi. Jadvalga kiritilgan natijalar asosida $U_1 + U_2 + U_3$ yig‘indini hisoblang va uni umumiy kuchlanish U_{um} qiymati bilan taqqoslang.

Har bir galvanik elementning uchlaridagi kuchlanish qiymatlari			Galvanik elementlar ketma-ket ulanganda uchlaridagi kuchlanish qiymati	
U_1, V	U_2, V	U_3, V	$U_1 + U_2 + U_3$, V	U_{um}, V

6. O‘tkazilgan mashg‘ulot asosida xulosangizni yozing.

Multimetr bilan ishlash

Multimetr yordamida bir qancha fizik kattaliklarning qiymatlarini, masalan, elektr kuchlanish, elektr qarshilik, tok kuchi, hattoki temperaturani ham o‘lchashingiz mumkin. 70-rasmda multimetrning umumiy ko‘rinishi keltirilgan.

Kuchlanishni o‘lchash uchun OFF holatda turgan murvat DCV yozilgan tomonga buriladi. Bu tomonda kuchlanishni o‘lchash chegaralari 20, 200, 1000

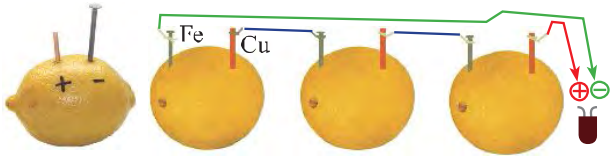


70-rasm.

ko‘rsatilgan. Bizning galvanik elementimiz kuchlanishi 1,5 V atrofida bo‘lganligi uchun, multimetr murvatini o‘lchash chegarasi deb 20 ko‘rsatilgan nuqtaga ro‘para qo‘yamiz. Multimetrning COM va V, Ω, mA qisqichlariga ulangan ulovchi simlar tok manbaining qutblariga ulanadi. Tok manbaining kuchlanishining qiymati multimetr tablosiga chiqadi *(70-rasm)*.



Limon yoki apelsin yordamida batareyka yasang. Buning uchun limon, temir va misdan yasalgan simlarni olib, rasmda ko‘rsatilgandek limonga tiqing va o‘rtasiga lampochkani ulang.





24-§ *Laboratoriya ishi.* O‘TKAZGICHLARNI KETMA-KET VA PARALLEL ULASHNI O‘RGANISH

1. O‘tkazgichlarni ketma-ket ulash

Ishning maqsadi: o‘tkazgichlar ketma-ket ulanganda ulardagi tok kuchi va kuchlanish tushuvini o‘rganish.

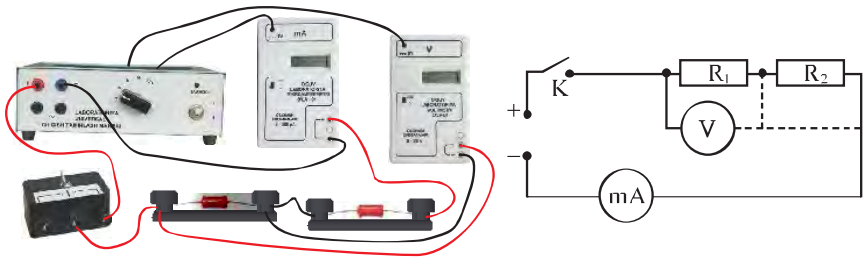
Kerakli jihozlar: tok manbai, turli qarshilikka ega bo‘lgan ikkita rezistor (qarshiligi 100–150 Ω atrofida), milliampermetr, voltmetr, kalit va ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi

1. 71-rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig‘ing. Voltmetr birinchi rezistorning uchlariga ulanadi. Kalit ochiq holda qoldiriladi.

2. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 4 V holatiga qo‘yiladi.

3. Kalit ulanadi. Rezistordan o‘tayotgan tok kuchi (I_1) va uning uchlaridagi kuchlanish (U_1) o‘lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.



71-rasm.

4. Kalit uziladi. Voltmetrni birinchi rezistordan uzib, uni ikkinchi rezistor uchlariga ulang.

5. Kalit ulanadi. Ikkinchi rezistordan o‘tayotgan tok kuchi (I_2) va uning uchlaridagi kuchlanish (U_2) o‘lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

6. Kalit uziladi. Ketma-ket ulangan rezistorlarning uchlariga voltmetr ulanadi.

7. Kalit ulanadi. Rezistordan o‘tayotgan tok kuchi va uning uchlaridagi kuchlanish (U_{AB}) o‘lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

8. Kalit uziladi. Tok manbaining iste’molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 6 V holatiga qo‘yiladi va tajriba takrorlanadi.

	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. Tajriba natijalari asosida ketma-ket ulangan iste’molchilar uchun asosiy qonuniyatlarning bajarilishini tekshiring.

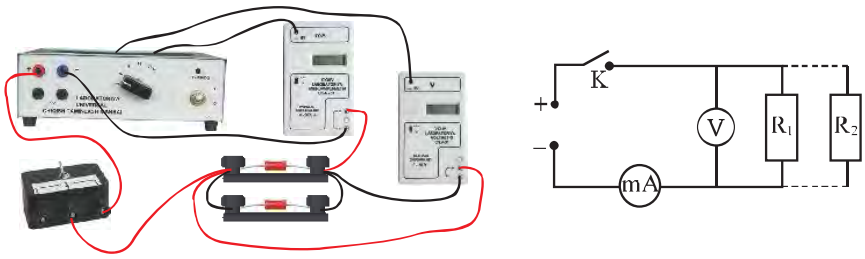
2. O‘tkazgichlarni parallel ulash

Ishning maqsadi: o‘tkazgichlar parallel ulanganda ulardagi tok kuchi va kuchlanish tushuvini o‘rganish.

Kerakli jihozlar: tok manbai, turli qarshilikka ega bo‘lgan ikkita rezistor (qarshiligi 200–300 Ω atrofida), milliampermetr, voltmetr, kalit va ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi

1. 72-rasmda tasvirlangan elektr zanjiri yig‘iladi. Voltmetr har ikki rezistor uchlariga parallel ulanadi. Kalit ochiq holda qoldiriladi.



72-rasm.

2. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 4 V holatiga qo'yiladi.

3. Kalit ulanadi. Rezistorlardan o'tayotgan tok kuchi (I) va uning uchlaridagi kuchlanish (U) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

4. Kalit uziladi. Ampermetr birinchi rezistorga ketma-ket ulanadi.

5. Kalit ulanadi. Ampermetr birinchi rezistordan o'tayotgan tok kuchini ko'rsatadi (I_1).

6. Voltmetr yordamida uning uchlaridagi kuchlanish o'lchanadi (U_1). Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

7. Kalit uziladi. Ampermetr birinchi rezistordan uzilib, ikkinchi rezistorga ketma-ket ulanadi.

8. Kalit ulanadi. Ikkinchi rezistordan o'tayotgan tok kuchi (I_2) va uning uchlaridagi kuchlanish (U_2) o'lchanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd qilinadi.

9. Kalit uziladi. Tok manbaining iste'molchilarga kuchlanish beruvchi murvati 6 V holatiga qo'yiladi va tajriba takrorlanadi.

	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									

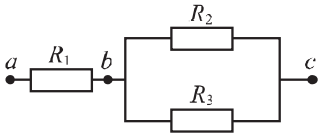
10. Tajriba natijalari asosida parallel ulangan iste'molchilar uchun asosiy qonuniyatlarning bajarilishini tekshiring.



1. O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda qaysi fizik kattalik bir xil bo'lar ekan?
2. Ketma-ket ulangan o'tkazgichlarning uchlaridagi kuchlanish nimaga teng?
3. O'tkazgichlar parallel ulanganda qaysi fizik kattalik bir xil bo'ladi?
4. O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda ampermetr zanjirga qanday ulanadi?

25-§ ISTE'MOLCHILARNI ARALASH ULASH
(Mustaqil o'qish uchun)

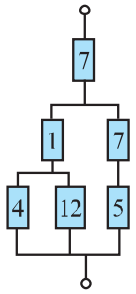
Iste'molchilarni ketma-ket va parallel holda ulanishini ko'rib chiqdik. Lekin amalda bitta zanjirda ham ketma-ket, ham parallel ulanish hollari ko'p uchraydi. Masalan, 3 ta rezistor 73-rasmdagidek ulangan bo'lsin. Elektr zanjirining bunday ulanishi ***aralash ulash*** deb ataladi. Aralash ulangan iste'molchilar ulangan tugunlar bo'yicha alohida hisoblanadi.



73-rasm.

Masalan, 73-rasmda b va c nuqtalar orasidagi umumiy R'_{um} qarshilikni topishda R_2 va R_3 rezistorlar o'zaro parallel ulanganligi uchun $R'_{um} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ ifodadan foydalaniladi. So'ngra umumiy qarshilik ketma-ket ulangan ikkita (R_1 va R'_{um}) reostat kabi bo'ladi. Zanjirning umumiy qarshiligi esa, $R_{um} = R_1 + R'_{um}$ ifoda orqali topiladi.

Aralash ulangan murakkab iste'molchilarning umumiy qarshiligini topishda ekvivalent sxemalardan foydalanish qulay. Ekvivalent sxema deyilganda aynan shu sxema bilan almashtirish mumkin bo'lgan sxema tushuniladi.



74-rasm.

Misol: 74-rasmda keltirilgan sxemaning umumiy qarshiligini toping.

Bunda berilgan o'tkazgichlarning qarshiliklari (sonlar) bir xil asosiy birlik (Ω) da berilgan deb hisoblang.

Masalani yechishni birinchi sxemadan boshlaymiz. Unda bevosita tugunlar bilan bog'langan rezistorlarni ajratib olamiz. Ular punktir chiziq bilan ko'rsatilgan (75-*a* rasm):

a) 4 Ω va 12 Ω rezistorlar o'zaro parallel ulangan, umumiy ekvivalent qarshilik 3 Ω ga teng bo'ladi.

b) 7 Ω va 5 Ω rezistorlar o'zaro ketma-ket ulangan, umumiy ekvivalent qarshilik o'rniga 12 Ω ni olish mumkin.

Olingan natijalardan foydalanib, ikkinchi ekvivalent sxemani chizamiz (*75-b rasm*):

d) 1 Ω va 3 Ω rezistorlar o'zaro ketma-ket ulangan, ekvivalent qarshilikni 4 Ω ga teng deb olish mumkin.

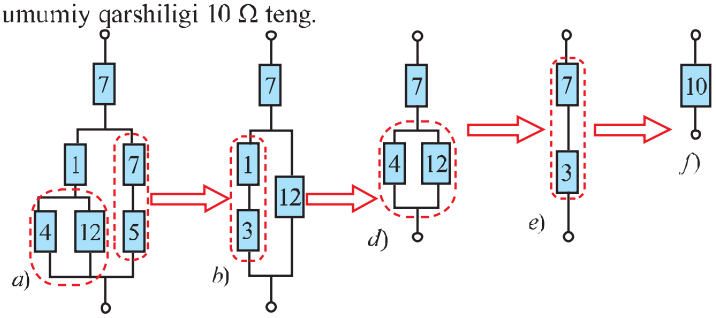
Uchinchi ekvivalent sxemada (*75-d rasm*):

e) 4 Ω va 12 Ω o'zaro parallel ulangan, umumiy ekvivalent qarshilik 3 Ω ga teng bo'ladi.

To‘rtinchi ekvivalent sxemada (*75-e rasm*):

f) 7 Ω va 3 Ω rezistorlar o‘zaro ketma-ket ulangan.

Demak, murakkab zanjirimiz oddiy ketma-ket ulangan holatiga keldi va uning umumiy qarshiligi 10 Ω teng.



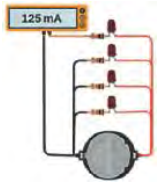
75-rasm. Murakkab sxema qarshiligini hisoblash.

Ko‘rib o‘tganimizdek, har qanday murakkab sxemani ketma-ket va parallel ulangan qismlarga ajratib, ekvivalent sxemalar yordamida sodda ko‘rinishni oladi.



1. Berilgan rasm asosida zanjirning elektr sxemasini chizing (*76-rasm*). Umumiy qarshilikni topish algoritmini yozing.

2. To‘rtta rezistor yordamida necha xildagi elektr sxema ko‘rinishini hosil qilish mumkin? Javobingizni chizmalar yordamida asoslang.



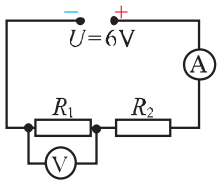
76-rasm.

26-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Elektr zanjiridagi kuchlanish 220 V. Zanjirga ulangan ikkita elektr lampasining har biri 240 Ω qarshilikka ega. Ularning o‘zaro ketma-ket ulangandagi tok kuchini toping.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$U = 220$ V $R_1 = R_2 = 240$ Ω.	$R = R_1 + R_2$; $I = I_1 = I_2$;	$I = \frac{220\,\text{V}}{240\,\Omega + 240\,\Omega} \approx 0{,}46\,\text{A}$.
Topish kerak: $I = ?$	$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1 + R_2}$.	*Javob:* $I \approx 0{,}46$ A.

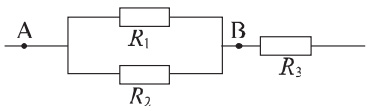
2-masala. Qarshiligi 20 Ω va 40 Ω bo‘lgan rezistorlar *(77-rasm)* ketma-ket ulangan. Ampermetr va voltmetr ko‘rsatishini aniqlang. Bunda ampermetr qarshiligini juda kichik va voltmetr qarshiligini cheksiz katta deb hisoblang.



77-rasm.

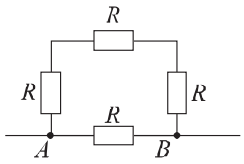
Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$R_1=20\ \Omega$ $R_2=40\ \Omega$ $U=6$ V.	$R=R_1+R_2$; $I=I_1=I_2=\frac{U}{R}$; $U_1=I\,R_1$.	$R=20\ \Omega+40\ \Omega=60\ \Omega$; $I=\frac{6\,\text{V}}{60\,\Omega}=0{,}1\,\text{A}$; $U_1=0{,}1\ \text{A}\cdot 20\ \Omega=2$ V.
Topish kerak: $I=?$; $U_1=?$		*Javob:* $I=0{,}1$ A; $U_1=2$ V.

3-masala. Qarshiliklari $R_1 = 2\ \Omega$ va $R_2 = 6\ \Omega$ bo‘lgan ikkita o‘tkazgich o‘zaro parallel ulangan bo‘lib, ularning uchlaridagi kuchlanish 12 V ga teng. Ularga ketma-ket ulangan $R_3 = 4\ \Omega$ qarshilikdagi tok kuchi va kuchlanishni toping.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$R_1=2\ \Omega$ $R_2=6\ \Omega$ $R_3=4\ \Omega$ $U_{AB}=12$ V.	$R_{AB}=\frac{R_1\cdot R_2}{R_1+R_2}$; $I_{AB}=\frac{U_{AB}}{R_{AB}}$; $I_{AB}=I_3$; $U_3=I_3\cdot R_3$.	 $R_{AB}=\frac{2\cdot 6}{2+6}\Omega=1{,}5\,\Omega$; $I_{AB}=\frac{12\,\text{V}}{1{,}5\,\Omega}=8\,\text{A}$; $I_3=8$ A; $U_3=8\ \text{A}\cdot 4\ \Omega=32$ V.
Topish kerak: $I_3=?$ $U_3-?$		*Javob:* I_3-8 A; U_3-32 V.

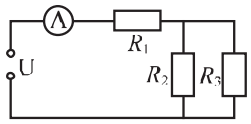
13-mashq

1. Rasmda tasvirlangan elektr zanjirining *A* va *B* nuqtalar orasidagi to‘la qarshiligini hisoblang. Har bir rezistorning elektr qarshiligi 4 Ω ga teng.



2. Qarshiliklari 20 Ω va 80 Ω bo‘lgan ikkita o‘tkazgich o‘zaro parallel ulangan bo‘lib, ularning uchlaridagi kuchlanish 48 V ga teng. Ularga ketma-ket ulangan uchinchi 5 Ω qarshilikdagi tok kuchi va kuchlanishni toping.

3. Sxemada berilgan rezistorlarning elektr qarshiligi R_1=4 Ω, R_2 = 10 Ω va R_3 = 15 Ω ga teng. Agar zanjir uchlariga 12 V kuchlanish berilsa, ampermetr qanday qiymatni ko‘rsatadi?

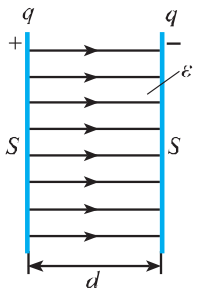


27-§ ELEKTR SIG‘IMI. KONDENSATORLAR

Kondensator va uning elektr sig‘imi

Elektrotexnikada ko‘p miqdordagi elektr zaryadlarini to‘plash va saqlash muhim ahamiyatga ega. Elektr zaryadlarini to‘plash va saqlashda *kondensator* deb ataluvchi asbobdan foydalaniladi.

Bir-biridan yupqa dielektrik bilan ajratilgan ikki o‘tkazgichdan iborat qurilma (asbob) *kondensator* deb ataladi.



78-rasm.

Kondensator radio, televizor, magnitofon, kompyuter kabi elektrotexnik jihozlarning muhim elementi hisoblanadi.

Eng sodda kondensator – bu yassi kondensator. Yassi kondensator o‘zaro parallel bo‘lgan ikkita yassi o‘tkazgich – plastinkalardan iborat (*78-rasm*). Bu plastinkalar kondensator qoplamalari deyiladi. Kondensatorning elektrostatik maydoni, asosan, ularning qoplamalari orasida bo‘ladi va ularni bir jinsli (kuch chiziqlari bir xil) deb hisoblash mumkin.

Kondensator zaryadlanganda uning har ikki qoplamasida teng miqdorda turli ishorali zaryadlar to‘planadi.

Kondensatorning zaryad to‘play olish xususiyatini tavsiflaydigan fizik kattalikka uning elektr sig‘imi deyiladi.

Kondensatorning sig‘imi qoplamadagi zaryad miqdorining plastinkalar orasidagi kuchlanish nisbatiga teng:

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

Bunda: q – kondensator qoplamasiga berilgan zaryad miqdori; U – plastinkalar orasidagi kuchlanish. Xalqaro birliklar sistemasida elektr sig‘imining birligi qilib M. Faradey sharafiga *farad* (F) qabul qilingan.

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

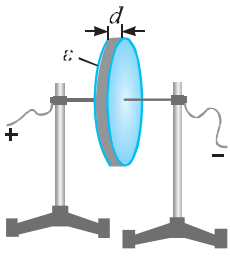
1 farad juda katta birlik bo‘lgani uchun amalda, asosan uning ulushlari – *mikrofarad* (μF), *nanofarad* (nF) va *pikofarad* (pF) qo‘llaniladi. Bunda:

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

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

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

Kondensator sig‘imi uning geometrik o‘lchami va plastinkalari orasidagi masofaga ham bog‘liq bo‘ladi. Qoplamalarining yuzasi S bo‘lgan ikki doiradan iborat yassi kondensatorning umumiy ko‘rinishi 79-rasmda keltirilgan. Uning qoplamalari bir-biridan d qalinlikdagi dielektrik bilan ajratilgan. Yassi kondensator qoplamasining yuzasi S qancha katta bo‘lsa, unda shuncha ko‘p zaryad to‘plash mumkin bo‘ladi. Shuningdek, qoplamalari orasidagi masofa d qancha katta bo‘lsa, kondensatorda shuncha kam zaryad to‘play oladi.



79-rasm.

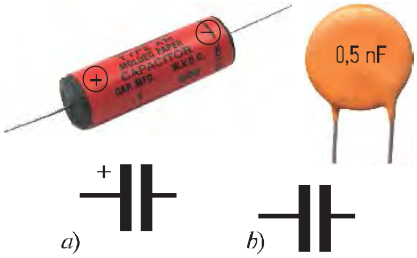
Yassi kondensatorning sig‘imi qoplamalari yuzasiga to‘g‘ri proporsional, qoplamalari orasidagi masofaga teskari proporsional:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S}{d}, \qquad (2)$$

bunda: $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m – elektr doimiysi, ε – qoplamalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi, masalan, havo uchun $\varepsilon = 1$; sluda uchun $\varepsilon = 6$, shisha uchun $\varepsilon = 7$.



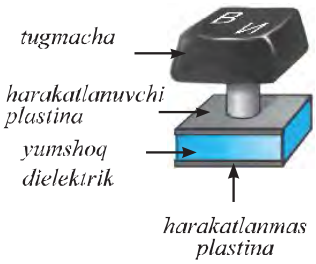
80-rasm.



81-rasm.

Elektrotexnikada turli miqdorda zaryadlarni to‘plashga mo‘ljallangan kondensatorlar ham qo‘llaniladi. Radiotexnikada o‘zgaruvchan sig‘imli kondensatorlar keng qo‘llaniladi (*80-rasm*). Uning ishlash prinsipi qoplamalarning bir-biriga nisbatan siljishiga asoslangan. Kondensator navbatma-navbat oralatib joylashtirilgan qo‘zg‘almas va qo‘zg‘aluvchan metall qoplamalardan iborat bo‘lib, qo‘zg‘aluvchan qoplamalar murvatga biriktiriladi. Murvat buralganda kondensatorning qo‘zg‘aluvchan qoplamalari qo‘zg‘almas qoplamalarining orasiga kiradi. Bunda qoplamalarning ustma-ust tushgan yuzalari (S) o‘zgaradi. Shunday usulda kondensatorning sig‘imini o‘zgartirish mumkin bo‘ladi. Radioni kerakli to‘lqinga sozlash uchun murvat buralib, o‘zgaruvchan kondensatorning sig‘imi o‘zgartirib boriladi. Bundan tashqari, qutbli va qutbsiz kondensatorlar ham ishlatiladi (*81-a, b rasm*).

Kondensatorlardan elektr dvigatellarini yurgizishda, elektromobillarni harakatlantirishda hamda sanoat elektronikasida keng qo‘llaniladi.



82-rasm.

Kondensator sig‘imining qoplamalari orasidagi masofaga bog‘liqligidan kompyuter klaviaturasini kodlash jarayonida foydalaniladi. Har bir klavish (tugmacha) tagida kondensator joylashtirilgan bo‘lib, klavishni bosishimiz bilan uning sig‘imi o‘zgaradi *(82-rasm)*. Klavishlarga ulangan mikrosxema sig‘imi o‘zgarishi bilan harflarga tegishli bo‘lgan kodlangan signallarni jo‘natadi. Shu tartibda kompyuter va telefon tugmachalari xizmat ko‘rsatadi.

Masala yechish namunasi

1-masala. Sig‘imi 3 nF bo‘lgan kondensator qoplamalariga tok manbaidan 12 V kuchlanish berildi. Kondensatorning har bir qoplamasi qanday zaryad oladi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$C = 3\ \text{nF} = 3 \cdot 10^{-9}\ \text{F}$ $U = 12\ \text{V}.$	$C = \frac{q}{U};\ q = C\,U;$ $[q] = \text{F} \cdot \text{V} = \frac{\text{C}}{\text{V}} \cdot \text{V} = \text{C}.$	$q = 3 \cdot 10^{-9} \cdot 12\ \text{C} = 36 \cdot 10^{-9}\text{C} =$ $= 36\ \text{nC}.$
Topish kerak: $q = ?$		*Javob:* $q = 36\ \text{nC}.$

2-masala. Yuzasi 25 cm^2 bo‘lgan yassi kondensator qoplamalari bir-biridan 5 mm qalinlikdagi sluda bilan ajratilgan. Kondensatorning sig‘imi nimaga teng? Sluda uchun $\varepsilon = 6$ ga teng.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$S = 25\ \text{cm}^2 = 25 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^2$ $d - 5\ \text{mm} - 5 \cdot 10^{3}\ \text{m}$ $\varepsilon = 6.$	$C = \frac{\varepsilon_0\,\varepsilon\,S}{d}$ $[C] = \frac{\frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \text{m}^2}{\text{m}} = \text{F}.$	$C = \frac{6 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-3}}\ \text{F} =$ $= 26{,}55 \cdot 10^{-12}\ \text{F} = 26{,}55\ \text{pF}.$
Topish kerak: $C - ?$		*Javob:* $C - 26{,}55\ \text{pF}.$



1. Kondensatordan qanday maqsadda foydalaniladi?
2. Kondensatorning qanday turlari mavjud va ular qanday maqsadlarda ishlatiladi?
3. Kondensatorning elektr sig‘imi nima va u qanday aniqlanadi?
4. Yassi kondensatorning bir qoplamasi +100 nC, ikkinchi qoplamasi –100 nC zaryad olgan. Kondensator qanday miqdorda zaryad olgan?
5. Nima sababdan o‘zgarmas tok zanjiriga ulangan kondensatordan tok o‘tmasligini tushuntiring.
6. Yassi kondensator zaryadi 2 marta ortganda uning sig‘imi qanday o‘zgaradi?

14-mashq

1. Yassi kondensator qoplamalari orasidagi dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon = 2{,}1$ bo‘lgan dielektrik bilan to‘ldirilsa, uning sig‘imi qanday o‘zgaradi?
2. 24 V kuchlanishli tok manbaiga ulangan kondensator 30 μC zaryad olgan bo‘lsa, kondensator sig‘imini aniqlang.

3. Sig‘imi 40 nF bo‘lgan kondensator qoplamalariga tok manbaidan 30 V kuchlanish berilganda, u qanday miqdordagi zaryadni oladi?

4. Yuzasi 40 cm^2 bo‘lgan yassi kondensator qoplamalari bir-biridan 8 mm qalinlikdagi havo bilan ajratilgan. Kondensatorning sig‘imi nimaga teng?

5. Sig‘imi 3 μF bo‘lgan kondensator qoplamalari olgan zaryad miqdori 42 μC ga teng bo‘lsa, uning qoplamalari orasidagi kuchlanish nimaga teng?

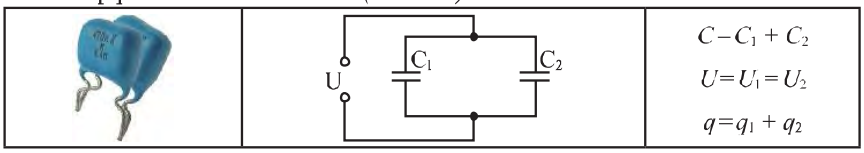
28-§ KONDENSATORLARNI PARALLEL VA KETMA-KET ULASH

Elektr zanjirlarda kondensatorlar sig‘imini oshirish yoki kamaytirish zarurati bo‘ladi. Bunday hollarda kondensatorlar parallel yoki ketma-ket ulanadi. Tajribada aniqlanishicha, kondensatorlarni o‘zaro parallel ulash orqali ularning elektr sig‘imini orttirish mumkin.

$$C = C_1 + C_2 - C_3 + ... + C_n . \qquad (1)$$

Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy elektr sig‘imi alohida kondensatorlar sig‘imlarining yig‘indisiga teng.

Kondensatorlarni parallel ulashning umumiy ko‘rinishi 83-rasmda keltirilgan. Kondensatorlarni parallel ulash uchun ularning musbat ishorali qoplamalari musbat ishorali qoplamalar bilan, manfiy ishorali qoplamalari manfiy ishorali qoplamalar bilan ulanadi *(83-rasm)*.



83-rasm.

Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy uchlaridagi kuchlanish bir xil bo‘ladi:

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

To‘liq zaryad esa, har bir kondensatorlar zaryadlarining yig‘indisiga teng bo‘ladi, ya’ni

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

Demak, kondensatorlarni o‘zaro parallel ulash orqali ko‘proq elektr zaryadini yig‘ish mumkin ekan.

Kondensatorlarni ketma-ket ulash

Kondensatorlar ketma-ket ulanganda umumiy elektr sig‘imining teskari miqdori har bir kondensator sig‘imining teskari miqdorlari yig‘indisiga teng.

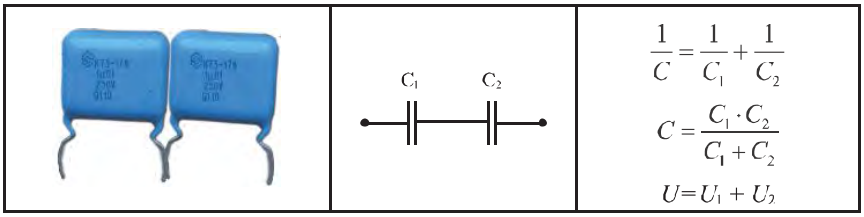
$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+...+\frac{1}{C_n}. \qquad (4)$$

Demak, kondensatorlarni o‘zaro ketma-ket ulanganda umumiy elektr sig‘imi kamayar ekan.

Kondensatorlar ketma-ket ulanganda umumiy kuchlanish har bir kondensator uchlaridagi kuchlanishlarning algebraik yig‘indisiga teng bo‘ladi, ya’ni:

$$U=U_1+U_2-U_3+\ldots+U_n. \qquad (5)$$

Kondensatorlarni ketma-ket ulashning umumiy ko‘rinishi 84-rasmda keltirilgan.



84-rasm.

Masala yechish namunasi

Sig‘imi 2 μF va 6 μF bo‘lgan kondensatorlar 9 V kuchlanishli tok manbaiga o‘zaro parallel ulangan. Zanjirning umumiy elektr sig‘imi qanday bo‘ladi? Kondensatorlarning har biri qanday zaryad oladi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$C_1=2\ \mu F=2\cdot 10^{-6}\ F$	$C_{um}=C_1+C_2;$	$C_{um}=2\ \mu F+6\ \mu F=8\ \mu F;$
$C_2=6\ \mu F=6\cdot 10^{-6}\ F$	$q_1=C_1\cdot U;$	$q_1=2\cdot 10^{-6}\ F\cdot 9\ V=18\cdot 10^{-6}\ C=18\ \mu C;$
$U=9\ V.$	$q_2-C_2\cdot U.$	$q_2-6\cdot 10^{-6}\ F\cdot 9\ V-54\cdot 10^{-6}\ C-54\ \mu C.$
Topish kerak: $C_{um}=?\ q_1=?\ q_2=?$		*Javob:* $C_{um}=8\ \mu F;\ q_1=18\ \mu C;\ q_2=54\ \mu C.$



1. Yassi kondensatorning sig‘imi o‘lchamlari orqali qanday ifodalanadi?
2. O‘zgaruvchan sig‘imli kondensatorning ishlash prinsipini tushuntiring.
3. Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy sig‘im qanday aniqlanadi?
4. Kondensatorlar qanday qilib ketma-ket ulanadi? Bu holda umumiy sig‘im qanday topiladi?
5. Zaryadlangan kondensator qoplamalari sim bilan tutashtirilib zaryadsizlantirildi. Zaryadsizlangandan so‘ng qoplamalar massasi qanday o‘zgaradi?

15-mashq

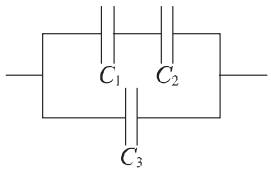
1. Sig‘mi 3 μF; 5 μF va 8 μF bo‘lgan uchta kondensatorlar 12 V kuchlanishli tok manbaiga o‘zaro parallel ulangan. Zanjirning umumiy sig‘imi qanday bo‘ladi? Ularning har biri qanday zaryad oladi?
2. Sig‘imi 12 μF; 20 μF va 30 μF bo‘lgan uchta kondensatorni o‘zaro ketma-ket ulab qanday sig‘im olish mumkin?
3. Sig‘imlari bir xil bo‘lgan ikkita kondensator avval ketma-ket, so‘ngra parallel ulandi. Parallel ulangan holdagi umumiy sig‘im ketma-ket ulangandagidan necha marta farq qiladi?
4*. Sig‘imi C_1 – 4 μF; C_2 – 6 μF va C_3 – 10 μF bo‘lgan kondensatorlarni biriga ulash orqali 5 μF sig‘im olish mumkinmi? Mumkin bo‘lsa qanday?

29-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Kondensator plastinkalari tomonlari 30 cm bo‘lgan kvadratdan iborat. Plastinkalar orasiga $(\varepsilon-2)$ suyuqlik shimdirilgan qog‘oz bilan to‘ldirilganda, uning sig‘imi 177 pF ga teng bo‘lsa, kondensator plastinkalari orasidagi masofa qanday bo‘lgan?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$a=30$ cm $=0{,}3$ m $C-177$ pF $-177\cdot10^{-12}$F $\varepsilon=2$.	$S=a^2$; $C=\frac{\varepsilon\cdot\varepsilon_0\cdot S}{d}=\frac{\varepsilon\cdot\varepsilon_0\cdot a^2}{d}$; $d=\frac{\varepsilon\cdot\varepsilon_0\cdot a^2}{C}$.	$d=\frac{2\cdot8{,}85\cdot10^{12}\cdot0{,}3^2}{177\cdot10^{-12}}$ m $=$ $=9\cdot10^{3}$ m $=9$ mm.
Topish kerak: $d=?$		*Javob*: $d=9$ mm.

2-masala. Rasmda tasvirlangan elektr zanjirning elektr sig‘imini hisoblang. Bunda kondensatorlarning sig‘imlari $C_1 = 3$ μF; $C_2 = 6$ μF va $C_3 = 5$ μF ga teng.



Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$C_1 = 3$ μF $C_2 = 6$ μF $C_3 = 5$ μF.	C_1 va C_2 kondensatorlar ketma-ket: $C_{1,2} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$;	$C_{1,2} = \frac{3\mu F \cdot 6\mu F}{3\mu F + 6\mu F} = 2\mu F.$
Topish kerak: $C_{um} = ?$	$C_{1,2}$ ga C_3 kondensatorlar parallel: $C_{um} = C_{1,2} + C_3$.	$C_{um} = 2$ μF + 5 μF = 7 μF. *Javob:* $C_{um} = 7$ μF.

16-mashq

1. Yuzalari 30 cm^2 dan bo‘lgan yassi kondensator qoplamalari orasidagi masofa 4 mm ga teng. Agar kondensatorning sig‘imi 20 pF bo‘lsa, kondensator qoplamalari orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi nimaga teng?
2. Yassi kondensatorning doira shaklidagi radiusi 4 cm bo‘lgan qoplamalari bir-biridan 2 mm qalinlikdagi sluda bilan ajratilgan. Kondensator qoplamalariga 4 V kuchlanish berilsa, kondensator qanday zaryad oladi? Sludaning dielektrik singdiruvchanligini 6 ga teng deb oling.
3. Sig‘imi 370 pF bo‘lgan yassi kondensator qoplamalarining yuzasi 300 cm^2 ga teng. Qoplamalar orasiga shisha plastina qo‘yilgan bo‘lsa, uning qalinligi qanday bo‘lgan? Shisha uchun $\varepsilon = 7$.
4. Qutichada 30 pF va 70 pF sig‘imli bir nechta kondensatorlar bor. Har qaysi sig‘imli kondensatordan nechtadan olib, ularni parallel ulash orqali 330 pF sig‘imli kondensatorlar batareyasini hosil qilish mumkin?

II BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Zanjirdagi tok kuchi 2 A bo‘lsa, 15 minutda o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan qanday miqdorda zaryad oqib o‘tadi?

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

2. Agar o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan 2 minut davomida 480 C zaryad o‘tgan bo‘lsa, 1 s davomida o‘tkazgichning ko‘ndalang kesimidan qancha elektron o‘tgan?

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

3. O‘tkazgich uchlariga 24 V kuchlanish ulanganda undan 400 mA tok o‘tgan. O‘tkazgichning elektr qarshiligi qanday bo‘lgan (Ω)?

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

4. Uzunligi 4 m, ko‘ndalang kesim yuzi 0,8 mm^2 bo‘lgan nikelin sim elektr zanjirga ulangan. Agar simning uchlaridagi kuchlanish 6 V berilsa, sim orqali qanday tok oqadi (A)? Nixrom uchun solishtirma qarshilik $\rho = 0{,}4 \cdot 10^{-6}$ Ω·m ga teng.

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

5. Elektr qarshiligi 4 Ω; 5 Ω va 20 Ω bo‘lgan o‘tkazgichlar bir-biriga parallel ulansa, umumiy qarshilik qanday bo‘ladi (Ω)?

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

6. Parallel ulangan 6 ta bir xil rezistor ketma-ket ulansa, umumiy qarshilik qanday o‘zgaradi?

A) 36 marta ortadi; B) 12 marta kamayadi;
C) 3 marta ortadi; D) 9 marta kamayadi.

7. Umumiy qarshiligi 40 Ω bo‘lishi uchun 120 Ω qarshilikka qanday qarshilikni parallel ulash kerak(Ω)?

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

8. Yassi kondensatorning bir plastinkasi −5 μC, ikkinchi plastinkasi −5 μC zaryad olgan. Kondensator qanday zaryad olgan (μC)?

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

9. Yassi kondensator qoplamalariga 1,2 kV kuchlanish berilganda, 48 μC zaryad oldi. Kondensator sig‘imi qancha bo‘lgan (nF)?

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

10. Yassi kondensator qoplamalari orasi dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon = 3$ bo‘lgan modda bilan to‘ldirilsa, uning elektr sig‘imi qanday o‘zgaradi?

A) 9 marta ortadi; B) 1,5 marta kamayadi;
C) 3 marta ortadi; D) 3 marta kamayadi.

11. Parallel ulangan 4 ta bir xil kondensator ketma-ket ulansa, umumiy sig‘im qanday o‘zgaradi?

A) 4 marta ortadi; B) 2 marta kamayadi;
C) 16 marta ortadi; D) 16 marta kamayadi.

II BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

Elektr toki	Zaryadli zarralarning tartibli harakati, ya'ni zaryadlar oqimidan iborat.
O'zgarmas tok manbai	Musbat va manfiy qutbga ega bo'lgan, o'zgarmas tokni hosil qiladigan manba.
Galvanik element	Galvanik elementda kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi.
Elektr kuchlanish	Zanjirning biror qismidan 1 kulon zaryad o'tganida bajariladigan ishga son qiymati jihatidan teng bo'lgan kattalik zanjirning shu qismi uchlari orasidagi elektr kuchlanish deb ataladi.
Tok kuchi	O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida o'tayotgan elektr zaryad miqdoriga qiymat jihatidan teng bo'lgan kattalik.
O'tkazgich qarshiligi	O'tkazgichning zanjirda tok o'tishiga qarshilik qilish xossasini tavsiflaydigan fizik kattalikka elektr qarshilik deb ataladi. O'tkazgichning elektr qarshiligi uning geometrik o'lchamlariga va moddaning tabiatiga bog'liq, ya'ni: $R = \rho\frac{l}{S}$.
Om qonuni	O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi uning uchlariga qo'yilgan kuchlanishga to'g'ri proporsional, o'tkazgichning qarshiligiga teskari proporsionaldir. $I = \frac{U}{R}$.
Reostat	Elektr zanjirdagi tok kuchi va kuchlanishni rostlash, ya'ni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan elektr asbob.
O'tkazgichlar ketma-ket va parallel ulanganda qarshilik formulalari	$R = R_1 + R_2 + ... + R_n$, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... + \frac{1}{R_n}$.
Kondensator sig'imi formulalari	$C = \frac{q}{U}$, $C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S}{d}$.
Kondensatorlar parallel va ketma-ket ulanganda sig'im formulasi	$C = C_1 + C_2 + C_3 + ... C_n$ va $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ... + \frac{1}{C_n}$.

III BOB
ELEKTR TOKINING ISHI VA QUVVATI

30-§ ELEKTR TOKINING ISHI

Tokning bajargan ishi haqida tushuncha

Ma'lumki, elektr zanjir ichki va tashqi qismlardan iborat. Zanjirning ichki qismi – tok manbaida boshqa turdagi energiyalar, masalan, galvanik elementda kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi.

Zanjirning iste'molchi ulangan tashqi qismida elektr energiya mexanik, issiqlik, yorug'lik va boshqa turdagi energiyalarga aylanadi. Masalan, zanjirga ulangan elektr dvigatelda elektr energiya mexanik energiyaga, lampochkada esa elektr energiya issiqlik va yorug'lik energiyasiga aylanadi.

Iste'molchilarda elektr energiya boshqa turdagi energiyaga aylanishida zanjirdagi tok ish bajaradi. Bu ishning qanday kattaliklarga bog'liqligini ko'rib chiqaylik.

Elektr kuchlanish $U = \frac{A}{q}$ ifodasidan, tokning bajargan ishi:

$$A = U\,q. \qquad (1)$$

Tok kuchi $I = \frac{q}{t}$ formulasidan, $q = It$ ekanligini inobatga olib, (1) ifodani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$A = I\,U\,t. \qquad (2)$$

Elektr tokining iste'molchida ma'lum vaqt davomida bajargan ishi undan o'tayotgan tok kuchining unga qo'yilgan kuchlanish va tokning o'tish vaqti ko'paytmasiga teng.

Elektr toki bajargan ishning birligi ham mexanik ish birligi kabi – ***joul*** **(J)** da hisoblanadi, ya'ni $1\text{J} = 1\text{A} \cdot 1\text{V} \cdot 1\text{s}$.

Zanjirning kuchlanishi bir volt bo'lgan qismida bir amperga teng bo'lgan tokning bir sekund davomida bajargan ishi bir *joul*ga teng bo'ladi.

Demak, elektr tokining ishini hisoblash uchun uchta asbob: voltmetr, ampermetr va soat kerak.

Zanjirning bir qismi uchun Om qonunidan foydalanib, (2) formuladagi kuchlanishni tok kuchi orqali yoki tok kuchini kuchlanish orqali ifodalasak, tok ishining bir-biriga ekvivalent bo'lgan quyidagi uchta ifodasini yozish mumkin:

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

Sarflangan elektr energiyani hisoblash

Sarflangan elektr energiya miqdor jihatdan elektr tokining bajargan ishiga teng.

Agar sarflangan energiyani W deb belgilasak, u holda uning ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$W = I\,U\,t. \qquad (4)$$

Elektr tokining bajargan ishi, ya'ni iste'molchilarda sarflangan elektr energiya maxsus asbob elektrhisoblagich (schotchik) yordamida o'lchanadi (*85-rasm*).

Elektr energiyasini hisoblagichda yuqorida aytib o'tilgan uchta asbob birlashtirilgan. Bunday hisoblagichlar elektr energiyani iste'mol qiluvchi barcha joylarda, ya'ni zavod, fabrika, ishlab chiqarish korxonalarida, shuningdek, biz yashayotgan uyimizda ham o'rnatilgan.



85-rasm.

Masala yechish namunasi

220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan elektr isitgichdan 3 A tok o'tmoqda. Tok 0,5 soat davomida qanday ish bajaradi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$U = 220$ V $I = 3$ A $t = 0{,}5$ h $= 1800$ s.	$A = I\,U\,t.$ $[A] - 1\ \text{A} \cdot 1\ \text{V} \cdot 1\ \text{s} - 1\ \text{J}.$	$A = 3 \cdot 220 \cdot 1800$ J $= 1188000$ J $=$ $= 1188$ kJ.
Topish kerak: $A - ?$		*Javob*: $A = 1188$ kJ.



1. Elektr tokining bajargan ishi qanday ifodalanadi va qanday birliklarda o‘lchanadi?
2. Xonadonda elektr energiya sarfini qanday kamaytirish mumkin?
3. Sarflangan elektr energiya qanday hisoblanadi?
4. Elektr tokining bajargan ishiga ekvivalent bo‘lgan ish formulalarini yozing.

17-mashq

1. 220 V kuchlanish tarmog‘iga ulangan dvigateldan 2 A tok o‘tmoqda. Bu dvigatelda 20 minut davomida tok qanday ish bajaradi?
2. 12 V kuchlanishga ulangan o‘tkazgichdan 20 mA tok o‘tmoqda. Tok 15 minut davomida qanday ish bajaradi?
3. Qarshiligi 200 Ω bo‘lgan o‘tkazgich uchlariga 42 V kuchlanish berilgan. 20 minut davomida tok qanday ish bajaradi?
4. Lampochkadagi kuchlanish 4,5 V, tok kuchi 0,2 A bo‘lsa, 5 minut davomida qancha elektr energiya sarflanadi?
5. Elektr dazmol 220 V kuchlanishli tok tarmog‘iga ulanganda undan 3 A tok o‘tadi. Dazmol 10 minut ishlaganda qancha elektr energiya sarflanadi?

31-§ ELEKTR TOKINING QUVVATI

Tokning quvvati haqida tushuncha

Elektr tarmog‘iga ulangan turli xil iste’molchilarda bir xil vaqt davomida elektr toki turlicha ish bajaradi. Bunga sabab ularning elektr iste’mol quvvatlari bir-biridan farq qiladi.

Elektr tokining P quvvatini topish uchun tokning bajargan A ishini shu ishni bajarishga ketgan t vaqtga bo‘lish kerak, ya’ni:

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

Bu ifodaga t vaqt davomida elektr tokining bajargan ishi $A = I\,U\,t$ ifodasini qo‘ysak, quvvatning quyidagi ifodasi hosil bo‘ladi:

$$P = \frac{U\,I\,t}{t} \text{ yoki } P = I\,U. \qquad (2)$$

Elektr iste'molchining quvvati undan o'tayotgan tok kuchining unga qo'yilgan kuchlanish ko'paytmasiga teng.

JEYMS UATT (1736–1819)

Ingliz muhandisi, kashfiyotchi mexanik. U birinchi bo'lib ot kuchini quvvat birligi sifatida fanga kiritgan hamda bug' mashinasining ishlash prinsipini takomillashtirish orqali sanoatning bugungi rivojiga ulkan hissa qo'shgan.





Elektr toki quvvatining asosiy birligi qilib ingliz olimi **Jeyms Uatt** sharafiga ***vatt*** **(W)** qabul qilingan.

Bir *vatt* deb, zanjirning kuchlanishi bir volt bo'lgan qismida tok kuchi bir amper bo'lgan tokning quvvatiga aytiladi.

Kundalik turmushda ishlatiladigan elektr asboblarining iste'mol quvvati 1 W ga nisbatan ancha ko'p. Shuning uchun amalda quvvatning hosilaviy birliklari – ***hektovatt*** **(hW)**, ***kilovatt*** **(kW)** va ***megavatt*** **(MW)** ham qo'llaniladi. Bunda

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

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

Zanjirning bir qismi uchun Om qonunidan foydalanib, (2) formuladagi kuchlanishni tok kuchi orqali yoki tok kuchini kuchlanish orqali ifodalasak, tok quvvatining bir-biriga ekvivalent bo'lgan quyidagi uchta ifodasini yozish mumkin:

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

Elektr iste'molchilarning quvvati

Odatda, elektr iste'molchilarda ularning quvvati yozib qo'yilgan bo'ladi. Xonadonda ko'proq tejamli 5 W, 10 W, 12 W elektr quvvatli lampochkalardan foydalaniladi. Lampochkaning quvvati qancha katta bo'lsa, u shuncha kuchli yoritadi va shuncha ko'p elektr energiyani iste'mol qiladi. Turli elektr iste'molchilarning quvvati turlicha bo'ladi (3-jadval).

3-jadval

№	Iste'molchilar	*P*, W	№	Iste'molchilar	*P*, W
1	Uyali telefon	0,3–1	7	Televizor	50–300
2	Ko'chma radio	2–10	6	Kir yuvish mashinasi	350–600
3	Sovitgich	110 160	7	Cho'g'lanma lampochka	60 1000
4	Kompyuter	40–200	8	Dazmol	500–2000

Elektr tokining ishini quvvat orqali ifodalash

Elektr isitgich, sovitgich, televizor, kompyuter kabi elektr jihozlarda, odatda, ularning iste'mol quvvati pasportlarida ko'rsatilgan bo'ladi. Quvvatiga qarab tokning ma'lum vaqt ichida bajargan ishini

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

formulaga ko'ra hisoblab topish mumkin. Quvvatni vattlarda, vaqtni sekund bilan ifodalasak, ishning birligi joul quyidagicha ifodalanadi:

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

Vatt·sekund juda kichik birlik bo'lgani uchun amalda uning o'rniga vatt·soat (W·h) qo'llaniladi. Bunda 1 W·h – 3 600 W·s – 3 600 J – 3,6 kJ.

Amalda tok ishining karrali birliklari hektovatt·soat (hW·h), kilovatt · soat (kW·h) va megavatt·soat (MW·h) dan ham keng foydalaniladi.

$$1\ \text{hektovatt} \cdot \text{soat} = 100\ \text{W} \cdot 1\ \text{h} = 100\ \text{W} \cdot \text{h} = 360\ 000\ \text{J} = 360\ \text{kJ};$$

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

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

Odatda, sarflangan elektr energiya uchun to'lov har oyda amalga oshiriladi. Masalan, bir oy oldin elektr energiya hisoblagichining ko'rsatishi 312,2 kW·h ga, bugungi ko'rsatishi 354,6 kW·h ga teng bo'lsa, u holda bir oy ichida sarflangan elektr energiyaning miqdori 354,6 kW·h–312,2 kW·h = 42,4 kW·h ga teng bo'ladi.

Ishlatilgan har bir kW·h elektr energiya uchun belgilangan narxlar asosida to'lov miqdori belgilanadi. Masalan, 1 kW·h uchun belgilangan to'lov miqdorini bir oyda sarflangan elektr energiya miqdoriga ko'paytirib, elektr energiya uchun to'lov miqdori aniqlanadi.

Masala yechish namunasi

1-masala. 15 W quvvatli elektr lampa har kuni 6 soatdan yonadi. Shu lampa orqali o‘tayotgan tokning 1 oyda (30 kunda) bajargan ishini toping. Javobni kW·h da ifodalang.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$P = 15$ W $t = 6\ \text{h} \cdot 30 = 180$ h.	$A = P\,t.$	$A = 15\ \text{W} \cdot 180\ \text{h} = 2700\ \text{W} \cdot \text{h} = 2{,}7\ \text{kW} \cdot \text{h}.$
Topish kerak: $A = ?$		*Javob:* $A = 2{,}7\ \text{kW} \cdot \text{h}.$

2-masala. Agar 60 W quvvatga ega bo‘lgan elektr lampa 220 V kuchlanishga mo‘ljallangan bo‘lsa, lampa tolasining qarshiligini aniqlang.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$P = 60$ W $U - 220$ V.	$P = \frac{U^2}{R};\ R = \frac{U^2}{P}.$	$R = \frac{220^2}{60}\ \Omega \approx 807\ \Omega.$
Topish kerak: $R = ?$	$[R] = \frac{\text{V}^2}{\text{W}} = \frac{\text{V}^2}{\text{A} \cdot \text{V}} = \frac{\text{V}}{\text{A}} = \Omega.$	*Javob:* $R \approx 807\ \Omega.$



1. Elektr tokining quvvati qanday ifodalanadi?
2. Tokning quvvati qanday birliklarda o‘lchanadi?
3. Elektr iste’molchilardagi tokning quvvati haqida nimalarni bilasiz?
4. Om qonuni formulasi va (2) formuladan foydalanib, tok quvvatining kuchlanish va qarshilik orqali ifodasini hamda tok quvvatining tok kuchi va qarshilik orqali ifodasini keltirib chiqaring.
5. Xonadoningizdagi elektr energiya sarfini qanday hisoblaysiz?
6. Nima sababdan sarflangan elektr energiya kW·h larda hisoblanadi?



1. Quyidagi maishiy elektr asboblari: a) 300 W quvvatli dazmol; b) 60 W quvvatli lampochka orqali o‘tadigan tokning 1 soatda bajaradigan ishi qancha pul turishini aniqlang. 1 kW·h ning narxi necha so‘m ekanligini ota-onangizdan so‘rab oling.
2. Uyingizda televizor kuniga 2,5 soat ishlasa, sarf bo‘ladigan elektr energiya uchun qancha pul to‘lanishini aniqlang. Televizorning iste’mol quvvati 220 W.

32-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Quvvatlari 100 W va 200 W li ikkita lampa parallel ravishda 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Har bir lampadagi tok kuchini, ikkala lampadan o'tadigan to'liq tok kuchini, har bir lampa qarshiligini va lampalarning to'liq qarshiligini aniqlang.

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$P_1 = 100$ W $P_2 - 200$ W $U = 220$ V.	$I_1 = \frac{P_1}{U}$; $I_2 = \frac{P_2}{U}$;	$I_1 = \frac{100\ \text{W}}{220\ \text{V}} \approx 0,45\ \text{A}$; $I_2 = \frac{200\ \text{W}}{220\ \text{V}} \approx 0,91\ \text{A}$;
Topish kerak: $I_1 = ?$ $I_2 = ?$ $I - ?$ $R_1 - ?$ $R_2 = ?$ $R = ?$	$I = I_1 + I_2$; $R_1 = \frac{U}{I_1}$; $R_2 = \frac{U}{I_2}$; $R = \frac{U}{I}$.	$I = 0,45\ \text{A} + 0,91\ \text{A} = 1,36\ \text{A}$; $R_1 = \frac{220\ \text{V}}{0,45\ \text{A}} \approx 489\ \Omega$; $R_2 = \frac{220\ \text{V}}{0,91\ \text{A}} \approx 242\ \Omega$ $R = \frac{220\ \text{V}}{1,36\ \text{A}} \approx 162\ \Omega$.

Javob: $I_1 = 0,45$ A, $I_2 = 0,91$ A, $I = 1,36$ A. $R_1 - 489\ \Omega$, $R_2 - 242\ \Omega$, $R - 162\ \Omega$.

2-masala. Qarshiligi 80 Ω va 60 Ω bo'lgan iste'molchilar zanjirga parallel ulangan. Birinchi iste'molchi 12 W quvvat bilan ishlayotgan bo'lsa, ikkinchi iste'molchi qanday quvvat bilan ishlaydi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$R_1 = 80\ \Omega$ $R_2 = 60\ \Omega$ $P_1 - 12$ W.	$U_1 = U_2 = U$; $P_1 = \frac{U^2}{R_1}$; $P_2 = \frac{U^2}{R_2}$; $P_2 = \frac{P_1 R_1}{R_2}$.	$P_2 = \frac{12 \cdot 80}{60}\ \text{W} = 16\ \text{W}$.
Topish kerak: $P_2 = ?$	$[P_2] = \frac{\text{W} \cdot \Omega}{\Omega} = \text{W}$.	

Javob: $P_2 = 16$ W.

3-masala. Qarshiligi 75 Ω va 50 Ω bo'lgan iste'molchilar ketma-ket ulangan. Birinchi iste'molchi 120 W quvvat bilan ishlayotgan bo'lsa, ikkinchi iste'molchi qanday quvvat bilan ishlaydi?

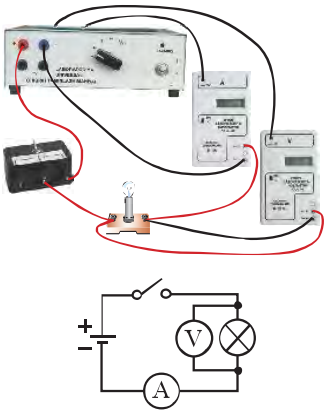
Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$R_1 = 75\ \Omega$ $R_2 = 50\ \Omega$ $P_1 = 120$ W.	$I_1 = I_2 = I$; $P_1 = I^2 R_1$; $P_2 = I^2 R_2$; $P_2 = \frac{P_1 R_2}{R_1}$. $[P_2] = \frac{\text{W} \cdot \Omega}{\Omega} = \text{W}$.	$P_2 = \frac{120 \cdot 50}{75}\text{ W} = 80\text{ W}$.
Topish kerak: $P_2 = ?$		*Javob:* $P_2 = 80$ W.

18-mashq

1. 220 V kuchlanish va 4 A tok kuchida ishlayotgan dvigatelning iste'mol quvvatini toping.
2. 40 W quvvatli avtomobil lampochkasi 12 V kuchlanishga mo'ljallangan. Lampochkaning qarshiligini aniqlang.
3. Zanjirdan 5 A tok o'tganda elektr plitasi 30 minut davomida 1800 kJ energiya sarflaydi. Plitaning qarshiligi qanday bo'lgan?
4. Xonadondagi elektrhisoblagich oy boshida ko'rsatgan raqami 1450 kW·h, oy oxirida esa 1890 kW·h bo'ldi. Xonadonda bir oy davomida qancha elektr energiyasi sarflangan?
5. 220 V kuchlanishga ulangan lampochkadan 0,4 A tok o'tmoqda. Tok 10 minut davomida qancha ish bajaradi?
6. Quvvati 10 W va 15 W bo'lgan ikkita elektr lampochka parallel ulanib, 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Har bir lampochka cho'g'lanma tolasining qarshiligini aniqlang. Lampochkalarning har biridan qanday tok o'tadi?
7. Zanjirning kuchlanishi 220 V bo'lgan qismida tok 176 kJ ish bajardi. Shu vaqt davomida o'tkazgich ko'ndalang kesimidan qancha elektron oqib o'tgan?
8. Qarshiligi 120 Ω va 160 Ω bo'lgan iste'molchilar zanjirga parallel ulangan. Ikkinchi iste'molchi 15 W quvvat bilan ishlayotgan bo'lsa, birinchi iste'molchi qanday quvvat bilan ishlaydi?
9. Qarshiligi 30 Ω va 75 Ω bo'lgan iste'molchilar ketma-ket ulangan. Ikkinchi iste'molchi 25 W quvvat bilan ishlayotgan bo'lsa, birinchi iste'molchi qanday quvvat bilan ishlaydi?
10. Ikki isitgich yordamida suvni isitish kerak. Isitgichlar ketma-ket ulanganda suv tezroq isiydimi yoki parallel ulangandami? Javobingizni izohlang.

33-§

Laboratoriya ishi.
ISTE'MOLCHI (LAMPOCHKA)NING ELEKTR QUVVATINI ANIQLASH



86-rasm.

Ishning maqsadi: iste'molchining quvvatini tok kuchi va unga qo'yilgan kuchlanish orqali aniqlashni o'rganish.

Kerakli jihozlar: tok manbai, iste'molchi (lampochka), ampermetr, voltmetr, kalit, ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi

1. Tok manbai, lampochka, ampermetr, voltmetr va kalitdan iborat zanjirni yig'ing *(86-rasm).*

2. Yig'ilgan elektr zanjirning sxemasini chizing.

3. Kalitni ulang va sekundomerni ishga tushiring.

4. Ampermetr va voltmetr ko'rsatkichlarini aniqlang va jadvalga yozing.

5. $P=I\,U$ formula bilan lampochkadagi tokning quvvatini hisoblang va jadvalga yozing.

6. Kalitni uzing va, ayni vaqtda, sekundomer tugmasini bosib, uni to'xtating. Lampochkaning qancha vaqt yonib turgan t vaqtini jadvalga yozing.

7. $W=I\,U\,t$ formula yordamida sarflangan elektr energiya miqdorini hisoblang. Natijani jadvalga yozing.

8. Tajribani 3 marta takrorlang. Natijalarni jadvalga yozing.

9. $P_{o'rt}=(P_1+P_2-P_3)/3$ ifoda orqali lampochkaning o'rtacha quvvatini hisoblang. Olingan natijani lampochkaga yozilgan quvvat bilan taqqoslang.

10. Natijalarni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

№	I, A	U, V	P, W	$P_{o'rt}$, W	t, s	W, W·s
1						
2						
3						



1. Iste'molchi tomonidan sarflangan elektr energiya W tokning bajargan ishiga teng deyish mumkinmi?
2. Manbadagi kuchlanish oshirilganda yoki kamaytirilganda tok kuchi oshib-kamayganligi uchun lampochkaning quvvati ham o'zgarib boradimi?
3. Laboratoriya ishida lampochka quvvati katta bo'lgan lampochka bilan almashtirilsa ampermetr va voltmetrning ko'rsatishi qanday o'zgaradi?

34-§ ELEKTR TOKI TA'SIRIDA O'TKAZGICHLARNING QIZISHI

O'tkazgichdan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori

O'tkazgichlarda elektr tokini tartibli harakatlanayotgan elektronlar hosil qiladi. Elektronlar o'zining tartibli harakati davomida o'tkazgich atomlari bilan to'qnashadi. Bunday to'qnashishlar natijasida elektron energiyasining bir qismi o'tkazgich atomlariga uzatiladi. Natijada o'tkazgichning ichki energiyasi ortadi, ya'ni u qiziydi. Shu sababli o'tkazgichdan issiqlik miqdori ajralib chiqadi.

O'tkazgich orqali elektr toki o'tganda tokning bajargan ishi faqat o'tkazgichning ichki energiyasining ortishiga (uning qizishiga) sarflansa, tokning bajargan ishi o'tkazgichdan ajralib chiqadigan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi:

$$Q = A \quad \text{yoki} \quad Q = I\,U\,t. \qquad (1)$$

$U = I\,R$ ekanligidan o'tkazgichdan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori quyidagiga tengligi kelib chiqadi:

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

O'tkazgichdan elektr toki o'tganda undan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori tok kuchi kvadrati, o'tkazgich qarshiligi va shu tok o'tishi uchun ketgan vaqtning ko'paytmasiga teng.

Bu xulosa bir-biridan bexabar holda o'tkazgan tajribalarga asoslanib, ingliz olimi **Jeyms Preskott Joul** (1818–1889) va rus olimi **Emiliy Xristianovich Lens** (1804–1865) tomonidan aytilgan. Shuning uchun bu ***Joul–Lens qonuni*** deb ataladi.

O'tkazgichdan tok o'tganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori, odatda, ***joul*** (**J**), ***kilojoul*** (**kJ**) va ***megajoul*** (**MJ**) birliklarida o'lchanadi.

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

Cho‘g‘lanma elektr lampochka



87-rasm.

Xonadonlarda yoritgich sifatida, cho‘g‘lanma elektr lampochkalardan ham foydalaniladi. U tok o‘tganda spiralining qizishi hisobiga yoritadi *(87-rasm)*.

Lampochkaning asosiy qismi ingichka volfram simdan yasalgan spiraldan iborat. Spiral simning volframdan qilinishiga sabab, u qiziganda cho‘zilmaydi, 3000 °C gacha temperaturaga bardosh beradi.

Birinchi cho‘g‘lanma lampochka 1872-yilda rus elektrotexnigi **Aleksandr Nikolayevich Lodigin** (1847–1923) tomonidan kashf etilgan. Takomillashgan cho‘g‘lanma elektr lampochkani 1879-yilda amerikalik olim **Tomas Alva Edison** (1847–1931) ixtiro qilgan.



88-rasm.

Xonadonlarda, asosan, 220 V kuchlanishli cho‘g‘lanma lampalar qo‘llaniladi. Bugungi kunda turmushda, ishlab chiqarishda, maishiy xizmatda cho‘g‘lanma lampochkalardan tashqari sovuq lampalar – inert gazli lampalar ham ishlatiladi (*88-rasm*).

Ularning ishlash prinsipi bilan keyingi mavzularda batafsil tanishamiz.

Cho‘g‘lanma lampochkalarda elektr energiyaning katta qismi issiqlikka aylangani uchun ularning foydali ish koeffitsiyenti kam bo‘ladi. Inert gazli lampalarda esa elektr energiyaning katta qismi yorug‘lik energiyasiga aylanadi. Bunday lampalarda elektr energiya kamroq sarflanadi, uzoq vaqt yonib turganda ham ular qizib ketmaydi. Shuning uchun kechasi bilan yonib turadi, ko‘chalarda ko‘proq inert gazli oq lampalardan foydalaniladi. Keyingi paytlarda xonadonlarda tejamkor elektr lampalaridan foydalanilmoqda.

Iste’molchilarning foydali ish koeffitsiyenti (FIK)

Elektr toki ish bajarganda to‘liq (A_t) ishning ma’lum bir qismi foydali (A_f) ish bajarishga sarflanadi.

Elektr toki bajargan foydali ishning tok bajargan to‘liq ishga nisbati iste’molchining *foydali ish koeffitsiyenti* deb ataladi va η (eta) harfi bilan belgilanadi.

$$\eta = \frac{A_f}{A_t} \quad \text{yoki} \quad \eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\%. \qquad (3)$$

Elektr iste'molchining foydali ish koeffitsiyenti quvvat orqali ham ifodalanadi:

$$\eta = \frac{P_f}{P_t} \quad \text{yoki} \quad \eta = \frac{P_f}{P_t} \cdot 100\% . \qquad (4)$$

Bunda, P_t – sarflangan to'liq quvvat, P_f – foydali quvvat.

Cho'g'lanma lampochkalarning foydali ish koeffitsiyenti kichik bo'lib, 4–6 % ni tashkil etadi. Bu degani, cho'g'lanma lampochkada sarflangan elektr energiyaning 4–6 % i yorug'likka, qolgan 94–96 % i issiqlikka aylanadi.

Masala yechish namunasi

Qarshiligi 40 Ω bo'lgan sim spiraldan 5 A tok o'tmoqda. Shu spiraldan 1 soat davomida qancha issiqlik miqdori ajralib chiqadi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$R = 40\ \Omega$ $I = 5$ A $t = 1$ h $= 3\,600$ s.	$Q = I^2 R t$; $[Q] = \text{A}^2 \cdot \Omega \cdot \text{s} = \text{J}$.	$Q = 5^2 \cdot 40 \cdot 3600$ J $=$ $= 3600000$ J $= 3{,}6$ MJ.
Topish kerak: $Q = ?$		*Javob:* $Q - 3{,}6$ MJ.



1. Joul–Lens qonuni formulasi qanday ifodalanadi?
2. Cho'g'lanma elektr lampochka nimaning hisobiga yoritadi?
3. Nima sababdan o'tkazgichdan tok o'tganda qiziydi?
4. Elektr iste'molchilarning foydali ish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
5. Nima uchun elektr plita spiralining ingichkaroq joyi kuchliroq qiziydi?



1. Xonadonda ishlatiladigan foydalanishga yaroqsiz (yoki yangi) elektr lampochka va tarmoqqa ulanmagan uning patronini oling. Ularning tuzilishini tahlil qiling va ishlashini o'rganing. Undagi burama (rezba) patronga mahkamlangan metall plastinkalar, spiral va shisha kolbaning vazifalarini yozing.

2. Xonadondagi elektr tarmoqqa ulangan cho'g'lanma va LED lampochkalarining 10 soatdagi energiya sarfini taqqoslang.
– Cho'g'lanma lampaning quvvati – 60 W,
– LED lampochka quvvati – 7 W.





19-mashq

1. Qarshiligi 100 Ω bo'lgan sim spiraldan 10 A tok o'tmoqda. Shu spiraldan 1 minut davomida qancha issiqlik ajralib chiqadi?
2. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan 20 Ω qarshilikli elektrisitgichdan 1 soatda qancha issiqlik ajralib chiqadi?
3. Tok manbai zanjiriga ko'ndalang kesimi va uzunligi bir xil bo'lgan aluminiy va nixrom sim ketma-ket ulangan. Ulardan qaysi biri ko'proq qiziydi?
4. Dazmolning spirali ko'ndalang kesimining yuzasi 0,2 mm^2 va uzunligi 2,5 m li nixromdan tayyorlangan. Dazmol 220 V ga mo'ljallangan bo'lsa, uning quvvati qanchaga teng?
5. 50 Ω qarshilikli o'tkazgich orqali 10 minut davomida qanday tok o'tkazilganda, 120 kJ issiqlik ajralib chiqadi?

35-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan elektr dvigateli zanjirdagi tok kuchi 3 A ga teng. Agar dvigatelning foydali ish koeffitsiyenti (FIK) 80 % bo'lsa, dvigatel 1 soatda qancha foydali ish bajaradi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$I = 3$ A $U = 220$ V $t = 1$ h $= 3600$s $\eta = 80$ %. *Topish kerak:* $A_f = ?$	$A_t = I\,U\,t$ $\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\%$.	$A_t = 3$ A $\cdot 220$ V $\cdot 3\,600$ s $= 2\,376\,000$ J. $A_f = \frac{2376000\,\text{J} \cdot 80\%}{100\,\%} = 1900800\ \text{J} \approx 1{,}9\,\text{MJ}.$ *Javob:* $A_f = 1{,}9$ MJ.

2-masala. Quvvati 1,2 kW bo'lgan elektrisitgich va 15 W quvvatli elektr lampochka 220 V kuchlanishli tarmoqqa parallel ulangan. Elektrisitgichda lampochkaga nisbatan necha marta ko'p elektr energiya sarflanadi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$P_1 = 1{,}2$ kW $= 1200$ W $U = 220$ V $P_2 = 15$ W. *Topish kerak:* $\frac{W_1}{W_2} = ?$	$W_1 = P_1\,t$; $W_2 = P_2\,t$; $\frac{W_1}{W_2} = \frac{P_1 t}{P_2 t} = \frac{P_1}{P_2}$.	$\frac{W_1}{W_2} = \frac{1200}{15} = 80$ marta. *Javob:* $\frac{W_1}{W_2} = 80$ marta.

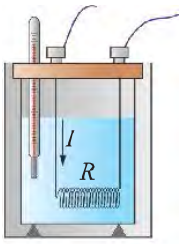
3-masala. Qarshiligi 20 Ω va 30 Ω bo‘lgan iste’molchilar parallel ulangan. Birinchi iste’molchi ma’lum vaqt ichida 240 J ish bajarganda, ikkinchi iste’molchi qanday ish bajaradi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$R_1 = 20\ \Omega$ $R_2 - 30\ \Omega$ $A_1 = 240$ J $t_1 = t_2 =$ t.	$U_1 = U_2 = U$ $A_1 = \frac{U^2}{R_1} \cdot t;\ \ A_2 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t;$ $A_2 = \frac{A_1 R_1}{R_2}.\ \ [A_2] = \frac{\text{J} \cdot \Omega}{\Omega} = \text{J}.$	$A_2 = \frac{240 \cdot 20}{30}\ \text{J} = 160\ \text{J}.$
Topish kerak: $A_2 = ?$		*Javob:* A_2 – 160 J.

20-mashq

1. 220 V kuchlanish tarmog‘iga ulangan elektr choynak 1,1 kW iste’mol quvvatiga ega. Choynak tarmoqqa ulanganda undan qancha tok o‘tadi?
2. Qarshiligi 50 Ω bo‘lgan sim spiraldan 4 A tok o‘tmoqda. Shu spiraldan 2 soat davomida qancha issiqlik miqdori ajralib chiqadi?
3. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan 60 Ω qarshilikli elektrisitgichdan 1 soatda qancha issiqlik miqdori ajralib chiqadi?
4. 2,2 kW quvvatli elektrisitgich 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Undan qancha tok o‘tadi?
5. Dazmol spiralining ko‘ndalang kesimining yuzasi 0,1 mm^2 va uzunligi 2 m li nixromdan tayyorlangan. Dazmol 220 V ga mo‘ljallangan bo‘lsa, uning quvvati qanchaga teng?
6. Qarshiligi 200 Ω va 300 Ω bo‘lgan ikkita elektrisitgichlar tok tarmog‘iga parallel ulangan. Ulardan aynan bir vaqtda ajralib chiqqan issiqlik miqdorlarini taqqoslang.
7. 220 V ga mo‘ljallangan elektr choynakning iste’mol quvvati 550 W ga teng. Choynak tarmoqqa ulanganda undan qancha tok o‘tadi va uning elektr qarshiligi nimaga teng?
8. Elektr dvigatelga ulangan simdan 0,5 A tok o‘tmoqda, undagi kuchlanish 20 V. Dvigatel 1 soatda qancha ish bajaradi? Dvigatelning FIK 80% ga teng.
9. Qarshiligi 50 Ω va 16 Ω bo‘lgan iste’molchilar ketma-ket ulangan. Ikkinchi iste’molchi ma’lum vaqt ichida 400 J ish bajarganda birinchi iste’molchi qancha ish bajaradi?

36-§ JOUL–LENS QONUNINING AMALIY TATBIQLARI



89-rasm

XIX asrning birinchi yarmida angliyalik olim J.Joul va rus olimi E.Lens tomonidan o‘tkazgichdan tok o‘tganda undan ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini ifodalovchi qonun yaratildi. 89-rasmda ushbu qonunni amalda tekshirish qurilmasining ko‘rinishi berilgan.

Dastlab ma’lum R qarshilikli o‘tkazgichdan I tok o‘tkazilganda undan Q issiqlik ajralib chiqqan. Spiraldan o‘tayotgan tokning o‘tish vaqtini oshirsak, undan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori ham ortadi. Xuddi shuningdek, o‘tkazgich (spiral) qarshiligi yoki undan o‘tayotgan tok kuchini orttirib, o‘tkazgichdan ajralib chiqqan issiqlik miqdori quyidagi munosabatda bo‘lishi tajribada isbotlangan:

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



90-rasm.

Bu qonun elektr energiyasining issiqlik energiyasiga aylanishini ko‘rsatishi bilan ham katta amaliy ahamiyatga ega. Quyida shu qonuniyat asosida ishlaydigan qurilmalar bilan tanishamiz. Barcha elektr isitish asboblarining ishlash prinsipi elektr toki o‘tganda o‘tkazgichlarning qizishiga asoslangan. Ularning hammasida shakli turlicha bo‘lgan qizdirish elementi o‘rnatiladi (*90-rasm*).

Qizdirish elementi solishtirma elektr qarshiligi katta bo‘lgan va 1000–1200 °C temperaturaga bardosh bera oladigan o‘tkazgichdan yasaladi.

Tokning issiqlik ta’siridan turmushda elektrisitgich (plita), dazmol, elektr choynak kabi elektr isitish asboblarida, shuningdek, elektr payvandlagichlarda ham keng foydalaniladi.

Dazmol shunday ishlash prinsipiga asoslangan qurilmalardan biri hisoblanadi. Qizdirish elementi qiziganda metall plastina ham qiziydi. Metall plastina og‘ir, ostki qismi silliq qilib yasaladi. Bugungi kunda ishlatilayotgan dazmollar o‘ylab topilgunga qadar qizdirgich sifatida olov (yongan ko‘mir) dan foy-

dalanishgan (*91-a rasm*). Bunday dazmollarning metall plastinalari cho‘g‘ yordamida qizdirilgan.

Hozirgi paytdagi dazmollar elektr energiyasi yordamida qizdiriladi *(91-b rasm)*. Bunday dazmollar metall qoplama–truba ichiga joylashtirilgan qizdirish elementi (ten) yordamida qizdiriladi.

Kundalik turmushda juda ko‘p qo‘llaniladigan elektr isitish asboblaridan ba’zilari 92-rasmda tasvirlangan. Keyingi paytlarda sovitgich va isitgich sifatida zamonaviy konditsionerlar keng qo‘llanilmoqda (*92-a rasm*). Isitish moslamalarida qizdirish elementi bevosita suyuqlikni isitadi, suyuqlik esa issiqligini yupqa metall qoplama orqali atrofga uzatadi *(92-b rasm)*.





91-rasm.





92-rasm.

Elektr kavsharlagich

Elektr asboblarni ta’mirlashda elektr kavsharlagich (poyalnik) keng qo‘llaniladi. Elektr kavsharlagichlarning umumiy ko‘rinishi 93-*a*, *b* rasmda tasvirlangan.

Kavsharlagichning qizigan uchi kavshar qotishmasini erita oladi. Uning yordamida eritilgan qotishma bilan elektr asboblardagi uzilgan kontaktlar ulanadi.

Qalin metallarni kesish va payvandlash ishlarida ham o‘tkazgichdan katta miqdorda tok o‘tganda ulardan ajralgan issiqlik miqdori hisobiga amalga oshiriladi. Ushbu prinsip asosida metallarni bir-biriga payvandlash mumkin. Bunda metall sirti va payvandlovchi elektrod uchida kuchli elektr yoy hosil qilinadi. Elektr yoyida vujudga kelgan yuqori temperatura metallarni eritadi (*93-d rasm*).

O‘tkazgichlardan elektr toki o‘tganda ulardan issiqlik ajralib chiqishi hodisasiga asoslangan qurilmalardan yana biri **suvqaynatgichdir**. Bularda isitgich elektr choynak ichiga mahkamlangan bo‘ladi (94-rasm). Suv isitgich ichida ingichka nixrom spiral bo‘lib, uning atrofini elektr tokini o‘tkazmaydigan, lekin issiqlikni yaxshi o‘tkazadigan kukun o‘rab turadi. Kukun suvda barqaror bo‘lgan yupqa metall bilan qoplangan. Undan foydalanishda suv isitkichning albatta suvga botirilgan holatda bo‘lishiga e’tibor qaratish lozim. Aks holda, isitgich elektr tarmog‘iga ulansa, u shu zahoti yorilib ketadi.



a) *b)*



d)

93-rasm.



94-rasm.

Hozirgi paytda suvni isitish va qaynatish uchun turli rusumli elektr isitgichlardan xonadonlarning isitish tizimlarida ham keng foydalanilmoqda.



1. Suv va cho‘g‘ yordamida ham dazmol tagligini qizdirish mumkin. Nima sababdan dazmolda suvli qizdirgich qo‘llanilmaydi?
2. Elektr choynak (qaynatgich) qanday elementlardan tuzilgan?
3. Elektr kavsharlagich qanday maqsadda qo‘llaniladi? Uning ishlashini tushuntirib bering.

37-§

XONADONLARDAGI ELEKTR ZANJIRLAR VA ULASHLAR

Xonadonning elektr zanjiri

Elektr toki elektr energiyani ishlab chiqaradigan elektr stansiyalaridan xonadonlarga, ishlab chiqarish korxonalariga va barcha iste’molchilarga tarqatiladi. Xonadonlarga berilgan elektr energiyasi ham o‘tkazgichlar orqali iste’molchilarga tarqatiladi. Xonadon elektr zanjiri boshqa xonadonlar bilan o‘zaro parallel ravishda 220 V kuchlanishli umumiy elektr tarmoqqa ulangan bo‘ladi.

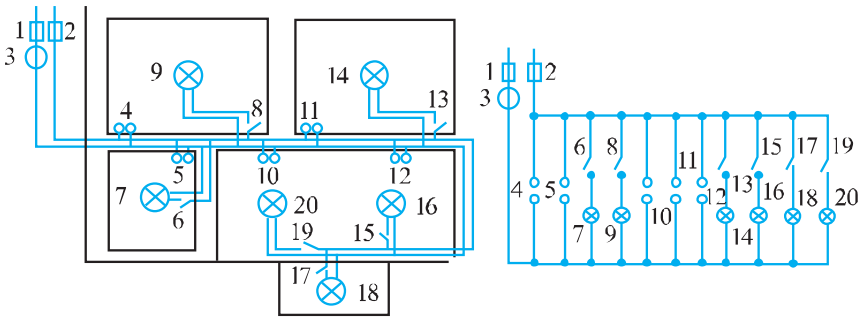
Xonadondagi barcha elektr iste’molchilar o‘zaro parallel ulangan bo‘ladi.

95-rasmda namuna sifatida xonadon elektr zanjiri va uning sxemasi tasvirlangan.

Saqlagichlar

Xonadonlarda xavfsizlik chorasi tariqasida umumiy elektr tarmoqdan xonadon elektr zanjiriga ulanadigan joyga saqlagichlar ulanadi. U xonadon elektr zanjiriga keluvchi ikkala simga ulangan bo‘ladi.

Saqlagichning vazifasi zanjirdagi tok kuchi me’yordan ortib ketganda zanjirni uzishdan iborat.



95-rasm.

Radio, televizor kabi elektr bilan ishlaydigan asboblar hamda avtomobillarda ham eruvchan saqlagichlardan foydalaniladi. Bunday eruvchan saqlagichda ingichka sim shisha naycha o‘qi bo‘ylab tortilgan holda kavsharlangan bo‘ladi (*96-a rasm*). Shisha naychaning uchlarida metall uchliklari bo‘lib, ingichka simning uchlari shu metallarga kavsharlab qo‘yiladi. Naycha maxsus tutqichga o‘rnatiladi.



a) *b)* *d)* *e)*

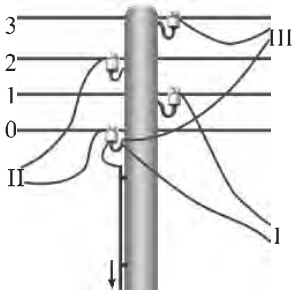
96-rasm.

Tarmoqdagi elektr kuchlanish 220 V dan ortib ketganda yoki elektr asbob ichida biror nosozlik tufayli belgilangandan katta miqdorda tok oqib o‘tsa, saqlagichdagi ingichka sim shu zahoti erib, uziladi va elektr asbobga tokning o‘tishi to‘xtaydi. Bu esa elektr asbob ishdan chiqishining oldini oladi. Elektr asbobga yangi saqlagich qo‘yib, undan kundalik turmushda yana foydalanish mumkin. Texnikada elektromagnit va issiqlik ta’sirida ishlovchi kontaktli hamda qayta tiklanuvchi saqlagichlar ham keng qo‘llaniladi (*96-b, d rasm*). Ularning elektr sxemada belgilanishi 96-*e* rasmda keltirilgan.

Xonadon elektr zanjirining tarmoqqa ulanishi

Elektr simyog‘ochlarda kamida ikkita sim bo‘ladi. Bu simlardan biri neytraldir. Neytral simda elektr kuchlanish bo‘lmaydi, u yerga ulangan bo‘ladi.

Simyog‘och simlarining eng pastdagisi *neytral sim* bo‘ladi.



97-rasm.

Aytaylik, simyog‘ochdagi simlar soni to‘rtta bo‘lsin (*97-rasm*). Pastdagi neytral (0)-sim bilan boshqa uchtasining har biri orasidagi kuchlanish 220 V ga teng. Shuning uchun har bir xonadonning bitta simi neytral simga, ikkinchisi esa boshqa simlardan biriga ulanadi. Masalan, I xonadon 0- va 1-simga, II xonadon 0- va 2- simga, III xonadon 0- va 3- simga ulanadi. Shunday ulanishda har bir xonadondagi elektr kuchlanish 220 V dan bo‘ladi. Agar yanglishib, xonadonning elektr zanjiri 1- va 2-sim, 2- va 3-sim yoki 1- va 3-simga ulab qo‘yilsa, bu xonadonda tarmoqqa ulangan elektr asboblari shu zahoti kuyadi. Chunki, simyog‘ochdagi bunday tartibdagi simlar orasidagi kuchlanish 380 V ni tashkil etadi.



98-rasm.

Kuchlanishning bor-yo‘qligini aniqlash

O‘tkazgichlarda, elektr asboblarda elektr kuchlanish bor-yo‘qligini aniqlash, o‘tkazgichlardan qaysi biri neytral ekanligini bilish uchun turli asboblardan foydalaniladi. Ulardan eng oddiysi otvyortka-indikatordir (*98-rasm*).

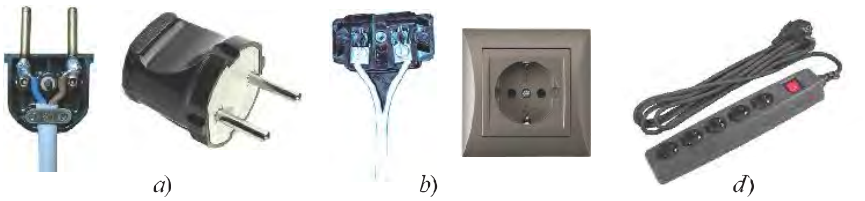
Otvyortka-indikator o‘rtasiga neon lampa (*1*) o‘rnatilgan. Lampaning bir tomoni otvyortka-indikatorning uchiga (*2*), ikkinchi tomoni esa uning dastasi oxiriga (*3*) ulangan.

O‘tkazgichda kuchlanish bor-yo‘qligini aniqlash uchun otvyortka-indikator dastasi oxiriga ko‘rsatkich barmoqni qo‘yib, uchi o‘tkazgichga tekkiziladi. Agar o‘tkazgichda kuchlanish bo‘lsa, otvyortka-indikatordagi lampochka yonadi. Bunda o‘tkazgich – lampochka – odam zanjiri orqali tok o‘tib, lampochka yonadi. Lampochkaga ketma-ket katta qarshilik ulangan bo‘ladi. Shuning uchun ham odamdagi kuchlanish bir necha voltni tashkil etadi. Bunday kuchlanish otvyortka-indikatordagi lampochkaning yonishi uchun yetarli bo‘ladi. Agar tekshirilayotgan o‘tkazgichda kuchlanish bo‘lmasa, otvyortka-indikatordagi lampochka yonmaydi.

Vilka va rozetkani ulash

Ko‘chadagi simyog‘ochdan xonadon elektr zanjiriga ulangan simlardan biri neytral, ikkinchisida esa kuchlanish mavjud. Kuchlanishli sim bilan neytral

sim orasidagi kuchlanish 220 V ga teng bo‘lishini aytib o‘tdik. Xonadon elektr zanjiriga ulangan bu ikkita sim xonadonning barcha qismida o‘zaro yonma-yon va parallel bo‘ladi. Bu simlar hech bir joyda bir-biriga bevosita ulanib qolishi kerak emas. Aks holda qisqa tutashuv ro‘y beradi.



a) *b*) *d*)

99-rasm.

Elektr asboblar xonadon elektr zanjiriga to‘g‘ridan to‘g‘ri emas, balki vilka va rozetka orqali ulanadi. Elektr asbobdan chiqqan shnur ichida bir-biridan izolatsiyalangan ikkita o‘tkazgich (sim) mavjud. Vilka shnurga vintlar yordamida mahkamlanadi (*99-a rasm*). Buning uchun shnurdagi har bir o‘tkazgich uchidan 10–15 mm uzunlikdagi izolatsiyasi tozalanadi. So‘ngra izolatsiyadan tozalangan o‘tkazgichlar uchi halqa qilib buraladi, vintlar yordamida vilkaga mahkamlanadi va kavsharlab qo‘yiladi. Rozetkani ulashdan avval xonadondagi elektr simlar tarmoqdan uzilishi shart. Bu ish elektr hisoblagichga qo‘yilgan (o‘rnatilgan) avtomat saqlagichli kalitlar yordamida amalga oshiriladi.

Rozetkani ulashda ham yuqoridagi kabi ishlar bajariladi (*99-b rasm*). O‘tkazgichlarga ulangan rozetka tegishli joyga mahkamlab qo‘yiladi.

Ba’zi hollarda elektr asboblar rozetkaga uzaytirgich orqali ulanadi. Uzaytirgichning bir uchi vilkali bo‘lsa, ikkinchi uchi rozetka vazifasini o‘taydi. Uzaytirgichning ikkinchi uchi bir emas, balki bir nechta rozetkali bo‘lishi mumkin (*99-d rasm*).

Patron va uzib-ulagichni ulash

Patronni ulash uchun ikkala o‘tkazgich uchlari izolatsiyadan tozalanadi. Patronning 1-qismini burab, u 2-qismidan ajratiladi (*100-rasm*). O‘tkazgichning uchlari patronning ichidagi 3-qismiga vintlar bilan mahkamlanadi. So‘ngra patronning 3-qismini joyiga o‘rnatib, 1-qismi 2-qismiga burab mahkamlanadi.

Vilka, rozetka va patronni ulashda qaysi o‘tkazgich neytral, qaysinisida kuchlanish bo‘lishiga e’tibor berilmaydi.



100-rasm.

Agar lampochkaga ulangan o'tkazgichlardan biri uzib qo'yilsa, lampochka o'chadi. Uzib-ulagich ana shu uzib-ulash vazifasini bajaradi. Uzib-ulagichni lampochkaga boradigan kuchlanishli o'tkazgichga ham, neytral o'tkazgichga ham ulasa bo'ladi.

Vilka, rozetka, patron va uzib-ulagichni ulashda ikki o'tkazgichning izolatsiyadan tozalangan qismlari bir-biriga tegib qolishiga yo'l qo'ymaslik, albatta xavfsizlik qoidalariga rioya qilinishi shart.



1. Xonadondagi elektr iste'molchilar nima sababdan ketma-ket emas, balki parallel ulangan bo'ladi?
2. Xonadon elektr zanjirini tahlil qilib bering.
3. Radio, televizor, avtomashina va turli elektr asboblarida qo'llaniladigan eruvchan saqlagichlarning tuzilishi va ishlash prinsipini aytib bering.
4. Elektr asboblar shnuriga vilka qanday ulanadi?
6. Xonadon elektr zanjiriga rozetka qanday ulanishini tushuntirib bering.
7. Elektr lampochkaning patronini va uzib-ulagichning ulanishini tushuntiring.



O'z xonadoningizning elektr zanjiri sxemasini chizing. Ularni tahlil qiling va xulosa chiqaring. Rozetka, vilka, patron va uzib-ulagich olib, ularning o'tkazgichga ulanishini ko'zdan kechiring.

38-§ ELEKTR XAVFSIZLIK CHORALARI

Tevarak-atrofimizda elektr tarmoqlari juda ko'p, kundalik turmushimizda muntazam elektr jihozlar bilan ish ko'ramiz. Ulardagi nosozliklar, ulardan foydalanishda ehtiyotkorona ish tutmaslik tufayli hayotimizni xavf ostiga qo'yishimiz mumkin.

Qisqa tutashuv

Elektr zanjirdagi simlar ma'lum bir eng katta tok kuchiga mo'ljallangan bo'ladi. Agar zanjirdagi tok kuchi chegaradan oshib ketsa, sim qiziydi va uni o'rab turgan izolatsiya materiali erib ketishi mumkin. Xonadonda quvvatli elektr iste'molchi asboblar, masalan, elektr plita, elektr isitkich, elektr choynak, dazmol bir vaqtda yoqilsa, elektr zanjirdagi tok kuchi keskin ortib ketadi. Natijada zanjirdagi izolatsiyalangan simlar qattiq qiziydi va qisqa tutashuv ro'y berishi mumkin. Qisqa tutashuvda tashqi (iste'molchining) qarshiligi nolga teng bo'ladi.

Manbaning turli qutb (faza)laridan kelayotgan ikki elektr simi ochiq joyining bir-biriga tegib ketishi yoki iste'molchi qarshiligi nolga intilishi natijasida tokning keskin ortib ketishi *qisqa tutashuv* deb ataladi.

Izolatsiyalangan mis va aluminiy simlar uchun yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan eng katta tok kuchi miqdori

№	S, mm²	I, A		№	S, mm²	I, A	
		mis	aluminiy			mis	aluminiy
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

Qisqa tutashuv elektr asboblaridan noto'g'ri foydalanishda, tokli izolatsiyalangan simlarga tashqi shikast yetkazilganda sodir bo'ladi. Qisqa tutashuvda simlarning bir-biriga tegib qolgan joyida nihoyatda katta tok oqadi va shu zahoti kuchli chaqnash yuz berib, sim uziladi *(101-rasm)*.



101-rasm.

Odam tanasi elektr tokini yaxshi o'tkazadi. 42 V dan yuqori kuchlanishli elektr tarmoq odam organizmi uchun xavfli hisoblanadi.

Elektr asboblar bilan ishlaganda ehtiyotsizliklar tufayli odamni tok urishi mumkin, shu sababli elektr xavfsizlik choralariga qat'iy amal qilish kerak.

1. Ko'chadan o'tgan elektr tarmoqlari simlari izolatsiyalanmagan bo'ladi. Uzilgan elektr tarmog'i simini ushlash mumkin emas. Undan o'zingizni va boshqalarni ehtiyot qiling!

2. Xonadon elektr zanjirining simlari, odatda, devor ichidan o'tgan bo'ladi. Biror zarurat yuzasidan devorga mix qoqilayotgan paytda shu joydan elektr simi o'tmaganligiga ishonch hosil qilish kerak.

3. Xonadondagi rozetkalarda va elektr lampochka patronlarida doimo kuchlanish bo'ladi. Rozetka teshigiga yoki lampochkasiz patron ichiga metall buyumni tiqish man qilinadi. Kichik yoshdagi bolalar bo'lgan uylarda rozetkaga plastmassali maxsus moslama tiqib qo'yish maqsadga muvofiqdir.

4. Umumiy elektr tarmog'ida tok o'chib qolgan paytda, xonadon elektr zanjirining shikastlangan joyini ta'mirlashdan oldin albatta tarmoqdan uzish lozim.

5. Ba'zi hollarda umumiy tarmoqning faqat bitta fazasida kuchlanish bo'lmasligi, ikkinchi fazasida kuchlanish paydo bo'lishi mumkin. Elektr lampochka

yonmayotganini ko‘rib, simning ochiq joyini ta’mirlash ham mumkin emas. Aks holda, tok odam tanasi orqali yerga o‘tadi va uni tok urib, jarohatlaydi.

Xonadon elektr zanjiridagi shikastlangan joyni ta’mirlashda tarmoqda elektr kuchlanishi bo‘lishi yoki bo‘lmasligidan qat’i nazar hisoblagichdagi ikkala patrondan saqlagichlarni olib qo‘yish zarur yoki avtomat vklu-chatellari uzilishi zarur!

Ba’zi hollarda simning tokli bitta fazasi ushlab turilsa ham, tok urmasligi mumkin. Buning uchun odam yerdan izolatsiyalangan bo‘lishi, ya’ni odam oyog‘i ostiga tok o‘tkazmaydigan material qo‘yilishi, tanasining hech bir joyi o‘tkazgich material orqali yerga tegib turmasligi kerak.

Elektr toki urganda birinchi yordam

Ehtiyotsizlik tufayli tok o‘tayotgan simni ushlab olgan va tanasidan tok o‘tib turgan odam o‘zini o‘zi deyarli qutqara olmaydi.

Bunga sabab, birinchidan, panja muskullari tok ta’sirida o‘z-o‘zidan qattiq qisilib, panja tok o‘tayotgan simni siqimlab oladi. Ikkinchidan, tanadan tok o‘tganda muskullar tortishib, odamning o‘ziga bo‘ysunmaydi. Uchinchidan, tok odamning markaziy asab sistemasini shikastlaydi va odam hushidan ketadi.

Odam tok ta’sirida qancha uzoq vaqt turib qolsa, uning hayotini saqlab qolish shuncha qiyin bo‘ladi. Shuning uchun, birinchi navbatda, odamni tok ta’siridan xalos qilish kerak.

Jabrlanuvchini tok ta’siridan qutqargach, darhol uni chalqanchasiga yot-qizish, nafas olishga xalaqit qilayotgan tugmalarini yechish kerak. Agar nafas olishi to‘xtagan bo‘lsa, sun’iy nafas oldirish lozim bo‘ladi. Shu bilan bir vaqtda tez tibbiy yordamni chaqirish yoki jabrlanuvchini zudlik bilan davolash muassasasiga olib borish choralarini ko‘rish zarur.



1. Odam tanasi uchun necha voltdan yuqori kuchlanish xavfli hisoblanadi?
2. Ko‘chada elektr tarmog‘i simi uzilib yotgan bo‘lsa, nima qilish kerak?
3. Xonadonda devorga mix qoqishdan avval nimaga e’tibor berish lozim?
4. Rozetka teshigiga va lampochkasiz patronga nima uchun metall buyum-larni tiqish xavfli?
5. Xonadon elektr zanjiridagi shikastlangan joyni ta’mirlashdan avval nima qilish kerak?
6. Elektr toki urgan odamga qanday birinchi yordam ko‘rsatiladi?

39-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Ko‘ndalang kesimi 150 mm^2 bo‘lgan aluminiy simdan tortilgan elektr toki uzatish liniyasining uzunligi 120 km. Agar uzatayotgan tokning kuchi 160 A bo‘lsa, liniyadagi kuchlanish tushuvi nimaga teng bo‘ladi? Sim materialning solishtirma qarshiligi $\rho = 2{,}8 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$ ga teng.

Berilgan:	*Formula:*	*Hisoblash:*
$S = 150\ mm^2 = 1{,}5 \cdot 10^{-4}\ m^2$ $l = 120\ km = 12 \cdot 10^4\ m$ $\rho - 2{,}8 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$ $I = 160\ A.$ *Topish kerak:* $U = ?$	$R = \rho\frac{l}{S};\ U - I \cdot R = I \cdot \rho\frac{l}{S}.$ $[U] = \frac{A \cdot \Omega \cdot m \cdot m}{m^2} = A \cdot \Omega = V.$	$U = 160 \cdot 2{,}8 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{12 \cdot 10^4}{1{,}5 \cdot 10^{-4}}\ V = 3584\ V.$ *Javob:* $U = 3584\ V.$

2-masala. Xonadon elektr zanjiri ko‘ndalang kesimining yuzasi 1,5 mm^2 bo‘lgan aluminiy sim orqali 220 V kuchlanishli elektr tarmoqqa ulangan. Agar xonadonda 3 ta 100 W quvvatli lampochka, 100 W quvvatli muzlatgich, 300 W quvvatli televizor va 1 kW quvvatli dazmol elektr zanjirga bir vaqtda ulangan bo‘lsa, bunday ko‘ndalang kesimli aluminiy sim bardosh bera oladimi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$S - 1{,}5\ mm^2 - 1{,}5 \cdot 10^{-6}\ m^2$ $U = 220\ V$ $P_1 = P_2 = P_3 = 100\ W$ $P_4 = 100\ W$ $P_5 - 300\ W$ $P_6 - 1\ kW - 1000\ W$ $I_{(1,5\ max)} = 7\ A.$ *Topish kerak:* $I - ?$	$P - P_1 + P_2 - P_3 + P_4 + P_5 + P_6;$ $I = \frac{P}{U}.$	$P - 3 \cdot 100\ W + 100\ W + 300\ W + 1000\ W = 1700\ W$ $I = \frac{1700\ W}{220\ V} = 7{,}73\ A.$ *Javob:* $7{,}73 > 7$ A bunday tok kuchiga bardosh bera olmaydi.

21-mashq

1. Xonadon elektr zanjiriga 2 ta 100 W quvvatli, 2 ta 150 W quvvatli lampochkalar, 100 W quvvatli muzlatgich, 300 W quvvatli televizor, 1,5 kW quvvatli dazmol, 2 kW quvvatli elektr isitkich bir vaqtda ulanishi mumkin. Shunday quvvatli elektr asboblar oladigan tok kuchiga bardosh berishi

uchun tarmoqqa ulanadigan mis simning ko'ndalang kesimi yuzasi kamida qancha bo'lishi kerak?

2. Odam tanasining o'rtacha qarshiligi taxminan 10 kΩ. Agar odam nam yerda turib 42 V kuchlanishli ochiq simni bexosdan ushlab olsa, undan qancha tok o'tadi?

3. 220 V kuchlanishga mo'ljallangan 400 W quvvatli televizorga qo'yilgan eruvchan saqlagichga 2 A deb yozilgan. Ba'zida tarmoqdagi kuchlanish 220 V dan ortib ketadi? Tarmoqdagi kuchlanish qanchaga yetganda eruvchan saqlagich erib ketadi?

4. Qarshiligi 4,5 Ω va 6 Ω bo'lgan iste'molchilar o'zaro parallel ulangan. Zanjirdagi birinchi iste'molchidan ma'lum vaqt davomida 30 J issiqlik miqdori ajralganda, ikkinchi iste'molchidan shu vaqt davomida qanday issiqlik miqdori ajralib chiqadi?

5. Qarshiligi 12 Ω va 15 Ω bo'lgan iste'molchilar o'zaro ketma-ket ulangan. Zanjirdagi birinchi iste'molchidan 8 J issiqlik miqdori ajralganda, ikkinchi iste'molchidan qanday issiqlik miqdori ajralib chiqadi?

III BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Elektr tokining bajargan ishi qanday ifoda yordamida hisoblanadi?

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

2. 220 V kuchlanishli ventilatorning elektr dvigatelidan 30 s vaqt davomida 0,1 A tok kuchi o'tgan bo'lsa, u qancha ish bajaradi (J)?

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

3. Elektr tokining bajargan ishini qanday asbob yordamida aniqlash mumkin?

A) Ampermetr; B) Elektr hisoblagich; C) Voltmetr; D) Galvanometr.

4. 10 hektovatt necha vattga teng?

A) 0,1 W; B) 100 W; C) 10000 W; D) 1000 W.

5. Qarshiligi 150 Ω bo'lgan iste'molchi kuchlanishi 220 V bo'lgan manbaga ulangan. 0,5 minut davomida iste'molchi qancha energiya sarflaydi (J)?

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

6. Elektr dvigatelning quvvati 5,7 kW, undagi tok kuchi 15 A. U qanday kuchlanishli tarmoqqa ulangan?

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

7. Tok kuchi qanday bo'lganda zanjirning 5 Ω bo'lgan qismida 10 s da 50 J issiqlik ajraladi (A)?

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

8. 120 V kuchlanishli zanjirga ulangan 60 Ω qarshilikli o‘tkazgichda ikki soat davomida qancha issiqlik ajraladi?

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

9. Tarmoqqa ulangan elektr isitkich 30 minut davomida 1620 kJ energiya iste’mol qildi. Agar isitkichdan 3 A tok o‘tgan bo‘lsa, uning elektr qarshiligi qanday bo‘lgan (Ω)?

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

10. Qarshiligi 20 Ω va 40 Ω bo‘lgan ikkita elektr isitgichlar tok tarmog‘iga parallel ulangan. Ulardan aynan bir vaqtda ajralib chiqqan issiqlik miqdorlarini taqqoslang.

A) birinchisida 2 marta ko‘p; B) ikkinchisida 2 marta ko‘p;

C) ikkalasi bir xil; D) birinchisida 2 marta kam.

11. Qarshiligi 400 Ω va 200 Ω bo‘lgan ikkita elektr isitgichlar tok tarmog‘iga ketma-ket ulangan. Ulardan aynan bir vaqtda ajralib chiqqan issiqlik miqdorlarini taqqoslang.

A) birinchisida 2 marta kam; B) ikkalasi bir xil;

C) birinchisida 2 marta ko‘p; D) ikkinchisida 2 marta ko‘p.

12. Iste’mol quvvati 20 W bo‘lgan elektr lampochka 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Lampochka cho‘g‘lanma tolasining qarshiligi nimaga teng (Ω)?

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

13. Qarshiligi 30 Ω va 75 Ω bo‘lgan iste’molchilar ketma-ket ulangan. Ikkinchi iste’molchi 300 W quvvat bilan ishlayotgan bo‘lsa, birinchi iste’molchi qanday quvvat (W) bilan ishlaydi?

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

14. Elektr zanjiriga ko‘ndalang kesimi va uzunligi bir xil bo‘lgan mis va nixrom sim ketma-ket ulandi. Ulardan qaysi biri ko‘proq qiziydi?

A) mis; B) ikkalasi bir xil; C) ular qizimaydi; D) nixrom.

15. Agar o‘tkazgich uzunligi va ko‘ndalang kesimi 2 marta oshsa, uning qarshiligi qanday o‘zgaradi?

A) 2 marta ortadi; B) 4 marta kamayadi;

C) o‘zgarmaydi; D) 4 marta ortadi.

16. Qarshiligi 4 Ω va 12 Ω bo‘lgan iste’molchilar o‘zaro parallel ulangan. Zanjirdagi birinchi iste’molchidan 3,6 W quvvat ajralganda ikkinchi iste’molchidan qanday quvvat ajraladi (W)?

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

III BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

Elektr tokining bajargan ishi	Elektr tokining ise'molchida ma'lum vaqt davomida bajargan ishi undan o'tayotgan tok kuchining, unga qo'yilgan kuchlanish va tokning o'tish vaqti ko'paytmasiga teng: $A = I\,U\,t$.
Sarflangan elektr energiyasi	Sarflangan elektr energiyasi miqdor jihatidan elektr tokining bajargan ishiga teng: $W = I\,U\,t$.
Elektr iste'mol quvvati	Elektr iste'molchining quvvati undan o'tayotgan tok kuchining unga qo'yilgan kuchlanish ko'paytmasiga teng, ya'ni $P = I\,U$.
Joul–Lens qonuni	O'tkazgichdan elektr toki o'tganda undan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori tok kuchi kvadrati, o'tkazgich qarshiligi va shu tok o'tish uchun ketgan vaqtning ko'paytmasiga teng, yani $Q = I^2\,R\,t$.
Iste'molchining foydali ish koeffitsiyenti	Elektr toki bajargan foydali ishning tok bajargan to'liq ishga nisbati elektr iste'molchining foydali ish koeffitsiyenti deb ataladi, ya'ni $\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\ \%$.
Qisqa tutashuv	Manbaning turli qutb (faza)laridan kelayotgan ikki elektr simi ochiq joyining bir-biriga tegib ketishi yoki iste'molchi qarshiligi nolga intilishi natijasida tokning keskin ortib ketishi *qisqa tutashuv* deb ataladi.
Saqlagich	Saqlagichning vazifasi zanjirdagi tok kuchi me'yoridan ortib ketganda zanjirni uzishdan iborat.
Tok urishi	Odam tanasi elektr tokini yaxshi o'tkazadi. 42 V dan yuqori kuchlanishli elektr tarmog'i odam organizmi uchun xavfli hisoblanadi.

IV BOB
TURLI MUHITLARDA ELEKTR TOKI

Elektr tokini o‘tkazish xususiyatiga ko‘ra, moddalar bir necha turlarga bo‘linadi: o‘tkazgichlar, yarimo‘tkazgichlar va dielektriklar. Moddalar turli agregat holatlarida, ya’ni qattiq, suyuq yoki gaz holatlarida elektr tokini o‘tkazishi yoki o‘tkazmasligi mumkin. Mazkur bobda biz metallarning, elektrolitlarning va gazlarning elektr tokini o‘tkazish tabiatini o‘rganishga batafsil to‘xtalamiz.

40-§ METALLARDA ELEKTR TOKI

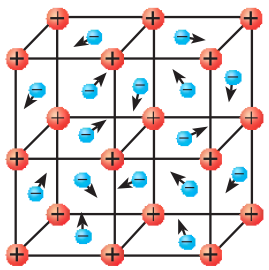
Erkin elektronlarning tartibsiz harakati

Qattiq jismlarning, jumladan, metallarning atomlari tartibli davriy strukturali ***kristall panjarani*** tashkil etadi. Kristall panjarada atomlar joylashgan nuqtalar ***tugunlar*** deyiladi.

Metall atomida eng chetki orbitadagi elektronlar yadro bilan kuchsiz bog‘langan bo‘ladi. Metallardagi bunday elektronlar o‘z atomini tark etib, erkin harakatlanuvchi elektronlarga aylanadi, atomlar esa musbat ionga aylanib qoladi.

Ion – elektroni ortiqcha yoki elektron yetishmaydigan atom.

Metall atomlarining joylashish strukturasi kristall panjara tuzilishida bo‘lib, panjara tugunlarida musbat zaryadli ionlar joylashadi. Masalan, alohida mis (Cu) atomi yadrosida 29 ta musbat zaryadli proton bo‘lib, yadro atrofida 29 ta manfiy zaryadli elektron turli orbitalarda harakatlanadi. Bunday atomlardan mis kristali hosil bo‘lishida atomlarning eng chetki orbitadagi elektroni, yadro bilan juda kuchsiz bog‘langanligi sababli u atomni tark etib metall kristali bo‘ylab deyarli erkin ko‘chib yuradi. Hosil bo‘lgan erkin harakatlanuvchi elektronlar gaz molekulalari kabi issiqlik harakatida, ya’ni tartibsiz harakatda bo‘ladi (*102-rasm*).

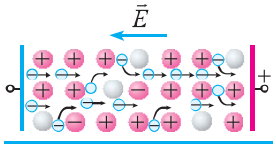


102-rasm.

1 cm^3 metall hajmida taxminan 10^{22}–10^{23} ta erkin harakatlanuvchi elektron mavjud.

Elektr maydonda erkin elektronlar harakati

O‘tkazgich uchlarini elektr manbaining musbat va manfiy qutblariga ulasak, o‘tkazgich uchlari orasida elektr maydon hosil bo‘ladi. Bu maydon ta’sirida

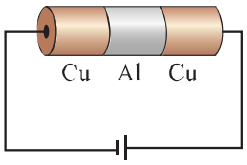


103-rasm.

erkin elektronlar manbaning musbat qutbi tomon harakat qiladi (*103-rasm*). Metallning musbat ionga aylangan atomlari esa o‘z joyida qo‘zg‘almasdan turaveradi. Natijada elektronlarning tartibli harakati tufayli o‘tkazgichda elektr toki hosil bo‘ladi.

Metallarda elektr toki erkin elektronlarning tartibli harakatidan iboratdir.

Metallarda elektronlarning ko‘chishi



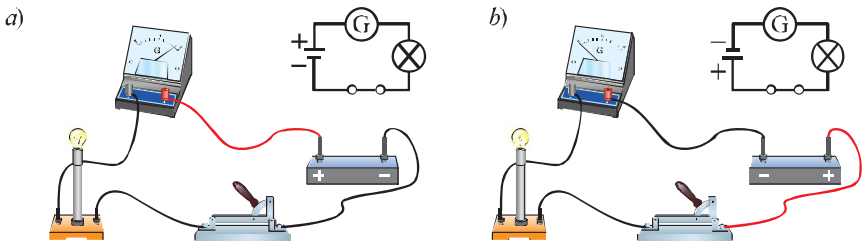
104-rasm.

Metallardagi elektr o‘tkazuvchanlikni birinchi bo‘lib nemis fizigi K.Rikke 1901-yilda aniqlagan. Uning tajribasi quyidagicha. Dastlab, u o‘ta silliqlangan uchta mis–aluminiy–mis silindrlarini olib, ularning har birining massasini o‘lchagan, so‘ngra ularni bir-biriga jips qilib joylashtirib elektr zanjirini hosil qildi (*104-rasm*). Ulardan bir xil yo‘nalishda bir yil davomida muttasil tok o‘tkazib turilgan. Tajriba yakunida silindrlarni uzluksiz o‘lchanganda ularning massasining o‘zgarmaganligi aniqlangan. Rikke tajriba natijalari asosida quyidagi xulosalarga keldi: 1) metallardan tok o‘tganda zaryadlar ko‘chishi kimyoviy jarayonni vujudga keltirmaydi; 2) barcha metallar uchun umumiy bo‘lgan zaryad tashuvchilar mavjud bo‘lib, ular erkin elektronlar bo‘lishi mumkin.

Metallarda elektr tokini elektronlar tashishi keyinchalik L.I. Mandelshtam va N.D. Papaleksi, P. Tolman va T. Styuart tajribalarida isbotlandi.

Elektr tokining yo‘nalishi

Elektr zanjirdan tok o‘tayotganini galvanometr yoki ampermetr yordamida aniqlash mumkin. Galvanometrni elektr zanjirga dastlab 105-*a* rasmda ko‘rsa-



105-rasm.

tilganidek ulaylik. Kalit ulanganda, galvanometr ko‘rsatkichi 0 raqamidan o‘ng tomonga og‘adi. Demak, o‘tkazgichdan tok o‘tmoqda. Buni zanjirga ulangan lampochka yonganidan ham ko‘rish mumkin.

Endi o‘tkazgichning tok manbaiga ulangan uchlaridagi qutblarni almashtiraylik. Bu holda ham lampochka yonadi. Lekin bunda galvanometr ko‘rsatkichi 0 raqamidan chap tomonga og‘adi (*105-b rasm*).

Bu tajriba elektr tokining yo‘nalishga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Elektr toki yo‘nalishga ega. Elektr tokining yo‘nalishi sifatida musbat zaryadli zarralarning tartibli harakat yo‘nalishi qabul qilingan.

Elektr zanjirda zaryad tashuvchilar manfiy zaryadli elektronlar bo‘lib, ular o‘tkazgich bo‘ylab elektr manbaining manfiy qutbidan musbat qutbi tomon harakat qiladi. Lekin tok yo‘nalishi qabul qilingan davrda fanda elektron haqida hech narsa ma’lum emas edi. Shuning uchun elektr zanjirda tokning yo‘nalishi sifatida musbat zaryadli zarralarning tartibli harakat yo‘nalishi qabul qilingan.



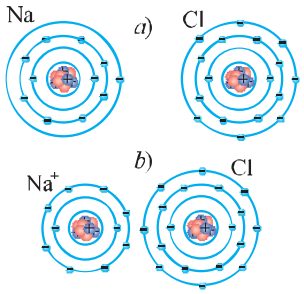
1. Metallarda erkin elektronlar qanday paydo bo‘ladi?
2. Erkin elektron elektr maydonda qanday harakat qiladi?
3. Nima sababdan metallardan katta miqdorda tok o‘tkazilsa ham ularning massalari o‘zgarmaydi?
4. Tokning yo‘nalishga ega ekanligini qanday bilish mumkin?
5. O‘tkazgichlarda elektr tokining yo‘nalishi sifatida qanday zarralarning harakat yo‘nalishi qabul qilingan?

41-§ SUYUQLIKLARDA ELEKTR TOKI

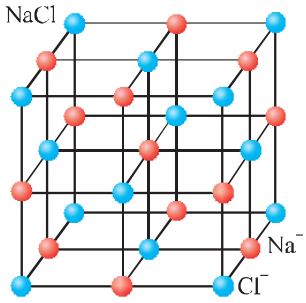
Oldingi paragrafdan siz metallarda elektr tokini erkin elektronlar hosil qilishini bilib oldingiz. Endi suyuqliklarda elektr tokini qanday zarralar hosil qilishi bilan tanishamiz.

Ionli bog‘lanish

Kimyo darslarida ba’zi moddalarning atom va molekulalari orasidagi ion bog‘lanish bilan tanishgansiz. Masalan, ion bog‘lanishga misol qilib osh tuzi natriy xlorid (NaCl)ni keltirish mumkin. Natriy atomida 11 ta elektron bo‘lib, ulardan 1 tasi tashqi elektron qobiqda bo‘ladi. Xlor atomida esa 17 ta elektron bo‘lib, ulardan 7 tasi tashqi elektron qobiqda bo‘ladi (*106-rasm*).



106-rasm.



107-rasm.

Kimyoviy elementlar davriy sistemasidagi barcha elementlarning alohida olingan atomi elektr jihatdan neytraldir. Chunki, atom yadrosidagi musbat zaryadli protonlar soni qancha bo'lsa, yadro atrofida aylanib yurgan manfiy zaryadli elektronlar soni ham shuncha bo'ladi. Shunga ko'ra Na va Cl atomlari alohida olinganda elektr neytraldir.

Xlor atomining tashqi elektron qobig'i to'lishi uchun 1 ta elektron yetishmaydi. Shu sababli xlor va natriy atomlari bir-biriga yaqinlashganda elektronlar almashishi yuz beradi. Xlor atomi natriy atomining tashqi elektron qobig'idan 1 ta elektronni tortib oladi. Natijada xlor atomi manfiy zaryadli xlor ioniga (Cl^-), natriy atomi esa 1 ta elektronini yo'qotib musbat zaryadli natriy ioniga (Na^+) aylanib qoladi:

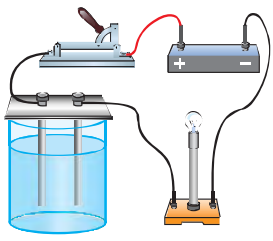
$$Na \quad e^- \rightarrow Na \qquad va \qquad Cl + e^- \rightarrow Cl^-.$$

Turli ishoraga ega bo'lgan natriy va xlor ionlari bir-biri bilan tortishib, NaCl kristall panjarasini hosil qiladi *(107-rasm)*.

Ionlar orasida Kulon kuchi tufayli vujudga keladigan kimyoviy bog'lanish *ionli bog'lanish* deb ataladi.

Elektrolitlar

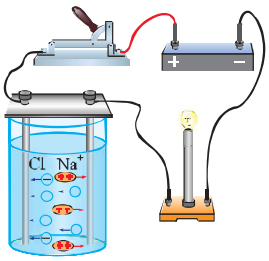
Ba'zi suyuqliklar elektr tokini o'tkazishi, boshqalari esa o'tkazmasligi mumkin. Suyuqliklarning elektr tokini o'tkazishi yoki o'tkazmasligini 108-rasmda tasvirlangan oddiy tajriba yordamida aniqlash mumkin. Bu tajriba qurilmasi tok manbai, elektr lampochka, shisha idish va unga tushirilgan ikkita ko'mir sterjen – elektrodlar va kalitdan iborat. Elektr manbaining musbat qutbiga ulangan elektrod *anod*, manfiy qutbiga ulangan elektrod esa *katod* deb ataladi.



108-rasm

Elektrodli shisha idishga distillangan suv solamiz va kalitni ulaymiz. Bunda lampochka yonmaydi. Demak, distillangan suv elektr tokini o'tkazmaydi (108-rasm).

Kalitni uzamiz va idishdagi suvga osh tuzi (NaCl)ni solib, natriy xlorid eritmasini hosil qilamiz. So‘ngra kalitni ulasak, lampochka yonganini ko‘ramiz. Demak, natriy xlorid eritmasi elektr tokini o‘tkazar ekan. Bunga sabab nima?



109-rasm.

Osh tuzi suvga solinganda, qutblangan suv molekulalari natriy xloridning kristall panjara tugunlarida joylashgan Na^+ va Cl^- ionlarini o‘ziga tortadi. Natijada NaCl kristall panjarasi yemirilib, suvda tartibsiz erkin harakat qiluvchi Na^+ va Cl ionlari hosil bo‘ladi. Kalit ulanganda Na^+ ionlari katod tomon, Cl ionlari esa anod tomon harakatlanadi (*109-rasm*). Natijada zanjirdan tok o‘ta boshlaydi. Demak, suyuq eritmalarda elektr tokini musbat va manfiy zaryadlangan ionlar hosil qiladi.

Eritmalarda moddalarning musbat va manfiy ionlarga ajralish jarayoni *elektrolitik dissotsiatsiya* deyiladi.

Shunday moddalar ham borki, qattiq holatda elektr tokini o‘tkazmaydi, lekin ularni suyuqlikda eritganda yoki issiqlik ta’sirida suyuqlantirilganda elektr tokini o‘tkazadi.

Suyuqliklarda ionlarga ajraladigan va shu sababli elektr tokini o‘tkazadigan eritmalarga *elektrolitlar* deyiladi.

Elektrolitda ionlar qancha ko‘p bo‘lsa, u elektr tokini shuncha yaxshi o‘tkazadi. NaCl suvda eriganida u Na^- va Cl ionlariga ajraladi. Natriy xloridning suvdagi eritmasi tokni yaxshi o‘tkazuvchi elektrolit hisoblanadi. Shuningdek, boshqa tuzlar, ishqorlar va kislotalarning suvdagi eritmasi ham elektrolitlardir.



1. Ion nima? Uning atomdan farqi nimadan iborat?
2. Ion bog‘lanish deb nimaga aytiladi? Uni natriy xlorid misolida tushuntiring.
3. Elektrolit nima? Qanday qilib elektrolit hosil qilinadi?
4. Elektrolitlarda elektr tokini qanday zarralar hosil qiladi?
5. Elektrolit orqali tok o‘tganda ko‘chishi mumkin bo‘lgan eng kichik zaryad qiymati nimaga teng?

Elektrolitni hosil qilish va undan elektr tokining o‘tishini kuzatish.

Kerakli asboblar: galvanik element, stakan, 2 ta metall mix, lampochka, osh tuzi, shakar, limon va ulovchi simlar.

Stakanga ikkita mix elektrodni tushiramiz. Rasmda keltirilgandek elektr zanjirini yig‘amiz. Stakanga toza suv solib, lampochka yonmaganligini ko‘ramiz. Agar suvga ozgina tuz solinsa, zanjirda elektr toki yuzaga kelib, lampochka yonadi. Toza suvga shakar solib tajribani qayta takrorlang. Shuningdek, toza suvga limon suvini solib tajribani kuzating. Kuzatilgan jarayon asosida xulosa yozing.



suv *tuzli suv* *shakarli suv*

42-§ ELEKTROLIZ. FARADEYNING BIRINCHI QONUNI

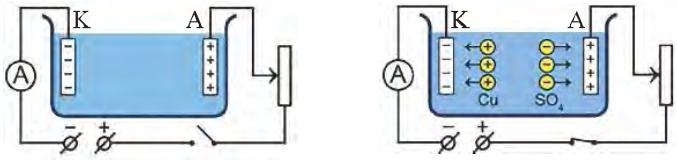
Elektroliz hodisasi

Elektrodli shisha idish – elektrolitik vannadagi suvga mis sulfat tuzi ($CuSO_4$) ni solib, elektrolit hosil qilaylik. Bunda u mis (Cu^{2+}) va sulfat (SO_4^{2-}) ionlariga ajraladi. Elektr zanjir kaliti (K) ulanganda elektrolitdan tok o‘ta boshlaydi *(110-rasm)*. Elektrolitdagi Cu^{2} ionlari katodga, SO_4^{2-} ionlari esa anodga tomon harakat qilishi sababli katod sirtida Cu atomlari yig‘ila boradi. Vaqt o‘tishi bilan katoddagi mis qatlami qalinlashadi. Tok uzoq vaqt o‘tkazib turilsa, katodda mis moddasi ajralib chiqqanini kuzatish mumkin.

Elektrolitdan elektr toki o‘tganda elektrodlarda modda ajralib chiqish hodisasiga *elektroliz* deb ataladi.

Faradeyning birinchi qonuni

Faradey o‘tkazgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, elektrodlarda ajralib chiqqan modda massasi elektrodlar tomon harakat qilayotgan ionlar soniga, ya’ni



110-rasm.

o‘tayotgan zaryad miqdoriga bog‘liq bo‘ladi. Faradeyning birinchi qonuni elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi bilan elektrolitdan o‘tgan zaryad miqdori orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi. Bu qonun quyidagicha ta’riflanadi:

Elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralib chiqqan moddaning massasi elektrolitdan o‘tgan zaryad miqdoriga to‘g‘ri proporsionaldir:

$$m = k\,q \qquad (1)$$

bunda: m – ajralib chiqqan moddaning massasi; q – zaryad miqdori; k – proporsionallik koeffitsiyenti bo‘lib, moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti deb ataladi.

Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti elektrolitdan bir kulon zaryad o‘tganda ajralib chiqqan modda massasiga son jihatdan teng bo‘lgan kattalikdir:

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

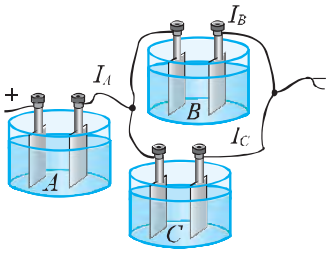
Turli moddalarning elektrokimyoviy ekvivalenti tajribada aniqlangan, masalan, kumush uchun 1,118 mg/C, xlor uchun 0,367 mg/C, mis uchun 0,329 mg/C, nikel uchun 0,304 mg/C, aluminiy uchun 0,094 mg/C ga teng.

Elektrolit orqali o‘tgan zaryad miqdorini tok kuchi (I) va tokning o‘tish vaqti (Δt) orqali ifodalab, ya’ni $q = I\Delta t$ ekanligini inobatga olib, elektrodlarda ajralib chiqqan modda massasi uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$m = k\,I\,\Delta t. \qquad (2)$$

Faradeyning birinchi qonunini quyidagi tajriba asosida tekshirib ko‘rish mumkin. Uchta A, B va C vannalarga bir xil elektrolitlar quyilib, ularning elektrodlari bir-biri bilan 111-rasmda ko‘rsatilgandek ulanadi.

Rasmga ko‘ra, A elektrolitik vannadan o‘tayotgan I_A tok kuchi B va C elektrolitik vannalardan o‘tayotgan I_B va I_C tok kuchlarining yig‘indisiga teng bo‘ladi: $I_A = I_B + I_C$. Bundan,



111-rasm.

(2) formulaga ko‘ra, A, B va C elektrolitik vannalardagi elektrodlarda ajralib chiqqan moddalarning $m_A = k\,I_A\,\Delta t$, $m_B = k\,I_B\,\Delta t$ va $m_C = k\,I_C\,\Delta t$ massalari uchun $m_A = m_B + m_C$ munosabat o‘rinli bo‘lishi tajribada tasdiqlangan.

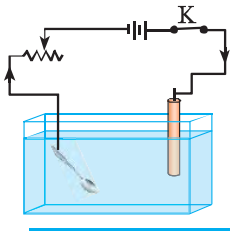
Masala yechish namunasi

Buyum 40 minut davomida nikellanadi. Bunda buyum sirt yuzasiga 1,8 g nikel o‘tirdi. Nikellash jarayonida elektrolitdan qanday tok o‘tgan?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$t = 40$ minut $= 2400$ s $m = 1{,}8$ g $= 1{,}8 \cdot 10^{-3}$ kg $k = 0{,}304 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$.	$m = k\,q = k\,I\,t$; $I = \frac{m}{kt}$. $[I] = \frac{\text{kg}}{\frac{\text{kg}}{\text{C}}\,\text{s}} = \frac{\text{C}}{\text{s}} = \text{A}$.	$I = \frac{1{,}8 \cdot 10^{-3}}{0{,}304 \cdot 10^{-6} \cdot 2400}\,\text{A} = 2{,}5\,\text{A}$.
Topish kerak: $I = ?$		*Javob:* $I = 2{,}5$ A.



1. Elektroliz deb qanday hodisaga aytiladi?
2. Mis kuporosi bilan o‘tkazilgan tajribani tushuntirib bering.
3. Faradeyning birinchi qonunini ta’riflang va qanday ifodalanishini yozib bering.
4. 112-rasmda berilgan moslama qanday maqsadda ishlatiladi, qurilmaning ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
5. Faradeyning birinchi qonunini tajribada qanday tekshirish mumkin?



112-rasm.

22-mashq

1. Mis kuporosining suvdagi eritmasidan iborat bo‘lgan elektrolitdan 12,5 C zaryad o‘tdi. Elektrolitga botirilgan katodda qancha miqdorda mis yig‘ilgan?
2. Elektroliz vaqtida katodda 10 mg miqdorda kumush yig‘ilishi uchun kumush ionlari bo‘lgan elektrolitdan qancha zaryad o‘tishi kerak?
3. 1,5 soat davom etgan elektrolizda katodda 15 mg nikel yig‘ildi. Elektroliz vaqtida elektrolitdan o‘tgan tok kuchini toping.
4. Elektrolitik vannadan 20 minut davomida kuchi 1,6 A bo‘lgan tok o‘tib turganda, katodda massasi 0,632 g mis ajralib chiqdi. Ushbu natijalar asosida misning elektrokimyoviy ekvivalentini hisoblang.

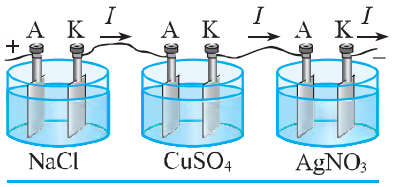
43-§ FARADEYNING IKKINCHI QONUNI

Ingliz fizigi M. Faradey qator tajribalarda har xil elektrolitlardan turli miqdorda tok o‘tkazgan. Elektrodlarda ajralib chiqqan moddaning massasini o‘lchash natijalariga asoslangan holda, 1833–1834-yillarda elektrolizning ikkinchi qonunini kashf qilgan.

Ushbu qonun bilan tanishish uchun siz 7-sinf kimyo kursidan quyidagi ma’lumotlarni esga olishingiz zarur bo‘ladi:

Valentlik (Z)	Molyar massa	Modda miqdori
bu element atomining boshqa elementlar atomlari aniq sonini biriktirib olish imkoniyatidir.	bu miqdori bir mol bo‘lgan moddaning massasidir.	1 mol 0,012 kg ugleroddagi atomlar soniga teng zarra (atom yoki molekula)lar tutuvchi modda miqdoridir: $\nu = \frac{m}{M}$.

Uchta elektrolitik vanna olib, ularning birinchisiga natriy xlorid (NaCl), ikkinchisiga mis sulfat ($CuSO_4$), uchinchisiga esa kumush nitrat ($AgNO_3$) tuzlari eritmalarini quyamiz. Elektrolitlarga botirilgan elektrodlarni o‘tkazgich simlar bilan 113-rasmda ko‘rsatilgandek ketma-ket tutashtirib, tok manbaiga ulaymiz. Bunda birinchi vannaning katodidan vodorod (H_2) va anodidan xlor (Cl_2), ikkinchi vannaning katodidan mis (Cu) va anodidan kislorod (O_2), uchinchi vannaning katodidan kumush (Ag) va anodidan kislorod (O_2) ajralib chiqadi.



113-rasm.

Vannalar ketma-ket ulangani uchun har bir elektrolitdan o‘tayotgan I tok kuchi bir xil bo‘ladi. Lekin elektrodlarda ajralib chiqqan natriy, mis va kumush moddalarining massasi har xil bo‘lar ekan. Bunga Na, Cu va Ag ning atom massasi va ularning valentligi turlicha bo‘lganligi sabab bo‘ladi. Tajriba asosida, elektrodlardan ajralib chiqqan natriy, mis va kumushning massalarini o‘lchab, ularning massasi shu moddalarning atom massalariga to‘g‘ri proporsional ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin.

Tajribadagi ikkinchi elektrolitdagi elektrodga t vaqt ichida kelgan Cu^{2-} ionlarning soni birinchi va uchinchi elektrolitlardagi elektrodlarga kelgan Na^+ va Ag^+ ionlari sonidan ikki marta kam bo‘ladi. Chunki, elektrolizda ishtirok etgan

natriy va kumush moddalari bir valentli, mis esa ikki valentlidir. Bu tajriba elektroliz vaqtida har bir vannada ajralgan moddalarning massalari ekvivalent og'irliklariga ($\frac{A}{Z}\frac{\text{(atom massa)}}{\text{(valentlik)}}$) proporsional ekanligini tasdiqlaydi.

Modda atom massasining valentligiga nisbati ($\frac{A}{Z}$) moddaning *kimyoviy ekvivalenti* deyiladi.

Bir valentli moddaning kimyoviy ekvivalenti son jihatidan atom massaga teng. Tajribalar asosida Faradey moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti uning kimyoviy ekvivalentiga to'g'ri proporsional ekanligini aniqladi:

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

Bu yerda $\frac{1}{F}$ proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, u barcha moddalar uchun o'zgarmas kattalikdir. Bu ifodadagi F kattalikka Faradey doimiysi deyiladi va uning son qiymati $F \approx 96500$ C/mol.

Shuni e'tiborga olish kerakki, ba'zi kimyoviy elementlar turli birikmalarda turli xil valentlikka ega bo'ladi. Masalan CuCl va Cu_2O birikmalarida mis bir valentlikni, CuO va $CuSO_4$ birikmalarida esa ikki valentlikni namoyon etadi. Mis bir valentli bo'lgan holda uning elektrokimyoviy ekvivalenti $6{,}6 \cdot 10^{-7}$ kg/C, mis ikki valentlikni namoyon etganda esa uning elektrokimyoviy ekvivalenti $3{,}3 \cdot 10^{-7}$ kg/C ga teng bo'ladi.

(3) ifodani $m = k\,q$ formuladagi k ning o'rniga qo'ysak, quyidagi tenglik hosil bo'ladi:

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

Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan moddalarning massasi moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti hamda elektroliz paytida o'tgan zaryad miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi.

(4) ifodaga ko'ra elektrolitda valentligi birga teng bo'lgan bir mol modda ajralishi uchun elektrolit orqali son jihatdan Faradey doimiysiga teng bo'lgan 96500 kulon zaryad o'tishi kerak. Elektrolitda valentligi Z ga teng bo'lgan bir mol modda ajralib chiqishi uchun esa elektrolit orqali $Z \cdot 96500$ kulon zaryad o'tishi kerak ekan.

1. Elektrolizning birinchi qonunini ayting. Elektrokimyoviy ekvivalent qanday fizik ma'noga ega?
2. Faradeyning ikkinchi qonuni qanday ifodalanadi va qanday ta'riflanadi?
3. Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan moddaning massasi shu moddaning molyar massasiga to'g'ri proporsional ekanligini tajribada qanday asoslanadi?
4. Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi shu moddaning valentligiga bog'liqligini tajribada qanday tekshirish mumkin?

114-rasmda keltirilgan tajribani o'tkazib ko'ring. Tok manbai sifatida 9 V kuchlanishli elementni oling. Elektrolit ichida turgan qalam uchlarida pufakchalar hosil bo'lishini izohlang.



114-rasm.

44-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Sirt yuzi 25 cm^2 bo'lgan temir qoshiqni qalinligi 0,08 mm bo'lgan kumush bilan qoplash uchun kumush tuzi eritmasi orqali qanday zaryad o'tishi kerak? Kumush zichligi $10{,}5 \cdot 10^3$ kg/m^3 ga teng.

Berilgan:	*Formula:*	*Hisoblash:*
$S = 25\ cm^2 = 2{,}5 \cdot 10^{-3}\ m^2$ $h = 0{,}08\ mm = 8 \cdot 10^{-5}\ m$ $k = 1{,}118 \cdot 10^{-6}\ kg/C$ $\rho = 10{,}5 \cdot 10^3\ kg/m^3$.	$m = \rho V = \rho S h$; $m = k q$; $q = \frac{\rho S h}{k}$. $[q] = \frac{\frac{kg \cdot m^2 \cdot m}{m^3}}{\frac{kg}{C}} = C$.	$q = \frac{10{,}5 \cdot 10^3 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^{-5}}{1{,}118 \cdot 10^{-6}}\ C =$ $= 1878\ C$.
Topish kerak: $q = ?$		*Javob:* $q \approx 1878$ C.

2-masala. 42 V kuchlanishga mo'ljallangan 10 kW quvvatli elektroliz qurilmasida 2 soatda qancha mis moddasi yig'iladi?

Berilgan:	*Formula:*	*Hisoblash:*
$U=42$ V $P-10$ kW -10^4 W $t=2$ h $=7{,}2\cdot10^3$ s $k=0{,}329\cdot10^{-6}$ kg/C.	$A=q\,U;\quad A=P\,t;$ $q=\frac{Pt}{U};\quad m=kq=k\frac{Pt}{U};$ $[m]=\frac{\text{kg}}{\text{C}}\cdot\frac{\text{W}\cdot\text{s}}{\text{V}}=\frac{\text{kg}\cdot\text{J}}{\text{J}}=\text{kg}.$	$m=0{,}329\cdot10^{-6}\cdot$ $\cdot\frac{10^4\cdot7{,}2\cdot10^3}{42}\text{ kg}=$ $=0{,}564$ kg.
Topish kerak: $m=?$		*Javob:* $m=0{,}564$ kg.

3-masala. Xromlash uchun elektrolitik vannaga solingan uzunligi 3 cm va eni 5 cm bo‘lgan plastinkadan 2 soat davomida 1,5 A tok o‘tgan bo‘lsa, plastinkada hosil bo‘lgan xrom qatlamining qalinligini aniqlang. Xromning zichligi $\rho=7{,}18\cdot10^3\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Berilgan:	*Yechilishi:*
$a=3$ cm $=3\cdot10^{-2}$ m $b=5$ cm $=5\cdot10^{-2}$ m $t=2$ h $=7{,}2\cdot10^3$ s $I=1{,}5$ A $k=1{,}8\cdot10^{-7}\frac{\text{kg}}{\text{C}}$ $\rho=7{,}18\cdot10^3\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.	Faradeyning 1-qonuniga ko‘ra $m=k\,I\,\Delta t$. Ikkinchi tomondan elektrod plastinkaning ikkala yuzasiga o‘tirgan xrom massasi quyidagicha aniqlanadi: $m=\rho\,V=\rho\,2S\,h=\rho\,2(a\,b)\,h$, h – plastinkada hosil bo‘lgan xromning qalinligi. Massa ifodalarini tenglab, $k\,I\,t=2\rho\,a\,b\,h$ ga ega bo‘lamiz va bundan $h=\frac{k\,I\,t}{2\rho\,a\,b}$
Topish kerak: $h=?$	$h=\frac{1{,}8\cdot10^{-7}\frac{\text{kg}}{C}\cdot1{,}5\text{A}\cdot7{,}2\cdot10^3 s}{2\cdot7{,}18\cdot10^3\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\cdot3\cdot10^{-2}m\cdot5\cdot10^{-2}m}=$ $=9\cdot10^{-5}m=90\,\mu\text{m}.$ *Javob:* $h=90$ μm.

23-mashq

1. 2 soat davom etgan elektrolizda katodda 20 mg nikel yig‘ilgan bo‘lsa, elektroliz vaqtida elektrolitdan o‘tgan tok kuchi qanday bo‘lgan?
2. 12 V kuchlanishga mo‘ljallangan 6 kW quvvatli elektroliz qurilmasida 2 soat davomida qancha kumush moddasi yig‘iladi?
3. Buyumni nikellashda 3 soat davomida elektrolitdan 5 A tok o‘tib turganida nikel qatlamining qalinligi 0,1 mm bo‘lgan. Nikel qoplangan yuza qanday bo‘lgan? Nikel zichligi 8900 kg/m^3 ga teng.

4. Mis kuporosi eritmasidagi elektrodlar orasidagi kuchlanish 24 V bo‘lganda, elektr toki 192 kJ foydali ish bajarsa, qancha mis ajralib chiqqan?
5. Sirt yuzi 30 cm^2 bo‘lgan temir qoshiqni qalinligi 0,05 mm bo‘lgan kumush bilan qoplash uchun kumush tuzi eritmasi orqali qanday zaryad o‘tishi kerak? Kumush zichligi $10{,}5 \cdot 10^3$ kg/m^3 ga teng.
6*. Kumushning molyar massasi 108 g/mol, valentligi 1 va elektrokimyoviy ekvivalenti 1,08 mg/C, oltinning molyar massasi 197 g/mol, valentligi 1 bo‘lsa, oltinning elektrokimyoviy ekvivalenti qanday?

45-§ ELEKTROLIZDAN TURMUSHDA VA TEXNIKADA FOYDALANISH

Mis ajratib olish

Elektrotexnikada sof mis ko‘p ishlatiladi. Misga ozgina boshqa moddalar aralashgan bo‘lsa, uning elektr tokini o‘tkazish xususiyati yomonlashib ketadi. Mis turli aralashmalardan quyidagi usul bilan ajratib olinadi.

Katta elektrolit vannasi mis kuporosining eritmasi bilan to‘ldiriladi. Uning ichiga sof misdan tayyorlangan yupqa plastinkalar parallel ravishda tushiriladi. Elektr manbaining manfiy qutbiga ulanadigan bunday sof mis plastinkalari katod vazifasini bajaradi. Katodlar orasiga parallel ravishda qalin anod plastinkalar tushiriladi. Anod vazifasini bajaradigan plastinkalar tozalanmagan misdan tayyorlangan bo‘ladi.

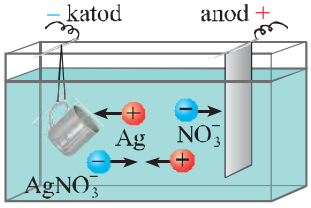
Elektroliz jarayonida mis kuporosi eritmasidan ajralib chiqqan mis katodga o‘tiradi. Bundan tashqari anod plastinkasi elektrolitda erib mis ionlarini hosil qiladi, begona aralashmalar esa ionlarga ajralmaganligi sababli ular vanna tubiga cho‘kadi. Vaqt o‘tishi bilan katod plastinkalar qalinlasha boradi, anod plastinkalar esa yupqalashadi. Ma’lum vaqtdan keyin katod va anodlar vannadan olinib, ular o‘rniga yangisi qo‘yiladi. Vannadan chiqarib olingan qalinlashgan plastinka misdan iborat bo‘ladi.

Galvanostegiya

Temirdan yasalgan buyumlar sirti oksidlanishi natijasida tez zanglaydi.

Zang esa sekin-asta metallni yemiradi va buyum teshiladi. Odatda, oksidlanadigan metall buyumlar sirti qiyin oksidlanadigan boshqa metallar – nikel, rux, kumush, oltin kabilar bilan qoplanadi. Nikellangan qoshiq, pichoq, choynak kabi turli idish-tovoqlardan turmushda foydalanamiz.

Elektrolizdan foydalanib, buyumlarning sirtini qiyin oksidlanadigan metallar bilan qoplash *galvanostegiya* deb ataladi.



115-rasm.



116-rasm.



117-rasm.

Kumush nitrat eritmali vanna orqali ma'lum vaqt davomida tok o'tkazib turilsa, buyum sirti kumush bilan qoplanadi (*115-rasm*). Buyum sirtiga kumush yugurtirish uchun elektrolit sifatida kumush tuzlari eritmasi, anod sifatida kumush plastinka olinadi. Oltin yugurtirishda esa elektrolit uchun oltin tuzlari eritmasi, anod uchun oltin plastinka ishlatiladi *(116-rasm)*.

Galvanoplastika

Elektroliz yordamida murakkab sirtli naqsh va buyumlarning metall nusxalarini olish mumkin. Masalan, taxtaga o'yib ishlangan naqshning nusxasini olish kerak bo'lsin. Buning uchun taxtaning naqsh solingan qismiga juda yupqa qilib grafit surkaladi, natijada uning bu tomoni tok o'tkazadigan bo'lib qoladi. Tayyorlangan taxta mis kuporosi eritmasiga tushiriladi *(117-rasm)*. Bu taxta sirtidagi grafit sim orqali manbaning manfiy qutbiga ulanadi, ya'ni grafit qatlam katod vazifasini bajaradi. Anod sifatida esa elektrolitga mis plastinka tushiriladi. Elektrolitdan tok o'tkazilganda elektroliz natijasida ajralib chiqqan mis taxta sirtidagi grafit ustiga o'tiradi. Grafit usti yetarli darajadagi mis qatlami bilan qoplangandan keyin elektroliz jarayoni to'xtatiladi va mis qatlam taxtadan ajratib olinadi. Bunda mis qatlamning shakli taxta sirtidagi naqshning negativ (teskari) tasviridan iborat bo'ladi. Taxtadagi chuqur joylar mis negativda qavariq bo'lib, qavariq joylar esa negativda chuqur bo'lib chiqadi.

Bunday tarzda olingan negativ tasvir ***matritsa*** deb ataladi. ***«Matritsa»*** lotincha so'z bo'lib, «ona» degan ma'noni anglatadi. Matritsa bosmaxonalarda terilgan harflarning nusxasini quyish, medal, tanga, shtamp kabilarni tayyorlash uchun ishlatiladigan qolipdir.

Shakl hosil qilish uchun buyumlar sirtiga elektrolitik usulda metall yugurtirish *galvanoplastika* deb ataladi.

Hozirgi zamon texnologiyasi, kompyuter texnikasi bilan uyg‘unlashgan galvanoplastika bosmaxonalarda keng qo‘llaniladi. Galvanoplastik usul nafaqat matnli, balki rasmli kitoblarni ham ko‘p nusxada bosib chiqarishga imkon beradi.

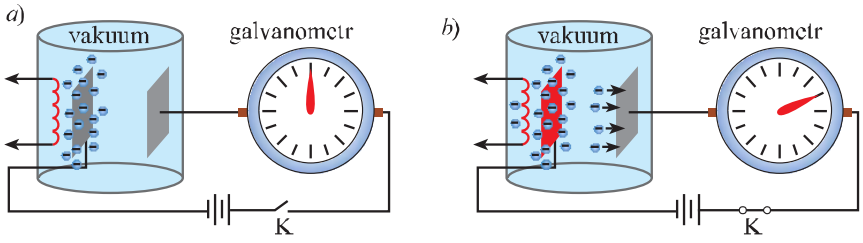


1. Elektroliz yordamida mis qanday ajratib olinadi?
2. Yana qanday metallarni elektroliz yordamida ajratib olish mumkin?
3. Idish-buyumlar sirti qiyin oksidlanadigan metallar bilan qay tarzda qoplanadi?
4. Galvanostegiya deb qanday jarayonga aytiladi?
5. Galvanoplastika nima? Undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

46-§ VAKUUMDA ELEKTR TOKI

Nay ichidagi gazni maxsus nasosda so‘rib, undagi gaz molekulalari sonini shu darajaga yetkazish mumkinki, bunda gaz molekulalari bir devordan ikkinchi devorga deyarli bir-biri bilan to‘qnashmasdan yetib boradilar. Naydagi gazning bunday holati **vakuum** deb ataladi.

Amerikalik fizik Tomas Edison vakuumda elektr tokining o‘tish tabiatini o‘rgangan. U ikkita elektrod o‘rnatilgan shisha kolba ichida vakuum hosil qilib, elektrodlarning birini tok manbaining manfiy qutbiga, ikkinchi elektrodni galvanometr orqali tok manbaining musbat qutbiga ulagan. Dastlab u strelkasi o‘zgarmaganligini ko‘rib, vakuumdan tok o‘tmayotganligini kuzatdi. So‘ngra tok manbaining manfiy qutbiga ulangan elektrod qizdirilganda vakuumda elektr tokining yuzaga kelganligini, ya’ni galvanometr strelkasi og‘ishi vakuumdan tok o‘tayotganligini tasdiqladi *(118-rasm)*.



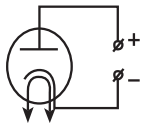
118-rasm.

Qizdirilgan metallardan elektronlarning ajralib chiqishi *termoelektron emissiya* deb ataladi.

a)



b)



119-rasm.

Demak, vakuumda hosil bo'lgan elektr toki qizdirilgan elektroddan ajralib chiqqan elektronlar oqimidan iborat. Qizdirilayotgan elektrodni *katod* deb ataymiz va u tok manbaining manfiy qutbiga ulanadi. Sovuq elektrodni esa *anod* deb ataymiz va u manbaning musbat qutbiga ulanadi.

Katod va anod kavsharlangan vakuumli kolba (nay)ga ikki elektrodli elektron lampa yoki *diod* deyiladi. Vakuumli diodning umumiy ko'rinishi va elektr sxemasi 119-rasmda keltirilgan.

O'tgan asrda elektron lampalar elektronika sohasida yetakchi o'rinni egallagan va ulardan radio, televizor, kompyuter, sanoat elektronikasida keng foydalanilgan. Fan va texnikaning tez sur'atlar bilan rivojlanishi natijasida bugungi kunda vakuumli lampalarning o'rniga zamonaviy hamda kam energiya iste'mol qiluvchi yarim-o'tkazgichlardan yasalgan asboblar qo'llanilmoqda.

Vakuumda elektr toki qanday yuzaga keladi?

Katod qizdirilganda undan elektronlar ajralib chiqa boshlaydi. Katoddan chiqqan elektronlar anod va katod orasidagi elektr maydoni ta'sirida anodga tomon tartibli harakatga keladi va zanjirda tok hosil bo'ladi. Agar t vaqt davomida anodga N ta elektron yetib kelgan bo'lsa, shu vaqt davomida anod olgan zaryad miqdorini $q = N e$ ifodaga ko'ra hisoblaymiz. U holda anod toki quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

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

O'zbekistonda metallarda termoelektron emissiya hodisasini o'rganish borasida yurtdoshimiz akademik Ubay Oripov rahbarligida bir guruh olimlar ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishgan. Ularning olib borgan ilmiy izlanish-larining natijalari kosmik materialshunoslik va asbobsozlik sohasida keng qo'llanilib kelinmoqda.

Masala yechish namunasi

Agar ikki elektrodli lampaning anodiga har sekundda $1{,}2 \cdot 10^{17}$ ta elektron yetib borsa, anod toki nimaga teng bo'ladi?

Berilgan:	*Formula:*	*Hisoblash:*
$t = 1$ s $N = 1{,}2 \cdot 10^{17}$ ta $e - 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.	$q = N e$; $I = \frac{q}{t} = \frac{N e}{t}$.	$I = \frac{1{,}2 \cdot 10^{17} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\text{C}}{1\text{s}} = 1{,}92 \cdot 10^{-2}$ A.
Topish kerak: $I = ?$		*Javob:* $I = 1{,}92 \cdot 10^{-2}$ A.

1. Vakuumda elektr tokini qanday zaryadli zarralar hosil qiladi?
2. Termoelektron emissiya hodisasi nima?
3. Vakuumda elektr toki qanday yuzaga keladi?

24-mashq

1. Agar anod toki 8 mA bo‘lsa, anod sirtiga har sekundda qancha elektron kelib tushadi?
2. Diodda anod kuchlanishi 180 V ga teng. Agar elektr maydoni 4,8 J ish bajargan bo‘lsa, anodga qancha elektron yetib kelgan?
3*. Diodda anod bilan katod orasidagi maydon kuchlanganligi $4 \cdot 10^3$ N/C bo‘lsa, elektron qanday tezlanish oladi?

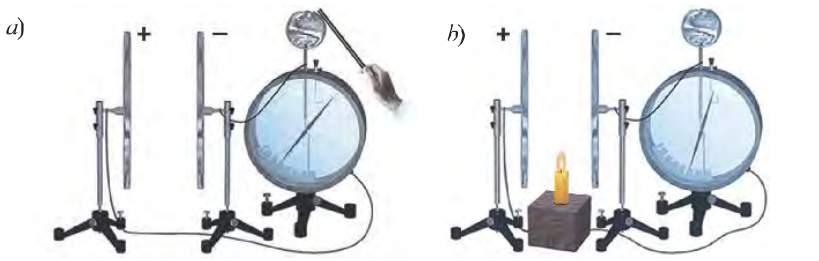
47-§ GAZLARDA ELEKTR TOKI

Gazda elektr razryad

Yassi kondensatorni elektrometrga ulab, elekrometrni zaryadlaylik. Bunda ma’lum bir qiymatni ko‘rsatib turgan elektrometr ko‘rsatkichi deyarli qo‘zg‘almaydi, undagi zaryad kamaymaydi (*120-a rasm*). Bu esa kondensator qoplamalari orasidagi havo orqali zaryad o‘tmayotganligini ko‘rsatadi. Demak, quruq havoni xona temperaturasida dielektrik deb hisoblash mumkin.

Sham yoqib, kondensator qoplamalari orasidagi havoni isitaylik. Shu zahoti elektrometr ko‘rsatkichi kamaya boshlaydi, ya’ni kondensator zaryadsizlanadi (*120-b rasm*). Demak, isitilgan havodan tok o‘tadi.

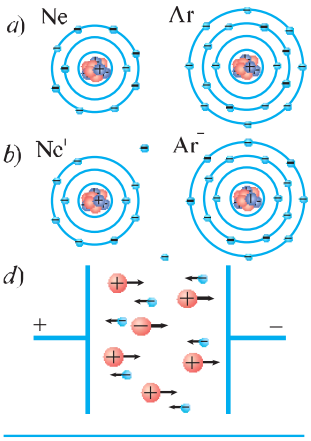
Gaz orqali elektr toki o‘tishi jarayoni *gaz razryadi* deb ataladi.



120-rasm.

Gazlarning ionlashishi

Havo tarkibida azot, kislorod, vodoroddan tashqari bir foizga yaqin neon, argon kabi inert gazlar ham mavjud. Xona haroratida havodagi barcha atom



121-rasm

va molekulalar neytral holatda bo‘ladi. Havo isitilganda neytral atomlar ionlarga aylana boshlaydi, ya’ni ionlashadi. Bu jarayon qanday kechishini neon va argon inert gazlari misolida ko‘rib chiqaylik.

Neon (Ne) yadrosi atrofida orbita bo‘ylab 10 ta, argon (Ar) yadrosi atrofida esa 18 ta elektron aylanib yuradi. Ularda tashqi elektron qobig‘ida 8 tadan elektron bo‘lib, tugallangan hisoblanadi. Neon yadrosining zaryadi $+10e$ ga, elektronlarining jami zaryadi $-10e$ ga teng. Argonniki esa mos ravishda $+18e$ va $-18e$ ga teng (*121-a rasm*). Alohida olingan Ne va Ar atomlari elektr jihatidan neytraldir. Havo isitilganda ba’zi Ne va Ar atomlarining tashqi elektron qobig‘ida aylanib yurgan elektronlardan biri atomni tark etadi. Bitta elektronini yo‘qotgan Ne atomi Ne^+ ioniga, Ar atomi esa Ar^+ ioniga aylanadi (*121-b rasm*).

Temperatura qancha yuqori bo‘lsa, havoda shuncha ko‘p ion hosil bo‘ladi.

Elektr maydon ta’sirida Ne^+ va Ar^+ ionlari kondensatorning manfiy zaryadlangan qoplamasi tomon, atomlardan ajralib chiqqan elektronlar esa musbat zaryadlangan qoplamasi tomon harakatlanadi (*121-d rasm*). Natijada havodan tok o‘tadi.

Gazlarning elektr o‘tkazuvchanligida, bir tomondan, ionlar ishtirok etishi elektrolitlarning o‘tkazuvchanligiga, ikkinchi tomondan, unda elektronlarning ishtirok etishi metallarning elektr o‘tkazuvchanligiga o‘xshaydi.

Gazlarda elektr o‘tkazuvchanlik elektr maydonda ionlar va erkin elektronlarning tartibli harakatidan iborat.

Rekombinatsiya

Tashqi elektr maydon uzilganda, ya’ni ionlashtiruvchi tashqi ta’sir to‘xtatilganda, gazdagi elektron va ionlar bir-biri bilan qo‘shilishi natijasida yana neytral atomlarni hosil qilishi ham mumkin.

Elektron va musbat zaryadli ionlarning qo‘shilishi natijasida neytral atomlar hosil bo‘lish jarayoni _gazlarda zaryadli zarralarning rekombinatsiyasi_ deb ataladi.

Tashqi ta’sir to‘xtatilgan vaqtda zaryadli zarralar faqat rekombinatsiya tufayli yo‘qoladi va gaz yana dielektrikka aylanadi.

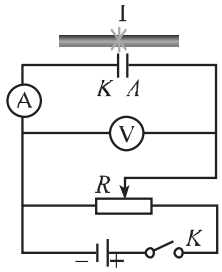
1. Gazlardan elektr tokining o‘tishini qay tarzda amalga oshirish mumkin?
2. Nima sababdan havo isitilganda undan elektr toki o‘tadi?
3. Gazlarda elektr o‘tkazuvchanlikda qanday zarralar ishtirok etadi?
4. Rekombinatsiya deb qanday jarayonga aytiladi?

48-§ ELEKTR RAZRYADLARNING TURLARI VA ULARDAN FOYDALANISH

Gaz razryadining bir necha turi mavjud. Ularning har birini alohida qarab chiqamiz.

Nomustaqil razryad

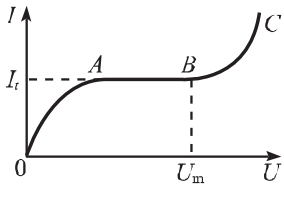
Gazdan o‘tayotgan tok kuchining qo‘yilgan elektr kuchlanishga bog‘liqligini ko‘rib chiqaylik. Buning uchun sxemasi 122-rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig‘aylik.



122-rasm.

A anod va *K* katodlarni yassi kondensator qoplamalari kabi bir-biriga parallel ravishda o‘rnataylik. Anod va katod orasidagi kuchlanish V voltmetr bilan, anod va katod orasidagi gaz (havo)dan o‘tayotgan tok kuchi A ampermetr bilan o‘lchanadi. *R* reostat yordamida anod va katod orasidagi kuchlanishni o‘zgartira borish mumkin. Anod va katod orasidagi havoni doimiy ravishda ionlashtirib turish uchun I ionizator o‘rnatilgan. Ionizator uzluksiz chaqnab turishidan anod va katod orasidagi havo qiziydi va ionlashadi.

Elektr zanjirdagi kalitni ulab, kuchlanishni asta-sekin oshira boramiz. Anod va katod orasidagi elektr kuchlanish ortishi bilan hosil bo‘lgan tok kuchi ham orta boradi. Havodan o‘tayotgan tokning kuchlanishga bog‘liq holda o‘zgarishi 123-rasmda ko‘rsatilgan. Kuchlanishni oshira borishda shunday payt keladiki, bunda kuchlanish ma’lum qiymatga yetgach, tok kuchi oshmasdan o‘zgarmas bo‘lib qoladi (*123-rasm AB* qismi). Tok kuchining bunday qiymati to‘yinish toki I_t deyiladi.



123-rasm.

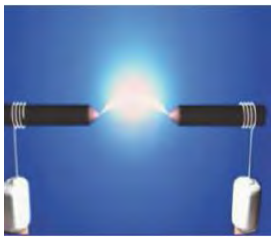
Tok kuchining to‘yinishiga sabab nima?

Kuchlanish past bo‘lganda, anod va katod orasida birlik vaqt ichida hosil bo‘layotgan zaryadlarning bir qismigina anod va katodga yetib boradi. Kuch-

lanish ortishi bilan anod va katodga yetib boradigan zaryadlar soni ortib boradi. Kuchlanish ma'lum qiymatga erishganda, havoda hosil bo'lgan zaryadlarning hammasi anod va katodga yetib boradi.

Agar ionizator o'chirilsa, shu zahoti zanjirda tok kuchining qiymati nolga teng bo'lib qoladi. Chunki, elektr razryad to'xtaydi. Anod va katod orasidagi havoda ionizatorsiz mustaqil ravishda razryad bo'lmaydi.

Ionizator ta'siri to'xtatilishi bilan to'xtaydigan razryad *nomustaqil razryad* deb ataladi.



124-rasm.

Mustaqil razryad

Yuqoridagi tajribani davom ettirib, kuchlanishni yanada oshirib borsak, kuchlanish ma'lum U_m qiymatga yetganda tok kuchi keskin orta boshlaydi (*123-rasm BC* qismi). Bunga sabab anod tomon harakatlanayotgan elektronlar o'z yo'lida gazdagi neytral atomlar bilan ko'p to'qnashadi. Kuchlanish ortishi bilan gazda hosil bo'lgan elektronlarning anodga tomon harakat tezligi ham orta boradi. Kuchlanish yana orttira borilsa, elektronlarning kinetik energiyasi o'z yo'lida to'qnashgan neytral atomlarning elektronini urib chiqarishga, ionlashtirishga yetarli bo'ladi. Shu tariqa gazning ionlashishi keskin ortadi. Bu esa tok kuchining ham keskin ortishiga sabab bo'ladi. Agar tashqi ta'sir – ionizator o'chirib qo'yilsa ham, gazning ionlashishi to'xtamaydi. Elektr razryad ionizator ta'sirisiz ham mustaqil ravishda davom etaveradi.

Ionizator ta'siri to'xtatilganda ham davom etaveradigan razryad *mustaqil razryad* deb ataladi.

Elektr yoy razryadi

Ikkita ko'mir elektrod olib, ularga 40–50 V kuchlanish beraylik. Ularning uchlarini bir-biriga tekkizib, biroz uzoqlashtiraylik. Bunda elektrodlar uchlari orasida ko'zni qamashtiradigan yarqirash – ***elektr yoy razryadi*** hosil bo'ladi *(124-rasm)*. Hosil bo'lgan elektr yoy elektrodlar orasidagi kuchlanish olinmaguncha davom etadi.

Elektr yoy razryadi juda quvvatli yorug'lik manbaidir. Bunday elektr yoylardan proyektorlarda, mayoqlarda va boshqa qurilmalarda foydalaniladi. Elektr yoy temperaturasi juda yuqori bo'lganligidan undan metallarni eritish va payvandlashda foydalaniladi. Yuqori navli po'lat olishda kuchli elektr yoydan foydalaniladi.

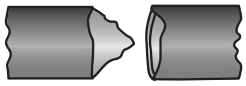
Uchqun razryad

Bir-biridan izolatsiyalangan ikkita elektrodni yuqori kuchlanish manbaiga ulaylik. Elektrodlardagi kuchlanish ma'lum katta qiymatga yetgach, ular orasida chaqnash – ***uchqun razryad*** hosil bo'lganini ko'ramiz. Uchqun razryad vaqtida o'ziga xos charsillash eshitiladi va ko'zni qamashtiradigan darajada ravshan yorug'lik chiqadi.

Yuqori kuchlanishli elektr uzatish tarmoqlarida o'tkazgich sim metall tayanchga izolator orqali bog'langan bo'lishiga qaramay, ba'zi hollarda kuchli elektr razryad sodir bo'lishi mumkin. Uchqun chiqmasligi uchun elektr uzatish tarmoqlarida kuchlanish qanchalik yuqori bo'lsa, tayanch bilan o'tkazuvchi sim orasidagi izolator shunchalik katta bo'lishi kerak.

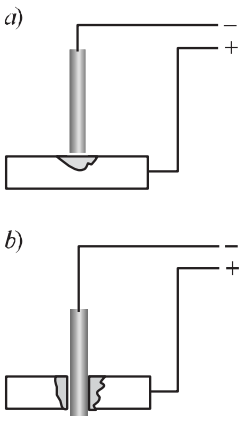
Odatdagi sharoitda havodagi elektr maydon kuchlanganligi 3000 000 N/C ga yetganda uchqun razryad hosil bo'ladi.

Uchqun razryad tabiatda chaqmoq tarzida yuz beradi. Chaqmoq bulutlar orasida yoki bulut bilan yer orasida sodir bo'lishini bilasiz. Turli ishorali kuchli zaryadlangan bulutlar bir-biriga yaqinlashganda, ular orasida kuchli uchqun razryad – chaqmoq hosil bo'ladi. Bulutlar orasidagi kuchlanish 100 000 000 V dan oshishi mumkin. Bunday bulutlar orasidagi chaqmoq paytida havo orqali o'tgan tokning kattaligi 10 000 A ga boradi. Chaqmoq paytida uchqun razryadning davomiyligi bor-yo'g'i 0,001–0,02 s bo'ladi.



125-rasm.

Bir-biriga yaqinlashtirilgan ikki elektrodga yuqori kuchlanish berib, uchqun razryad hosil qilinganda, anodda chuqurcha, katodda esa do'ngcha hosil bo'ladi *(125-rasm)*. Bunday hodisadan metallarga ishlov berishda foydalaniladi. Agar teshik ochish kerak bo'lgan metallni anod qilib olib, unga katod yaqinlashtirilsa, anodda chuqurcha hosil bo'ladi (*126-a rasm*). Bu jarayon yana biroz davom ettirilsa, anod sifatida olingan metallda teshik yuzaga keladi *(126-b rasm)*.



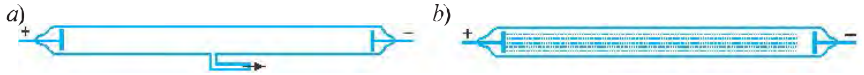
126-rasm.

Toblangan po'latlarda, hatto, undan ham qattiq qotishmalarda ham uchqun razryaddan foydalanib, belgilangan o'lchamda va shaklda teshik ochish mumkin. Metallarni uchqun razryad yordamida ishlash usulidan turli xil shtamplar yasashda, metallarni kesishda va qirquvchi asboblarni charxlashda ham foydalaniladi.

Miltillama razryad

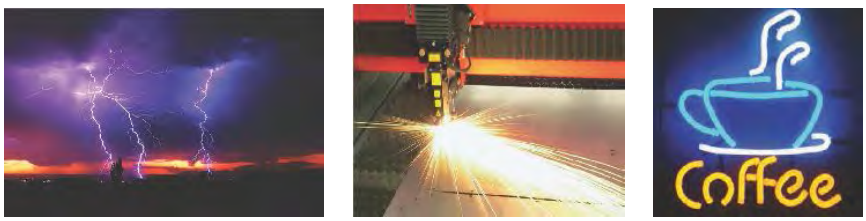
Yopiq shisha nay olib, uning ichiga qarama-qarshi qilib anod va katodlar o‘rnatilgan. Nay ichidagi bosim atmosfera bosimiga teng bo‘lganda, uning ichidagi havodan tok o‘tmaydi. Lekin nay ichidagi havo maxsus nasos yordamida sekin-asta so‘rib olinsa, undan tok o‘ta boshlaydi *(127-a rasm)*. Naychadagi havo taxminan o‘n marta siyraklashtirilganda, razryad sezila boshlaydi. Havo odatdagiga nisbatan bir necha yuz marta siyraklashtirilsa, anod va katod orasini miltillagan yorug‘lik qoplaydi *(127-b rasm)*. Shuning uchun bunday razryad miltillama razryad deb ataladi. Bunda katodga yaqin joy qorong‘iligicha qoladi.

Miltillama razryaddan sovuq lampalar yoki kunduzgi lampalar deb ataluvchi lampalarda yorug‘lik manbai sifatida foydalaniladi. Nayning ichiga oq rangdagi «luminofor» deb ataladigan moddalar surtilsa, undan oq yorug‘lik chiqadi.



127-rasm.

Gaz razryadlarining qo‘llanilishi va tabiiy holatda namoyon bo‘lishini 128-rasmda ko‘rish mumkin.



128-rasm.



1. Nomustaqil razryad deb qanday razryadga aytiladi?
2. Mustaqil razryad deb qanday razryadga aytiladi?
3. Elektr yoy razryadi qanday hosil qilinadi va undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
4. Tabiatda chaqmoq qanday hosil bo‘ladi?
5. Uchqun razryad qanday hosil qilinadi va undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
6. Miltillama razryad qanday hosil qilinadi va undan qanday maqsadlarda foydalanish mumkin?
7. Bulut va yer orasida hosil bo‘lgan yashinni elektr toki deyish mumkinmi? Bulutlar orasida hosil bo‘lgan chaqmoqni-chi?

IV BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Metallarda elektr toki qanday zarralarning harakati tufayli vujudga keladi?
A) musbat ionlar; B) erkin elektronlar;
C) manfiy ionlar; D) elektronlar va manfiy ionlar.

2. Elektrolitlarda elektr toki qanday zarralarning harakati tufayli vujudga keladi?
A) faqat musbat ionlar; B) elektronlar va musbat ionlar;
C) faqat manfiy ionlar; D) musbat va manfiy ionlar.

3. Termoelektron emissiya nima?
A) qizdirilgan metall sirtidan musbat ionlarning ajralishi;
B) qizdirilgan metall sirtidan manfiy ionlarning ajralishi;
C) qizdirilgan metall sirtidan elektronlarning ajralishi;
D) qizdirilgan gazning ionlarga aylanishi.

4. Quyidagi moddalarning qaysilari ionli o‘tkazuvchanlikka ega?
A) metall va elektrolit; B) gaz va metall;
C) gaz va elektrolit; D) dielektik va elektrolit.

5. Elektrolizda buyumni nikellash 50 minut davom etib, buyumga 0,09 g nikel o‘tirdi. Elektroliz vaqtida tok kuchi qanday bo‘lgan? $k_{nikel} = 0{,}3$ mg/C.
A) 0,1 A; B) 0,2 A; C) 0,3 A; D) 1 A.

6. Buyumga 3,6 g nikel qatlami o‘tirgan bo‘lsa, nikellash necha minut davom etgan? Tok kuchi 1 A. Nikel uchun elektrokimyoviy ekvivalent $0{,}3 \cdot 10^{-6}$ kg/C ga teng.
A) 50; B) 200; C) 100; D) 60.

7. Tok kuchi 1 A bo‘lganda, mis (II) xlorid ($CuCl_2$) ning suvdagi eritmasidan elektroliz usuli bilan 2 soatda qancha mis olish mumkin? $k_{mis} = 0{,}33$ mg/C.
A) 4,8 g; B) 240 g; C) 24 g; D) 2,4 g.

8. Elektrolitik vannadagi mis kuporosi eritmasidan 10 A tok o‘tganda 0,5 minut davomida 0,1 g mis ajralib chiqdi. Misning elektrokimyoviy ekvivalenti nimaga teng?
A) $0{,}44 \cdot 10^{-7}$ kg/C; B) $0{,}33 \cdot 10^{-6}$ kg/C; C) $0{,}40 \cdot 10^{-3}$ kg/C; D) $0{,}50 \cdot 10^{-3}$ kg/C.

9. Yuzasi 300 cm^2 bo‘lgan buyumni nikellash 2 soat davom etdi. Bunda elektrolitdan 17,8 A tok o‘tib turgan bo‘lsa, buyum sirtida qanday qalinlikda nikel qatlami hosil bo‘lgan (mm)? Nikelning elektrokimyoviy ekvivalenti 0,3 mg/C va zichligini 8,9 g/cm^3 deb oling.
A) 0,43; B) 0,64; C) 0,32; D) 0,86.

10. Ikkita vannada buyumlarga elektrolitik yo‘l bilan bir xil tok kuchida mis va kumush qoplanmoqda. Kumush qatlamining massasi 33,6 g ga yetganda, mis qatlamining massasi qanday bo‘ladi? $k_{mis} = 0{,}33$ mg/C; $k_{kumush} = 1{,}12$ mg/C.
A) 20 g; B) 10 g; C) 1 g; D) 5 g.

IV BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

Ion	Ion elektroni ortiqcha yoki elektron yetishmaydigan atom.
Metallarda elektr toki	Metallarda elektr toki erkin elektronlarning tartibli harakatidan iborat.
Elektr tokining yo‘nalishi	Elektr tokining yo‘nalishi sifatida musbat zaryadli zarralarning tartibli harakat yo‘nalishi qabul qilingan.
Ionli bog‘lanish	Ionlar orasida Kulon kuchi tufayli vujudga keladigan kimyoviy bog‘lanish ionli bog‘lanish deb ataladi.
Dissotsiatsiya	Eritmalarda moddalarning musbat va manfiy ionlarga ajralish jarayoni.
Elektrolitlar	Musbat va manfiy ionlar hisobiga elektr tokini o‘tkazadigan eritmalar.
Elektroliz hodisasi	Elektrolitdan elektr toki o‘tganda elektrodlarda modda ajralib chiqishi hodisasiga elektroliz deb ataladi.
Faradeyning birinchi qonuni	Elektroliz vaqtida elektrodlarda ajralib chiqqan moddaning massasi elektrolitdan o‘tgan zaryad miqdoriga to‘g‘ri proporsionaldir: $m - k\,q$.
Elektrokimyoviy ekvivalent	Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti elektrolitdan bir kulon zaryad o‘tganda ajralib chiqqan modda massasiga son jihatidan teng bo‘lgan kattalikdir.
Kimyoviy ekvivalent	Modda atom massasining valentligiga nisbatiga (A/Z) moddaning kimyoviy ekvivalenti deyiladi.
Faradeyning ikkinchi qonuni	Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan moddalarning massasi moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti hamda elektroliz vaqtida o‘tgan zaryad miqdoriga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi. $$m = \frac{1}{F}\frac{A}{Z}q\,.$$
Galvanostegiya	Elektrolizdan foydalanib, buyumlarning sirtini qiyin oksidlanadigan metallar bilan qoplash galvanostegiya deb ataladi.
Galvanoplastika	Shakl hosil qilish uchun buyumlar sirtiga elektrolitik usulda metall yugurtirish galvanoplastika deb ataladi.
Termoelektron emissiya	Qizdirilgan metallardan elektronlarning ajralib chiqishi termoelektron emissiya deb ataladi.

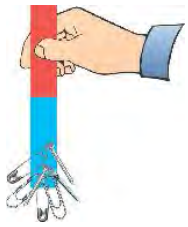
V BOB
MAGNIT MAYDON

Mazkur bobda Siz doimiy magnitning va tokli o‘tkazgich atrofidagi magnit maydonning hosil bo‘lishi hamda magnit maydonni tavsiflovchi kattaliklar bilan tanishasiz. Shuningdek, magnit maydonning tokli o‘tkazgichga va harakatlanayotgan zaryadli zarralarga ta’siri, tokli g‘altakning magnit maydoni, elektromagnitlar va ularning amaliyotda qo‘llanilishi to‘g‘risida bilib olasiz.

49-§ MAGNIT MAYDON. DOIMIY MAGNIT VA UNING QUTBLARI

Siz 1-bobda jismlarni bir-biriga ishqalaganda zaryadlanishi va ularning atrofida elektr maydon hosil bo‘lishi bilan tanishgansiz. Lekin shunday jismlar borki, ular bir-biriga ishqalanmasa-da, o‘z atrofida gravitatsion maydondan farqli bo‘lgan boshqa bir maydonni hosil qiladi. Xo‘sh, bu qanday maydon?

Siz magnitning temir buyumlarni tortishini bilasiz. Nima uchun u jismlarni o‘ziga tortadi?



Joyning geografik o‘rnini aniqlashda kompasdan foydalaniladi. U qanday qilib «yo‘l ko‘rsatadi»?



129-rasm.

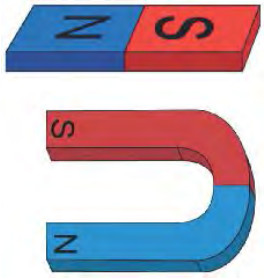
Doimiy magnit va uning qutblari

Tabiatda shunday tabiiy metall birikmalar mavjudki, ular ba’zi bir jismlarni o‘ziga tortish xususiyatiga ega. Jismlarning bunday xossasi ular atrofida maydon mavjudligini bildiradi. Bunday maydonni **magnit maydon** deb atash qabul qilingan.

«*Magnit*» atamasining kelib chiqish tarixi Kichik Osiyodagi qadimiy Magnesiya shahri nomi bilan bog‘liq. U yerda topilgan bir-biriga tortiluvchi tog‘ jinslari (tosh)ni «magnesiya toshi» deb atashgan.

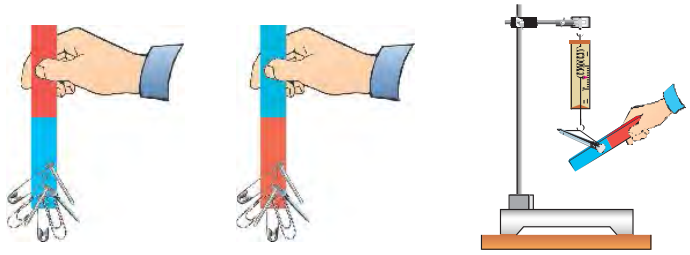
Buyuk yurtdoshimiz **Abu Rayhon Beruniy** (973–1047) o‘z asarlarida magnitni «ohanrabo» – «temirni tortuvchi» deb atagan. Beruniy qum aralash oltin zarralari orasidan temir zarralarini ajratib olishda magnitdan foydalanilishi haqida yozib qoldirgan. U magnitning bir xil nomli qutblari o‘zaro itarilishi, turli qutblari esa tortilishi, magnitga ishqalangan po‘lat ham magnitlanib qolishini tajriba orqali asoslab bergan.

O‘zining magnitlangan holatini uzoq vaqt yo‘qotmaydigan jism *doimiy magnit* deb ataladi.



130-rasm.

*130-rasm*da yassi va taqasimon shakldagi magnitlar tasvirlangan. Magnitni mayda temir jismlarga yaqinlashtiraylik. Bunda ular magnitning har ikki uchiga yopishganligini ko‘ramiz (*131-a, b rasm*). Magnitning ta’siri eng kuchli bo‘lgan joyi magnit qutbi deyiladi. Har qanday magnitda ikkita – janubiy va shimoliy qutblari mavjud bo‘ladi. Magnitlarning janubiy qutbi S harfi (inglizcha «south» «janub» so‘zining bosh harfi) bilan, shimoliy qutbi N harfi (inglizcha «north» – «shimol» so‘zining bosh harfi) bilan belgilanadi. Odatda, janubiy (S) qizil, shimoliy (N) qutbi esa ko‘k rangga bo‘yaladi.



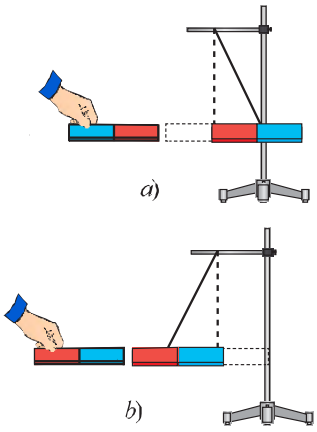
a) *b)* *d)*

131-rasm.

Magnitning o‘rtasi neytral bo‘lib, u qismida tortishish kuchi mavjud emas. Dinamometrga osilgan mixga magnitning o‘rtasini yaqinlashtirib, bunga ishonch hosil qilish mumkin (*131-d, rasm*).

Magnitlarning ta'sir kuchlari

Magnitlarning o'zaro ta'sir kuchlarini tajribada kuzatish mumkin. Magnitlardan birini shtativga osib, ikkinchisini shu magnitga yaqinlashtirganimizda ularning bir-biridan qochganligi *(132-a, rasm)* va bir-biriga tortilganligini ko'ramiz *(132-b, rasm)*. Bir xil ishorali elektr zaryadlarning bir-biridan qochishi va har xil ishorali zaryadlarning bir-biriga tortilgani kabi, bir xil qutbli magnitlar ham bir-biridan qochadi, har xil qutbli magnitlar esa bir-biriga tortiladi.



132-rasm.

Magnitning yana bir xususiyati ularga metall (qaychi, mix kabi) jismlarni tekkizganda ularni ham magnitlab qo'yadi. Masalan, temir qaychini magnitga tekkizsak, u magnitlanib, temir jismlarni o'ziga tortganligini ko'ramiz *(133-rasm)*.

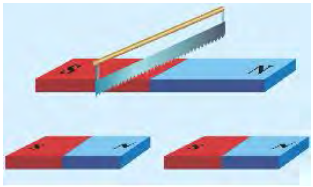
Tabiiy magnit uzoq vaqt ta'sir ettirilganda magnitlangan po'lat bo'laklari sun'iy magnitlar deb ataladi.



133-rasm.

Magnitlar ham elektr zaryadlari kabi ta'sirlashadi, lekin ular orasida keskin farq ham mavjud. Elektrda musbat va manfiy ishorali zaryadlarni ajratish mumkin. Jismlarni ishqalab elektrlash va elektroskop yaproqchalarida turli ishoradagi zaryadlar hosil bo'lishini eslang.

Magnit qutblarini esa, ajratib bo'lmaydi. Magnitni bo'lsak, ularning har bir bo'lagi, shimoliy va janubiy qutbli magnitlarni hosil qiladi (*134-rasm*).



134-rasm.

Ingliz shifokori **Uilyam Gilbert** (1544–1603) doimiy magnitlarning xossalarini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borgan. Gilbertning 1600-yilda nashr etilgan «Magnit, magnit jismlar va ulkan magnit – Yer haqida» nomli kitobida magnitlarning quyidagi xossalarini bayon qilgan:

1. Magnitning turli qismlarida tortishish kuchi har xil bo'lib, uning chekka uchlari – qutblarida tortishish kuchi eng katta.

2. Magnit ikkita – shimoliy va janubiy qutbga ega bo‘lib, bu qutblar xususiyatiga ko‘ra turlichadir.

3. Turli qutbli magnitlar bir-biriga tortiladi, bir xil qutbli magnitlar esa bir-biridan itariladi.

4. Bir xil qutbli magnitni hosil qilib bo‘lmaydi.

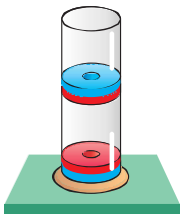
5. Yer shari ulkan magnitdir.

6. Kuchli qizdirilganda tabiiy magnitlarning ham, sun’iy magnitlarning ham magnit xossalari yo‘qoladi.

7. Magnitlar shisha, qog‘oz, yog‘och, sham va suv orqali o‘z ta’sirini ko‘rsatadi.



1. Sun’iy magnit nima? Uning tabiiy magnitdan farqi nimadan iborat?
2. Magnit maydon nima?
3. Magnitning janubiy va shimoliy qutblari qanday belgilanadi?
4. Uilyam Gilbert magnitning qanday xossalarini aniqlagan?
5. Faqat shimoliy qutbga ega bo‘lgan magnitni yasash mumkinmi?
6. 135-rasmdagi magnitning muallaq turishi sababini tushuntirib bering?
7. Agar magnitni sindirib qo‘ysak, uning bo‘laklari magnit bo‘la oladimi?

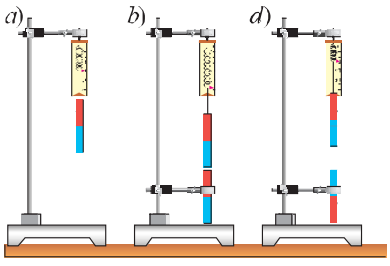


135-rasm.



Doimiy magnitlar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchlarini baholash.

Doimiy magnitni dinamometrga iling (*136-a rasm*). Ikkinchi magnitni uning tagiga 136-*b* rasmda ko‘rsatilgandek qisqichga o‘rnatib qo‘ying. Dinamometrning ko‘rsatishiga qarab har xil qutbli magnitlarning bir-biriga tortilish kuchini aniqlang. 136-*d* rasmda ko‘rsatilgandek magnitlarni joylashtiring va bir xil qutbli magnitlarning bir-biridan itarilish kuchlarini aniqlang.



136-rasm.

50-§ MAGNIT MAYDONNI XARAKTERLOVCHI PARAMETRLAR

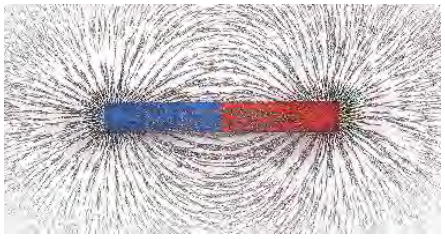
Magnit maydon induksiyasi

Ikkita magnit strelkasi yaqinlashtirilsa, ularning ikkalasi ham burilib, qarama-qarshi qutblari bir-biriga ro‘para kelib to‘xtaydi *(137-rasm)*. Bu hol magnitlangan jismlar orasida o‘zaro ta’sir kuchlari mavjudligini anglatadi. Ta’sir kuchlari esa maydon kuch chiziqlari orqali tavsiflanadi.

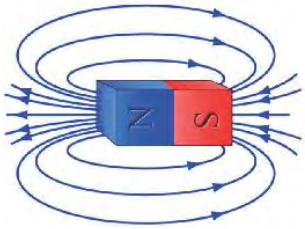


137-rasm.

Magnit maydoni kuch chiziqlarini to‘g‘ridan to‘g‘ri ko‘ra olmaymiz. Ammo quyidagi tajriba yordamida biz magnit kuch chiziqlarining joylashuvi haqida tasavvurga ega bo‘lamiz. Buning uchun karton qog‘ozga temir qipiqlarini bir tekis sepib, uni yassi magnit o‘zagining ustiga qo‘yamiz. Qog‘ozga yengil zarb berilsa, temir qipiqlari 138-rasmda keltirilgan ko‘rinishni egallaydi. Karton ustidagi temir qipiqlari magnit uchlariga yaqin joylarda zich, qutblar orasida qipiqlarning siyrakroq joylashuvini ko‘rish mumkin.



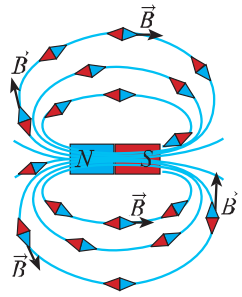
138-rasm.



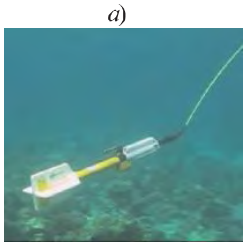
139-rasm.

*138-rasm*dagi temir qipiqlarining egallagan o‘rni, magnit qutblarini bir-biriga bog‘lovchi kuch chiziqlarini o‘zida aks ettiradi. Magnit maydon kuch chiziqlarining yo‘nalishi shartli ravishda magnitning shimoliy (N) qutbidan chiqib, uning janubiy (S) qutbiga kiruvchi yopiq chiziqlardan iborat deb qabul qilingan *(139-rasm)*.

Elektr maydon kuch chiziqlaridan farqli ravishda magnit maydon kuch chiziqlari berk konturni hosil qiladi.



a)



b)

140-rasm.

Agar magnit kuch chiziqlari bo‘ylab qo‘zg‘almas o‘qqa mahkamlangan magnit strelkachalar qo‘yilsa, ular 140-*a* rasmda ko‘rsatilgandek joylashadi. Bundan, magnit maydon kuch chiziqlari boshlanishi va oxiri bo‘lmagan berk konturni hosil qiladi, degan xulosa chiqarish mumkin. Magnit maydon shu xususiyati bilan ham elektr maydondan farq qiladi.

Magnit maydonning kuch chiziqlari magnitdan uzoqlashishi bilan siyraklasha boradi (ta’siri kuchsizlanadi). Bu kattalikni xarakterlovchi fizik kattalikka *magnit maydon induksiyasi* deb ataladi va B harfi bilan belgilanadi. Magnit induksiya vektorining yo‘nalishi magnit kuch chizig‘ining ixtiyoriy nuqtasiga o‘tkazilgan urinma yo‘nalishi bilan mos tushadi. Magnit maydon induksiyasining o‘lchov birligi qilib XBS da serbiya fizigi Nikola Teslaning sharafiga *tesla* (T) deb atash qabul qilingan. Uning ta’rifi bilan keyingi mavzularda tanishamiz.

Magnitometr – magnit maydon xarakteristikalarini va jismlarning magnit xossalarini o‘lchovchi asbob. U: geologiya-qidiruv ishlarida, arxeologik topilmalarni qazib olishda, dengiz va aviatsiya xaritalarida (navigatsiyalarda), suvosti kemalarini aniqlash uchun harbiy razvedkalarda, seysmologiya va ilmiy tadqiqotlarda ishlatiladi (140-*b* rasm).



1. Magnit maydon induksiyasi deganda nimani tushunasiz, u qanday birlikda o‘lchanadi?
2. Magnitlar bir-biri bilan qanday ta’sirlashadi? Magnit maydon kuch chiziqlari qanday shaklga ega?
3. Jismlarning magnit xossalarini o‘lchovchi asbob qanday ataladi?



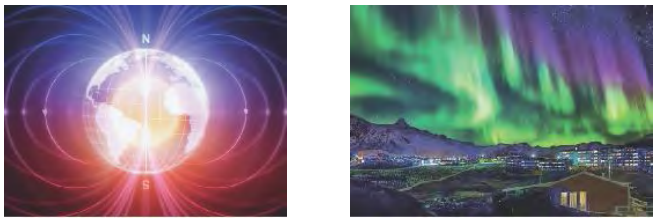
1. Rasmda ikkita bir xil o‘lchamli yassi magnitlarni ko‘rib turibsiz. Aslida ularning biri haqiqiy magnit, ikkinchisi oddiy temir bo‘lib, magnit kabi bo‘yalgan. Faqat shu ikkalasi yordamida qaysi biri magnit ekanligini qanday aniqlaysiz?



Ulardan qaysi biri magnit?

51-§ YERNING MAGNIT MAYDONI

Tabiatdagi go‘zal hodisalaridan biri – qutb yog‘dusidir. Qutb yog‘dusi Yerning shimoliy va janubiy qutblari yaqinida yer yuzidan 80–1000 km. gacha balandlikda ro‘y beradi *(141-rasm)*. Bunga sabab, Yer sharining ulkan magnitdan iborat ekanligidir. Quyosh nurlarining zaryadlangan, o‘ta kuchli oqimlari sayyoramizga yetib kelganida, qutblarda og‘adi. Demak, Yerning magnit maydoni himoya qobig‘i vazifasini bajaradi.

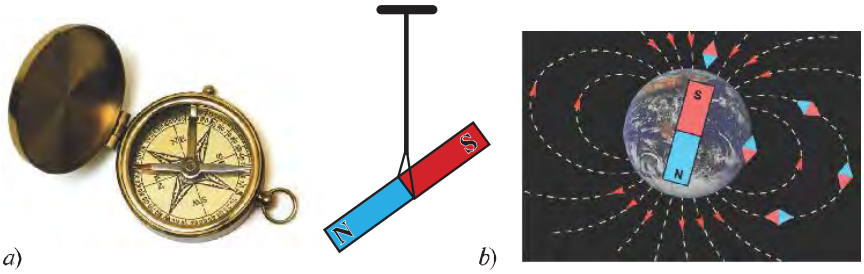


141-rasm. Yerning magnit maydoni va qutb yog‘dusining namoyon bo‘lishi.

Yerning magnit maydoni uning sirtidagi jismlarga qanday ta’sir ko‘rsatadi?

Kompas strelkasi yoki ipga osilgan doimiy magnit janubdan shimolga tomon yo‘nalish bo‘ylab joylashadi *(142-a rasm)*.

Bu yerning magnit kuch chiziqlari shimoliy magnit qutbdan janubiy magnit qutbga tomon yo‘nalganligi, ya’ni yer sharining magnit maydon bilan o‘ralganligi orqali izohlanadi *(142-b rasm)*. Rasmdagi (N dan S ga yo‘nalgan) kuch chiziqlarining ixtiyoriy nuqtasiga qo‘yilgan kompas shu chiziqlar yo‘nalishida burilishini (joylashishini) bildiradi. Demak, kompas bizga «yo‘l ko‘rsatmaydi», u biz turgan joyda nisbatan Yer sharining shimoliy va janubiy geografik qutblarini ko‘rsatadi.



a) *b)*

142-rasm.

Yerning **janubiy magnit qutbi** (S) 75° shimoliy kenglik va 99° g‘arbiy uzunlik yaqinida, Yer sharining shimoliy geografik qutbidan taxminan 2100 km uzoqlikda joylashgan.

Shimoliy magnit qutbi (N) esa Yerning janubiy geografik qutbi yaqinida bo‘lib, 66,5° janubiy kenglik va 140° sharqiy uzunlikda joylashgan.

1. Yerning magnit maydoni haqida nimalarni bilasiz?
2. Nima sababdan kompas strelkasining yo‘nalishi aynan Yerning geografik qutblarini ko‘rsatmaydi?
3. Magnitlar orasiga temir plastinka qo‘yilsa, ular bir-biriga ta’sir ko‘rsatmaydi. Uning sababi nima?
4. Magnitlar orasiga shisha plastinka kiritilganda maydonga ta’sir o‘tkazadimi?
5. Qutb yog‘dusi yerning qaysi joylarida kuzatiladi?

1. Magnit bo‘laklarini olib, ularning bir-biriga va temir buyumlarga ta’sirini o‘rganing.
2. Magnitning o‘rtasi neytral ekanligini ikkita magnit yoki magnit – temir yordamida tekshirib ko‘ring.

52-§ TOKNING MAGNIT MAYDONI

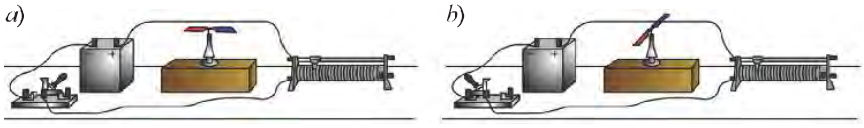
Ersted tajribasi

Magnit maydonning elektr toki bilan bog‘liqligini tajribada birinchi bo‘lib 1820-yilda daniyalik fizik Xans Kristian Ersted aniqlagan.

Ersted tajribasini o‘tkazib ko‘rish uchun *143-rasm*da tasvirlangan zanjirni yig‘amiz. Zanjir tok manbai, reostat, kalit, o‘tkazgich (sim)dan iborat. O‘tkazgich simlaridan biri janubdan shimolga tomon tarang tortilgan bo‘lsin. Magnit strelkasini rasmda ko‘rsatilganidek o‘tkazgich ostiga qo‘yaylik *(143-a rasm)*. Bunda strelkani sim bo‘ylab joylashtiramiz.

Endi kalitni ulab, o‘tkazgichdan tok o‘tkazaylik. Shu zahoti tok o‘tayotgan sim ostidagi magnit strelkasi 90° burchakka burilib, simga perpendikular

a) *b)*



143-rasm

joylashib qoladi *(143-b rasm)*. Demak, tokli o‘tkazgich atrofida magnit maydoni yuzaga keladi va magnit strelkasini buradi.

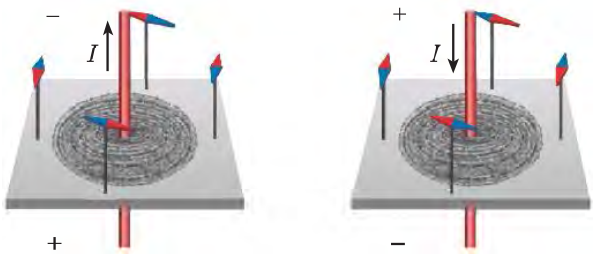
Ersted tajribasi tok o‘tayotgan o‘tkazgich atrofida magnit maydon bor ekanligini ko‘rsatadi.

To‘g‘ri tokning magnit maydoni

O‘tkazgichdan elektr toki o‘tganda uning atrofida magnit maydon mavjudligini quyidagi tajribada ham kuzatish mumkin.

Qalin karton qog‘ozi olib, uning o‘rtasidan teshib to‘g‘ri o‘tkazgichni o‘tkazamiz. Karton ustiga mayda temir kukunlarini sepamiz. O‘tkazgich uchlarini tokka ulab, kartonni yengil silkitamiz. Temir kukunlari tokning magnit maydoni ta’sirida magnitlanib, o‘zini kichik magnit strelkasi kabi tutadi va ular magnit induksiya chiziqlari bo‘ylab joylashadi. Tokli o‘tkazgich atrofida hosil bo‘ladigan magnit maydon kuch chiziqlari doimiy magnitning atrofidagi maydon kuch chiziqlariga o‘xshash bo‘lar ekan.

Tajribani davom ettirib, tok o‘tayotgan sterjen atrofiga mayda magnit strelkalarini qo‘yaylik. Shu zahoti strelkalar magnit kuch chiziqlarining yo‘nalishida tartibli joylashib qoladi *(144-a rasm)*. Sterjendagi tok yo‘nalishi o‘zgartirilsa shu zahoti barcha magnit strelkalari 180° ga buriladi *(144-b rasm)*. Demak, tokning magnit kuch chiziqlari yo‘nalishi o‘tkazgichdagi tokning yo‘nalishiga bog‘liq.



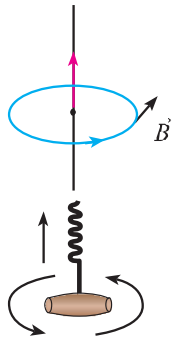
a) *b)*

144-rasm.

To‘g‘ri tok atrofidagi magnit maydonning kuch chiziqlari aylanalardan iborat bo‘lib, uning yo‘nalishini parma qoidasi orqali quyidagicha tushuntirish mumkin *(145-rasm)*.

Agar parmaning ilgarilanma harakati tok yo‘nalishi bilan bir xil bo‘lsa, u holda parma dastasining aylanish yo‘nalishi magnit induksiya chiziqlarining yo‘nalishini ko‘rsatadi.

G‘altakning magnit maydoni



145-rasm.

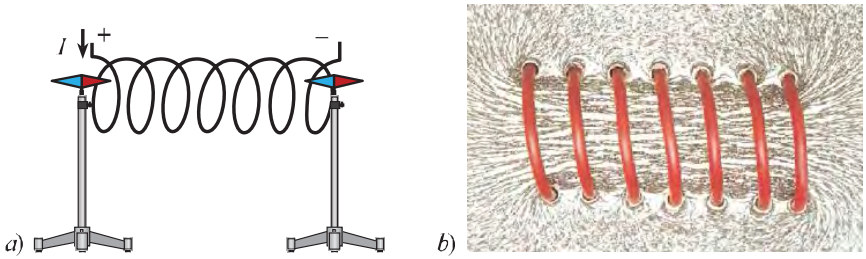
Ersted tomonidan tokli o‘tkazgichning magnit maydoni kashf etilishi elektromagnetizm sohasidagi tadqiqotlarga turtki bo‘ldi. 1820-yilda fransuz fiziklari **Andre Mari Amper** va **Dominik Fransua Arago** o‘tkazgich (g‘altak)dan aylanma holatida tok o‘tkazib, bunda to‘g‘ri tok maydoniga nisbatan kuchli magnit maydoni hosil bo‘lishini aniqladilar.

Simni spiral shaklga keltirib, uning ikki tomoniga ikkita magnit strelkasini yaqinlashtiramiz *(146-a rasm)*.

Simdan tok o‘tkazsak, ikkala strelka ham spiral o‘qi tomon buriladi. Bunda strelkalarning qutblari bir xil yo‘nalishda joylashadi.

Metall simni spiral shaklida organik shisha orqali o‘tkazaylik. Uning ustiga temir kukunlarini sochaylik. Simdan tok o‘tkazilsa, temir kukunlari tokning magnit kuch chiziqlari yo‘nalishida joylashadi *(146-b rasm)*. Temir kukunlari o‘rniga magnit strelkalari joylansa manzara yanada yaqqolroq namoyon bo‘ladi.

Spiral shaklidagi simlar o‘ramini **solenoid** deb yuritiladi.



a) *b*)

146-rasm.

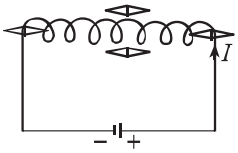
Tok o‘tayotgan g‘altak atrofida magnit maydon mavjud bo‘lib, uning ichidagi magnit kuch chiziqlari o‘zaro parallel bo‘ladi. Tokli g‘altak magnit strelkasi kabi ikkita magnit qutbiga ega.



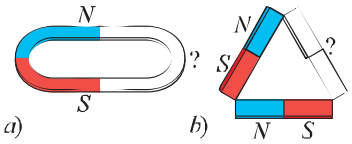
1. Ersted tajribasini tushuntirib bering?
2. To‘g‘ri tokning magnit kuch chiziqlari qanday yo‘nalishga ega?
3. Parma qoidasini aytib bering.
4. G‘altakning magnit kuch chiziqlarining yo‘nalishi qanday?
5. Tokli g‘altakni magnit strelkasiga qiyoslash mumkinmi?

147-rasmda tokli g‘altak tasvirlangan. G‘altakning yaqinida to‘rtta magnit strelkachasi joylashtirilgan. Rasmni daftaringizga chizib oling va unda strelkachalarning qutblarini ko‘rsating.

148-*a*, *b* rasmda keltirilgan magnit zanjiridagi magnit qutblarini aniqlang.



147-rasm.



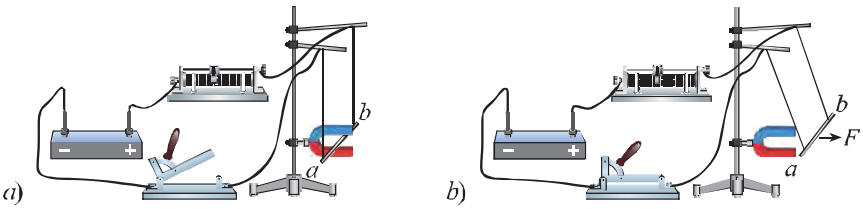
148-rasm.

53-§ MAGNIT MAYDONNING TOKLI O‘TKAZGICHGA TA’SIRI

Amper kuchi

Magnit maydonning tokli o‘tkazgichga ta’sirini 1820-yilda Amper tajribada aniqlagan. Magnit maydon tomonidan o‘tkazgichning to‘g‘ri qismiga ta’sir etuvchi kuch formulasi va Amperning tajribasi bilan tanishib chiqamiz. Taqasimon doimiy magnitni gorizontal holda shtativga mahkamlaymiz. Shtativga osilgan o‘tkazgichni taqasimon magnitning o‘rtasiga joylashtiramiz. Bunda o‘tkazgichning magnit maydonda joylashgan qismining uzunligini Δl deb olamiz *(149-a rasm)*.

Zanjir ulanganda o‘tkazgich harakatga keladi, ya’ni o‘tkazgich magnitga tortiladi *(149-b rasm)*. Agar magnitning qutblari almashtirib o‘rnatilsa, o‘tkazgich magnitdan itariladi. Metall ($\Delta l = a\,b$) qismi F kuch ta’sirida vertikaldan biror burchakka buriladi.



149-rasm.

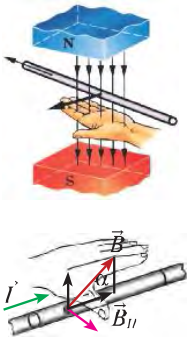
Magnit maydon tomonidan shu maydonda joylashgan tokli o‘tkazgich qismiga ta’sir qiluvchi kuch F, tok kuchi (I), o‘tkazgich uzunligi (Δl) ga hamda magnit induksiyasiga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi.

$$F = B\, I\, \Delta l.$$

Bu ifoda M.A. Amper sharafiga *Amper kuchi* deyiladi.

Bundan magnit induksiya ifodasini yozamiz:

$$B = \frac{F}{I\Delta l}.$$



150-rasm.

Bu ifodaga ko‘ra magnit induksiyaning fizik ma’nosi – bu magnit maydonida perpendikular joylashgan, uzunligi 1 metr va o‘tayotgan tok 1 A bo‘lgan o‘tkazgichga magnit maydon tomonidan ta’sir etayotgan kuchga son qiymati jihatidan teng bo‘lgan kattalik:

$$[B] = \frac{1\text{N}}{1\text{A}\cdot 1\text{m}} = 1\text{T (Tesla)}.$$

Chap qo‘l qoidasi

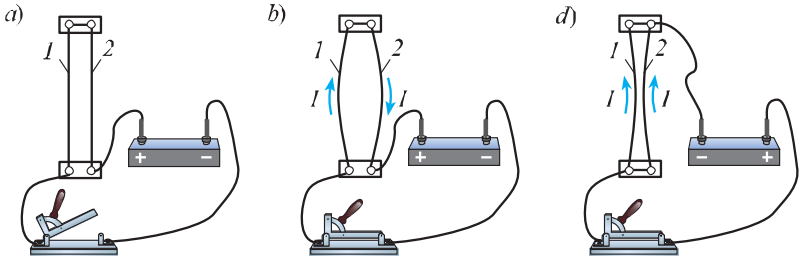
Magnit maydon tomonidan tokli o‘tkazgichga ta’sir etuvchi kuchining yo‘nalishini chap qo‘l qoidasidan foydalanib aniqlash mumkin *(150-rasm)*.

Chap qo‘lning kaftini unga magnit kuchi chiziqlari tik kiradigan qilib tutib, ochilgan to‘rt barmoq tokning yo‘nalishi bo‘yicha tutib turilsa, 90°ga kerilgan bosh barmoq o‘tkazgichga ta’sir etuvchi kuchning yo‘nalishini ko‘rsatadi.

Tokli o‘tkazgichlarning o‘zaro ta’sir kuchi

Tokli o‘tkazgichlar ham xuddi doimiy magnitlardek o‘zaro ta’sirlashadi. Bunga quyidagi parallel toklarning o‘zaro ta’sirini kuzatish orqali ishonch hosil qilish mumkin. Ikkita elastik o‘tkazgich olib, ularni vertikal holatda tayanchga mahkamlaymiz *(151-a rasm)*.

Agar o‘tkazgichlarning yuqori qismini sim orqali ulab, kalitni ulasak o‘tkazgichlardan qarama-qarshi yo‘nalishda tok oqadi *(151-b rasm)*. Natijada o‘tkazgichlar bir-biridan itarilib, orasidagi masofa uzoqlashadi. Agar o‘tkazgichlarni parallel ulasak, ya’ni ulardan bir xil yo‘nalishda tok o‘tganda, o‘tkazgichlar bir-biriga tortiladi *(151-d rasm)*.



151-rasm.

Qarama-qarshi yo‘nalishda toklar o‘tayotgan o‘tkazgichlar o‘zaro itarishadi, bir xil yo‘nalishda toklar o‘tayotgan o‘tkazgichlar o‘zaro tortishadi.

Tajribalar asosida chiqarilgan bu xulosa A.M.Amperga tegishli bo‘lib, tok kuchining birligi quyidagicha ta’riflanadi: **tok kuchining birligi amper qilib shunday tok kuchi qabul qilinadiki, bu tok ta’sirida uzunligi 1 m bo‘lgan parallel o‘tkazgichlar o‘zaro $2 \cdot 10^{-7}$ N kuch bilan ta’sirlashadi.**

1. Amper kuchining yo‘nalishi qanday aniqlanadi?
2. Parallel tokli o‘tkazgichlar orasida hosil bo‘ladigan o‘zaro ta’sir kuchining yo‘nalishi qanday aniqlanadi?
2. Tok kuchining birligi *amperni* ta’riflang?
4. Simyog‘och (stolba)larga o‘rnatilgan parallel elektr uzatuvchi simlarning bir-biriga yaqinlashishi yoki uzoqlashib ketishini kuzatmaymiz. Buning sababi nima?

54-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Induksiyasi 0,5 T bo‘lgan magnit maydon chiziqlariga tik joylashgan 20 cm uzunlikdagi o‘tkazgichga maydonning ta’sir kuchi 0,03 N ga teng. O‘tkazgichdan o‘tayotgan tok kuchi qanday bo‘ladi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$B=0{,}5$ T $l=20$ cm $=0{,}2$ m $F=0{,}03$ N.	$F=BIl;\quad I=\dfrac{F}{Bl}$ $[I]=\dfrac{\text{N}}{\text{T}\cdot\text{m}}=\text{A}.$	$I=\dfrac{0{,}03}{0{,}5\cdot 0{,}2}\,\text{A}=0{,}3\,\text{A}.$
Topish kerak: $I=?$		*Javob:* $I=0{,}3$ A.

2-masala. 0,4 m uzunlikdagi o‘tkazgich induksiyasi 25 mT bo‘lgan magnit maydonning induksiya chiziqlariga tik joylashgan. Agar o‘tkazgichga magnit maydon tomonidan 120 mN kuch ta’sir qilayotgan bo‘lsa, uning kesim yuzasidan har minutda qanday miqdordagi zaryad oqib o‘tadi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$l = 0{,}4$ m $B = 25$ mT $= 25 \cdot 10^{-3}$ T $F - 120$ mN $- 120 \cdot 10^{3}$ N $t = 1$ minut $= 60$ s. *Topish kerak:* $q = ?$	$F = I\,B\,l = \frac{q\,B\,l}{t}$; $q = \frac{F\,t}{B\,l}$; $[q] = \frac{\text{N}\cdot\text{s}}{\frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}\cdot\text{m}} =$ $= \text{A}\cdot\text{s} = \text{C}.$	$q = \frac{120 \cdot 10^{3} \cdot 60}{25 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}4}\,\text{C} = 720\,\text{C}.$ *Javob:* $q = 720$ C.

25-mashq

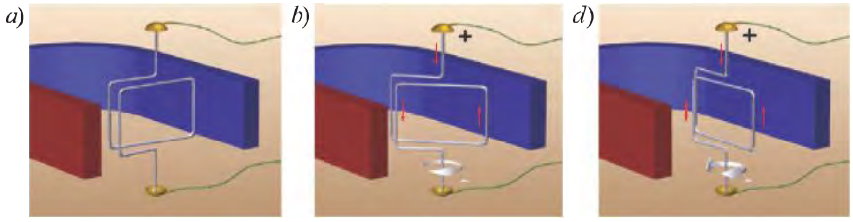
1. Uzunligi 50 cm bo‘lgan o‘tkazgich magnit induksiyasi 1,2 T bo‘lgan magnit maydonga joylashtirilgan. Magnit maydon induksiyasiga tik joylashgan o‘tkazgichdan 2 A tok o‘tganda unga magnit maydon tomonidan qanday kuch ta’sir qiladi?
2. Induksiyasi 0,4 T bo‘lgan magnit maydon chiziqlariga tik qilib joylashtirilgan 15 cm uzunlikdagi o‘tkazgichga 60 mN kuch ta’sir qiladi. O‘tkazgichdan o‘tayotgan tok kuchi qanday bo‘ladi?
3. Uzunligi 25 cm bo‘lgan va 5 A tok o‘tayotgan o‘tkazgichga magnit maydon tomonidan 2,5 mN kuch ta’sir qilgan. O‘tkazgich joylashgan magnit maydonning induksiyasini aniqlang.
4. Induksiyasi 0,4 T bo‘lgan magnit maydoni chiziqlariga tik joylashgan 5 cm uzunlikdagi o‘tkazgichga maydonning ta’sir kuchi 2 mN ga teng. O‘tkazgichdagi tok kuchi qanday bo‘lgan?
5. Bir jinsli magnit maydonda joylashgan uzunligi 40 cm bo‘lgan to‘g‘ri o‘tkazgichdan 8 A tok o‘tkazilsa, maydon tomonidan qanday kuch ta’sir qiladi. Maydon induksiyasi 0,5 T ga teng.

6*. 0,8 m uzunlikdagi o‘tkazgich induksiyasi 2 mT bo‘lgan magnit maydonning induksiya chiziqlariga tik joylashgan. O‘tkazgich ko‘ndalang kesim yuzasidan har 3 minutda 720 C zaryad oqib o‘tmoqda. Magnit maydon tomonidan o‘tkazgichga qanday kuch ta’sir qiladi?

55-§ BIR JINSLI MAGNIT MAYDONDA TOKLI RAMKANING AYLANMA HARAKATI

Agar magnit maydonga tokli ramka kiritilsa, uning biror burchakka burilishini ko‘rishimiz mumkin. Xo‘sh, ramka nima uchun aylanadi?

Taqasimon magnit orasiga to‘g‘ri o‘tkazgich o‘rniga egiluvchan simdan yasalgan ramka kiritamiz (*152-a rasm*). O‘tkazgich uchlarini tok manbaiga ulangan metall «kosacha» ga aylana oladigan qilib kiydirib qo‘yamiz. Yasalgan ramkani 152-*b* rasmda ko‘rsatilgandek, magnit asosi tekisligida joylashtiramiz. Tok manbai ulanganda ramka («*b*» holat) aylana boshlaydi va dastlabki holatidan 90° burchakka buriladi («*d*» holat).

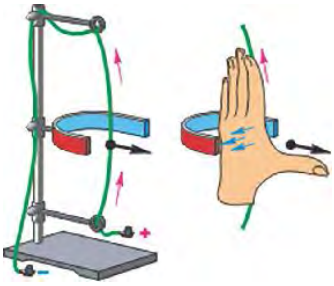


152-rasm.

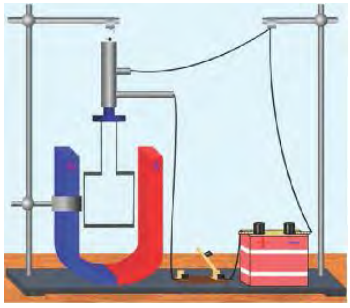
Agar ramkaning «*d*» holatiga kelish momentida tok uzilsa, ramka harakatini davom ettiradi va yana «*a*» holatni egallaydi. Endi yana tok manbaini ulasak, ramka oldingi kabi aylana boshlaydi. «*b*» holatdan o‘tib «*d*» holatga kelganida yana ramkani tokdan uzsak, u «*a*» holatini egallaydi. Demak, ramkaga kelayotgan tokni «*a*» ga kelgan momentda qo‘shib, «*b*» ga kelganida uzadigan qilib boshqarsak, ramkani to‘xtovsiz aylantirish mumkin ekan. Bu elektr dvigatelining modeli hisoblanadi.

Rasmdagi «*b*» holatda ramkaning chap tomonidagi tok pastga oqadi (bu qismi magnit «chuquri» tomonga siljiydi), o‘ng qismidagi tok esa, yuqoriga oqadi (bu qismi tashqariga siljiydi). Agar magnitning qutbi o‘zgartirilsa, tokning qismlardagi yo‘nalishi o‘zgaradi va ramka teskari yo‘nalishda buriladi.

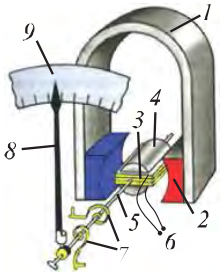
Ramkadan qarama-qarshi tok o‘tganligi sababli, chap qo‘l qoidasiga ko‘ra, **magnit maydonda joylashgan tokli ramkaga juft kuchlar ta’sir qiladi.** Tokli o‘tkazgichga magnit maydon tomonidan ta’sir qiluvchi kuch yo‘nalishi 153-rasmda keltirilgan.



153-rasm.



154-rasm.



155-rasm.

Elektr o‘lchov asboblarining tuzilishi va ishlash prinsipi

154-rasmda tasvirlangan zanjirni va qurilmani yig‘ib, tokli ramkani magnit maydonga joylashtiraylik. Elektr zanjir ulansa, ramka buriladi va magnit kuch chiziqlariga perpendikular turib qoladi.

Agar tokning yo‘nalishi o‘zgartirilsa, ramka 180° ga buriladi. Magnit maydonda tokli ramkaning burilishi xossasidan elektr o‘lchov asboblarida foydalaniladi.

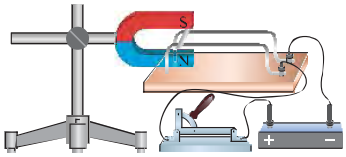
155-rasmda eng oddiy ampermetrning tuzilishi tasvirlangan. Bunda (*1*) magnitda (*2*) qutb uchliklari mahkamlangan. Harakatlanuvchi qism – ramka (*3*) aluminiy karkasdan iborat, unga ingichka mis sim o‘ralgan. Ramka qo‘zg‘almas o‘zak (*4*) atrofida erkin aylana oladi. Ramka o‘q (*5*) ga biriktirilgan. Chulg‘am simlarning uchlari (*6*) zanjirga ulanadi. Ramkaning o‘z holicha aylanishiga spiral prujina (*7*) qarshilik qiladi va zanjirda tok yo‘qolganida strelkani muvozanat holatiga qaytaradi.

Ramka chulg‘amlaridan tok o‘tganda, magnit maydon ta’sirida ramka magnit qutblariga perpendikular holatga o‘tishga harakat qiladi. Zanjirdagi tok qancha katta bo‘lsa, o‘qqa mahkamlangan strelka (*8*) shuncha katta burchakka buriladi. Strelka darajalangan shkala (*9*) da tok kuchining tegishli qiymatini ko‘rsatadi. Zanjirdagi tok uzilganda spiral ta’sirida ramka dastlabki holatiga, strelka esa «0» qiymatga qaytadi. Voltmetrning ishlash prinsipi ham ampermetrga o‘xshashdir.

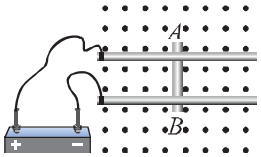
1. Chap qo‘l qoidasini izohlang.
2. Eng oddiy ampermetr qanday tuzilishga ega?
3. Eng oddiy ampermetrning ishlash prinsipini aytib bering.

1. 156-rasmda tasvirlangan zanjir ulansa, yengil aluminiy naycha qaysi tomonga qarab g‘ildiraydi? Javobingizni asoslang.

2. Tok manbai qutblariga ulangan ikkita izolatsiyalangan yoki izolatsiyalanmagan o‘tkazgich ustida AB yengil aluminiy naycha turibdi *(157-rasm)*. Agar kuch chiziqlari kitob varag‘iga perpendikulyar ravishda pastdan yuqoriga yo‘nalgan magnit maydon qo‘yilsa, naycha qaysi tomonga g‘ildiraydi?



156-rasm.



157-rasm.

56-§ MAGNIT MAYDONDA ZARYADLI ZARRANING HARAKATI

Lorens kuchi

Magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadli zarraga shu maydon tomonidan ta’sir etuvchi kuch golland fizigi **Xendrika Antona Lorens** (1853–1928) sharafiga uning nomi bilan ataladi.

Harakatlanayotgan zaryadli zarraga magnit maydoni tomonidan ta’sir etadigan kuch *Lorens kuchi* deb ataladi.

Magnit maydon kuch chiziqlariga tik ravishda harakatlanayotgan har bir zaryadli zarraga magnit maydon tomonidan ta’sir etadigan Lorens kuchi quyidagi ifoda asosida aniqlanadi:

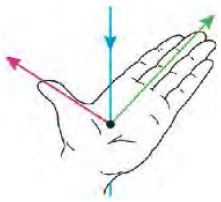
$$F_L = q\,\upsilon\,B.$$

Bir jinsli magnit maydonida harakatlanayotgan zaryadli zarraga ta’sir etuvchi kuch zarraning zaryadiga, uning harakat tezligi υ ga, magnit maydon induksiya vektori $\vec{B}$ ga ko‘paytmasiga teng bo‘ladi.

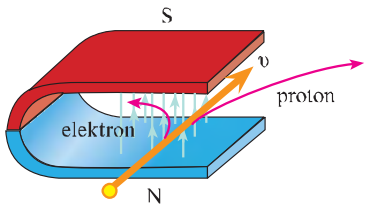
Lorens kuchining yo‘nalishi ham Amper kuchi kabi chap qo‘l qoidasi yordamida aniqlanadi *(158-rasm)*.

Agar chap qo‘lning kaftiga magnit induksiya vektorini tik tushadigan va ko‘rsatkich barmoqlar yo‘nalishi musbat zaryadning yo‘nalishi bilan bir xil bo‘lsa, u holda 90° ga kerilgan bosh barmoq *Lorens kuchining* yo‘nalishini ko‘rsatadi.

Magnit maydonga uchib kirayotgan protonga ta’sir qilayotgan Lorens kuchi, chap qo‘l qoidasiga ko‘ra, o‘ng tomonga yo‘nalgan bo‘ladi *(159-rasm).* Chizmada magnit induksiya chiziqlari tepaga (N dan S ga) yo‘nalgan. Maydondagi elektronning harakatini aniqlashda, to‘rtta barmog‘imizni tok yo‘nalishiga qarama-qarshi holatda joylaymiz. Bundan elektronga ta’sir qiluvchi Lorens kuchi chap tomonga yo‘nalgan bo‘ladi. Agar zaryadli zarra magnit induksiya chiziqlari bo‘ylab harakatlansa, unga magnit maydon tomonidan kuch ta’sir qilmaydi.



158-rasm.



159-rasm.

Masala yechish namunasi

Magnit maydon induksiya chiziqlariga tik yo‘nalishda $2 \cdot 10^7$ m/s tezlik bilan harakatlanayotgan elektron maydonga uchib kirdi. Agar magnit maydon induksiyasi 0,8 T bo‘lsa, elektronga magnit maydon tomonidan qanday kuch ta’sir qiladi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$\upsilon = 2 \cdot 10^7$ m/s $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C $B = 0{,}8$ T.	$F = e\,\upsilon\,B$; $[F] = \mathrm{C} \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A} \cdot \mathrm{m}} = \mathrm{C} \cdot \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}} = \mathrm{N}$.	$F = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^7 \cdot 0{,}8$ N = $= 2{,}56 \cdot 10^{-12}$ N $= 2{,}56$ pN.
Topish kerak: F = ?		*Javob:* $F = 2{,}56$ pN.



1. Lorens kuchining yo‘nalishini chap qo‘l qoidasi asosida tushuntiring.
2. Zaryadlangan zarrani aylana bo‘ylab tekis harakatlantiruvchi kuchni izohlang.
3. Zaryadli zarra magnit maydonga qanday yo‘nalishda kirganda unga Lorens kuchi ta’sir qilmaydi?

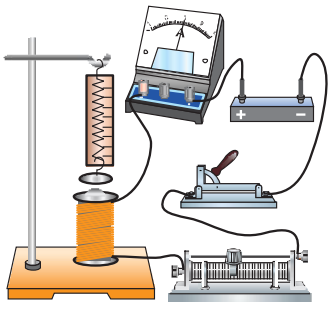
57-§ ELEKTROMAGNITLAR. ELEKTROMAGNIT RELE

Elektromagnit va uning magnit maydoni

Elektromagnit qurilma 1825-yilda ingliz artilleriyachisi Vilyam Sterjen tomonidan kashf etilgan. U yaratgan elektromagnitning g‘altagi faqat bir qatlamli simdan iborat edi. 1828-yilda amerikalik fizik **Jozef Genri** (1797–1878) temir o‘zak ustiga izolatsiyalangan simni ko‘p qatlam qilib o‘rab, katta kuchga ega bo‘lgan elektromagnitni yaratdi.

Temir o‘zakka bir necha qavat qilib izolatsiyalangan o‘tkazgich (sim) o‘rab hosil qilingan g‘altak elektromagnit deb ataladi.

Elektromagnitning ta’sir kuchi qanday kattaliklarga bog‘liqligini 160-rasmda keltirilgan qurilma orqali aniqlash mumkin. Bunda zanjirga ulangan elektromagnit uchiga yaqin qilib yakor deb ataluvchi temir plastina dinamometr orqali osilgan. Ushbu qurilma orqali o‘tkazilgan tajribalar asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:



160-rasm.

Birinchi tajribada, g‘altakdan o‘tayotgan tok kuchi orttirilganda, yakorning tortishish kuchining ortishiga ishonch hosil qilindi. Demak, elektromagnitning tortishish kuchi undan o‘tayotgan tok kuchiga to‘g‘ri proporsionaldir.

Ikkinchi holda, g‘altakdagi simlarning o‘ramlar soni kamaytirilganda, yakorning elektromagnitga tortishish kuchining kamayishi kuzatildi. Demak, elektromagnitning tortishish kuchi g‘altakning o‘ramlar soniga to‘g‘ri proporsionaldir.

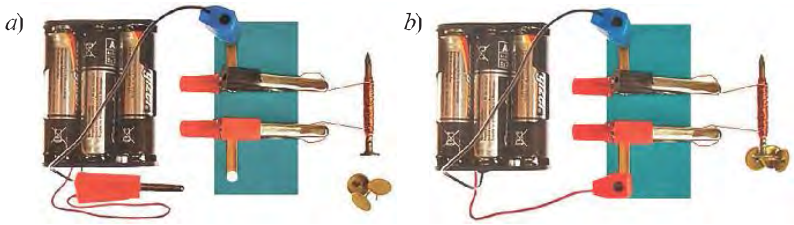
O‘tkazilgan uchinchi tajribada, elektromagnitni g‘altakdagi o‘ramlar soni va o‘tayotgan tok bir xil, lekin uzunligi 2 marta qisqa bo‘lgan boshqa elektromagnit bilan almashtirdi. Bunda yakorning elektromagnitga tortilish kuchi 4 marta ortdi. Demak, elektromagnitning tortishish kuchi g‘altakning uzunligi kvadratiga teskari proporsional bo‘lar ekan.

Elektromagnitning yasalishi va qo‘llanilishi

Keling, oddiy elektromagnitni o‘z qo‘limiz bilan yasab ko‘ramiz. Buning uchun mixga rangli plastinka yopishtiramiz va ingichka loklangan simni 100–

150 ta o‘ram qilib mixga o‘raymiz. Simning uchlaridan 15–20 cm qoldirib, uchlarini lokdan tozalaymiz.

Endi 3 ta 1,5 V elementlarni ketma-ket ulaymiz va 161-rasmda berilganidek sxemani yig‘amiz *(161-a rasm)*.



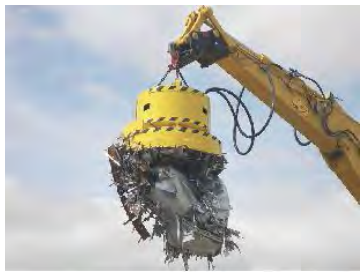
161-rasm.

Zanjirni ulashdan oldin, mixni metall bo‘laklari (knopka, skrepka...) ga yaqinlashtirib, uni tortmayotganiga ishonch hosil qilamiz. Zanjirni ulaymiz. Endi mixni knopkaga yaqinlashtirsak, tokli g‘altak ichidagi temir o‘zak magnitga aylanganligiga guvoh bo‘lamiz (*161-b rasm*).

Bu hodisadan texnikaning ko‘p sohalarida, jumladan, transport, telegraf, radio, televideniye, elektrotexnika va boshqa sohalarda keng qo‘llaniladi.

Masalan, temir parchalarni yuklashda katta quvvatli elektromagnitlar qo‘l keladi (162-rasm). Bunday ko‘tarma kranning qulayligi shundaki, tashilayotgan yuk biror tayanchga ortilmaydi va mahkamlanmaydi. Elektromagnit kran tashish kerak bo‘lgan yukka yaqinlashtiriladi va chulg‘ami tokka ulanadi. Shu zahoti yuk kranga yopishib ko‘tariladi va kran uni boshqa joyga olib borib qo‘yadi. Tok uzilishi bilan kran yukdan ajraladi.

Elektromagnitlarning texnika sohasida keng qo‘llanilishi elektromagnit rele sifatida namoyon bo‘ladi.

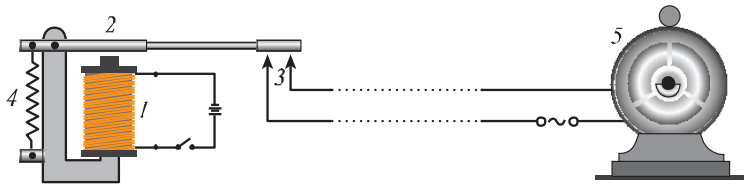



162-rasm.

Relening tuzilishi va ishlash prinsipi

163-rasmda eng sodda rele[1] sxemasi tasvirlangan. Relening asosiy qismi elektromagnit (*1*) dan iborat. Kalit ulanib, elektromagnit chulg'amidan tok o'tganida elektromagnit o'zagi magnitlanadi va yakor (*2*) ni o'ziga tortadi. Bu bilan yakor ishchi zanjirli kontakt (*3*) ni ulaydi.

Ishchi zanjiriga turli elektr iste'molchilar – elektr dvigatellar, elektr lampalar va boshqa elektr asboblari ulanishi mumkin. Rele zanjiri uzilganda prujina (*4*) yakor (*2*) ni yuqoriga tortadi va ishchi zanjir uziladi. Ishchi zanjirga dvigatel (*5*) ulangan.



163-rasm.

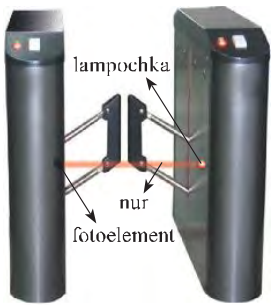
Elektromagnit rele yakori (*2*) ning tortilishi uchun elektromagnitli zanjirga kichik kuchlanishli, masalan, 1,5–4,5 V kuchlanishli manba ulanadi. Bunda yakorning elektromagnitga tortilishi uchun chulg'amdan kuchsiz tok o'tkazilishi kifoya. Ishchi zanjiri esa katta kuchlanishli, masalan, 220 5000 V kuchlanishli elektr tarmoqqa ulangan bo'lib, undan katta tok o'tadi. Rele kichik kuchlanishli zanjir yordamida katta kuchlanishli zanjirlarni ulab-uzishga imkon beradi.

Elektromagnit relening qo'llanilishiga misollar

Elektromagnit rele texnikaning barcha sohalarida, ayniqsa, avtomatika sohasida keng qo'llaniladi.

Metroga kirishdagi o'tish joyida fotoelementli elektromagnit rele qo'llaniladi. Agar o'tish joyidan jeton tashlamasdan o'tmoqchi bo'lsangiz, ikki chekkadan to'siqlar chiqadi va yo'lingizni to'sib qo'yadi.

Agar e'tibor bergan bo'lsangiz, o'tish joyining bir tomonidagi darchadan nur dastasi chiqib, ikkinchi tomondagi darcha ichiga tushib turadi *(164-rasm)*. Yorug'lik nuri fotoelementga tushib turganida unda uzluksiz tok hosil bo'lib turadi va relening yakori elektromagnitga tortilgan holatda bo'ladi.



164-rasm.

[1] *«Rele»* so'zi fransuzcha bo'lib, «almashtirib qo'shish» degan ma'noni bildiradi.

Yakorning bu holatda tortilib turishi ishchi zanjirni uzuq holatda ushlab turadi.

Agar ikki darcha orasidan odam o‘tsa, nur dastasi to‘siladi va shu zahoti fotoelementda tok hosil bo‘lishi to‘xtaydi. Darhol yakor elektromagnitdan uzoqlashadi va ishchi zanjir ulanadi. Ishchi zanjirga maxsus mexanizmlar o‘rnatilgan bo‘lib, undan tok o‘tishi bilan o‘tish joyidagi to‘siqlarni harakatga keltiradi va ular yo‘lni to‘sib qo‘yadi.

Odam o‘tish joyidan orqaga qaytishi bilan darchalardan nur dastasi fotoelementga tushib, yana yakor elektromagnitga tortiladi va ishchi zanjirni uzadi. Shu zahoti to‘siqlar o‘z joyiga qaytadi va yo‘l ochiladi.

Agar o‘tish joyiga o‘rnatilgan maxsus teshikka jetonni tashlasangiz, u shu zahoti ishchi zanjirini boshqa bir joyidan uzadi. Bu holatda darchalar orasidagi nur dastasini kesib o‘tsangiz ham to‘siqlar harakatga kelmaydi va yo‘lingiz to‘silmaydi.



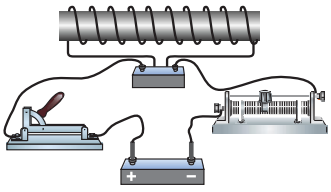
1. Elektromagnitning tortishish kuchi undan o‘tayotgan tok kuchiga qanday bog‘liq? Bunday bog‘liqlikni tajribada qanday ko‘rsatish mumkin?
2. Elektromagnitning tortishish kuchi formulasi qanday ifodalanadi?
3. Elektromagnitning qo‘llanilishi haqida nimalarni bilasiz?
4. Elektromagnit relening tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
5. Metroga o‘tish joyida qo‘llaniladigan relening vazifasi nimadan iborat?

26-mashq

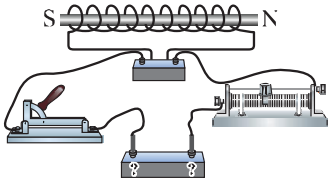
1. Ichida temir o‘zagi bo‘lgan g‘altak orqali 165-rasmda ko‘rsatilgan yo‘nalishda tok o‘tkaziladi. Bunda hosil bo‘lgan elektromagnitning qutblarini aniqlang.

Bu elektromagnitning qutblari vaziyatini qanday o‘zgartirish mumkin?

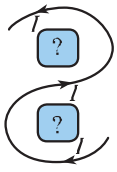
2. 166-rasmda g‘altakdan tok o‘tayotganda hosil bo‘lgan elektromagnit qutblari ko‘rsatilgan. G‘altakdagi tokning yo‘nalishini va tok manbaining qutblarini aniqlang.



165-rasm.



166-rasm.



167-rasm.

3. Taqasimon elektromagnit chulg'amining o'ramlaridagi tokning yo'nalishi 167-rasmda strelkalar bilan ko'rsatilgan. Elektromagnitning qutblarini aniqlang.

4. Bir tomonga yo'nalgan parallel toklar bir-birini tortishini, qarama-qarshi tomonga yo'nalgan parallel toklar esa bir-biridan itarilishini parma qoidasi va chap qo'l qoidasidan foydalanib ko'rsating.

5–6 cm uzunlikdagi temir sterjen oling. Unga izolatsiyalangan simni o'rang. O'ramlar soni 10–20 ta bo'lsin. Sim uchlarini galvanik elementga ulang. Tayyorlangan eng sodda elektromagnitga turli yengil temir buyumlarni yaqinlashtiring. Eng oddiy elektromagnitni yig'ish va ishlashi haqidagi xulosalaringizni daftaringizga yozing.

58-§

Laboratoriya ishi. ENG ODDIY ELEKTROMAGNITNI YIG'ISH VA UNING ISHLASHINI O'RGANISH

Ishning maqsadi: eng oddiy elektromagnit qurilmasini yig'ish va uning ishlashini sinab ko'rish.

Kerakli jihozlar: tok manbai, reostat, kalit, ulovchi simlar, kompas, g'altak, temir o'zak.

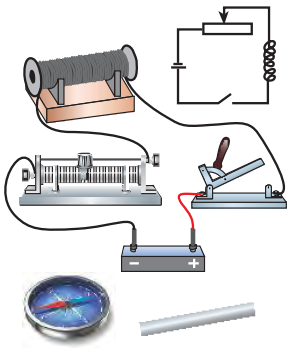
Ishni bajarish tartibi

1. Tok manbai, reostat, g'altak va kalitdan iborat elektr zanjir yig'ing *(168-rasm)*.

2. Yig'ilgan elektr zanjirning sxemasini chizing.

3. Zanjirni ulab, kompas yordamida g'altak qutblarini aniqlang.

4. Kompasni g'altakning o'qi bo'ylab magnit maydon ta'siri keskin kamayguncha undan uzoqlashtiring.



168-rasm.

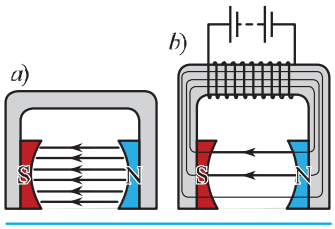
4. G'altakning ichiga temir o'zak qo'yib, elektromagnitning kompas strelkasiga ko'rsatayotgan ta'sirini kuzating va xulosa chiqaring. Xulosalaringizni daftaringizga yozing.

1. Eng oddiy elektr zanjir qanday elementlardan iborat?
2. Eng oddiy elektromagnit qanday yig'iladi?
3. Yig'ilgan elektromagnit kuch chiziqlari qanday yo'nalgan bo'ladi?

59-§ O‘ZGARMAS TOK ELEKTR DVIGATELI

Elektr dvigatelning tuzilishi

O‘zgarmas tok elektr dvigateli ikki asosiy qism – stator va rotordan iborat qurilma bo‘lib, o‘zgarmas tok elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi.



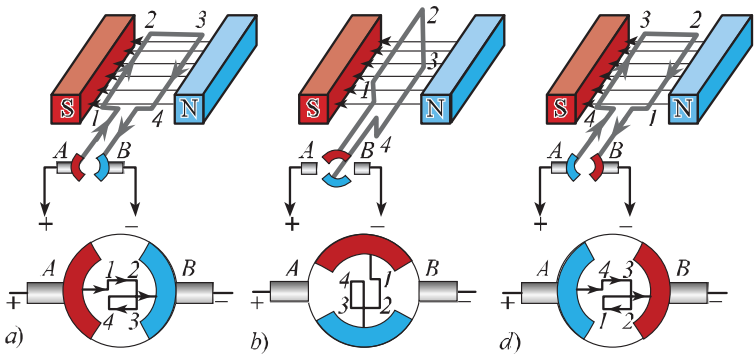
169-rasm.

«Stator» lotinchadan olingan so‘z bo‘lib, *«qo‘zg‘almas»* degan ma’noni bildiradi. Stator doimiy magnitdan *(169-a rasm)* yoki elektromagnitdan *(169-b rasm)* iborat. Stator dvigatel korpusiga mahkamlangan bo‘ladi.

«Rotor» lotinchadan olingan so‘z bo‘lib, *«aylantirmoq»* degan ma’noni anglatadi. Rotor dvigatelning aylanuvchi qismlarini tashkil etadi. Rotorning asosiy qismi bir yoki bir nechta g‘altakli ramkadan va kollektordan iborat. Ramka chulg‘amidagi simlarning uchlari kollektor halqalariga ulangan. Kollektor ramka bilan birgalikda aylanadi. Kollektor halqalari tashqarisiga qo‘zg‘almas qilib ikkita ko‘mir cho‘tka mahkamlangan. Ular maxsus prujinalar yordamida kollektor halqalariga zich qilib siqib qo‘yiladi. Zanjirdagi elektr toki shu cho‘tkalar orqali kollektor halqalariga o‘tadi.

Elektr dvigatelning ishlash prinsipi

Qulaylik uchun bitta ramkali rotordan iborat bo‘lgan eng oddiy dvigatelning ishlash prinsipini ko‘rib chiqaylik (*170-rasm*). Dvigatelning kollektori ikkita yarimhalqadan iborat bo‘lib, ularga *A* va *B* cho‘tkalar taqalib turadi. Ularga tok manbaining ikki qutbidan keluvchi simlar ulangan.Tok manbaidan kelayotgan tok cho‘tka, kollektor hamda ramkadan *A-1-2-3-4-B* yo‘nalishda o‘tadi (*170-a rasm*). Magnit maydon ta’sirida ramka magnit kuch chiziqlariga perpendikular joylashishga harakat qiladi. Bunda *A* va *B* cho‘tkalar kollektor halqalariga tegmay qoladi va ramkadan tok o‘tmaydi *(170-b rasm)*. Lekin ramka o‘z inersiyasi bilan aylanishni davom ettirib, magnit kuch chiziqlariga parallel joylashib oladi *(170-d rasm)*. Bunda cho‘tkalar kollektor halqalariga tegib qoladi va ramkadan *A-4-3-2-1-B* yo‘nalishda tok o‘tadi. Magnit maydon ta’sirida ramka yana perpendikular holatga kelib qolishga harakat qiladi. Shu tariqa jarayon davom etib, ramka uzluksiz aylanadi.

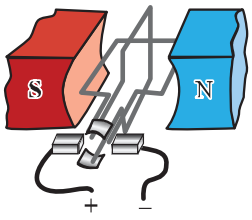


170-rasm.

Magnit maydon ta'sirida aylanma harakatga keltirilgan tokli ramkaning harakati rotor o'qi orqali boshqa mexanizmlarga maxsus tarzda uzatiladi.

Amalda bitta ramkali rotordan iborat bo'lgan dvigatellar qo'llanilmaydi. Chunki, ularda ramkaning aylanishi bir tekis bo'lmaydi va ramkaning rotor o'qini aylantirishga kuchi yetmaydi. Ramka magnit kuch chiziqlariga perpendikular vaziyatdan parallel vaziyatga kelguncha sekin va kuchsiz aylanma harakatda bo'ladi.

171-rasmda ikkita ramkali elektrodvigatelning tuzilishi tasvirlangan. Bunda ramkalar bir-biriga perpendikular qilib bitta o'qqa mahkamlanadi.

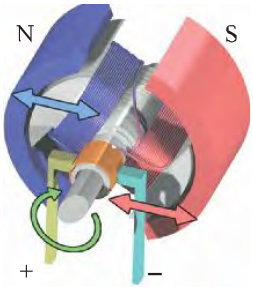


171-rasm.

Kollektorning qoplamalari ikkita emas, balki to'rtta bo'ladi.

Ikkita ramkali rotorda magnit kuch chiziqlariga parallel joylashgan birinchi ramkadan tok o'tganda magnit maydon ta'sirida u perpendikular vaziyatda bo'lishga harakat qiladi. Birinchi ramka perpendikular vaziyatda bo'lganda parallel vaziyatdagi ikkinchi ramkadan tok o'tadi va u perpendikular vaziyatga kelishga harakat qiladi. Shu tariqa ramkalar rotorni bir tekisda aylantiradi.

Dvigatelning quvvatini oshirish uchun texnikada qo'llaniladigan dvigatel rotori ko'p ramkali bo'lib, ramka chulg'amlari temir silindr ariqchalariga joylashtiriladi. Bunda temir silindr o'zak vazifasini o'taydi. 172-rasmda 6 ta ramkali va temir o'zakli rotor va statorning ko'ndalang kesimi tasvirlangan.



172-rasm.



173-rasm.







174-rasm.

173-rasmda keng qo‘llaniladigan katta quvvatli elektr dvigatel ko‘rsatilgan.

Elektr dvigatellarning qo‘llanilishi

Elektr dvigatellarning issiqlik dvigatellariga nisbatan afzal tomonlari ko‘p. Birinchidan, elektr dvigatellari issiqlik dvigatellariga qaraganda ixcham va foydalanish uchun qulaydir, ularni istalgan qulay joyga o‘rnatish mumkin. Ikkinchidan, ishlaganda gaz, tutun va bug‘ chiqarmaydi. Uchinchidan, ular uchun yoqilg‘i va suvning keragi yo‘q. To‘rtinchidan, elektr dvigatellarning foydali ish koeffitsiyenti 80 % dan ortiqdir, issiqlik dvigatellariniki esa 20 % dan ortmaydi.

Elektr dvigatellarning afzalliklari: ixcham va foydalanishga qulay, havoni ifloslantirmaydi, moddiy mahsulot talab qilmaydi, foydali ish koeffitsiyenti yuqori.

Elektr dvigatellar istalgan quvvatga mo‘ljallab ishlab chiqariladi. Masalan, elektr ustaralarda dvigatel quvvati bir necha vattli bo‘lsa, elektrovoz, kemalarning elektr dvigatellari bir necha megavattli bo‘ladi.

Turli maishiy elektr asboblari fen, drel, charx (*174-rasm*), magnitofon, ventilator, muzlatgich, tikuv va kir yuvish mashinalariga elektr dvigatellar o‘rnatilgan bo‘ladi. Korxonalarda elektr dvigatellari turli dastgoh va mashinalarni harakatga keltiradi. Qishloq xo‘jaligida elektr dvigatellaridan nasoslarni, g‘alla yanchadigan mashinalarni, elevatorlarni yurgizish uchun foydalaniladi.

Transportda elektr dvigatellari tramvay, trolleybus, metro poyezdlari va elektrovozlarni harakatga keltiradi.

Elektr dvigatellarning turli sohalarda keng qo‘llanilishi inson mehnatini osonlashtirdi, faoliyatida qulaylik yaratdi.



1. O‘zgarmas tok elektr dvigatelida qaysi turdagi energiya qanday turdagi energiyaga aylanadi?
2. Elektr dvigatelning tuzilishini tushuntirib bering.
3. Elektr dvigatelning ishlash prinsipini aytib bering.
4. Elektr dvigatel qanday afzalliklarga ega?
5. Elektr dvigatelning qo‘llanilishi haqida nimalarni bilasiz?



Elektr dvigatel bilan ishlaydigan elektr asboblarning (masalan, elektr ustara, ventilator, magnitofon, tikuv yoki kir yuvish mashinasi) elektr dvigatelini ko‘zdan kechiring va fikr-mulohazalaringizni daftaringizga yozing.

60-§ MASALALAR YECHISH

1-masala. Induksiyasi 0,6 T bo‘lgan magnit maydonda induksiya chiziqlariga tik ravishda $2 \cdot 10^7$ m/s tezlik bilan harakatlanayotgan protonga qanday kuch ta’sir qiladi?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$B = 0{,}6$ T $\upsilon = 2 \cdot 10^7$ m/s $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.	$F = q\,\upsilon\,B$; $[F] = \mathrm{C} \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \mathrm{T} =$ $= \mathrm{C} \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A} \cdot \mathrm{m}} = \mathrm{N}.$	$F = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^7 \cdot 0{,}6$ N $=$ $= 1{,}92 \cdot 10^{-12}$ N $= 1{,}92$ pN.
Topish kerak: F = ?		*Javob:* $F = 1{,}92$ pN.

2-masala. Tezligi $3{,}5 \cdot 10^7$ m/s bo‘lgan zaryadli zarra induksiyasi 0,2 T bo‘lgan magnit maydonning kuch chiziqlari yo‘nalishiga tik ravishda uchib kirdi. Agar zarraga maydon tomonidan 3,36 pN kuch ta’sir qilgan bo‘lsa, zarraning zaryadi qanday bo‘lgan?

Berilgan:	*Formulasi:*	*Hisoblash:*
$\upsilon = 3{,}5 \cdot 10^7$ m/s $B = 0{,}2$ T $F = 3{,}36$ pN $= 3{,}36 \cdot 10^{-12}$ N.	$F = q\,\upsilon\,B$; $[q] = \frac{\mathrm{N}}{\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A} \cdot \mathrm{m}}} = \mathrm{A} \cdot \mathrm{s} = \mathrm{C}.$	$q = \frac{3{,}36 \cdot 10^{-12}}{3{,}5 \cdot 10^7 \cdot 0{,}2}$ C $=$ $= 4{,}8 \cdot 10^{-19}$ C.
Topish kerak: q = ?		*Javob:* $q = 4{,}8 \cdot 10^{-19}$ C.

27-mashq

1. Elektron bir jinsli magnit maydonga tik ravishda $2 \cdot 10^6$ m/s tezlik bilan uchib kirdi. Induksiyasi 0,8 T bo‘lgan magnit maydon tomonidan elektronga ta’sir qiladigan kuchni aniqlang.

2. Tezligi $4 \cdot 10^7$ m/s va zaryadi $3{,}2 \cdot 10^{-19}$ C bo‘lgan zarra magnit maydon kuch chiziqlari yo‘nalishiga tik ravishda uchib kirdi. Agar zarraga maydon tomonidan 6,4 pN kuch ta’sir qilgan bo‘lsa, magnit maydon induksiyasi qanday bo‘lgan?

3. Induksiyasi 0,4 T bo‘lgan magnit maydonga induksiya chiziqlariga tik ravishda elektron uchib kirdi. Unga ta’sir etuvchi kuch 0,64 pN bo‘lsa, uning tezligi qanday bo‘lgan?

4. Magnit maydon induksiya chiziqlariga tik yo‘nalishda $2 \cdot 10^8$ m/s tezlik bilan harakatlanayotgan proton uchib kirdi. Agar magnit maydon induksiyasi 0,4 T bo‘lsa, protonga magnit maydoni tomonidan qanday kuch ta’sir qiladi?

5. Induksiyasi 0,3 T bo‘lgan magnit maydon induksiya chiziqlariga tik yo‘nalishda $2 \cdot 10^6$ m/s tezlik bilan uchib kirgan ionga magnit maydon tomonidan 0,48 pN kuch ta’sir qiladi. Ionning zaryadi qanday bo‘lgan?

V BOBNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARI

1. Elektr tokining magnit ta’siri tok qaysi muhitlardan o‘tganda kuzatiladi?

A) elektrolitlardan; B) metallardan;

C) vakuumda; D) istalgan muhitdan.

2. O‘tkazgichdan o‘zgarmas tok o‘tganda uning atrofida qanday maydon hosil bo‘ladi?

A) elektr maydoni; B) magnit maydoni;

C) elektromagnit maydon; D) gravitatsion maydon.

3. Rasmda 4 juft tok o‘tish yo‘nalishlari tasvirlangan. Qaysi holda ular o‘zaro tortishadi?

A) ↑↓; B) →←; C) ↓↓; D) →↓.

4. Rasmda 4 juft tok o‘tish yo‘nalishlari tasvirlangan. Qaysi holda ular o‘zaro itarishadi?

A) ↑↓; B) →→; C) ↓↓; D) →↓.

5. Magnit maydon induksiya chiziqlariga tik yo‘nalishda elektron va proton uchib kirmoqda. Protonning massasi elektronning massasidan 1800 marta katta. Zarralarning qaysi biriga ta’sir ko‘rsatgan Lorens kuchi katta bo‘ladi?

A) elektronga; B) protonga;

C) ikkalasiga bir xil; D) ta’sir kuchi nolga teng.

6. Lorens kuchi harakatdagi zaryadli zarraning tezligini qanday o‘zgartiradi?

A) tezligini orttiradi; B) tezligini kamaytiradi;

C) tezligini o‘zgartirmaydi; D) tezlik yo‘nalishini o‘zgartiradi.

7. Chap qo‘l qoidasi yordamida qanday kattaliklarning yo‘nalishi aniqlanadi?

A) Amper kuchi; B) Kulon kuchi;

C) Lorens kuchi; D) Amper va Lorens kuchlari.

8. Proton induksiyasi 20 mT bo‘lgan bir jinsli magnit maydonga kuch chiziqlariga tik holda $3 \cdot 10^7$ m/s tezlik bilan uchib kirgan bo‘lsa, unga qanday kuch ta’sir qiladi (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. Uzunligi 25 cm bo‘lgan metall o‘tkazgich induksiyasi 0,8 T bo‘lgan magnit maydonga joylashtirildi. O‘tkazgichdan 0,6 A tok oqib o‘tayotgan bo‘lsa, unga magnit maydon tomonidan qanday kuch ta’sir qiladi (mN)?

A) 480; B) 240; C) 120; D) 640.

10. Uzunligi 40 cm bo‘lgan va 1,25 A tok o‘tayotgan o‘tkazgichga magnit maydon tomonidan 60 mN kuch ta’sir qilgan. O‘tkazgich turgan magnit maydon induksiyasini aniqlang.

A) 0,24; B) 0,12; C) 0,15; D) 0,36.

11. Induksiyasi 0,6 T bo‘lgan magnit maydon chiziqlariga tik joylashgan 8 cm uzunlikdagi o‘tkazgichga maydonning ta’sir kuchi 96 mN ga teng. O‘tkazgichdagi tok kuchi qanday bo‘lgan (A)?

A) 2; B) 1,8; C) 3,6; D) 1,2.

12. Induksiyasi 0,5 T bo‘lgan magnit maydon induksiya chiziqlariga tik yo‘nalishda $2 \cdot 10^6$ m/s tezlik bilan harakatlanayotgan zaryadli zarra uchib kirdi. Agar zarraga magnit maydoni tomonidan 0,8 pN kuch ta’sir qilgan bo‘lsa, zarraning zaryadi qanday bo‘lgan (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. Tezligi $5 \cdot 10^7$ m/s va zaryadi $6{,}4 \cdot 10^{19}$ C bo‘lgan zarra magnit maydon kuch chiziqlari yo‘nalishiga tik ravishda uchib kirdi. Agar zarraga maydon 8 pN kuch ta’sir qilgan bo‘lsa, magnit maydon induksiyasi qanday bo‘lgan (T)?

A) 0,5; B) 0,8; C) 0,25; D) 0,32.

14. 30 cm uzunlikdagi o‘tkazgich induksiyasi 0,6 T bo‘lgan magnit maydonining induksiya chiziqlariga tik joylashgan. O‘tkazgich ko‘ndalang kesim yuzasidan bir minutda 80 C zaryad oqib o‘tadi. Magnit maydon tomonidan o‘tkazgichga qanday kuch ta’sir qiladi (N)?

A) 0,12; B) 0,24; C) 0,08; D) 0,16.

V BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

Doimiy magnit	O‘zining magnit xususiyatini uzoq vaqt yo‘qotmaydigan jismlar.
Magnit maydon	Doimiy magnit, magnitlangan jismlar yoki elektr tok o‘tayotgan o‘tkazgich atrofida mavjud bo‘ladi.
Magnit kuch chiziqlari	Magnit kuch chiziqlari magnitning shimoliy qutbidan chiqib, janubiy qutbiga kiruvchi yopiq chiziqdan iborat.
Magnit qutblari	Magnitlarning janubiy qutbi S harfi bilan, shimoliy qutbi N harfi bilan belgilanadi. Magnit kuch chiziqlarining yo‘nalishi sifatida N qutbdan S qutbga tomon yo‘nalish qabul qilingan.
Yerning janubiy magnit qutbi	75° shimoliy kenglik va 99° g‘arbiy uzunlik yaqinida, Yer sharining shimoliy geografik qutbidan taxminan 2 100 km uzoqlikda joylashgan.
Shimoliy magnit qutb	Yerning janubiy geografik qutbi yaqinida bo‘lib, 66,5° janubiy kenglik va 140° sharqiy uzunlikda joylashgan.
Amper kuchi	Magnit maydon tomonidan shu maydonda joylashgan tokli o‘tkazgich qismiga ta’sir qiluvchi kuch, tok kuchi, o‘tkazgich uzunligi hamda magnit induksiyasiga proporsional bo‘ladi, ya’ni: $F = B\,I\,\Delta l$.
To‘g‘ri tokning magnit maydon kuch chiziqlari	Agar parmaning ilgarilanma harakati yo‘nalishi o‘tkazgichdagi tokning yo‘nalishida bo‘lsa, parma dastasining aylanish yo‘nalishi shu tok magnit kuch chiziqlarining yo‘nalishini ko‘rsatadi.
Elektromagnit	Temir o‘zakka bir necha qavat qilib izolatsiyalangan o‘tkazgich (sim) o‘rab hosil qilingan g‘altak.
Lorens kuchi	Magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadli zarrachaga shu maydon tomonidan ta’sir etuvchi kuch: $F_L = q\,\upsilon\,B$.
Chap qo‘l qoidasi	Chap qo‘lning kaftini unga magnit kuch chiziqlari kiradigan qilib tutib, to‘rt barmoq tokning yo‘nalishi bo‘yicha tutib turilsa, 90° ga kerilgan bosh barmoq o‘tkazgichga ta’sir etuvchi kuchning yo‘nalishini ko‘rsatadi.

MASHQLARNING JAVOBLARI

I bob

1-mashq. 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-mashq. 1. $F = 11{,}52$ mN. 2. $q = 10$ nC. 3. $r = 6$ cm. 4. $\approx 4{,}2 \cdot 10^{42}$ marta.

3-mashq. 1. $q = 5{,}2$ pC. 2. $N = 2{,}5 \cdot 10^{10}$. 3. $q = 4 \cdot 10^{-6}$ C. 4. 1,8 marta ortadi.
5. $r - 10$ cm. 6. $N \approx 10^{11}$ ta. 7. $F - 10$ μN. 8. $F - 9$ mN.

4-mashq. 1. $E - 10^4$ N/C 2. $F - 60$ μN. 3. $E - 160$ N/C. 4. $r - 6$ cm

5-mashq. 1. $E = 400$ N/C. 2. $q = 6$ nC. 3. $N = 8 \cdot 10^{11}$ ta. 4. $E = 3000$ N/C.
5. $\varepsilon = 2$. 6. $m = 4{,}5 \cdot 10^{-18}$ kg. 7. $E = 3000$ N/C.

II bob

6-mashq. 1. $U = 3$ V. 2. $A = 50$ J. 3. $q = 50$ C. 4. $N = 5 \cdot 10^{19}$ ta.

7-mashq. 1. $I - 0{,}1$ A. 2. $q - 9$ C. 3. $q - 48$ C; $N - 3 \cdot 10^{20}$ ta.
4. $m \approx 2{,}7$ nkg. 5. $U = 5$ V. 6. $t = 20$ minut. 7. $q = 6000$ C.
8. $q = 72$ C; $N = 4{,}5 \cdot 10^{20}$ ta. 9. $A = 1200$ J. 10. U = 4 V.

8-mashq. 1. $R = 0{,}85$ Ω. 2. Nikelin. 3. $R_1/R_2 = 300$. 4. $l = 2{,}5$ m.
5. $S - 0{,}5$ mm^2. 6. O‘zgarmaydi. 7*. $V - 27{,}5$ cm^3.

9-mashq. 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-mashq. 1. $R = 1{,}5$ Ω. 2. $I = 0{,}2$ A. 3. $n = 1{,}25 \cdot 10^{19}$ ta. 4. $l = 5$ m.
5. $U - 165$ V. 6. $I - 2{,}5$ A. 7. Sim qarshiligi 4 marta ortadi.

11-mashq. 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-mashq. 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-mashq. 1. $R = 3$ Ω. 2. $I = 3$ A; $U = 15$ V 3. $I = 1{,}2$ A.

14-mashq. 1. 2,1 marta ortadi. 2. $C = 1{,}25$ μF. 3. $q = 1{,}2$ μC.
4. $C = 4{,}425$ pF. 5. $U = 14$ V.

15-mashq. 1. $C_{um} - 16$ μF; $q_1 - 36$ μC; $q_2 - 60$ μC; $q_1 - 96$ μC. 2. $C - 6$ μF.
3. 4 marta ortadi. 4. Ha, mumkin. 1- va 2-kondensatorlar parallel, ularga 3-kondensator ketma-ket ulanadi.

16-mashq. 1. $\varepsilon = 3$. 2. $q = 0{,}53$ nC. 3. $d = 5$mm.
4. 4 ta sig‘imi 30 pF va 3 ta sig‘imi 70 pF. 5. $U - 7$ V.

III bob

17-mashq. 1. $A = 528$ kJ. 2. $A = 216$ J. 3. $A = 10{,}584$ kJ. 4. $W = 270$ J. 5. $W = 396$ kJ.

18-mashq. 1. $P = 880$ W. 2. $R = 3{,}6\ \Omega$. 3. $R = 40\ \Omega$. 4. $W = 440$ kW·h. 5. $A = 52{,}8$ kJ. 6. $R_1 = 4840\ \Omega$; $R_2 = 3227\ \Omega$; $I_1 = 45{,}4$ mA; $I_2 = 68{,}2$ mA. 7. $N = 5 \cdot 10^{21}$ ta. 8. $P_1 = 20$ W. 9. $P_1 = 10$ W. 10. Isitgichlar parallel ulanganda suv tezroq isiydi, chunki o‘tkazgichlar parallel ulanganda zanjir qarshiligi kamayadi va zanjir orqali tok ko‘proq o‘tadi.

19-mashq. 1. $Q = 600$ kJ. 2. $Q = 8712$ kJ. 3. Nixrom. 4. $P = 3520$ W. 5. $I = 2$ A.

20-mashq. 1. $I = 5$ A. 2. $Q = 5{,}76$ MJ. 3. $Q = 2904$ kJ. 4. $I = 10$ A. 5. $P = 2{,}2$ kW. 6. $Q_1 = 1{,}5\ Q_2$. 7. $I = 2{,}5$ A; $R = 88\ \Omega$. 8. $A = 28{,}8$ kJ. 9. $A_1 = 1250$ J.

21-mashq. 1. $S = 4$ mm^2. 2. $I = 4{,}2$ mA. 3. $U = 242$ V. 4. $Q_2 = 22{,}5$ J. 5. $Q_2 = 10$ J.

IV bob

22-mashq. 1. $m - 4{,}11$ mg. 2. $q - 8{,}9$ C. 3. $I - 9{,}1$ mA. 4. $k - 0{,}329 \cdot 10^{-6}$ kg/C.

23-mashq. 1. $I = 9$ mA. 2. $m = 4{,}025$ kg. 3. $S = 184$ cm^2. 4. $m = 2{,}6$ mg. 5. $q = 1408$ C. 6. $k = 2{,}04 \cdot 10^{-6}$ kg/C.

24-mashq. 1. $N = 5 \cdot 10^{16}$ ta. 2. $N \approx 1{,}7 \cdot 10^{17}$ ta. 3. $a \approx 7 \cdot 10^{14}$ m/s^2.

V bob

25-mashq. 1. $F = 1{,}2$ N. 2. $I = 1$ A. 3. $B = 2$ mT. 4. $I = 0{,}1$ A. 5. $F - 1{,}6$ N. 6. $F - 6{,}4$ mN.

26-mashq. 1. Tok yo‘nalishini bilgan holda, o‘ng parma qoidasini qo‘llaymiz. Chizma tekisligining char tomoni S va o‘ng tomoni N qutbga ega bo‘ladi.
2. Tok yo‘nalishi va manba qutblari birinchi mashqdagi kabi bo‘ladi.
3. Chizmaning yuqori qismida o‘ng parma qoidasiga ko‘ra, magnit induksiya vektori chizma tekisligidan biz tomonga tik yo‘nalgan. Pastki qismida chizma tekisligiga tik va biz tomondan yo‘nalgan.

27-mashq. 1. $F = 2{,}56 \cdot 10^{-13}$ N. 2. $B = 0{,}5$ T. 3. $\upsilon = 10^7$ m/s. 4. $F - 1{,}28 \cdot 10^{-11}$ N. 5. $q - 8 \cdot 10^{-19}$ C.

BOBLARNI TAKRORLASH UCHUN TEST TOPSHIRIQLARINING JAVOBLARI

I bob

1. D	2. D	3. C	4. D	5. D	6. D	7. D	8. D	9. C	10. A	11. B

II bob

1. B	2. B	3. C	4. C	5. A	6. A	7. A	8. C
9. B	10. C	11. D					

III bob

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 bob

1. B	2. D	3. C	4. C	5. A	6. B	7. D	8. B	9. A	10. B

V bob

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		

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *P. Habibullayev, A. Boydedayev, A. Bahromov, M. Yuldasheva.* Fizika, 8-sinf darsligi. Toshkent. G‘.G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 2014.
2. *N. Sh. Turdiyev.* Fizika, 8-sinf darsligi. Toshkent. G‘.G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 2016.
3. *L. Xudoyberdiyev, A. Husanov, J. Usarov.* Fizika. Elektrodinamika. Elektromagnit tebranishlar, 2-kitob. – T.: «O‘qituvchi», 2004.
4. *Е.В. Громыко, В.И. Зенкович, А.А. Луцевич, И.Э. Слесарь.* Физика, 8 класс. Минск, «Лудакцыя і выхаванне», 2013.
5. *A.I. Ergashev, K.T. Suyarov, N.B. G‘afurov, R.Q. Choriyev.* «Umumta’lim maktablarida fizika fanidan laboratoriya ishlarini o‘tkazish» bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. – T.: «Talqin». 2003.
6 *K.A. Tursunmetov* va boshq. Fizikani takrorlang. T.: «O‘qituvchi» NMIU. 2007.
7. *B.И. Лукашик.* Qiziqarli fizika. Savol va masalalar to‘plami. G‘.G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2016.
8. Oliy o‘quv yurtlariga kiruvchilar uchun test savollari. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat test markazi. «Axborotnoma». Toshkent. 1996–2003-yillar.

www.idum.uz сайтидан юкланди

MUNDARIJA

Kirish 3

I BOB. ELEKTR ZARYAD. ELEKTR MAYDON

1-§. Jismlarning zaryadlanishi 4
2-§. Elektr zaryad 9
3-§. Zaryadlarning o‘zaro ta’siri. Kulon qonuni 12
4-§. Masalalar yechish 15
5-§. Elektr maydon 18
6-§. O‘tkazgichlarda elektr zaryadlarning taqsimlanishi 22
7-§. Masalalar yechish 25
8-§. Tabiatdagi elektr hodisalar 27
I bobni takrorlash uchun test topshiriqlari 30
I bob yuzasidan muhim xulosalar 31

II BOB. ELEKTR TOKI

9-§. Elektr toki haqida tushuncha 32
10-§. Tok manbalari 34
11-§. Elektr kuchlanish va uni o‘lchash 39
12-§. Tok kuchi va uni o‘lchash 42
13-§. Masalalar yechish 45
14-§. Laboratoriya ishi. Elektr zanjirni yig‘ish, uning turli qismlaridagi tok kuchi va kuchlanishni o‘lchash 46
15-§. Elektr qarshilik 47
16-§. Rezistorlar. Reostatlar. Potensiometrlar 52
17-§. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni 56
18-§. Masalalar yechish 60
19-§. Laboratoriya ishi. Om qonunini o‘rganish 61
20-§. Amaliy mashg‘ulot. Reostat yordamida tok kuchini rostlash 63
21-§. Iste’molchilarni ketma-ket ulash 64
22-§. Iste’molchilarni parallel ulash 67
23-§. Amaliy mashg‘ulot. Tok manbalarini ulash 71

www.idum.uz сайтидан юкланди

24-§. Laboratoriya ishi. O‘tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulashni o‘rganish ... 72
25-§. Iste’molchilarni aralash ulash (Mustaqil o‘qish uchun) ... 75
26-§. Masalalar yechish ... 76
27-§. Elektr sig‘imi. Kondensatorlar ... 78
28-§. Kondensatorlarni parallel va ketma-ket ulash ... 82
29-§. Masalalar yechish ... 84
II bobni takrorlash uchun test topshiriqlari ... 86
II bob yuzasidan muhim xulosalar ... 87

III BOB. ELEKTR TOKINING ISHI VA QUVVATI

30-§. Elektr tokining ishi ... 88
31-§. Elektr tokining quvvati ... 90
32-§. Masalalar yechish ... 94
33-§. Laboratoriya ishi. Iste’molchi (lampochka)ning elektr quvvatini aniqlash ... 96
34-§. Elektr toki ta’sirida o‘tkazgichlarning qizishi ... 97
35-§. Masalalar yechish ... 100
36-§. Joul–Lens qonunining amaliy tatbiqlari ... 102
37-§. Xonadonlardagi elektr zanjirlar va ulashlar ... 104
38-§. Elektr xavfsizlik choralari ... 108
39-§. Masalalar yechish ... 111
III bobni takrorlash uchun test topshiriqlari ... 112
III bob yuzasidan muhim xulosalar ... 114

IV BOB. TURLI MUHITLARDA ELEKTR TOKI

40-§. Metallarda elektr toki ... 115
41-§. Suyuqliklarda elektr toki ... 117
42-§. Elektroliz. Faradeyning birinchi qonuni ... 120
43-§. Faradeyning ikkinchi qonuni ... 123
44-§. Masalalar yechish ... 125
45-§. Elektrolizdan turmushda va texnikada foydalanish ... 127
46-§. Vakuumda elektr toki ... 129
47-§. Gazlarda elektr toki ... 131

www.idum.uz сайтидан юкланди

48-§. Elektr razryadlarning turlari va ulardan foydalanish 133
IV bobni takrorlash uchun test topshiriqlari 137
IV bob yuzasidan muhim xulosalar 138

V BOB. MAGNIT MAYDON

49-§. Magnit maydon. Doimiy magnit va uning qutblari 139
50-§. Magnit maydonni xarakterlovchi parametrlar 143
51-§. Yerning magnit maydoni 145
52-§. Tokning magnit maydoni 146
53-§. Magnit maydonning tokli o‘tkazgichga ta’siri 149
54-§. Masalalar yechish 151
55-§. Bir jinsli magnit maydonda tokli ramkaning aylanma harakati 153
56-§. Magnit maydonda zaryadli zarraning harakati 155
57-§. Elektromagnitlar. Elektromagnit rele 157
58-§. Laboratoriya ishi. Eng oddiy elektromagnitni yig‘ish va uning ishlashini o‘rganish 161
59-§. O‘zgarmas tok elektr dvigateli 162
60-§. Masalalar yechish 165
V bobni takrorlash uchun test topshiriqlari 166
V bob yuzasidan muhim xulosalar 168

Mashqlarning javoblari 169

www.idum.uz сайтидан юкланди

O‘quv nashri

Po‘lat Qirgizboyevich Habibullayev, Ahmadjon Boydedayev,
Akbar Dalaboyevich Bahromov,
Jabbor Eshbekovich Usarov, Kusharbay Tashbayevich Suyarov,
Moxidilxan Kamaldojonovna Yuldasheva

FIZIKA

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
8-sinfi uchun darslik

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan 3-nashri

«O‘qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent – 2019

Original-maket «DAVR NASHRIYOTI» MCHJ da tayyorlandi

Muharrir	*M. Po‘latov*
Bezakchi-dizayner	*R. Zaparov*
Musahhih	*S. Niyazova*
Sahifalovchi	*Y. Belyatskaya*
Matn teruvchi	*S. Niyazova*

Litsenziya raqami AI № 012. 20.07.2018.
Original-maketdan bosishga ruxsat etildi 13.06.2019. Qog‘oz bichimi $70\times100^{1}/_{16}$.
Ofset bosma usuli. «Times New Roman» garniturasi. Shartli b.t. 14,19.
Hisob-nashriyot t. 13,9. 506584 nusxada chop etildi. Buyurtma № 132.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining «O‘qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent shahri, Yangishahar ko‘chasi, 1-uy. Shartnoma № 03-19.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligining G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi bosmaxonasida chop etildi. 100128, Toshkent, Labzak ko‘chasi, 86.

www.idum.uz сайтидан юкланди

Ijaraga berilgan darslik holatini ko‘rsatuvchi jadval

№	O‘quvchining ismi va familiyasi	O‘quv yili	Darslikning olingandagi holati	Sinf rahbari-ning imzosi	Darslikning topshiril-gandagi holati	Sinf rahbari-ning imzosi
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Darslik ijaraga berilib, o‘quv yili yakunida qaytarib olinganda yuqoridagi jadval sinf rahbari tomonidan quyidagi baholash mezonlariga asosan to‘ldiriladi:

Yangi	Darslikning birinchi marotaba foydalanishga berilgandagi holati.
Yaxshi	Muqova butun, darslikning asosiy qismidan ajralmagan. Barcha varaqlari mavjud, yirtilmagan, ko‘chmagan, betlarida yozuv va chiziqlar yo‘q.
Qoniqarli	Muqova ezilgan, birmuncha chizilib, chetlari yedirilgan, darslikning asosiy qismidan ajralish holati bor, foydalanuvchi tomonidan qoniqarli ta’mirlangan. Ko‘chgan varaqlari qayta ta’mirlangan, ayrim betlariga chizilgan.
Qoniqarsiz	Muqovaga chizilgan, yirtilgan, asosiy qismidan ajralgan yoki butunlay yo‘q, qoniqarsiz ta’mirlangan. Betlari yirtilgan, varaqlari yetishmaydi, chizib, bo‘yab tashlangan. Darslikni tiklab bo‘lmaydi.