

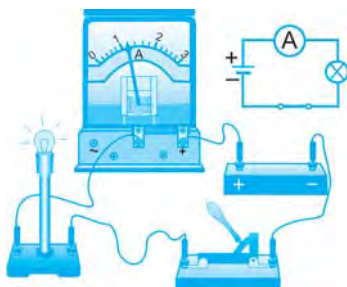
FIZIKA

Elektr

**Umumiy oʻrta taʼlim maktablarining
8-sinfi uchun darslik**

Ikkinchi nashri

*Oʻzbekiston Respublikasi Xalq taʼlimi vazirligi
tomonidan tasdiqlangan*



«Oʻzbekiston milliy ensiklopediyasi»
Davlat ilmiy nashriyoti
Toshkent—2014

Mualliflar:

**P. HABIBULLAYEV, A. BOYDEDAYEV,
A. BAHROMOV, M. YULDASHEVA**

Maxsus muharrirlar:

K. TURSUNMETOV – fiz.-mat. fanlari doktori, Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti professori;
B. IBRAGIMOV – fiz.-mat. fanlari nomzodi, Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti dotsenti.

Taqrizchilar:

A. T. MAMADALIMOV – fiz.-mat. fanlari doktori, O‘zR FA akademigi, Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti kafedra mudiri;
N. SH. SAIDXONOV – fiz.-mat. fanlari doktori, O‘zR FA «Fizika-Quyosh» IICHB Fizika-texnika instituti ilmiy kotibi;
U. RIXSIYEV – Toshkent shahar Chilonzor tumanidagi 200-maktabning oliy toifali o‘qituvchisi, O‘zbekiston Respublikasida xizmat ko‘rsatgan xalq ta’limi xodimi.

Shartli belgilar:



— e‘tibor bering va esda saqlang;



— savollarga javob bering;



— masalalarni yeching;



— amaliy topshiriqni bajaring va daftaringizga yozing.

**Respublika maqsadli kitob jang‘armasi mablag‘lari hisobidan
ijara uchun chop etildi.**

KIRISH

Kundalik turmushimizda elektr energiyadan muntazam foydalanamiz. Jumladan, uyimizdagi lampochka, televizor, radio, dazmol, elektr choynak, kompyuter kabilar elektr energiya bilan ishlaydi (1-rasm). Ko'chadagi tramvay-trolleybuslar, yer ostidagi metro poyezdlari ham elektr energiya hisobiga yuradi. Turli korxonalar, muassasa kabi barcha joylarda ham muntazam elektr energiyadan foydalaniladi.

Xullas, turmushimizni, kundalik faoliyatimizni elektr energiyasiz tasavvur qila olmaymiz. Elektr hayotimizning ajralmas qismiga aylangan. Umuman, elektrning kashf etilishi va undan foydalanish Yer yuzidagi taraqqiyotni yuqori darajaga ko'tardi.

Turmushimiz yanada farovon bo'lishi uchun elektrotexnika, radio-texnika, elektronika, avtomatika, axborot texnologiyasi kabi sohalarda olimlar, muhandislar va boshqa mutaxassislar tinmay izlanish olib bormoqdalar. Olim va muhandislar tomonidan qilingan yangidan yangi kashfiyot va ixtirolar natijasida bu tarmoqlar yuksak darajada taraqqiy etmoqda.

Shu bois, elektr haqida bilimlarga ega bo'lish har birimiz uchun juda muhimdir.

8-sinfda Siz elektr hodisalari, elektr va magnit maydon, elektr toki, elektromagnit hodisalarni o'rganasiz, elektr energiyasini ishlab chiqarish va uzatish, oddiy elektr asbob va qurilmalarning ishlash prinsipi bilan tanishasiz.



1-rasm

I BOB

ELEKTR ZARYADI. ELEKTR MAYDON

1-§. JISMLARNING ELEKTRLANISHI

Elektr hodisasi haqida dastlabki ma'lumotlar

Plastmassadan yasalgan taroq yoki ruchkani sochingizga ishqalab, maydalangan qog'ozga yaqinlashtiring. Ular qog'oz qiyqimlarini o'ziga tortganini ko'rasiz (2-rasm). Shisha tayoqchani qog'oz varag'iga ishqalab qo'limizga yaqinlashtirsak, chirsillagan tovush eshitiladi, qorong'ida esa mayda uchqunlar ko'rinadi. Bunday hodisalar qadim zamonlardayoq payqalgan edi. Qadimgi grek olimi **Fales Miletskiy** (mil. av. 625–547) junga ishqalangan **elektron** smolasi ba'zi yengil narsalarni o'ziga tortishini yozib qoldirgan.



2-rasm



Elektron — bu juda qadim zamonlarda Gretsiyada o'sgan igna bargli daraxtlar qoldig'ining toshga aylangan smolasi. **Elektr** so'zi ham shundan kelib chiqqan.

Buyuk bobokalonimiz **Abu Rayhon Beruniy** (973–1048) ham elektr hodisalari haqida yozib qoldirgan. Jumladan: “Mushukni qo'l bilan silaganda tushgan yung qaytadan mushuk ustiga qo'yilsa, u tik turgan holda qo'yuvchining kafti tomonga ko'tariladi”, deb yozgan. Beruniy “**elektr**”ni **kahrabo** deb atagan. **Kahrabo** so'zi forschadan *somon tortuvchi* ma'nosini anglatadi. Haqiqatan ham, junga ishqalangan kahrabo somon bo'laklarini o'ziga tortadi.



Ishqalangandan keyin boshqa jismlarni o'ziga tortadigan **jism elektrlangan** yoki **elektr zaryadlangan** jism deb ataladi.



3-rasm

Shisha tayoqcha shoyiga ishqalanganda shoyining o‘zi ham (4-a rasm), tayoqcha ham (4-b rasm) yengil buyumlarni o‘ziga tortish xossasiga ega bo‘lib qoladi.



Ikki jism bir-biriga ishqalanganda ularning har ikkisi ham elektrlanadi.

Elektrlangan jismlar nisbatan yengil bo‘lmagan buyumlarni ham o‘ziga tortadi. Masalan, o‘tkir uchli tayanch ustida erkin aylana oladigan metall sterjenga elektrlangan tayoqcha yaqinlashtirilsa, sterjen buriladi (5-rasm).

Elektrlanishning ikki turi

Elektr hodisalarini o‘rganishda shisha tayoqchadan tashqari, ebonit tayoqchadan ham foydalanamiz. *Ebonit* — bu oltingugurt aralashtirilgan kauchuk (qattiq rezina)dan tayyorlangan material.

Ebonit tayoqchani junga ishqalab, ipga osib qo‘yaylik. Unga boshqa xuddi shunday elektrlangan ebonit tayoqchani yaqinlashtirsak, osib qo‘yilgan ebonit tayoqcha itariladi (6-a rasm).

Endi shisha tayoqcha olib, uni shoyiga ishqalaylik va osib qo‘yilgan ebonit tayoqchaga yaqinlashtirsak, bu holatda ebonit tayoqcha shisha tayoqchaga tortilishini kuzatish mumkin (6-b rasm).

1-xulosa:



Elektrlanishning ikki turi mavjud: shoyiga ishqalangan shisha tayoqcha *musbat ishorali* (+), junga ishqalangan ebonit tayoqcha *manfiy ishorali* (-) elektrlanib qoladi.

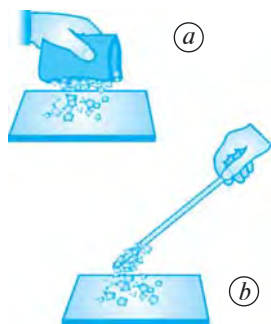
2-xulosa:



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



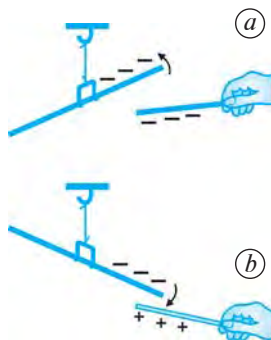
1. Jismlarning elektrlanganligini tajribada qanday payqash mumkin?
2. «Elektr» so‘zi qayerdan kelib chiqqan?



4-rasm



5-rasm



6-rasm

3. Ishqalangan jismlarning tortishish hodisasi birinchi bo‘lib kim tomondan aytilgan?
4. Beruniy ishqalangan jismlarning tortishishi haqida nimalarni yozib qoldirgan?
5. Jismni qanday qilib elektrlangan jismga aylantirish mumkin?
6. Elektrlanishning ikki turi mavjudligini tajribada aniqlash usulini aytib bering.
7. Qanday zaryadlangan jismlar o‘zaro itariladi? Qay holda o‘zaro tortiladi?

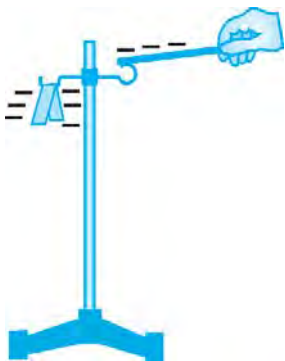


Plastmassa taroq yoki ruchkani sochingizga ishqalab, qog‘oz qiyqimlariga yaqinlashtiring. Bunda sodir bo‘lgan hodisa yuzasidan fikr yuriting.

2-§. ELEKTROSKOP VA ELEKTROMETR. O‘TKAZGICHLAR VA IZOLYATORLAR

Elektroskop

Plastmassali taglikka o‘rnatilgan simga ikki buklangan folgani 7-rasmda ko‘rsatilganidek osib qo‘yamiz. Folga — bu yupqa metall qog‘oz. Odatda, choy yoki shokolodlar o‘ralgan zarqog‘oz ham folga bo‘ladi.



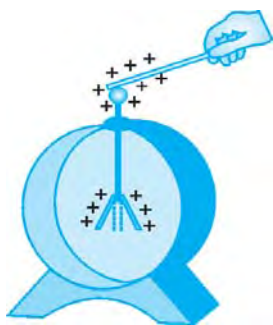
7-rasm

Ebonit tayoqchani mo‘ynaga ishqalab elektrlaymiz va uni simga tekkizamiz. Bunda sim ham, unga osilgan folga yaproqchalar ham elektrlanib qoladi va yaproqchalar bir-biridan itariladi. Bunga yaproqchalarning bir xil ishorali elektrlanganligi sabab bo‘ladi. Bu tajriba elektroskopning ishlashiga asos qilib olingan. «*Elektroskop*» so‘zi grekcha «*elektron*» va «*skopeo*» so‘zlaridan olingan. “*Skopeo*” — “*kuzatmoq*”, “*payqamoq*” demakdir.



***Elektroskop* — jismlarning elektrlanganligini sezish, kuzatish uchun qo‘llaniladigan asbob.**

Eng sodda elektroskop 8-rasmda tasvirlangan. Unda metall gardishga o‘rnatilgan plastmassa tiqin orqali metall sterjen o‘tkazilgan. Sterjenning yuqori uchiga sharcha o‘rnatilgan, pastki uchiga esa folga yaproqchalar mahkamlangan. Gardishning ikkala tomoni oyna bilan berkitilgan.



8-rasm

Elektrometr

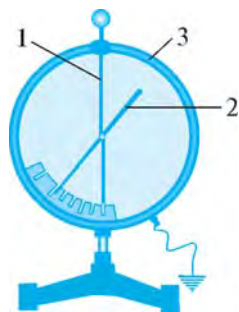
Jismlarning qay darajada elektrlanganligini aniqlaydigan ko‘rsatkichli va darajalangan elektroskop — elektrometr deb ataladi.



Elektrometr – jismlarning elektrlanganlik darajasini aniqlovchi asbob.

9-rasmda maktab elektrometri tasvirlangan. Elektrometrda metall sterjen (1) ga muvozanatlangan ko'rsatkich (2) o'rnatilgan. Sterjen va ko'rsatkichni tashqi ta'sirlardan himoya qilish uchun metall g'ilof (3) yerga ulangan.

Elektrometrning ichiga ko'rsatkich mahkamlangan. Sharcha elektrlanganda sterjen va ko'rsatkich bir xil ishorali elektrlanadi. Natijada ko'rsatkich sterjendan itariladi. Ko'rsatkichning holatiga qarab, sharchaning elektrlanganlik darajasini aniqlash mumkin.

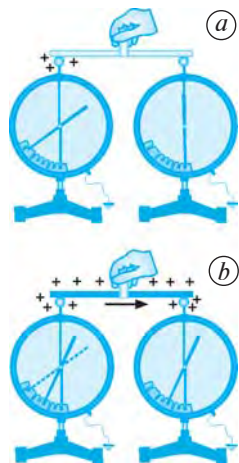


9-rasm

Elektr o'tkazgichlar va izolyatorlar

Ikkita bir xil elektrometr olaylik. Ulardan birining sharchasi elektrlangan bo'lsin. Ularni yonma-yon qo'yib, elektrometrlar sharchalarini shisha tayoqcha bilan o'zaro ulaylik. Elektrlangan elektrometrning ko'rsatishi o'zgarmaydi. Undagi elektr zaryadlari ikkinchi elektrometrga shisha tayoqcha orqali o'tmaydi (10-a rasm). Bunga sabab, shisha elektrni o'tkazmaydi.

Endi elektrometrlar sharchalarini metall tayoqcha bilan o'zaro ulaylik. Birinchi elektrometrdagi elektr zaryadlari ikkinchi elektrometrga o'tadi. Natijada birinchi elektrometr ko'rsatishi kamayadi, ikkinchisniki esa ortadi (10-b rasm). Bunga sabab, metall elektrni yaxshi o'tkazadi.



10-rasm



Elektrni o'zidan o'tkazuvchi moddalar *elektr o'tkazgichlar* deb ataladi.

Barcha metallar, tuz va kislotalarning suvdagi eritmaları hamda yer, beton, ko'mir va boshqalar elektr o'tkazgichlardir. Odam tanasi ham elektrni o'tkazadi.



O'zidan elektrni o'tkazmaydigan moddalar *dielektriklar* deb ataladi. Dielektrlardan tayyorlangan buyumlar esa *izolyatorlar* deyiladi.

«Dielektrik» grekcha so'z bo'lib, «o'tkazmas» degan ma'noni bildiradi. «Izolyator» esa lotincha «izolyaro» so'zidan olingan bo'lib, «yakkalangan»

degan ma'noni anglatadi. Dielektriklarga barcha turdagi shishalar, plastmassalar, rezina, kauchuk, sopol, havo kiradi.



1. 7-rasmda ko'rsatilgan tajribani tushuntirib bering.
2. Elektroskop deb qanday asbobga aytiladi?
3. Maktab elektrometrining tuzilishi va qanday ishlashini aytib bering.
4. Elektr o'tkazgichlar deb qanday moddalarga aytiladi? Unga misollar keltiring.
5. Qanday moddalar dielektriklarga kiradi? Izolyator nima? Unga misollar keltiring.

3-§. ELEKTR ZARYADI

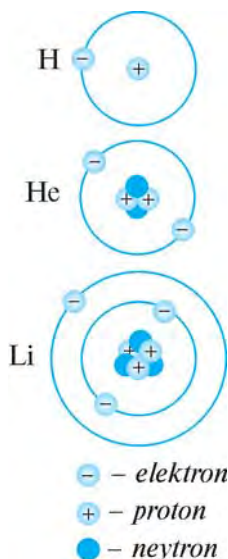
Atom tuzilishi

Grek olimlari tabiatdagi barcha narsalar atomlardan tashkil topgan deb hisoblaganlar. «Atom» so'zini grek mutafakkiri **Demokrit** (mil. av. 460—370) kiritgan. Bu so'z «bo'linmas» degan ma'noni bildiradi. XX asrda olimlar atomning ham bo'linishi mumkinligini va u murakkab tuzilishga ega ekanligini aniqladilar.

1911-yilda ingliz fizigi **Ernest Rezerford** (1871—1937) tajriba asosida atom tuzilishining modelini kashf etdi. Bu modelga ko'ra:



Atom markazida yadro joylashgan bo'lib, u proton va neytronlardan tashkil topgan. Atom yadrosi atrofida orbita bo'ylab elektronlar harakat qiladi.



11-rasm



12-rasm

Protonlar musbat, elektronlar esa manfiy ishorali elektrlangan zarralardir. Neytronlar — elektrlanmagan (neytral) zarralar. 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. Geliy (He) atomida 2 ta proton va 2 ta elektron, litiy (Li) atomida esa 3 ta proton va 3 ta elektron mavjud (11-rasm).

Atomning o'zi elektr jihatdan neytraldir.

Elektr zaryadi haqida tushuncha

Ebonit tayoqchani elektrlab, elektrometr shar-chasiga tekkizilsa, uning ko'rsatkichi boshlang'ich

vaziyatidan og‘adi (12-rasm). Tayoqchani yana bir bor ishqalab, sharchani yana elektrlasak, uning ko‘rsatkichi kattaroq burchakka og‘adi. Shu tariqa elektrometr ko‘rsatkichini yanada katta burchakka og‘dira borish mumkin. Demak, jismning elektrlanganlik darajasi o‘zgarishi mumkin.



Elektrlanganlik darajasini tavsiflovchi fizik kattalik *elektr zaryadi* deb ataladi va q harfi bilan belgilanadi. Xalqaro birliklar sistemasida uning asosiy birligi qilib *kulon* (C) qabul qilingan.

Elektr zaryadi musbat yoki manfiy bo‘ladi. Shoyiga ishqalangan shisha tayoqcha musbat zaryadlanadi, shoyining o‘zi esa manfiy zaryadlanib qoladi. Bunga sabab nima? Sabab shuki, ishqalanish paytida shisha tayoqcha atomlari elektronlarining bir qismi shoyiga o‘tadi. Shuning uchun shoyida manfiy zaryadlar nisbatan ortib ketadi. Natijada shoyi manfiy zaryadlanib qoladi. Shisha tayoqchada esa elektronlar nisbatan kamayganligi uchun musbat zaryadlar nisbatan ortiq bo‘lib qoladi. Oqibatda tayoqcha musbat zaryadlanib qoladi.

Junga ebonit tayoqcha ishqalanganda, jun atomlaridagi elektronlarning bir qismi ebonit tayoqchaga o‘tganligi sababli tayoqcha manfiy, jun esa musbat zaryadlanadi.

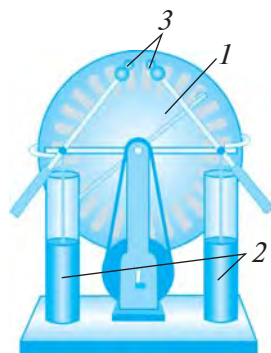
Bitta elektronning zaryadi $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C ga, bitta protonning zaryadi esa $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ga teng. Bu degani, elektron va protonning zaryadlari miqdor jihatdan o‘zaro teng bo‘lib, ular bir-biridan faqat ishoralari bilan farq qiladi. Bir jismdan ikkinchi jismga N ta elektron o‘tgan bo‘lsa, birinchi jism $+N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$ C zaryadga, ikkinchi jism esa $-N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$ C zaryadga ega bo‘lib qoladi.

Bitta elektronning massasi $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg ga teng.

Elektrofor mashina

Tayoqchada hosil qilingan zaryadli zarrachalar boshqa jismga berilsa, undagi zaryad tugaydi. Tayoqchada takror zaryad hosil qilish uchun uni yana matoga ishqalash kerak bo‘ladi. Lekin olimlar uzluksiz ravishda zaryadlarni hosil qilib turadigan asbob o‘ylab topdilar. Bu asbob *elektrofor mashina* deb ataladi (13-rasm).

Elektrofor mashina dastagi aylantirilganda, uning ikki diski (1) qarama-qarshi tomonga aylanadi. Aylanayotgan disklarning cho‘tkalarga ishqalanishi natijasida qarama-qarshi ishorali zaryadlar hosil bo‘lib, “Leyden bankasi” (2) deb ataluvchi ikki



13-rasm

silindrda to‘planadi. Zaryadlanmoqchi bo‘lgan jismga ulangan sim o‘tkazgichlarni elektrofor mashinaning metall sharchalari (3)ga tekki- zib, jismni zaryadlash mumkin.



1. Atom tuzilishining Rezerford modelini tushuntirib bering.
2. Vodorod, geliy va litiy atomlari qanday tuzilishga ega?
3. Elektr zaryadi deb nimaga aytiladi? U qanday belgilanadi va qanday birlikda o‘lchanadi?
4. Jismlar bir-biriga ishqalanganda nima uchun zaryadlanib qoladi?
5. Elektrofor mashinada zaryadlar qanday hosil qilinadi?



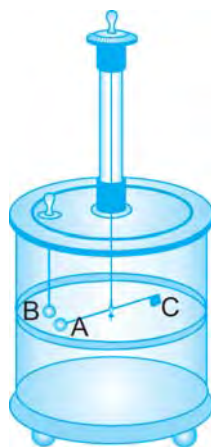
1. Litiy atomidagi barcha elektronlar va barcha protonlar zaryadlari miqdorini aniqlang.
2. Uglarod atomidagi jami elektronlarning massasi qancha?
3. Kislorod atomidagi jami elektronlar zaryadi va massasini hisoblang.

4-§. ZARYADLANGAN JISMLARNING O‘ZARO TA’SIRI. KULON QONUNI

Kulon tajribalari



Sharl Kulon
(1736–1806)



14-rasm

Elektrlangan jismlar bir-biriga tegmasdan ma’lum masofada turib ham ta’sirlashadi. Bu qonunni 1785-yilda fransuz olimi **Sharl Kulon** tajriba orqali kashf etdi.

Zaryadlangan jismlarning o‘zaro ta’siri buralma tarozi yordamida o‘rganilgan (14-rasm). Buralma tarozi- zida ingichka elastik simga shisha sterjen osilgan. Ster- jenning bir uchiga *A* metall sharcha, ikkinchi uchiga esa *C* posangi mahkamlangan. Boshqa bir *B* metall sharcha tarozining qopqog‘iga qo‘zg‘almas qilib mah- kamlangan. Sharchalar bir xil ishorali zaryadlanganda *A* sharcha *B* sharchadan itariladi, turli ishorali zaryad- langanda esa tortiladi. *A* sharcha harakatga kelganda, osilgan sim buraladi. Sharchalarning o‘zaro ta’sir kuchi simning buralish burchagiga qarab aniqlanadi.

Kulon sharchalar orasidagi masofani turlicha qilib olgan. Bunda zaryadlangan sharchalarning *F* o‘zaro ta’sir kuchi ular orasidagi *r* masofaning kvadratiga teskari proporsional ekanligi aniqlangan, ya’ni:

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

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 zaryadlar miqdorlarining ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional ekanligini ko‘rsatgan, ya’ni:

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

Kulon qonuni

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

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

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



Vakuumba joylashgan ikki qo‘zg‘almas nuqtaviy elektr zaryadlarining o‘zaro ta’sir kuchi zaryadlarning miqdorlariga to‘g‘ri proporsional va ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir.

Elektr zaryadlangan jismlar o‘zaro ta’sirining ushbu qonuni **Sharh Kulon** tomonidan kashf etilgani uchun bu qonun **Kulon qonuni** deb, o‘zaro ta’sir kuchi esa **Kulon kuchi** 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:

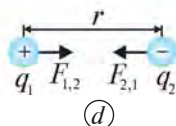
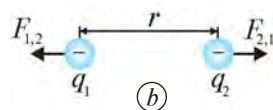
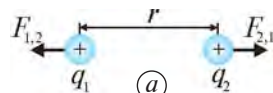
$$\vec{F}_{1,2} = -\vec{F}_{2,1}. \quad (4)$$

Kulon kuchi F ning ikki zaryadni bog‘lovchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab qaysi tomonga yo‘nalganligi zaryadlarning ishorasiga bog‘liq bo‘ladi.

Bir xil ishorali zaryadlar bir-biridan itariladi, kuch F musbat ishorali bo‘ladi (15-a va b rasmlar). Turli ishorali zaryadlar esa bir-biriga tortiladi, kuch F manfiy ishorali bo‘ladi (15-d rasm).

Kulon kuchi formulasidan k quyidagicha ifodalanadi:

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



15-rasm

Kuchni nyuton (N) da, zaryadlangan jismlar orasidagi masofani metr (m) da, zaryad miqdorini kulon (C) da ifodalasak, proporsionallik koeffitsienti k ning birligi $\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ ko'rinishda bo'ladi. k ning qiymati tajriba asosida quyidagiga tengligi aniqlangan:

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

Tabiatda eng kichik zaryad miqdori elektronning zaryadi q_e bo'lib, uning qiymati quyidagiga teng:

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



Qiymat jihatidan elektron zaryadiga teng bo'lgan zaryad elementar zaryad deb ataladi. Tabiatdagi barcha zaryadlar elementar zaryadga karrali bo'ladi.

Ushbu va boshqa mavzularda keltirilgan masala yechish namunalari formuladagi har bir kattalikning birligi alohida tarzda emas, balki ulardan kelib chiqadigan, ya'ni topilayotgan kattalikning birligi yozilgan. Siz masalalarni yechishda formulada keltirilgan har bir kattalikning birliklarini yozib chiqishingiz mumkin.

Masala yechish namunasi

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

<i>Berilgan:</i>	<i>Formulasi:</i>	<i>Yechilishi:</i>
$r = 10 \text{ sm} = 0,1 \text{ m};$ $q_1 = -2 \cdot 10^{-8} \text{ C};$ $q_2 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ C};$ $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2.$	$F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}.$	$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{ -2 \cdot 10^{-8} \cdot 3 \cdot 10^{-8} }{(0,1)^2} \text{ N} =$ $= 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}.$
<i>Topish kerak:</i> $F - ?$		<i>Javob:</i> $F = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}.$



1. Elektr zaryadlarining 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 formulasi qanday ifodalanadi?
4. Kulon qonunini ta'riflab bering.
5. 15-rasmda tasvirlangan zaryadlarning o'zaro ta'sirini tahlil qiling.
6. Elektr zaryadi birligini aytib bering. Elementar zaryad nimaga teng?



1. Bir-biridan 5 sm masofada joylashgan sharchalarning biriga $-4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, ikkinchisiga esa $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ zaryad berilgan. Zaryadlar qanday kuch bilan tortishishadi?
2. Biri ikkinchisidan 20 sm uzoqlikda joylashgan ikkala sharchaga bir xil 10^{-8} C dan zaryad berilgan. Zaryadlar qanday kuch bilan itarishishadi?
3. Bir-biridan 10 sm uzoqlikdagi ikkita bir xil zaryadli sharchalar $9 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ kuch bilan itarishishmoqda. Ularning har biri qanday miqdorda zaryadlangan?
4. Ikki sharchaga bir xil $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ zaryad berilgan. Zaryadlar $5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ kuch bilan itarishishmoqda. Sharchalar orasidagi masofani toping.

5-§. ELEKTR MAYDON

Elektr maydon haqida tushuncha

Zaryadlangan jism o'z atrofidagi boshqa jism-larga ta'sir ko'rsatadi. Ingliz fizigi **Maykl Faradey** bunday ta'sir **elektr maydon** orqali sodir bo'lishini aytgan. Uning ta'limotiga ko'ra:



Elektr zaryadlari bir-biriga bevosita teg-masdan ham ta'sirlashadi. Ular o'z atrofida elektr maydonni hosil qiladi. Bir zaryad-ning maydoni ikkinchi zaryadga, ikkin-chisining maydoni birinchi zaryadga ta'sir qiladi. Zaryaddan uzoqlashilgan sari elektr maydon zaiflasha boradi.

Elektr maydonni bevosita ko'ra olmaymiz, sez-maymiz ham. Uning mavjudligini zaryadlangan jismlarning o'zaro ta'sirlashishiga qarab bilamiz.



Qo'zg'almas zaryadning yoki zaryadlar to'plamining maydoni elektrostatik maydon deb ataladi.

Elektr maydon kuch chiziqlari

Stoldagi oyna ustiga doira shaklidagi musbat zar-yadlangan metall plastinkani qo'yamiz. Uning atrofi-ga maydalangan soch tolalarini sepib oynani chert-sak, tolalar tartibli joylashib qoladi (16-a rasm).

Ikkita musbat doira shaklidagi zaryadlangan metall plastinkalarni qo'yib oyna chertiladigan bo'lsa, 16-b rasmdagidek manzara kuzatiladi.

Zaryadlarning biri musbat, ikkinchisi manfiy bo'lsa, soch tolalari 16-d rasmdagidek joylashib oladi.

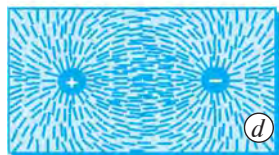
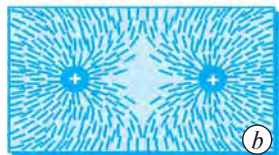
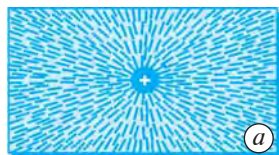
O'tkazilgan bu tajribalar, birinchidan, haqiqatan ham, **elektr may-don** mavjudligini, ikkinchidan, **elektr maydon kuch chiziqlariga ega** ekanligini ko'rsatadi.



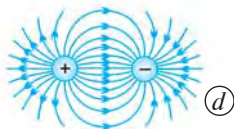
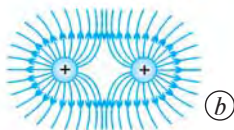
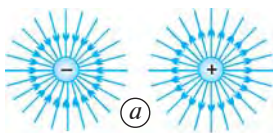
Elektr maydon kuch chiziqlari musbat zaryaddan boshlanib, manfiy zaryadda tugaydi yoki cheksizlikda tugaydi.



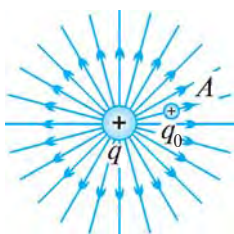
Maykl Faradey
(1791-1867)



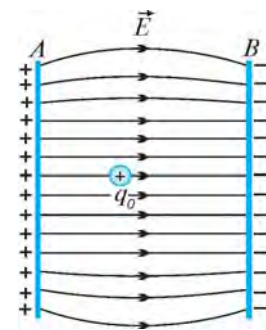
16-rasm



17-rasm



18-rasm



19-rasm.

Musbat va manfiy zaryadlangan alohida sharchalarning hamda o‘zaro ta’sirda bo‘lgan bir xil ishorali va turli ishorali zaryadlangan sharchalarning elektr maydon kuch chiziqlari 17-rasmda tasvirlangan.

Elektr maydon kuchlanganligi

Elektr maydonning unga kiritilgan elektr zaryadga ta’sirini miqdor jihatdan baholash uchun *elektr maydon kuchlanganligi* deb ataluvchi kattalik kiritilgan va u E bilan belgilanadi.

Musbat q zaryadli sharcha hosil qilgan elektr maydonning A nuqtasiga musbat q_0 nuqtaviy zaryadni kiritaylik (18-rasm). U holda q zaryadning A nuqtada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi quyidagicha ifodalanadi:

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



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

E elektr maydon kuchlanganligining yo‘nalishi musbat zaryadga ta’sir etadigan F kuchning yo‘nalishi bilan bir xil bo‘ladi.

Maydon kuchlanganligining birligi N/C da ifodalanadi.

Ikkita A va B parallel metall plastinkalar turli ishorali zaryadlar bilan zaryadlangan bo‘lsin, deylik (19-rasm). Plastinkalar orasidagi elektr maydon kuchlanganligi E musbat zaryadli plastinkadan manfiy zaryadli plastinkaga yo‘nalgan bo‘ladi.

Masala yechish namunasi

Nuqtaviy zaryad q ning r masofada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligini toping.

Berilgan:

$q; r.$

Topish kerak:
 $E = ?$

Formulasi:

$$F = k \frac{|q_0||q|}{r^2} \text{ va } E = \frac{F}{q_0} \text{ dan } E = \frac{k \frac{|q_0||q|}{r^2}}{q_0} = k \frac{|q|}{r^2}.$$

Javob: $E = k \frac{|q|}{r^2}.$



1. Faradeyning elektr maydon to'g'risidagi ta'limoti nimalardan iborat?
2. Elektrostatik maydon deb qanday maydonga aytiladi?
3. 16-rasmda tasvirlangan tajriba jarayoni va uning natijalarini tushuntirib bering.
4. Musbat va manfiy zaryadlangan jismlarda elektr maydon kuch chiziqlari qanday yo'nalgan?
5. 16-*a* va 17-*a*, 16-*b* va 17-*b* hamda 16-*d* va 17-*d* rasmlarni taqqoslang va fikr-mulohazalaringizni ayting.
6. Elektr maydon kuchlanganligi qanday ifodalanadi?
7. Elektr maydon kuchlanganligini ta'riflang.
8. Elektr maydon kuchlanganligining birligini ayting.
9. Turli ishorali zaryadlangan ikkita parallel plastinkalar orasidagi elektr maydon kuchlanganligining yo'nalishi qanday bo'ladi?



1. Zaryadi $-5 \cdot 10^{-8}$ C bo'lgan nuqtaviy zaryadning 3 sm masofada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligini toping.
2. *A* nuqtada turgan $2 \cdot 10^{-8}$ C zaryadli nuqtaviy zaryad *B* nuqtada turgan zaryad bilan $8 \cdot 10^{-4}$ N kuch bilan itarishishadi. *A* nuqtadagi zaryadning *B* nuqtada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligini aniqlang.
3. Bir xil zaryadlangan ikki nuqtaviy zaryadlar bir-biri bilan $2 \cdot 10^{-4}$ N kuch bilan itarishishadi. Birinchi zaryadning ikkinchi zaryad turgan nuqtada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi $3 \cdot 10^4$ N/C ga teng. Nuqtaviy zaryadlarning qiymatlarini toping.



16-rasmda ko'rsatilgan tajribani bajaring hamda tahlilii xulosa chiqaring. Tajriba jarayonini va xulosalaringizni daftaringizga yozing.

6-§. KONDENSATORLAR

Kondensator va uning elektr sig'imi

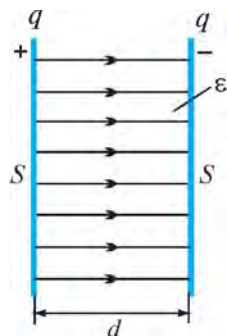
Elektrotexnikada ko'p miqdordagi elektr zaryadlarini to'plash va saqlash muhim ahamiyatga ega.



Elektr zaryadlarini to'plash uchun mo'ljallangan asbob kondensator deb ataladi.

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. Bu plastinkalar **kondensator qoplamalari** deyiladi. Kondensator zaryadlanganda uning ikki qoplamasida teng miqdorda turli ishorali zaryadlar to'planadi (20-rasm).



20-rasm

Kondensatorni tavsiflaydigan asosiy fizik kattalik uning *elektr sig'imi-dir* (C). Xalqaro birliklar sistemasida elektr sig'imining birligi qilib M. Faradey sharafiga **farad** (F) qabul qilingan. 1 farad juda katta birlik bo'lgani uchun amalda asosan uning ulushlari – **mikrofarad** (μF) va **pikofarad** (pF) qo'llaniladi. Bunda: $1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F}$; $1 \mu\text{F} = 10^6 \text{ pF}$; $1 \text{ F} = 10^{12} \text{ pF}$.

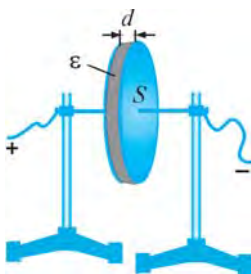
Kondensatorning sig'imi undagi zaryad miqdorining plastinkalar orasidagi kuchlanish nisbatiga teng:

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

bunda, U – plastinkalar orasidagi kuchlanish bo'lib, volt (V)da o'lchanadi.

21-rasmda eng sodda yassi kondensator tasvirlangan. Yassi kondensator qoplamasining yuzasi S qancha katta bo'lsa, unda shuncha ko'p zaryadlarni to'plash imkoniyati bo'ladi. Qoplamalari orasidagi masofa d qancha kichik bo'lsa, kondensatorda shuncha ko'p zaryadlarni to'plash mumkin. Bu degani, yassi kondensatorning sig'imi qoplamalari yuzasiga to'g'ri proporsional, qoplamalari orasidagi masofaga teskari proporsionaldir, ya'ni:

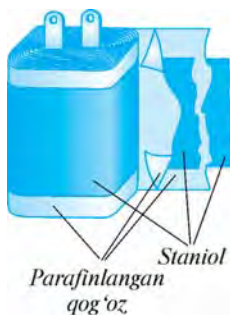
$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}, \quad (2)$$



21-rasm

bunda, $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$ – elektr doimiysi, ε – qoplamalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi, masalan, havo uchun $\varepsilon = 1$, slyuda uchun $\varepsilon = 6$, shisha uchun $\varepsilon = 7$.

Elektrotexnikada qo'llaniladigan kondensatorlar katta miqdorda zaryadlarni to'plashga mo'ljallangan. 22-rasmda shunday kondensatorlardan biri tasvirlangan. Bunda ikkita o'tkazuvchi o'zakning har biriga elektr o'tkazuvchi yupqa alyuminiy material (staniol)ning bir uchi birlashtiriladi. Staniol qavatlariga orasiga parafinlangan qog'oz qo'yib ustma-ust o'raladi. Parafinlangan qog'oz dielektrik vazifasini o'taydi.

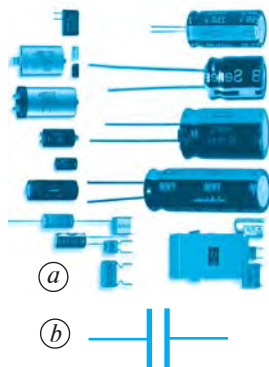


22-rasm

Staniol qavatlariga birlashtirilgan o'zaklardan biriga musbat, ikkinchisiga manfiy zaryad beriladi. Natijada staniolning birinchi, uchinchi, beshinchi va hokazo toq sonli qavatlarida musbat zaryadli, ikkinchi, to'rtinchi, oltinchi va hokazo juft sonli qavatlarida manfiy zaryadli zarrachalar to'planadi.

Elektrotexnikada turli xil kondensatorlar qo'llaniladi. Ulardan ayrimlari 23-a rasmda tasvirlangan. Elektr zanjirga ulangan kondensator sxemada 23-b rasmda ko'rsatilgandek belgilanadi.

Elektrotexnik jihozlarda o'zgaruvchan sig'imli kondensatorlardan ham foydalaniladi. Bunday kondensatorlarning 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 biriktirilgan. Murvat buralganda kondensatorning qo'zg'aluvchan qoplamalari qo'zg'almas qoplamalariga nisbatan siljiydi va qoplamalarning ustma-ust tushgan yuzalari o'zgaradi. Natijada kondensatorning sig'imi o'zgarib boradi.



23-rasm

Radioni tegishli to'lqinga sozlashda murvati buralib, o'zgaruvchan kondensatorning sig'imi o'zgartirib boriladi.

Kondensatorlarni parallel va ketma-ket ulash

Elektr zanjirlarda kondensatorlar sig'imini oshirish yoki kamaytirish zarurati bo'ladi. Buning uchun kondensatorlarni parallel yoki ketma-ket ulash mumkin.



Kondensatorlar *parallel ulanganda* umumiy elektr sig'imini alohida kondensatorlar sig'imlarining yig'indisiga teng.

Ya'ni:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (3)$$

Kondensatorlarni o'zaro parallel ulash uchun ularning musbat ishorali qoplamalari musbat ishorali qoplamalari bilan, manfiy ishorali qoplamalari manfiy ishorali qoplamalari bilan ulanadi (24-rasm).



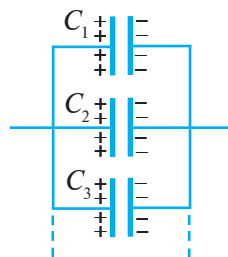
Kondensatorlar *ketma-ket ulanganda* umumiy elektr sig'imining teskari miqdori har bir kondensator sig'imining teskari miqdorlari yig'indisiga teng.

Ya'ni:

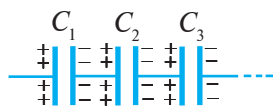
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots \quad (4)$$

Kondensatorlarni ketma-ket ulashda bir-biriga ulangan qoplamalari qarama-qarshi ishorali bo'lishi kerak (25-rasm).

Agar ketma-ket ulangan kondensatorlar 2 ta bo'lsa, u holda ularning umumiy sig'imini (4) formuladan quyidagi formulaga keltirish mumkin:



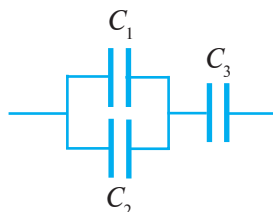
24-rasm



25-rasm

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (5)$$

Masala yechish namunasi



26-rasm

Slyuda dielektrikli uchta kondensator 26-rasmda tasvirlangandek ulangan. Kondensatorlar qoplamalarining yuzalari mos ravishda 100 sm^2 , 150 sm^2 va 75 sm^2 , qoplamalari orasidagi masofalar mos ravishda $0,5 \text{ mm}$, $1,0 \text{ mm}$ va $0,25 \text{ mm}$ bo'lsa, kondensatorlarning umumiy sig'imini toping. Slyudaning dielektrik singdiruvchanligi 6 ga teng.

Berilgan:

$$\begin{aligned} S_1 &= 100 \text{ sm}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2; \\ d_1 &= 0,5 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}; \\ S_2 &= 150 \text{ sm}^2 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2; \\ d_2 &= 1,0 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}; \\ S_3 &= 75 \text{ sm}^2 = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2; \\ d_3 &= 0,25 \text{ mm} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}; \\ \epsilon_0 &= 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2; \\ \epsilon &= 6. \end{aligned}$$

Topish kerak:

$C - ?$

Formulasi:

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S_1}{d_1};$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S_2}{d_2};$$

$$C_3 = \frac{\epsilon_0 \epsilon S_3}{d_3};$$

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

$$C = \frac{C_{1,2} \cdot C_3}{C_{1,2} + C_3}.$$

Yechilishi:

$$C_1 = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-4}} \text{ F} = 1062 \text{ pF};$$

$$C_2 = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2}}{10^{-3}} \text{ F} = 796,5 \text{ pF};$$

$$C_3 = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-4}} \text{ F} = 1593 \text{ pF};$$

$$C_{1,2} = 1062 \text{ pF} + 796,5 \text{ pF} = 1859,5 \text{ pF};$$

$$C = \frac{1859,5 \cdot 1593}{1859,5 + 1593} \text{ pF} \approx 858 \text{ pF}.$$

Javob: $C \approx 858 \text{ pF}$.



1. Kondensatorning vazifasi nimadan iborat?
2. Kondensatorning elektr sig'imini qanday ifodalash mumkin?
3. Yassi kondensatorning sig'imi o'lchamlari orqali qanday ifodalanadi?
4. 21- va 22-rasmlarda tasvirlangan kondensatorlarning tuzilishini tushuntirib bering.
5. O'zgaruvchan sig'imli kondensatorning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
6. Kondensatorlar parallel ulanganda umumiy sig'im qanday aniqlanadi? Ular qay tarzda parallel ulanadi?
7. Kondensatorlar qanday qilib ketma-ket ulanadi? Bu holda umumiy sig'im qanday topiladi?



1. Yuzalari 1 dm^2 dan bo'lgan yassi kondensator qoplamalari orasidagi masofa 1 sm ga teng. Kondensatorning sig'imini toping. Havo uchun $\epsilon = 1$.
2. 1-masaladagi kondensator qoplamalari yuzasini 1 m^2 ga yetkazib, qoplamalari orasidagi masofani 1 mm qilib qo'yilsa, sig'im necha marta ortadi?
3. Sig'imi 370 pF bo'lgan yassi kondensator qoplamalarining yuzasi 300 sm^2 ga teng. Qoplamalar orasiga shisha plastina qo'yilgan bo'lsa, bunday sig'imli kondensator qoplamalari orasi qancha bo'lishi kerak? Shisha uchun $\epsilon = 7$.

4. Qutichada 30 pF va 70 pF sig'imli kondensatorlarning har biridan ko'p miqdorda bor. Har qaysi sig'imli kondensatordan nechtadan olib, ularni parallel ulash orqali 330 pF sig'imli kondensatorlar sistemasini hosil qilish mumkin?
5. Sig'imlari 50 pF dan bo'lgan beshta kondensator ketma-ket ulangan. Kondensatorlar sistemasining umumiy sig'imini toping. Shu kondensatorlar o'zaro parallel ulanganda umumiy sig'im qancha bo'lar edi?
6. Sig'imlari 60 pF, 100 pF va 150 pF bo'lgan kondensatorlar ketma-ket ulangan. Kondensatorlar sistemasining umumiy sig'imini toping.
7. 26-rasmdagi kabi bir-biri bilan ulangan kondensatorlarning sig'imlari $C_1 = 150$ pF, $C_2 = 250$ pF, $C_3 = 500$ pF bo'lsa, kondensatorlar sistemasining umumiy sig'imini toping.

7-§. O'TKAZGICHLARDA ZARYADLARNING TAQSIMLANISHI

O'tkazgichda zaryadlarning joylashishi

Elektr zaryadlari yakkalangan o'tkazgichda qanday joylashgan bo'ladi? O'tkazgich ichida ham zaryad bo'ladimi?

Mulohaza yuritib ko'raylik. Metall sharga musbat zaryad berildi, deylik. Bilamizki, bir xil ishorali zaryadlar bir-biridan itariladi. Shu sababli shar ichida zaryad bo'lgan taqdirda ham, ular o'zaro itarilib, imkon qadar bir-biridan uzoq masofada joylashishga intiladi. Natijada sharning butun hajmidagi zaryadlar uning sirtiga chiqib qoladi. Metall sharga berilgan musbat zaryadlar sharning sirti bo'ylab bir tekis joylashadi (27-rasm).

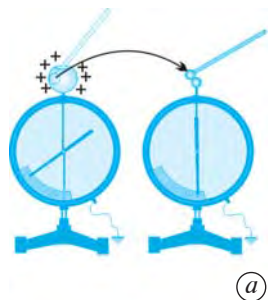
Ikkita elektrometr olib, ularning biriga ichi kovak va tepasida teshigi bo'lgan metall shar o'rnatiladi. Sharga elektr zaryadi berilsa, elektrometr ko'rsatkichi ma'lum burchakka buriladi. Izolyatorli tayoqcha uchini kovakli shar ichiga kirgizib, tayoqcha uchiga mahkamlangan sharchani sharning ichki sirtiga, so'ngra tayoqcha sharchasini zaryadlanmagan elektrometr sharchasiga tekkizamiz. Bunda ikkinchi elektrometrning ko'rsatkichi joyidan qo'zg'almaydi (28-a rasm).

Demak, shar ichida zaryad bo'lmas ekan.

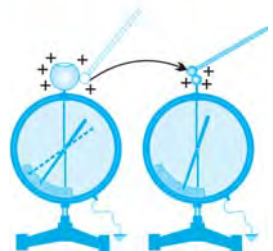
Endi tayoqcha sharchasini birinchi elektrometr ustidagi shar sirtiga tekkizamiz. Bunda shu elektrometr ko'rsatkichi zaryadning biroz kamayganini ko'rsatadi. Tayoqcha sharchasini ikkinchi elektrometr sharchasiga tekkizamiz. Bunda elektrometr



27-rasm



(a)



(b)

28-rasm

ko'rsatkichi biroz buriladi, ya'ni uning zaryad olganini anglatadi (28-b rasm).

Demak, elektr zaryadi o'tkazgich sirtida joylashar ekan.



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 yog'ochdan qafas yasagan. Qafasning tashqi sirtini yupqa folga bilan qoplagan. Faradey qo'lga elektroskop olib, qafas ichiga kirib olgan. Uning yordamchilari qafasni ipak arqonlar bilan osishgan, so'ngra qafasga elektr zaryadlari berishgan. Qafas ichidagi elektroskop ham, Faradey ham qafasning zaryadlanishini sezmagani.

Faradey o'tkazgan bu tajriba ham o'tkazgich ichida zaryad bo'lmasligini, elektr zaryadlari faqat o'tkazgich sirti bo'ylab joylashishini isbotlaydi.

O'tkazgich sirtida zaryadlarning taqsimlanishi



29-rasm

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

29-rasmda tasvirlangan shakldagi o'tkazgichni olaylik. Rasmda ko'rsatilgandek, o'tkazgichning turli joylariga folga yaproqchalarini qo'yaylik. Bunday o'tkazgich zaryadlanganda uning sirtidagi zaryadlar ta'sirida yaproqchalar turlicha tarzda ochiladi.

Murakkab shakldagi yakkalangan o'tkazgichda elektr zaryadlari notekis taqsimlangan bo'ladi. O'tkazgichning uchli joylarida zaryadlar zich, tekis joylarida siyrakroq, botiq joylarida esa juda siyrak joylashadi.

«Elektr shamol»

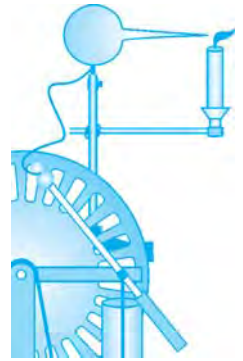
Yakkalangan o'tkir uchga ega sharni o'tkazgich sim orqali elektr zaryadlari manbayiga ulab, uni uzluksiz zaryadlab turamiz. Sharning o'tkir uchida zaryad eng zich ekanligi ma'lum. Sharning uchiga yonib turgan shamni yaqinlashtiramiz. Bunda alanganing shamol ta'siridagidek

egilishi kuzatiladi (30-rasm). Shuning uchun bu jarayon «elektr shamol» deb yuritiladi.

Bu tajriba murakkab shakldagi yakkalangan o'tkazgich sirtida elektr zaryadlarining notekis taqsimlanishi, o'tkazgichning uchli joylarida zaryadlar zich joylashishini tasdiqlaydi.



1. Metall sharda elektr zaryadlari qanday joylashgan bo'ladi?
2. 28-rasmda tasvirlangan tajribani tushuntiring.
3. Faradey qafasi haqida gapirib bering.
4. 29-rasmda o'tkazilgan tajribani tahlil qiling.
5. Murakkab sirtli yakkalangan o'tkazgichlar sirtida elektr zaryadlari qanday taqsimlanadi?
6. O'tkazgichning o'tkir uchida nima sababdan «elektr shamol» hosil bo'ladi?



30-rasm

8-§. TABIATDAGI ELEKTR HODISALARI

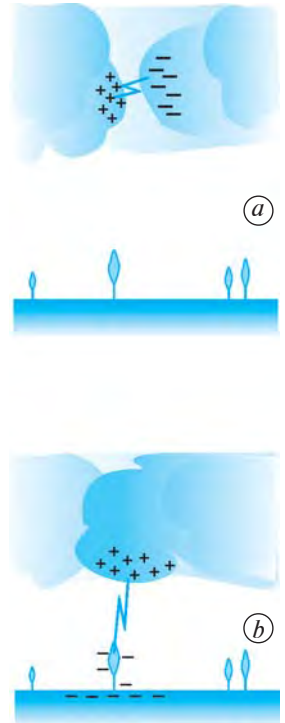
Chaqmoq va momaqaldiroq

Odamlar qadimda chaqmoq chaqishi va momaqaldiroq gumburlashi sabablarini bilolmaganlar.

Chaqmoqning hosil bo'lishini turli ishorali elektr zaryadlarining o'zaro ta'siri asosida tushuntirish mumkin. Bir jism ikkinchi jismga ishqalanganda, elektr zaryadi hosil bo'lishini bilasiz. 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 zarrachalarini hosil qiladi. Osmonda suv zarrachalari to'plangan joy bizga oq bulut bo'lib ko'rinadi. Havo temperaturasi yanada pasaya borsa, suv zarrachalari yiriklashib boradi. Ular bizga qora bulut bo'lib ko'rinadi. Bulut suzib yurgan joyda havo sovib ketganda esa suv zarrachalari muz zarrachalariga aylana boradi.

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



31-rasm

zaryadlangan bulutlar bir-biriga yaqinlashganda, bir bulutdagi manfiy zaryadlar ikkinchi bulutdagi musbat zaryadlar tomon harakat qiladi. Qarama-qarshi ishorali zaryadlarning to'satdan qo'shilishi natijasida kuchli elektr uchqun — *chaqmoq* hosil bo'ladi (31-a 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 kilometrغا, diametri esa bir necha santimetrغا teng bo'lib, davomiyligi sekundning ulushida sodir bo'ladi.

Chaqmoq paytida kuchli gumburlash — *momaqaldiraq* yuzaga keladi.



***Momaqaldiraq* – bu chaqmoq paytida sodir bo'ladigan havodagi (atmosfera-dagi) tovush hodisasi bo'lib, u chaqmoq yo'lida havoning qizishi, bosimning ortishi va havoning kengayishi tufayli yuz beradi.**

Chaqnashdagi yorug'lik – chaqmoqni deyarli shu zahoti ko'ramiz, lekin uning ovozi – momaqaldiraq 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'tadi. Masalan, chaqmoq bizdan 1 km uzoqlikda sodir bo'lsa, uni deyarli shu zahoti ko'ramiz, momaqaldiraq ovozini esa 3 s dan keyin eshitamiz.

Nima uchun ko'p hollarda momaqaldiraq bir necha sekund davomida gumburlab turadi? Buning sababi, chaqmoq sodir bo'layotgan maydonning juda uzunligidadir. Chaqmoqning uzunligi ba'zan bir necha kilometr bo'ladi. Chaqmoqning yaqin va uzoq qismidan momaqaldiraq turli vaqtlarda yetib keladi. Yer, bino va boshqa joylardan qaytgan aksi sado ham momaqaldiraqning yanada uzoq vaqt davomida gumburlab turishiga olib keladi.

Chaqmoq bulutlar orasidagina emas, bulut bilan yer orasida ham yuz berishi mumkin (31-b rasm). Bunda bulut qatlamlarida hosil bo'lgan katta miqdordagi zaryadlar oqimi to'satdan bir zumda yerga o'tishi natijasida kuchli chaqmoq chaqadi va momaqaldiraq gumburlaydi.

Agar bulutning manfiy zaryadlangan qatlami yer sirtiga yaqin kelib qolsa, shu bulut ostidagi yer sirtida musbat 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.

Yashindan saqlanish

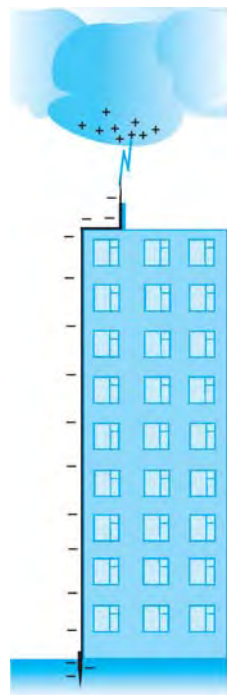
Siz «yashin urdi», «yashin tushdi» degan soʻzlarni koʻp eshitgansiz. Yashinning oʻzi nima? Undan qanday saqlanish mumkin?



Yashin – zaryadlangan bulut bilan yer orasida sodir boʻladigan chaqmoq paytida bulutdagi zaryadlarning yerga bir zumda oʻtish jarayoni.

Yashin juda xavflidir. Zaryadlangan bulutga yerdagi elektr oʻtkazuvchi narsalardan qaysi biri yaqin boʻlsa, shunga oʻzining zaryadini beradi, yaʼni yashin uradi. Shuning uchun yer sirtidan baland koʻtarilgan togʻ choʻqqisi, 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 gʻarami ostiga yashirinish ham xavflidir.

Odatda, baland minora va binolarni qurishda ularning tepasiga yashin qaytargich oʻrnatiladi (32-rasm).



32-rasm



Yashin qaytargich minora, binolarni, sanoat va qishloq xoʻjalik inshootlarini yashin urishidan himoya qiluvchi qurilmadir.

Yashin qaytargich uchli oʻtkazgichdan iborat boʻlib, u yoʻgʻon sim orqali yerga chuqur koʻmilgan metall qoziqqa ulanadi. Yerga yaqinlashgan zaryadlangan bulut oʻz zaryadini birinchi galda minora yoki bino ustiga oʻrnatilgan yashin qaytargichga beradi. Juda koʻp miqdordagi elektr zaryadi minora yoki binoga shikast yetkazmay yashin qaytargich orqali yerga oʻtib ketadi.



1. Bulutlar qay tarzda elektr zaryadlanib qoladi?
2. Chaqmoq qanday hosil boʻladi?
3. Momaqaldiroq nima?
4. Nima sababdan chaqmoq kuzatilgandan bir necha sekund oʻtgach momaqaldiroqni eshitamiz? Momaqaldiroqning gumburlab turishiga sabab nima?
5. Yashin nima? U qanday sodir boʻladi?
6. Chaqmoq paytida yashin urishidan qanday saqlanish mumkin?
7. Yashin qaytargich qanday qilib minora va binoni yashin urishdan saqlaydi?



Siz chaqmoq chaqqanini koʻrgansiz va momaqaldiroq gumburlaganini eshitgansiz. Bu haqda oʻz taassurotlaringizni daftaringizga yozing.

I BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Gretsiyada oʻsgan daraxt qoldigʻining toshga aylangan smolasini greklar «elektron» deb atashgan. «Elektr» soʻzi shundan kelib chiqqan.
- Elektrlanishning ikki turi mavjud. Bir xil ishorali jismlar bir-biridan itariladi, turli ishorali jismlar bir-biriga tortishishadi.
- Elektrni oʻzidan oʻtkazuvchi moddalar elektr oʻtkazgichlar, oʻtkazmaydiganlar dielektriklar deb ataladi. Ulardan tayyorlangan buyumlar izolyatorlar deyiladi.
- Atom yadro va elektronlardan tashkil topgan. Yadro atom markazida joylashgan, elektron esa uning atrofida orbita boʻylab aylanadi.
- Elektr zaryadi q bilan belgilanadi. Zaryad birligi qilib kulon (C) qabul qilingan.
- Kulon qonuni formulasi $F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$. Kulon kuchi F bir-biridan r masofada turgan q_1 va q_2 nuqtaviy zaryadlarning oʻzaro taʼsir kuchini ifodalaydi.
- Elektr zaryadining elektr maydoni mavjud. Zaryadlangan jismlarning oʻzaro taʼsiri elektr maydon orqali sodir boʻladi.
- Elektr maydon tomonidan nuqtaviy zaryadga taʼsir etayotgan \vec{F} kuchning shu q_0 zaryadga nisbati elektr maydon kuchlanganligi (\vec{E}) deb ataladi:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$
- Qoplamalarining yuzasi S , qoplamalari orasi d boʻlgan yassi kondensatorning sigʻimi: $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$.
- Parallel ulangan kondensatorlarning umumiy sigʻimi: $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$
- Ketma-ket ulangan kondensatorlar umumiy sigʻimining teskari miqdori:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$
- Yakkalangan oʻtkazgichda elektr zaryadlari uning sirti boʻylab taqsimlanadi. Oʻtkazgich ichida zaryad boʻlmaydi.
- Chaqmoq qarama-qarshi ishorali zaryadlar bilan zaryadlangan bulutlarning zaryadlari toʻsatdan qoʻshilishidan hosil boʻladi.
- Chaqmoq paytida juda qisqa vaqt ichida havo qiziydi va bosimi ortadi. Natijada havo toʻsatdan kengayadi va kuchli ovoz – gumburlash sodir boʻladi. Bu gumburlash momaqaldiroq deb ataladi.
- Yashin – zaryadlangan bulut bilan yer orasida sodir boʻladigan chaqmoq paytida bulutdagi zaryadlarning yerga bir zumda oʻtish jarayoni.

I BOB BO'YICHA QO'SHIMCHA SAVOL VA MASALALAR

1. Soch taralgan plastmassa taroq nima sababdan maydalangan qog'ozni o'ziga tortadi?
2. 4-rasmni ko'zdan kechirib chiqing va undagi hodisani tushuntirib bering.
3. Shtativga osib qo'yilgan elektrlangan gilza ishorasini qanday aniqlash mumkin?
4. Elektrlangan shisha tayoqcha zaryadining bir qismini elektroskopga uzatish uchun o'quvchi tayoqchani elektroskop sharchasiga tekkizib, shu zahoti tortib olgan. Boshqa o'quvchi esa tayoqchani elektroskop sharchasiga bir necha sekund tekkizib turgan. Qaysi holda elektroskop ko'proq zaryad oladi?
5. Elektrometarning elektroskopdan farqi nimadan iborat?
6. 10-rasmni ko'zdan kechirib chiqing va tahlil qilib bering.
7. Nima uchun shisha tayoqchani qo'lda ushlab turib, biror narsaga ishqalash yo'li bilan elektrlash mumkin-u, metall tayoqchani esa qo'lda ushlab turib ishqalab elektrlab bo'lmaydi?
8. Benzin tashiydigan mashinaga benzin quyishda uning korpusi albatta metall o'tkazgich bilan Yerga ulanadi. Nima uchun shunday qilinadi?
9. Shikastlangan o'tkazgichlarni ulashda montyor qo'lga rezina qo'lqop kiyadi? Buning sababi nima?
10. Litiy atomi tuzilishining sxemasini ko'zdan kechirib chiqing (11-rasm). Nima uchun yadro elektr zaryadga ega bo'lishiga qaramasdan, butun atom neytral bo'ladi?
11. Uglorod atomining yadrosida 6 ta proton va 6 ta neytron bor. Kislorod atomida nechta elektron bor?
12. Zaryadlanmagan jismda elektr zaryadlar bo'ladimi? Zaryadlangan jism zaryadlanmagan jismdan nimalari bilan farq qiladi?
13. Bir-biridan 3 sm masofada turgan har biri 1 nC dan bo'lgan ikki zaryad qanday kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi?
14. Bir-biridan qanday masofada 1 μC va 10 nC zaryadlar 9 mN kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi?
15. Bir-biridan 5 sm masofada joylashgan sharchalarning biriga $-8 \cdot 10^{-8}$ C, ikkinchisiga esa $4 \cdot 10^{-8}$ C zaryad berilgan. Zaryadlar qanday kuch bilan tortishishadi?
16. Biri ikkinchisidan 1 sm uzoqlikda joylashgan ikkala sharchaga bir xil 10^{-8} C dan zaryad berilgan. Zaryadlar qanday kuch bilan itarishishadi?
17. Bir-biridan 5 sm uzoqlikda joylashgan ikkita bir xil zaryadlangan sharchalar $2 \cdot 10^{-4}$ N kuch bilan itarishishmoqda. Ular qanday miqdorda zaryadlangan?
18. Ikki sharchaga bir xil $5 \cdot 10^{-8}$ C zaryad berilgan. Zaryadlar $3 \cdot 10^{-4}$ N kuch bilan itarishishmoqda. Sharchalar orasidagi masofani toping.
19. Zaryadlardan biri 4 marta orttirilganda ularning o'zaro ta'sir kuchlari avvalgidek qolishi uchun orasidagi masofani necha marta o'zgartirish lozim?
20. Ikkita elektron orasidagi elektr itarishish kuchi ularning bir-biriga gravitatsion tortishish kuchidan necha marta katta?
21. Ikkita bir xil sharcha bir-biridan 10 sm 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.

22. Ikkita metall sharcha shunday zaryadlanganki, ulardan birining zaryadi ikkinchisidan 5 marta ortiq. Sharchalar bir-biriga tekkizilib, yana avvalgi masofaga surib qo'yildi. Agar sharchalar bir xil ishorali zaryad bilan zaryadlangan bo'lsa, bunda o'zaro ta'sir kuchi (modul bo'yicha) necha marta o'zgargan? Har xil ishorali zaryad bilan zaryadlangan bo'lsa-chi?
23. Bir xil ishorali q va $4q$ zaryadlar bilan zaryadlangan ikkita bir xil metall sharcha bir-biridan r masofada turibdi. Sharchalar bir-biriga tekkiziladi. O'zaro ta'sir kuchi avvalgidek qolishi uchun ularni qanday x masofaga surish lozim?
24. 10 va 16 nC zaryadlar bir-biridan 7 mm masofada joylashgan. Kichik zaryaddan 3 mm va katta zaryaddan 4 mm masofada bo'lgan nuqtaga joylashtirilgan 2 nC zaryadga qancha kuch ta'sir qiladi?
25. 90 va 10 nC zaryadlar bir-biridan 4 sm masofada joylashgan. Uchinchi zaryad muvozanatda turishi uchun uni qayerda joylashtirish lozim?
26. Zaryadi $-3 \cdot 10^{-8}$ C bo'lgan nuqtaviy zaryadning 5 sm masofada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligini toping.
27. Bir xil zaryadlangan ikki nuqtaviy zaryadlar bir-biri bilan 10^{-4} N kuch bilan itarishishadi. Birinchi zaryadning ikkinchi zaryad turgan nuqtada hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi $2 \cdot 10^4$ N/C ga teng. Nuqtaviy zaryadlarning qiymatlarini toping.
28. Maydonning biror nuqtasida 2 nC zaryadga $0,4 \mu\text{N}$ kuch ta'sir qilmoqa. Shu nuqtadagi maydon kuchlanganligini toping.
29. Elektr maydon kuchlanganligi 2000 N/C bo'lgan nuqtaga joylashgan 12 nC zaryadga qanday kuch ta'sir qiladi?
30. 36 nC zaryadning undan 9 va 18 sm masofada yotgan nuqtalardagi maydon kuchlanganligini toping.
31. Sig'imi 400 pF bo'lgan yassi kondensator qoplamalarining yuzasi 200 sm^2 ga teng. Qoplamalar orasiga shisha plastina qo'yilgan bo'lsa, bunday sig'imli kondensator qoplamalari orasi qancha bo'lishi kerak? Shisha uchun $\epsilon = 7$.
32. Sig'imlari 250 pF dan bo'lgan beshta kondensator ketma-ket ulangan. Kondensatorlar sistemasining umumiy sig'imini toping. Shu kondensatorlar o'zaro parallel ulanganda umumiy sig'im qancha bo'lar edi?
33. Sig'imlari 100 pF, 200 pF va 300 pF bo'lgan kondensatorlar ketma-ket ulangan. Kondensatorlar sistemasining umumiy sig'imini toping.
34. Nima uchun Faradey o'tkazgan tajribada qafasning zaryadlanganligini sezmagan?
35. Nima uchun chaqmoq paytida yakka daraxt ostida turish xavfli?
36. Nima uchun yashin qaytargichning pastki uchi tuproqning nam qatlamiga ko'miladi?

II BOB

ELEKTR TOKI

9-§. ELEKTR TOKI HAQIDA TUSHUNCHA

Zaryadli zarralarning tartibli harakati

Elektrometr sharchasini zaryadlangan tayoqcha yordamida zaryadlaylik. Bunda elektrometr ko'rsatkichi ma'lum burchakka buriladi (33-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 tartibli harakatlanadi va yerga o'tib ketadi (33-b rasm).



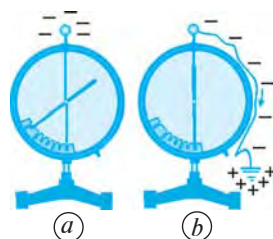
Zaryadli zarralarning tartibli harakati, ya'ni oqimi *elektr toki* deb ataladi.

«Tok» so'zi «oqim» ma'nosini bildiradi.

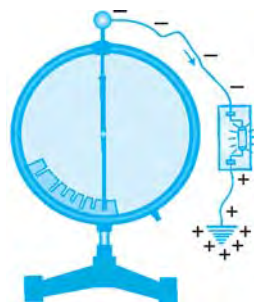
Yuqoridagi tajribada o'tkazgichda elektr toki hosil bo'lganini bilish uchun yerga ulangan o'tkazgich o'rtasiga neon lampochka o'rnataylik. Agar o'tkazgichning ikkinchi uchini elektrometrning zaryadlangan sharchasiga tekkizsak, elektrometrning ko'rsatkichi nolga tushishi bilan bir vaqtda neon lampochka ham bir zumda yonib o'chadi (34-rasm). Demak, haqiqatan ham, o'tkazgichda zaryadli zarralar bir tomonga tartibli harakat qiladi, ya'ni oqadi va elektr toki hosil bo'ladi.

Tok hosil bo'lishida elektr maydonning o'rni

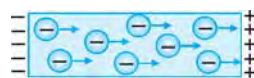
Zaryadli zarralarning harakat qilishiga sabab, o'tkazgichda elektr maydonning mavjudligidir (35-rasm). 33-rasmda tasvirlangan tajribada elektrometrning sharchasi manfiy zaryadlangan. O'tkazgich uchi sharchaga tekkizilmasdan avval yerning o'tkazgich ulangan joyi neytral bo'ladi, ya'ni manfiy va musbat zaryadlar teng miqdorda bo'ladi. O'tkazgich sharchaga



33-rasm



34-rasm

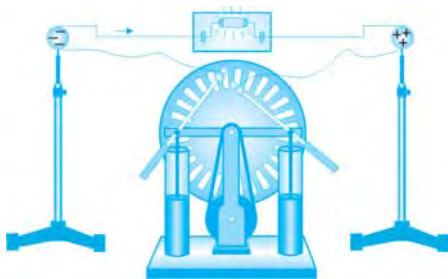


35-rasm

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 tok hosil bo'ladi.



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



36-rasm

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

O'tkazgichlar orqali metall shar-chalarga ulangan neon lampochka va elektrofor mashina olaylik. Sharlarni o'tkazgichlar orqali elektrofor mashinaning sharchalariga ulaylik. Elektrofor mashina diski aylantirilganda sharlarning biri musbat, ikkinchisi

manfiy zaryadlanadi. Bu qarama-qarshi ishorali zaryadlangan sharlar orasida, shuningdek, ularga ulangan o'tkazgichlarda elektr maydon vujudga keladi. Maydon ta'sirida elektronlar o'tkazgich bo'ylab tartibli harakat qiladi, ya'ni unda tok hosil bo'ladi. Bu tok tufayli neon lampochka yonadi (36-rasm). Disk to'xtovsiz aylantirib turilsa, sharlarning zaryadlanishi uzluksiz davom etadi va lampochka ham yonib turaveradi.



1. Elektr toki deb nimaga aytiladi?
2. 34-rasmdan elektr tokining qanday hosil bo'lishini tushuntiring.
3. O'tkazgichda zaryadli zarralar tartibli harakat qilishining sababi nimada?
4. Elektrofor mashina yordamida tokni qanday hosil qilish mumkin? Tok hosil bo'lish sababini tushuntirib bering.



34-rasmda tasvirlangan tajribani o'tkazing va xulosa chiqaring. Xulosalaringizni daftaringizga yozing.

10-§. TOK MANBALARI

Tok manbayi haqida tushuncha

O'tkazgichga ulangan lampochka uzoqroq vaqt yonib turishi uchun mun-tazam elektr tokini hosil qilib turuvchi manba — *tok manbayi* bo'lishi zarur.



Tok manbayida musbat va manfiy zaryadli zarralarni ajratish ishi bajariladi. Ajratilgan qarama-qarshi ishorali zaryadli zarralar tok manbayining qutblarida to'planadi va elektr maydonni hosil qiladi.

Tok manbalarida musbat va manfiy zaryadli zararlarni ajratish jarayonida mexanik, kimyoviy, ichki va boshqa turdagi energiya elektr energiyaga aylanadi.

36-rasmda tasvirlangan elektrofor mashina ham tok manbayidir. Unda mexanik energiya elektr energiyaga aylanadi. Elektrofor diski aylantirilganda musbat va manfiy zaryadli zarralar ajralib, qutblarda, ya'ni sharchalarda qarama-qarshi ishorali zaryadlar to'planadi.

Elektr toki manbalari xilma-xildir. Hozircha biz o'zgarmas tok manbalari bilan tanishamiz.



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

Quyida bir necha xil o'zgarmas tok hosil qiluvchi manbalarining tuzilishi va ishlashini ko'rib chiqamiz. Ularning barchasida kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi.

Galvanik elementlar

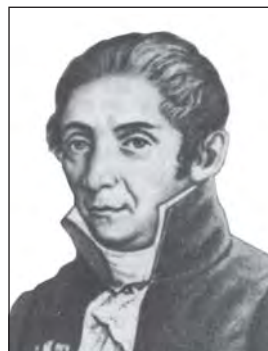
Cho'ntak fonari, ko'chma radio, magnitofon va boshqa elektr asboblari uchun elektr manbayi sifatida galvanik elementlardan foydalaniladi.



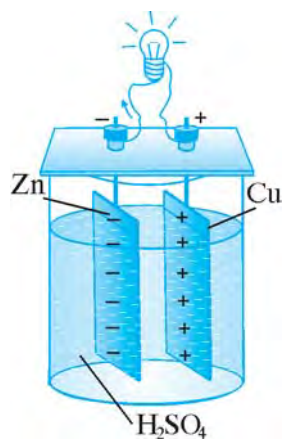
Galvanik elementda kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi.

Eng sodda galvanik element sulfat kislotaning suvdagi eritmasiga botirilgan rux (Zn) va mis (Cu) qoplamalaridan iborat (37-rasm). Rux va kislotaning o'zaro kimyoviy reaksiyasida rux plastinka erib, musbat zaryadli zarralarini (ionlarini) eritmaga berib, o'zi manfiy zaryadlanadi, musbat ionlar esa mis plastinkada to'planadi. Zaryadlangan plastinkalar orasida elektr maydon vujudga keladi.

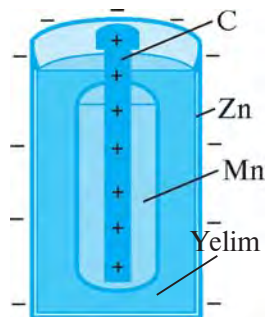
Agar mis va rux qoplamalar, ya'ni galvanik element qutblari o'tkazgich orqali lampochkaga ulansa, o'tkazgichdan tok o'tadi va lampochka yonadi. Bunday eng sodda galvanik elementni italiyalik fizik **Alessandro Volta** kashf



Alessandro Volta
(1745–1827)



37-rasm



38-rasm



39-rasm



40-rasm

etgan. Shuning uchun u *volta galvanik elementi* deb ham yuritiladi.

Amalda, asosan, quruq galvanik elementlardan foydalaniladi. 38-rasmda eng sodda quruq galvanik elementning tuzilishi ko'rsatilgan. Batareyaning asosiy qismi rux (Zn) idishdan va unga solingan ko'mir (C) sterjendan iborat. Marganes (Mn) oksidi va ko'mir aralashmasidan tayyorlangan xaltacha sterjenni o'rab turadi. Elementda suyuqlik o'rniga novshadilga aralastirilgan yelim qo'llanilgan. Kimyoviy reaksiya jarayonida ko'mir sterjenda musbat, rux idish qobig'ida manfiy zaryadlar to'planadi.

Hozirgi paytda turli-tuman galvanik elementlar mavjud (39-rasm).

Galvanik elementlar quvvatini oshirish uchun ko'p hollarda ular bir-biri bilan ketma-ket ulanadi. Bunday ketma-ket ulangan elementlar **batareya** deyiladi. Shuning uchun galvanik elementlarni

batareya deb atashga odatlanganmiz. Ko'chma radio, televizor pulti kabilarga galvanik element — batareya qo'yiladi.

Akkumulyatorlar

«*Akkumulyator*» so'zi lotinchadan «*to'plovchi*» degan ma'noni anglatadi. Barcha turdagi galvanik elementlarning ishlashi davomida elektrodlar va eritma sarflanadi. Ma'lum vaqt o'tgach, ularda kimyoviy reaksiyaning kuchi so'nadi va ishdan chiqqan galvanik element tashlab yuboriladi.

Akkumulyatorlarda ham galvanik element kabi kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi. Lekin akkumulyatorlarda kimyoviy reaksiyaning kuchi tugasa ham, u tashlab yuborilmaydi. U boshqa tok manbasi — elektr tarmog'idan maxsus asboblarda yordamida zaryadlanadi.

Akkumulyatorni zaryadlash uchun u orqali tok o'tkaziladi. Buning uchun uning musbat qutbi boshqa tok manbayining musbat qutbiga, manfiy qutbi esa o'sha manbaning manfiy qutbiga ulanadi. Akkumulyator zaryadlangach, undan yana foydalanish mumkin.



***Akkumulyator*da kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi. Boshqa manba yordamida akkumulyator**dan tok o'tkazish orqali undagi sarflangan elektr energiya tiklab turiladi.

Eng sodda akkumulyator sulfat kislotaga botirilgan ikkita qo'rg'oshin plastinadan iborat. Bunday akkumulyator **qo'rg'oshinli** yoki **kislotali akkumulyator** deb yuritiladi.

Odatda, akkumulyatorlarni bir-biri bilan ketma-ket ulab, batareya hosil qilinadi. 40-rasmda oltita kislotali akkumulyatordan tuzilgan batareya tasvirlangan.

Rasmda ko'rsatilgan batareyada ulagichlar bir akkumulyatorning manfiy qutbini ikkinchi akkumulyatorning musbat qutbiga ulaydi. Bunday tok manbayini batareya deb emas, balki **akkumulyator** deb atashga o'rganilgan.



41-rasm

Amalda ishqorli akkumulyatorlar, masalan, temir-nikelli akkumulyatorlar ham qo'llaniladi. Bunday akkumulyatorlarning plastinkalari temir panjaralar paketidan iborat bo'ladi. Uning plastinkalaridan birida presslangan temir kukuni, ikkinchisida esa nikel oksidi bor. Plastinkalar ishqor (o'yuvchi natriy) eritmasiga botirib qo'yiladi.

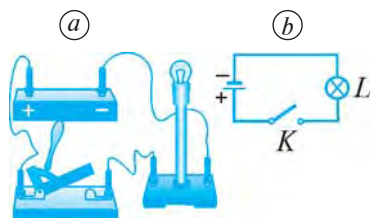
Akkumulyatorlar turli maqsadlarda keng qo'llaniladi. Masalan, avtomobillarda motorni yurgizib yuborishda, uning chiroqlari yonishida, ko'chma radio, magnitofon, televizor, uyali telefon va kompyuterlarda, sun'iy yo'l-doshlarda akkumulyatorlar elektr toki manbayi sifatida foydalaniladi.

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'idan maxsus asboblardan yordamida hosil qilinadi. Bundan buyon elektr zanjirlarda o'zgarmas tok manbayini 41-rasmda keltirilgandek tasvirlaymiz.

Elektr zanjir

Tok manbayi, elektr lampochka va kalitni bir-biri bilan o'tkazgich (sim)lar orqali ulaylik (42-a rasm). Kalit elektr lampochkani o'chirib-yoqish uchun kerak bo'ladi.

Elektr lampochka iste'molchi hisoblanadi. Radio, magnitofon, televizor, kompyuter, muzlatkich, dazmol, elektr isitkich kabilar ham elektr iste'molchilardir.

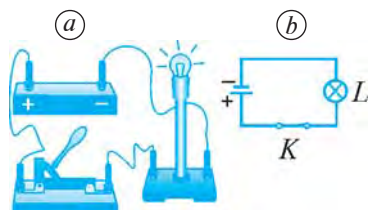


42-rasm

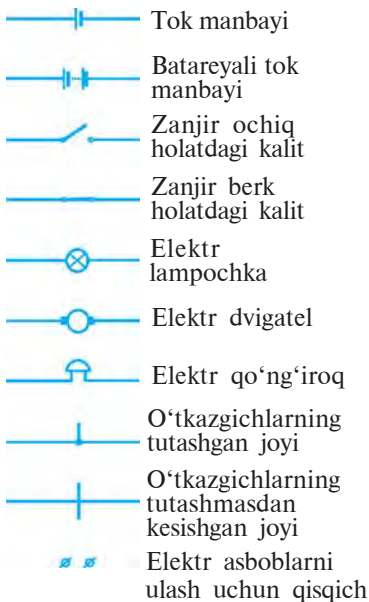


Tok manbayi, o'tkazgich, elektr iste'molchi va kalit eng sodda elektr zanjirni tashkil etadi.

Zanjirda elektr toki hosil bo'lishi va o'tishi uchun u berk bo'lishi kerak. 43-a rasmdagi elektr zanjirda kalitning ulangan holati, ya'ni zanjirning berk holati keltirilgan.



43-rasm



44-rasm

Odatda, elektr zanjir chizma tarzida tasvirlanadi. Elektr zanjirdagi elementning ulanish usullari tasvirlangan chizmalar **elektr sxema** deb ataladi. 42-*b* rasmda ochiq zanjirning va 43-*b* rasmda berk zanjirning elektr sxemalari tasvirlangan.

Elektr zanjirdagi tok manbayi, kalit, o'tkazgichlarning ulangan joyi, turli elektr iste'molchilar va boshqa elementlar elektr sxemalarda tegishli shartli belgilar bilan ko'rsatiladi (44-rasm).



1. Tok manbayi qutblarida zaryadli zarralar qay tarzda to'planadi? Bunda qanday ish bajariladi?
2. Volta galvanik elementining tuzilishi va ishlashini tushuntirib bering.
3. Quruq galvanik elementlarning tuzilishi va ishlashini aytib bering.
4. Akkumulyatorlarning galvanik elementlardan asosiy farqi nimadan iborat?
5. Eng sodda elektr zanjir qanday elementlardan tashkil topgan?



Ishlatib bo'lingan galvanik elementni parchalang, uning ichidagi rux, ko'mir, xaltacha, yelimni ko'zdan kechiring va tahlil qiling.

11-§. METALLARDA ELEKTR TOKI

Erkin elektronlarning tartibsiz harakati

Qattiq jismlarning, jumladan, metallarning atomlari tartibli davriy strukturali **kristall panjarani** tashkil etadi. Kristall panjaraning atom (ion)lar joylashgan nuqtalari **tugunlar** deyiladi.

Metall atomining eng chekka orbitasidagi elektronlar o'z yadrosi bilan kuchsiz bog'langan bo'ladi. Metallarda bunday elektronlar o'z atomini tark etib, erkin elektronlarga aylanadi, atomlar esa musbat ionga aylanib qoladi. **Ion** — elektroni ortiqcha yoki elektroni yetishmaydigan atom. Agar atomni elektronlaridan birontasi yoki bir nechtasi tark etsa, bunday atom musbat ionga aylanadi. Atom ortiqcha elektron olganda esa, bu atom manfiy ionga aylanib qoladi. 1 sm³ metallda 10²²—10²³ ta erkin elektron mavjud.

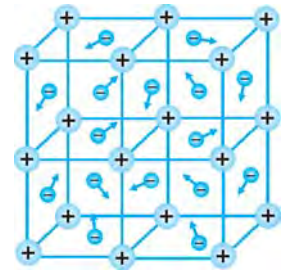


Metall kristall panjara tuzilishida bo'lib, panjara tugunlarida musbat zaryadli ionlar joylashgan. O'z atomini tark etgan elektronlar kristall panjara orasida erkin harakatlanib yuradi (45-rasm).

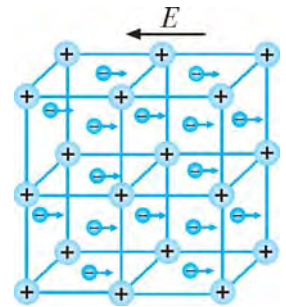
Masalan, mis (Cu) atomi yadrosida 29 ta musbat zaryadli proton bo'lib, yadro atrofida 29 ta manfiy zaryadli elektron yadro atrofida turli orbitalar bo'ylab aylanib yuradi. Eng chekka orbitada 1 ta elektron bo'lib, yadro bilan juda kuchsiz bog'langan bo'ladi. Unga qo'shni atomlarning yadrolari ham ta'sir etib turadi. Shu tufayli bu elektron atomdan atomga deyarli erkin ko'chib yuradi. Hosil bo'lgan erkin elektronlar gaz molekullari kabi issiqlik harakatida, ya'ni tartibsiz harakatda bo'ladi.

Elektr maydonda erkin elektronlar harakati

Metall o'tkazgichni elektr zanjirga ulaylik. Manbaning musbat va manfiy qutblariga ulangan o'tkazgich uchlari orasida elektr maydon hosil bo'ladi. Bu maydon ta'sirida erkin elektronlar manfiy zaryadli bo'lgani uchun manbaning musbat qutbi tomon harakat qiladi (46-rasm). Metallning musbat ionga aylangan atomlari esa o'z joyida qo'zg'almasdan turaveradi. Elektronlarning tartibli harakati natijasida o'tkazgichda tok hosil bo'ladi.



45-rasm



46-rasm

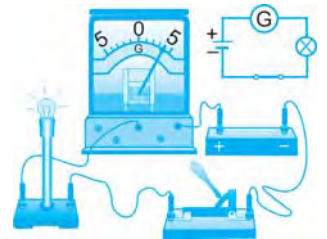


Metallarda elektr toki elektronlarning tartibli harakati (oqimi)dan iboratdir.

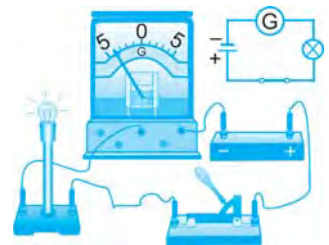
Elektr tokining yo'nalishi

Elektr zanjirdan tok o'tayotganini galvanometr yoki ampermetr yordamida aniqlash mumkin. Galvanometrni elektr zanjirga dastlab 47-rasmda ko'rsatilganidek ulaylik. Kalit ulanganida, galvanometr ko'rsatkichi 0 raqamidan o'ng tomonga og'adi. Demak, o'tkazgichdan tok o'tmoqda. Buni zanjirga ulangan lampochkaning yonganidan ham ko'rish mumkin.

Endi o'tkazgichning tok manbayiga ulangan uchlari qutblarni almashtiraylik. Bu holda ham lampochka yonadi. Lekin, bunda galvanometr ko'rsatkichi 0 raqamidan chapga og'adi (48-rasm).



47-rasm



48-rasm

Bu tajriba elektr tokining yoʻnalishga ega ekanligini koʻrsatadi.

Elektr zanjirda zaryad tashuvchilar manfiy zaryadli elektronlar boʻlib, ular oʻtkazgich boʻylab elektr manbaning manfiy qutbidan musbat qutbi tomon harakat qiladi. Shuning hisobiga oʻtkazgichda elektr toki vujudga keladi. Lekin tok yoʻnalishi qabul qilingan davrda fanda elektron haqida hech narsa maʼlum emas edi. Shuning uchun elektr tokining yoʻnalishi sifatida tok manbayining musbat qutbidan manfiy qutbiga tomon harakat qiladigan musbat zaryadli zarralarning harakat yoʻnalishi qabul qilingan.

Demak:



Elektr toki yoʻnalishga ega. Elektr zanjirda tokning yoʻnalishi sifatida musbat zaryadli zarralarning tartibli harakat yoʻnalishi qabul qilingan.



1. Metallarda erkin elektronlar qanday paydo boʻladi?
2. Erkin elektron elektr maydonda qanday harakat qiladi?
3. Metallarda elektr toki nimadan iborat?
4. Tokning yoʻnalishga ega ekanligini qanday bilish mumkin?
5. Oʻtkazgichlarda elektr tokining yoʻnalishi sifatida qanday zarraning harakat yoʻnalishi qabul qilingan?



47- va 48-rasmlarda koʻrsatilgan tajribani oʻtkazing va tokning yoʻnalishga ega ekanligini asoslang.

12-§. ELEKTR KUCHLANISH VA UNI OʻLCHASH

Kuchlanish haqida tushuncha

Elektr zanjirga ulangan oʻtkazgichdagi elektronlar tok manbayining manfiy qutbidan musbat qutbiga qarab harakat qiladi. Bunda tok manbayi ish bajaradi.



Zanjirning biror qismidan 1 kulon zaryad oʻtganida bajariladigan ishga son qiymat jihatidan teng boʻlgan kattalik zanjirning shu qismi uchlari orasidagi *elektr kuchlanish* deb ataladi va U harfi bilan belgilanadi.

Elektr kuchlanish formulasi quyidagicha ifodalanadi:

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

bunda, A – zanjirdan q zaryad oʻtganda uning shu qismida bajarilgan ish.

Kuchlanish birligi qilib tok manbayining ixtirochisi **Alessandro Volta** sharafiga **volt** (V) qabul qilingan. Bunda $1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}$, ya'ni zanjirning biror qismida kuchlanish 1 V ga teng bo'lishi shu qism orqali 1 C zaryad miqdori o'tganida 1 J ish bajarilishini bildiradi. Binobarin, agar zanjir qismida kuchlanish 2 V ga teng bo'lsa, shu qism orqali 1 C zaryad o'tganida 2 J ish bajariladi.

Amalda kuchlanishning **millivolt** (mV) va **kilovolt** (kV) kabi birliklari ham qo'llaniladi. Bunda $1 \text{ V} = 1000 \text{ mV}$, $1 \text{ kV} = 1000 \text{ V}$.

Kuchlanish elektr zanjirning biror qismidagi o'tkazgich uchlari-dagina emas, balki tok manbayi qutblarida ham namoyon bo'ladi. Manba qutblari orasidagi kuchlanish zanjirdan 1 C zaryad o'tganda bajarilishi mumkin bo'lgan ishga teng bo'ladi.

Tok manbalaridagi elektr kuchlanish turlicha bo'ladi (1-jadval).

1-jadval

Ayrim tok manbalaridagi elektr kuchlanish

№	Tok manbalari	Kuchlanish
1.	Galvanik element	1,5 V
2.	Qo'rg'oshinli akkumulyator	2 V
3.	Cho'ntak fonari batareyasi	4,5 V
4.	Avtomobil akkumulyatori	12 V
5.	Xonadonlardagi elektr tarmog'i	220 V
6.	Uzatish liniyasi	5–500 kV

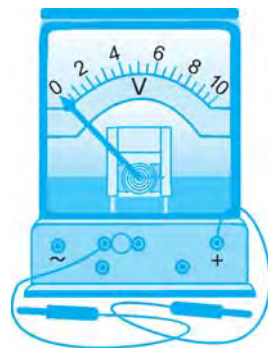
Kuchlanishni o'lchash



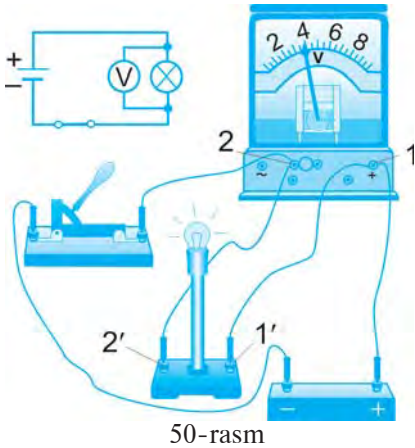
Tok manbayi qutblaridagi yoki zanjirning biror qismidagi kuchlanish voltmetr yordamida o'lchanadi.

Maktab fizika xonalarida foydalaniladigan voltmترلardan biri 49-rasmda tasvirlangan. Voltmetrni boshqa elektr o'lchov asboblardan farqlash uchun uning shkalasiga «V» harfi yozilgan bo'ladi. Elektr zanjir sxemasida ham voltmetr «V» harfi bilan belgilanadi.

Voltmetrning qisqichlaridan biriga «+» belgisi qo'yiladi. Voltmetr tok manbayining musbat qutbiga ulangan zanjir elementlari orqali kelgan simga yoki manbaning musbat qutbiga to'g'ridan to'g'ri ulanadi (50-rasm). Elektr iste'molchiga,



49-rasm

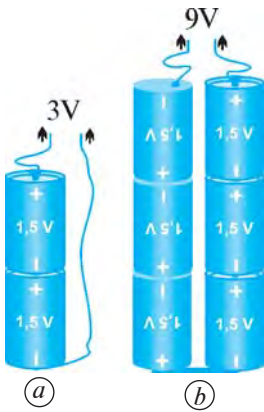


masalan, lampochkaga tok kelayotgan zanjir qismidagi kuchlanishni o'lchash uchun voltmetrning 1 qisqichi lampochkaning 1' qisqichiga, voltmetrning 2 qisqichi lampochkaning 2' qisqichiga ulanadi. Voltmetrning iste'molchiga nisbatan bunday ulanishi **parallel ulanish** deyiladi.



Voltmetr elektr zanjirdagi kuchlanishni o'lchanadigan iste'molchiga parallel qilib ulanadi.

Tok manbalarining ulanishi



51-rasm

Bitta galvanik element beradigan kuchlanish ko'p hollarda yetarli bo'lmaydi. Masalan, ayrim ko'chma radio 3 V li tok manbayida ishlaydi. Galvanik elementlarning har biri 1,5 V dan bo'ladi. 3 V li kuchlanishni olish uchun radioga 1,5 V lik ikkita galvanik element qo'yiladi. Bunda birinchi elementning musbat qutbi ikkinchi elementning manfiy qutbiga ulanadi (51-a rasm).

9 V da ishlaydigan magnitofon uchun 1,5 V li 6 ta galvanik element ketma-ket ulanadi (51-b rasm).

Akkumulyatorlarda bir nechta 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:	Yechilishi:
$U = 1,5 \text{ V};$ $q = 10 \text{ C}.$	$U = \frac{A}{q};$	$A = 1,5 \text{ V} \cdot 10 \text{ C} = 15 \text{ J}.$
Topish kerak: $A - ?$	$A = Uq.$	Javob: $A = 15 \text{ J}.$



- Elektr kuchlanish deb nimaga aytiladi va u qanday belgilanadi?
- Elektr kuchlanish formulasi qanday ifodalanadi? Bu formulada elektr kuchlanish va zaryad miqdori ma'lum bo'lsa, bajarilgan ish qanday topiladi? Elektr kuchlanish va bajarilgan ish ma'lum bo'lganda, zaryad miqdorini topish formulasini yozib bering.
- Elektr kuchlanish qanday birlikda o'lchanadi?
- Kuchlanish qanday asbob yordamida o'lchanadi va u zanjirda qanday ulanadi?
- Kuchlanishni oshirish uchun tok manbalarini qanday ulash lozim?

M5

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 3 V kuchlanishli tok manbayiga ega. Ma'lum vaqt davomida undan 100 C zaryad o'tganida qancha ish bajariladi?
3. Ko'chma magnitofon 9 V kuchlanishli tok manbayiga ega. Ma'lum vaqt davomida 450 J ish bajarish uchun magnitofondan qancha elektr zaryadi o'tishi kerak?
4. Elektr zanjirda lampochkaga parallel ulangan voltmetr 3 V ni ko'rsatmoqda. Ma'lum vaqt davomida 24 J ish bajarilishi uchun lampochkadan nechta elektron o'tishi kerak? 1 ta elektronning zaryadi $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C ga teng.



Voltmetrni akkumulyator yoki galvanik element qisqichlariga ulab, tok manbayidagi kuchlanishni o'lchang.

13-§. TOK KUCHI VA UNI O'LCHASH

Tok kuchi haqida tushuncha

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



O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida o'tayotgan elektr zaryadi 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:

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



Andre Mari Amper
(1775–1836)

Xalqaro birliklar sistemasida tok kuchining asosiy birligi qilib fransuz fizigi **Andre Mari Amper** sharafiga **amper** (A) qabul qilingan. O'tkazgich ko'ndalang kesimidan 1 s da 1 C zaryad o'tsa, tok kuchi 1 A bo'ladi.

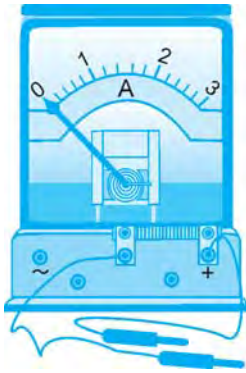
Amalda amperdan tashqari **milliamper** (mA) va **mikroamper** (μ A) ham qo'llaniladi. Bunda $1 \text{ A} = 1000 \text{ mA} = 1000000 \mu\text{A}$, $1 \text{ mA} = 1000 \mu\text{A}$.

Tok kuchini o'lchash



Zanjirdagi tok kuchi ampermetr yordamida o'lchanadi.

Maktab fizika xonasida foydalaniladigan ampermetrlardan biri 52-rasmda tasvirlangan. Ampermetr shkalasiga «A» harfi yozib qo'yiladi.

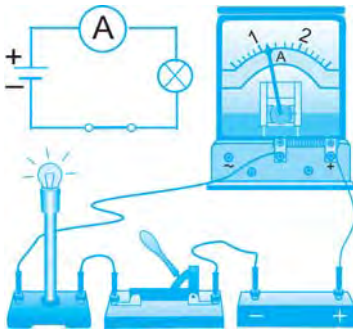


52-rasm



Ampermetr elektr zanjirdagi tok kuchi o'lanadigan iste'molchi bilan ketma-ket ulanadi.

Ampermetrni zanjirga ulashda uning «+» belgisi qo'yilgan qutbi tok manbayining musbat qutbidan kelayotgan o'tkazgichga ulanadi (53-rasm).



53-rasm

Ampermetrni 53-rasmda ko'rsatilgan zanjirdagi istalgan manba, kalit va iste'molchiga ketma-ket ulash mumkin. Chunki bunday zanjirning hamma qismida tok kuchi bir xil bo'ladi. Ampermetr iste'molchidan oldin ulansa ham, keyin ulansa ham, uning ko'rsatishi bir xil bo'ladi.

Masala yechish namunasi

Elektr zanjirdagi lampochkadan 0,2 A tok o'tmoqda. Lampochka spirali orqali 1 minutda qancha zaryad miqdori va nechta elektron o'tishini hisoblang.

Berilgan:

$$I = 0,2 \text{ A};$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s};$$

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

Topish kerak:

$$q - ? \quad n - ?$$

Formulasi:

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

$$q = n|q_e|; \quad n = \frac{q}{|q_e|}.$$

Yechilishi:

$$q = 0,2 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} = 12 \text{ C}.$$

$$n = \frac{12 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 7,5 \cdot 10^{19}.$$

Javob: $q = 12 \text{ C}; \quad n = 7,5 \cdot 10^{19} \text{ ta}.$



1. Tok kuchi deb nimaga aytiladi va u qanday belgilanadi?
2. Tok kuchi formulasi qanday ifodalanadi? Bu formulada tok kuchi va ma'lum vaqt ichida o'tkazgichdan o'tayotgan zaryad miqdori berilgan bo'lsa, shu vaqt qanday topiladi? Tok kuchi va o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan zaryadlarning o'tish vaqti berilsa, shu vaqt ichida o'tkazgichdan qancha zaryad o'tishi qanday topiladi?
3. Tok kuchini o'lchash uchun qanday birliklar qabul qilingan?
4. Tok kuchi qanday asbob yordamida o'lchanadi?
5. Ampermetr elektr zanjirga qanday ulanadi?



1. Elektr zanjirdagi lampochkadan 5 minutda 30 C zaryad o'tgani ma'lum. Zanjirdagi ampermetr lampochkadan qancha tok o'tayotganini ko'rsatadi?
2. Lampochka ulangan elektr zanjirdan o'tayotgan tokning kuchi 0,1 A ga teng. Lampochka spirali orqali 8 minutda necha kulon zaryad o'tadi? Shu vaqt davomida lampochkadan o'tgan elektronlar sonini hisoblang.

14-§. Elektr zanjirni yig'ish, uning turli qismlaridagi tok kuchi va kuchlanishni o'lchash

3. Elektr zanjirdagi lampochkadan o'tayotgan tok kuchi 0,3 A ga teng. Lampochka spiralidan qancha vaqtda 360 C zaryad o'tadi?
4. Akkumulyator 25 soat davomida 2 A tok berib tura oladi. Bunday akkumulyator qancha elektr zaryadi to'play oladi?



53-rasmdagi zanjirni yig'ing. Ampermetrni zanjirning turli joylariga ulang va barcha hollarda uning ko'rsatkichi bir xil bo'lishiga ishonch hosil qiling.

14-§. ELEKTR ZANJIRNI YIG'ISH, UNING TURLI QISMLARIDAGI TOK KUCHI VA KUCLANISHNI O'LCHASH (laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: turli kuchlanish beruvchi ikkita tok manbayi, ikki xil lampochka, ampermetr, voltmeter, kalit, ulovchi o'tkazgichlar.

Ishni bajarish tartibi

1. Tok manbayi, lampochka, ampermetr, voltmeter va kalitdan iborat zanjirni yig'ing (54-rasm).

2. Elektr zanjir sxemasini daftaringizga chizing.

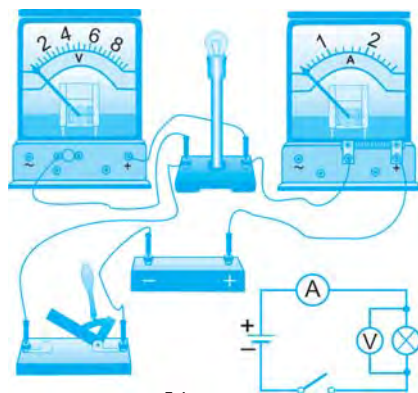
3. Kalitni ulang. Bunda lampochka yonadi, ampermetr tok kuchini, voltmeter kuchlanishni ko'rsatadi. Ularning qiymatlarini jadvalga yozing.

4. Zanjirdagi lampochkani boshqasi bilan almashtirib, 3-banddagi ishlarni takrorlang.

5. Tok manbayini boshqasi bilan almashtiring. 3-bandda keltirilgan ishlarni takrorlang.

6. Lampochkani dastlabki lampochka bilan almashtiring. 3-banddagi ishlarni takrorlang.

7. Tajriba natijalarini tahlil qiling va xulosa chiqaring.



54-rasm



1. Eng oddiy elektr zanjir qanday asboblardan tashkil topgan? Uning elektr sxemasini chizib bering.
2. Eng oddiy elektr zanjirdagi har bir asbobning vazifasini aytib bering.
3. Voltmetrning vazifasi nimadan iborat? U zanjirda qanday ulanadi va sxemada qanday belgilanadi?
4. Ampermetrning vazifasi nimadan iborat? U zanjirda qanday ulanadi va sxemada qanday belgilanadi?

15-§. ELEKTR QARSHILIK

Elektr qarshilik haqida tushuncha



Georg Simon Om
(1787–1854)

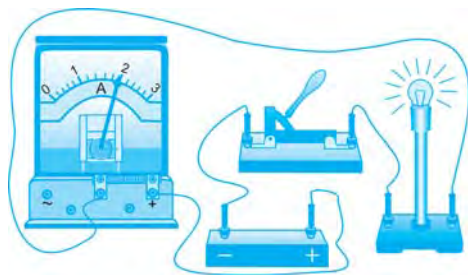
55-rasmda ko'rsatilgan elektr zanjirni yig'aylik. Kalitni ulasak, lampochka ravshan yonadi, ampermetr nisbatan kattagina tok o'tayotganini ko'rsatadi.

Kalitni uzaylik. Uzunligi 1,5–2 m bo'lgan nikelin-dan tayyorlangan o'tkazgich simni spiral shakliga keltirib, uni lampochkaga ketma-ket qilib ulaylik. Nikelin – bu nikel, mis va marganes aralashmasidan tayyorlangan qotishma.

Kalit ulanganda lampochka xira yonadi va ampermetr zanjirdan o'tayotgan tokning kamayganligini ko'rsatadi (56-rasm). Demak, nikelin sim zanjirdagi tokni kamaytiradi, ya'ni zanjirdan tok o'tishiga qarshilik qiladi.



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

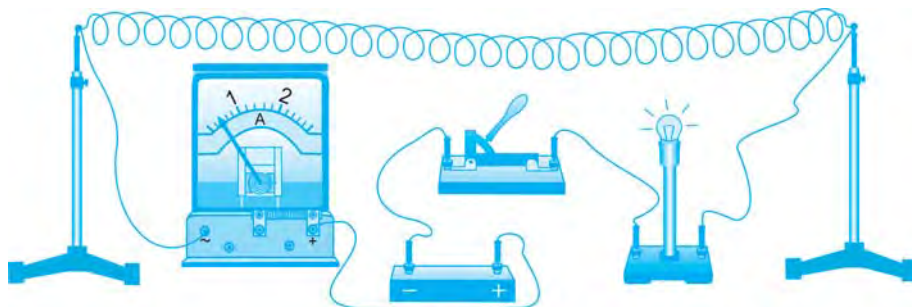


55-rasm

Elektr qarshilikning asosiy birligi qilib fizikaga qarshilik tushunchasini kiritgan va elektr zanjirning asosiy qonunini kashf etgan nemis fizigi **Georg Simon Om** sharafiga *om* (Ω) qabul qilingan.

Qarshilikning *milliom* ($m\Omega$), *kiloom* ($k\Omega$), *megaom* ($M\Omega$) kabi birliklari ham qo'llaniladi. Bunda:

$$1 \Omega = 1\,000 \text{ m}\Omega; \quad 1 \text{ k}\Omega = 1\,000 \Omega; \quad 1 \text{ M}\Omega = 1\,000\,000 \Omega.$$



56-rasm

O'tkazgichda elektr qarshilik qanday vujudga keladi?

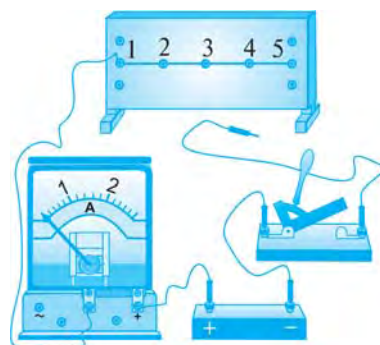
Metallardagi tok elektr maydon ta'sirida erkin elektronlarning tartibli harakatidan iborat. Harakat paytida elektronlar kristallni tashkil etgan ionlar bilan to'qnashadi. Bu to'qnashuv jismlarning mexanik harakatidagi to'qnashish jarayoniga o'xshab, ionlar erkin elektronlarning tezligini kamaytiradi. Shuning uchun metall o'tkazgichlarga elektr maydon qo'yilganda, elektr qarshilik namoyon bo'ladi.

Elektr qarshilikning o'tkazgich uzunligiga bog'liqligi

57-rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig'aylik. Bunda 1 va 2, 2 va 3, 3 va 4, 4 va 5 qisqichlar bir xil 15 sm uzunlikdagi nixrom o'tkazgich (sim)lar bilan tutashtirilgan. Nixrom – bu nikel, temir, xrom va marganes aralashmasidan tayyorlangan qotishma.

Tok manbayining musbat qutbi ampermetr orqali 1 qisqichga, manfiy qutbi esa kalit orqali 2 qisqichga ulangan bo'lsin. Kalit yordamida zanjirni ulasak, ampermetr 2 A tokni ko'rsatgan bo'lsin. Agar tok manbayining manfiy qutbini 3 qisqichga ulasak, ampermetr 1 A ni, 5 qisqichga ulasak, 0,5 A 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.



57-rasm



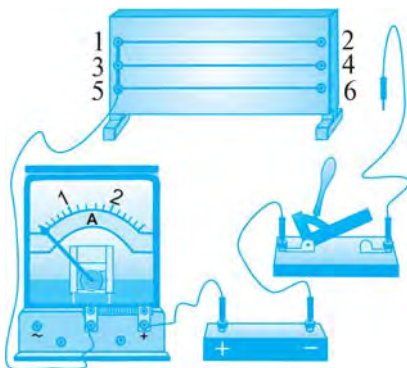
O'tkazgichning elektr qarshiligi uning uzunligiga to'g'ri proporsionaldir:

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

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

58-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. Bunda 1, 3, 5 qisqichlar o'tkazgich mis sim orqali tutashtirilgan bo'lib, ular ampermetr orqali manbaning musbat qutbiga ulangan. 1 va 2 qisqichlarni, 3 va 4 qisqichlarni, 5 va 6 qisqichlarni bir-biri bilan 60 sm uzunlikdagi 3 ta bir xil nixrom sim bilan tutashtiraylik.

Manbaning manfiy qutbidan chiqqan o'tkazgichni 2 qisqichga mahkamlab kalitni ulasak, ampermetr 0,5 A tokni ko'rsatadi. Manba 4 yoki 6 qisqichga ulansa ham zanjirdan 0,5 A tok o'tadi.



58-rasm

Endi 2 va 4 qisqichlarni tutashtiraylik. Bu bilan nixrom simni ikki qavat qildik va uning ko'ndalang kesimi yuzasini 2 marta oshirdik. Manbani 4 qisqichga mahkamlab kalitni ulasak, ampermetr zanjirda 1 A tok o'tayotganini ko'rsatadi.

Agar 4 va 6 qisqichlarni ham tutashtirib tajribani qaytarsak, 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 kesimi yuzasiga teskari proporsionaldir:

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

Solishtirma qarshilik

Elektr zanjirga uzunliklari va ko'ndalang kesimi yuzalari bir xil, lekin turli materiallardan yasalgan uch xil simni, masalan, nikelin, nixrom va xromelni navbatma-navbat ulaylik. Bunda har gal ampermetrning ko'rsatishi har xil bo'ladi. Bu tajriba turli moddalarning elektr qarshiligi har xil ekanligini ko'rsatadi.



O'tkazgichning elektr qarshiligi o'tkazgich tayyorlangan materialning elektr xossasiga ham bog'liq.

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

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

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

bunda, ρ – moddaning elektr xossasini ifodalovchi fizik kattalik — *solishtirma qarshilik*. (4) dan uni quyidagicha ifodalash mumkin:

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

Solishtirma qarshilik 1 $\Omega \cdot m$ birlikda o'lchanadi.

O'tkazgich tayyorlanadigan moddalarning solishtirma qarshiligi turlicha bo'ladi (2-jadval).

2-jadval

Ayrim moddalarning solishtirma qarshiligi (20°C da)

№	Moddalar	$\rho, 10^{-6} \Omega \cdot m$	№	Moddalar	$\rho, 10^{-6} \Omega \cdot m$
1	Mis	0,017	5	Nikelin	0,4
2	Alyuminiy	0,028	6	Konstantan	0,5
3	Volfram	0,055	7	Nixrom	1,1
4	Temir	0,098	8	Xromel	1,4

Masala yechish namunasi

Uzunligi 2 m va ko'ndalang kesimining yuzasi $0,5 \text{ mm}^2$ bo'lgan nixrom simning qarshiligini toping.

Berilgan:

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

$$S = 0,5 \text{ mm}^2 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2;$$

$$\rho = 1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m.$$

Formulasi:

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

Yechilishi:

$$R = 1,1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m \cdot \frac{2 \text{ m}}{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} = 4,4 \Omega.$$

Topish kerak:

$$R - ?$$

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



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



1. Uzunligi 100 m va ko'ndalang kesimining yuzasi 2 mm^2 bo'lgan mis simning qarshiligini toping.
2. Uzunligi 1 m, ko'ndalang kesimining yuzasi $0,5 \text{ mm}^2$ bo'lgan simning qarshiligi $0,8 \Omega$ 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 $0,1 \text{ mm}^2$, ikkinchi simning uzunligi 0,5 m, ko'ndalang kesimining yuzasi 3 mm^2 . Qaysi simning qarshiligi katta va necha marta katta?
4. Oldingizda xromel va mis sim turibdi. Ularning uzunligi va ko'ndalang kesimining yuzasi bir xil. Xromel simning qarshiligi mis simning qarshiligidan necha marta katta bo'ladi?
5. Ko'ndalang kesimining yuzasi $0,5 \text{ mm}^2$ bo'lgan 2Ω qarshilikli spiral tayyorlash uchun qanday uzunlikda nikelin sim kerak bo'ladi?
6. 2 m uzunlikdagi nixrom simdan tayyorlangan spiralning qarshiligi $4,4 \Omega$ ga teng. Simning ko'ndalang kesimi yuzasini toping.

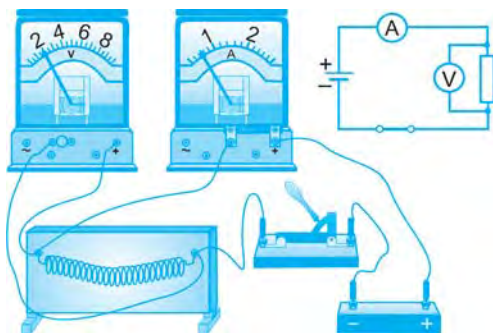


Tok manbayi, lampochka va kalitdan iborat elektr zanjirni yig'ing va kalitni ulang. Elektr lampochkaning qanday yonishiga e'tibor bering. Kalitni uzib, lampochkaga ketma-ket tarzda 0,5 m uzunlikdagi nixrom simni ulang. Kalitni ulab, lampochkaning qanday yonishini kuzating. Bu safar lampochka xira yonishi sababini tushuntiring.

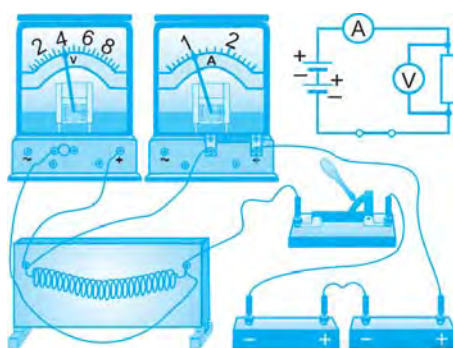
16-§. ZANJIRNING BIR QISMI UCHUN OM QONUNI

Tok kuchining kuchlanishga bog'liqligi

Tok manbayi, nikelin spiral, ampermetr, voltmetr va kalitdan iborat elektr zanjirni yig'aylik. Kalit ulanganda voltmetr 2 V ni, ampermetr 0,5 A ni ko'rsatsin (59-rasm).



59-rasm



60-rasm

Tok manbayiga boshqa bir shunday tok manbayini ketma-ket ulaylik. Zanjir kaliti ulanganda voltmetr 4 V kuchlanishni, ampermetr esa 1 A tok kuchini ko'rsatadi, ya'ni spiraldagi kuchlanish ham, tok kuchi ham 2 marta ortadi (60-rasm).

Xuddi shunday tok manbayi soni 3 taga yetkazilsa, spiraldagi kuchlanish ham, tok kuchi ham 3 marta ortadi.

Tajriba 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.

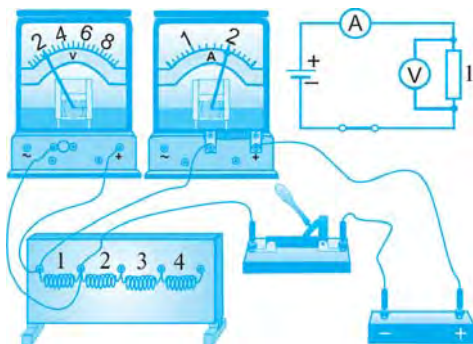


O'tkazgichdagi tok kuchi shu o'tkazgichning uchlari orasidagi kuchlanishga to'g'ri proporsionaldir:

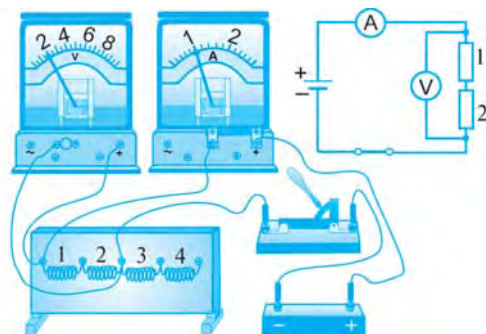
$$I \sim U. \quad (1)$$

Tok kuchining elektr qarshilikka bog'liqligi

Avvalgi tajribada spiral o'zgartirilmagan, ya'ni o'tkazgichning elektr qarshiligi o'zgarmas qilib olingan edi. Uning uchlardagi kuchlanish esa



61-rasm



62-rasm

turlicha bo'lgan. Endi o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish o'zgarmasdan, uning qarshiligi turlicha bo'lgan holni ko'ramiz.

61-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. 1, 2, 3, 4 raqamlar har birining elektr qarshiligi $1\ \Omega$ dan bo'lgan spiral o'tkazgichlarni ifodalaydi. Birinchi galda zanjirga 1 raqamli o'tkazgichni ulaylik. Kalit ulanganda, voltmetr $2\ \text{V}$ kuchlanishni, ampermetr esa $2\ \text{A}$ tok kuchini ko'rsatadi.

Ikkinchi galda zanjirga 1 va 2 raqamli o'tkazgichlarni ketma-ket ulaylik. Bu holda ularning birgalikdagi qarshiligi $2\ \Omega$ ni tashkil etadi. Kalit ulanganda, voltmetr o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish o'zgarmaganligini, ampermetr esa zanjirdan o'tayotgan tok kuchi 2 marta kamayganligini ko'rsatadi (62-rasm).

Endi 1, 2, 3, 4 raqamli o'tkazgichlarni ketma-ket ulab, qarshiligi $4\ \Omega$ 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.

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

Om qonuni

Tok kuchi bilan zanjirning bir qismi – o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish va shu o'tkazgich qarshiligi orasidagi bog'lanish nemis olimi **Georg Om** sharafiga *Om qonuni* deb ataladi. Om bu qonunni 1827-yilda kashf qilgan.

Yuqoridagi ikkala tajriba xulosalarini umumlashtirib, tok kuchi I ,

kuchlanish U va qarshilik R orasidagi bog‘lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

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

Bu – **zanjirning bir qismi uchun Om qonuni** formulasi. 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.

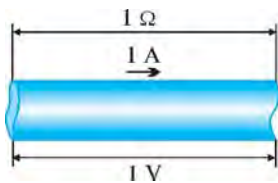
Om qonuni formulasidan kuchlanish va qarshilik quyidagicha ifodalanadi:

$$U = IR; \quad (4) \quad R = \frac{U}{I}. \quad (5)$$

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



1 om (1Ω) deb shunday o‘tkazgichning qarshiligi qabul qilganki, uning uchlaridagi kuchlanish 1 V bo‘lganda undan 1 A tok kuchi o‘tadi (63-rasm):



63-rasm

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

Masala yechish namunasi

Uzunligi 1 m, ko‘ndalang kesimining yuzi $0,4 \text{ mm}^2$ bo‘lgan nikelin simning uchlaridagi kuchlanish 2 V ga teng. Shu elektr zanjir orqali o‘tayotgan tok kuchini aniqlang.

Berilgan:

$$\begin{aligned} l &= 1 \text{ m}; \\ S &= 0,4 \text{ mm}^2 = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2; \\ U &= 2 \text{ V}; \\ \rho &= 0,4 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}. \end{aligned}$$

Topish kerak:

$$I \text{ -?}$$

Formulasi:

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

Hisoblash:

$$\begin{aligned} R &= 0,4 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{1 \text{ m}}{0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} = 1 \Omega. \\ I &= \frac{2 \text{ V}}{1 \Omega} = 2 \text{ A}. \end{aligned}$$

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



- O‘tkazgichning elektr qarshiligi o‘zgarmas qilib olinganda, zanjirdagi tok kuchining kuchlanishga bog‘liqligi qanday bo‘ladi?
- Kuchlanish o‘zgarmas bo‘lganda, tok kuchining o‘tkazgich qarshiligiga bog‘liqligini ifodalang.
- Zanjirning bir qismi uchun Om qonunini ifodalang va ta’riflab bering.
- Om qonuni formulasida o‘tkazgich qarshiligi va undan o‘tayotgan tok kuchi ma’lum bo‘lsa, o‘tkazgich uchlari orasidagi kuchlanish qanday topiladi?
- Om qonuni formulasida o‘tkazgich uchlaridagi kuchlanish va undan o‘tayotgan tok kuchi ma’lum bo‘lsa, o‘tkazgich qarshiligi qanday topiladi?
- 1 Om deb nimaga aytiladi?



1. Elektr zanjirdagi isteʼmolchiga 2 V kuchlanish berilganda, undagi tok kuchi 0,1 A ga teng boʻladi. Shu isteʼmolchida tok kuchi 0,3 A ga yetishi uchun unga qanday kuchlanish berish kerak?
2. Choʻntak fonari lampochkasi 4,5 V kuchlanish ostida 0,3 A tok olib yonadi. Shu lampochka spiralining qarshiligi qancha?
3. 220 V kuchlanishli elektr tarmoqqa ulangan elektr lampochkadan 0,5 A tok oʻtmoqda. Lampochka spiralining qarshiligini toping.
4. Qarshiligi 110 Ω boʻlgan oʻtkazgich orqali 2 A tok oʻtkazish uchun oʻtkazgich uchlariga qanday kuchlanish qoʻyish kerak?
5. Qarshiligi 1,7 Ω boʻlgan mis simda 3 A tok hosil qilish uchun shu simning uchlariga qanday kuchlanish qoʻyish kerak? Simning koʻndalang kesimi yuzasi 0,5 mm² boʻlsa, uning uzunligini toping.
6. Uzunligi 100 m, koʻndalang kesimining yuzasi 0,5 mm² boʻlgan alyuminiy simning uchlaridagi kuchlanish 7 V. Shu simdan oʻtayotgan tok kuchini aniqlang.



Ikkita 1,5 V li galvanik element va 3 V kuchlanish moʻljallangan lampochka oling. Avval lampochkani bitta galvanik elementga, soʻngra ketma-ket ulangan ikkita galvanik elementga ulang. Ikkinchi ulanishda lampochkaning yoritishi kuchayganini tushuntirib bering.

17-§. AMPERMETR VA VOLTMETR YORDAMIDA OʻTKAZGICH QARSHILIGINI ANIQLASH (laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: 3 ta tok manbayi, nikelin spiral, ampermetr, voltmetr, kalit, ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi

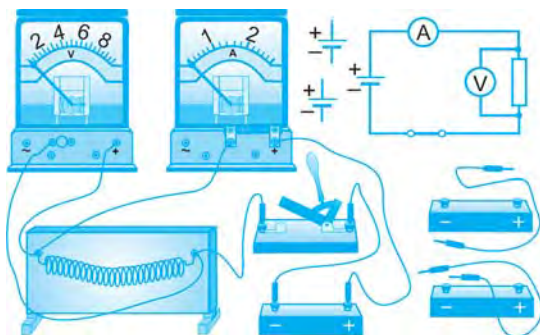
1. Tok manbayi, isteʼmolchi — nikelin spiral, ampermetr, voltmetr va kalitdan iborat zanjirni yigʻing va sxemasini chizing (64-rasm).

2. Kalitni ulab, voltmetrning U_1 va ampermetrning I_1 koʻrsatkichlarini 3-jadvalga yozing.

3. Nikelin spiralning $R_1 = \frac{U_1}{I_1}$ qarshiligini hisoblang va natijani jadvalga yozing.

4. Ikkita manbani ketma-ket ulab, voltmetrning U_2 va ampermetrning I_2 koʻrsatkichlarini jadvalga yozing.

5. Ikkinchi tajriba uchun spiralining $R_2 = \frac{U_2}{I_2}$ qarshiligini hisoblang va natijani jadvalga yozing.



64-rasm

6. Uchta akkumulyatorni ketma-ket ulab, voltmetrning U_3 va ampermetrning I_3 ko'rsatkichlarini jadvalga yozing.

7. Uchinchi tajriba uchun spiralning $R_3 = \frac{U_3}{I_3}$ qarshiligini hisoblang va natijani jadvalga yozing.

8. $R_{o'rt} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$ ifoda orqali qarshilikning o'rtacha qiymatini toping.

Natijani 3-jadvalga yozing.

9. Natijalarni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

3-jadval

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



1. Elektr qarshilik deb nimaga aytiladi?
2. Akkumulyatorlar 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?

18-§. REZISTORLAR. REOSTATLAR. POTENSIOMETRLAR

Rezistorlar

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 rostdash uchun qo'llaniladigan ma'lum qarshilikli elektr asbob. «Rezistor» so'zi lotincha «resisto» – «qarshilik» degan ma'noni anglatadi.

65-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 (65-b rasm). Bu qatlamning ikkala chekkasi o'tkazgich simga mahkamlangan bo'lib, bu simlar orqali u zanjirga ulanadi.

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

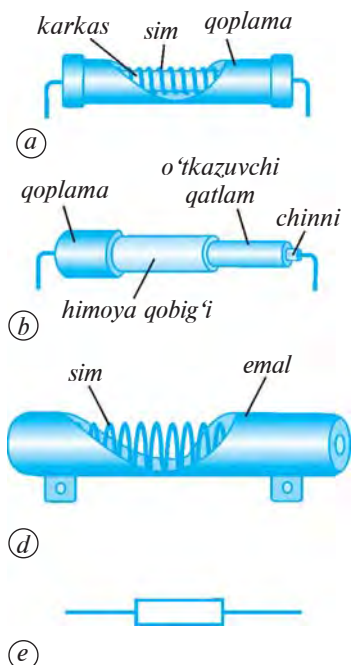
Rezistorlarning elektr zanjir sxemasidagi shartli belgisi 65-e rasmda aks ettirilgan. Har qanday elektr iste'molchini sxemada shunday shartli belgi bilan ifodalash mumkin.

66-rasmda rezistorlarning namunalari keltirilgan.

Reostatlar

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. Tramvay, trolleybus yoki elektrovoz tezligini asta-sekin oshirish uchun elektr dvigateldagi 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.



65-rasm



66-rasm



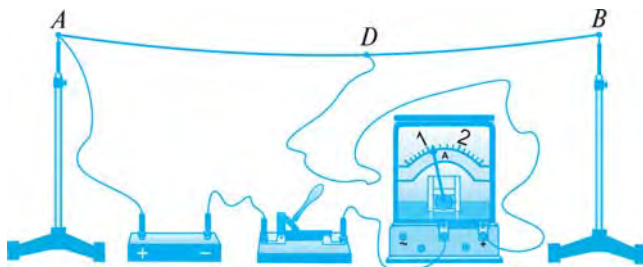
Reostat – elektr zanjirdagi tok kuchi va kuchlanishni rostlash, ya'ni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan elektr asbob.

«Reostat» grekcha so'z bo'lib, «reos» – «oqim» va «statos» – «qo'zg'almas» degan ma'nolarni bildiradi.

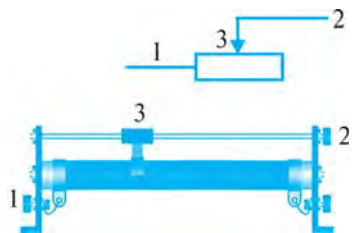
Solishtirma qarshiligi katta bo'lgan materialdan, masalan, nikelin yoki nixrom simdan eng oddiy reostat yasash mumkin.

Nikelin simning ikki uchini izolyator orqali shtativlarga mahkamlaylik va 67-rasmda ko'rsatilgandek elektr zanjirni yig'aylik. Suriluvchi D kontakti 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

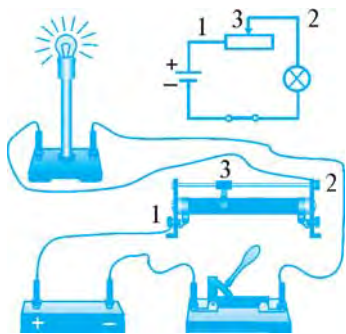


67-rasm



68-rasm

reostatlarining elektr zanjir sxemasidagi shartli belgisi 68-rasmda tasvirlangan. Bunday reostatda nikelin sim sopol silindrga oʻralgan. Sim yupqa izolyatsiya qatlami bilan qoplangan. Simning uchlari 1 va 2 qisqichlarga ulangan.



69-rasm

Chulgʻam tepasida joylashgan metall sterjen boʻylab 3 surgich surila oladi. Surgichning kontakti chulgʻamning oʻramlariga siqilib tegib turadi. Surgichning oʻramlarga ishqalanishi natijasida uning kontakti ostidagi izolyatsiyalangan qatlam yediriladi. Natijada 1 qisqichga kelayotgan tok oʻram va surgich kontakti orqali sterjenga oʻtadi. Tok sterjen uchidagi 2 qisqich orqali zanjir boʻylab oʻz oqimini davom ettiradi (69-rasm).

Reostat surgichini sterjen boʻylab surish bilan uning qarshiligini, binobarin, zanjirdagi tok kuchini bir meʼyorda oʻzgartirish mumkin.

Potensiometrlar

Baʼzi hollarda zanjirdagi kuchlanishni bir meʼyorda kamaytirish yoki koʻpaytirish zarur boʻlib qoladi. Bu maqsadni amalga oshirish uchun potensiometrdan foydalaniladi. Reostatdan potensiometr sifatida foydalanish mumkin. Buning uchun reostatni elektr zanjirga 70-rasmda koʻrsatilgandek ulash lozim.

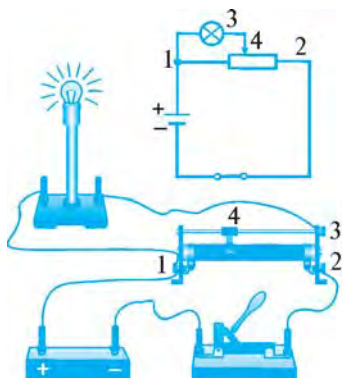


Potensiometr — elektr zanjirdagi kuchlanishni rostdash, yaʼni oʻzgartirish uchun qoʻllaniladigan elektr asbob.

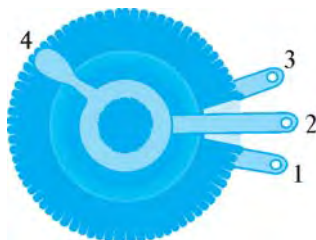
Potensiometr surgichi bir tekis yurgizilganda zanjirdagi kuchlanish bir meʼyorda oʻzgaradi.

Amalda qoʻllaniladigan potensiometrlar koʻproq 71-rasmda koʻrsatilganidek aylana shaklida boʻladi. Bunda uning murvati buralsa, 4 surgich





70-rasm



71-rasm



72-rasm

aylana shaklida harakat qiladi va zanjirdagi kuchlanish bir tekisda o'zgaradi. Radiotexnikada, jumladan, radio va televizorlar ovozining past-balandligini o'zgartirishda potensiometrlardan foydalaniladi.

72-rasmda turli xil potensiometrlar tasvirlangan.



1. Reostat nima? Undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
2. Rezistorning tuzilishini va zanjirga ulanishini tushuntirib bering.
3. Reostatning vazifasi nimadan iborat? Uning ishlashini tushuntiring.
4. Potensiometr qanday vazifani bajaradi?
5. Potensiometrning reostatdan farqi nimada? Reostatdan potensiometr sifatida foydalanish uchun u zanjirga qanday ulanadi?



1. Rezistor uchlaridagi kuchlanish 9 V ga teng. Unda 0,5 A tok o'tishi uchun uning qarshiligi qancha bo'lishi kerak?
2. Elektr zanjirga ulangan rezistorning qarshiligi 60 Ω . Rezistor uchlar orasidagi kuchlanish 12 V bo'lsa, undan qancha tok o'tadi?
3. 69-rasmda tasvirlangan reostatni 220 V kuchlanishga ulab, surgichini qisqich 1 dan 25 sm uzoqlikka surilganda uning qarshiligi 110 Ω ga teng bo'ladi. Reostatdan 1,2 A tok o'tishi uchun surgich qisqich 1 dan qancha uzoqlikda turishi kerak?
4. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan potensiometr surgichi sterjenning 1/5 qismida turibdi. Bunday holatda undan olinayotgan kuchlanish qancha bo'ladi?

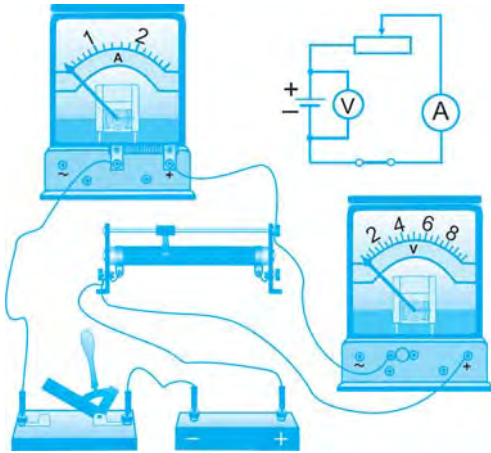


1. Rezistor olib, uning ustki qismini oching va tuzilishini o'rganing.
2. Buzilgan radio, televizor yoki magnitofonning ovoz rostlaydigan detalini oling va uning reostati tuzilishini ko'rib chiqing.

19-§. REOSTAT YORDAMIDA TOK KUCHINI ROSTLASH (laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: tok manbayi, reostat, ampermetr, voltmeter, kalit va ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi



73-rasm

1. Tok manbai, reostat, ampermetr, voltmetr va kalitdan iborat bo‘lgan zanjirni yig‘ing (73-rasm).

2. Elektr zanjir sxemasini chizing.

3. Kalitni ulang va voltmetr ko‘rsatgan U kuchlanishni 4-jadvalga yozing.

4. Reostat surgichini sterjen bo‘y-lab bir me’yorda o‘ngdan chapga va chapdan o‘ngga suring. Bunda kuchlanish o‘zgarmaganligi, lekin tok kuchi bir me’yorda o‘zgarishini kuza-ting.

5. Reostat surgichini sterjen uzun-ligining $1/4$ qismiga suring. Ampermetrning I_1 ko‘rsatkichini yozib oling. Om qonuni formulasidan $R_1 = U/I_1$ qarshilikni toping.

6. Reostat surgichini sterjenning o‘rtasiga suring. Ampermetrning I_2 ko‘rsatkichini yozib oling. Om qonuni formulasidan $R_2 = U/I_2$ qarshilikni toping.

7. Reostat surgichini sterjenning taxminan $3/4$ qismiga suring. Ampermetrning I_3 ko‘rsatkichini yozib oling. Om qonuni formulasidan $R_3 = U/I_3$ qarshilikni toping.

8. Reostat surgichini o‘ngga sterjenning oxirigacha suring. Ampermetrning I_4 ko‘rsatkichini yozib oling. Om qonuni formulasidan $R_4 = U/I_4$ qarshilikni toping.

9. Natijalarni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

4-jadval

No	U, V	I, A	R, Ω
1			
2			
3			
4			



1. Ampermetr reostatga qanday ulanadi?
2. Reostatdagi kuchlanish qanday o‘lchanadi?
3. Om qonuni formulasi qanday ifodalanadi?
4. Reostat surgichi surilganda zanjirdagi tok kuchi nima sababdan o‘zgaradi?

20-§. ISTE'MOLCHILARNI KETMA-KET ULASH

Ketma-ket ulanganda zanjirdagi tok kuchi

Bundan buyon elektr zanjirdagi elektr energiyani iste'mol qiluvchilarni o'tkazgich emas, balki iste'molchi deb yuritamiz. Odatda, elektr zanjirlarga bitta emas, balki bir nechta elektr iste'molchi ulangan bo'ladi. Bunda iste'molchi deganda elektr lampochka, radio, magnitofon, televizor, muzlatkich, elektr isitkich, dazmol va boshqa elektr asboblari tushuniladi. Elektr zanjirga iste'molchi o'rniga bir yoki bir nechta rezistor ulangan bo'lishi ham mumkin.

Ikkita lampochkani ketma-ket ulab, 74-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 ekan, ya'ni: $I_1 = I_2 = I$. Agar zanjirga n ta lampochka ketma-ket ulangan bo'lsa, ulardan o'tayotgan tok kuchlari ham bir-biriga teng bo'ladi:

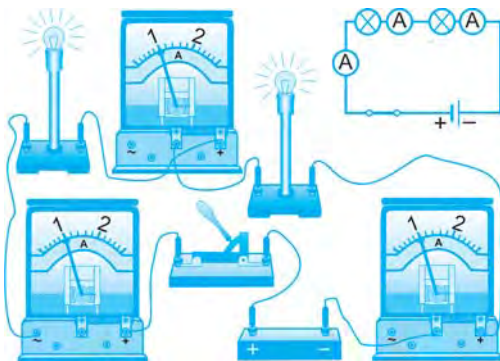
$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n. \quad (1)$$



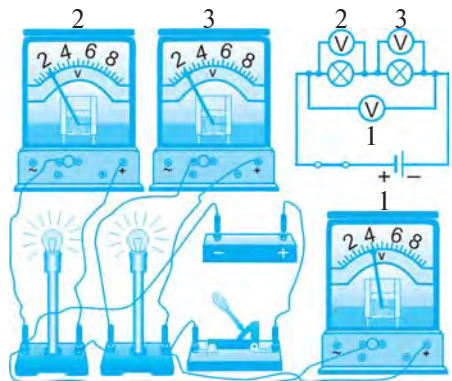
Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, har bir iste'molchidan o'tayotgan tok kuchlari bir xil bo'ladi.

Ketma-ket ulanganda zanjirdagi kuchlanish

75-rasmdagi elektr zanjir kaliti ulanganda 1-voltmetr 4 V ni, 2- va 3-voltmetrlar 2 V ni ko'rsatadi. Lampochkalarining yonishi xiralashadi. Zanjirdagi to'liq kuchlanish ketma-ket ulangan ikkala lampochkadagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni: $U = U_1 + U_2$.



74- rasm



75-rasm

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

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



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

Ketma-ket ulanganda qarshilik

Om qonuniga binoan, 75-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:

$$U = U_1 + U_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2). \quad (3)$$

Zanjirdagi lampochkalarining to'liq qarshiligi R , ulardan o'tayotgan tok kuchi I ga tengligidan to'liq kuchlanish U uchun quyidagi formula ham o'rnlidir:

$$U = IR. \quad (4)$$

(3) va (4) tengliklarning o'ng tomonlarini tenglashtiramiz: $IR = I(R_1 + R_2)$, bundan to'liq qarshilikni aniqlaymiz:

$$R = R_1 + R_2. \quad (5)$$

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

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n. \quad (6)$$



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 birontasi olib qo'yilsa yoki kuyib qolsa, boshqa barcha lampochkalar yonmaydi. Chunki bu holda zanjir shu bitta lampochkada uzilgan bo'ladi.

Masala yechish namunasi

Qarshiliklari 1Ω , 2Ω va 3Ω 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.

<i>Berilgan:</i>	<i>Formulasi:</i>	<i>Hisoblash:</i>
$R_1 = 1 \Omega;$	$U_1 = IR_1;$	$U_1 = 1 \text{ A} \cdot 1 \Omega = 1 \text{ V};$
$R_2 = 2 \Omega;$	$U_2 = IR_2;$	$U_2 = 1 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 2 \text{ V};$
$R_3 = 3 \Omega;$	$U_3 = IR_3;$	$U_3 = 1 \text{ A} \cdot 3 \Omega = 3 \text{ V};$
$I = 1 \text{ A}.$	$R = R_1 + R_2 + R_3;$	$R = 1 \Omega + 2 \Omega + 3 \Omega = 6 \Omega;$
<i>Topish kerak:</i>	$U = IR.$	$U = 1 \text{ A} \cdot 6 \Omega = 6 \text{ V}.$
$U_1-? \quad U_2-? \quad U_3-?$ $R-? \quad U-?$	<i>Javob:</i> $U_1 = 1 \text{ V}, U_2 = 2 \text{ V}, U_3 = 3 \text{ V}, R = 6 \Omega, U = 6 \text{ V}.$	



- Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, ularning har biridan o'tayotgan tok kuchi va zanjirdagi to'liq tok kuchi orasidagi munosabat qanday bo'ladi?
- Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq kuchlanish va har bir iste'molchidagi kuchlanish orasidagi munosabat qanday bo'lishini aytib bering.
- Ketma-ket ulangan iste'molchilarning to'liq qarshiligi qanday aniqlanadi?



- Ketma-ket ulangan ikkita lampochkadan 0,2 A tok o'tmoqda. Iste'molchilarning qarshiligi 5 Ω va 10 Ω bo'lsa, har bir lampochkadagi kuchlanishni, zanjirdagi qarshilikni va to'liq kuchlanishni toping.
- 220 V kuchlanishga mo'ljallangan ikkita bir xil lampochka ketma-ket ravishda 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Har bir lampochka qanday kuchlanish ostida yonadi?
- Ketma-ket ulangan iste'molchilar qarshiligi 4 Ω , 10 Ω va 16 Ω bo'lib, zanjirdagi to'liq kuchlanish 6 V ga teng. Iste'molchilardagi tok kuchini va har bir iste'molchidagi kuchlanishni aniqlang. Elektr zanjir sxemasini chizing.
- Archadagi lampochkalar shodasini ketma-ket ravishda 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulash kerak. Har bir lampochkadagi kuchlanish 9 V dan oshib ketmasligi uchun nechta bir xil lampochkani ketma-ket ulash mumkin? Agar har bir lampochka spiraling qarshiligi 10 Ω dan bo'lsa, lampochkalar shodasidan qancha tok o'tadi? Barcha lampochkalardagi to'liq qarshilik qancha bo'ladi?
- Ikkita elektr lampochka 220 V kuchlanishli tarmoqqa ketma-ket ulangan bo'lib, ulardan 0,5 A tok o'tmoqda. Agar birinchi lampochkaning qarshiligi ikkinchisidan 3 marta katta bo'lsa, har bir lampochkadagi kuchlanishni toping.

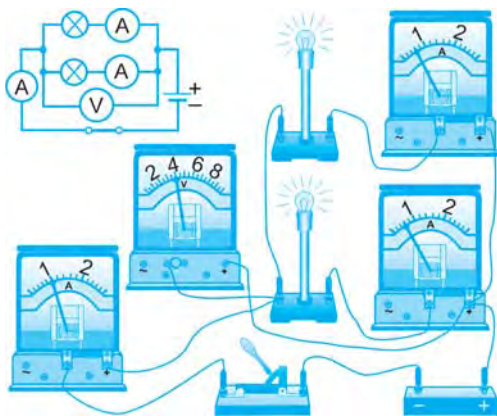


Avval 55-rasmda, so'ngra 74-rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig'ing. Zanjir 74-rasmdagidek yig'ilganda, lampochkalarning nima sababdan xira yonishini tushuntiring. Har bir lampochka spiraling qarshiligini va ikkala lampochkadagi to'liq qarshilikni hisoblang.

21-§. ISTE'MOLCHILARNI PARALLEL ULASH

Parallel ulanganda zanjirdagi kuchlanish

Xonadonda barcha elektr asboblari: lampochkalar, televizor, muzlatkich 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 yonardi, televizorning ko'rsa-



76-rasm

tishiga, muzlatkichning sovitishiga kuchlanish yetishmas edi. Undan tashqari, ketma-ket ulangan iste'molchilardan biri o'chirilsa, boshqalari ham o'chardi. Shuning uchun xonadonda barcha elektr iste'molchilar bir-biriga parallel ulanadi.

Ikkita lampochka o'zaro parallel ulangan 76-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, deylik. 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: $U_1 = U_2 = U$.

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

$$U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n. \quad (1)$$



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

Parallel ulanganda 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:

$$I = I_1 + I_2. \quad (2)$$

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

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n. \quad (3)$$



Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi to'liq tok kuchi har bir tarmoqdagi tok kuchining yig'indisiga teng bo'ladi.

Parallel ulanganda qarshilik

76-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 (2) formulaga qo'yib, quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (4)$$

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

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (5)$$



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

Masalalarni yechishda yoki amaliyotda faqat ikkita iste'molchi parallel ulangan holatlar ko'p uchraydi. Bunday hollarda to'liq qarshilikning (4) formulasi o'rniga quyidagi formuladan foydalanish qulay:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}. \quad (6)$$

Masala yechish namunasi

220 V kuchlanishli tarmoqqa lampochka, muzlatkich va televizor parallel ulangan. Agar lampochkadan 0,5 A, muzlatkichdan 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.

<i>Berilgan:</i>	<i>Formulasi:</i>	<i>Hisoblash:</i>
$U = 220 \text{ V};$	$I = I_1 + I_2 + I_3;$	$I = 0,5 \text{ A} + 0,4 \text{ A} + 1 \text{ A} = 1,9 \text{ A};$
$I_1 = 0,5 \text{ A};$	$R_1 = \frac{U}{I_1}; \quad R_2 = \frac{U}{I_2};$	$R_1 = \frac{220 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} = 440 \text{ } \Omega; \quad R_2 = \frac{220 \text{ V}}{0,4 \text{ A}} = 550 \text{ } \Omega;$
$I_2 = 0,4 \text{ A};$	$R_3 = \frac{U}{I_3}; \quad R = \frac{U}{I}.$	$R_3 = \frac{220 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 220 \text{ } \Omega; \quad R = \frac{220 \text{ V}}{1,9 \text{ A}} \approx 116 \text{ } \Omega.$
$I_3 = 1 \text{ A}.$		
<i>Topish kerak:</i>	<i>yoki</i>	
$I - ? \quad R_1 - ?$		$R = \frac{440 \cdot 550 \cdot 220}{440 \cdot 550 + 440 \cdot 220 + 550 \cdot 220} \Omega \approx 116 \text{ } \Omega;$
$R_2 - ? \quad R_3 - ?$	$R = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3};$	
$R - ?$		

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



1. Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjirdagi kuchlanish va har bir iste'molchi uchlaridagi kuchlanish orasida qanday munosabat bo'ladi?
2. Parallel ulangan iste'molchidagi tok kuchi va zanjirdagi to'liq kuchlanish orasidagi munosabat qanday bo'lishini aytib bering.
3. Parallel ulangan iste'molchilarning to'liq qarshiligi har bir iste'molchi qarshiligi orqali qanday ifodalanadi?



1. Qarshiliklari 3Ω va 6Ω bo'lgan ikkita iste'molchi parallel ulangan. Iste'molchilar ulangan zanjir qismining to'liq qarshiligini toping.
2. Elektr zanjiriga har birining qarshiligi 110Ω dan bo'lgan 4 ta lampochka parallel ulangan. Zanjir qismining to'liq qarshiligini toping.
3. Qarshiliklari 10Ω , 15Ω va 30Ω bo'lgan uchta iste'molchi parallel ulangan. Iste'molchilar ulangan zanjir qismining qarshiligini toping.
4. Qarshiliklari 40Ω va 80Ω bo'lgan ikkita lampochka o'zaro parallel ulangan. Zanjirning shu qismidagi to'liq qarshiligi qancha bo'ladi? Agar lampochkalaridagi kuchlanish 8 V bo'lsa, har bir lampochkadagi tok kuchini va zanjirdagi to'liq tok kuchini toping.
5. Xonadonda 220 V kuchlanishli tarmoqqa o'zaro parallel ulangan 6 ta lampochka yonib turibdi. Ulardan 2 tasining qarshiligi 200Ω dan, boshqa 2 tasiniki 400Ω dan, qolgan 2 tasining qarshiligi 800Ω dan. Lampochkalarining to'liq qarshiligini, har biridan o'tayotgan tok kuchini va ularning birgalikdagi tarmoqdan olayotgan tok kuchini hisoblang.



Aytaylik, uyingiz mehmonxonasi qandilida o'zaro parallel ulangan 5 ta bir xil lampochka yonib turibdi. Qandil ulangan simda $4,5 \text{ A}$ tok o'tayotgan bo'lsa, har bir lampochkadan o'tayotgan tok kuchini, bitta lampochka spiralining qarshiligini va qandildagi lampochkalarining to'liq qarshiligini hisoblang.

22-§. ISTE'MOLCHILARNING KETMA-KET VA PARALLEL ULANISHINI O'RGANISH (laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: tok manbai, spiral shaklida 2 ta nikelin sim, ampermetr, voltmetr, kalit, ulovchi simlar.

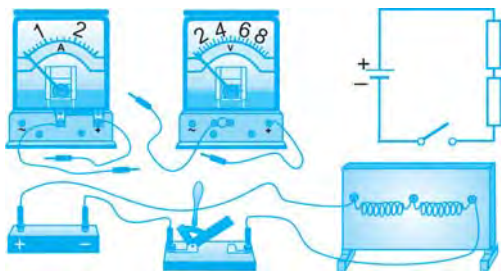
Ishni bajarish tartibi

I. Iste'molchilarning ketma-ket ulanishiga doir

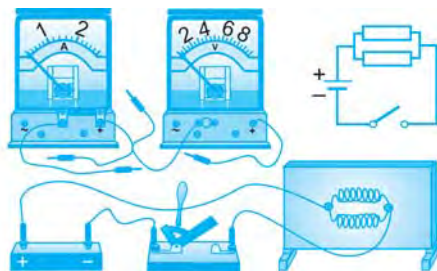
1. Tok manbai, kalit hamda ketma-ket ulangan 2 ta iste'molchi — spiral shaklidagi nikelin simdan iborat zanjirni yig'ing va sxemasini chizing (77-rasm).

2. Ampermetr yordamida zanjirdagi I tok kuchini o'lchang.

3. Voltmetrlar yordamida ayrim nikelin simlardagi U_1 va U_2 kuchlanishlarni o'lchang. $U = U_1 + U_2$ formula yordamida to'liq kuchlanishni toping.



77-rasm



78-rasm

4. $R = U/I$ formuladan foydalanib, to'liq qarshilikni hisoblang.
5. Har bir nikelin simning $R_1 = U_1/I$ va $R_2 = U_2/I$ qarshiliklarini hisoblang.
6. $R = R_1 + R_2$ formuladan foydalanib, to'liq qarshilikni hisoblang.
7. To'liq qarshilikning 4- va 6-bandlardagi olingan natijalarini taq-qoslang.
8. Jadvaldagi natijalarni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

5-jadval

I	U_1	U_2	$U = U_1 + U_2$	$R = U/I$	$R_1 = U_1 / I$	$R_2 = U_2 / I$	$R = R_1 + R_2$

II. Iste'molchilarning parallel ulanishiga doir

1. Tok manbayi, kalit hamda parallel ulangan 2 ta spiral shaklidagi nikelin simdan iborat zanjirni yig'ing va elektr zanjir sxemasini chizing (78-rasm).
2. Voltmetr yordamida nikelin simlar uchlaridagi U kuchlanishni o'lchang.
3. Ampermetr yordamida ayrim tarmoqlardan o'tayotgan I_1 va I_2 tok kuchlarini o'lchang. $I = I_1 + I_2$ formuladan to'liq tok kuchini toping.
4. $R = U/I$ formuladan foydalanib, to'liq qarshilikni hisoblang.
5. $R_1 = U/I_1$ va $R_2 = U/I_2$ formulalardan foydalanib, har bir nikelin simning qarshiliklarini hisoblang. $R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$ formuladan foydalanib, to'liq qarshilikni hisoblang. Natijalarni jadvalga yozing.
6. To'liq qarshilikning 4- va 5-bandlardagi olingan natijalarini taq-qoslang.
7. Natijalarni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

6-jadval

U	I_1	I_2	$I = I_1 + I_2$	$R = U/I$	$R_1 = U/I_1$	$R_2 = U/I_2$	$R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$



1. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni formulasi qanday ifodalanadi?
2. Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjir qismidagi to'liq kuchlanish va to'liq qarshilik qanday hisoblanadi?
3. Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjir qismida to'liq tok kuchi va to'liq qarshilik qanday aniqlanadi?

II BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Zaryadli zarralarning tartibli harakati, ya'ni oqimi elektr toki deb ataladi.
- O'tkazgichda elektr toki vujudga kelishi uchun elektr maydon bo'lishi kerak.
- 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.
- Galvanik element va akkumulyatorda kimyoviy energiya elektr energiyaga aylanadi.
- Eng sodda elektr zanjir tok manbai, o'tkazgich, elektr iste'molchi va kalitdan iborat.
- Metallardagi elektr toki elektronlarning tartibli harakatidan iboratdir.
- Elektr zanjirda tokning yo'nalishi sifatida manbaning musbat qutbidan manfiy qutbga tomon harakat qiladigan musbat zaryadli zarralarning yo'nalishi qabul qilingan.
- Zanjirning biror qismi orqali 1 kulon zaryad o'tganida bajariladigan ishga qiymat jihatidan teng bo'lgan kattalik zanjirning shu qismi uchlari orasidagi elektr kuchlanish deb ataladi.
$$U = \frac{A}{q}$$
- Elektr kuchlanish voltmetr yordamida o'lchanadi. Voltmetr elektr zanjirdagi kuchlanishi o'lchanadigan iste'molchiga parallel qilib ulanadi.
- O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida o'tayotgan elektr zaryadi miqdoriga qiymat jihatidan teng bo'lgan kattalik tok kuchi deb ataladi.
$$I = \frac{q}{t}$$
- Zanjirdagi tok kuchi ampermetr yordamida o'lchanadi. Ampermetr elektr zanjirdagi tok kuchi o'lchanadigan iste'molchi bilan ketma-ket ulanadi.
- O'tkazgichning zanjirda tok o'tishiga qarshilik qilish xossasi elektr qarshilik deb ataladi. Moddaning elektr xossasi solishtirma qarshilik deb ataladigan fizik kattalik bilan tavsiflanadi.
$$R = \rho \frac{l}{S}$$
- Elektr zanjirning bir qismi uchun Om qonuni: o'tkazgichdagi tok kuchi uning uchlari orasidagi kuchlanishga to'g'ri proporsional, o'tkazgichning qarshiligiga teskari proporsionaldir.
$$I = \frac{U}{R}$$
- Rezistor — elektr zanjirda tok va kuchlanishni rostlash uchun qo'llaniladigan turli qarshilikka ega elektr asbob.
- Reostat — elektr zanjirdagi tok kuchi va kuchlanishni rostlash, ya'ni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan elektr asbob.

- Potensiometr — elektr zanjirdagi kuchlanishni rostdash, ya'ni o'zgartirish uchun qo'llaniladigan elektr asbob.
- Iste'molchilar ketma-ket ulanganda, zanjirdagi to'liq qarshilik har bir iste'molchi qarshiliklari yig'indisiga teng: $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$.
- Iste'molchilar parallel ulanganda, zanjir to'liq qarshiligiga teskari miqdor har bir iste'molchi qarshiligiga teskari miqdorlarning yig'indisiga teng:

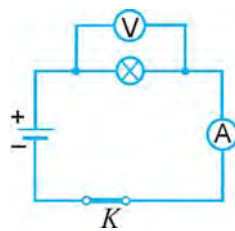
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}.$$

II BOB BO'YICHA QO'SHIMCHA SAVOL VA MASALALAR

1. Elektr maydon qo'yilganda o'tkazgichdan nima sababdan tok o'tadi?
2. Elektr zanjirdagi tok manbayi, kalit, elektr lampochka, ampermetr, voltmeter, rezistor, reostat va potensiometr elektr sxemada qanday shartli belgi bilan belgilanadi?
3. Eng sodda elektr zanjir sxemasini chizing.
4. Ikkita lampochka bo'lgan shunday elektr zanjir sxemasini chizingki, bu lampochkalardan har birini mustaqil ravishda yoqish mumkin bo'lsin.
5. Tok kuchi $32 \mu\text{A}$ bo'lganda 1 ns vaqt ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan qancha elektron o'tadi?
6. Elektr zanjirdagi lampochkadan ma'lum vaqt davomida 10 C zaryad o'tib, 50 J ish bajarildi. Lampochka qanday elektr kuchlanish ostida yo'ngan?
7. Uyali telefon 6 V kuchlanishli tok manbayiga ega. Ma'lum vaqt davomida undan 200 C zaryad o'tganida qancha ish bajariladi?
8. Ko'chma magnitofon 12 V kuchlanishli tok manbayiga ega. Ma'lum vaqt davomida 600 J ish bajarish uchun magnitofondan qancha elektr zaryad o'tishi kerak?
9. Elektr zanjirda lampochkaga parallel ulangan voltmeter 8 V ni ko'rsatmoqda. Ma'lum vaqt davomida 40 J ish bajarilishi uchun lampochkadan nechta elektron o'tishi kerak? 1 ta elektronning zaryadi $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ga teng.
10. Elektr zanjirdagi lampochkadan 10 minutda 90 C zaryad o'tgani ma'lum. Zanjirdagi ampermetr lampochkadan qancha tok o'tayotganini ko'rsatadi?
11. Lampochka ulangan elektr zanjirdan o'tayotgan tokning kuchi $0,5 \text{ A}$ ga teng. Lampochka spirali orqali 1 minutda necha kulon zaryad o'tadi? Shu vaqt davomida lampochkadan o'tgan elektronlar sonini hisoblang.
12. Elektr zanjirdagi lampochkadan o'tayotgan tok kuchi $0,5 \text{ A}$ ga teng. Lampochka spiralidan qancha vaqtda 400 C zaryad o'tadi?
13. Akkumulyator 48 soat davomida 4 A tok berib tura oladi. Bunday akkumulyator qancha elektr zaryad to'play oladi?
14. Ko'ndalang kesimi *a)* 2 mm^2 , *b)* 4 mm^2 , *d)* $0,5 \text{ mm}^2$ va *e)* $0,01 \text{ mm}^2$, uzunligi 1 m bo'lgan temir simning qarshiligini hisoblang.
15. Agar izolyatsiyasiz o'tkazgichni ikki buklasak va eshsak, uning qarshiligi necha marta o'zgaradi?

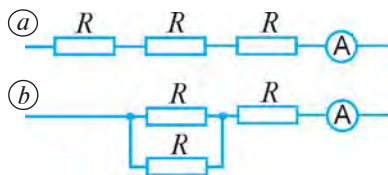
16. Maxsus dastgohda simni cho'zib, ikki marta uzun va ingichka qilingan. Buning natijasida simning qarshiligi qanday o'zgargan?
17. Uzunligi 9 km, ko'ndalang kesimining yuzasi 60 mm^2 bo'lgan mis simning qarshiligini hisoblang.
18. Uzunligi 10 m, kesimi $0,2 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy va nixrom simlarning qarshiliklarini hisoblang va bir-biriga taqqoslang.
19. Uzunligi 50 m va ko'ndalang kesimining yuzasi 5 mm^2 bo'lgan alyuminiy simning qarshiligini toping.
20. Ko'ndalang kesimining yuzasi 1 mm^2 bo'lgan mis simning qarshiligi 20Ω . Simning uzunligini toping.
21. Uzunligi 4 m, ko'ndalang kesimining yuzasi $0,5 \text{ mm}^2$ bo'lgan simning qarshiligi $0,2 \Omega$ ga teng. Sim qanday moddadan tayyorlangan?
22. Bir xil moddadan tayyorlangan ikkita sim bor. Birinchi simning uzunligi 10 m, ko'ndalang kesimining yuzasi $0,2 \text{ mm}^2$, ikkinchi simning uzunligi 1 m, ko'ndalang kesimining yuzasi 1 mm^2 . Qaysi simning qarshiligi katta va necha marta katta?
23. Qarshiligi 84Ω bo'lgan reostatning chulg'ami ko'ndalang kesimi yuzasi 1 mm^2 bo'lgan nikelin simdan qilingan. Shu simning uzunligini toping.
24. Oldingizda nixrom va alyuminiy sim turibdi. Ularning uzunligi va ko'ndalang kesimining yuzasi bir xil. Nixrom simning qarshiligi alyuminiy simning qarshiligidan necha marta katta?
25. Ko'ndalang kesimining yuzasi $0,3 \text{ mm}^2$ bo'lgan 9Ω qarshilikli spiral tayyorlash uchun qanday uzunlikda xromel sim kerak bo'ladi?
26. 5 m uzunlikdagi nixrom simdan tayyorlangan spiralning qarshiligi 2Ω ga teng. Sim ko'ndalang kesimining yuzasini toping.
27. Qarshiligi 30Ω bo'lgan reostat yasash uchun ko'ndalang kesimining yuzasi $0,2 \text{ mm}^2$ bo'lgan nikelin simdan necha metr kerak bo'ladi?
28. Bitta tarmoqqa lampochka, dazmol va muzlatkich ulangan. Nima sababdan ulardan o'tayotgan tok kuchi turlicha bo'ladi?
29. 220 V kuchlanishli tarmoqqa elektr choynak va lampochka ulangan. Choynak spiralining qarshiligi 44Ω , lampochkaning cho'g'lanma tolasi qarshiligi 440Ω . Shu asboblar orqali o'tadigan tok kuchini aniqlang.
30. Reostat uzunligi 40 m, ko'ndalang kesimining yuzasi $0,5 \text{ mm}^2$ bo'lgan nikelin simdan yasalgan. Reostat qisqichlaridagi kuchlanish 80 V . Reostat orqali o'tadigan tok kuchi qancha?
31. Qarshiligi 440Ω bo'lgan elektr lampochka $0,5 \text{ A}$ li tokda yonmoqda. Lampochka qisqichlaridagi kuchlanish qancha?
32. Elektr zanjirdagi iste'molchiga 10 V kuchlanish berilganda undagi tok kuchi $0,5 \text{ A}$ ga teng bo'ladi. Shu iste'molchida tok kuchi 1 A ga yetishi uchun unga qanday kuchlanish berish kerak?
33. Cho'ntak fonari lampochkasi 6 V kuchlanish ostida $0,5 \text{ A}$ tok olib yonadi. Shu lampochka spiralining qarshiligi qancha?
34. 220 V kuchlanishli elektr tarmoqqa ulangan elektr lampochkadan $0,4 \text{ A}$ tok o'tmoqda. Lampochka spiralining qarshiligini toping.

35. Qarshiligi 220Ω bo'lgan o'tkazgich orqali 1 A tok o'tkazish uchun o'tkazgich uchlariga qanday kuchlanish qo'yish kerak?
36. Qarshiligi $3,4 \Omega$ bo'lgan mis simda 2 A tok hosil qilish uchun shu simning uchlariga qanday kuchlanish qo'yish kerak? Simning ko'ndalang kesimi yuzasi $0,25 \text{ mm}^2$ deb hisoblab, uning uzunligini toping.
37. Uzunligi 10 m , ko'ndalang kesimining yuzasi $0,25 \text{ mm}^2$ bo'lgan alyuminiy simning uchlaridagi kuchlanish 10 V . Shu simdan o'tayotgan tok kuchini aniqlang.
38. Rezistor uchlaridagi kuchlanish 12 V ga teng. Unda 1 A tok o'tishi uchun uning qarshiligi qancha bo'lishi kerak?
39. Elektr zanjirga ulangan rezistorning qarshiligi 100Ω . Rezistor uchlari orasidagi kuchlanish 10 V bo'lsa, undan qancha tok o'tadi?
40. 69-rasmda tasvirlangan reostatni 220 V kuchlanishga ulab, surgichini qisqich 1 dan 15 sm uzoqlikka surilganda uning qarshiligi 55Ω ga teng. Reostatdan $0,5 \text{ A}$ tok o'tishi uchun surgich qisqich 1 dan qancha uzoqlikda turishi kerak?
41. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan potensiometr surgichi sterjenning $2/5$ qismida turibdi. Bunday holatda undan olinayotgan kuchlanish qancha bo'ladi?
42. a) 30Ω , 5 A ; b) 2000Ω , $0,2 \text{ A}$ deb yozilgan potensiometrni 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulash mumkinmi?
43. 79-rasmda elektr zanjir sxemasi tasvirlangan voltmetr 9 V ni, ampermetr esa $0,5 \text{ A}$ ni ko'rsatmoqda. Lampochka spiralining qarshiligini aniqlang.
44. 12 mV kuchlanish berilgan uzunligi 10 m va kesimi 2 mm^2 bo'lgan po'lat simdagi tok kuchini toping.
45. Spirali ochiq bo'lgan elektr plitkaga suv solingan choynak qo'yilgan. Suv, qaynayotganda toshib, spiralning bir qismiga to'kildi. Bunda spiralning suv to'kilmagan qismining cho'g'lanish darajasi qanday o'zgaradi?
46. Har birining qarshiligi 220Ω dan bo'lgan ikkita lampochka ketma-ket tutashtirilgan holda, 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Har bir lampa orqali o'tadigan tok kuchi qancha?
47. To'rtta bir xil lampochka ketma-ket ravishda 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Har bir lampochka qanday kuchlanish ostida yonadi?
48. Ketma-ket ulangan iste'molchilar qarshiligi 100 , 200 va 400Ω bo'lib, zanjirdagi to'liq kuchlanish 10 V ga teng. Iste'molchilardagi tok kuchini va har bir iste'molchidagi kuchlanishni aniqlang. Elektr zanjir sxemasini chizing.
49. Ketma-ket ulangan ikkita lampochkadan $0,1 \text{ A}$ tok o'tmoqda. Iste'molchilarning qarshiligi 25 va 40Ω bo'lsa, har bir lampochkadagi kuchlanishni, zanjirdagi qarshilikni va to'liq kuchlanishni toping.
50. Ketma-ket ulangan iste'molchilar qarshiligi 10 , 20 , 40 va 50Ω bo'lib, zanjirdagi to'liq kuchlanish 10 V ga teng. Iste'molchilardagi tok kuchini va har bir iste'molchidagi kuchlanishni aniqlang. Elektr zanjir sxemasini chizing.

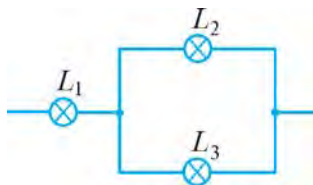


79-rasm

51. Archadagi lampochkalar shodasini ketma-ket ravishda 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulash kerak. Har bir lampochkadagi kuchlanish 12 V dan oshib ketmasligi uchun nechta bir xil lampochkani ketma-ket ulash mumkin? Agar har bir lampochka spiralining qarshiligi 15Ω dan bo'lsa, lampochkalar shodasidan qancha tok o'tadi? Barcha lampochkalaridagi to'liq qarshilik qancha bo'ladi?
52. Ikkita elektr lampochka 220 V kuchlanishli tarmoqqa ketma-ket qilib ulangan bo'lib, ulardan 0,2 A tok o'tmoqda. Agar birinchi lampochkaning qarshiligi ikkinchisidan 4 marta katta bo'lsa, har bir lampochkadagi kuchlanishni toping.
53. Archa yasatiladigan lampochkalar shodasi har birining qarshiligi 20Ω va 0,3 A tok oladigan lampochkalardan tuzilgan. Lampochkalar shodasini 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulash mumkin bo'lishi uchun nechta lampochkani ketma-ket ulash kerak?
54. Qarshiligi 5 va 20Ω bo'lgan ikkita o'tkazgich parallel ulanib, 40 V kuchlanishli zanjirga qo'shilgan. Har bir o'tkazgich orqali o'tadigan tok kuchini aniqlang.
55. Qarshiliklari 25 va 40Ω bo'lgan ikkita iste'molchi parallel ulangan. Iste'molchilar ulangan zanjir qismining to'liq qarshiligini toping.
56. Elektr zanjirga har birining qarshiligi 50Ω dan bo'lgan 3 ta lampochka parallel ulangan. Zanjir qismining to'liq qarshiligini toping.
57. Qarshiliklari 20, 40 va 60Ω bo'lgan uchta iste'molchi parallel ulangan. Iste'molchilar ulangan zanjir qismining qarshiligini toping.
58. Qarshiliklari 220 va 440Ω bo'lgan ikkita lampochka o'zaro parallel ulangan. Zanjirning shu qismidagi to'liq qarshiligi qancha bo'ladi? Agar lampochkalaridagi kuchlanish 220 V bo'lsa, har bir lampochkadagi tok kuchini va zanjirdagi to'liq tok kuchini toping.
59. Agar 80-a rasmda ko'rsatilgan sxemadan 80-b rasmda ko'rsatilgan sxemaga o'tilsa, ampermetrning ko'rsatishi qanday o'zgaradi? Kuchlanishni o'zgarmas deb hisoblang.
60. Uchta bir xil lampochka 81-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha ulangan. Agar lampochkalarni bitta lampochkaga mo'ljallangan kuchlanishli zanjirga ulansa, ular qanday yonadi? Lampochkalar navbatma-navbat o'chirilsa, har qaysi lampochkaning ravshanligi qanday o'zgaradi?
61. 81-rasmda ko'rsatilgan zanjirga 90 V kuchlanish berilgan. L_2 lampochkaning qarshiligi L_1 lampochkaning qarshiligiga teng, L_3 lampochkaning qarshiligi esa L_1 lampochkaning qarshiligidan 4 marta katta. Manbadan iste'mol qilinayotgan tok kuchi 0,5 A ga teng. Har qaysi lampochkaning qarshiligini, L_2 va L_3 lampochkadagi kuchlanishni va ulardagi tok kuchini toping.



80-rasm



81-rasm

III BOB

ELEKTR TOKINING ISHI VA QUUVATI

23-§. ELEKTR TOKINING ISHI

Tokning bajargan ishi haqida tushuncha

Ma'lumki, elektr zanjir ichki va tashqi qismlardan iborat. Zanjirning ichki qismi — tok manbayida 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 energiyaga 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. Shu ish qanday kattaliklarga bog'liqligini keltirib chiqaraylik.

Elektr kuchlanish ta'rifiga ko'ra, $U = \frac{A}{q}$ edi. Bundan bajarilgan ishni topamiz:

$$A = Uq. \quad (1)$$

Tok kuchining $I = \frac{q}{t}$ formulasidan $q = It$ kelib chiqadi. Bu ifodani (1) ga qo'yib, tokning bajargan ishini topamiz:

$$A = IUt. \quad (2)$$



Elektr tokining ma'lum vaqtda bajargan ishi iste'molchidan o'tayotgan tok kuchini unga qo'yilgan kuchlanish va tok o'tib turgan vaqtga ko'paytirilganiga teng.

Elektr toki bajargan ishning asosiy birligi — **joul (J)** yoki **vatt-sekund (W·s)**. $1\text{J} = 1\text{A} \cdot 1\text{V} \cdot 1\text{s} = 1\text{W} \cdot \text{s}$. Vatt qaysi kattalikning asosiy birligi ekanligini keyingi mavzuda bilib olasiz.



Zanjirning kuchlanishi bir volt bo'lgan qismida bir amperga teng bo'lgan tokning bir sekund davomida bajargan ishiga bir joul deb aytiladi.

Vatt-sekund juda kichik birlik bo'lgani uchun amalda uning o'rniga **vatt-soat** ($W \cdot h$) qo'llaniladi. Bunda $1 W \cdot h = 3600 W \cdot s = 3600 J$. Amalda tok ishining karrali birliklari – **gektovatt-soat** ($gW \cdot h$), **kilovatt-soat** ($kW \cdot h$) va **megavatt-soat** ($MW \cdot h$)dan ham keng foydalaniladi. Bunda:

$$1 gW \cdot h = 100 W \cdot h, \quad 1 kW \cdot h = 1000 W \cdot h, \quad 1 MW \cdot h = 1\,000\,000 W \cdot h.$$

Sarflangan elektr energiyani hisoblash



82-rasm



Sarflangan elektr energiya miqdor jihatdan elektr tokining bajargan ishiga teng.

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

$$W = IUt. \quad (3)$$

Elektr tokining bajargan ishi, ya'ni iste'molchilarda sarflangan elektr energiya maxsus asbob – elektr hisoblagich (schyotchik) yordamida hisoblanadi (82-rasm).

Elektr hisoblagich iste'molchilarga boradigan zanjirga ketma-ket ulanadi. 83-rasmda elektr hisoblagichning xonadon elektr zanjiriga ulanish sxemasi keltirilgan.

Hisoblagichning ko'rsatishi $kW \cdot h$ hisobida bo'ladi. Masalan, elektr dvigatelli hisoblagich yoki elektron elektr hisoblagich $354,6 kW \cdot h$ elektr energiya sarflanganini ko'rsatayotgan bo'lsin. Bu hisoblagich o'rnatilgan vaqtdan boshlab sarflangan elektr energiyaning miqdorini bildiradi.

Odatda, sarflangan elektr energiya uchun to'lov har oyda amalga oshiriladi. Masalan, bir oy oldin hisoblagichning ko'rsatishi $312,2 kW \cdot h$ ga, bugungi ko'rsatishi $354,6 kW \cdot h$ ga teng. U holda bir oy ichida sarflangan elektr energiyaning miqdori $354,6 kW \cdot h - 312,2 kW \cdot h = 42,4 kW \cdot h$ ga teng bo'ladi.

Davlat tomonidan sarflangan har bir $kW \cdot h$ elektr energiya uchun to'lov miqdori aniq belgilab qo'yilgan. $1 kW \cdot h$ uchun belgilangan to'lov miqdorini bir oyda sarflangan elektr energiya miqdoriga ko'paytirib, elektr energiya uchun oylik to'lov miqdori aniqlanadi.

Masala yechish namunasi

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

Berilgan:

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

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

$$t = 1 \text{ soat} = 3600 \text{ s};$$

$$\eta = 80\%.$$

Topish kerak

$$A_f - ?$$

Formulasi:

$$A_t = IUt;$$

$$\eta = \frac{A_f}{A_t} \cdot 100\%;$$

$$A_f = \frac{A \cdot \eta}{100\%}.$$

Yechilishi:

$$A_t = 3 \text{ A} \cdot 220 \text{ V} \cdot 3600 \text{ s} = 2\,376\,000 \text{ J};$$

$$A_f = \frac{2\,376\,000 \text{ J} \cdot 80\%}{100\%} =$$

$$= 1\,900\,800 \text{ J} \approx 1,9 \text{ MJ}.$$

Javob: $A_f \approx 1,9 \text{ MJ}$.

- Elektr tokining bajargan ishi qanday ifodalanadi?
- Tokning bajargan ishi qanday birliklarda o'lchanadi?
- Sarflangan elektr energiya haqida fikr-mulohazalaringizni aytib bering.
- Elektr energiya qanday asbob yordamida va qay tarzda hisoblanadi?
- (3) formulani tahlil qilib, xonadonda elektr energiyani tejash uchun nima qilish kerakligi haqida mulohaza yuriting va xulosa chiqaring.



- 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.
- Cho'ntak fonari lampochkasidagi kuchlanish 4,5 V, tok kuchi 0,2 A bo'lsa, 1 minutda qancha elektr energiya sarflanadi?
- Tok manbayidagi mis kuporosining eritmasi orqali 500 C miqdordagi zaryadli ionlar o'tgan. Qoplamalardagi kuchlanish 2 V bo'lsa, tok qancha ish bajaradi?
- Xonadondagi hisoblagich bir oy (30 kun) davomida 33 kW·h elektr energiya sarflanganini ko'rsatgan. Agar xonadondagi 220 V kuchlanishga ulangan iste'molchilar har kuni bir paytda o'rta hisobda 5 soatdan yoqilgan holatda bo'lsa, iste'molchilar yoqilgan paytda xonadon zanjirida qancha tok o'tib turgan?



Uyingizdagi elektr hisoblagich yordamida bir sutkada sarflangan elektr energiya miqdorini va to'lov miqdorini hisoblang.

24-§. ELEKTR TOKINING QUVVATI**Tokning quvvati haqida tushuncha**

Elektr iste'molchilar o'zidan tok o'tganda quvvati qanchaligi bilan bir-biridan farq qiladi. Masalan, lampochkaning quvvati muzlatkich yoki televizor quvvatidan farqli bo'ladi. Lampochkalarining o'zi ham turlariga qarab turli quvvatga ega.

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

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

Ma'lumki, tokning t vaqtda bajargan ishi $A = IUt$ ga teng edi. Bu formulani (1) ga qo'ysak, elektr toki quvvatining quyidagi ifodasini topamiz:

$$P = IU. \quad (2)$$



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

Elektr toki quvvatining asosiy birligi sifatida bug' mashinasini kashf qilgan ingliz olimi **Jeyms Uatt** (1736–1819) sharafiga **vatt (W)** qabul qilingan.



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

Amalda quvvatning hosilaviy birliklari – **gektovatt (gW)**, **kilovatt (kW)** va **megavatt (MW)** ham qo'llaniladi. Bunda $1 \text{ gW} = 100 \text{ W}$; $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$; $1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W}$.

Elektr iste'molchilarning quvvati

(2) formuladan ma'lumki, elektr iste'molchilarning quvvatini aniqlash uchun tok kuchi va kuchlanishni bilish kerak.

Odatda, elektr iste'molchilarda ularning quvvati yozib qo'yilgan bo'ladi. Xonadonda ko'proq 60 W, 100 W, 150 W, 200 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 (7-jadval).

7-jadval

Ayrim elektr toki iste'molchilarining quvvati

№	Iste'molchilar	$P, \text{ W}$	№	Iste'molchilar	$P, \text{ W}$
1	Elektr soat	0,1	5	Kompyuter	40–200
2	Uyali telefon	0,3–1	6	Televizor	50–300
3	Cho'ntak fonari	1–3	7	Elektr lampochka	60–500
4	Ko'chma radio	2–10	8	Dazmol	500–2000

Masala yechish namunasi

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

Javob: $I_1 \approx 0,45 \text{ A}, \quad I_2 \approx 0,91 \text{ A}, \quad I \approx 1,36 \text{ A},$
 $R_1 \approx 489 \Omega, \quad R_2 \approx 242 \Omega, \quad R \approx 162 \Omega.$



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 formulasidan va (2) formuladan foydalanib, tok quvvatining kuchlanish va qarshilik orqali ifodasini hamda tok quvvatining tok kuchi va qarshilik orqali ifodasini keltirib chiqaring.



1. 220 V kuchlanish va 10 A tok kuchida ishlayotgan dvigatel quvvatini toping.
2. 220 V kuchlanishda 5 A tok olib ishlaydigan dazmolning quvvatini toping.
3. Xonadonda 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan 60 W li 2 ta, 100 W li 3 ta lampochka, 75 W li muzlatkich, 200 W li televizor, 1 kW li dazmol va 2 kW li elektr plita bir vaqtda ishlamoqda. Xonadondagi elektr hisoblagichdan o'tayotgan tok kuchi qancha?
4. 220 V kuchlanishli tarmoqqa 60 W va 100 W quvvatli lampochkalar parallel ulangan. Lampochkalar orqali o'tuvchi tok kuchini aniqlang.



220 V kuchlanishga mo'ljallangan elektr lampochkada ko'rsatilgan quvvatni yozib oling. Shu lampochka yonganda uning spiralidan qancha tok kuchi o'tishini hisoblang.

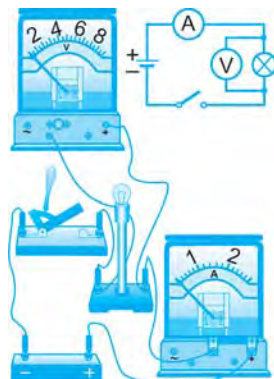
25-§. LAMPOCHKADAGI TOKNING QUVVATI VA SARFLANGAN ENERGIYANI ANIQLASH

(qo'shimcha shug'ullanish uchun laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: tok manbai, taglikka o'rnatilgan lampochka, ampermetr, voltmetr, kalit, ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi

1. Tok manbai, lampochka, ampermetr, voltmetr va kalitdan iborat zanjirni yig'ing (84-rasm).
2. Yig'ilgan elektr zanjirning sxemasini chizing.
3. Kalitni ulang va sekundomer tugmasini bosib, uni yurgazing.
4. Ampermetr va voltmetr ko'rsatkichlarini aniqlang va jadvalga yozing.



84-rasm

5. $P = IU$ 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. $W = IUt$ 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.

8-jadval

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



1. Elektr tokining bajargan ishi qanday ifodalanadi?
2. Iste'molchi tomonidan sarflangan elektr energiya W tokning bajargan ishi A ga teng deyish mumkinmi?
3. Xonadonda elektr energiya sarfini kamaytirish uchun qanday choralar ko'rish kerak?

26-§. ELEKTR TOKI TA'SIRIDA O'TKAZGICHLARNING QIZISHI

O'tkazgichdan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori

O'z elektronini yo'qotib, ionga aylangan metall atomlari mutlaq tinch holatda turmaydi. Ular tinimsiz o'z vaziyati atrofida tebranib turadi. Metall o'tkazgichga elektr maydon qo'yilganda elektronlar tartibli ravishda bir tomonga harakat qilishga intiladi. Lekin ular o'z yo'lida ionlar bilan ta'sirlashib, energiyasining ma'lum qismini ionlarga beradi. Natijada ionlarning tebranishi ortadi. Shu tariqa tok o'tganda elektr energiya o'tkazgichning ichki energiyasiga aylanadi va o'tkazgich qiziydi.

O'tkazgich ichki energiyasining o'zgarishini ifodalovchi o'lchov kattaligi undan ajralib chiqadigan Q issiqlik miqdoridir.

Elektr tokining bajargan $A = IUt$ ishi shu o'tkazgichda ajralib chiqadigan issiqlik miqdoriga tengdir. $Q = A$ ekanligidan o'tkazgichdan tok o'tganda undan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q = IUt.$$

(1)

$U = IR$ ekanligidan o'tkazgichdan ajralib chiqadigan issiqlik miqdori quyidagiga tengligi kelib chiqadi:

$$Q = I^2 Rt. \quad (2)$$



Elektr toki ta'sirida o'tkazgichning qizishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori tok kuchi kvadratining o'tkazgich qarshiligiga va o'tkazgichdan tok o'tish vaqtiga ko'paytirilganiga teng.

Bu xulosa bir-biridan bexabar holda, mustaqil ravishda o'tkazgan tajribalarga asoslanib, ingliz olimi **Jeyms Preskott Joule** (1818–1889) va rus olimi **Emiliy Xristianovich Lens** (1804–1865) tomonidan aytilgan. Shuning uchun u **Joule-Lens qonuni** deb, (2) formula esa **Joule-Lens formulasi** deb ataladi.

O'tkazgichdan tok o'tganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori, odatda, **joule (J)**, **kilojoule (kJ)** va **megajoule (MJ)** birliklarida o'lchanadi.

Cho'g'lanma elektr lampochka

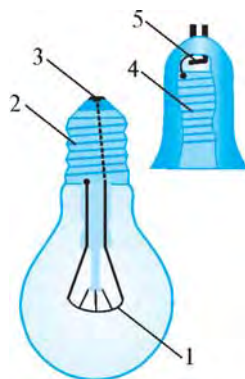
Xonadonlarda yoritqich sifatida, asosan, cho'g'lanma elektr lampochkalardan foydalaniladi. U tok o'tganda spiralining qizishi hisobiga yoritadi.

Lampochkaning asosiy qismi ingichka volfram simdan yasalgan spiraldan iborat. Spiral simning volframdan qilinishiga sabab, u qiziganda cho'zilmaydi, 3000°C gacha bardosh beradi, 3300°C ga yetgandagina erydi.

Spiral volfram sim shisha ichiga joylashtiriladi. Volfram sim ochiq havoda oksidlanadi va qizdirilganda uzilib ketadi, ya'ni kuyadi. Buning oldini olish uchun kolba ichidagi havo nasos yordamida so'rib olinadi va uning o'rniga inert gazlar – neon, kripton yoki argon bilan to'ldiriladi. Bu inert gazlar volfram ionlarining toladan uzilib chiqishiga, qizigan volframning ingichkalashishiga yo'l qo'ymaydi.

85-rasmda cho'g'lanma lampochkaning tuzilishi tasvirlangan. Kolba ichida (1) spiralning uchlari ikkita simga kavsharlangan. Bu simlar shisha orqali o'tib, ulardan biri (2) sokolning vint qismiga, ikkinchisi esa sokoldan izolyatsiyalangan (3) asosga payvandlangan.

Lampochkani tarmoqqa ulash uchun uning vintli sokoli patronning (4) vintiga burab kirgiziladi. Patronning ichki qismidagi (5) elastik kontakt lampochka asosiga taqalib turadi. Patronning kontaktiga va vintli qismiga tarmoqdan kelgan simlar ulanadi.



85-rasm



86-rasm



87-rasm

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.

Xonadonlarda, asosan, 220 V kuchlanishli cho'g'lanma lampochkalar qo'llaniladi. Cho'ntak fonarlarida 1,5 V, 3,0 V va 4,5 V li, avtomobillarda 6 V va 12 V li, liftlarda 50 V li cho'g'lanma lampochkalardan foydalaniladi. 86-rasmda turli xil cho'g'lanma lampochkalar tasvirlangan.

Turmushda, ishlab chiqarishda, maishiy xizmatda cho'g'lanma lampochkalardan tashqari sovuq lampalar – inert gazli lampalar ham ishlatiladi. Bunda shisha lampalar ichi neon, kripton, argon kabi inert gazlar bilan to'ldirilgan bo'lib, elektr maydon hosil qilinadi. Maydon ta'sirida inert gazlar ionlashib, turli ishorali ionlarning bir-biri bilan to'qnashishi natijasida yorug'lik chiqadi. 87-rasmda inert gazli lampalarning turli xillari tasvirlangan.

Cho'g'lanma lampochkalarda elektr energiyaning katta qismi issiqlikka aylangani uchun ularning foydali ish koeffitsienti kam bo'ladi. Inert gazli lampalarda esa elektr energiyaning katta qismi yorug'lik energiyasiga aylanadi. Bunday lampalarda elektr energiya kamroq sarflanadi, uzoq vaqt yonib tursa ham ular qizib ketmaydi. Shuning uchun kechasi bilan yoniq qoldiriladigan korxonalarda, do'konlarda, ko'chalarda ko'proq inert gazli oq lampalardan foydalaniladi. Keyingi paytlarda xonadonlarda ham bunday lampalardan foydalanilmoqda.

Iste'molchilarning foydali ish koeffitsienti

Elektr toki ish bajarganda to'liq A_r ishning ma'lum bir qismi foydali A_f ish bajarishga sarflanadi.



Elektr toki bajargan foydali ishning butun sarflangan ishga nisbati *elektr iste'molchining foydali ish koeffitsienti* deb ataladi va η (eta) harfi bilan belgilanadi.

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

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

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

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

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

Masala yechish namunasi

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

Berilgan:

$$R = 40 \Omega; \quad I = 5 \text{ A}; \\ t = 1 \text{ soat} = 3600 \text{ s.}$$

Topish kerak:

$$Q - ?$$

Formulasi:

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

Yechilishi:

$$Q = (5 \text{ A})^2 \cdot 40 \Omega \cdot 3600 \text{ s} = \\ = 3600000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ.}$$

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



1. Joul-Lens formulasi qanday ifodalanadi?
2. Cho'g'lanma elektr lampochka nimaning hisobiga yoritadi?
3. Elektr iste'molchilarning foydali ish koeffitsienti qanday aniqlanadi?



1. Qarshiligi 50Ω bo'lgan sim spiraldan 4 A tok o'tmoqda. Shu spiraldan 1 minut davomida qancha issiqlik miqdori ajralib chiqadi?
2. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan 60Ω qarshilikli elektr isitkichdan 1 soatda qancha issiqlik miqdori ajralib chiqadi?
3. Tok manbaysi zanjiriga ko'ndalang kesimi va uzunligi bir xil bo'lgan mis va nikelin sim ketma-ket ulangan. Ulardan qaysi biri ko'proq qiziydi?
4. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan lampochkadan $0,9 \text{ A}$ tok o'tmoqda. Lampochkada tok bajargan ishning 4% yorug'lik energiyasiga aylanadi. Lampochkada 1 soat davomida qancha yorug'lik energiyasi tarqaladi?

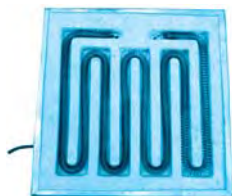


Xonadonda foydalaniladigan elektr lampochka va tarmoqqa ulanmagan uning patronini oling. Ularning tuzilishini tahlil qiling va ishlashini o'rganing.

27-§. ELEKTR ISITISH ASBOBLARI

Elektr isitkichlar

Elektr isitish asboblarning ishlash prinsipi elektr toki o'tganda o'tkazgichlarning qizishiga asoslangan. Uy-ro'zg'orda elektr isitkich (plita),



88-rasm



Elektr isitish asboblarning asosiy qismini qizdirish elementi tashkil etadi. Qizdirish elementi solishtirma elektr qarshiligi katta bo'lgan va 1000–1200°C temperaturaga bardosh bera oladigan o'tkazgichdan yasaladi.



89-rasm

Ko'pincha qizdirish elementi sifatida nixrom sim qo'llaniladi. 88-rasmda eng sodda elektr isitkich – elektr plita tasvirlangan. Unda qizdirish elementi sopol plastinaning ariqchalariga joylashtirilgan nixrom spiraldan iborat. Nixromdan elektr toki o'tganda u qiziydi va xonani isitadi. Uning ustiga choynak qo'yib, suvni qaynatish mumkin. Bunday elektr plitadan kam foydalaniladi. Chunki undan foydalanish xavfli bo'lib, spirali ochiqligidan tok urishi yoki yong'in chiqishi mumkin.



90-rasm

Hozirgi paytda qo'llaniladigan elektr plitalarda qizdirish elementi doira shaklidagi metall plastinalar orasiga joylashtiriladi (89-rasm).

Gaz plitalari kabi elektr plitalar ham ovqat pishirish va choy qaynatishda foydalaniladi (90-rasm).

Xonalarni isitish uchun turli xil elektr isitish asboblari qo'llaniladi. 91-rasmda shunday asboblardan biri tasvirlangan. Isitkichda ikkita qizdirish elementi bo'lib, ular bir-biriga parallel ravishda o'rnatilgan va elektr tarmoqqa o'zaro parallel qilib ulangan. Qizdirish elementida sopolan yasalgan sterjenga nixrom sim o'ralgan bo'ladi. Har bir qizdirish elementining quvvati, odatda, 1 kW ga teng.



91-rasm

Elektr isitkich asboblari qiziganda xonadagi havoni quruqlashtiradi. Buning oldini olib, qizdirish elementi ustiga metall idishga suv quyib qo'yiladi. Qizdirish elementi qiziganda metall idishdagi suvni ham isitadi va suv bug'i xonaning namligini saqlab turadi.

Xonani isitishda suyuqlikli elektr isitkichdan ham foydalaniladi (92-a rasm). Bunda qizdirish elementi bevosita suyuqlikni isitadi, suyuqlik esa issiqligini yupqa metall qoplama orqali xonaga uzatadi.



92-rasm

Keyingi paytlarda isitkich va sovitkich sifatida zamonaviy konditsionerlar ham qo'llanilmoqda (92-*b* rasm). U issiq kunlari xonani sovitadi, sovuq kunlari esa isitadi.

Dazmol



Eng oddiy dazmolda qizdirish elementi nixrom spiraldan iborat bo'lib, unga sopoldan qilingan 5–8 mm uzunlikdagi naychalar kiydirilgan. Spiral naychalari bilan metall qoplamaning ariqchalariga joylashtiriladi.

Qizdirish elementi qiziganda metall plastina ham qiziydi. Metall plastina og'ir, ostki qismi silliq bo'ladi.

Bunday dazmol buzilib qolsa, ya'ni spirali uzilsa, uni xuddi shunday spiralgga almashtirish mumkin.

Hozirgi dazmollarda qizdirish elementi metall qoplama — truba ichiga joylashtirilgan bo'ladi. Bunday dazmol uzoq muddat buzilmasdan ishlaydi (93-rasm). Agar buzilsa, uning ichidagi qizdirish elementini almashtirib bo'lmaydi. Chunki metall qoplama ochib ta'mirlashga mo'ljallanmagan.



93-rasm

Suv qaynatkich

Elektr samovar yoki elektr choynak ichiga suv isitkich mahkamlangan bo'ladi (94-*a* rasm). Suv isitkich 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. Suv isitkich faqat suvga botirilgan holatda bo'lishi kerak. Aks holda, isitkich elektr tarmog'iga ulansa, u shu zahoti yorilib ketadi.



94-rasm



95-rasm



Elektr samovar yoki choynakni tokka ulamasdan avval unda suv borligiga ishonch hosil qilish kerak. Uning isitkichi suvga botgan holda bo'lishi zarur.

Hozirgi paytda turmushda suvni qaynatish uchun turli markadagi elektr choynaklardan keng foydalaniladi (95-rasm). Ularning tuzilishi murakkab bo'lsa-da, turli qulayliklarga ega.

Suv qaynatishda 96-rasmda tasvirlangan suv qaynatkichning o'zi ham ko'p ishlatiladi. Uning elektr choynakdan farqi shundaki, choynak isitkichi o'zining ichiga mahkamlangan bo'ladi. 96-rasmda ko'rsatilgan suv qaynatkich suv solingan choynakka yoki biror boshqa idishga solinadi va suv qaynatiladi.



96-rasm

Elektr kavsharlagich

Elektr asboblarni ta'mirlashda elektr kavsharlagich keng qo'llaniladi. Elektr kavsharlagich 97-rasmda tasvirlangan.



Kavsharlagichning qizigan uchi qalayni erita oladi. Uning yordamida eritilgan qalay bilan elektr asboblardagi uzilgan kontaktlar ulanadi.

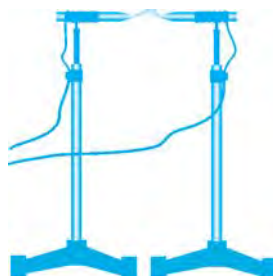


97-rasm

Elektr payvandlash

Metallarni bir-biriga payvandlashda elektr yoydan foydalaniladi. Elektr yoyni hosil qilish uchun ikkita ko'mirli sterjen – elektrodlar olib, ularni o'tkazgich simlarga ulash kerak (98-rasm). Elektrodلarga mahkamlangan simlarning uchlari 50–100 A tok kuchi bera oladigan 30–60 V kuchlanishli maxsus manbaga ulanadi.

Elektrodلar uchi bir-biriga tekkizilib, ular orasi ochilsa, uchlari orasida yoy shaklidagi alanga hosil bo'ladi. Elektr yoyning temperaturasi 10 000°C gacha yetadi. Bunday temperaturada har qanday qiyin eriydigan metall ham eriydi.



98-rasm

Elektr payvandlashda qoʻllaniladigan elektrod metall sim va uni qoplab turuvchi aralashmadan iborat. Payvandlovchi qoʻlidagi metall qisqich elektr manbaining bir qutbiga (fazasiga) ulangan boʻladi. Payvand qilinayotgan metall oʻtkazgich sim orqali manbaining ikkinchi qutbiga (fazasiga) yoki yerga ulanadi. Payvandlovchi metall qisqich bilan elektrodni qisib, elektrodning uchini payvand qilinayotgan metallga tekkizadi va uzoqlashtiradi. Shu zahoti elektrod uchida kuchli elektr yoy hosil boʻladi (99-rasm).



99-rasm

Elektr yoy elektrod uchini va elektrod tekkizilgan metallning tegishli joyini eritadi. Shu paytda elektroddagi metall simni qoplagan aralashma erib, payvandlanayotgan sirtning oksidlanishidan himoya qilib turadi. Erigan elektrod metallning shu joyini payvandlaydi.



Elektr payvandlashda hosil boʻladigan elektr yoy nihoyatda yorugʻ boʻlib, unga qarash koʻz uchun zararlidir. Unga faqat himoyalovchi koʻzoynak orqali qarash mumkin. Elektr payvandlash chogʻida atrofdagi odamlar elektr yoyga qaramasligi zarur.



1. Elektr isitkich (plita)ning tuzilishi va ishlashini tushuntiring.
2. Eng oddiy dazmolning tuzilishi va ishlashini aytib bering.
3. Elektr choynak (qaynatkich) qanday elementlardan tuzilgan?
4. Elektr kavsharlagich qanday maqsadda qoʻllaniladi? Uning ishlashini tushuntirib bering.
5. Elektr payvandlash qanday amalga oshiriladi?



1. 2,2 kW quvvatli elektr isitkich 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Undan qancha tok oʻtadi? Elektr isitkich va 100 W quvvatli elektr lampochka bir vaqtda yoqib qoʻyilgan boʻlsa, elektr isitkichda lampochkaga nisbatan necha marta koʻp elektr energiya sarflanadi?
2. Dazmolning spirali koʻndalang kesimining yuzasi $0,1 \text{ mm}^2$ va uzunligi 2 m li nixromdan tayyorlangan. Dazmol 220 V ga moʻljallangan boʻlsa, uning quvvati qanchaga teng?
3. 220 V ga moʻljallangan elektr choynakning quvvati 500 W ga teng. Choynak tarmoqqa ulanganda undan qancha tok oʻtadi va uning elektr qarshiligi qanchaga teng?
4. Elektr payvandlashda elektrod bilan payvand qilinayotgan metall orasidagi kuchlanish 60 V ga teng boʻlib, payvand paytida elektrodda 50 A tok oqib oʻtadi. Elektr payvandlash asbobining quvvatini aniqlang.



Elektr isitkichning qizdirish elementini koʻzdan kechiring. Buzilgan (ishdan chiqqan) elektr qaynatkichning isitkichini boʻlaklarga boʻlib, uning ichki tuzilishini tahlil qiling.

28-§. XONADONNING ELEKTR ZANJIRI. QISQA TUTASHUV

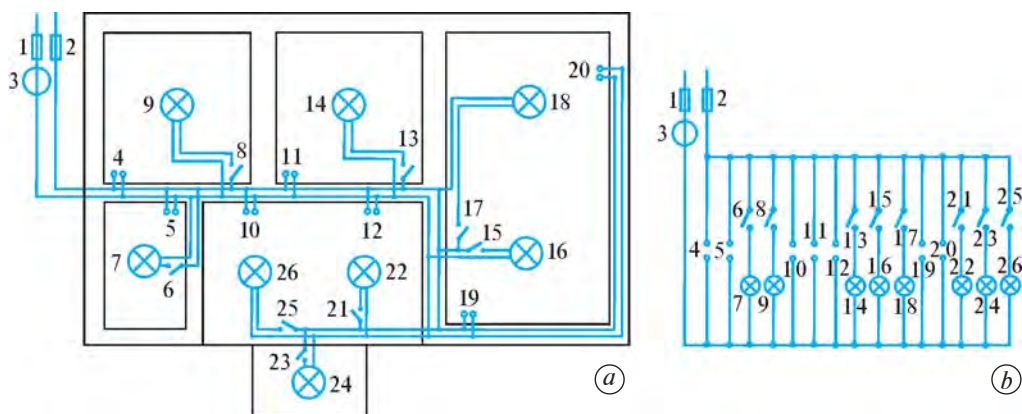
Xonadonning elektr zanjiri

Barcha xonadonlarning elektr zanjiri bir-biriga o'xshashdir. 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.

100-rasmda namuna sifatida xonadon plani, elektr zanjiri va uning sxemasi tasvirlangan.



100-rasm

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 izolyatsiya materiali erib ketishi mumkin.

Simlar uchun chegaraviy tok kuchi material turiga va ko'ndalang kesimiga bog'liq (9-jadval).

Xonadonda quvvatli elektr iste'molchi asboblari, masalan, elektr plita, elektr isitkich, elektr choynak, dazmol bir vaqtda yoqilsa, elektr zanjirdagi tok kuchi keskin ortib ketadi. Natijada zanjirdagi izolyatsiyalangan simlar qattiq qiziydi va qisqa tutashuv ro'y berishi mumkin.



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.

Izolyatsiyalangan mis va alyuminiy simlar uchun yo‘l qo‘yilishi mumkin bo‘lgan eng katta tok kuchi miqdori

№	S, mm ²	I, A		№	S, mm ²	I, A	
		mis	alyuminiy			mis	alyuminiy
1	0,5	4	3	5	4	20	15
2	1	6	4,5	6	10	31	25
3	1,5	10	7	7	16	43	35
4	2,5	15	11	8	25	75	60

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

Masalan, qisqa tutashuv sodir bo‘lgan joyidan elektr tarmoqqa ulangan joygacha bo‘lgan masofa 5 m, ya‘ni qisqa tutashuv chog‘ida hosil bo‘lgan elektr zanjirdagi mis simning uzunligi $l = 10$ m, ko‘ndalang kesimining yuzasi esa $S = 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$ bo‘lsin. Bunday holda o‘tkazgichning qarshiligi qancha bo‘lishini va qanday miqdorda tok oqishini hisoblaymiz:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad R = 0,017 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{10 \text{ m}}{10^{-6} \text{ m}^2} = 0,17 \Omega;$$

$$I = \frac{U}{R}; \quad I = \frac{220 \text{ V}}{0,17 \Omega} \approx 1300 \text{ A}.$$

Ko‘ndalang kesimi yuzasi 1 mm^2 bo‘lgan mis simdan bunday miqdorda tok o‘tgan zahoti qisqa tutashuv joyida kuchli uchqun – elektr yoy hosil bo‘lib, sim eriydi va uziladi. Bunday holda elektr ta‘minot zanjiri ishdan chiqadi, yong‘in sodir bo‘lish xavfi tug‘iladi.

Saqlagichlar

Qisqa tutashuv paytida 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 yo‘l qo‘yilganidan ortib ketganda zanjirni uzishdan iborat.

Radio, televizor, magnitofon kabi elektr asboblarga eruvchan saqlagichlar qo‘yiladi. Bunday eruvchan saqlagichda ingichka sim shisha naycha o‘qi bo‘ylab



101-rasm

tortilgan holda kavsharlangan bo‘ladi (102-rasm). Shisha naychani uchlarida metall uchliklari bo‘lib, ingichka simning uchlari shu metallarga kavsharlab qo‘yiladi. Naycha maxsus tutqichga o‘rnatiladi.



102-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 yana foydalanish mumkin.



1. Xonadondagi elektr iste‘molchilar nima sababdan ketma-ket emas, balki parallel ulangan bo‘ladi?
2. 100-rasmda tasvirlangan xonadon elektr zanjirini tahlil qilib bering.
3. Qisqa tutashuv nima? U qanday hollarda ro‘y berishi mumkin?
4. Eruvchan saqlagichning tuzilishi va ishlashini tushuntiring.
5. Radio, televizor, magnitofon kabi elektr asboblarda qo‘llaniladigan eruvchan saqlagichlarning tuzilishi va ishlash prinsipini aytib bering.



1. Xonadon elektr zanjiri ko‘ndalang kesimining yuzasi $1,5 \text{ mm}^2$ bo‘lgan alyuminiy sim orqali 220 V kuchlanishli elektr tarmoqqa ulangan. Agar xonadonda 3 ta 100 W quvvatli lampochka, 100 W quvvatli muzlatkich, 300 W quvvatli televizor va 1 kW quvvatli dazmol elektr zanjiriga bir vaqtda ulangan bo‘lsa, bunday ko‘ndalang kesimli alyuminiy sim bardosh bera oladimi?
2. Xonadon elektr zanjiriga 2 ta 100 W quvvatli, 2 ta 150 W quvvatli lampochkalar, 100 W quvvatli muzlatkich, 300 W quvvatli televizor, 1,5 kW quvvatli dazmol, 2 kW quvvatli elektr isitkich bir vaqtda ulanishi mumkin. Shunday quvvatli elektr asboblarda tok kuchiga bardosh berishi uchun tarmoqqa ulanadigan mis simning ko‘ndalang kesimi yuzasi kamida qancha bo‘lishi kerak?
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?



- 100-rasmdagi kabi o‘z xonadoningizning elektr zanjiri va sxemasini chizing. Ularni tahlil qiling va xulosa chiqaring.

29-§. XONADON ELEKTR ZANJIRIDAGI ULASHLAR

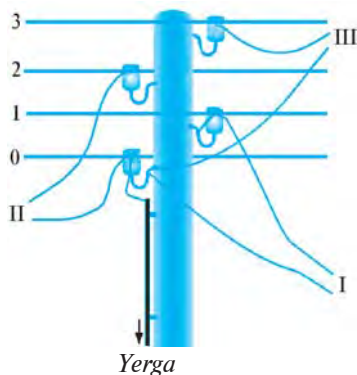
Xonadon elektr zanjirining tarmoqqa ulanishi

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



Simyog‘och simlarining eng pastdagisi neytral bo‘ladi.

Aytaylik, simyog‘ochdagi simlar soni to‘rtta (103-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.



103-rasm

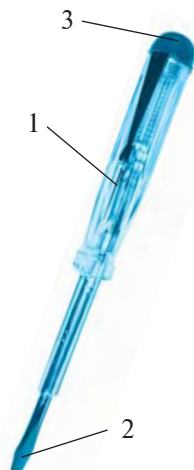
Kuchlanishning bor-yo‘qligini aniqlash

O‘tkazgichlarda, elektr asboblarda elektr kuchlanish bor-yo‘qligini aniqlash, o‘tkazgichlardan qaysi biri neytral ekanligini bilish uchun turli asboblardan foydalaniladi. Ulardan eng oddiy o‘tvyortka-sezginchdir (104-rasm).

O‘tvyortka-sezginchning ko‘rinishi oddiy o‘tvyortkaga o‘xshash. Uning o‘rtasiga 0,5–1 V kuchlanishda yonadigan neon lampochka (1) o‘rnatilgan. Lampochkaning bir tomoni o‘tvyortka-sezginchning uchiga (2), ikkinchi tomoni esa uning dastasi oxiriga (3) ulangan.

O‘tkazgichda kuchlanish bor-yo‘qligini aniqlash uchun o‘tvyortka-sezginch dastasi oxiriga ko‘rsatkich barmoqni qo‘yib, uchi o‘tkazgichga tekkiziladi. Agar o‘tkazgichda kuchlanish bo‘lsa, o‘tvyortka-sezginchdagi 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 volt ni tashkil etadi. Bunday kuchlanish o‘tvyortka-sezginchdagi lampochkaning yonishi uchun yetarli bo‘ladi.

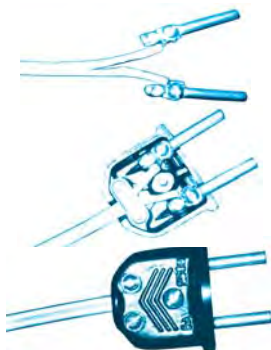
Agar tekshirilayotgan o‘tkazgichda kuchlanish bo‘lmasa, o‘tvyortka-sezginchdagi lampochka yonmaydi.



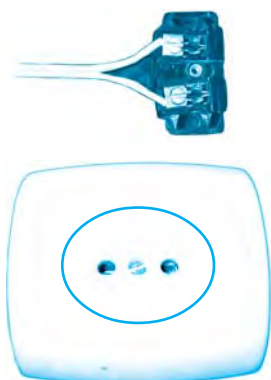
104-rasm

Vilka va rozetkani ulash

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



105-rasm



106-rasm



107-rasm

bilan neytral sim orasidagi kuchlanish 220 V ga teng bo'ladi. Xonadon elektr zanjiriga ulangan bu ikkita sim xonadonning barcha qismida o'zaro yonma-yon va parallel bo'ladi (100-rasm). Bu simlar hech bir joyda bir-biriga bevosita ulanib qolmagan bo'lishi kerak.

Xonadondagi barcha elektr asboblarning bitta simi zanjirning kuchlanishli simiga, ikkinchisi esa neytral simga ulanadi. Elektr asboblari xonadon elektr zanjiriga to'g'ridan to'g'ri emas, balki vilka va rozetka orqali ulanadi. Elektr asbobdan chiqqan shnur ichida bir-biridan izolyatsiyalangan ikkita o'tkazgich (sim) mavjud. Shnur uchi vilkaga ulangan. Ko'p hollarda vilka va shnur birgalikda bo'ladi. Ayrim hollarda vilka shnurga vintlar yordamida mahkamlanadi (105-rasm). Buning uchun shnurdagi har bir o'tkazgich uchidan 10—15 mm uzunlikdagi izolyatsiyasi tozalanadi. So'ngra izolyatsiyadan tozalangan o'tkazgichlar uchi halqa qilib buraladi va vintlar yordamida vilkaga mahkamlanadi.

Imkoni bo'lsa halqa shaklida buralgan o'tkazgichlar uchi kavsharlagich bilan kavsharlab qo'yilishi lozim.

Rozetkani ulashdan avval xonadondagi elektr simlar tarmoqdan uzilishi shart. Bu ish elektr hisoblagichga qo'yilgan (o'rnatilgan) avtomat saqlagichli kalitlar yordamida amalga oshiriladi. Rozetkani ulashga kirishish uchun o'tkazgichlarning uchlari izolyatsiyadan tozalanib, halqa shakliga keltiriladi. So'ngra vintlar halqa ichiga kirgizilib, rozetkaga buraladi (106-rasm). O'tkazgichlarga ulangan rozetka tegishli joyga mahkamlab qo'yiladi.

Ba'zi hollarda elektr asboblari 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 (107-rasm).

Patron va vklyuchatelni ulash

Patronni ulash uchun ikkala o'tkazgich uchlari izolyatsiyadan tozalanadi. Patronning 1-qismini

burab, u 2-qismidan ajratiladi (108-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. Lekin vklyuchatelni ulashda bunga ahamiyat beriladi.

Vklyuchatel, asosan, elektr lampochkani yoqib-o'chirishda qo'llaniladi (109-rasm). Agar lampochkaga ulangan o'tkazgichlardan biri uzib qo'yilsa, lampochka o'chadi. Vklyuchatel ana shu uzib-ulash vazifasini bajaradi. Vklyuchatelni lampochkaga boradigan kuchlanishli o'tkazgichga ham, neytral o'tkazgichga ham ulasa bo'ladi. Lekin vklyuchatelni lampochkaga boradigan kuchlanishli o'tkazgichga ulash maqsadga muvofiq. Shunday ulanganda vklyuchatel o'chirilganda lampochkada kuchlanish bo'lmaydi.

Vklyuchatelni ulash uchun avval xonadon elektr zanjiridagi ikkala saqlagichni olib tashlab, xonadonga kelayotgan kuchlanish umumiy tarmoqdan uziladi. So'ngra lampochkaga borayotgan kuchlanishli o'tkazgich kesiladi. Kesilgan o'tkazgichning ikkala uchi izolyatsiyadan tozalanib, ular vklyuchatelning tegishli ikki joyiga vintlar bilan mahkamlanadi. Shundan keyin vklyuchatel devorga o'rnatiladi.

Vilka, rozetka, patron va vklyuchatelni ulashda ikki o'tkazgichning izolyatsiyadan tozalangan qismlari bir-biriga tegib qolishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Aks holda, qisqa tutashuv ro'y beradi. Bunday ishlarni bajarishda xavfsizlik qoidalariga rioya qilinishi shart.



108-rasm



109-rasm



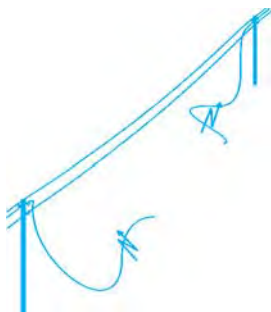
1. Xonadon elektr zanjiri ko'chadagi simyog'ochlar simlariga qay tarzda ulanadi?
2. Elektr asboblari shnuriga vilka qanday ulanadi?
3. Xonadon elektr zanjiriga rozetka qanday ulanishini tushuntirib bering.
4. Elektr lampochkaning patronini ulash qanday bajariladi?
5. Vklyuchatelning ulanishini tushuntirib bering.



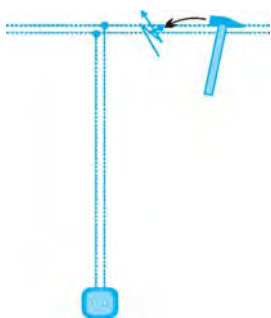
Rozetka, vilka, patron va vklyuchatel olib, ularning o'tkazgichga ulanishini mashq qiling.

30-§. ELEKTR XAVFSIZLIK CHORALARI

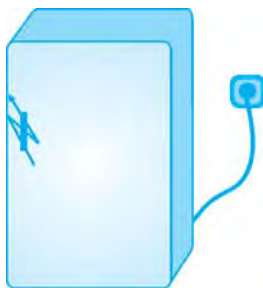
Tevarak-atrofimizda elektr tarmoqlari juda ko'p, kundalik turmushimizda muntazam elektr jihozlar bilan ish ko'ramiz. Ulardagi nosozliklar,



110-rasm



111-rasm



112-rasm

ulardan foydalanishda ehtiyotkorona ish tutmaslik tufayli hayotimizni xavf ostiga qo'yishimiz mumkin.



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

Xonadon elektr zanjiri ulangan elektr tarmoq 220 V kuchlanishga ega ekanligini bilasiz. Ehtiyotsizlik qilib bunday kuchlanishli sim ushlab olinsa, tanadan tok o'tadi. Bunday holatga, odatda, tok urdi deyiladi. Agar tok urgan kishini elektr simdan tezda ajratib olinmasa, u halok bo'lishi mumkin.

Qanday ehtiyotsizliklar tufayli odamni tok urishi mumkin? Tok urmaslik uchun qanday elektr xavfsizlik choralariga amal qilish kerak?

1. Ko'chadan o'tgan elektr tarmoqlari simlari izolyatsiyalanmagan bo'ladi. Ba'zi paytlarda elektr tarmog'ining bitta simi uzilib, yo'lda osilib yotgan bo'lishi mumkin. Uni ushlaganda tok simdan odam tanasi orqali yerga o'tadi va tok uradi (110-rasm).



Ko'chada uzilib yotgan elektr tarmog'i simini ushlamaslik kerak. 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 simning izolyatsiyasi shikastlanishi va mix simga tegib qolishi mumkin. Bu holda ham tok odam tanasi orqali yerga o'tishi va tok urishi mumkin (111-rasm).



Devorga mix qoqishdan avval shu joydan elektr simi o'tmaganligiga ishonch hosil qilish kerak.

3. Ayrim hollarda nosozlik tufayli elektr jihoz ichidagi tok o'tgan sim uning metall korpusiga tegib qolgan bo'lishi mumkin. Bunday elektr jihozning (masalan, muzlatkichning) metall qismini ushlaganda tok odam tanasi orqali yerga o'tishi va tok urishi mumkin (112-rasm).



Muzlatkich, televizor kabi elektr jihozlarning orqa tomonidagi maxsus qisqichini sim orqali yerga ulab qo'yish lozim.

Elektr jihozning korpusi yerga ulab qo'yilsa, korpusdagi tok yerga o'tib ketadi. Bu holda elektr jihozning eruvchan saqlagichi uziladi va tok kelishi to'xtaydi. Jihozni ta'mirlab, yangi eruvchan saqlagich qo'ygandan keyingina uni elektr tarmoqqa ulash mumkin.

4. Xonadondagi rozetkalarda va elektr lampochka patronlarida doimo kuchlanish bo'ladi (113-rasm).



113-rasm



Rozetka teshigiga yoki lampochkasiz patron ichiga metall buyumni tiqish juda xavfli. Bu holda metall buyum orqali odamni tok uradi.

Kichik yoshdagi bolalardan ehtiyot qilish uchun rozetkalar ularning qo'li yetmaydigan darajada poldan balandroq qilib o'rnatiladi. Kichik yoshdagi bolalar bo'lgan uylarda rozetkaga plastmassali maxsus moslama tiqib qo'yish maqsadga muvofiqdir.

5. Umumiy elektr tarmoqda tok o'chib qolgan paytda ba'zi odamlar xonadon elektr zanjirining shikastlangan joyini ta'mirlamoqchi bo'ladilar. To'satdan tok kelib qolsa, tok urishi mumkin (114-rasm).



114-rasm

Ba'zi hollarda umumiy tarmoqning faqat bitta fazasida kuchlanish bo'lmasligi, ikkinchi fazasida kuchlanish paydo bo'lishi mumkin. Elektr lampochka yonmayotganini ko'rib, ayrim kishilar bemalol simning ochiq joyini ushlab, ta'mirlash ishlarini bajarmoqchi bo'ladilar. Agar simning shu fazasida kuchlanish bo'lsa, tok odam tanasi orqali yerga o'tadi va uni tok uradi.



Xonadon elektr zanjiridagi shikastlangan joyini ta'mirlashda tarmoqda elektr kuchlanishi bo'lishi yoki bo'lmasligidan qat'i nazar hisoblagichdagi ikkala patronidan saqlagichlarni olib qo'yish zarur yoki avtomat vklyuchatellar uzilishi zarur!

Ba'zi hollarda simning tokli bitta fazasi ushlab turilsa ham, tok urmasligi mumkin. Buning uchun odam yerdan izolyatsiyalangan 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 nerv sistemasini shikastlaydi va hushidan ketkizadi.



Odami 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.

Agar falokat xonadonda ro'y berayotgan bo'lsa, jabrlanuvchiga tegib turgan simning vilkasini rozetkadan darhol sug'urib olish kerak. Agar tegib turgan sim to'g'ridan to'g'ri xonadon elektr zanjiriga ulangan bo'lsa, zudlik bilan elektr hisoblagich ostidagi saqlagichlarni burab olish yoki tugmalarini bosish kerak. Bu bilan xonadon elektr zanjiri uziladi.

Agar falokat ko'chadagi elektr tarmog'i orqali yuz bersa, jabrlanuvchidan tokli simni quruq tayoq yoki taxta yordamida chetlashtirish lozim. Jabrlanuvchi tokli simni panjasi bilan ushlab qolgan bo'lsa, dastasi izolyatsiyalangan ombur, quruq yog'och sopli bolta yoki boshqa izolyatsiyalangan o'tkir uchli asbob bilan tok kelayotgan simni uzib tashlash kerak.

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



1. Odam tanasi uchun necha volt dan yuqori kuchlanish xavfli hisoblanadi?
2. Ko'chada elektr tarmog'i simi yotgan bo'lsa nima qilish kerak?
3. Xonadonda devorga mix qoqishdan avval nimaga e'tibor berish lozim?
4. Elektr asbobi ichidagi elektr sim korpusga tegib qolgan bo'lishi mumkin. Tok urmasligi uchun nima qilish zarur?
5. Rozetka teshigiga va lampochkasiz patronga nima uchun metall buyumlarni tiqish xavfli?
6. Xonadon elektr zanjiridagi shikastlangan joyni ta'mirlashdan avval nima qilish kerak?
7. Elektr toki urgan odamga qanday birinchi yordam ko'rsatiladi?



1. Odam tanasining o'rtacha qarshiligi taxminan 10 kΩ. Agar odam nam yerda turib 220 V kuchlanishli ochiq simni bexosdan ushlab olsa, undan qancha tok o'tadi? Odam tanasi uchun xavfsizlik chegarasiga teng bo'lgan 42 V kuchlanishli simni ushlab turganda-chi?
2. 1-masala shartlarini qo'llab, 220 V kuchlanishli simni ushlab olgan odamdagi va 42 V kuchlanishli simni ushlagan odamdagi tokning quvvatlarini hisoblang.
3. Odam oyoq kiyimi bilan deraza peshtoqiga chiqib, behosdan 220 V kuchlanishli ochiq simni ushlab oldi. Agar deraza peshtoqi bilan nam yer orasidagi qarshilik 80 kΩ, oyoq kiyimi tagining qarshiligi 20 kΩ, odam tanasining qarshiligi 10 kΩ bo'lsa, odam tanasiga to'g'ri keladigan kuchlanish qanchaga teng?

III BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Elektr tokining ma'lum vaqtda bajargan ishi iste'molchidan o'tayotgan tok kuchining unga qo'yilgan kuchlanish va tok o'tib turgan vaqtga ko'paytirilganiga teng: $A = IUt$.
- Sarflangan elektr energiya miqdor jihatdan elektr tokining bajargan ishiga teng bo'ladi: $W = IUt$.
- Elektr iste'molchining quvvati undan o'tayotgan tok kuchining unga qo'yilgan kuchlanishga ko'paytirilganiga teng: $P = IU$
- Elektr tok ta'sirida o'tkazgichning qizishi natijasida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori tok kuchi kvadratining o'tkazgich qarshiligiga va o'tkazgichdan tok o'tish vaqtiga ko'paytirilganiga teng: $Q = I^2Rt$.
- Elektr isitish asboblarning asosiy qismini qizdirish elementi tashkil etadi. Qizdirish elementi solishtirma elektr qarshiligi katta bo'lgan va 1000–1200°C ga bardosh bera oladigan o'tkazgichdan yasaladi.
- Manbaning turli qutb (faza)laridan kelayotgan ikki elektr sim ochiq joyining bir-biriga tegib ketishi qisqa tutashuv deb ataladi.
- Saqlagichning vazifasi zanjirdagi tok kuchi yo'l qo'yilganidan ortib ketganda, zanjirni uzishdan iborat.
- Odatga simyog'och simlarining eng pastdagisi neytral bo'ladi.
- Odam tanasi elektr tokini yaxshi o'tkazadi. 42 V dan yuqori kuchlanishli elektr tarmoq odam organizmi uchun xavfli hisoblanadi.
- Ko'chada uzilib yotgan elektr tarmog'i simini ushlamaslik kerak. Undan o'zingizni va boshqalarni ehtiyot qiling.
- Devorga mix qoqishdan avval shu joydan elektr simi o'tmaganligiga ishonch hosil qilish kerak.
- Muzlatkich, televizor kabi elektr jihozlarning orqa tomonidagi maxsus qisqichini sim orqali yerga ulab qo'yish lozim.
- Rozetka teshigiga yoki lampochkasiz patron ichiga metall buyumni tiqish juda xavfli. Bu holda metall buyum orqali odamni tok uradi.
- Xonadon elektr zanjiridagi shikastlangan joyni ta'mirlashda tarmoqda elektr kuchlanish bo'lishi yoki bo'lmasligidan qat'iy nazar ikkala patronidan saqlagichlar burab olib qo'yilishi zarur.
- Ehtiyotsizlik tufayli tok o'tayotgan simni ushlab olgan va tanasidan tok o'tib turgan odam o'zini o'zi deyarli qutqara olmaydi.
- Odam tok ta'sirida qancha uzoq vaqt turib qolsa, uning hayotini saqlab qolish shuncha qiyin kechadi. Shuning uchun, birinchi navbatda, odamni tok ta'siridan xalos qilish kerak.

III BOB BO'YICHA QO'SHIMCHA SAVOL VA MASALALAR

1. Zanjirdagi tok kuchi 0,5 A, lampochkadagi kuchlanish 220 V. Shu lampochka orqali o'tayotgan tok 10 minutda qancha ish bajaradi?
2. 220 V kuchlanishda 0,25 A tok olib yonayotgan elektr lampochkadagi tokning quvvatini toping.
3. Qarshiligi 20 Ω bo'lgan elektr dvigatel 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Elektr dvigateldan o'tadigan tokning 8 soatda bajaradigan ishini aniqlang.
4. 220 V kuchlanish va 5 A tok kuchida ishlayotgan dvigatel quvvatini toping.
5. 220 V kuchlanishda 4 A tok olib ishlaydigan dazmolning quvvatini toping.
6. Xonadonda 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan 100 W li 2 ta, 200 W li 3 ta lampochka, 50 W li muzlatkich, 150 W li televizor, 0,5 kW li dazmol va 1 kW li elektr plita bir vaqtda ishlamoqda. Xonadondagi elektr hisoblagichdan o'tayotgan tok kuchi qancha?
7. 220 V kuchlanishli tarmoqqa 100 W va 200 W quvvatli lampochkalar parallel ulangan. Lampochkalar orqali o'tuvchi tok kuchini aniqlang.
8. Quvvati 100 va 25 W bo'lgan ikkita elektr lampochka parallel ulanib, 220 V kuchlanishli tarmoqqa qo'shilgan. Har bir lampadagi tok kuchini aniqlang. Qaysi lampaning cho'g'lanma tolasida qarshilik kattaroq?
9. Quyidagi maishiy elektr asboblari: a) 300 W quvvatli dazmol; b) 60 W quvvatli lampochka; d) 220 W quvvatli televizor orqali o'tadigan tokning 1 soatda bajaradigan ishi qancha pul turishini aniqlang. 1 kW·h ning narxini 60 so'm deb oling.
10. Nima uchun elektr plita spiralining ingichkaroq joyi kuchliroq qiziydi?
11. Qarshiligi 100 Ω bo'lgan sim spiraldan 10 A tok o'tmoqda. Shu spiraldan 1 minut davomida qancha issiqlik ajralib chiqadi?
12. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan 20 Ω qarshilikli elektr isitkichdan 1 soatda qancha issiqlik ajralib chiqadi?
13. Tok manbasi zanjiriga ko'ndalang kesimi va uzunligi bir xil bo'lgan alyuminiy va xromel sim ketma-ket ulangan. Ulardan qaysi biri ko'proq qiziydi?
14. 4,4 kW quvvatli elektr isitkich 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Undan qancha tok o'tadi? Elektr isitkich va 200 W quvvatli elektr lampochka bir vaqtda yoqib qo'yilgan bo'lsa, elektr isitkichda lampochkaga nisbatan necha marta ko'p elektr energiya sarflanadi?
15. Dazmolning spirali ko'ndalang kesimining yuzasi 0,2 mm² va uzunligi 2,5 m li xromeldan tayyorlangan. Dazmol 220 V ga mo'ljallangan bo'lsa, uning quvvati qanchaga teng?
16. 220 V ga mo'ljallangan elektr choynakning quvvati 1 kW ga teng. Choynak tarmoqqa ulanganda undan qancha tok o'tadi va uning elektr qarshiligi qanchaga teng?
17. Elektr payvandlashda elektrod bilan payvand qilinayotgan metall orasidagi kuchlanish 100 V ga teng bo'lib, payvand paytida elektroddan 40 A tok oqib o'tadi. Elektr payvandlash asbobining quvvatini aniqlang.

IV BOB

TURLI MUHITLARDA ELEKTR TOKI

31-§. SUYUQLIKLARDA ELEKTR TOKI

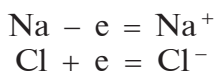
Ionli bog‘lanish

Kimyo darslaridan ma‘lumki, modda atom va molekulari bir-biri bilan uch xil bog‘lanishda bo‘ladi: metall bog‘lanish, kovalent bog‘lanish va ionli bog‘lanish.

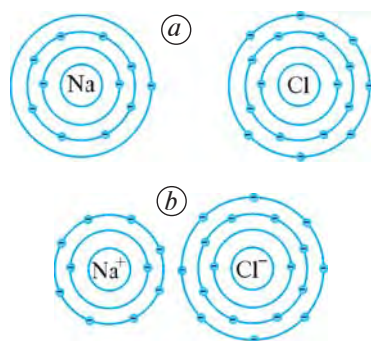
Ionli bog‘lanishga misol qilib osh tuzi — natriy xlorid (NaCl)ni keltirish mumkin. Natriy (Na) atomida 11 ta elektron bo‘lib, ulardan 1 tasi tashqi orbitada bo‘ladi. Xlor (Cl) atomida esa 17 ta elektron bo‘lib, ulardan 7 tasi tashqi orbitada aylanadi (115-*a* rasm).

Kimyoviy elementlar davriy sistemasidagi barcha elementlarning alohida olingan atomi elektr neytraldir. Chunki, atom yadrosidagi musbat zaryadli protonlar nechta bo‘lsa, shu atom yadrosining atrofida aylanib yurgan manfiy zaryadli elektronlar soni ham shuncha bo‘ladi. Shunga o‘xshash Na va Cl atomlari alohida olinganda elektr neytraldir.

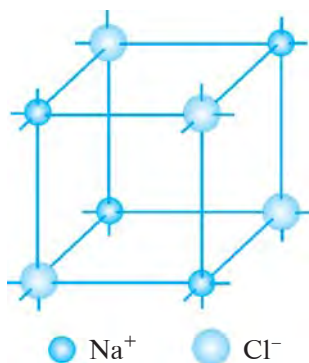
Xlor atomining tashqi elektron qobig‘i to‘lishi uchun 1 ta elektron yetishmaydi. Shu sababli xlor va natriy atomlari bir-biriga yaqinlashganda elektronlar almashishi yuz beradi. Xlor atomi natriy atomining tashqi elektron qobig‘idan 1 ta elektronni tortib oladi (115-*b* rasm). Natijada xlor atomi manfiy zaryadli xlor ioniga (Cl^-), natriy atomi esa musbat zaryadli natriy ioniga (Na^+) aylanib qoladi. Bu jarayonni quyidagi tengliklar bilan ifodalash mumkin:



Turli ishoraga ega bo‘lgan natriy va xlor ionlari bir-biri bilan Kulon kuchi bilan tortishishib, NaCl kristall panjarasini hosil qiladi (116-rasm).



115-rasm

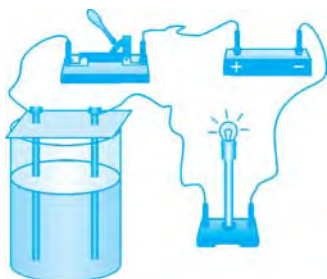


116-rasm



Ionlar orasida Kulon kuchi tufayli vujudga keladigan kimyoviy bog‘lanish ionli bog‘lanish deb ataladi.

Elektrolitlar



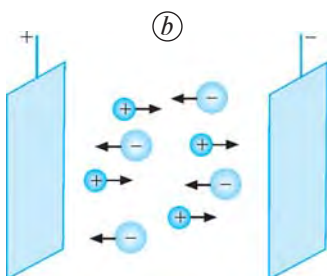
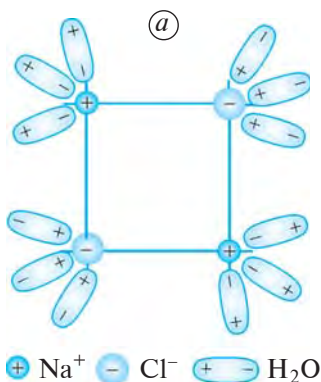
117-rasm

Ba’zi suyuqliklar elektr tokini o‘tkazishi, boshqalari esa o‘tkazmasligi mumkin. Suyuqliklarning elektr tokini o‘tkazishi yoki o‘tkazmasligini 117-rasmda tasvirlangan oddiy asbob yordamida aniqlash mumkin. Bu asbob, asosan, shisha idish va unga tushirilgan ikkita ko‘mir sterjen — elektrodlardan iborat. Elektr manba-ning musbat qutbga ulangan elektrod **anod** deb, manfiy qutbga ulangan elektrod esa **katod** deb ataladi.

Elektrodli shisha idishga distillangan suv solamiz va kalitni ulaymiz. Bunda lampochka yonmaydi. Demak, distillangan suv elektr tokini o‘tkazmaydi.

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?

Osh tuzi suvga solinganda, qutblangan suv molekullari 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 (118-a rasm). Kalit ulanganda Na^+ ionlari katod tomon, Cl^- ionlari esa anod tomon harakatlanadi (118-b rasm). Natijada zanjirdan tok o‘ta boshlaydi.



118-rasm



Eritmalarda moddalarning musbat va manfiy ionlarga ajralish jarayoni dissotsiatsiya deyiladi.

Shunday moddalar ham borki, qattiq holatda elektr tokini o‘tkazmaydi, lekin eritilib, suyuq holatga o‘tganda elektr tokini o‘tkazadi.



Suyuqlikda ionlarga ajraladigan va shu sababli elektr tokini o'tkazadigan moddalar *elektrolitlar* deb ataladi.

Elektrolitda ionlar qancha ko'p bo'lsa, u elektr tokini shuncha yaxshi o'tkazadi. NaCl suvda eriganida u batamom Na^+ va Cl^- ionlariga ajraladi. Natriy xloridning suvdagi eritmasi tokni yaxshi o'tkazuvchi elektrolit hisoblanadi. Shuningdek, boshqa tuzlar, ishqorlar va kislotalarning suvdagi eritmasi elektrolitlardir.



1. Ion nima? Uning atomdan farqi nimadan iborat?
2. Ionli bog'lanish deb nimaga aytiladi? Uni natriy xlorid misolida tushuntiring.
3. 117-rasmda tasvirlangan tajribani tushuntirib bering.
4. Natriy xlorid suv molekullari ta'sirida qay tarzda ionlarga ajraladi?
5. Elektrolitlar deb qanday moddalarga aytiladi?

32-§. ELEKTROLIZ. FARADEYNING BIRINCHI QONUNI

Elektroliz hodisasi

Elektr zanjir kaliti ulanib, elektrolitda elektr maydon hosil qilinganda musbat ionlar katodga, manfiy ionlar anodga qarab harakatlanadi. Ionlar elektrodga yetib borgandan keyin o'z zaryadlarini elektrodga berib, neytral atomlarga aylanadi va cho'kma hosil qiladi. Elektrodga qancha ko'p ion borsa, ular sirtida shuncha ko'p modda yig'iladi.

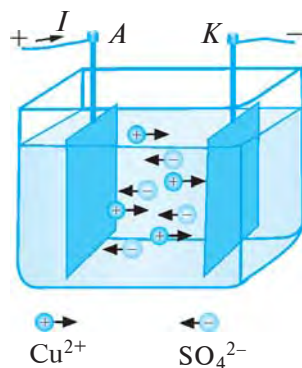
Quyidagi tajribani o'tkazaylik.

Elektrodl shisha idish — elektrolit vannadagi suvga mis sulfat tuzi (CuSO_4)ni solib, elektrolit hosil qilaylik. Bunda u mis (Cu^{2+}) va sulfat (SO_4^{2-}) ionlarga ajraladi. Elektr zanjir kaliti ulanganda elektrolitdan I tok o'ta boshlaydi (119-rasm). Elektrolitdagi Cu^{2+} ionlari K katodga, SO_4^{2-} ionlari esa A 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 sezilarli darajada toza mis moddasi ajralib chiqqanini kuzatish mumkin.



Elektrolitdan tok o'tayotganda elektrodalarda modda ajralib chiqish hodisasi *elektroliz* deb ataladi.

Ingliz fizigi M. Faradey qator tajribalarda har xil elektrolitlardan turli miqdorda tok o'tkazgan. Elektrodalarda ajralib chiqqan moddaning massasini o'lchash natijalariga asoslangan holda, 1833—1834-yillarda elektrolizning ikki qonunini kashf qildi.



119-rasm

Faradeyning birinchi qonuni

Faradey o'tkazgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, elektrodalarda ajralib chiqqan modda massasi elektrodlar tomon harakat qilayotgan ionlar soniga, ya'ni elektrolitdan 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 elektrodalarda ajralib chiqqan moddaning massasi elektrolitdan o'tgan zaryadning miqdoriga to'g'ri proporsionaldir:

$$m = kq, \quad (1)$$

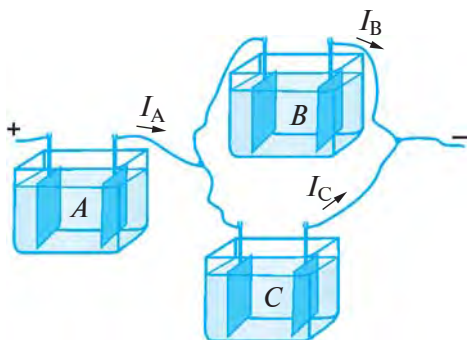
bunda, m — ajralib chiqqan moddaning massasi; q — zaryad miqdori; k — proporsionallik koeffitsienti bo'lib, *moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti* deb ataladi.

Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti elektroliz vaqtida ajralib chiqqan har bir modda uchun har xildir.

Agar (1) formulada $q = 1 \text{ C}$ deb olinsa, $k = m$ bo'ladi. Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti son jihatdan elektrolitdan bir kulon zaryad o'tganda ajralib chiqqan modda massasiga tengdir. Bu degani, moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti 1 kg/C da o'lchanadi. Bu juda kichik birlik bo'lgani uchun amalda uning o'rniga 1 mg/C birligidan foydalaniladi. Masalan, moddaning kimyoviy ekvivalenti kumush uchun $1,118 \text{ mg/C}$, xlor uchun $0,367 \text{ mg/C}$, mis uchun $0,329 \text{ mg/C}$, nikel uchun $0,304 \text{ mg/C}$, alyuminiy uchun $0,094 \text{ mg/C}$ qiymatga ega.

(1) formulada $q = I\Delta t$ ekanligini hisobga olsak, elektrodalarda ajralib chiqqan modda massasi m ning elektrolitdan o'tayotgan tok kuchi I ga va tokning o'tish vaqti Δt ga bog'liqlik ifodasini olish mumkin:

$$m = kI\Delta t. \quad (2)$$



120-rasm

Faradeyning birinchi qonuni tajribada quyidagicha tekshirib ko'rilgan. Uchta elektrolit vannaga bir xil A , B va C elektrolitlar quyilib, ularning elektrodleri bir-biri bilan 120-rasmda ko'rsatilgandek ulangan.

Rasmga ko'ra, A elektrolitdan o'tayotgan I_A tok kuchi B va C elektrolitlardan o'tayotgan I_B va I_C tok

kuchlarining yig'indisiga teng bo'ladi. Agar (2) formula o'rinli bo'lsa, A , B va C elektrolitlar elektrodlarida ajralib chiqadigan moddalarning m_A , m_B va m_C massalari $m_A = m_B + m_C$ munosabatda bo'lishi kerak.



1. Mis kuporosi bilan o'tkazilgan tajribani tushuntirib bering.
2. Elektroliz deb qanday hodisaga aytiladi?
3. Faradeyning birinchi qonunini ta'riflang va qanday ifodalanishini yozib bering.
4. Faradeyning birinchi qonuni tok kuchi orqali qanday ifodalanadi?
5. Faradeyning birinchi qonunini tajribada qanday tekshirish mumkin? Tajribani tushuntirib bering.



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.

33-§. FARADEYNING IKKINCHI QONUNI

7-sinf kimyo darslarida valentlik (Z), modda miqdori (ν), moddaning molyar massasi (M), Avogadro doimiysi ($N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) haqida ma'lumotlar olgansiz. Ushbu mavzuni o'rganishda ana shu olgan ma'lumotlaringizga tayanassiz.

Elektrolitdan $q = It$ zaryad o'tgan bo'lsin. Elektrolitda bu zaryadni N ta ion tashiydi:

$$q = N(Ze) = It, \quad (1)$$

bunda, e — elementar zaryad, Ze — ionning zaryadi, Z — ionning valentligi, masalan, Na^+ ioni uchun $Z = 1$, Cu^{2+} uchun $Z = 2$, Al^{3+} uchun $Z = 3$.

(1) tenglikdan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$N = \frac{It}{Ze}. \quad (2)$$

Tok tashigan ionlar elektrodga o'tirib qoladi. Ularning to'liq massasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m = m_0 N, \quad (3)$$

bunda, m_0 — bitta atomning massasi.

Bitta atomning massasi shu modda molyar massasining Avogadro doimiysiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$m_0 = \frac{M}{N_A}. \quad (4)$$

(2) va (4) formulalarni (3) formulaga qo'yib, t vaqt ichida elektrodga cho'kkan modda massasi uchun quyidagi ifodani olish mumkin:

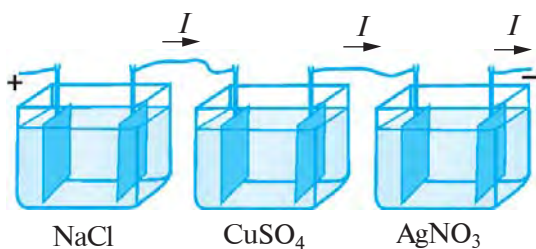
$$m = \frac{It}{Ze} \frac{M}{N_A} \text{ yoki } m = \frac{1}{F} \frac{M}{Z} It. \quad (5)$$

bunda, $F = eN_A$ — Faradey doimiysi.

(5) ifodani quyidagicha ta'riflash mumkin:



Elektroliz vaqtida elektrolitda ajralib chiqadigan moddaning massasi shu moddaning molyar massasiga, tok kuchiga hamda vaqtga to'g'ri proporsional, valentligiga esa teskari proporsionaldir.



121-rasm

Bu ta'rifning to'g'riligini quyidagi tajribada tekshirib ko'rish mumkin.

Uchta elektrolit vanna olib, ularning birinchisiga natriy xlorid (NaCl), ikkinchisiga mis sulfat (CuSO_4), uchinchisiga esa kumush nitrat (AgNO_3) tuzlari eritmalarini quyamiz. Elektrolitlarga botirilgan elektrodni o'tkazgich simlar bilan 121-rasmda ko'rsatilgandek ketma-ket tutashtirib, elektr manbaga ulaymiz. Elektroliz hodisasi tufayli har bir elektrolitdan tok o'tadi. Ular ketma-ket ulangani uchun har bir elektrolitdan o'tayotgan I tok bir xil bo'ladi. t vaqt ichida birinchi va uchinchi elektrolitdagi elektrodga bir xil sondagi ionlar keladi. Chunki bu ikkala elektrolitdagi ionlarning zaryadlari teng bo'ladi. Lekin elektrodlarda ajralib chiqqan natriy va kumush moddalarining massasi har xil bo'ladi. Sababi Na va Ag atomlarining massalari har xil. Elektrodlarda ajralib chiqqan natriy va kumushning massasini o'lchab, ularning massasi shu moddalarning molyar 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 elektrodga 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 elektrodlarda ajralgan moddalarning massasi shu moddaning valentligiga teskari proporsional ekanligini tasdiqlaydi.

(5) tenglamani o'tgan mavzu (32-§)dagi (2) tenglama bilan taqqoslab, moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti k uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$k = \frac{1}{F} \frac{M}{Z}. \quad (6)$$

Bu formula Faradeyning ikkinchi qonunini ifodalaydi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi:



Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti shu moddaning molyar massasiga to'g'ri proporsional, valentligiga esa teskari proporsionaldir.

Elektroliz jarayonida t vaqt ichida elektrolitdan I tok o'tganda, elektrodga ajralgan M molyar massali Z valentli moddaning massasini o'lchab, (5) formuladan Faradey doimiysi $F = 96\,500$ C/mol ekanligi aniqlangan.

$F = eN_A$ ekanligidan elementar elektr zaryad — elektron zaryadining qiymatini topish mumkin:

$$e = \frac{F}{N_A}; e = \frac{96\,500}{6,02 \cdot 10^{23}} \text{ C} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

Elementar elektr zaryadining qiymati birinchi marta 1874-yilda shu yo'l bilan aniqlangan.



1. Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan moddaning massasi uchun ifodalangan (5) tenglamani ta'riflab bering.
2. Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan moddaning massasi shu moddaning molyar massasiga to'g'ri proporsional ekanligini tajribada qanday asoslash mumkin?
3. Elektroliz vaqtida ajralib chiqqan moddaning massasi shu moddaning valentligiga bog'liqligini tajribada qanday tekshirish mumkin?
4. Faradeyning ikkinchi qonuni qanday ifodalanadi va qanday ta'riflanadi?
5. Elementar elektr zaryadning qiymati qanday aniqlangan?



1. Elektroliz jarayonida elektrolit sifatida NaCl eritmasidan foydalanilgan. Natriy uchun elektrokimyoviy ekvivalentni toping.
2. Elektrolit sifatida CuSO₄ eritmasidan foydalanilgan. Misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlang.
3. Elektroliz jarayonida AgNO₃ eritmasidan foydalanilgan. Elektrolitdan 1 soat davomida 2 A tok o'tib turgan bo'lsa, katodda qancha kumush ajralib chiqqan?

34-§. ELEKTROLIZNING QO'LLANILISHI

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 manbaning manfiy qutbiga ulanadigan bunday sof mis plastinkalari katod vazifasini bajaradi. Katodlar orasiga parallel ravishda qalin anod plastinkalar tushuriladi. Anod vazifasini bajaradigan plastinkalar tozalanmagan misdan tayyorlangan bo'ladi.

Elektroliz jarayonida mis kuporosi eritmasidan ajralib chiqqan sof mis katodga o'tiradi. Anod erib, undagi mis eritmaga o'tadi, begona aralashmalar esa 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 qalin plastinka sof misdan iborat bo'ladi.

Misdan tashqari, alyuminiy, magniy, natriy, kaliy, kalsiy kabi metallar ham elektroliz usulida olinadi. Ulardan eng ko'p ishlatiladigani alyuminiydir. Agar alyuminiy laboratoriya usuli bilan olinsa, u oltin kabi juda qimmatga tushar edi. U elektroliz usuli bilan olingani uchun nisbatan arzon metall hisoblanadi. Alyuminiy ruda konlari Yer yuzida juda ko'p. Jumladan, mamlakatimiz tog'larida ham alyuminiy ruda konlari mavjud. Rudalardan elektroliz usulida olinishi arzon bo'lgani uchun bu metall keng miqyosda ishlatiladi. Masalan, elektr uzatish tarmoqlarida o'tkazgich simlar, asosan, alyuminiydan tayyorlanadi.

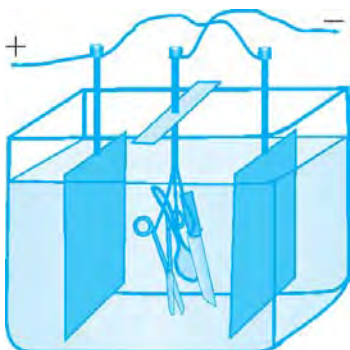
Galvanostegiya

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 (yugurtiriladi). Nikellangan qoshiq, pichoq, choynak, turli idish-tovoqlardan turmushda foydalanamiz.



Elektrolizdan foydalanib, buyumlarning sirtini qiyin oksidlanadigan metallar bilan qoplash galvanostegiya deb ataladi.

Buyumlarni elektroliz usulida nikellash jarayonini ko'rib chiqaylik. Buning uchun buyum sirti yog' va kirlardan tozalanib, elektrolitik vannaga tushiriladi. Vannadagi elektrolit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



122-rasm

tuzning ammiakli eritmasidan iborat. Anod sifatida nikel plastinkalar olinadi. Nikellandigan buyumlar katod vazifasini bajaradi. Elektrolit orqali ma'lum vaqt davomida tok o'tkazib turilsa, buyum sirti nikel bilan qoplanadi (122-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.

Galvanoplastika

Elektroliz yordami bilan 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. Bu taxta sirtidagi grafit sim orqali manbaning manfiy qutbga 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. Matbaa sanoatida galvanoplastika sinkografik klishe'lardan galvanoplastik nusxalar olishda ham foydalaniladi. Galvanoplastik usul nafaqat matnli, balki rasmlı kitoblarni ham yuz minglarcha 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 qay tarzda qiyin oksidlanadigan metallar bilan qoplanadi?
4. Galvanostegiya deb qanday jarayonga aytiladi?
5. Galvanoplastika nima? Undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

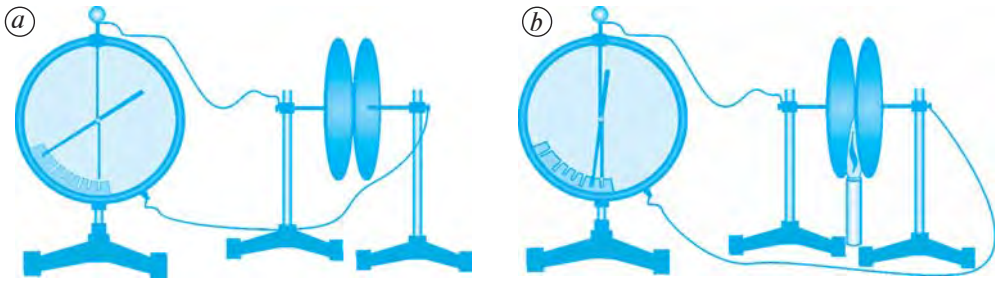


«Elektrolizning ahamiyati» mavzusida referat tayyorlang.

35-§. GAZLARDA ELEKTR TOKI

Gazda elektr razryad

Yassi kondensatorni elektrometrga ulab, elektrometrni zaryadlaylik (123-a rasm). Bunda ma'lum bir qiymatni ko'rsatib turgan elektrometr



123-rasm

ko'rsatkichi deyarli qo'zg'almaydi, undagi zaryad kamaymaydi. Bu esa kondensator qoplamalari orasidagi havo orqali zaryad o'tmayotganligini, ya'ni havodan tok deyarli o'tmasligini ko'rsatadi. Quruq havoni xona temperaturasida dielektrik deb hisoblash mumkin.

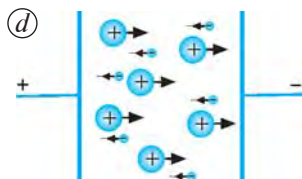
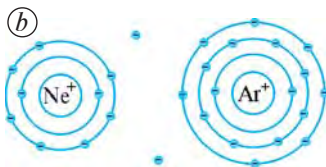
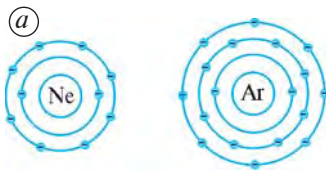
Sham yoqib, kondensator qoplamalari orasidagi havoni isitaylik. Shu zahoti elektrometr ko'rsatkichi pasaya boshlaydi, ya'ni kondensator zaryadsizlanadi (123-b rasm). Demak, isitilgan havodan tok o'tadi.



Gaz orqali elektr toki o'tishi jarayoni *gaz razryadi* deb ataladi.

Gazlarning ionlashishi

Havo tarkibida azot, kislorod, vodorod, suv molekularidan tashqari bir foizga yaqin neon, argon kabi inert gazlar ham mavjud. Xona haroratida havodagi barcha atom va molekular 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.



124-rasm

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. Argonni esa mos ravishda $+18e$ va $-18e$ ga teng (124-a rasm). Alohida olingan Ne va Ar atomlari elektr neytraldir.

Havo isitilganda ulardagi atom va molekularning harakat tezligi, bir-biri bilan to'qnashishi ortadi. Natijada ba'zi Ne 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 (124-*b* rasm).

Temperatura qancha yuqori bo'lsa, havoda shuncha ko'p ionlar 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 (124-*d*). Natijada havodan tok o'tadi.

Gazlarning elektr o'tkazuvchanligida, bir tomondan, ionlar ishtirok etishi elektrolitlarning o'tkazuvchanligiga o'xshaydi. Ikkinchi tomondan, o'tkazuvchanlikda elektronlarning ishtirok etishi metallarning elektr o'tkazuvchanligiga o'xshaydi.



Gazlarda elektr o'tkazuvchanlik elektr maydonda ionlar va elektronlarning tartibli harakatidan iborat.

Gazlarda ionlashish boshqa tashqi ta'sirlarda, masalan, kuchli nurlantirishda ham sodir bo'ladi.

Rekombinatsiya

Elektr maydon olinib, ionlashtiruvchi tashqi ta'sir to'xtatilganda, gazdagi elektron va ionlar bir-biri bilan qo'shilishi natijasida yana neytral atomlarni hosil qiladi.



Elektron va musbat zaryadli ionlarning qo'shilishi natijasida neytral atomlar hosil bo'lish jarayoni gazlarda zaryadli zarralarning rekombinatsiyasi deb ataladi.

Elektr maydon bo'lmaganda, tashqi ta'sir to'xtatilgan vaqtda zaryadli zarralar faqat rekombinatsiya tufayli yo'qoladi va gaz yana dielektrikka aylanadi.

Elektr maydon bo'lmaganda, ionlashtiruvchi tashqi ta'sir paytida, bir tomondan, gazning ionlashishi, ikkinchi tomondan, zaryadli zarralarning rekombinatsiyasi yuz beradi. Ionlashtiruvchi tashqi ta'sir o'zgar-mas bo'lganda ionlashish va rekombinatsiya jarayoni tenglashadi, ya'ni dinamik muvozanat qaror topadi. Bunda gazdagi zaryadli zarralar soni vaqt o'tishi bilan o'zgar-may turadi. Dinamik muvozanat qaror topganda, hosil bo'layotgan zaryadli zarralar soni yo'qolayotgan zaryadli zarralar soniga teng bo'ladi.

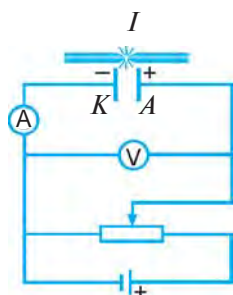


1. Gazlardan elektr tokining o'tishini qay tarzda hosil qilish mumkin?
2. Nima sababdan havo isitilganda undan elektr toki o'tadi?

3. Gazlarda elektr o'tkazuvchanlikda qanday zarralar ishtirok etadi?
4. Rekombinatsiya deb qanday jarayonga aytiladi?
5. Gazlarda zaryadli zarralarning hosil bo'lishi va yo'qolishi o'rtasida dinamik muvozanat qay tarzda sodir bo'ladi?

36-§. NOMUSTAQIL VA MUSTAQIL RAZRYADLAR

Nomustaqil razryad

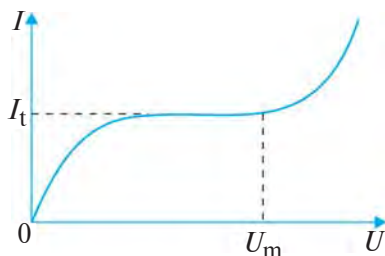


125-rasm

Gazdan o'tayotgan tok kuchining qo'yilgan elektr maydon kattaligiga — elektr kuchlanishga qanday bog'liqligini ko'rib chiqaylik. Buning uchun sxemasi 125-rasmda tasvirlangan elektr zanjirni yig'aylik.

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. Ionizatorning uzluksiz chaq nab turishidan anod va katod orasidagi havo qiziydi va ionlashadi.



126-rasm

Ionizator yoqilgandan keyin biroq vaqt o'tgach, ionlashish va rekombinatsiya o'rtasida dinamik muvozanat qaror topadi. 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. Chunki, kuchlanish ortganda, birlik vaqt ichida zaryad tashuvchilarning anod va katodga yetib borishi ham ortadi.

Havodan o'tayotgan tokning kuchlanishga bog'liq holda o'zgarishi 126-rasmda ko'rsatilgan. Kuchlanishni oshira borishda shunday payt keladiki, bunda kuchlanish ma'lum qiymatga yetgach, tok kuchi oshmasdan o'zgarimas bo'lib qoladi, ya'ni tok to'yinish qiymatga erishadi. Tok kuchining bunday qiymati *to'yinish toki* I_t deyiladi.

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. Kuchlanish 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.

Mustaqil razryad

Agar anod va katod orasidagi kuchlanish oshirib borilaversa nima bo'ladi?

125-rasmda ko'rsatilgan tajribani davom ettirib, kuchlanishni yanada oshirib boraylik. Kuchlanish ma'lum U_m katta qiymatga yetganda tok kuchi keskin orta boshlaydi (126-rasm). Bunga sabab nima?

Anod tomon harakatlanayotgan elektronlar o'z yo'lida gazdagi neytral atom bilan ko'p marta to'qnashadi. Elektronlarning tezligi kichik bo'lganda, uning kinetik energiyasi ham kichik bo'ladi. Kichik energiyali elektronlar bilan to'qnashganda neytral atomlar ionlarga aylanmaydi. Kuchlanish ortishi bilan gazda hosil bo'lgan elektronlarning anodga tomon harakat tezligi ham orta boradi. Kuchlanish ortira borilsa, elektronlar shunday tezlikka erishadiki, ularning kinetik energiyasi o'z yo'lida to'qnashgan neytral atomlar elektronini urib chiqarishga, ionlashtirishga yetarli bo'ladi. Hosil bo'lgan yangi erkin elektron katta kuchlanishli maydonda katta tezlikka erishib, boshqa ion va elektronlarni hosil qila boradi. Shu zaylda 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.

Gaz razryadidagi musbat ionlar katod tomon harakat qiladi. Katta tezlikka ega bo'lgan musbat ionlar katodga zarb bilan urilib, katoddan elektronlarni urib chiqaradi. Bu elektronlar ham yangi atomlarning ionlashishida va elektr o'tkazuvchanlikda ishtirok etadi.

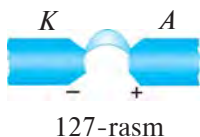


1. 125-rasmda tasvirlangan tajriba tafsilotini bayon qilib bering.
2. Anod va katod orasidagi kuchlanish ma'lum qiymatga erishganda, nima sababdan tok o'zgarmas qiymatga ega bo'lib qoladi?

3. Nomustaqil razryad deb qanday razryadga aytiladi?
4. Kuchlanishning katta qiymatida to'yingan holatdagi tok kuchi nima sababdan keskin orta boshlaydi?
5. Mustaqil razryad deb qanday razryadga aytiladi?
6. Anod va katod orasidagi kuchlanish katta bo'lganda, katoddan elektronlarning ajralib chiqish sababi nimada?

37-§. ELEKTR RAZRYADNING TURLARI VA ULARDAN FOYDALANISH

Elektr yoy razryadi



Gaz razryadining bir necha turi mavjud. Gazlardan elektr toki o'tganda turli xil razryadlarni vujudga keltiradi. Razryadlarning turiga qarab ulardan turli maqsadlarda foydalaniladi.

Razryadning turlaridan biri — elektr yoy razryadi.

Ikkita ko'mir elektrod olib, ularga 40—50 V kuchlanish beraylik. Ularning uchlari bir-biriga tekkizib, biroz uzoqlashtiraylik. Bunda elektrodlar orasida ko'zni qamashtiradigan yarqirash — **elektr yoy razryadi** hosil bo'ladi (127-rasm). Hosil bo'lgan elektr yoy elektrodlar orasidagi kuchlanish olinmaguncha davom etadi. Kichikroq yoyda tok kuchi bir necha amperga yetadi. Katta yoyda kuchlanish 50 V atrofida bo'lsa ham, tok kuchi bir necha yuz ampergacha bo'ladi.

Elektr yoy razryadi juda quvvatli yorug'lik manbayidir. Bunday elektr yoylardan proyektorlarda, mayoqlarda va boshqa qurilmalarda foydalaniladi.

Elektr yoy temperaturasi juda yuqori bo'lganligidan undan metallarni eritish va payvandlashda, turli qotishmalar olishda ham qo'llaniladi. Yuqori navli po'lat olishda kuchli elektr yoydan foydalanish qo'l keladi.

Uchqun razryad

Bir-biridan izolyatsiyalangan ikkita elektrodni yuqori kuchlanish manbayiga 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 izolyator 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 izolyator shunchalik katta bo'lishi kerak.

Uchqun razryad maxsus ravishda suratga olinib, o'rganilgan. Bunda uchqun razryad uzluksiz o'tadigan tok emasligi, balki uzuq-uzuq chaqnashlardan iborat ekanligi ma'lum bo'lgan.

Odatdagi sharoitda havodagi elektr maydon kuchlanganligi 3 000 000 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.

Uchqun razryad paytida qisqa vaqt ichida kuchli yorug'lik tarqalishini hisobga olib, undan fotoaparatlarda surat olishda foydalaniladi.

Bir-biriga yaqinlashtirilgan ikki elektrodga yuqori kuchlanish berib, uchqun razryad hosil qilinganda, anodda chuqurcha, katodda esa do'ngcha hosil bo'ladi (128-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 (129-a rasm). Bu jarayon yana biroz davom ettirilsa, anod sifatida olingan metallda teshik yuzaga keladi (129-b rasm).

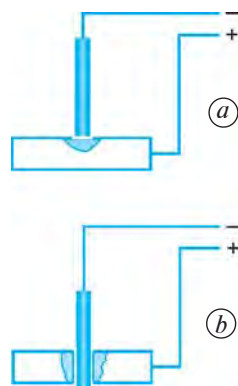
Toblangan po'latlarda, hatto, undan ham qattiq qotishmalarda ham uchqun razryaddan foydalanib, belgilangan o'lchamda va shaklda teshik ochish mumkin. Metallarni uchqun razryad yordamida ishlash usulidan turli xil shtamplar yasashda, metallarni kesishda va qirquvchi asboblarni charxlashda ham foydalaniladi.

Mitillama razryad

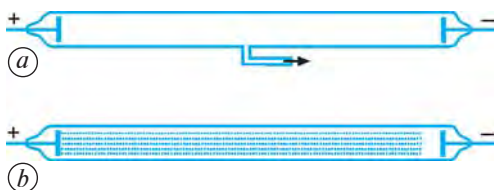
Yopiq shisha nay olib, uning ichiga qarama-qarshi qilib anod va katodlar o'rnatilgan. Nay ichidagi bosim atmosfera bosimiga teng bo'lganda, uning ichidagi havodan tok o'tmaydi. Lekin nay ichidagi havo maxsus nasos yordamida sekin-asta so'rib olinsa, undan tok o'ta boshlaydi (130-a rasm).



128-rasm



129-rasm



130-rasm

Naychadagi havo taxminan oʻn marta siyraklashtirilganda, razryad sezila boshlaydi. Havo odatdagiga nisbatan bir necha yuz marta siyraklashtirilsa, anod va katod orasini miltillagan yorugʻlik qoplaydi (130-*b* rasm). Shuning uchun bunday

razryad **miltillama razryad** deb ataladi. Bunda katodga yaqin joy qorongʻiligicha qoladi.

Miltillama razryaddan sovuq lampalar yoki kunduzgi lampalar deb ataluvchi lampalarda yorugʻlik manbai sifatida foydalaniladi. Nayning ichiga oq rangdagi «lyuminofor» deb ataladigan moddalar surtilsa, undan oq yorugʻlik chiqadi.



1. Elektr yoy razryadi qanday hosil qilinadi?
2. Elektr yoy razryadidan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
3. Uchqun razryad qanday hosil qilinadi?
4. Tabiatda chaqmoq qanday hosil boʻladi?
5. Uchqun razryaddan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
6. Miltillama razryad qanday hosil qilinadi?
7. Miltillama razryaddan qanday maqsadlarda foydalanish mumkin?

IV BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Ionlar orasida Kulon tortishish kuchi orqali vujudga keladigan kimyoviy bogʻlanish ionli bogʻlanish deb ataladi.
- Suyuqliklarda ionlarga ajraladigan va shu sababli elektr tokini oʻtkazadigan moddalar elektrolitlar deb ataladi.
- Elektrolitdan tok oʻtayotganda elektrodalarda modda ajralib chiqish hodisasi elektroliz deb ataladi.
- Faradeyning birinchi qonuni: elektroliz vaqtida elektrodalarda ajralib chiqqan moddaning massasi elektrolitdan oʻtgan zaryadning miqdoriga toʻgʻri proporsional, yaʼni $m = kq$ yoki $m = kIt$.
- Elektroliz vaqtida elektrodda ajralib chiqadigan moddaning massasi shu moddaning molyar massasiga, tok kuchiga hamda vaqtga toʻgʻri proporsional, valentligiga teskari proporsional.
- Faradeyning ikkinchi qonuni: moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti shu moddaning molyar massasiga toʻgʻri proporsional, valentligiga teskari proporsionaldir.
- Elektroliz yordamida mis, alyuminiy, magniy, natriy, kaliy, kalsiy kabi metallar ajratib olinadi.

- Elektrolizdan foydalanib, buyumlarning sirtini qiyin oksilanadigan metallar bilan qoplash galvanostegiya deb ataladi.
- Shakl hosil qilish uchun buyumlar sirtiga elektrolitik usulda metall yugurtirish galvanoplastika deb ataladi.
- Gaz orqali elektr toki o'tishi jarayoni gaz razryadi deb ataladi.
- Gazlarda elektr o'tkazuvchanlik elektr maydonda ionlar va elektronlarning tartibli harakatidan iborat.
- Gazdagi elektron va musbat zaryadli ionlarning qo'shilishi natijasida yangidan neytral atomlar hosil bo'lish jarayoni zaryadli zarralarning rekombinatsiyasi deb ataladi.
- Ionizator ta'siri to'xtatilishi bilan to'xtaydigan razryad nomustaqil razryad deb ataladi.
- Ionizator ta'siri to'xtatilganda ham davom etaveradigan razryad mustaqil razryad deb ataladi.
- Elektrodning uchlarini bir-biriga tekkizib, biroz uzoqlashtirilganda, ularning uchlari orasida elektr yoy razryadi hosil bo'ladi. Undan projektorlarda, mayoqlarda, metallarni eritish, turli qotishmalar olishda foydalaniladi.
- Elektrodlardagi kuchlanish ma'lum katta qiymatga yetganda ular orasida chaqnash — uchqun razryad hosil bo'ladi.
- Uchqun razryaddan fotoapparatlarda, metallarni teshishda foydalaniladi.
- Siyraklashtirilgan gazda miltillama razryad hosil bo'ladi. Undan sovuq (kunduzgi) lampalarda foydalaniladi.

IV BOB BO'YICHA QO'SHIMCHA SAVOL VA MASALALAR

1. Mis kuporosi eritmasi orqali tok o'tayotganda plastinkalardan birida sof mis ajralib chiqadi. Mis simdan tok o'tayotganda esa mis ajralmaydi. Nima uchun?
2. Katodda sof kumush ajratish uchun kumush nitrat eritmasi orqali tok o'tkazilmoqda. Bunda eritmada qanday hodisalar yuz beradi? Katodda kumush ajralib chiqish jarayonini qanday tezlashtirish mumkin?
3. Tok manbayidagi mis kuporosining eritmasi orqali 500 C miqdordagi zaryadli ionlar o'tgan. Qoplamalardagi kuchlanish 2 V bo'lsa, tok qancha ish bajargan?
4. Mis kuporosi eritmasi bilan to'ldirib, ichiga ikkita ko'mir elektrod o'z uzunligining yarmigacha tushirilgan elektrolit vanna orqali elektr tok o'tkazilmoqda. Quyidagi shartlardan faqat bittasi o'zgartirilsa, katodda bir xil kichik vaqt ichida ajralib chiqadigan mis miqdori qanday o'zgaradi: a) ko'mir anod xuddi shunday shakldagi va hajmdagi mis anod bilan almashtirilsa; b) ko'mir katod mis katod bilan almashtirilsa; d) elektrodlardagi kuchlanish orttirilsa; e) o'shanday

- konsentratsiyali elektrolitdan yana qo'yilsa; *f*) eritma konsentratsiyasi oshirilsa; *j*) elektrodlar yaqinlashtirilsa; *i*) anod kamroq botirilsa; *k*) katod kamroq botirilsa; *l*) elektrolit eritmasi isitilsa?
5. Ikkita bir xil *A* va *B* elektrolit vanna mis kuporosi eritmasi bilan to'ldirilgan. *A* vannadagi eritmaning konsentratsiyasi *B* vannadagiga qaraganda katta. Agar ular ketma-ket ulansa, qaysi vannada ko'proq mis ajraladi? Vannalar parallel ulanganda-chi?
 6. Mis kuporosining suvdagi eritmasidan iborat bo'lgan elektrolitdan 40 C zaryad o'tdi. Elektrolitga botirilgan katodda qancha miqdorda mis yig'ilgan?
 7. Elektroliz vaqtida katodda 25 mg miqdorda mis yig'ilishi uchun elektrolitdan qancha zaryad o'tishi kerak?
 8. 2 soat davom etgan elektrolizda katodda 40 mg nikel yig'ildi. Elektroliz vaqtida elektrolitdan o'tgan tok kuchini toping.
 9. Elektroliz vaqtida elektrolitdan 2 A tok o'tib turgan bo'lsa, buyumda 1,8 g nikel qatlami hosil bo'lishi uchun qancha vaqt kerak bo'ladi?
 10. Misning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlashga doir tajriba o'tkazishda quyidagi ma'lumotlar olindi: tok o'tib turish vaqti 20 minut, tok kuchi 0,5 A, katodning tajribagacha bo'lgan massasi 70,4 g, tajribadan keyingi massasi 70,58 g. Bu ma'lumotlarga ko'ra, misning elektrokimyoviy ekvivalenti uchun qanday qiymat olingan?
 11. Faradey doimiysini bilgan holda hamda kimyoviy elementlar davriy sistemasidan foydalanib, 2 va 4 valentli qalayning elektrokimyoviy ekvivalentini toping.
 12. Kumushning elektrokimyoviy ekvivalentini bilgan holda oltinning elektrokimyoviy ekvivalentini hisoblab toping.
 13. Elektrolit sifatida AgNO_3 eritmasidan foydalanilgan. Kumushning elektrokimyoviy ekvivalentini aniqlang.
 14. Elektroliz jarayonida AgNO_3 eritmasidan foydalanilgan. Elektrolitdan 2 soat davomida 1 A tok o'tib turgan bo'lsa, katodda qancha kumush ajralib chiqqan?
 15. Elektrolit vannalar ketma-ket qilib ulanganda, katodlarda ajralgan uch valentli temir va ikki valentli magniy massalarini taqqoslang.
 16. Alyuminiy elektrolitik usulda olishda 40 kA tok kuchida 5 V kuchlanish ostida ishlaydigan vannadan foydalaniladi. 1 t alyuminiy olish uchun qancha vaqt kerak va bunda qancha energiya sarf bo'ladi?
 17. Elektrolitik yo'l bilan bir xil massali alyuminiy va mis olishga sarf bo'ladigan elektr energiya sarflarini solishtiring. Vannadagi kuchlanish normaga ko'ra alyuminiy olishda misni tozalashdagi kuchlanishdan 14 marta katta.
 18. Elektrolitik vannadagi kuchlanish texnik normalarga ko'ra 0,4 V ga teng bo'lsa, 1 t misni tozalash uchun qancha energiya sarf bo'ladi?
 19. Agar ionlagich har sekundda 1 sm^3 da 10^9 juft ion hosil qilsa va ikkita yassi parallel elektrod har birining yuzi 100 sm^2 dan hamda ular orasidagi masofa 5 sm bo'lsa, nomustaqil gaz razryadda to'yinish tokining kuchi qanday o'zgaradi?

V BOB

MAGNIT MAYDON

38-§. MAGNETIZM HAQIDA DASTLABKI MA'LUMOTLAR

Doimiy magnit va uning xossalari

Siz magnitlar bir-birini hamda temir buyumlarni tortishini bilasiz (131-rasm). Magnitlarni odamlar qadim zamonlarda ham bilishgan.



«*Magnit*» soʻzi Kichik Osiyodagi qadimiy Magnesiya shahri nomidan kelib chiqqan. Bu yerda topilgan temirni tortuvchi toshni «*magnesiya toshi*» deb atashgan.

Buyuk yurtdoshimiz **Abu Rayhon Beruniy** (973–1047) oʻz 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 oʻzaro itarilishi, turli qutblari esa tortilishi, magnitga ishqalangan poʻlat ham magnitlanib qolishini tajriba orqali asoslab bergan.

Hozirgi paytda elektrotexnika va radiotexnikada, asosan, sunʼiy magnitlar qoʻllaniladi.



Tabiiy magnit uzoq vaqt taʼsir ettirilganda magnitlangan poʻlat boʻlaklari *sunʼiy magnitlar* deb ataladi.

Sunʼiy magnitlarning xossalari tabiiy magnitlarning xossalari kabi boʻladi. Tabiiy va sunʼiy magnitlarning barchasi doimiy magnitlardir.



Oʻzining magnitlangan holatini uzoq vaqt yoʻqotmaydigan jism *doimiy magnit* yoki oddiygina qilib magnit deb ataladi.

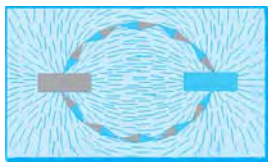
Ingliz shifokori **Uilyam Gilbert** (1544–1603) doimiy magnitlarning xossalarini oʻrganish boʻyicha tadqiqotlar olib borgan. Gilbert 1600-yilda nashr etilgan «Magnit, magnit jismlar va ulkan magnit – Yer haqida» nomli kitobida magnitlarning quyidagi xossalarini bayon qilgan:



131-rasm

1. Magnit turli qismlarining tortish kuchi har xil bo'lib, uning chekka uchlari – qutblarida tortish kuchi eng kattadir.
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. Erkin holda ipga gorizontol ravishda osib qo'yilgan magnit qutblari Yerning shimol va janub tomonlarini ko'rsatadi.
5. Bir qutbli magnitni hosil qilib bo'lmaydi.
6. Yer shari ulkan magnitdir.
7. Kuchli qizdirilganda tabiiy magnitlarning ham, sun'iy magnitlarning ham magnit xossalari yo'qoladi.
8. Magnitlar shisha, charm va suv orqali o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Magnit maydon

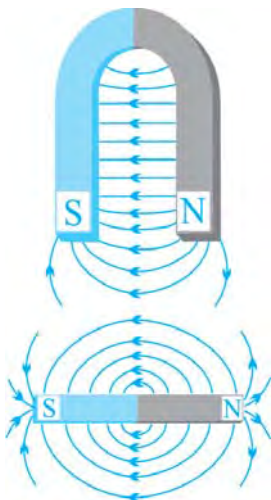


132-rasm

Magnitlar bir-biri bilan qanday ta'sirlashadi? Yupqa oyna ustiga temir qirindilarini sochib, uni taqasimon magnit uchlari ustiga qo'yaylik. Oyna chekkasini qalam bilan sekin urib turaylik. Bunda qirindilarning magnit uchlari atrofida ma'lum chiziqlar bo'ylab joylashishi kuzatiladi (132-rasm).



Magnit atrofida maydon mavjuddir. Bu maydon magnit maydon deb ataladi. Magnit maydonda temir qirindilari joylashgan chiziqlar magnit kuch chiziqlarini bildiradi.



133-rasm

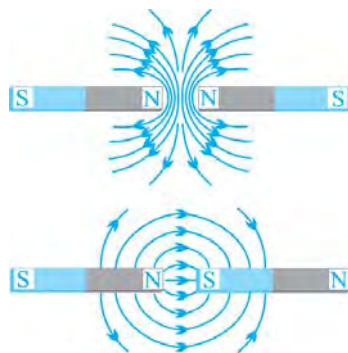
Agar magnit kuch chiziqlari bo'ylab qo'zg'almas o'qqa mahkamlangan bir nechta magnit strelkachalar qo'yilsa, ular 132-rasmda ko'rsatilgandek joylashadi

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. Magnit kuch chiziqlarining yo'nalishi sifatida N qutbdan S qutb tomon yo'nalishi qabul qilingan (133-rasm).

Elektr maydon kuch chiziqlaridan farqli ravishda magnit maydon kuch chiziqlari berk konturni hosil qiladi.

Agar ikkita magnitni bir xil qutbli tomonlari bilan yaqinlashtirsak, ular bir-biridan itariladi. Ularni turli qutbli tomonlari bilan yaqinlashtirganimizda esa ular bir-biriga tortiladi (134-rasm).

Magnitlar orasiga temir plastina qo'yilsa, ular bir-biriga ta'sir ko'rsatmaydi. Chunki, temir material magnit maydonni to'sadi. Lekin mis, alyuminiy, shisha, plastmassa kabi materiallar magnit maydonni to'smaydi.



134-rasm

Yerning magnit maydoni

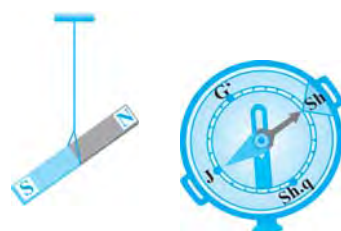
Kompas strelkalari yoki ipga osilgan magnit janubdan shimolga tomon yo'nalishda joylashib qoladi (135-rasm). Bunga sabab, Yer sharining magnit maydon bilan o'ralganidir.

Yerning magnit kuch chiziqlari shimoliy magnit qutbdan janubiy magnit qutb tomon yo'nalgan bo'ladi (136-rasm).

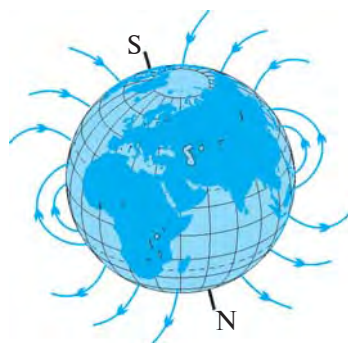
Yerning **janubiy magnit qutbi (S)** 75° shimoliy kenglik va 99° g'arbiy uzunlik yaqinida, Yer sharining shimoliy geografik qutbidan taxminan 2 100 km uzoqlikda joylashgan.

Shimoliy magnit qutb (N) esa Yerning janubiy geografik qutbi yaqinida bo'lib, $66,5^\circ$ janubiy kenglik va 140° sharqiy uzunlikda joylashgan.

Kompas Yer sharining shimoliy magnit qutbini ko'rsatadi.



135-rasm



136-rasm



1. Magnit so'zi qayerdan kelib chiqqan?
2. Beruniyning magnit haqidagi ta'limotlari haqida nimalarni bilasiz?
3. Doimiy magnit deb qanday jismga aytiladi?
4. Sun'iy magnit nima? Uning tabiiy magnitdan farqi nimadan iborat?
5. Gilbert tomonidan aniqlangan magnit xossalari tushuntirib bering.
6. Magnit maydon nima? Magnit kuch chiziqlariga ta'rif bering.
7. Magnitning janubiy va shimoliy qutblari qanday belgilanadi? Bu qutblarda magnit kuch chiziqlari qanday yo'nalgan bo'ladi?
8. Yerning magnit maydoni haqida nimalarni bilasiz?
9. Nima sababdan kompas strelkasining yo'nalishi aynan Yerning geografik qutblarini ko'rsatmaydi?



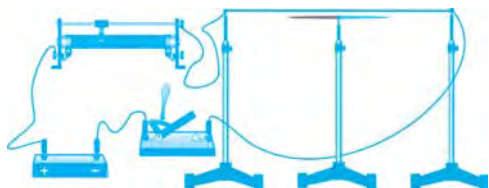
1. Magnit bo'laklarini olib, ularning bir-biriga va temir buyumlarga ta'sirini o'rganing.
2. 132-rasmida ko'rsatilgan tajribani o'tkazing va xulosalaringizni daftarga yozing.

39-§. TOKNING MAGNIT MAYDONI

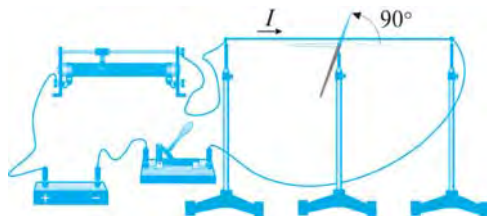
Ersted tajribasi

Magnit maydonning elektr toki bilan bog'liqligini tajribada birinchi bo'lib 1820-yilda daniyalik fizik **Xans Kristian Ersted** (1777–1851) aniqladi.

Ersted tajribasini o'zimiz ham o'tkazib ko'rishimiz mumkin. Buning uchun 137-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik.



137-rasm



138-rasm

O'tkazgich simlaridan biri janubdan shimolga tomon tarang tortilgan bo'lsin. Magnit strelkasini rasmda ko'rsatilgandek shu simning ostiga qo'yaylik. Bunda strelka simning yo'nalishida turgan bo'ladi.

Endi kalitni ulab, o'tkazgichdan tok o'tkazaylik. Shu zahoti tok o'tayotgan sim ostidagi magnit strelkasi 90° ga burilib, simga perpendikulyar joylashib qoladi (138-rasm).

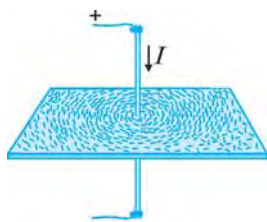


Ersted tajribasi tok o'tayotgan o'tkazgich atrofida magnit maydon bor ekanligini ko'rsatdi.

To'g'ri tokning magnit maydoni

Elektr toki o'tayotgan o'tkazgich atrofida magnit maydon mavjudligini quyidagi tajribada ham isbotlash mumkin.

Plastmassadan yasalgan plastinaning o'rtasidan teshib, ingichka metall sterjenni o'tkazamiz. Plastmassa ustiga temir kukunlarini sohib, sterjendan tok o'tkazaylik.



139- rasm



To'g'ri tokning magnit kuch chiziqlari shu tok o'tayotgan o'tkazgichni o'rab olgan aylanalar bilan tavsiflanadi.

Tajribani davom ettirib, tok o'tayotgan sterjen atrofida mayda magnet strelkachalarni qo'yaylik. Shu zahoti strelkachalar magnet kuch chiziqlarining yo'nalishida tartibli joylashib qoladi (140-rasm).

Sterjendagi tok yo'nalishini o'zgartiraylik. Shu zahoti barcha magnet strelkalari 180° ga buriladi (141-rasm).

Demak, tokning magnet kuch chiziqlari yo'nalishi o'tkazgichdagi tokning yo'nalishiga bog'liq. To'g'ri tok atrofida hosil bo'ladigan magnet maydon kuch chiziqlari yo'nalishini **parma qoidasi** orqali quyidagicha topish mumkin:



Agar parmaning ilgari lanma harakati yo'nalishi o'tkazgichdagi tokning yo'nalishida bo'lsa, parma dastasining aylanish yo'nalishi shu tok magnet kuch chiziqlarining yo'nalishini ko'rsatadi (142-rasm).

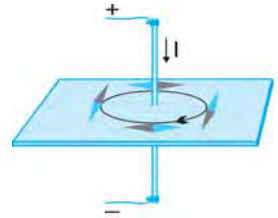
G'altakning magnet maydoni

Ersted tomonidan tokli o'tkazgichning magnet maydoni kashf etilishi elektromagnetizm sohasidagi tadqiqotlarga turtki bo'ldi. Shu yiliyoq, ya'ni 1820-yilda fransuz fiziklari **Andre Mari Amper** (1775–1836) va **Dominik Fransua Arago** (1786–1853) o'tkazgich simni yog'och o'zakka o'rab g'altak yasadilar. Undan tok o'tkazib, to'g'ri tok maydonidan ancha kuchli bo'lgan magnet maydonni hosil qildilar.

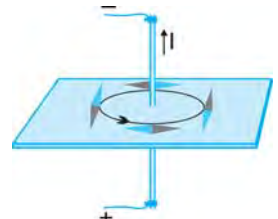
Quyida g'altak o'rniga avval spiral shaklidagi simdan o'tayotgan tokning magnet maydonini ko'rib chiqamiz.

Metall simdan spiral yasab, undan tok o'tkazaylik. Spiralning ikki tomoniga ikkita magnet strelkacha yaqinlashtiraylik (143-rasm). Ikkala strelkacha spiral o'qi tomon buriladi. Bunda strelkalarining qutblari bir xil yo'nalishda bo'lib qoladi.

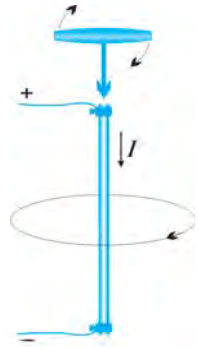
Metall simni spiral shaklida qilib organik shisha orqali o'tkazaylik. Uning ustiga temir kukunlarini sochaylik va magnet strelkachalarni qo'yaylik. Simdan tok o'tkazilsa, spiral shaklidagi tokning magnet kuch chiziqlari yo'nalishi qanday bo'lishini kuzatish mumkin (144-rasm).



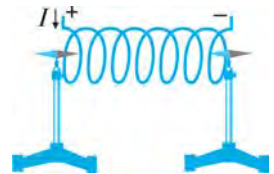
140-rasm



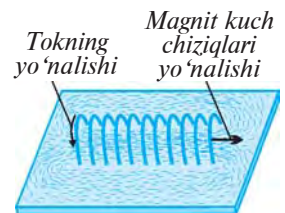
141-rasm



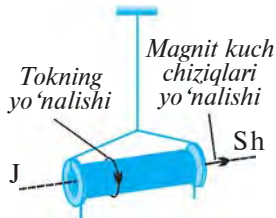
142-rasm



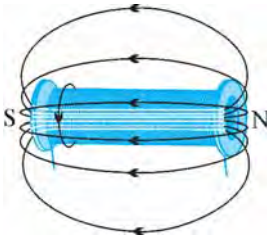
143-rasm



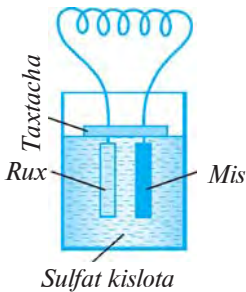
144-rasm



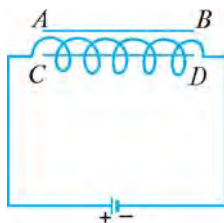
145-rasm



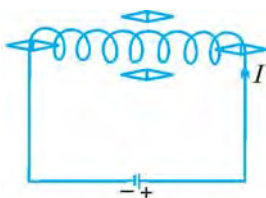
146-rasm



147-rasm



148-rasm



149-rasm

Tok o'tayotgan spiral shaklidagi simni ipga osib qo'yilsa, uning o'qi Yerning janub va shimol tomoni bo'ylab yo'nalib qoladi. Spiralning janub tomondagi uchi janubiy, ya'ni S qutb, shimol tomondagi uchi esa shimoliy, ya'ni N qutb bo'ladi.

Biz soddalik uchun g'altak o'rniga spiral shaklidagi tokning magnit maydonini ko'rdik. G'altakda o'ralgan aylana simlar soni spiraldagi kabi 5–10 ta emas, balki 50–100 ta va undan ortiq bo'ladi. Spiral uchun tajriba xulosalari g'altak uchun ham o'rinlidir. Bunda spiral o'rniga g'altak olinganda, magnit maydon kuchli bo'ladi. Bunga sabab, g'altakda o'ramlar sonining ko'pligidir.

Odatda, g'altak plastmassali o'zakka o'raladi. G'altakni gorizontaal shaklda ipga osib, undan tok o'tkazilsa, u magnit strelkasi kabi Yerning janubiy va shimoliy qutblari bo'ylab buriladi (145-rasm).



Tok o'tayotgan g'altak atrofida magnit maydon mavjud bo'lib, uning ichidagi magnit kuch chiziqlari o'zaro parallel bo'ladi (146-rasm). Tokli g'altak magnit strelkasi kabi ikkita magnit qutbga ega.

G'altakning magnit qutblarini o'zgartirish uchun undagi tokning yo'nalishini o'zgartirish kerak.



1. Ersted tajribasi nimadan iborat?
2. To'g'ri tokning magnit kuch chiziqlari qanday yo'nalishga ega?
3. Parma qoidasini aytib bering.
4. G'altakning magnit kuch chiziqlari qanday yo'nalishda bo'ladi?
5. Tokli g'altakni magnit strelkasiga qiyoslash mumkinmi?



1. 147-rasmda «suzuvchi» Volta elementi tasvirlangan, uning elektrodlariga g'altakning uchlari ulangan. Parma qoidasidan foydalanib, g'altakning qaysi uchi shimoliy, qaysi uchi janubiy magnit qutbi bo'lishini aniqlang. Bu qurilmadan kompas sifatida foydalanib bo'ladimi?
2. 148-rasmda magnit strelkachalarining o'qlari AB va CD kesmalar bilan tasvirlangan. Rasmni daftaringizga chizib oling va unda strelkachalarning magnit qutblarini tegishli harflar bilan ko'rsating.

3. 149-rasmda tokli g'altak tasvirlangan. G'altakning yaqinida to'rtta magnet strelkachasi joylashtirilgan. Rasmni daftaringizga chizib oling va unda strelkachalarning qutblarini ko'rsating.



- 5–6 sm uzunlikdagi plastmassa naycha olib, 10–15 ta o'ramli g'altak yasang. O'ramlar uchlariga galvanik elementni ulang. G'altakning yengil temir buyumlarni o'ziga tortishini kuzating.

40-§. ELEKTROMAGNITLAR

Elektromagnit va uning magnet maydoni

150-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. G'altakning o'qini Yerning janubiy va shimoliy qutblari yo'nalishiga perpendikulyar qilib qo'yaylik. G'altak uchidan 10–15 sm uzoqlikka magnet strelkchasini qo'yib, kalitni ulasak, u g'altak tomonga ma'lum burchakka buriladi.

G'altak ichiga temir o'zak kiritilsa, strelkacha yanada kattaroq burchakka buriladi. Demak, temir o'zak g'altakning magnet maydonini kuchaytiradi.

Odatda, o'zakli g'altakni hosil qilish uchun temir o'zakka izolyatsiyalangan sim o'raladi.

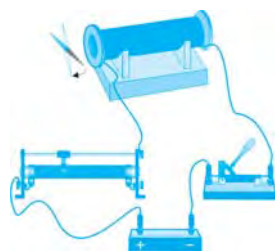


Temir o'zakka bir necha qavat qilib izolyatsiyalangan o'tkazgich (sim) o'rab hosil qilingan g'altak elektromagnit deb ataladi.

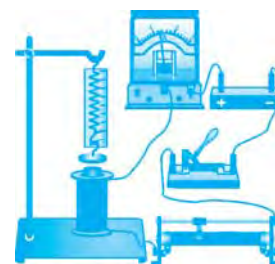
Elektromagnit qurilma 1825-yilda ingliz artilleriyachisi **Vilyam Sterjen** tomonidan kashf etilgan. U yaratgan elektromagnitning g'altagi faqat bir qatlamli simdan iborat edi. 1828-yilda amerikalik fizik **Jozef Genri** (1797–1878) temir o'zak ustiga izolyatsiyalangan simni ko'p qatlam qilib o'rab, katta kuchga ega bo'lgan elektromagnitni yaratdi.

Elektromagnit magnet maydonining ta'sir kuchi qanday parametrlarga bog'liqligini ko'raylik. Buning uchun 151-rasmda tasvirlangan zanjirni yig'aylik. Zanjirga ulangan elektromagnit uchiga yaqin qilib **yakor** deb ataluvchi temir plastina dinamometr orqali osilgan. Tajribani quyidagi tartibda o'tkazaylik:

1. Kalitni ulasak, yakor g'altakka tortiladi. Yakorning g'altakka tortilish kuchi dinamometr yordamida o'lchanadi. Reostat yordamida g'altakdagi tok ikki marta orttirilsa, yakorning g'altakka



150-rasm



151-rasm

tortilish kuchi ham ikki marta ortadi. Tok kuchi necha marta orttirilsa, g'altakning tortishish kuchi shuncha marta ortadi. Demak:



Elektromagnitning tortishish kuchi undan o'tayotgan tok kuchiga to'g'ri proporsionaldir:

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

2. G'altakdagi simlarning o'ramlar soni ikki marta kamaytirilsa, yakorning elektromagnitga tortishish kuchi ham ikki marta kamayadi. O'ramlar soni necha marta orttirilsa, yakorning tortishish kuchi ham shuncha marta ortadi. Demak:



Elektromagnitning tortishish kuchi g'altakdagi o'ramlar soniga to'g'ri proporsionaldir:

$$F \sim n. \quad (2)$$

3. Elektromagnitni g'altakdagi o'ramlar soni bir xil, lekin uzunligi 2 marta qisqa bo'lgan boshqa elektromagnit bilan almashtiraylik. Undan o'tayotgan tok avvalgidek bo'lsin. Bunda yakorning elektromagnitga tortilish kuchi 4 marta ortganini kuzatish mumkin. Demak:



Elektromagnitning tortishish kuchi g'altakning uzunligi kvadratiga teskari proporsionaldir.

$$F \sim \frac{1}{d^2}. \quad (3)$$

(1), (2) va (3) ifodalarni umumlashtirib, quyidagi formulani yozish mumkin:

$$F = \mu \frac{In}{d^2}, \quad (4)$$

bunda, μ – elektromagnit o'zagining xossalari bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsienti.



Elektromagnitning temir yakorni tortish kuchi tok kuchiga va g'altakning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan o'ramlar soniga to'g'ri proporsionaldir.



152-rasm

Elektromagnitning qo'llanilishi

Elektromagnitlar texnikaning ko'p sohalarida, jumladan, transport, telegraf, radio, televideniye, elektrotexnika va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

Elektromagnitning oddiy qo'llanilishi 152-rasmda ko'rsatilgan. Elektromagnit kran temir va po'lat yuklarni bir joydan boshqa joyga tashiydi. 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.



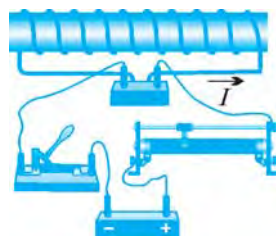
1. Elektromagnit deb nimaga aytiladi?
2. Elektromagnitning tortishish kuchi undan o'tayotgan tok kuchiga qanday bog'liq? Bunday bog'liqlikni tajribada qanday ko'rsatish mumkin?
3. Elektromagnitning tortishish kuchi chulg'amdagi o'ramlar soniga qanday bog'liq? Bunday bog'liqlikni tajribada qanday asoslash mumkin?
4. Elektromagnitning tortishish kuchi g'altakning uzunligiga bog'liqligi tajribada qanday asoslanadi?
5. Elektromagnitning tortishish kuchi formulasi qanday ifodalanadi?
6. Elektromagnitning qo'llanilishi haqida nimalarni bilasiz?



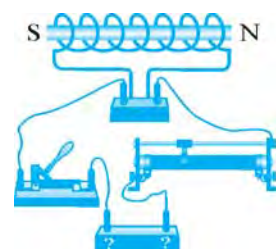
1. Ichida temir o'zagi bo'lgan g'altak orqali 153-rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda tok o'tkaziladi. Bunda hosil bo'lgan elektromagnitning qutblarini aniqlang. Bu elektromagnitning qutblari vaziyatini qanday o'zgartirish mumkin?
2. 154-rasmda g'altakdan tok o'tayotganda hosil bo'lgan elektromagnit qutblari ko'rsatilgan. G'altakdagi tokning yo'nalishini va tok manbayining qutblarini aniqlang.
3. Taqasimon elektromagnit chulg'amining o'ramlaridagi tokning yo'nalishi 155-rasmda strelkalar bilan ko'rsatilgan. Elektromagnitning qutblarini aniqlang.



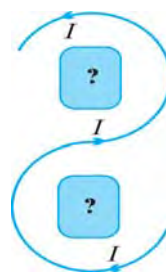
5–6 sm uzunlikdagi temir sterjen oling. Unga izolyatsiyalangan simni o'rang. O'ramlar soni 10–20 ta bo'lsin. Sim uchlarini galvanik elementga ulang. Tayyorlangan eng sodd elektromagnitga turli yengil temir buyumlarni yaqinlashtiring. Eng sodd elektromagnitni yig'ish va ishlashi haqidagi xulosalaringizni daftaringizga yozing.



153-rasm



154-rasm

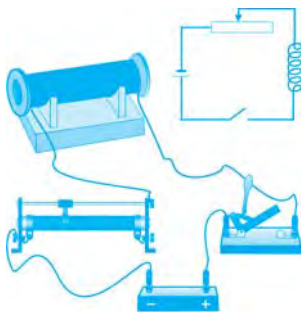


155-rasm

41-§. ELEKTROMAGNITNI YIG'ISH VA ISHLASHINI SINASH (laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: tok manbayi, reostat, kalit, ulovchi simlar, kompas, g'altak, temir o'zak, o'zagi temirdan bo'lgan elektromagnit.

Ishni bajarish tartibi



156-rasm

1. Tok manbai, reostat, g'altak va kalitdan iborat elektr zanjir yig'ing (156-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.
5. 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?

42-§. ELEKTROMAGNIT RELE

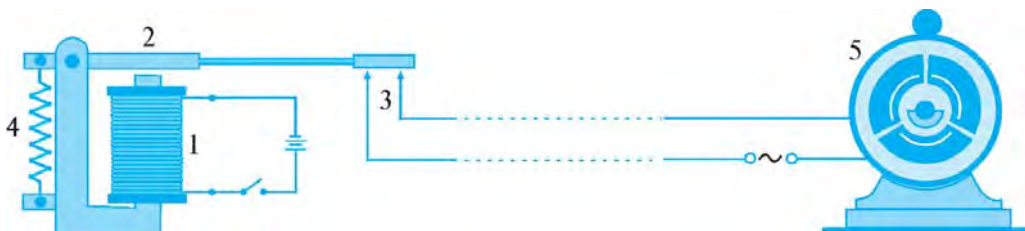
Relening tuzilishi va ishlash prinsipi



Elektromagnit rele tashqi ta'sir (signal) bo'yicha avtomatik ravishda elektr zanjirni uzib-ulab turadigan qurilmadir.

157-rasmda eng sodda rele 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 zanjiri uziladi. Ishchi zanjiriga dvigatel (5) ulangan.

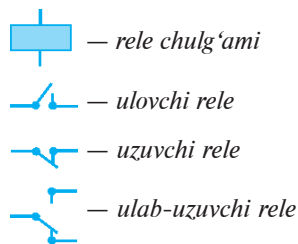


157-rasm

«Rele» soʻzi fransuzcha boʻlib, «almashtirib qoʻshish» degan maʼnoni bildiradi. Bu nom bilan Fransiyada aloqa boʻlimlari atalgan. Aloqa boʻlimlarida aloqa aravalarining charchagan otlari yangilariga almashtirib turilgan.

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 chulgʻamdan kuchsiz tok oʻtkazilishi kifoya. Ishchi zanjiri esa katta kuchlanishli, masalan, 220–5 000 V kuchlanishli elektr tarmoqqa ulangan boʻlib, undan katta tok oʻtadi. Rele kichik kuchlanishli zanjir yordamida katta kuchlanishli zanjirlarni ulab-uzishga imkon beradi.

Elektrotexnik sxemalarda elektromagnit rele va kontaktlarning belgilanishi 158-rasmda koʻrsatilgan.



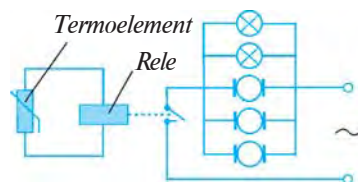
158-rasm

Elektromagnit relening qoʻllanilishiga misollar

Elektromagnit rele texnikaning barcha sohaslarida, ayniqsa, avtomatika sohasida keng qoʻllaniladi.

1. Katta binolarda yongʻin haqida xabar beruvchi qurilmaning ishlashini koʻrib chiqaylik.

Xonaning shiftiga oʻrnatilgan termoelement yongʻin sodir boʻlishi bilan qiziydi va unda tok hosil boʻladi. Termoelement relega ulangan boʻlib, termoelement hosil qilgan tok rele kontaktlarini ulaydi (159-rasm). Shu zahoti sirena lampochkalari yonadi va yongʻin oʻchiruvchi nasoslar dvigatellari ishga tushadi yoki yongʻin oʻchirish idorasiga xabar beradi.



159-rasm

2. Metroga kirishdagi oʻtish joyida fotoelementli elektromagnit rele qoʻllaniladi. Agar oʻtish joyidan jeton tashlamasdan oʻtmoqchi boʻlsangiz, ikki chekkadan toʻsiqlar chiqadi va yoʻlingizni toʻsib qoʻyadi. Sizning jeton tashlamasdan oʻtayotganingizni toʻsiqlar qanday sezadi?

Agar eʼtibor bergan boʻlsangiz, oʻtish joyining bir tomonidagi darchadan nur dastasi chiqib, ikkinchi tomondagi darcha ichiga tushib turadi (160-rasm). Yorugʻlik nuri fotoelementga tushib turganida unda uzluksiz tok hosil boʻlib turadi va relening yakori elektromagnitga tortilgan holatda boʻladi.



160-rasm

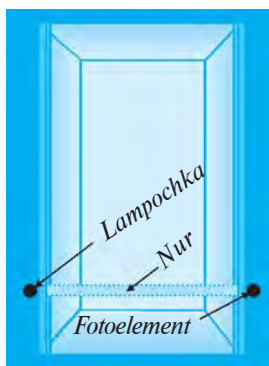
Yakorning bu holatda tortilib turishi ishchi zanjirni uzoq holatda ushlab turadi.

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. Jeton tashlamasdan yana bir bor o'tishga harakat qilinsa, to'siqlar yana yo'lni to'sib qo'yadi.

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.

Metroning o'tish joyida uzuvchi rele qo'llaniladi.



161-rasm

3. Ko'p qavatli binolarga eltuvchi liftlarda ham fotoelementli rele qo'llaniladi. Lift eshigining pastki qismida bir darchadan nur dastasi chiqib, ikkinchi darchaga tushadi (161-rasm). Lift eshigi yopilayotgan paytda odam o'tayotgan bo'lsa, nur dastasi to'siladi. Shu zahoti eshik yopilishdan to'xtaydi va orqaga qaytadi. Bu bilan liftga kirayotgan yoki undan chiqayotgan odamni eshik qisib qolishining oldi olinadi.

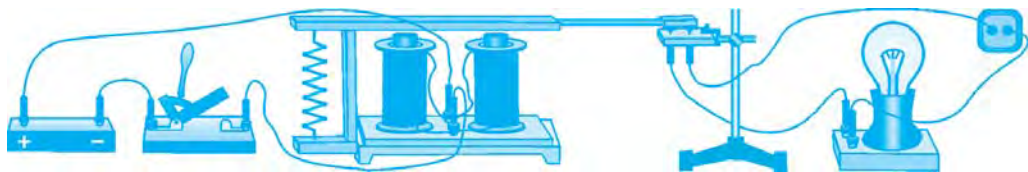
Liftda qo'llaniladigan relening ishlash prinsipi metroning o'tish joyiga qo'yilgan relenikidan farqi shundaki, metroning o'tish joyida nur dastasi to'silsa, yo'l bekiladi. Liftda esa nur dastasi to'silsa, eshik ochiladi. Metroning o'tish joyida uzuvchi rele qo'llaniladigan bo'lsa, liftda ulovchi rele qo'llaniladi.



1. Elektromagnit relening tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Yong'in haqida xabar beruvchi qurilma qanday ishlaydi?
3. Metroga o'tish joyida qo'llaniladigan relening vazifasi nimadan iborat?
4. Liftda qo'llaniladigan relening ishlashini tushuntiring.



Temir o'zak, izolyatsiyalangan sim va galvanik elementdan iborat eng oddiy elektromagnit yig'ing. So'ngra doira shaklida temir plastina oling va uning tokka ulanganda elektromagnitga tortilishini sinab ko'ring.



162-rasm

43-§. ELEKTROMAGNIT RELENING ISHLASHINI O'RGANISH (qo'shimcha shug'ullanish uchun laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: elektromagnit releni yig'ish uchun zarur detallar, tok manbai, kalit, taglikka o'rnatilgan lampochka, elektr tarmoqqa ulangan 220 V li rozetka, ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi

1. Tayyor detallardan elektromagnit rele yig'ing (162-rasm).
2. Kalitni ulab, relening ishlashini tekshirib ko'ring.
3. Tok manbai va elektr lampochkadan iborat ishchi zanjirni tuzing.
4. Rele zanjirini kalit bilan uzib-ulang va ishchi zanjirida bo'ladigan hodisalarni kuzating.
5. Tajriba sxemasini chizing, bajarilgan ishlarni va kuzatilgan hodisani daftaringizga yozing.



1. Elektromagnit qurilmaning ishlash prinsipini ayting.
2. Tajribada yig'ilgan elektromagnit detallarining har biri qanday vazifani bajaradi?
3. Rele zanjiri uzib-ulanganda lampaning o'chib-yonishi hodisasini tushuntiring.

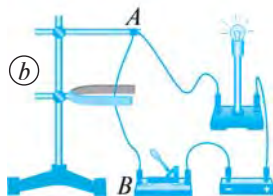
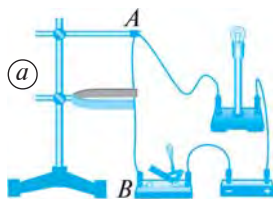
44-§. MAGNIT MAYDONNING TOKLI O'TKAZGICHGA TA'SIRI

Chap qo'l qoidasi

Magnit maydondagi tokli o'tkazgichga kuch ta'sir etadi. Uni o'rganish uchun quyidagi tajribani o'tkazaylik.

163-*a* rasmda tasvirlangan zanjirni va qurilmani yig'aylik. Unda egiluvchan AB o'tkazgich shtativga osib qo'yilgan. O'tkazgich uchlari zanjirga ulangan. AB o'tkazgich magnit qutblari orasiga qo'yilgan, ya'ni magnit maydonga joylashtirilgan.

Zanjir ulanganda o'tkazgich harakatga keladi, ya'ni o'tkazgich magnitga tortiladi (163-*b* rasm). Agar magnit olib qo'yilsa, tokli o'tkazgich o'z holatiga qaytadi. Magnitning qutblari almashtirilib o'rnatilsa, o'tkazgich magnitdan itariladi. Agar zanjirda tokning yo'nalishi o'zgartirilsa, o'tkazgich magnitga tortiladi.

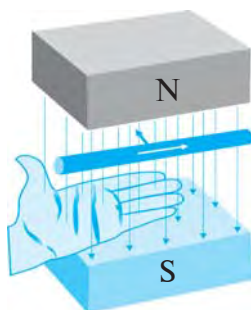


163-rasm



Chap qo'ning kaftini unga magnet kuch 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.

Elektr o'lchov asboblarning tuzilishi va ishlash prinsipi

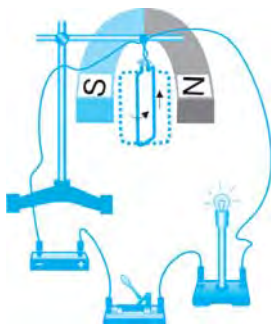


164-rasm

165-rasmda tasvirlangan zanjirni va qurilmani yig'ib, tokli ramkani magnet maydonga joylashediraylik. Elektr zanjir ulansa, ramka buriladi va magnet kuch chiziqlariga perpendikulyar turib qoladi.

Agar tokning yo'nalishi o'zgartirilsa, ramka 180° ga buriladi. Magnet maydonda tokli ramkaning burilishi xossasidan elektr o'lchov asboblari foydalaniladi.

166-rasmda eng oddiy ampermetrning tuzilishi tasvirlangan. Bunda (1) magnetda (2) qutb uchliklari mahkamlangan. Harakatlanuvchi qism – ramka (3) alyuminiy 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.



165-rasm

Ramka chulg'amlaridan tok o'tganda, magnet maydon ta'sirida ramka magnet qutblariga perpendikulyar holatga o'tishga harakat qiladi. Ramkaning 90° ga burilishiga spiral (7) qarshilik qiladi. Zanjirdagi tok qancha katta bo'lsa, o'q (5) ga 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.

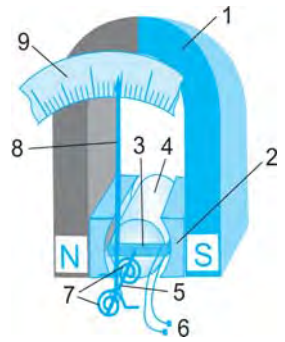
Voltmetrning ishlash prinsipi ham ampermetrqa o'xshashdir.



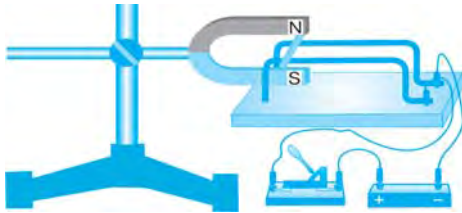
- 165-rasmda tasvirlangan tajribani tushuntirib bering.
- Chap qo'l qoidasini izohlang.
- Eng oddiy ampermetr qanday tuzilishga ega?
- Eng oddiy ampermetrning ishlash prinsipini aytib bering.



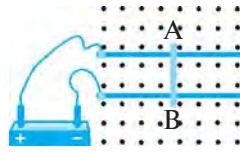
- 167-rasmda tasvirlangan zanjir ulansa, yengil alyuminiy naycha qaysi tomonga qarab g'ildiraydi? Javobingizni asoslang.
- Tok manbayining qutblariga ulangan ikkita yalang'och o'tkazgich ustida AB yengil alyuminiy naycha turibdi. Agar kuch chiziqlari kitob varag'iga perpendikulyar ravishda pastdan yuqoriga yo'nalgan magnit maydon qo'yilsa, naycha qaysi tomonga g'ildiraydi (168-rasm)?
- 169-rasmda tasvirlangan magnit qutblari orasiga 4 ta tokli o'tkazgich joylashtirilgan. Bu o'tkazgichlarning har biri qaysi tomonga qarab harakatlanishini aniqlang.



166-rasm



167-rasm



168-rasm



o tok yuqoriga;
x tok pastga
yo'nalgan.

169-rasm

45-§. O'ZGARMAS TOK ELEKTR DVIGATELI

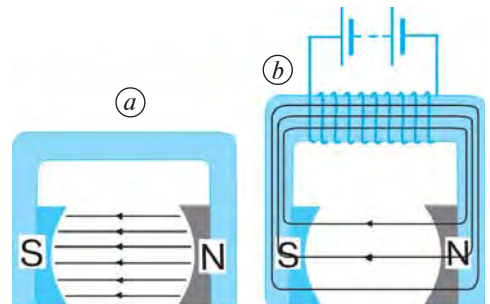
Elektr dvigatelning tuzilishi



O'zgarmas tok elektr dvigateli ikki asosiy qism – stator va rotordan iborat qurilma bo'lib, o'zgarmas tok elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi.

«Stator» lotinchadan «qo'zg'almas» degan ma'noni bildiradi. Stator doimiy magnitdan (170-a rasm) yoki elektromagnitdan (170-b rasm) iborat. Stator dvigatel korpusiga mahkamlangan bo'ladi.

«Rotor» lotinchadan «aylantirmoq» degan ma'noni anglatadi. Rotor dvigatelning aylanuvchi qismlarini tashkil etadi. Rotorning asosiy qismi



170-rasm

bir yoki bir nechta g'altakli ramkadan va kollektordan iborat. Ramka chul'g'amidagi simlarning uchlari kollektor halqalariga ulangan.

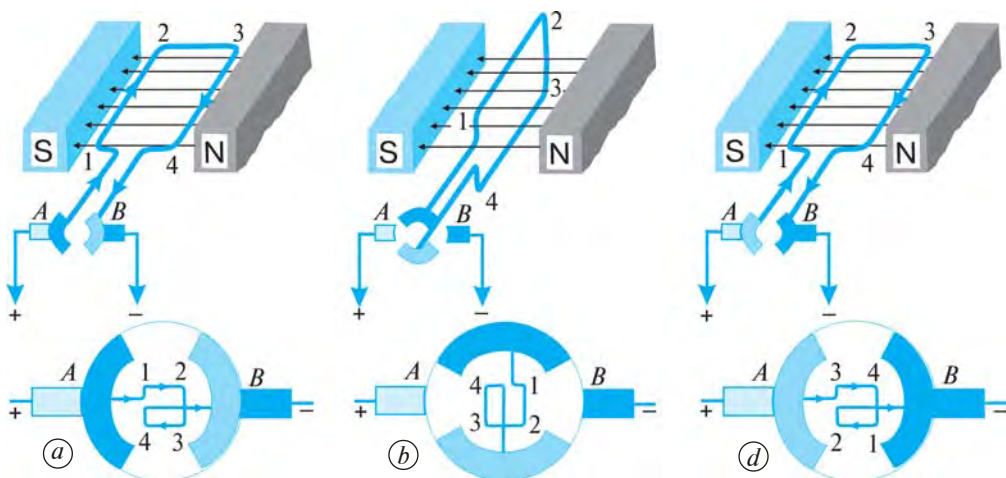
Kollektor ramka bilan birgalikda aylanadi. Kollektor halqalari tashqarisiga qo'zg'almas qilib ikkita ko'mir cho'tka mahkamlangan. Ular maxsus prujinalar yordamida kollektor halqalariga zich qilib siqib qo'yiladi. Zanjirdagi elektr toki shu cho'tkalar orqali kollektor halqalariga o'tadi.

Elektr dvigatelning ishlash prinsipi

Qulaylik uchun bitta ramkali rotordan iborat bo'lgan eng oddiy dvigatelning ishlash prinsipini ko'rib chiqaylik (171-rasm). Dvigatelning kollektori ikkita yarim halqadan iborat bo'lib, ularga *A* va *B* cho'tkalar taqalib turadi. Ularga tok manbayining ikki qutbidan keluvchi simlar ulangan.

Tok manбайдan kelayotgan tok cho'tka, kollektor hamda ramkadan *A-1-2-3-4-B* yo'nalishda o'tadi (171-*a* rasm). Magnit maydon ta'sirida ramka magnit kuch chiziqlariga perpendikulyar joylashishga harakat qiladi. Bunda *A* va *B* cho'tkalar kollektor halqalariga tegmay qoladi va ramkadan tok o'tmaydi (171-*b* rasm). Lekin ramka o'z inersiyasi bilan aylanishni davom ettirib, magnit kuch chiziqlariga parallel joylashib oladi (171-*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 perpendikulyar holatga kelib qolishga harakat qiladi. Shu tariqa jarayon davom etib, ramka uzluksiz aylanadi.

Magnit maydon ta'sirida aylanma harakatga keltirilgan tokli ramkaning harakati rotor o'qi orqali boshqa mexanizmlarga maxsus tarzda uzatiladi.



171-rasm

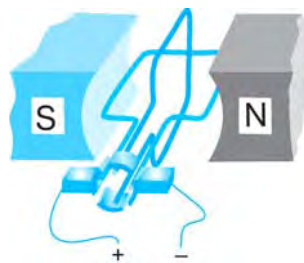
Amalda bitta ramkali rotordan iborat bo'lgan dvigatellar qo'llanilmaydi. Chunki ularda ramkaning aylanishi bir tekis bo'lmaydi va ramkaning rotor o'qini aylantirishga kuchi yetmaydi. Ramka magnet kuch chiziqlariga perpendikulyar vaziyatdan parallel vaziyatga kelguncha sekin va kuchsiz aylanma harakatda bo'ladi.

172-rasmda ikkita ramkali elektrodvigatelning tuzilishi tasvirlangan. Bunda ramkalar bir-biriga perpendikulyar qilib bitta o'qqa mahkamlanadi. Kollektorning qoplamalari ikkita emas, balki to'rtta bo'ladi.

Ikkita ramkali rotorda magnet kuch chiziqlariga parallel joylashgan birinchi ramkadan tok o'tganda magnet maydon ta'sirida u perpendikulyar vaziyatda bo'lishga harakat qiladi. Birinchi ramka perpendikulyar vaziyatda bo'lganda parallel vaziyatdagi ikkinchi ramkadan tok o'tadi va u perpendikulyar 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. 173-rasmda 6 ta ramkali va temir o'zakli rotor va statorning ko'ndalang kesimi tasvirlangan.

174-rasmda keng qo'llaniladigan katta quvvatli elektr dvigatel ko'rsatilgan.



172-rasm



173-rasm



174-rasm

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 koeffitsienti 80% dan ortiqdir, issiqlik dvigatellarniki esa 20% dan ortmaydi.



Elektr dvigatellarning afzalliklari: ixcham va foydalanishga qulay, havoni ifloslantirmaydi, moddiy mahsulot talab qilmaydi, foydali ish koeffitsienti yuqori.



175-rasm

Elektr dvigatellar istalgan quvvatga mo'ljallab ishlab chiqariladi. Masalan, elektr ustarlarda dvigatel quvvati bir necha vattli bo'lsa, elektrovoz, kemalarning elektr dvigatellari bir necha megavattli bo'ladi.

Turli maishiy elektr asboblari – drel, charx, fen (175-rasm), magnitofon, ventilyator, muzlatkich, 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 asbobdagi (masalan, elektr ustara, ventilyator, magnitofon, tikuv yoki kir yuvish mashinasi) elektr dvigatelni ko'zdan kechiring va fikr-mulohazalaringizni daftaringizga yozing.

46-§. O'ZGARMAS TOK ELEKTR DVIGATELINI O'RGANISH (MODELDA) (laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: tok manbayi, kalit, ulovchi simlar, o'zgarmas tok elektr dvigateli modelini yig'ish uchun zarur qismlar.

Ishni bajarish tartibi

1. O'zgarmas tok elektr dvigateli detallarining har birini ko'rib chiqing. Har bir detalning nomini va vazifasini daftaringizga yozing.
2. O'zgarmas tok elektr dvigatelining modelini yig'ing.
3. Tok manbayi, elektr dvigatel va kalitdan iborat elektr zanjirni yig'ing.

4. Yig'ilgan elektr zanjirning sxemasini chizing.

5. Kalitni ulang. Bunda dvigatel rotori aylanishi kerak. Agar rotor aylanmasa, sababini topib tuzating.

6. Rotor harakatini kuzating. Bunda dvigatelning qaysi qismlari qo'zg'almas va qaysi qismlari aylanayotganiga, cho'tka, kollektor va ramkalar vaziyati bir-biriga nisbatan qanday o'zgarayotganiga e'tibor bering. Kuzatganlaringizni daftaringizga yozing.

7. Tadqiqot natijalarini tahlil qiling va xulosa chiqaring.



1. O'zgarmas tok elektr dvigatelining modeli qanday qismlardan iborat?
2. Elektr dvigatelning statorini va rotorini qanday detallar tashkil etadi?
3. Dvigatel rotorini qanday kuch harakatga keltiradi?

V BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- «Magnit» so'zi Kichik Osiyodagi qadimgi Magnesiya shahri nomidan kelib chiqqan. Bu yerda topilgan temirni tortuvchi toshni «magnesiya toshi» deb atashgan.
- Tabiiy magnitga ishqalanib magnitlanib qolgan po'lat bo'laklari sun'iy magnitlar deb ataladi.
- O'zining magnitlangan holatini uzoq vaqt yo'qotmaydigan jism doimiy magnit yoki oddiygina qilib magnit deb ataladi.
- Magnit atrofida maydon mavjuddir. Bu maydon magnit maydon deb ataladi. Magnit maydonda temir qirindilari joylashgan chiziqlar magnit kuch chiziqlarini bildiradi.
- 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. 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, $66,5^\circ$ janubiy kenglik va 140° sharqiy uzunlikda joylashgan.
- Kompas Yer sharining shimoliy geografik qutbini emas, balki janubiy magnit qutbini ko'rsatadi.
- Elektr tok o'tayotgan o'tkazgich atrofida magnit maydon mavjud.
- To'g'ri tokning magnit kuch chiziqlari shu tok o'tayotgan o'tkazgichni o'rab olgan aylanalar bilan tavsiflanadi.
- To'g'ri tok atrofida hosil bo'ladigan magnit maydon kuch chiziqlari yo'nalishini parma qoidasi orqali quyidagicha topish mumkin: agar parmaning ilgari lanma

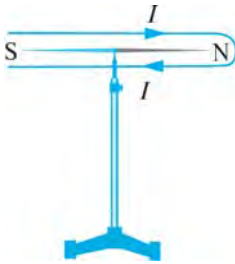
harakati yoʻnalishi oʻtkazgichdagi tokning yoʻnalishida boʻlsa, parma dastasining aylanish yoʻnalishi shu tok magnit kuch chiziqlarining yoʻnalishini koʻrsatadi.

- Tok oʻtayotgan gʻaltak atrofida magnit maydon mavjud boʻlib, uning ichidagi magnit kuch chiziqlari oʻzaro parallel boʻladi. Tokli gʻaltak magnit strelkasi kabi ikkita magnit qutbiga ega.
- Temir oʻzakka bir necha qavat qilib izolyatsiyalangan oʻtkazgich (sim) oʻrab hosil qilingan gʻaltak elektromagnit deb ataladi.
- Elektromagnitning tortish kuchi tok kuchiga va gʻaltakning uzunlik birligiga toʻgʻri keladigan oʻramlar soniga toʻgʻri proporsionaldir.
- Elektromagnit rele tashqi taʼsir (signal) boʻyicha avtomatik ravishda elektr zanjirni uzib-ula turadigan qurilmadir.
- Magnit maydonning tokli oʻtkazgichga taʼsir etuvchi kuchining yoʻnalishini chap qoʻl qoidasidan foydalanib aniqlash mumkin: chap qoʻlning kaftini unga magnit kuch chiziqlari kiradigan qilib tutib, toʻrt barmoq tokning yoʻnalishi boʻyicha tutib turilsa, 90° ga kerilgan bosh barmoq oʻtkazgichga taʼsir etuvchi kuchning yoʻnalishini koʻrsatadi.
- Oʻzgarmas tok elektr dvigateli oʻzgarmas tok elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi.
- Elektr dvigatellarning afzalliklari: ixcham va foydalanishga qulay, havoni ifloslantirmaydi, moddiy mahsulotni talab qilmaydi, foydali ish koeffitsienti yuqori.

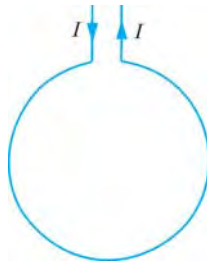
V BOB BOʻYICHA QOʻSHIMCHA SAVOL VA MASALALAR

1. Magnit yordamida temir kukunlarini mis kukunlaridan qanday ajratib olish mumkin? Ular nima uchun ajraladi?
2. Ikkita poʻlat ninalardan biri magnitlangan. Ixtiyoringizda shu ninalardan boshqa hech narsa boʻlmasa, ninalardan qaysi biri magnitlanganligini qanday bilish mumkin?
3. Agar shu ninalar suv yuzida suzib yurgan poʻkaklarning ustiga qoʻyilsa, qanday vaziyat oladi?
4. Agar kompasga magnit yaqinlashtirilsa, kompas strelkasi oʻzining dastlabki vaziyatidan ogʻadi. Shu kompasga temir brusok yoki mis brusok yaqinlashtirilsa, strelka ogʻadimi?
5. Bir tomonga yoʻnalgan parallel toklar bir-birini tortishini, qarama-qarshi tomonlarga yoʻnalgan parallel toklar esa bir-biridan itarilishini parma qoidasi va chap qoʻl qoidasidan foydalanib koʻrsating.
6. 176-rasmda koʻrsatilgan yoʻnalishda tok oʻtib turgan konturning ichidagi magnit strelka qaysi yoʻnalishda buriladi?
7. Doiraviy sim oʻrami tok keltiruvchi simlarda erkin osilib turibdi. Oʻramdan 177- rasmda koʻrsatilgan yoʻnalishda tok oʻtmoqda. Agar oʻram oldida toʻgʻri

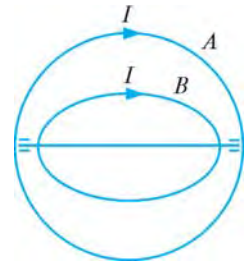
magnit: *a)* janubiy qutbini o'ramga qaratib; *b)* shimoliy qutbini o'ramga qaratib; *d)* o'ram tekisligiga parallel ravishda janubiy qutbini o'ng tomonga qaratib joylashtirilsa, o'ram qanday harakat qiladi?



176- rasm



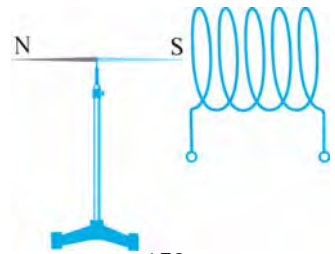
177-rasm



178-rasm

8. Aylana shaklidagi *A* o'tkazgich mahkamlab qo'yilgan. Aylana shaklidagi *B* o'tkazgich esa o'q atrofida aylana oladi (178-rasm). Agar o'tkazgichlardan rasmda ko'rsatilgan yo'nalishlarda tok o'tkazilsa, *B* o'tkazgich qanday joylashadi?

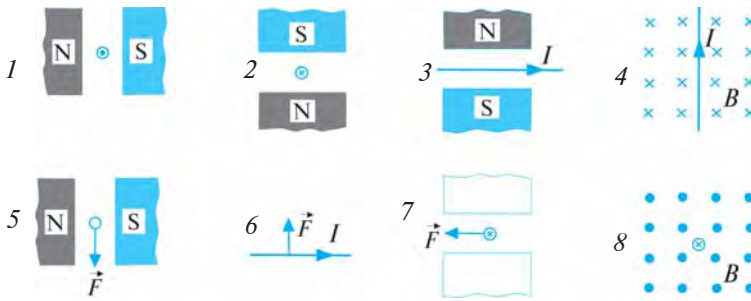
9. 179-rasmda ko'rsatilgan o'zaro ta'sir kuzatilishi uchun solenoidni ta'minlayotgan tok manbayining qutblariga «+» va «-» ishoralarni qo'ying.



179-rasm

10. 180-rasmda magnit maydonning tok bilan o'zaro ta'sirlari ko'rsatilgan. Keltirilgan har bir hol uchun masala shartini davom ettiring va yeching.

11. 181-rasmda keltirilgan magnit qutblarining joylashishini aniqlang.



180-rasm



181-rasm

VI BOB

ELEKTROMAGNIT INDUKSIYA

47-§. INDUKSION TOKNI HOSIL QILISH

Faradey tajribalari

Elektr toki magnit maydonni vujudga keltirar ekan, bunga teskari hodisa — magnit maydon yordamida o‘tkazgichda elektr tokini hosil qilib bo‘lmasmikan?

Ingliz olimi **Maykl Faradey** (1791–1867) 1822-yilda magnit maydon yordamida o‘tkazgichda elektr toki hosil qilish masalasini hal etishni o‘z oldiga maqsad qilib qo‘ydi. Shu maqsadda qator tajribalarni o‘tkaza boshladi. Faqat 1831-yilga borib o‘tkazilgan tajribalar o‘z natijasini berdi. To‘qqiz yil davomidagi izlanishlardan so‘ng Faradey magnit maydon yordamida o‘tkazgichda elektr tokini hosil qildi. Bu hodisa *elektromagnit induksiya* hodisasi deb ataldi.

Faradeyning bu kashfiyoti XIX asr birinchi yarmining eng buyuk kashfiyotlaridan biridir.

O‘sha davrda tok kuchini sezish yoki o‘lchash uchun galvanometr ham, ampermetr ham yaratilmagan edi. Shu bois, bunday tajribalardan natija olish mushkul bo‘lgan.

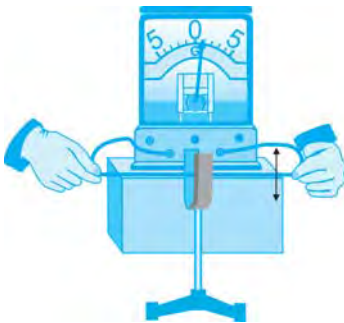
Hozirgi davrda Faradey o‘tkazgan tajribalarni maktab fizika xonasida ham o‘tkazish mumkin. Buning uchun galvanometrdan foydalanamiz.

O‘tkazgich olib, uning uchlarini galvanometr qisqichlariga ulaymiz. Agar bu o‘tkazgich magnit qutblari orasida pastga va yuqoriga harakatlantirilsa, galvanometr o‘tkazgichda tok hosil bo‘lganini ko‘rsatadi (182-rasm). Magnit

ichida o‘tkazgich harakatsiz bo‘lsa yoki magnit kuch chiziqlariga parallel ravishda harakatlantirilsa, unda tok hosil bo‘lmaydi.

Magnit qutblari orasida magnit kuch chiziq-larining zichligi turlicha bo‘ladi. O‘tkazgich harakatlanganda unga ta’sir qilayotgan magnit maydon kuch chiziqlari vaqt bo‘yicha o‘zgaradi. Shuning uchun o‘tkazgichda tok hosil bo‘ladi.

G‘altak simlari uchlarini galvanometrga ulaylik. G‘altak ichiga magnit kiritilayotganda galvanometr g‘altakdan tok o‘tayotganini ko‘rsatadi (183-a rasm). Magnit g‘altak ichida



182- rasm

harakatsiz turganda esa g'altakda tok hosil bo'lmaydi (183-*b* rasm). Magnit g'altakdan chiqarilayotganda esa g'altakda yana tok hosil bo'ladi. Bunda g'altakdagi tokning yo'nalishi avvalgiga nisbatan qarama-qarshi bo'ladi. Buni galvanometr ko'rsatkichining 0 dan chap tomonga og'ganligidan bilish mumkin (183-*d* rasm).

Qo'zg'almas magnitga g'altakni kiydirib harakatlantirganda ham g'altakda tok hosil bo'ladi (184-rasm). Magnit o'rniga tokli g'altak olib, uni g'altak ichida harakatlantirilsa, bunda ham g'altakda tok hosil bo'lganini ko'ramiz (185-rasm).

G'altak bilan o'tkazilgan tajribalarda tok hosil bo'lishining sababi shuki, g'altak bilan magnit (elektromagnit) bir-biriga nisbatan harakatlanayotganda g'altak chulg'amlarini kesib o'tayotgan magnit kuch chiziqlari vaqt bo'icha o'zgaruvchan bo'ladi.

Faradey o'tkazgichni kesib o'tayotgan magnit maydon kuch chiziqlari vaqt o'tishi bilan o'zgarayotganda, unda tok hosil bo'lishini isbotladi. Magnit kuch chiziqlari vaqt bo'yicha qancha tez o'zgarsa, o'tkazgichda shuncha ko'p elektr toki hosil bo'ladi.

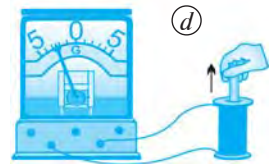
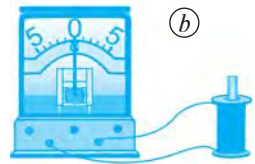
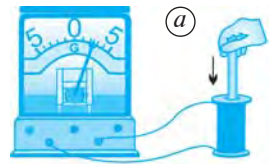


Magnit maydonning vaqt bo'yicha o'zgarayotgan kuch chiziqlari berk o'tkazgichni kesib o'tayotganda o'tkazgichda elektr tokining hosil bo'lish hodisasi *elektromagnit induksiya* deb ataladi. Bu hodisa natijasida hosil bo'lgan tok *induksion tok* deyiladi.

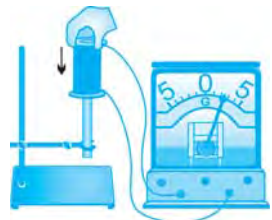
«Induksiya» so'zi lotinchada «*uyg'otish*» ma'nosini bildiradi.

Induksion elektr maydon

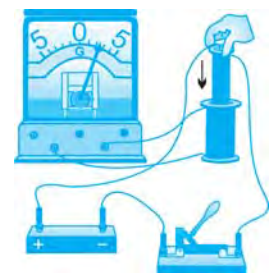
O'tkazgichda elektr maydon ta'sirida elektr toki hosil bo'ladi. Yuqorida o'tkazilgan tajribalarda o'tkazgich yoki g'altakning chulg'amlari magnit maydonning o'zgaruvchan kuch chiziqlarini kesib o'tganda elektr maydon hosil bo'ladi. Bu elektr maydon o'tkazgichda (g'altak chulg'amlarida) induksion tokni vujudga keltiradi.



183-rasm



184-rasm



185-rasm



Induksion tokni hosil qiluvchi elektr maydon *induksion elektr maydon* deb ataladi.

Om qonuniga ko'ra, tok kuchi kuchlanishga proporsional, ya'ni $I \sim U$. Demak, induksion tokning kuchiga qarab, induksion elektr maydon haqida ma'lumot olish mumkin.

183- va 184-rasmlarda tasvirlangan qurilmalar asosida o'tkazilgan tajribalarda magnit (g'altak) qancha tez harakatlantirilsa, induksion tok kuchi shuncha katta bo'lishi aniqlangan. Shuningdek, g'altak chulg'aamidagi o'ramlar soni qancha ko'p bo'lsa, hosil bo'lgan induksion tok kuchi shuncha katta bo'ladi.



Induksion elektr maydon kuchlanishi g'altakni kesib o'tayotgan magnit maydon kuch chiziqlarining o'zgarish tezligiga va g'altak o'ramlari soniga bog'liq.



1. Faradey tajribalarining maqsadi nimadan iborat bo'lgan?
2. 182–185-rasmlar bo'yicha o'tkazilgan tajribalarni va ulardan kelib chiqadigan xulosalarni tushuntirib bering.
3. Elektromagnit induksiya deb nimaga aytiladi? Induksion tok nima?
4. Induksion elektr maydon deb qanday maydonga aytiladi?
5. Induksion maydon kuchlanishi qanday kattaliklarga bog'liq?



183-rasmda ko'rsatilgan tajribani o'tkazing. Tajriba natijalariga asoslanib, xulosa chiqaring.

48-§. O'ZGARUVCHAN INDUKSION TOK

Induksion tokning yo'nalishi

Induksion tokni hosil qilish bo'yicha o'tkazilgan tajribalar induksion tokning yo'nalishi magnit kuch chiziqlarining vaqt bo'yicha o'zgarish yo'nalishiga va o'tkazgich harakatining yo'nalishiga bog'liq ekanini ko'rsatadi.



186-rasm

Galvanometrqa ulangan o'tkazgich taqasimon magnit orasida pastga harakat qilsa, hosil bo'lgan induksion tok bir tomonga, o'tkazgich yuqoriga harakat qilganda esa induksion tok qarama-qarshi tomonga yo'naladi (182-rasm). Xuddi shuningdek, g'altak ichida magnitni pastga va yuqoriga harakatlantirilganda g'altak chulg'amlarida hosil bo'ladigan induksion tok qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'ladi (183-rasm).

Galvanometrغا ulangan o'tkazgichda hosil bo'ladigan induksion tokning yo'nalishini o'ng qo'l qoidasi orqali aniqlash mumkin (186-rasm).



Agar o'ng qo'lning kaftini unga magnit kuch chiziqlari kiradigan qilib ochib, 90° ga kerilgan bosh barmoqni o'tkazgich harakati yo'nalishida tutilsa, yoyilgan to'rt barmoqning yo'nalishi o'tkazgichda hosil bo'lgan induksion tokning yo'nalishini ko'rsatadi.

O'zgaruvchan tok

Agar galvanometrغا ulangan g'altak ichida magnit yuqoriga va pastga navbatma-navbat harakatlantirilsa, g'altak o'ramida yo'nalishini galma-gal o'zgartiruvchi induksion tok vujudga keladi. Buni galvanometr ko'rsatkichining 0 raqamidan goh o'ng tomonga, goh chap tomonga og'ishiga qarab aniqlash mumkin. Galvanometr strelkasining o'ng tomonga og'ishini musbat tok kuchi, chap tomonga og'ishini esa manfiy tok kuchi deb olib, I tok kuchining t vaqtga bog'liqlik grafigini chizish mumkin (187-rasm). Bu grafik induksion tokning (kuchlanishning) vaqt bo'yicha qanday o'zgarishini ifodalaydi.

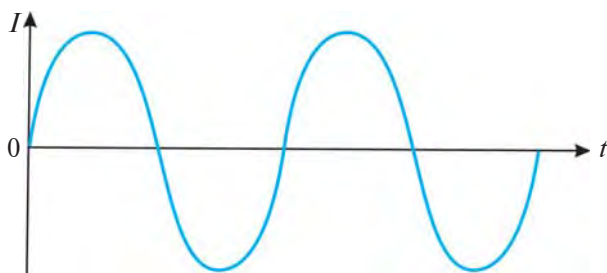
O'zgaruvchan induksion tokni to'g'ridan to'g'ri o'zgaruvchan tok deb yuritish mumkin.



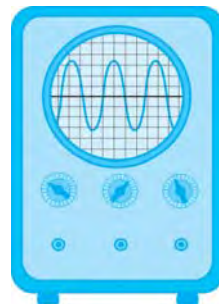
Vaqt o'tishi bilan kattaligi va yo'nalishi davriy o'zgaradigan elektr toki o'zgaruvchan tok deb ataladi.

O'zgaruvchan tokni «ossillograf» deb ataluvchi asbob yordamida o'rganish mumkin. Lotincha «*ossillo*» – *tebranaman*, «*grafo*» – *yozaman* demakdir. Bunda ossillograf ekranida 187-rasmdagi kabi tokning vaqt bo'yicha o'zgarish grafigini kuzatish mumkin (188-rasm).

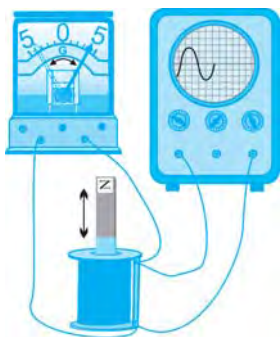
Ossillografni g'altakka ulangan galvanometrغا parallel ulab, magnitni g'altak ichida vertikal ravishda harakatlantiraylik (189-rasm). Bunda



187-rasm



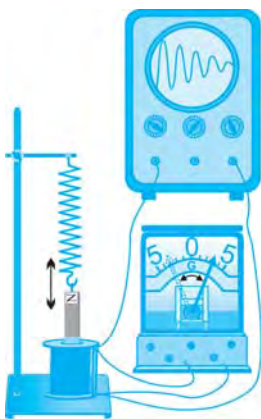
188-rasm



189-rasm

galvanometrning ko'rsatkichi o'ng tomonga og'ganda ossillograf ekranidagi yorug' nuqta yuqoriga, galvanometr ko'rsatkichi chap tomonga og'ganda esa, yorug' nuqta pastga harakatlanadi. G'altak ichidagi magnit yuqoriga-pastga harakatlanishi bilan ossillograf ekranidagi yorug' nuqta ham unga hamohang ravishda yuqoriga-pastga harakatlanadi. Shuning bilan bir vaqtda bu yorug' nuqta o'ng tomonga ham siljib boradi. Natijada yorug' nuqta ossillograf ekranida sinusoidal ko'rinishdagi grafikni hosil qiladi.

G'altak ichidagi magnitni 190-rasmda tasvirlangandek prujina orqali shtativga osib qo'yaylik. Magnitni g'altak ichiga to'liq kirgizib, so'ngra qo'yib yuborsak, magnit g'altak ichida erkin tebranma harakat qiladi. Magnit sekundiga bir necha marta pastga-yuqoriga harakat qilsa, hosil bo'lgan induksion tokning yo'nalishi ham shuncha marta o'zgaradi. Buni ossillografda hosil bo'lgan o'zgaruvchan tokning grafigi asosida kuzatish mumkin.



190-rasm

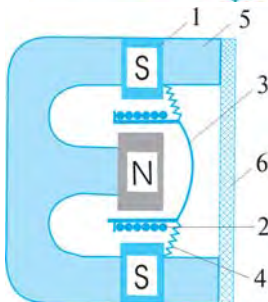


G'altak ichidagi magnitning pastga-yuqoriga tebranma harakati vaqt o'tishi bilan so'nib boradi. Shuning uchun ossillograf ekranida so'nuvchan tebranish grafigi hosil bo'ladi.

Mikrofon va ovoz karnayi

O'zgaruvchan tokning qo'llanilishini mikrofon va ovoz karnayi misolida ko'rib chiqamiz.

Hozirgi paytda radio, televideniye, teatr, musiqa san'atlarini mikrofonisiz tasavvur qilib bo'lmaydi.



191-rasm



Mikrofon mexanik tebranishlarni elektr tebranishlarga aylantirib beradi.

191-rasmda mikrofon va uning tuzilishi tasvirlangan. Mikrofon ichiga halqasimon shakldagi (1) magnit joylashtirilgan. Uning qutblari orasiga o'rnatilgan (2) g'altakka (3) metall elastik membrana biriktirilgan. (4) membrananing egiluvchan

cheltari (5) korpusga mahkamlangan. Korpusning old sirti to'r (6) bilan yopilgan.

Odam mikrofon oldida gapirganda uning ovozi havoni tebrantiradi. Havoni esa bu tebranishni membranaga uzatadi. Membranadagi tebranishlar g'altakka uzatiladi. G'altak magnit qutblari orasida bo'lgani uchun, uning bunday tebranishi o'ramlarda o'zgaruvchan kuchlanishni hosil qiladi. Odam ovozinin mexanik tebranishi shu tariqa o'tkazgichda elektr tebranishga aylanadi. Mikrofondan chiqadigan simni ossillografga ulab, gapirganda hosil bo'ladigan tokning grafisini ko'rish mumkin (192-rasm).

Mikrofondan hosil bo'lgan elektr tebranishlar juda kuchsizdir. U kuchaytirgich deb ataladigan maxsus asbob yordamida kuchaytiriladi.

Kuchaytirilgan o'zgaruvchan tok ovoz karnayiga ulansa, undan mikrofon oldida gapirgan kishining ovozi eshitiladi.



Ovoz karnayi mikrofondan elektr tebranishlarga aylantirilgan tovushni qaytadan mexanik tebranishlarga aylantirib beradi, ya'ni mikrofondan berilgan ovozni tiklaydi.

193-rasmda ovoz karnayi namunalari va ulardan eng oddiyining tuzilishi tasvirlangan. Ovoz karnayi ichiga (1) magnit joylashtirilgan. Uning qutblari orasidagi tirqishga (2) g'altak o'rnatilgan. G'altak (3) diffuzorning bir cheti bilan tutashtirilgan. Diffuzorning ikkinchi cheti (4) korpusga biriktirilgan. Diffuzorning sirti (5) to'r bilan berkitilgan.

Mikrofondan hosil bo'lgan va kuchaytirgichda kuchaytirilgan o'zgaruvchan tok ovoz karnayining g'altigidan o'tganida o'zgaruvchan magnit maydon hosil qiladi. Bu maydon doimiy magnit maydon bilan ta'sirlashib, g'altakni tebratadi. G'altak o'z tebranishini diffuzorga uzatadi. Diffuzor orqali uzatilgan tebranish havoni tebratadi va biz mikrofon oldida gapirgan odamning ovozini eshitamiz.

Telefonning tuzilishi va ishlash prinsipi ham mikrofon va ovoz karnayiga o'xshashdir. Farqi shundaki, telefonda ikkita trubka bo'ladi.

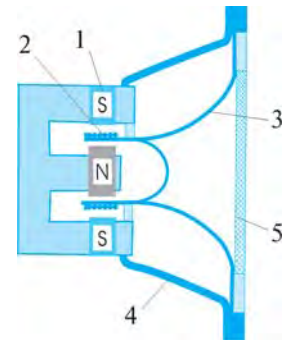


Telefonning ovoz qabul qiladigan qismi mikrofon kabi, quloqqa tutib eshitiladigan qismi esa ovoz karnayi kabi ishlaydi.

Telefonning mikrofoniga gapirsangiz, sizning ovozingizni boshqa telefonning eshitish trubkasi orqali suhbatdoshingiz eshitadi. Va aksincha,



192-rasm



193-rasm

suhbatdoshingiz telefonning mikrofoniga gapirganida, siz telefonning eshitish trubkasi orqali uning ovozini eshitib turasiz.



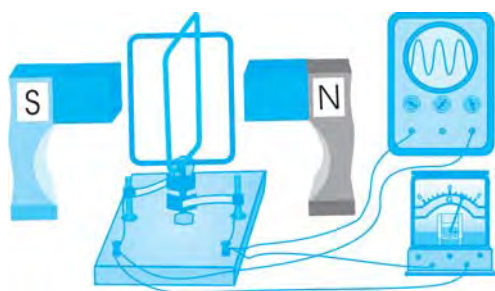
1. Induksion tokning yo'nalishini tajribada qanday aniqlash mumkin?
2. O'ng qo'l qoidasini aytib bering.
3. O'zgaruvchan tok deb qanday tokka aytiladi?
4. Ossillografning maqsadi nimadan iborat? Unda o'zgaruvchan tokning grafigini qanday hosil qilish mumkin?
5. Mikrofonning tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntirib bering.
6. Ovoz karnayining tuzilishi va ishlash prinsipini aytib bering.
7. Telefonning mikrofon va ovoz karnayi bilan o'xshashlik jihatlari nimada?



Buzilgan (ishdan chiqqan) mikrofon, ovoz karnayi yoki telefon trubkasini oling, uning tuzilishini tahlil qiling va xulosalaringizni daftaringizga yozing.

49-§. INDUKSION TOK GENERATORI

Induksion tok generatorining tuzilishi va ishlashi



194-rasm

194-rasmda induksion tok generatorining modeli tasvirlangan. Uning tuzilishi va ishlashi elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan. Generator modelida magnit orasiga simli ramka o'rnatilgan bo'lib, u o'z o'qi atrofida erkin aylana oladi. Ramkada simlar uchlari halqalar va cho'tkalar orqali galvanometrqa ulangan.

Qo'l bilan ramka aylantirilganda, ramka chulg'amlari magnit kuch chiziqlarini kesib o'tadi va chulg'amlarda induksion tok hosil bo'ladi. Ramka bir marta aylanganda o'tkazgichda hosil bo'lgan induksion tokning yo'nalishi ham bir marta o'zgaradi. Agar ramka bir sekundda 5 marta aylansa, tokning yo'nalishi ham shu vaqt ichida 5 marta o'zgaradi. Bunda ossillograf ekranida kattaligi va yo'nalishi vaqt bo'yicha o'zgaruvchi grafik kuzatiladi. Ossillograf o'zgaruvchan tok kuchlanish hosil bo'lganligini ko'rsatadi.



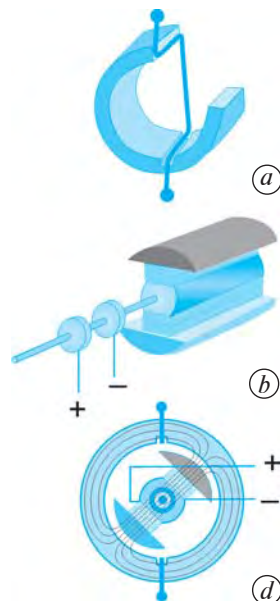
Mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiruvchi qurilma induksion tok generatori deyiladi.

Generator, asosan, stator va rotordan iborat bo'ladi. Stator generatorning qo'zg'almas qismi, rotor esa aylanuvchi qismidir.

Stator maxsus po'lat tunukalardan yasalgan ichki kovakli silindrdan iborat. Silindrning ichki devorlaridagi ariqchalariga o'tkazgichlar o'rami joylashtiriladi. Bu o'ramda generator ishlayotgan vaqtda induksion tok hosil bo'ladi. 195-a rasmda po'lat silindrning ariqchalariga joylashgan bitta o'ram ko'rsatilgan.

Rotor elektromagnitdan iborat bo'lib, u generator ishlayotgan vaqtda halqalar va cho'tkalar yordamida o'zgarimas tok manbayiga ulanadi (195-b rasm).

195-d rasmda induksion tok generatorining to'liq sxemasi tasvirlangan. Rotor biror tashqi kuch yordamida aylantirilsa, magnit maydon ham u bilan birga aylanadi. Bunda magnit kuch chiziqlari stator chulg'amidagi o'tkazgichlarni kesib o'tadi va ularda o'zgaruvchan tok (kuchlanish) hosil bo'ladi. Stator chulg'amida hosil bo'lgan kuchlanish tegishli simlar orqali iste'molchilarga uzatiladi.



195-rasm

Induksion tok generatorining qo'llanilishi



Elektr energiyani ishlab chiqarishda induksion tok generatori qo'llaniladi. Bunda generator rotori bug', suv, shamol yoki ichki yonuv dvigateli yordamida aylantiriladi.

Generatorning samaradorligini oshirish uchun stator silindrining ichki devorlariga ko'plab ariqchalar qilinadi va o'tkazgichlar o'rami joylashtiriladi.

196-rasmda sxemasi tasvirlangan generatorning stator silindrida 12 ta ariqcha bo'lib, unga 6 juft o'ram joylashtirilgan. Bunday generator 1 juft o'ramli (1 ta ramkali) generatorga nisbatan 6 marta ko'p tok hosil qilishi mumkin. Agar rotor bir sekundda bir marta aylansa, hosil qilingan tokning yo'nalishi sekundiga 6 marta o'zgaradi. Bu holda ishlab chiqarilgan elektr tokining chastotasi 6 Hz ga teng bo'ladi.

Dunyo aholisi, asosan, 50 Hz chastotali asboblardan foydalanadi. Shuning uchun elektrostansiyalarda 50 Hz chastotali elektr energiya ishlab chiqariladi.

196-rasmda tasvirlangan generator 50 Hz chastotali elektr tokini hosil qilishi uchun rotor qanday chastota bilan aylantirilishi kerakligini hisoblaylik. Statoridagi chulg'amlar soni 6 ta bo'lgan hol uchun rotorning aylanish chastotasini hisoblaymiz:



196-rasm

$$\nu = \frac{50}{6} \text{ Hz} = \frac{50}{6} \frac{1}{\text{s}} = \frac{50}{6} \frac{1}{\frac{1}{60} \text{ min}} = 500 \frac{1}{\text{min}}.$$

Demak, mazkur generator yordamida 50 Hz chastotali elektr tokini hosil qilish uchun uning rotorini minutiga 500 marta aylantirilishi kerak.

Bunday generator rotorini ichki yonuv dvigateli, ya'ni avtomashinalar motori yordamida aylantirilib, 50 Hz chastotali tok olinadi. Markazlashtirilgan elektr energiya yetib bormaydigan joylarda ichki yonuv dvigateli yordamida hosil qilinadigan elektr tokidan foydalaniladi.



Ichki yonuv dvigateli yordamida elektr tokini hosil qilishda yoqilg'ı energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.

Bunday generatorlar kam quvvatli bo'lib, bir nechta xonadonni elektr toki bilan ta'minlab tura oladi, xolos.

Elektrostansiyalarda elektr energiyani ishlab chiqarishda qo'llaniladigan generator statoridagi chulg'amlar soni 10 dan ortiq bo'ladi. Masalan, gidroelektrostansiyalardagi generatorlar statorida 24 ta chulg'am bo'lib, ularning rotorlari minutiga 125 marta aylanadi va 50 Hz chastotali elektr toki ishlab chiqariladi.

O'zgaruvchan tokning xossalari



O'zgarmas tok o'tganda o'tkazgich qizigani kabi, o'zgaruvchan tok o'tganda ham o'tkazgich qiziydi.

O'zgaruvchan tokning bu xossasidan elektr isitish asboblari va cho'g'lanma elektr lampochkalarda foydalaniladi.



O'zgarmas tokdagidek o'tkazgichdan o'zgaruvchan tok o'tganda, o'tkazgich atrofida magnit maydon hosil bo'ladi.

O'zgarmas tokdan farqli ravishda, 50 Hz chastotali o'zgaruvchan tok o'tganda o'tkazgich atrofida hosil bo'lgan magnit kuch chiziqlarining yo'nalishi qarama-qarshi tomonga 50 marta o'zgaradi. Magnit qutblari ham shuncha marta o'zgaradi. Agar elektromagnitdan tok o'tkazib, uning uchiga po'lat plastina qo'yilsa, u 50 Hz chastota bilan tebranib, ovoz chiqaradi.



O'zgaruvchan tok o'tayotganida tok kuchi va kuchlanish noldan maksimal qiymatga uzluksiz davriy ravishda o'zgarib turadi.

O'zgaruvchan tok kuchi va kuchlanishning o'zgarishini ossillografda ko'rish mumkin. O'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan ampermetr va voltmeter tok kuchi va kuchlanishning ta'sir qiymatini, ya'ni effektiv qiymatini qayd qiladi. Effektiv qiymatini topish uchun tok kuchi yoki kuchlanishning maksimal qiymati $\sqrt{2}$ ga bo'linadi, ya'ni:

$$U_{ef} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} .$$

Masala yechish namunasi

Ishlab chiqarilgan elektr toki kuchlanishining effektiv qiymati 220 V ga teng. Elektr tokining maksimal kuchlanish qiymatini toping.

Berilgan:

Formulasi:

Yechilishi:

$$U_t = 220 \text{ V};$$

$$U_{max} = \sqrt{2} U_t ;$$

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot 220 \text{ V} \approx 310 \text{ V}.$$

Topish kerak:

$$U_{max} - ?$$

Javob: $U_{max} \approx 310 \text{ V}.$



1. Induksion tok generatori deb nimaga aytiladi?
2. Induksion tok generatorining tuzilishi va ishlashini tushuntirib bering.
3. Elektr energiyani ishlab chiqarishda qo'llaniladigan generatorlarda 50 Hz chastotali elektr toki qanday hosil qilinadi?
4. O'zgaruvchan tokning xossalari tushuntirib bering.
5. Ichki yonuv dvigateli yordamida elektr energiya nimaning hisobiga hosil qilinadi?



1. Generator statori 10 ta chulg'amli bo'lsa, 50 Hz chastotali elektr tokini hosil qilish uchun rotor sekundiga necha marta aylantirilishi lozim?
2. Generator rotori minutiga 120 marta aylanmoqda. 50 Hz chastotali elektr tokini hosil qilish uchun statordagi chulg'amlar soni necha bo'lishi kerak?
3. Ishlab chiqarilayotgan elektr toki kuchlanishining maksimal qiymati 500 V bo'lsa, uning ta'sir qiymati qancha bo'ladi?

50-§. ELEKTROSTANSIYALAR

Issiqlik elektrostansiyalari



Elektrostansiyalarda induksion tok generatori yordamida boshqa turdagi energiyalar elektr energiyaga aylantiriladi.

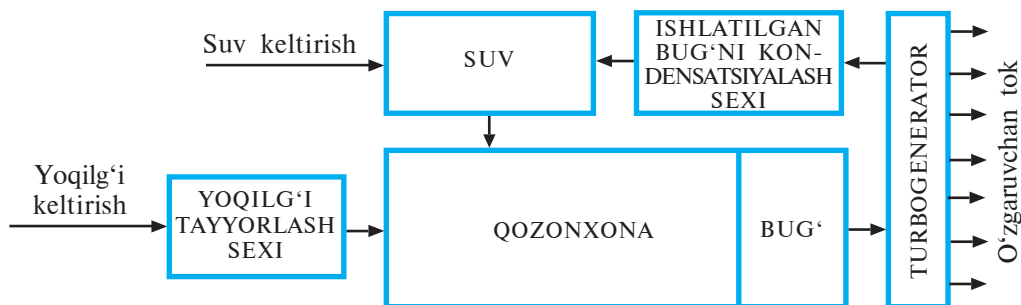
Amalda elektr energiyani ishlab chiqarishda, asosan, **issiqlik elektrostansiyasi (IES)**, **gidroelektrostansiya (GES)** va **atom elektrostansiyasi (AES)**dan foydalaniladi.



Issiqlik elektrostansiyasida yoqilg'ining yonishi jarayonida hosil bo'ladigan issiqlik energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.

Issiqlik elektrostansiyalarida yoqilg‘i sifatida ko‘mir, neft, mazut, torf, gazlardan foydalaniladi.

IES har biri alohida ishlaydigan bir nechta blokdan iborat bo‘ladi. Har bir blok yoqilg‘i tayyorlash, suv tayyorlash, qozonxona, turbo-generator va bug‘ni kondensatsiyalash sexlaridan iborat.



197-rasm

IES bloklaridan biri 197-rasmda tasvirlangan. Bunda keltirilgan yoqilg‘ilar *yoqilg‘i tayyorlash sexida* yondirish uchun tayyorlanadi. Masalan, ko‘mir begona aralashmalardan tozalanadi va kukun qilib maydalanadi.

Yondirish uchun tayyorlangan yoqilg‘i maxsus quvur orqali *qozonxonaning* o‘txonasiga uzatiladi. Qozonxona qozoniga *suv tayyorlash sexidan* quvur orqali suv kelib turadi. Yoqilg‘i yonganda qozondagi suvni qaynatadi va yuqori bosimli bug‘ni hosil qiladi. Katta bosimdagi bug‘ *turbogeneratorga* uzatiladi va u turbinani aylantiradi. Turbina esa induksion tok generatori rotorini aylantiradi va generatorda elektr toki hosil bo‘ladi.

Turbinani aylantirib, undan o‘tgan bug‘ *kondensatsiyalash sexida* sovitilib suvga aylantiriladi va bu suv ham qozonga borib quyiladi.

O‘zbekistonda 80% elektr energiya IESlarda ishlab chiqariladi. Hozirgi paytda mamlakatimizda yirik issiqlik elektrostansiyalardan Sirdaryo IES (3 000 MW quvvatli elektr energiya ishlab chiqaradi), Yangi Angren IES (2 400 MW), Toshkent IES (1 800 MW), Navoiy IES (1 250 MW), Taxiatoşh IES (730 MW) ishlab turibdi.

IESlarda katta miqdorda yoqilg‘i sarflanadi. Yoqilg‘ining yondirilishi atrof-muhit havosini zararli gazlar bilan ifloslaydi.

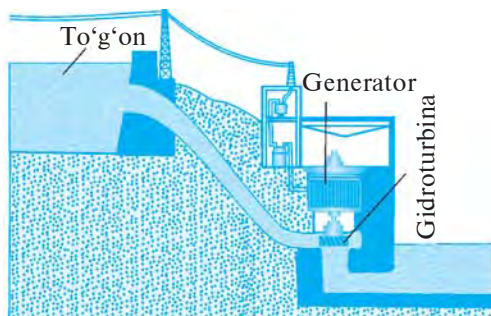
Gidroelektrostansiyalar



Gidroelektrostansiyada suvning mexanik energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.

GESda katta tezlikdagi suv oqimi gidroturbinalarni, gidroturbinalar esa generatorning rotorini aylantiradi (198-rasm). Shu tariqa induksion tok generatorida elektr toki hosil qilinadi.

Katta tezlikdagi suv oqimini hosil qilish uchun daryolarga to'g'on quriladi. To'g'onga yig'ilgan katta miqdordagi suvning potensial energiyasi ham katta bo'ladi.



198-rasm

Suv to'g'ondan yuqori tezlikda tushadi, ya'ni yig'ilgan suvning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylanadi. Suv qancha balanddan tushsa, uning tezligi shuncha katta bo'ladi va shuncha katta quvvatli gidroturbinani aylantiradi. Bitta to'g'onga bir nechta gidroturbinalar o'rnatilgan bo'lib, ularning har biri alohida tarzda o'zgaruvchan tok generatorida elektr energiyani hosil qiladi.

Odatda, GESlar tog'li joylardagi daryolarga quriladi. Chunki bunday joylarda daryolarga baland to'g'on qurib, katta miqdordagi suvni yig'ish osonroqdir.

GESlarda elektr energiyani ishlab chiqarish arzonroq tushadi. Chunki ularda yoqilg'i yoki boshqa qimmatbaho mahsulotlar sarflanmaydi. Gidroturbinalarni aylantirgan suv sarflanmaydi ham, ifloslanmaydi ham.

Hozirgi paytda mamlakatimizda Chorvoq (620,5 MW), Xojikent (165 MW), Tuyamo'yin (150 MW), Andijon (140 MW), Chirchiq (190,7 MW), G'azalkent (120 MW) va boshqa GESlar ishlab turibdi.

Mamlakatimizda hozircha 20% elektr energiya GESlarda ishlab chiqariladi. O'zbekiston hududidagi tog'liklarda daryolar ko'p bo'lib, u yerlarda yanada quvvatli GESlar qurish va juda katta quvvatli arzon elektr energiyani ishlab chiqarish imkoni bor.

Atom elektrostansiyalari

AESning ishlashi IESga o'xshashdir. Farqli tomoni – IESda yoqilg'i sifatida ko'mir, neft kabi organik mahsulotlar yondirilsa, AESlarda ehergiya sifatida uran atomi ishlatiladi.



Atom elektrostansiyasida atom (uran, pluton) energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.

AESda elektr energiyani ishlab chiqarish arzonroq tushadi. Ularning ishlashida atrof-muhit havosi ifloslanmaydi. Lekin AESda hosil bo'ladigan

radioaktiv chiqindilar atrofidagi aholi uchun xavflidir. Aholi ulardan o'ta himoyalangan bo'lishi kerak.

Shamol elektrostansiyalari

Shamol elektrostansiyalari shamol muntazam bo'lib turadigan, uning tezligi 5 m/s dan katta bo'ladigan, markazlashtirilgan elektr ta'minot tarmoqlaridan uzoqda bo'lgan joylarda quriladi.



Shamol elektrostansiyasida shamolning mexanik energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.

Shamol elektrostansiyalarida shamol generator rotorini aylantiradi. Shuning hisobiga o'zgaruvchan tok generatorida elektr energiya ishlab chiqariladi.



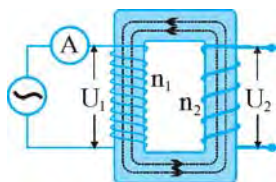
1. Issiqlik elektrostansiyasi blokining tuzilishi va elektr energiya qanday ishlab chiqarilishini tushuntirib bering.
2. Hidroelektrostansiyada suvning mexanik energiyasi qay tarzda elektr energiyaga aylantiriladi?
3. Atom elektrostansiyasining issiqlik elektrostansiyasiga o'xshashligi va undan farqi nimadan iborat?
4. Shamol elektrostansiyasida elektr energiya qay tarzda ishlab chiqariladi? Nima sababdan SHESlar kam quriladi?
5. O'zbekistondagi qanday yirik elektrostansiyalarni bilasiz?



Gidroturbina modelini (suv parragini) yasang va uni vodoprovod jo'mragidan tushayotgan suv oqimiga tutib, aylanishini kuzating.

51-§. TRANSFORMATORLAR

Transformatorning tuzilishi va ishlashi



199-rasm

Transformatorning ishlashi elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan. Uning o'zagi berk rama shaklidagi po'lat yoki boshqa metall plastinkalardan yig'ilgan bo'ladi. O'zakka ikkita g'altak kiydirilgan (199-rasm).

Birlamchi chulg'amni U_1 kuchlanishli o'zgaruvchan tokka ulaylik. O'zgaruvchan tok chulg'amlar atrofida o'zgaruvchan magnit maydonni hosil qiladi. Bu chulg'amning magnit kuch chiziqlari o'zak bo'yicha uzatilib, ikkilamchi chulg'amni kesib o'tadi. Natijada ikkilamchi chulg'amda U_2 kuchlanishli o'zgaruvchan induksion tok hosil bo'ladi. Bu tokning chastotasi birlamchi chulg'amdagi tokning chastotasi bilan bir xil bo'ladi.

Ikkilamchi chulgʻamdagi U_2 kuchlanishning kattaligi birlamchi va ikkilamchi chulgʻamdagi simlarning oʻramlar soniga bogʻliqdir. Ikkilamchi chulgʻamdagi oʻramlar birlamchi chulgʻamdagidan necha marta kam boʻlsa, ikkinchi chulgʻamda hosil boʻlgan tokning kuchlanishi shuncha marta kam boʻladi. Va aksincha, ikkilamchi chulgʻamdagi oʻramlar birlamchi chulgʻamdagidan necha marta koʻp boʻlsa, ikkinchi chulgʻamdagi kuchlanish shuncha marta koʻp boʻladi.

Birlamchi chulgʻamdagi oʻramlar soni n_1 , unga berilgan kuchlanish U_1 , ikkinchi chulgʻamdagi oʻramlar soni n_2 , unda hosil boʻlgan kuchlanish U_2 boʻlsin. U holda quyidagi ifoda oʻrinni boʻladi:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} \quad \text{yoki} \quad U_2 = U_1 \frac{n_2}{n_1}.$$

Demak, oʻzgaruvchan tokning kuchlanishini oʻzgartirish mumkin.



Oʻzgaruvchan tok oʻtayotgan oʻtkazgichdagi kuchlanishni oʻzgartirishga oʻzgaruvchan tokni transformatsiyalash deyiladi. Transformator — oʻzgaruvchan tok oʻtayotgan oʻtkazgichdagi kuchlanishni transformatsiyalaydigan asboddir.

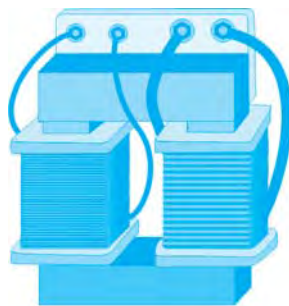
«Transformatsiyalash», «transformator» soʻzlari lotincha «transformo» soʻzidan olingan boʻlib, «oʻzgartiraman» degan maʼnoni bildiradi.

200-rasmda transformator va uning elektr zanjir sxemasida belgilanishi aks ettirilgan.

Transformatorlar turli xil boʻladi (201-rasm). Ular yuksaltiruvchi va pasaytiruvchi transformatorlarga boʻlinadi.



Agar transformatorning ikkilamchi chulgʻamidagi kuchlanish birlamchi chulgʻamidagi kuchlanishdan katta boʻlsa, bunday transformator yuksaltiruvchi transformator deb ataladi.



200-rasm



201-rasm

Yuksaltiruvchi transformatorida $n_2 > n_1$ va $U_2 > U_1$ bo'ladi.



Agar transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish birlamchi chulg'amidagi kuchlanishdan kichik bo'lsa, bunday transformator pasaytiruvchi transformator deb ataladi.

Pasaytiruvchi transformatorida $n_2 < n_1$ va $U_2 < U_1$ bo'ladi.
201-rasmda turli xil transformatorlardan namunalar tasvirlangan.

Transformatorda energiyaning aylanishi

Transformator birlamchi chulg'amidagi ma'lum kuchlanishli elektr energiyani ikkilamchi chulg'amdagi boshqa kuchlanishli elektr energiyaga aylantiradi.

Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridagi tokning quvvati mos ravishda quyidagiga teng:

$$P_1 = I_1 U_1 \quad \text{va} \quad P_2 = I_2 U_2.$$

Takomillashgan transformatorlarning foydali ish koeffitsienti juda yuqori bo'lib, 99–99,5% ni tashkil etadi. Bunday transformatorlarda transformatsiya paytida elektr energiya yo'qotilishini hisobga olmasa ham bo'ladi, ya'ni $P_1 = P_2$ deb olish mumkin. U holda:

$$I_1 U_1 = I_2 U_2 \quad \text{yoki} \quad \boxed{\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1}}.$$



Transformatorda ikkilamchi chulg'amda kuchlanish necha marta ortsa, tok kuchi shuncha marta kamayadi.

Masalan, transformator birlamchi chulg'ami $U_1 = 220$ V kuchlanishli tarmoqqa ulangan, deylik. Ikkilamchi chulg'amdagi kuchlanish $U_2 = 500$ V bo'lsin. Agar ikkilamchi chulg'am iste'molchiga ulangan bo'lsa, undagi

I_2 tok kuchi birinchi chulg'amdagi I_1 tok kuchidan $\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{500 \text{ V}}{220 \text{ V}} \approx 2,4$

marta kam bo'ladi. Bunday munosabatni tavsiflash uchun **transformatsiya koeffitsienti** (k) degan kattalik kiritilgan:

$$\boxed{k = \frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2}}.$$

$k > 1$ bo'lsa, transformator pasaytiruvchi, $k < 1$ bo'lganda, yuksaltiruvchi transformator deyiladi.

Masala yechish namunasi

Quvvati 9 W bo'lgan va 9 V kuchlanishda ishlaydigan ko'chma radio ichidagi transformatorning birlamchi chulg'ami 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Agar transformatorning ikkilamchi chulg'amidagi o'ramlar soni 9 ta bo'lsa, birlamchi chulg'amdagi o'ramlar sonini hamda radio ishlab turgan paytdagi har bir chulg'amdan o'tadigan tok kuchini aniqlang. Transformatorning foydali ish koeffitsienti 90% ga teng.

<i>Berilgan:</i>	<i>Formulasi:</i>	<i>Yechilishi:</i>
$U_1 = 220 \text{ V};$ $U_2 = 9 \text{ V};$ $P_2 = 9 \text{ W};$ $n_2 = 9 \text{ ta};$ $\eta = 90\%.$	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}; \quad n_1 = n_2 \cdot \frac{U_1}{U_2};$ $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%; \quad P_1 = \frac{P_2}{\eta} \cdot 100\%;$	$n_1 = 9 \cdot \frac{220 \text{ V}}{9 \text{ V}} = 220 \text{ ta};$ $P_1 = \frac{9 \text{ W}}{90\%} \cdot 100\% = 10 \text{ W};$
<hr style="border: 0.5px solid black;"/> <i>Topish kerak:</i> $n_1 - ?$ $I_1 - ?$ $I_2 - ?$	$P_1 = I_1 U_1; \quad I_1 = \frac{P_1}{U_1};$ $P_2 = I_2 U_2; \quad I_2 = \frac{P_2}{U_2};$	$I_1 = \frac{10 \text{ W}}{220 \text{ V}} \approx 0,045 \text{ A};$ $I_2 = \frac{9 \text{ W}}{9 \text{ V}} = 1 \text{ A}.$
<i>Javob:</i> $n_1 = 220 \text{ ta}, \quad I_1 \approx 0,045 \text{ A}, \quad I_2 = 1 \text{ A}.$		



1. O'zgaruvchan induksion tokni qanday hosil qilish mumkin?
2. Eng oddiy transformatorning tuzilishi va ishlashini tushuntiring.
3. Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridagi o'ramlar sonlarining nisbati va ulardagi kuchlanishlar nisbati qanday munosabatda bo'ladi?
4. Qanday transformator yuksaltiruvchi va qanday transformator pasaytiruvchi transformator deb ataladi?
5. Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridagi tok kuchlarining nisbati va ulardagi kuchlanishlar nisbati qanday munosabatda bo'ladi?
6. Transformatsiya koeffitsienti deb qanday munosabatga aytiladi? Bu koeffitsientning qanday qiymatida transformator yuksaltiruvchi, qaysi holda pasaytiruvchi bo'ladi?



1. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan transformatorning birlamchi chulg'amidagi o'ramlar soni 100 ta bo'lsa, o'ramlar soni 20 ta bo'lgan ikkilamchi chulg'amda qanday kuchlanishdagi tok hosil bo'ladi? Bunday transformator yuksaltiruvchi bo'ladimi yoki pasaytiruvchimi?
2. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan transformatorning birlamchi chulg'amidagi o'ramlar soni 40 ta bo'lsa, ikkilamchi chulg'amida 660 V li kuchlanishni hosil qilish uchun undagi o'ramlar soni nechta bo'lishi kerak? Bunday transformator yuksaltiruvchi bo'ladimi yoki pasaytiruvchimi?
3. Quvvati 18 W bo'lgan va 12 V kuchlanishda ishlaydigan elektr ustara ichidagi transformatorning birlamchi chulg'ami 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Agar transformatorning birlamchi chulg'amidagi o'ramlar soni 110 ta bo'lsa, ikkilamchi chulg'amidagi o'ramlar sonini hamda ustara ishlab turgan paytda har bir chulg'amdan o'tadigan tok kuchini aniqlang. Transformatorning foydali ish koeffitsienti 90% ga teng.
4. Pasaytiruvchi transformator birlamchi chulg'amidagi 6 kV kuchlanishni ikkilamchi chulg'amida 220 V kuchlanishga o'zgartirib bermoqda. Bu transformatorning qaysi chulg'amida o'ramlar soni ko'p va nechta marta?



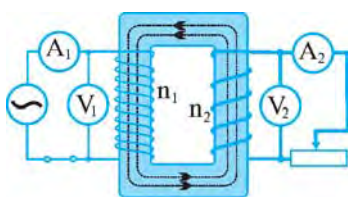
Buzilgan (ishdan chiqqan) biror transformatorni oling. Uning chulgʻamlaridagi simlarni yeching. Har bir chulgʻamdagi oʻramlar sonini sanang. Transformatorning tuzilishini koʻzdan kechiring. Xulosalaringizni daftaringizga yozing.

52-§. TRANSFORMATORNING TUZILISHI VA ISHLASHINI OʻRGANISH

(laboratoriya ishi)

Kerakli jihozlar: 30 V kuchlanishli oʻzgaruvchan tok manbayi, 30 V kuchlanishni pasaytiruvchi transformator, reostat, voltmetr (2 ta), ampermetr (2 ta), kalit, ulovchi simlar.

Ishni bajarish tartibi



202-rasm

1. Laboratoriya ishini oʻtkazish uchun moʻljallangan pasaytiruvchi transformatorni koʻzdan kechiring. Unga yozib qoʻyilgan birlamchi chulgʻamdagi oʻramlar soni – n_1 ni va ikkilamchi chulgʻamdagi oʻramlar soni – n_2 ni jadvalga yozing. n_1/n_2 nisbatni hisoblang va jadvalga yozing.

2. Transformatorning birlamchi chulgʻamini ampermetr va kalit orqali 30 V kuchlanishli oʻzgaruvchan tok manbayiga, ikkinchi chulgʻamini reostat, voltmetr va ampermetrga 202-rasmدا tasvirlangandek ulang.

3. Yigʻilgan elektr zanjir sxemasini daftaringizga chizib oling.

4. Kalitni ulang. Voltmetrlar yordamida birlamchi va ikkilamchi chulgʻamdagi U_1 va U_2 kuchlanishni oʻlchang, U_1/U_2 nisbatni hisoblang, oʻlchash va hisoblash natijalarini jadvalga yozing.

5. Reostat surgichining birinchi holatida birlamchi chulgʻamdan oʻtayotgan I_1 tokni va ikkilamchi chulgʻamdan oʻtayotgan I_2 tokni ampermetrlar yordamida oʻlchang, I_2/I_1 nisbatni hisoblang, natijalarni jadvalga yozing.

6. Reostat surgichini suring. Surgichning ikkinchi holatida birinchi chulgʻamdan oʻtayotgan I_1 tokni va ikkilamchi chulgʻamdan oʻtayotgan I_2 tokni oʻlchang, I_2/I_1 nisbatni hisoblang, oʻlchash va hisoblash natijalarini jadvalga yozing.

7. Reostat surgichini suring. Surgichning uchinchi holatida birlamchi chulgʻamdan oʻtayotgan I_1 tokni va ikkilamchi chulgʻamdan oʻtayotgan I_2 tokni oʻlchang, I_2/I_1 nisbatni hisoblang, oʻlchash va hisoblash natijalarini jadvalga yozing.

8. Reostat surgichining uchala holati uchun I_2/I_1 nisbatning o'rtachasini hisoblang.

9. I_2/I_1 nisbatlarning o'rtachasi, n_1/n_2 va U_1/U_2 nisbatlarni taqqoslang. Nazariy jihatdan $I_2/I_1 = U_1/U_2 = n_1/n_2$ bo'lishi kerakligiga e'tibor bering.

10. Tajriba natijalarini tahlil qiling va mulohaza yuring.



1. Transformatorning vazifasi nimadan iborat?
2. Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridagi o'ramlar sonining nisbati, ulardagi kuchlanishlar nisbati va ulardan o'tayotgan tok kuchlari nisbati nazariy jihatdan qanday munosabatda bo'lishi kerak?
3. Transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridagi o'ramlar sonining nisbati, ulardagi kuchlanishlar nisbati va ulardan o'tayotgan tok kuchlari nisbati nima sababdan bir-biriga aynan teng emas?

53-§. ELEKTR ENERGIYANI UZATISH

Kuchaytiruvchi yordamchi stansiya

Odatda, elektrostansiyalar aholi yashaydigan shahar va qishloqlardan uzoqda joylashgan bo'ladi. Elektr energiyani boshqa tur energiyalardan farqli ravishda, uni uzoq masofalardagi iste'molchilarga uzatish qulay.

Elektr energiya iste'molchilarga sim orqali uzatiladi. Lekin bunda elektr tokining ba'zi xususiyatlarini hisobga olishga to'g'ri keladi.

Elektr energiyani uzoq masofalarga uzatishda tok o'tayotgan simlarning qizishini, bunda elektr energiyaning isrofini hisobga olish kerak.

Aytaylik, 10 ming xonadoni bo'lgan shaharchani elektrostansiyada ishlab chiqariladigan elektr energiya bilan ta'minlash kerak bo'lsin. Xonadon elektr zanjiri 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulanadi. Har bir xonadon elektr zanjiridan o'rtacha 5 A dan tok o'tib turadi. U holda 10 ming xonadonli shaharchaga keladigan tarmoqdan 50 000 A tok o'tadi. Ammo, agar elektrostansiyada 220 V kuchlanishli tok ishlab chiqarilsa, uni ikkita sim orqali shaharchaga uzatish mumkin emas. Chunki 50 000 A tokka 100 sm² ko'ndalang kesimli mis sim ham bardosh berolmaydi. Bunday tok o'tganda sim qizib erib ketadi.

Katta miqdordagi elektr tokini uzoq masofalarga uzatishda simning qizimasligi va tokning ko'p isrof bo'lmashligi uchun ma'lum choralar ko'riladi.

Joul-Lens formulasidan kelib chiqadiki, elektr tarmog'ida energiya isrofini kamaytirish uchun tok kuchini va o'tkazgich qarshiligini kamaytirish zarur.

Uzatish tarmoqlaridagi o‘tkazgichning qarshiligi kam bo‘lishi uchun solishtirma qarshiligi kichik bo‘lgan moddalardan tayyorlangan yo‘g‘on simlar ishlatiladi.

Tok kuchini kamaytirish uchun uning kuchlanishi orttiriladi. Tok quvvatining $P = IU$ formulasidan kelib chiqadiki, uzatilayotgan quvvatni saqlab qolish uchun tok kuchini qanchaga kamaytirilsa, kuchlanishni shunchaga oshirish kerak bo‘ladi.



Elektrostansiyada ishlab chiqarilgan tokning kuchlanishini oshirish kuchaytiruvchi yordamchi stansiyada transformatorlar yordamida amalga oshiriladi.

Kuchaytiruvchi yordamchi stansiyada yuksaltiruvchi transformatorlar yordamida ishlab chiqarilgan tok kuchlanishi 500–1100 kV gacha oshiriladi.

Yuqoridagi misolga qaytaylik. 10 ming xonadon 220 V kuchlanishli tarmoqdan 50 000 A tok oladi. Bunda shaharchaga keladigan tokning quvvati $P = 50\,000\text{ A} \cdot 220\text{ V} = 11\,000\,000\text{ W} = 11\text{ MW}$ bo‘lishi kerak.

Elektrostansiyada kuchaytiruvchi yordamchi stansiyada transformator yordamida tokning kuchlanishi $U = 500\text{ kV}$ ga oshiriladi, deylik. U holda shaharchaga keladigan tarmoqdan $I = \frac{11\,000\,000\text{ W}}{500\,000\text{ V}} = 22\text{ A}$ tok o‘tadi. Yo‘g‘onroq simdan 22 A tok o‘tganda sim deyarli qizimaydi va elektr energiyaning yo‘qotilishi juda kam bo‘ladi.

Elektr uzatish tarmoqlari

Kuchaytiruvchi yordamchi stansiyada kuchlanishi oshirilgan elektr toki o‘nlab, hatto yuzlab kilometr masofalarga uzatiladi va iste‘molchilarga taqsimlanadi.



Elektr energiyani elektrostansiyalardan iste‘mol qilinadigan joylarga uzatuvchi tarmoqlar *elektr uzatish tarmoqlari* deb ataladi.

Elektr uzatish tarmoqlari, asosan, (1) tayanch, (2) izolyatorlar va tok eltuvchi simlardan (3) iborat bo‘ladi (203-rasm). Tok eltuvchi simlar alyuminiy va po‘latdan tayyorlanadi. Ularning ko‘ndalang kesim yuzasi $100\text{--}500\text{ mm}^2$, ba‘zan undan ham katta bo‘ladi. Bunday yo‘g‘on va og‘ir simlar likopchasimon baquvvat izolyatorlar orqali tayanchga osiladi. Bitta tayanch 3–6 ta, ba‘zan undan ham ortiq simni ushlab turadi. Odatda, har bir tayanch balandligi 8–20 m, oralig‘i 100–200 m ga teng.

Chaqmoq paytida yashindan saqlash uchun tayanchning tepa uchiga yashin qaytargich o‘rnatilgan bo‘lib, uning pastki uchi yerga ko‘miladi.

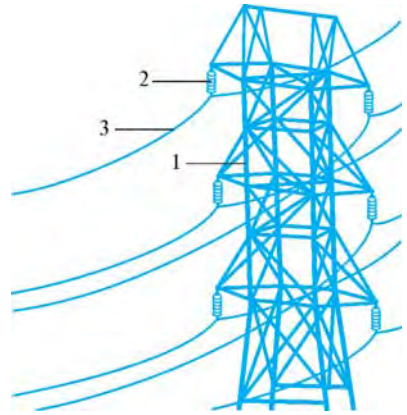


Xavfsizlikni ta'minlash maqsadida elektr uzatish tarmoqlari ko'proq ochiq yer maydonlaridan o'tkaziladi. Uzatish tarmoqlarining simlari ostiga uylar, korxonalar va boshqa binolar qurish taqiqlanadi.

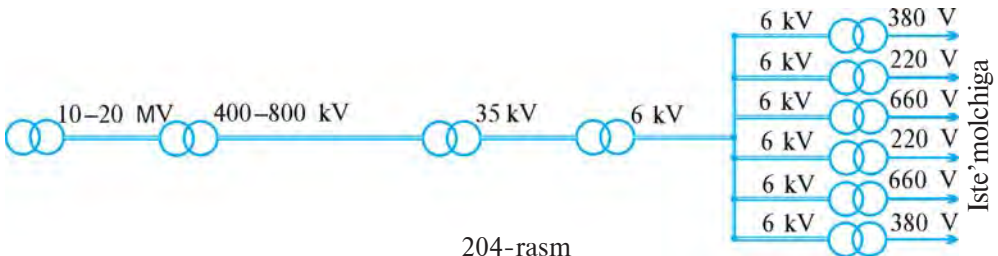
Pasaytiruvchi yordamchi stansiyalar

Elektr uzatish tarmoqlari orqali shaharga yoki qishloqqa uzatilgan elektr toki nihoyatda katta kuchlanishga ega bo'ladi. Bunday katta kuchlanish iste'molchiga pasaytirib beriladi.

Kuchlanishni pasaytirish bir necha bosqichda amalga oshiriladi (204-rasm). Pasaytiruvchi yordamchi stansiyalarda pasaytiruvchi transformatorlar yordamida elektr tokining kuchlanishi 6 kV gacha pasaytiriladi. Shundan so'ng, elektr energiyasi aholi yashaydigan joylarga uzatiladi. Aholi yashaydigan joylardagi pasaytiruvchi yordamchi transformatorlar elektr tokining kuchlanishi ehtiyojga qarab pasaytiriladi. Odatda, xonadonlarga, korxonalarga, idoralarga, maishiy xizmat ko'rsatish joylariga tok kuchlanishi 220 V ga to'g'rilab beriladi. Sanoat korxonalariga 220 V dan tashqari 380 V va 660 V kuchlanishli tok ham beriladi.



203-rasm



204-rasm



1. Nima uchun elektrostansiyalardan elektr energiyani uzoq masofaga uzatish uchun ularning kuchlanishi oshiriladi?
2. Kuchaytiruvchi yordamchi stansiyalarda kuchlanish qay tarzda oshiriladi?
3. Elektr uzatish tarmoqlari, asosan, nimalardan tashkil topgan?
4. Pasaytiruvchi yordamchi stansiyalarda elektr kuchlanish qay tarzda pasaytiriladi?



1. Shaharchadagi aholining iste'moli uchun 100 MW quvvatli elektrostansiya zarur bo'ladi. Agar uzatish tarmog'idagi kuchlanish 500 kV bo'lsa, undan qancha tok o'tadi? Uzatish tarmog'idagi kuchlanish 220 V bo'lgan taqdirda-chi?
2. 44 MW quvvat oladigan iste'molchilarga elektr energiya 50 km masofadan ko'ndalang kesim yuzasi 100 mm^2 bo'lgan alyuminiy sim orqali uzatilmoqda. Uzatish tarmog'idagi kuchlanish 500 kV bo'lganda 1 minutda simlardan qancha issiqlik ajralib chiqadi? Uzatish tarmog'idagi kuchlanish 220 V bo'lganda-chi?

3. 500 kV kuchlanishli elektr toki pasaytiruvchi yordamchi stansiyalarda uch bosqichda pasaytirilib, so'ngra iste'molchilarga uzatiladi. 1-bosqichda 35 kV ga, 2-bosqichda 6 kV ga va 3-bosqichda 220 V ga pasaytiriladi. Har bir bosqichda pasaytiruvchi transformatorning birlamchi va ikkilamchi chulg'amlaridagi o'ramlar soni nisbati qanday bo'ladi?



O'zingiz yashab turgan joyda elektr toki qayerdan kelishi, qayerdagi pasaytiruvchi yordamchi stansiyada kuchlanish pasaytirilishini aniqlang. Olingan ma'lumotlarni daftaringizga yozing.

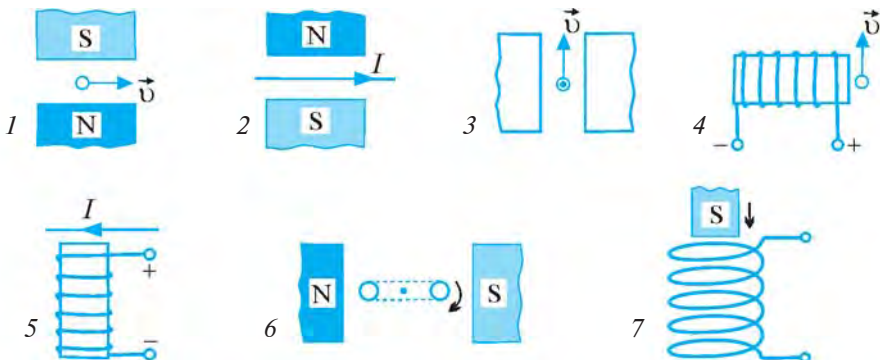
VI BOB YUZASIDAN MUHIM XULOSALAR

- Magnit maydonning vaqt bo'yicha o'zgarayotgan kuch chiziqlarini berk o'tkazgich kesib o'tayotganda, o'tkazgichda elektr tokining hosil bo'lish hodisasi elektromagnit induksiya deb ataladi. Bu hodisa natijasida hosil bo'lgan tok induksion tok deyiladi.
- Induksion tokni hosil qiluvchi elektr maydon induksion elektr maydon deb ataladi.
- Induksion elektr maydon kuchlanishi g'altakni kesib o'tayotgan magnit maydon kuch chiziqlarining o'zgarish tezligiga va g'altak o'ramlari soniga bog'liq.
- Induksion tokning yo'nalishini o'ng qo'l qoidasi orqali aniqlash mumkin: agar o'ng qo'lning kaftini unga magnit kuch chiziqlari kiradigan qilib ochib, 90° ga kerilgan bosh barmoqni o'tkazgich harakati yo'nalishida tutilsa, yoyilgan to'rt barmoqning yo'nalishi o'tkazgichda hosil bo'lgan induksion tokning yo'nalishini ko'rsatadi.
- Magnit maydon ta'sirida hosil bo'ladigan va yo'nalishi davriy o'zgarib turadigan induksion tok o'zgaruvchan induksion tok deb ataladi.
- Ossillograf o'zgaruvchan elektr toki tebranishlarining grafik tasvirini ko'rsatib beruvchi asbobdir.
- Mikrofon mexanik tebranishlarni elektr tebranishlarga aylantirib beradi.
- Ovoz karnayi mikrofondan elektr tebranishlarga aylantirilgan tovushni qaytadan mexanik tebranishlarga aylantirib beradi, ya'ni mikrofondan berilgan ovozni tiklaydi.
- Telefonning ovoz qabul qiladigan qismi mikrofon kabi, quloqqa tutib eshitiladigan qismi esa ovoz karnayi kabi ishlaydi.
- Vaqt o'tishi bilan kattaligi va yo'nalishi davriy o'zgaradigan elektr toki o'zgaruvchan tok deb ataladi.
- Mexanik energiyani elektr energiyaga aylantiruvchi asbob induksion tok generatori deyiladi.
- Elektr energiya ishlab chiqarishda o'zgaruvchan tok generatori qo'llaniladi. Bunda generator rotori bug', suv, shamol yoki ichki yonuv dvigateli yordamida aylantiriladi.

- Ichki yonuv dvigateli yordamida elektr tokini hosil qilishda yoqilg'ini energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.
- O'zgaruvchan tok o'tayotganida tok kuchi va kuchlanish noldan maksimal qiymatga uzluksiz davriy ravishda o'zgarib turadi.
- Elektrostansiyalarda induksion tok generatori yordamida boshqa turdagi energiyalar elektr energiyaga aylantiriladi.
- Issiqlik elektrostansiyasida yoqilg'ining yonishi jarayonida hosil bo'ladigan issiqlik energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.
- Hidroelektrostansiyada suvning mexanik energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.
- Atom elektrostansiyasida atom (uran yadrosi) energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.
- Shamol elektrostansiyasida shamolning mexanik energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi.
- Transformator — o'zgaruvchan tok o'tayotgan o'tkazgichdagi kuchlanishni o'zgartiruvchi (transformatsiyalaydigan) asbobdir.
- Transformatorida ikkilamchi chulg'amda kuchlanish necha marta ortsa, tok kuchi shuncha marta kamayadi.
- Elektrostansiyada ishlab chiqarilgan tokning kuchlanishini oshirish kuchaytiruvchi yordamchi stansiyada transformatorlar yordamida amalga oshiriladi.
- Elektr energiyani elektrostansiyalardan iste'mol qilinadigan joylarga uzatuvchi tarmoqlar elektr uzatish tarmoqlari deb ataladi.

VI BOB BO'YICHA QO'SHIMCHA SAVOL VA MASALALAR

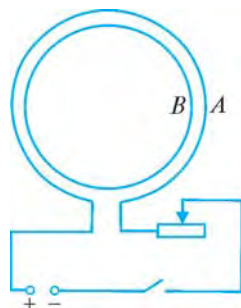
1. 205-rasmda elektromagnit induksiyaning turli hollari kelirilgan. Har bir hol uchun masala tuzing va ularni yeching.



205-rasm

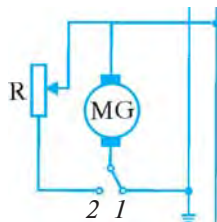
2. Bir jinsli magnit maydonda turgan sim halqa: a) ilgari lanma harakatlantirib ko'chirilsa; b) halqa tekisligiga perpendikulyar bo'lib, markazi orqali o'tuvchi o'q atrofida aylantirilsa; d) halqa tekisligida yotuvchi o'q atrofida aylantirilsa, unda induksion tok paydo bo'ladimi?
3. Agar ikkita galvanometrning klemmalarini simlar bilan ulasak va asboblardan birini chayqaltirib strelkasini tebrantirsak, ikkinchi asbobning strelkasi ham tebrana boshlaydi. Buning sababi nimada?
4. Agar kompasning qobig'i jezdan yasalgan bo'lsa, strelkasining tebranishi tezroq, plastmassadan qilingan bo'lsa, sekinroq to'xtaydi. Nima uchun?

5. *A* o'ramning elektr zanjiridagi kalit ulanganda va uzilganda *B* o'ramda vujudga keladigan induksion tokning yo'nalishini toping (206-rasm). Kalit ulangan holatda reostatning sirpanuvchi kontaktini o'ngga va chapga surganda hosil bo'ladigan induksion tokning yo'nalishi qanday bo'ladi?



206-rasm

6. Tramvay haydovchisi dvigatelni kontakt tarmoqdan uzib (207-rasm), uni generator rejimiga o'tkazganda (elektr zanjir sxemasidagi kalit 1 vaziyatdan 2 vaziyatga o'tkaziladi) tramvayning tormozlanish prinsipini tushuntiring. Tramvayning tezlanishi (tormozlanish jadalligi): a) tramvayning muayyan harakatlanish tezligida yuklanish kattaligiga (rezistorning qarshiligiga); b) muayyan nagruzkada tramvayning tezligiga qanday bog'liq?



207-rasm

7. Generator statori 8 chulg'amli bo'lsa, 50 Hz chastotali elektr tokini hosil qilish uchun rotor minutiga necha marta aylantirilishi kerak?
8. Generator rotori minutiga 150 marta aylanmoqda. 50 Hz chastotali elektr tokini hosil qilish uchun statordagi chulg'amlar soni nechta bo'lishi kerak?
9. Ishlab chiqarilayotgan elektr toki kuchlanishining maksimal qiymati 250 V bo'lsa, uning ta'sir qiymati qancha bo'ladi?
10. 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan transformatorning birlamchi chulg'amidagi o'ramlar soni 80 ta bo'lsa, o'ramlar soni 16 ta bo'lgan ikkilamchi chulg'amda qanday kuchlanishdagi tok hosil bo'ladi? Bunday transformator yuksaltiruvchi bo'ladimi yoki pasaytiruvchimi?
11. Pasaytiruvchi transformator birlamchi chulg'amidagi 4,4 kV kuchlanishni ikkilamchi chulg'amida 220 V kuchlanishga o'zgartirib bermoqda. Bu transformatorning qaysi chulg'amida o'ramlar soni ko'p va necha marta?
12. Shaharchadagi aholining iste'moli uchun 440 MW quvvatli elektrostansiya zarur bo'ladi. Agar uzatish tarmog'idagi kuchlanish 800 kV bo'lsa, undan qancha tok o'tadi? Uzatish tarmog'idagi kuchlanish 220 V bo'lgan taqdirda-chi?
13. 80 MW quvvat oladigan iste'molchilarga elektr energiya 150 km masofadan ko'ndalang kesim yuzi 75 mm² bo'lgan alyuminiy sim orqali uzatilmoqda. Uzatish tarmog'idagi kuchlanish 800 kV bo'lganda 1 minutda simlardan qancha issiqlik ajralib chiqadi? Uzatish tarmog'idagi kuchlanish 220 V bo'lganda-chi?

54-§. HOZIRGI ZAMON ALOQA VOSITALARI

(Qo‘shimcha o‘qish uchun)

Uyali telefon

10–15 yil muqaddam simsiz telefon — uyali telefonni ko‘rib, hamma hayratlanardi. Hozirda shahar ko‘chalarida, avtobuslarda yoshlar qo‘lida ham, kattalar qo‘lida ham uyali telefonni ko‘rish mumkin. Tadbirkor kishilar o‘z hayotini uyali telefonsiz tasavvur qila olmaydilar. Uyali telefon mas‘ul xodim, tijoratchi, tadbirkor, mutaxassisga o‘z xodimlari va hamkorlari bilan ishonchli tezkor aloqa o‘rnatish imkonini beradi.

Daslabki uyali telefon xizmati bo‘yicha reklama e‘lonlari 1991-yilda paydo bo‘lgan. O‘shanda uyali telefonning og‘irligi 5 kg bo‘lib, narxi 2000 AQSH dollari, tarmoqqa ulash uchun yana shuncha sarflash kerak bo‘lar edi. Hozirgi uyali telefonning massasi bor-yo‘g‘i 100–200 g, uni bemalol cho‘ntakka solib yursa bo‘ladi, narxi ham uncha qimmat emas.

Uyali telefon ko‘p zonalariga bo‘lingan kichikroq hududga xizmat ko‘rsatadi. Bu zonalar shahar planida asalari uyasiga o‘xshaydi. Uyali telefon nomi ham shundan kelib chiqqan: inglizcha *cot-cell—mumkatak*, ya‘ni *asalari uyasi* degan ma‘noni bildiradi.

Har bir zona, ya‘ni uyaning radiusi radioaloqaning turg‘unlik zonasi bilan aniqlanadi va qabul qiluvchi-uzatuvchi radioqurilmaning quvvati, joy sirti va chastota diapazoniga bog‘liq bo‘ladi. Chastota diapazoni qanchalik yuqori bo‘lsa, uyaning radiusi shunchalik kichik, lekin signalning to‘siqlardan o‘tish qobiliyati shunchalik yaxshi bo‘ladi. Eng muhimi, chastota diapazoni qanchalik yuqori bo‘lsa, radioqurilma shuncha ixcham va shuncha katta miqdordagi abonentlik radiokanallarini tashkil etish imkoniyati yaratiladi. Hozirgi uyali telefonlar 450, 800, 900, 1800 MHz chastotalarda ishlaydi. Chastota diapazoni yuqori bo‘lgani uchun ham antennasining uzun bo‘lishi shart emas. Aloqa uchun uyali telefon apparati ichida joylashgan bir necha santimetr uzunlikdagi antenaning o‘zi yetarlidir. Uyali telefonda ovoz jo‘natish uchun ma‘lum bir chastotadan, qabul qilish uchun boshqa chastotadan foydalaniladi.

Har bir uyali telefon apparati tuzilishiga ko‘ra mitti kompyuterni eslatadi. Zamonaviy uyali telefon apparatlarida hisoblash, turli ma‘lumotlarni apparat xotirasiga yozib qo‘yish, qisqa matnli xabarlarini yuborish va qabul qilish (SMS), ularni xotirasiga yozib qo‘yish, fotosuratga va videoga olish kabi ishlar bajariladi.

Internet haqida tushuncha

Internet — bu bir-biri bilan aloqa kanallari bo'yicha muloqot qiladigan turli xil kompyuter tarmoqlarining butunjahon tizimi.

Internet istalgan foydalanuvchi uchun ochiq bo'lgan, umumiy murojaat qilinadigan tarmoqdir. Hozirda internet jahondagi yuz millionlab foydalanuvchilarni birlashtirgan bo'lib, ularning soni har yili deyarli ikki marta ko'paymoqda. 2009-yilda ularning soni bir milliarddan oshgan. Uyali telefonlar orqali ham internetga bog'lanish mumkin.

Hozirda har kim o'zining shaxsiy kompyuterini internetga ulay oladi. Har kim internet tarmog'idan qiziqqan ma'lumotlarni olishi, tarmoq bo'yicha o'zining istalgan mamlakatdagi hamkasblariga xatlarni yuborishi va qabul qilib olishi, o'zining reklamasini joylashtirishi, turli fotosuratlar, musiqa, klip, videofilmlar, video o'yinlarni olishi mumkin.

Internet — bu axborotlarning cheksiz dunyosi. U Yer yuzidagi yuz millionlab kompyuterlarni va lokal tarmoqlarni birlashtiradi.

Internetga ulanish xizmat ko'rsatuvchi kompaniyalar — **provayderlar** orqali amalga oshiriladi. Provayderlar o'z mijozlariga xizmat ko'rsatib boradi.

Tarmoqqa ulangan har bir kompyuter o'zining manziliga ega, shu manzil bo'yicha uni dunyoning istalgan nuqtasidan boshqa abonent topib olishi mumkin.

Internet tarmog'idan axborot oluvchi kompyuterlar **mijozlar** deb ataladi. Mijozlarni axborot bilan ta'minlovchi kompyuterlar ham bor, bular **serverlar** (tabiiyki, serverlar ham ma'lumot oladilar, aniqrog'i uni yig'adilar, lekin baribir ularning asosiy vazifasi axborotni berishdir).

Internetning muhim xususiyati shundaki, u turli xil tarmoqlarni birlashtiradi va bunda tarmoqqa ulangan barcha kompyuterlar teng huquqlidir.

O'zbekistonda internetga ulanishga doir xizmatlar 1997-yildan boshlangan. Mamlakatimizda jadal rivojlanayotgan kompyuterlashtirish internet tarmog'ining ham kengayib borishiga imkon bermoqda. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan 2001-yilda qabul qilingan «Internetning xalqaro axborot tizimlariga kirib borishni ta'minlash dasturini ishlab chiqishni tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida»gi qarori O'zbekistonning bu borada xalqaro miqyosda o'z mavqeyiga ega bo'lishiga xizmat qilmoqda.

Nanotexnologiya haqida tushuncha

XX asrning 50-yillarida yaratilgan va bor-yo'gi to'rt arifmetik amalni bajara oladigan dastlabki kompyuter uy xonasidek joyni egallagan. Bu kompyuter diod, triod kabi elektron lampalarda ishlagan. 1950—1970-yillardagi radio, televizor va boshqalar ham, asosan, elektron lampalarda

ishlar edi. Yarimo'tkazgichlar fizikasi sohasida erishilgan yutuqlar natijasida 1970—1980-yillardan boshlab elektron lampalar o'rnini yarimo'tkazgichli diod, tranzistor kabilar egalladi. Radioelektronika sohasining taraqqiyoti natijasida integral sxemalar, mikrosxemalar yaratildi. Bir necha m³ hajm joyni oladigan lampali sxema o'rnini gugurt qutisi yuzasidek, hatto, 1 sm² dan ham kichik yuzali integral sxema egalladi. Ularning radiotexnikada qo'llanilishi natijasida hozirgi zamon radio-televizorlari, videokameralar va videotelevizorlar, kompyuterlar, uyali telefonlar va boshqalar hayotimizdan o'rin oldi.

Elektronika sohasi rivojlanib bormoqda. Bu sohaning obyekti shu darajada kichiklashdiki, uning o'lchami atom va molekulalarning o'lchami darajasiga borgan sari yaqinlashmoqda. Bularning barchasi «nanotexnologiya» deb ataluvchi sohaning vujudga kelishiga va shiddat bilan rivojlanishga olib keldi.

Grekcha «nanos» — «mitti» demakdir. Nano — milliarddan bir ulushni bildiradi. Masalan, 1 m = 10⁻⁹ nm (nanometr) yoki 1 nm = 10⁻⁹ m. Atom va molekulalarning o'lchami, ular orasidagi masofa ham deyarli shu tartibda bo'ladi. Bir necha atomlardan iborat tuzilmalardagi xossalarni, ularda sodir bo'ladigan jarayonlarni va ularni amalga tatbiq qilish usullarini o'rganadigan yo'nalish **nanotexnologiya** deb ataladi.

Nanotexnologiya elektronika sohasi uchun zarur parametrli nano-sistemalarni yaratish ustida tatqiqot ishlarini olib boradi. Bunda o'rganilayotgan obyekt o'lchami 1–5 nm bo'lganda 1000 tacha atom, 5–100 nm bo'lganda esa 10³–10⁸ ta atom qamrab olinadi.

XXI asrda nanotexnologiya sohasi bilan birgalikda boshqa nanofanlar — nanofizika, nanoelektronika, nanokimyoy, nanobiologiya, nanotibbiyot kabi sohalarning ham taraqqiyoti kutilmoqda. Ularning barchasi elektronika, energetika, axborot texnologiyasi, tibbiyot, mahsulotlar ishlab chiqarish va boshqa sohalarning yuksak darajada rivojlanishiga olib keladi. Bu esa, o'z navbatida, insoniyatning farovon hayot kechirishi uchun xizmat qiladi.



1. Uyali telefon haqida nimalarni bilasiz? Uning nomi qanday ma'noni bildiradi?
2. Nima uchun uyali telefonning antennasi uzun emas?
3. Internetga ulanib, qanday ishlarni bajarish mumkin?
4. Elektronika sohasida erishilgan yutuqlarni aytib bering.
5. Nanotexnologiya nima va bu sohaning rivojlanishidan nimalarni kutish mumkin?

MASHQLARNING JAVOBLARI

- 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. $q_e = -12,8 \cdot 10^{-19}$ C; $m = 7,488 \cdot 10^{-30}$ kg.
- 2-mashq.** 1. $F = 2,88 \cdot 10^{-3}$ N. 2. $F = 2,25 \cdot 10^{-5}$ N. 3. $q_1 = q_2 = 10^{-8}$ C. 4. $r = 8,5$ sm.
- 3-mashq.** 1. $E = 5 \cdot 10^5$ N/C. 2. $E = 4 \cdot 10^4$ N/C. 3. $q \approx 6,7 \cdot 10^{-9}$ C.
- 4-mashq.** 1. $C = 8,85$ pF. 2. $C_2 / C_1 = 1000$. 3. $d = 5$ mm. 5. $C_k = 10$ pF, $C_p = 250$ pF. 6. $C_{um} = 30$ pF. 7. $C_{um} \approx 222$ pF.
- 5-mashq.** 1. $U = 3$ V. 2. $A = 300$ J. 3. $q = 50$ C. 4. $q = 8$ C; $n_e = 5 \cdot 10^{19}$ ta.
- 6-mashq.** 1. $I = 0,1$ A. 2. $q = 48$ C; $n_e = 3 \cdot 10^{20}$ ta. 3. $t = 20$ min; 4. $q = 180\,000$ C.
- 7-mashq.** 1. $R = 0,85$ Ω . 2. Nikelindan. 3. Birinchi simning qarshiligi ikkinchisidan 300 marta katta. 4. $\sim 8,2$ marta. 5. $l = 2,5$ m. 6. $S = 0,5$ mm².
- 8-mashq.** 1. $U = 6$ V. 2. $R = 15$ Ω . 3. $R = 440$ Ω . 4. $U = 220$ V. 5. $U = 5,1$ V; $l = 50$ m. 6. $I = 1,25$ A.
- 9-mashq.** 1. $R = 18$ Ω . 2. $I = 0,2$ A. 3. $l_2 \approx 42$ sm. 4. $U_2 = 44$ V.
- 10-mashq.** 1. $U_1 = 1$ V; $U_2 = 2$ V; $R = 15$ Ω ; $U = 3$ V. 2. $U_1 = U_2 = 110$ V. 3. $I = 0,2$ A; $U_1 = 0,8$ V; $U_2 = 2$ V; $U_3 = 3,2$ V. 4. $n = 24$ ta; $I = 0,9$ A; $R = 240$ Ω . 5. $U_1 = 165$ V; $U_2 = 55$ V.
- 11-mashq.** 1. $R = 2$ Ω . 2. $R = 27,5$ Ω . 3. $R = 5$ Ω . 4. $R \approx 27$ Ω ; $I_1 = 0,2$ A; $I_2 = 0,1$ A; $I_3 = 0,3$ A. 5. $R \approx 57$ Ω ; $I_1 = I_2 = 1,1$ A; $I_3 = I_4 = 0,55$ A; $I_5 = I_6 = 0,275$ A; $I = 3,85$ A.
- 12-mashq.** 1. $A_f \approx 28,8$ kJ. 2. $E = 54$ J. 3. $A = 1$ kJ. 4. $I = 5$ A.
- 13-mashq.** 1. $P = 2,2$ kW. 2. $P = 1,1$ kW. 3. $I \approx 17$ A. 4. $I_1 \approx 0,27$ A; $I_2 \approx 0,45$ A.
- 14-mashq.** 1. $Q = 48$ kJ. 2. $Q \approx 2,9$ MJ. 3. Nikelin. 4. $E \approx 28,5$ kJ.
- 15-mashq.** 1. $I = 10$ A; 22 marta. 2. $P = 2,2$ kW. 3. $R \approx 97$ Ω . 4. $P = 3$ kW.
- 16-mashq.** 1. Bardosh bera olmaydi. 2. $S = 4$ mm². 3. $U = 242$ V.
- 17-mashq.** 1. $I_1 = 22$ mA; $I_2 = 4,2$ mA. 2. $P_1 = 4,84$ W; $P_2 = 0,1764$ W. 3. $U_0 = 20$ V.
- 18-mashq.** 1. $m = 4,1$ mg; 2. $q \approx 9$ C; 3. $I \approx 9$ mA.
- 19-mashq.** 1. $k \approx 0,238$ mg/C; 2. $k \approx 0,329$ mg/C; 3. $m \approx 8$ g.
- 23-mashq.** 1. 5 marta. 2. 25 ta. 3. $U_1 \approx 354$ V.
- 24-mashq.** 1. $U_2 = 44$ V. 2. $n_2 = 120$ ta. 3. $n_2 = 6$ ta; $I_1 \approx 0,09$ A; $I_2 = 1,5$ A. 4. Birinchi chulgʻamdagi oʻramlar soni 27 marta koʻp.
- 25-mashq.** 1. $I_1 = 200$ A; $I_2 \approx 450\,000$ A. 2. $Q_1 \approx 6,5 \cdot 10^6$ J; $Q_2 = 3,36 \cdot 10^{12}$ J. 3. 1-bosqichda $n_1/n_2 \approx 14,3$; 2-bosqichda $n_1/n_2 \approx 5,8$; 3-bosqichda $n_1/n_2 \approx 27,3$.

BOBLAR BO'YICHA QO'SHIMCHA MASALALARNING JAVOBLARI

I bob

13. 1 mN. **14.** 10 sm. **15.** $\approx 11,5$ mN. **16.** 9 mN. **17.** $\approx 7,5 \cdot 10^{-9}$ C. **18.** $\approx 2,7$ sm. **19.** 2 marta uzaytirish lozim. **20.** $4,2 \cdot 10^{42}$ marta. **21.** 10^{11} ta. **22.** 1,8 marta uzaygan; 1,25 marta qisqargan. **23.** 1,25r. **24.** 2 mN. **25.** Kichik zaryaddan 1 sm va katta zaryaddan 3 sm masofada. **26.** $1,08 \cdot 10^5$ N/C. **27.** $5 \cdot 10^{-9}$ C. **28.** 200 kN/C. **29.** 24 μ N. **30.** 40 kN/C; 10 kN/C. **31.** 3,1 mm. **32.** 50 pF; 1250 pF. **33.** $\approx 54,5$ pF.

II bob

5. $2 \cdot 10^5$ ta. **6.** 5 V. **7.** 1,2 kJ. **8.** 50 C. **9.** $3,1 \cdot 10^{19}$ ta. **10.** 0,15 A. **11.** 30 C; $1,875 \cdot 10^{20}$ ta. **12.** 13 min 20 s. **13.** $\approx 6,9 \cdot 10^5$ C. **14.** a) 0,05 Ω ; b) 0,025 Ω ; d) 0,2 Ω ; e) 10 Ω . **15.** 4 marta kamayadi. **16.** 4 marta ortadi. **17.** $\approx 2,6$ Ω . **18.** 1,4 Ω ; 55 Ω . **19.** 0,28 Ω . **20.** $\approx 1,2$ km. **21.** Alyuminiy. **22.** Birinchi simning qarshiligi ikkinchisidan 50 marta katta. **23.** 200 m. **24.** ≈ 39 marta. **25.** ≈ 2 m. **26.** $2,75$ mm². **27.** 15 m. **29.** 5 A; 0,5 A. **30.** 2,5 A. **31.** 220 V. **32.** 20 V. **33.** 12 Ω . **34.** 550 Ω . **35.** 220 V. **36.** 6,8 V; 50 m. **37.** ≈ 9 A. **38.** 12 Ω . **39.** 0,1 A. **40.** 30 sm. **41.** 88 V. **42.** a) Mumkin emas; b) mumkin. **43.** 18 Ω . **44.** 0,2 A. **46.** 0,5 A; 0,5 A. **47.** 55 V. **48.** ≈ 14 mA; $\approx 1,4$ V; $\approx 2,9$ V; $\approx 5,7$ V. **49.** 2,5 V; 4 V; 65 Ω ; 6,5 V. **50.** $\approx 0,08$ A; $\approx 0,8$ V; $\approx 1,7$ V; $\approx 3,3$ V; $\approx 4,2$ V. **51.** 18 ta; $\approx 0,8$ A; 270 Ω . **52.** 44 V; 176 V. **53.** 37 ta. **54.** 8 A; 2 A. **55.** ≈ 15 Ω . **56.** $\approx 16,7$ Ω . **57.** ≈ 11 Ω . **58.** ≈ 147 Ω ; 1 A; 0,5 A; 1,5 A. **59.** 2 marta ortadi. **61.** 100 Ω ; 100 Ω ; 400 Ω ; 40 V; 40 V; 0,4 A; 0,1 A.

III bob

1. 66 kJ. **2.** 55 W. **3.** ~ 19 kW·h. **4.** 1,1 kW. **5.** 880 W. **6.** $\sim 10,5$ A. **7.** $\sim 0,45$ A; $\sim 0,9$ A. **8.** $\sim 0,5$ A; $\sim 0,1$ A. **9.** 34 so'm 80 tiyin. **11.** 600 kJ. **12.** $\sim 8,7$ MJ. **13.** Xromel. **14.** 20 A; 22 marta. **15.** $\sim 2,8$ kW. **16.** $\sim 4,5$ A; 48,8 Ω . **17.** 4 kW.

IV bob

6. ~ 13 mg. **7.** ~ 76 C. **8.** ~ 18 mA. **9.** ~ 50 min. **10.** 0,3 mg/C. **11.** 0,62 mg/C; 0,31 mg/C. **12.** 2,04 mg/C. **13.** $\sim 1,118$ mg/C. **14.** ~ 8 mg. **15.** Temirning massasi 1,53 marta katta. **16.** 3,1 sutka; 15 MW·h. **17.** Aluminiy uchun 50 marta katta. **18.** 330 kW·h. **19.** 80 nA.

V bob

6. Magnit strelkasining N qutbi chizma tekisligining orqa tomoniga yo'nalgan. **7.** a) Magnitdan gochadi; b) tortiladi; d) o'ram o'ng tomoni bilan bizga tomon buriladi va tortiladi. **8.** Tekisliklar mos tushadigan, toklar esa bir xil yo'naladigan bo'lib buriladi. **9.** «+»

o'ngda. **11.** Qutblarning qanday joylashganligini aniqlash magnit maydon ta'sirida tokli o'tkazgichning qaysi tomonga harakat qilganligiga bog'liq. Tokli o'tkazgich chizma tekisligining old tomoniga harakatlangan bo'lsa, yuqoridagisi S qutb, pastdagisi N qutb. Tokli o'tkazgich chizma tekisligining orqa tomoniga harakatlangan bo'lsa, yuqoridagisi N qutb, pastdagisi S qutb.

VI bob

2. a) bo'lmaydi; b) bo'lmaydi; d) aylanish o'qi induksiya chiziqlariga parallel bo'lmagan hollarda bo'ladi. **5.** Kalit ulanganda — soat strelkasi harakatiga qarshi; kalit uzilganda — soat strelkasi bo'yicha. Reostatning sirpanuvchi kontaktini o'ngga surganda — soat strelkasi bo'yicha, chapga surganda — soat strelkasi harakatiga qarshi. **6.** Qarshilik kichik bo'lganda va tezlik katta bo'lganda tezlanish katta. **7.** 375 marta. **8.** 20 ta. **9.** ~177 V. **10.** 44 V; pasaytiruvchi. **11.** Birinchi chulg'amdagi o'ramlar soni 20 marta ko'p. **12.** 550 A; 2 000 000 A. **13.** $\sim 3,4 \cdot 10^7$ J; $\approx 4,4 \cdot 10^{14}$ J. **14.** 1-bosqichda — 10; 2-bosqichda — 12,5; 3-bosqichda — ~9,1.

M U N D A R I J A

Kirish	3
--------------	---

I bob. Elektr zaryadi. Elektr maydon

1-§. Jismlarning elektrlanishi	4
2-§. Elektroskop va elektrometr. O'tkazgichlar va izolyatorlar	6
3-§. Elektr zaryadi	8
4-§. Zaryadlangan jismlarning o'zaro ta'siri. Kulon qonuni	10
5-§. Elektr maydon	13
6-§. Kondensatorlar	15
7-§. O'tkazgichlarda zaryadlarning taqsimlanishi	19
8-§. Tabiatdagi elektr hodisalari	21
<i>I bob yuzasidan muhim xulosalar</i>	24
<i>I bob bo'yicha qo'shimcha savol va masalalar</i>	25

II bob. Elektr toki

9-§. Elektr toki haqida tushuncha	27
10-§. Tok manbalari	28
11-§. Metallarda elektr toki	32
12-§. Elektr kuchlanish va uni o'lchash	34
13-§. Tok kuchi va uni o'lchash	37
14-§. Elektr zanjirni yig'ish, uning turli qismlaridagi tok kuchi va kuchlanishni o'lchash (<i>laboratoriya ishi</i>)	39
15-§. Elektr qarshilik	40
16-§. Zanjirning bir qismi uchun Om qonuni	44
17-§. Ampermetr va voltmetr yordamida o'tkazgich qarshiligini aniqlash (<i>laboratoriya ishi</i>)	47
18-§. Rezistorlar. Reostatlar. Potensiometrlar	48
19-§. Reostat yordamida tok kuchini rostdash (<i>laboratoriya ishi</i>)	51
20-§. Iste'molchilarni ketma-ket ulash	53
21-§. Iste'molchilarni parallel ulash	55
22-§. Iste'molchilarning ketma-ket va parallel ulanishini o'rganish (<i>laboratoriya ishi</i>)	58
<i>II bob yuzasidan muhim xulosalar</i>	60
<i>II bob bo'yicha qo'shimcha savol va masalalar</i>	61

III bob. Elektr tokining ishi va quvvati

23-§. Elektr tokining ishi	65
24-§. Elektr tokining quvvati	67
25-§. Lampochkadagi tokning quvvati va sarflangan energiyani aniqlash (<i>qo'shimcha shug'ullanish uchun laboratoriya ishi</i>)	69
26-§. Elektr toki ta'sirida o'tkazgichlarning qizishi	70
27-§. Elektr isitish asboblari	73
28-§. Xonadonning elektr zanjiri. Qisqa tutashuv	78

29-§. Xonadon elektr zanjiridagi ulashlar	80
30-§. Elektr xavfsizlik choralari	83
<i>III bob yuzasidan muhim xulosalar</i>	87
<i>III bob bo'yicha qo'shimcha savol va masalalar</i>	88

IV bob. Turli muhitlarda elektr toki

31-§. Suyuqliklarda elektr toki	89
32-§. Elektroliz. Faradeyning birinchi qonuni	91
33-§. Faradeyning ikkinchi qonuni	93
34-§. Elektrolizning qo'llanilishi	95
35-§. Gazlarda elektr toki	97
36-§. Nomustaqil va mustaqil razryadlar	100
37-§. Elektr razryadning turlari va ulardan foydalanish	102
<i>IV bob yuzasidan muhim xulosalar</i>	104
<i>IV bob bo'yicha qo'shimcha savol va masalalar</i>	105

V bob. Magnit maydon

38-§. Magnetizm haqida dastlabki ma'lumotlar	107
39-§. Tokning magnit maydoni	110
40-§. Elektromagnitlar	113
41-§. Elektromagnitni yig'ish va ishlashini sinash (<i>laboratoriya ishi</i>)	115
42-§. Elektromagnit rele	116
43-§. Elektromagnit relening ishlashini o'rganish (<i>laboratoriya ishi</i>)	119
44-§. Magnit maydonning tokli o'tkazgichga ta'siri	119
45-§. O'zgarmas tok elektr dvigateli	121
46-§. O'zgarmas tok elektr dvigatelini o'rganish (modelda) (<i>laboratoriya ishi</i>)	124
<i>V bob yuzasidan muhim xulosalar</i>	125
<i>V bob bo'yicha qo'shimcha savol va masalalar</i>	126

VI bob. Elektromagnit induksiya

47-§. Induksion tokni hosil qilish	128
48-§. O'zgaruchan induksion tok	130
49-§. Induksion tok generatori	134
50-§. Elektrostansiyalar	137
51-§. Transformatorlar	140
52-§. Transformatorning tuzilishi va ishlashini o'rganish (<i>laboratoriya ishi</i>)	144
53-§. Elektr energiyani uzatish	145
<i>VI bob yuzasidan muhim xulosalar</i>	148
<i>VI bob bo'yicha qo'shimcha savol va masalalar</i>	149
54-§. Hozirgi zamon aloqa vositalari (qo'shimcha o'qish uchun)	151
Mashqlarning javoblari	154
Boblar bo'yicha qo'shimcha masalalarning javoblari	155

UO‘K:53(075)
22.3
B43

B43 **Fizika: Elektr** [Text]: umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 8-sinfi uchun darslik / P. Q. Habibullayev [va boshq.]. –T.: «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi» Davlat ilmiy nashriyoti, 2014. –160 b.

I. Habibullayev, Po‘lat Qirg‘izboyevich.

KBK 74.200.51ya7

O‘quv nashri

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH
BOYDEDAYEV AHMADJON
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH
YULDASHEVA MOXIDILXAN KAMALDOJONOVNA

FIZIKA

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

Ikkinchi nashri

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»
Davlat ilmiy nashriyoti, 2014.
Toshkent–129, Navoiy ko‘chasi, 30.

Muharrir	<i>A.Zulpuxarov</i>
Badiiy muharrir	<i>A.Yoqubjonov</i>
Dizayner va sahifalovchi	<i>U.Sapayev</i>

Nashriyot litsenziyasi
AI № 160, 14.08.2009-y.

2014-yil 10.04.da bosishga ruxsat etildi. Bichimi 70x100¹/₁₆. Ofset qog‘ozi.
«Times» garniturası. Kegli 10,5. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 12,9. Nashr hisob tabog‘i 10,59.
Adadi 366182 nusxa. № 3391-sonli buyurtma.

«Sharq» nashriyot-matbaa aksiyadorlik kompaniyasi bosmaxonasida bosildi.
100000, Toshkent shahri, Buyuk Turon ko‘chasi, 41.

Ijaraga berilgan darslik holatini ko'rsatuvchi jadval

T/r	O'quvchining ismi va familiyasi	O'quv yili	Darslikning olingandagi holati	Sinf rahbarining imzosi	Darslikning topshiril-gandagi holati	Sinf rahbarining 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 qismdan ajralgan yoki butunlay yo'q, qoniqarsiz ta'mirlangan. Betlari yirtilgan, varaqlari yetishmaydi, chizib, bo'yab tashlangan. Darslikni tiklab bo'lmaydi.