

V.Sh. Fayziyev, H.O. Jo'rayev, Sh.Sh. Fayziyev

ELEKTRODINAMIKADAN AMALIY MASHG'ULOTLAR

O'quv qo'llanma



UO‘K: 537.8
KBK: 22.313.2
F32

Fayziyev Vohid Shavkatovich, Jo‘rayev Husniddin Oltinboyevich, Fayziyev Shaxobiddin Shavkatovich. / [Matn]: o‘quv qo‘llanma / V.Sh.Fayziyev, H.O.Jo‘rayev, Sh.Sh.Fayziyev - Buxoro : “BUXORO DETERMINANTI” MCHJning Kamolot nashriyoti, 2024. - 176 b.

Taqrizchilar:

D.R.Djurayev – BuxDU «Fizika» kafedrası professori, fizika-matematika fanlari doktori.

M.Z.Sharipov – BuxMTI «Fizika» kafedrası professori, fizika-matematika fanlari doktori.

Ushbu o‘quv qo‘llanma Oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 4-martdagi “55” sonli buyrug‘iga asosan nashrga ruxsat berildi. Ro‘yxatga olish raqami 55-174

© “KAMOLOTT” nashriyoti
© Fayziyev Vohid Shavkatovich
© Jo‘rayev Husniddin Oltinboyevich
© Fayziyev Shaxobiddin Shavkatovich

MUNDARIJA

Kirish	5
Jismlarning zaryadlanishi. elektr zaryadlarining o‘zaro ta’siri. Kulon qonuni.	6
Elektr maydon. Elektr maydon kuchlaniligi. Nuqtaviy zaryadning elektr maydon kuchlanganligi. Maydonlarning superpozitsiya prinsipi.	15
Bir jinsli zaryadlangan cheksiz tekislikning elektr maydon kuchlanganligi. Ikkita har xil ishorali zaryadlangan cheksiz tekisliklarning elektr maydoni.	21
Elektr maydonida nuqtaviy zaryadlarni ko‘chirishda bajarilgan ish. Potensial. potentsiallari ayirmasi. Potensiallar ayirmasi va kuchlanganlik orasidagi bog‘lanish. nuqtaviy zaryadlarning o‘zaro ta’sir potensial energiyasi.	25
Elektr sig‘imi. Yakkalangan jismning elektr sig‘imi. Kondensatorlar, ularning turlari.	33
Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash. Kondensator energiyasi.	40
Elektr toki. Elektr tokining vujudga kelish shart-sharoitlari. Tokning ta’siri. Tok kuchi va tok zichligi.	51
Zanjirning bir qismi uchun om qonuni. Elektr o‘tkazuvchanlik. Elektr qarshilik.	55
O‘tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash. Metallar qarshiligining temperaturaga bog‘liqligi.	62
Elektr tokining ishi va quvvati. Joul-lens qonuni. Elektr zanjir.	72
Tok kuchi, kuchlanish va qarshiliklarni o‘lchash. Ampermetrga shunt ulash. Voltmetrda qo‘shimcha qarshilik ulash.	77
Elektr yurituvchi kuch (EYUK). Butun zanjir uchun om qonuni. Qisqa tutashuv toki.	82
Kirxgof qoidalari. Tarmoqlangan elektr zanjirlaridagi tok kuchi va uchlanishlarni hisoblash. Tok manbalarini ketma-ket va parallel ulash. Tok manbayining quvvati va foydali ish koeffitsiyenti.	86
Elektrolitlarda elektr toki. Elektroliz. Faradey qonunlari.	97
Gazlarda elektr toki, vakuumda elektr toki.	102
Yarimo‘tkazgichlarda elektr toki. Yarimo‘tkazgichlarda xususiy va aralashmali o‘tkazuvchanlik.	107

**To'g'ri tok, aylanma tok, solenoidni magnit maydon induksiyasi.
Magnit maydon uchun superpozitsiya prinsipi.**

Magnit maydonning tokli o'tkazgichga ta'siri. Amper kuchi. Parallel toklarning o'zaro ta'siri. Tokli o'tkazgichni magnit maydonda ko'chirishda bajarilgan ish.

Magnit maydonning zaryadlangan zarraga ta'siri. Lorens kuchi. Zaryadlangan zarrachalarning bir jinsli elektr va magnit maydonlaridagi harakati.

Magnit maydon oqimi. Elektromagnit induksiya hodisasi. Induksion tokning yo'nalishi lens qoidasi. Elektromagnit induksiya qonuni.

Harakatlanayotgan o'tkazgichlarda induksiya EYUK. O'zinduksiya. o'zaroinduksiya. Induktivlik. Magnit maydon energiyasi va energiya zichligi.

Mexanik tebranishlarni xarakterlovchi kattaliklar. Matematik va prujinali mayatniklar.

Mexanik to'lqinlar. Tovush to'lqinlari. To'qinlar interferensiyasi. To'lqinlarning qaytishi. To'lqin difraksiyasi.

Tebranish konturi. Konturda erkin elektromagnit tebranishlar. Tebranish konturida energiyaning o'zgarishi. Tebranish konturini chastotasi va davr.

O'zgaruvchan tok.

Adabiyotlar ro'yxati

Kirish

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 19 martdagi PQ-5032-son Qarorida "Bugungi kunda ta'lim muassasalarida fizika fanini o'qitish sifatini oshirish, ta'lim jarayoniga zamonaviy o'qitish uslublarini joriy qilish, iqtidorli o'quvchilarni saralash, mehnat bozoriga raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash, ilmiy tadqiqot va innovatsiyalarni rivojlantirish hamda amaliy natijadorlikka yo'naltirishga katta e'tibor qaratilayotganligi" ta'kidlangan.

Ilm-fan — har qanday davlatni rivojlanishga yetaklovchi asosiy kuch hisoblanadi. Davlatning rivojlanishini fan taraqqiyoti orqali baholash juda ham o'rinli, desak mubolag'a bo'lmaydi. Shu bois O'zbekiston uchun ilm-fan taraqqiyoti farovonlik va barqarorlik yo'lidagi muhim qadamlardan biridir. Konstitutsiyamizda davlat jamiyatning ilmiy va texnikaviy rivojlanishiga g'amxo'rlik qilishi bejiz qayd etilmagan. Tarixdan o'zbek jamiyatida ilmga hurmat va ehtirom an'ana sifatida saqlanib kelgan. Buyuk bobokalonimiz Imom Buxoriy aytganlaridek, *"dunyoda ilmdan boshqa najot yo'q va bo'lmagay"*.

Ushbu o'quv qo'llanma Akademik litseylarda fizikaning «Elektrodinamika» bo'limini nazariy asoslarini, Olit ta'lim muassasalarida 60530900-Fizika ta'lim yo'nalishi talabalari uchun fizikaning «Elektr» bo'limi asosiy tushunchalari, qonunlari va tamoyillarini o'rganish hamda masalalar ishlash ko'nikmasini shakllantirish maqsadida yaratilgan.

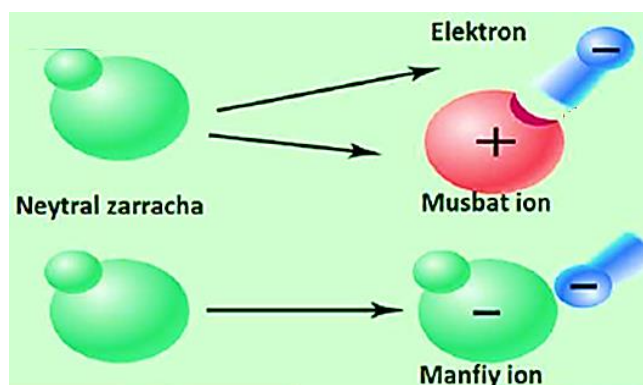
O'quv qo'llanma «Elektrodinamika» va «Elektr» fanlaridan nazariya bilan bog'liq holda masalalar yechish ko'nikmasini rivojlantirish, formulalarning mohiyatini tushunish va amalda qo'llay olish, doimiy kattaliklarning nazariy hamda tajribaviy kelib chiqishlarini o'rganish, mustaqil ishlash ko'nikmasini rivojlantirishni o'z oldiga maqsad qilgan.



Elektr hodisalari odamlarni tabiat mavjud bo‘lgandan buyon qiziqtirib keladi. Mo‘ynaga ishqalangan qahrabo tayoqchanning pat, qog‘oz, yengil buyum bo‘lakchasi va shunga o‘xshash yengil jismlarni o‘ziga tortishini miloddan avvalgi 640-550-yillarda yashagan yunon faylasufi Fales Miletskiy kuzatgan bo‘lib, bu hodisa mohiyati ochilmaganicha qolib ketdi va uzoq yillar davomida o‘rganilmadi.

XVI asrda ingliz olimi Gilbert Fales tajribalarini takrorladi va tajribalar asosida qahrabodan boshqa jismlar ham bir-biri bilan ishqalanganda yengil jismlarni o‘ziga tortishini aniqladi. Bunday hodisalar XVII asr boshlarida elektr deb ataldi. Elektr so‘zi grekcha “electron” so‘zidan olingan bo‘lib, “qahrabo” (ebonit) demakdir. Keyinchalik, ishqalanish natijasida yengil jismlarni o‘ziga tortadigan bo‘lib qolgan jismlarni elektrlangan jismlar yoki elektr zaryadi bilan zaryadlangan jismlar deb yuritiladigan bo‘ldi.

Atom musbat zaryadlangan yadro va manfiy zaryadli elektrondan tarkib topgan neytral sistema. Jismlar bir-biriga ishqalanganda elektronlarning bir qismi ikkinchi jismga o‘tishi mumkin (1-rasm). Elektron yo‘qotgan jism musbat, elektron qabul qilgan jism manfiy zaryadlangan jism deyiladi (2-rasm).



1-rasm. Atomdan elektron ajralib chiqishi.

Elektr zaryad: Elektrlanganlik darajasini tavsiflovchi fizik kattalik. Birligi Kulon

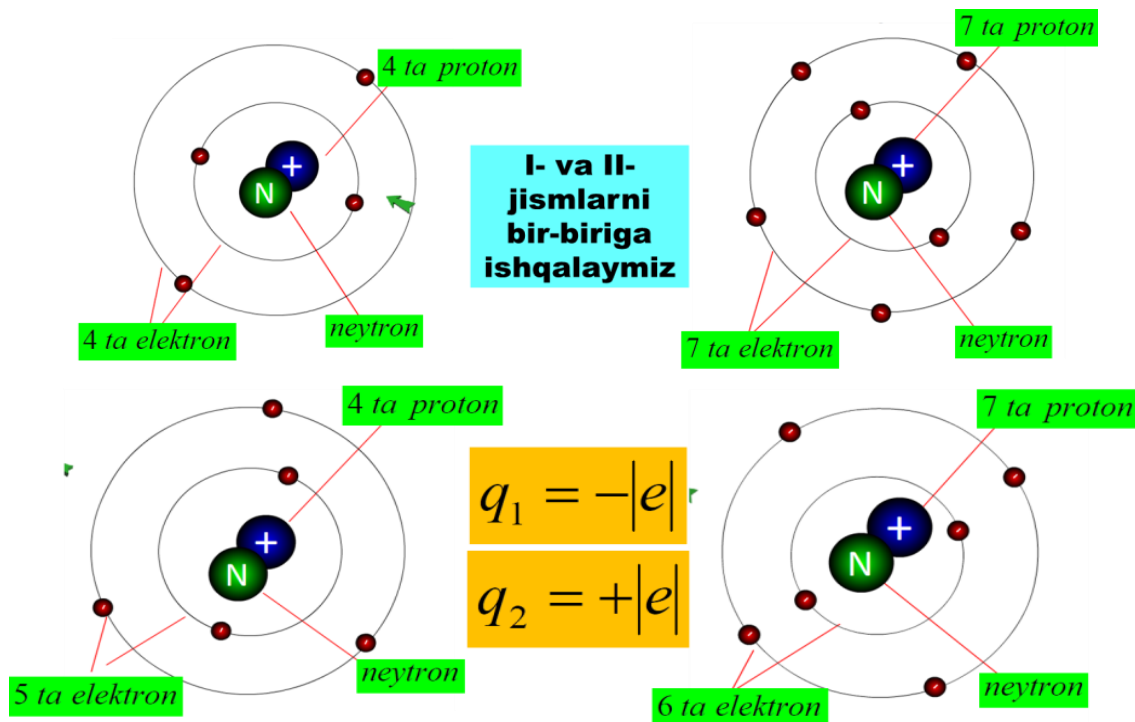
$$q = \pm N|e| \quad (1.1)$$

q -Elektr zaryad; N -Elektronlar soni; e -Elektron zaryadi; + ishora elektroni bersa; – ishora elektron qabul qilib olsa.

Elektron: Eng kichik zarracha bo‘lib, bitta elektronning zaryadi $e = -1,6 \cdot 10^{-19} C$, massasi $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$.

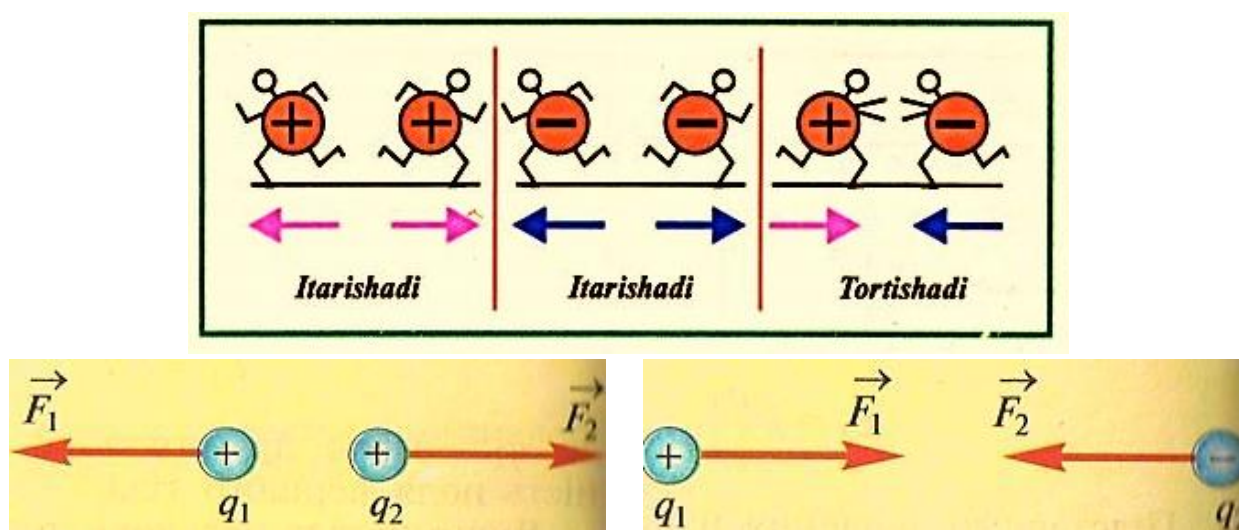
Elektr zaryadining saqlanish qonuni: Elektr zaryadlari o‘z-o‘zidan paydo bo‘lmaydi va yo‘qolmaydi, ular faqat bir jismdan boshqasiga uzatiladi berk sistema ichida elektr zaryadlarining algebraik yig‘indisi o‘zgarmas qoladi.

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_N = const \quad (1.2)$$



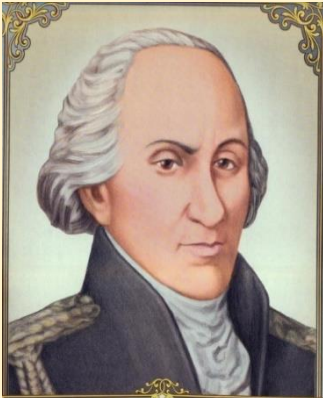
2-rasm. Atomlarning zaryadlanishi.

Elektr zaryadlarining o‘zaro ta’siri: Tajribalar tabiatda ikki tur elektr zaryadlari mavjud bo‘lib, bir xil ishorali elektr zaryadlari bilan zaryadlangan jismlar o‘zaro itarilishini, turli ishorali elektr zaryadlari bilan zaryadlangan jismlar esa o‘zaro tortilishini ko‘rsatadi (3-rasm).



3-rasm. Zaryadlarning o‘zaro ta’sirlashuvi.

Kulon qonuni: Ikkita nuqtaviy zaryadning o‘zaro ta’sir qonunini 1785-yilda fransuz fizigi Sh.Kulon tajribada aniqladi, shuning uchun bu qonun Kulon qonuni deb ataladi. Bu qonunni Kulon buralma tarozi yordamida o‘tkazgan o‘lchashlari asosida ochgan.

	<p>(fransuzcha: <i>Charles-Augustin de Coulomb</i>; 1736.14.6, Angulem-1806.23.8, Parij) fransuz fizigi va harbiy muhandisi. Fransiya Akademiyasi a’zosi (1781-yildan). Elektrostati ka asoschilaridan biri. Ilmiy ishlari elektr, magnetizm va texnik mexanikaga oid. O‘zi topgan buralish qonunlariga asosan kuch o‘lchash asbobi-buralma tarozini yasagan (1784). Bu tarozidan foydalanib, Kulon bir ishorali va har xil ishorali nuqtaviy elektr zaryadlarning o‘zaro ta’sirini batafsil tekshirgan. Bu tajribalari asosida elektrostatiikaning asosiy qonuni-Kulon qonunini kashf etgan (1785). O‘zining 1785-1789-yillarda e’lon qilgan ishlarida elektr zaryadlar hamisha o‘tkazgich sirtida joylashishini ko‘rsatgan. Magnit momenti, zaryadlarning qutblanishi va boshqa iboralarni fanga kiritgan.</p>
---	--

**Kulon Sharl
Ogyusten**

Kulon qonuni quyidagicha ta’riflanadi: Zaryadlar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi zaryadlar ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional.

Agar zaryadlar vakuumda joylashtirilgan bo‘lsa, ular orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{R^2} \quad (1.3)$$

Agar zaryadlar muhiddada joylashtirilgan bo‘lsa, ular orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon R^2} \quad (1.4)$$

bunda k-proporsionallik koeffitsiyenti $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ q_1, q_2 -nuqtaviy

zaryadlar, R-zaryadlar orasidagi masofa, ε_0 -elektr doimiysi $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$

ε -muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi. Ba’zi moddalarning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi quyidagicha: kerosin uchun $\varepsilon = 2$, toza suv uchun $\varepsilon = 81$, parafin uchun $\varepsilon = 2,2$, sluda uchun $\varepsilon = 6 \div 8$, shisha uchun $\varepsilon = 6 \div 10$, havo uchun $\varepsilon = 1,0006$, vakuum uchun $\varepsilon = 1$ bo‘ladi.

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Neytral metall jismga ingichka sterjen tekkizilishi natijasida jismdan $2 \cdot 10^{20}$ ta elektron olindi. Bunda jism qanday zaryadlangan?

Berilgan	Formula	Yechish
$F_N = F_k \rightarrow ma = Eq \Rightarrow$ $a = \frac{qE}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 \cdot 10^3}{9,1 \cdot 10^{-31}} =$ $= 1,76 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2$	$q = \pm N e $	Elektron olinsa jism musbat zaryadlanadi shuning uchun formulaga + ishora qo'yamiz $q = +2 \cdot 10^{20} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = +32C$ Javob: +32C

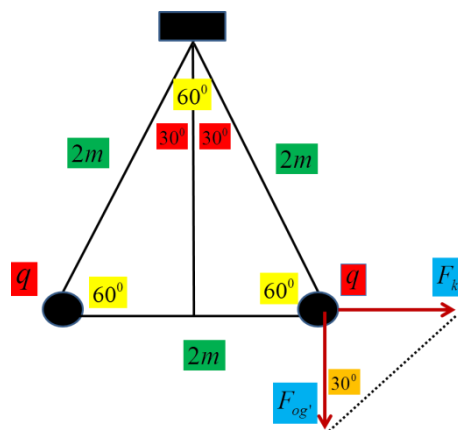
2. Jismning massasi 810 mg ortishi uchun unga tekkizish yo'li bilan qanday zaryad berishi lozim?

Berilgan	Formula	Yechish
$m = 810 \text{ mg} = 810 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $q = ?$	$q = \pm N e $	Jism zaryadlanganda massasi ortishi uchun unga elektron berishimiz kerak, dastlab nechta elektron olganini topamiz. $N = \frac{m}{m_e} = \frac{810 \cdot 10^{-6}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 8,9 \cdot 10^{26} \text{ ta}$ Endi jismning zaryadini topamiz. $q = -N e = -8,9 \cdot 10^{26} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = -142 \text{ MC}$ Javob: -142,4 MC

3. Zaryadlari $+2q$ va $-10q$ bo'lgan bir xil sferik sharchalar bir-biriga tekkazilib, yana avvalgi holatlariga joylashtirilsa, ularning orasidagi Kulon kuchining moduli qanday o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = +2q$ $q_2 = -10q$ $R = \text{const}$ $F_2/F_1 = ?$	$F = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{R^2}$	Sharlarning zaryadlari bir xil bo'lganligi uchun, zaryad sirt bo'ylab bir xil taqsimlanadi. Tekkazilgandan keying zaryadni topsak $q'_1 = q'_2 = \frac{+2q + (-10q)}{2} = -4q$ Sharlarni dastlabki va keyingi hollar uchun Kulon kuchini hisoblaymiz. $F_1 = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{R^2} = \frac{20kq^2}{R^2}; \quad F_2 = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{R^2} = \frac{16kq^2}{R^2}$ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{20kq^2}{16kq^2} = 1,25$ Javob: 1,25 marta kamayadi

4. Ikkita bir xil sharcha vakuumda uzunligi 2 m dan bo'lgan ingichka iplarga osib qo'yilgan. Sharchalar birday $5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ gacha zaryadlangan. Sharlarning o'zaro itarilishi natijasida iplar orasidagi burchak 60° ga teng bo'lgan bo'lsa, bitta sharning massasini toping (mg).



Berilgan	Formula	Yechish
$l = 2m$ $q_1 = q_2 = q = 5 \cdot 10^{-8} C$ $\alpha = 60^\circ$ $m = ?$	$F_k = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2}$ $F_{og'} = mg$	<p>Masala shartiga mos rasm chizamiz. Rasmdan ko'rinib turibdiki iplar orasidagi burchak 60° bo'lgani uchun, zaryadlar orasidagi masofa $R=2m$. Rasmda kuchlarning yo'nalishi ko'rsatilgan, shundan quyidagi tenglama kelib chiqadi.</p> $tg\alpha = \frac{F_k}{F_{og'}} = \frac{\frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2}}{mg} = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2 mg}$ <p>$m \approx 0,97mg$ Javob: 0,97 mg</p>

5. Zaryadlari $5 \mu C$ dan bo'lgan ikkita nuqtaviy zaryad biror masofada joylashgan. Birinchisidan ikkinchisiga nechta elektron o'tkazilsa, ularning orasidagi Kulon kuchi 2,5 marta kamayadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$q = q_1 = q_2 = 5\mu C = 5 \cdot 10^{-6} C$ $\frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{2,5}$ $N = ?$	$F_k = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2}$	$\begin{cases} F_2 = \frac{k(q_1 - Ne) \cdot (q_2 + Ne)}{R^2} \\ F_1 = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2} \end{cases}$ $\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{k(q_1 - Ne) \cdot (q_2 + Ne)}{R^2}}{\frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2}} = \frac{(q_1 - Ne) \cdot (q_2 + Ne)}{ q_1 \cdot q_2 }$ $\frac{F_2}{F_1} = \frac{q^2 - (Ne)^2}{q^2}$ <p>Javob: $N = 2,42 \cdot 10^{13} ta$</p>

6. Agar radiusi $R=10$ sm bo'lgan mis shardan o'tkazuvchanlik elektronlarining hammasini yo'qotishga erishilsa, shu shar qanday zaryad olgan bo'lardi (C)? Misning zichligi $8,9g/sm^3$, atom og'irligi 64 gr/mol. Elektronning zaryadi $-1,6 \cdot 10^{-19}C$, Avogadro soni $6 \cdot 10^{23} 1/mol$, Misning har bir atomiga bitta o'tkazuvchanlik elektroni to'g'ri keladi deb hisoblang.

Berilgan	Formula	Yechish
$R = 10sm = 0,1m$ $\rho = 8,9g/sm^3 = 8900kg/m^3$ $\mu = 64gr/mol = 0,064kg/mol$ $e = -1,6 \cdot 10^{-19}C$ $N_A = 6 \cdot 10^{23} 1/mol$ $q = ?$	$V = \frac{4}{3}\pi R^3$ (1) $m = \rho \cdot V$ (2) $v = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$ (3) $q = \pm N e $ (4)	<p>Masalani yechish uchun dastlab 1-formuladan foydalanib hajmni topamiz</p> $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = 4,18 \cdot 10^{-3}m^3$ <p>chiqqan natijani 2-formulaga qo'yib jism massasini topamiz</p> $m = \rho \cdot V = 41kg$ <p>Chiqqan natijani 3-formulaga etib qo'ysak atomlar soni kelib chiqadi.</p> $N = \frac{m \cdot N_A}{\mu} = 3,84 \cdot 10^{26} ta$ <p>Misning har bir atomiga bitta o'tkazuvchanlik elektroni to'g'ri keladi deb hisoblang degani uchun 4-formuladan jism zaryadini topamiz</p> $q = Ne = 6,15 \cdot 10^7 C$ <p>Javob: $6,15 \cdot 10^7 C$</p>

7. Ikkita bir xil suv tomchisida bittadan ortiqcha elektron bor, shu bilan birga tomchilarning elektr itarishish kuchi ularning o'zaro tortishish kuchini muzozanatlaydi. Tomchilar radiusini aniqlang (m).

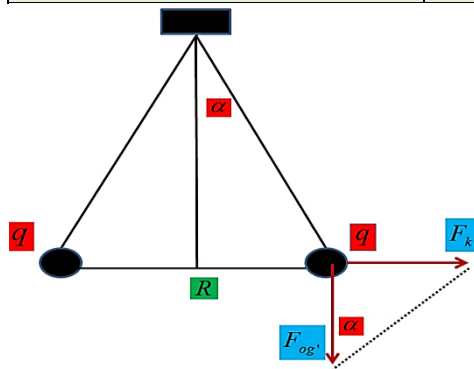
Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = q_2 = +e$ $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$ $\rho = 1000 kg/m^3$ $q - ?$	$F_{Ku} = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2} \quad (1)$ $F_{Bu} = \frac{Gm_1 \cdot m_1}{R^2} \quad (2)$ $m = \rho \cdot V \quad (3)$ $V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad (4)$	Masalada kuchlar teng degani uchun 1-va 2-formulalarni tenglashtirib massani topamiz $\frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2} = \frac{Gm_1 \cdot m_2}{R^2}; m = 1,86 \cdot 10^{-9} kg$ chiqqan natijani 2-formulaga keltirib qo'ysak jism hajmi kelib chiqadi. $V = \frac{m}{\rho} = 1,86 \cdot 10^{-12} m^3$ 4-formuladan tomchining radiusini topamiz. $V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rightarrow R = 7,6 \cdot 10^{-5} m$ Javob: $7,6 \cdot 10^{-5} m$

8. Ikkita nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofa L ga teng. Ular 50 sm ga uzoqlashti rilganda, ta'sir kuchi 4 marta kamadi. L masofani toping (m).

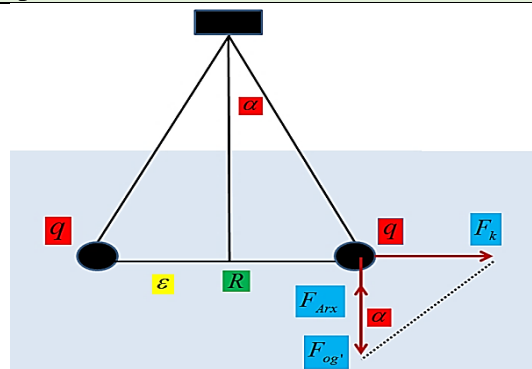
Berilgan	Formula	Yechish
$R_1 = L$ $R_2 = L + 50sm$ $\frac{F_1}{F_2} = 4$ $L - ?$	$F_k = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2}$	$F_1 = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R_1^2}; F_2 = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R_2^2}; \frac{F_1}{F_2} = 4$ $\frac{k q_1 \cdot q_2 }{R_1^2} \rightarrow \frac{R_2^2}{R_1^2} = 4; \frac{(L + 50)^2}{L^2} = 4$ $L = 50sm = 0,5m$ Javob: $0,5 m$

9. Uzunliklari teng bo'lgan iplarga osilgan bir xil zaryadlangan ikkita sharcha kerosinga tushiriladi. Iplarning ochilish burchagi havoda ham, kerosinda ham bir xil bo'lishi uchun sharchalar materialining zichligi qanday bo'lishi lozim(g/sm^3)? Kerosinning zichligi $0,8 g/sm^3$, nisbiy dielektrik singdiruvchanligi $\epsilon=2$.

Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = q_2 = q$ $\rho_{ke} = 0,8 g/sm^3 = 8000 kg/m^3$ $\epsilon = 2$ $\rho_j - ?$	$F_{Ku} = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{\epsilon R^2}$ $F_{Og'} = mg$ $F_A = \rho_{ke} g V_j$ $m = \rho_j V_j$	Sharlarning havodagi (1-rasm) va Kerosindagi (2-rasm) vaziyatlarini chizib kuchlarni yo'nalishini joylashtiramiz. 1-rasm va 2-rasm uchun tga larni topib ularni tenglashtirib jism zichligini topamiz.



1-rasm.



2-rasm.

$$tg\alpha = \frac{F'_k}{mg} = \frac{k|q_1| \cdot |q_2|}{R^2 mg} \text{ havoda};$$

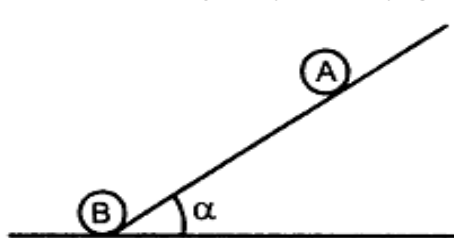
$$tg\alpha = \frac{F''_k}{mg - F_{Arx}} = \frac{k|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon R^2 (mg - F_{Arx})} \text{ ker o sin d a}$$

$$\frac{k|q_1| \cdot |q_2|}{R^2 mg} = \frac{k|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon R^2 (mg - F_{Arx})} \Rightarrow mg = \epsilon (mg - F_{Arx})$$

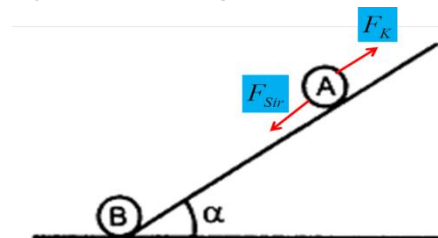
$$\rho_j V_j g = \epsilon (\rho_j V_j g - \rho_k V_j g) \Rightarrow \rho_j = 1600 \text{ kg/m}^3 = 1,6 \text{ gr/sm}^3$$

Javob: 1,6 gr/sm³

10. Qiya tekislikning pastiga B sharcha mahkamlab qo'yilgan. A sharcha undan 30 sm masofada muvozanatda turibdi. Agar har ikkala sharchaning zaryadi teng bo'lsa, ularning zaryadlari yig'indisini toping. ($m_a=0,5 \text{ kg}$, $\alpha=30^\circ$)(1-rasm)



1-rasm.



2-rasm.

Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = q_2 = q$ $m_a = 0,5 \text{ kg}$ $R = 30 \text{ sm} = 0,3 \text{ m}$ $\alpha = 30^\circ$ $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $2q = ?$	$F_{Ku} = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{\epsilon R^2}$ $F_{Sir} = mg \sin \alpha$	<p>1-rasmdagi chizmaga Kulon kuchi va sirpantiruvchi kuchni yo'nalishlarini chizib chiqamiz (2-rasm). Masala shartiga A sharcha muvozanatda deyilganligi uchun kuchlarni tenglashtiramiz.</p> $F_K = F_{Sir} \rightarrow \frac{kq^2}{R^2} = mg \sin \alpha$ $q = \sqrt{\frac{mg \sin \alpha R^2}{k}} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 5 \mu\text{C}$ <p>Shartida zaryadlar yig'indisini toping deyilganligi 2q ni topamiz</p> <p style="text-align: right;">Javob: 10 μC</p>

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Ikkita nuqtaviy zaryad 8 mN kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi. Agar zaryadlar orasidagi masofani o'zgartirmay, har bir zaryadning miqdori 2 marta orttirilsa, ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchi (mN da) qanday bo'ladi? (**Javob: 32**)

2. Zaryadlardan biri 4 marta orttirilganda o'zaro ta'sir kuchi avvalgidek qolishi uchun nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofani necha marta oshirish kerak?

(Javob: 2)

3. Ikki nuqtaviy zaryad vakuumda bir-biridan 0,03 m masofada joylashgan. Agar ularni suyuq dielektrik ichiga joylashtirib, oralaridagi masofa 3 sm ga oshirilsa, zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi 8 marta kamayadi. Dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini toping. (**Javob: 2**)

4. Ikkita nuqtaviy zaryad dielektrik ichida 5 sm masofada qanday kuch bilan ta'sirlashsa, vakuumda 10 sm masofada shunday kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi. Dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini aniqlang. (**Javob: 4**)

5. Ikkita nuqtaviy zaryad vakuumda 5 sm masofada 120 mkN kuch bilan, suyuq dielektrikda esa 10 sm masofada 15 mkN kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi. Dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini toping. (**Javob: 2**)

6. Ikkita bir xildagi kichkina metall sharcha bir-biridan 1 m masofada joylashgan. Bir sharchaning zaryadi boshqasining zaryadidan 4 marta katta. Sharchalar bir-biriga tekkizilib, qandaydir masofaga ajratib qo'yildi. Agar sharchalarning o'zaro ta'sir kuchi avvalgiday qolgan bo'lsa, shu masofani (sm da) toping. (**Javob: 125**)

7. O'lcham bo'yicha bir xil bo'lgan ikki metall sharcha 7 mkC va -3 mkC zaryadga ega. Sharchalar bir-biriga tekkizilib qandaydir masofaga ajratib qo'yilganda, ularning ta'sirlashish kuchi 40 N ga teng bo'lib qoldi. Shu masofani (sm da) aniqlang. Kulon qonunidagi koeffitsiyent - $k = 9 \cdot 10^9$ m/F. (**Javob: 3**)

8. Ikkita bir xil, 50 nC va 10 nC zaryadlarga ega bo'lgan, o'tkazuvchan sharchalar bir-biridan qandaydir masofada joylashgan. Ular bir-biriga tekkiziladi va avvalgi masofaga ajratib qo'yiladi. Natijada o'zaro ta'sir kuchi necha foizga ortadi? (**Javob: 80**)

9. 90 g massali sharcha zaryad o'tkazmaydigan ipga osilgan va 10 nC zaryadga ega. Sharchaning ostida undan 10 sm masofada boshqa ishorali nuqtaviy zaryad joylashtirilgach, ipning tarangligi ikki marta ortdi. Shu zaryadning miqdorini (nC da) toping. $k = 9 \cdot 10^9$ m/F, $g = 10$ m/s². (**Javob: 100**)

10. Ikkita bir xil sharcha bir nuqtada mahkamlangan bir xil uzunlikdagi o'tkazmas iplarga osilgan. Sharchalar bir nomli zaryadlar bilan zaryadlangan va bir-birini itarib, qandaydir burchakka ajralishdi. Agar sharchalar zichligi 800 kg/m³ va dielektrik singdiruvchanligi 9 bo'lgan suyuqlikka tushirilganda, iplar orasidagi burchak o'zgarmasa, sharchalar materialining zichligini toping. (**Javob: 900**)

11. O'lchami va massasi bir xil bo'lgan, bir xil zaryadlangan bir nechta sharcha bitta nuqtada mahkamlangan, uzunliklari teng bo'lgan iplarga osilgan. Sharchalar suyuq dielektrikka tushirilganda, iplarning vertikalidan og'ishi havoda ham, dielektrikda ham bir xil bo'lishi qayd etildi. Agar dielektrikning zichligi sharchalar materialining zichligidan 1,25 marta kichik bo'lsa, dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini toping. (**Javob: 5**)

12. Har birining massasi 80 g dan bo'lgan ikkita bir xildagi kichkina sharcha 30 sm uzunlikdagi iplar orqali bir nuqtaga osib qo'yilgan. Iplar o'zaro to'g'ri burchak hosil qilishi uchun har bir sharchaga qanday zaryad (mkC da) berish kerak? $k = 9 \cdot 10^9$ m/F $g = 10$ m/s². (**Javob: 4**)

13. Har birining massasi 6 g dan bo'lgan ikkita bir xildagi kichkina sharcha

13 sm uzunlikdagi iplar orqali bir nuqtaga osib qo‘yidgan Sharchalar bir-biridan 24 sm masofaga uzoqlashishi uchun ularning har biriga qanday zaryad (nC da) berish kerak? $k = 9 \cdot 10^9$ m/F. (**Javob: 960**)

14. 5 nC nuqtaviy zaryad atrofida manfiy zaryadlangan kichik sharcha 5 rad/s burchak tezlik bilan 3 sm radiusli aylana bo‘ylab aylanmoqda. Sharcha zaryadining massasiga nisbatini (mkC/kg da) toping. $k = 9 \cdot 10^9$ m/F. Og‘irlik kuchini hisobga olmang. (**Javob: 15**)

15. O‘tkazmas ipga osilgan zaryadlangan kichik sharcha gorizontal tekislikda 3 rad/s burchak tezlik bilan aylanmoqda. Bunda u chizadigan aylana markazida sharcha zaryadiga teng bo‘lgan zaryad joylashgan. Agar aylanayotgan sharcha qarama-qarshi ishorali zaryad bilan (lekin xuddi shunday absolyut miqdordagi) zaryadlansa, unda xuddi oldingi aylanish radiusida burchak tezlik 4 rad/s bo‘ladi. Sharcha osilgan nuqtadan uning aylanish tekisligigacha bo‘lgan masofani (sm da) toping. $g = 10$ m/s². (**Javob: 80**)

16. Ikkita bir xil musbat zaryad bir-biridan qandaydir masofada turibdi. Agar zaryadlarni tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq o‘rtasida xuddi shunday ishorali, lekin zaryad miqdori bo‘yicha ikki baravar katta bo‘lgan uchinchi zaryad joylashtirilsa, zaryadlarning biriga ta’sir etadigan kuch necha marta ortadi? (**Javob: 9**)

17. Har biri 8 nC dan bo‘lgan ikkita nuqtaviy zaryad 3 sm masofada joylashgan. Ularning har biridan 3 sm masofada joylashgan 1 nC nuqtaviy zaryadga ular qanday kuch (mN da) bilan ta’sir etadi? $k = 9 \cdot 10^9$ m/F, $\sqrt{3} = 1,7$. (**Javob: 136**)

18. Har biri 10 nC dan bo‘lgan to‘rtta bir xil nuqtaviy zaryadlar 3 sm tomonli kvadratning uchlarida joylashgan. Uchta zaryad tomonidan to‘rtinchi zaryadga ta’sir qiladigan kuchni (mN da) toping. $k = 9 \cdot 10^9$ m/F, $\sqrt{2} = 1,4$. (**Javob: 190**)



Har bir zaryadlangan jism atrofida elektr maydon hosil bo‘lib, zaryadlangan jismlar ana shu elektr maydon orqali o‘zaro ta’sirlashadi. Demak, elektr maydonning eng asosiy xususiyati-uning elektr zaryadiga ma’lum kuch bilan ta’sir etish qobiliyatidir. Agar elektr maydon vaqt o‘tishi bilan o‘zgarmasa, uni elektrostatik maydon deb ataladi.

Zaryadlangan jismning elektr maydoni cheksizlikkacha davom etadi. Ammo elektr kuchlari masofa ortishi bilan tez kamayadi, shuning uchun zaryadlangan jism elektr maydonining ta’sirini amalda shu zaryaddan uncha uzoq bo‘lmagan masofalardagina payqash mumkin.

Elektr maydon elektr maydon kuchlanganligi va elektr maydon potentsiali deb nomlanadigan fizik kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Elektr maydon kuchlanganligi deb: Maydonning shu nuqtasiga kiritilgan birlik musbat zaryadga ta’sir etuvchi kuchga teng bo‘lgan fizik kattalikka aytiladi.

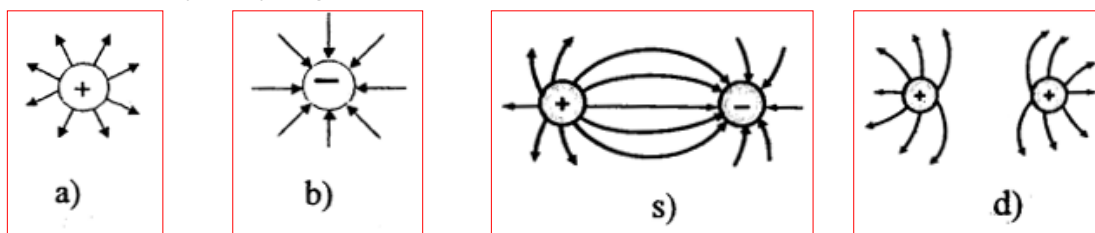
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (2.1)$$

F-Kulon kuchi bo‘lib, uning o‘rniga formulasini keltirib qo‘ysak, nuqtaviy zaryadning elektr maydon kuchlanganlik formulasi kelib chiqadi.

$$\vec{E} = k \frac{q}{\epsilon R^2} \quad (2.2)$$

\vec{E} -Elektr maydon kuchlanganligi, birligi $[\vec{E}] = \frac{N}{C} = \frac{V}{m}$

Elektr maydon kuchlanganligining yo‘nalishi: Musbat zaryaddan chiquvchi, manfiy zaryadga kiruvchi (a,b,s,d-rasmlar).



Elektr maydon superpozitsiya prinsipi: Agar maydon ko‘p zaryadlar tomonidan hosil qilingan. Maydonning istalgan nuqtasidagi kuchlanganligi. O‘sha nuqtada har bir zaryadning alohida hosil qilgan kuchlanganliklari ning geometrik yig‘indisiga teng bo‘ladi.

$$\vec{E}_N = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots \quad (2.3)$$

$$E_N = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalar

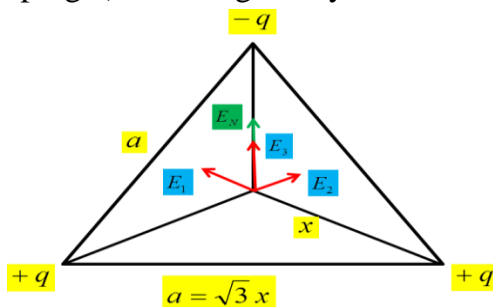
1. Nuqtaviy zaryaddan 20 sm masofada elektr maydon kuchlanganligi 100 V/m bo'lsa, shu zaryaddan 40 sm masofadagi kuchlanganlikni toping.

Berilgan	Formula	Yechish
$R_1 = 20\text{sm} = 0,2\text{m}$ $E_1 = 100\text{V/m}$ $R_2 = 40\text{sm} = 0,4\text{m}$ $q = \text{const}$ $E_2 = ?$	$E = k \frac{q}{R^2}$	Qo'zga'lmas nuqtaviy zaryadni ikki nuqtadagi, elektr maydon kuchlanganlik formulasini ikki marta yozib nisbat olamiz. $\begin{cases} E_1 = k \frac{q}{R_1^2} \\ E_2 = k \frac{q}{R_2^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \Rightarrow E_2 = \frac{E_1 R_1^2}{R_2^2} = \frac{100 \cdot 0,2^2}{0,4^2} = 25\text{V/m}$ <p style="text-align: right;">Javob: 25 V/m</p>

2. Maydonning biror nuqtasidagi 15 nC zaryadga 3 mN kuch ta'sir etmoqda. Shu nuqtada gi maydon kuchlanganligini toping (kV/m).

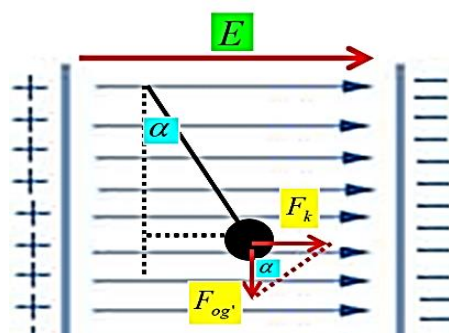
Berilgan	Formula	Yechish
$q = 15\text{nC} = 15 \cdot 10^{-9}\text{C}$ $F = 3\text{mN} = 3 \cdot 10^{-3}\text{N}$ $E = ?$	$E = k \frac{q}{R^2}$	$E = \frac{F}{q} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{15 \cdot 10^{-9}} = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}} = 200\text{k} \frac{\text{V}}{\text{m}}$ <p style="text-align: right;">Javob: 200 kV/m</p>

3. Tomoni $2\sqrt{3}$ m bo'lgan uchburchakning uchlariga modullari $4 \mu\text{C}$ dan bo'lgan zaryadlar joylashtirilgan va ularning bittasi manfiy. Uchburchakning markazidagi elektr maydon kuchlanganligini toping. (muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi 2 ga teng)



Berilgan	Formula	Yechish
$a = 2\sqrt{3}\text{m}$ $q = 4\mu\text{C} = 4 \cdot 10^{-6}\text{C}$ $\epsilon = 2$ $E = ?$	$E = k \frac{q}{\epsilon R^2}$	Dastlab uchburchak uchidan uning markazigacha bo'lgan masofani ya'ni uchburchakka tashqi chizilgan aylana radiusini topamiz $x = a/\sqrt{3} = 2\text{m}$. Keyin esa har bir zaryadning markazdagi elektr maydon kuchlanganligini topamiz $E_1 = E_2 = E_3 = \frac{kq}{\epsilon \cdot x^2} = 4500\text{V/m}$ E_1 va E_2 kuchlanganlikni natijaviysini topamiz $E_{12} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos 120} = 4500\text{V/m}$ yo'nalishi esa E_3 bilan ustma-ust tushgani uchun natijaviy kuchlanganlik $E_N = E_{12} + E_3 = 9000\text{V/m}$ <p style="text-align: right;">Javob: 9000 V/m</p>

4. Ipga $4 \mu\text{C}$ gacha zaryadlangan 2 gr massali sharcha osib qo'yilgan va ip vertikal holatda turibdi. Gorizontal yo'nalishga ega bo'lgan bir jinsli elektr maydoni hosil qilingancha, ip 37° ga og'di. Maydon kuchlanganligini toping. ($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$)

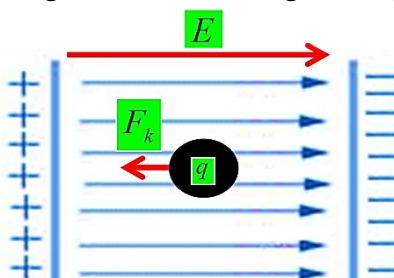


Berilgan	Formula	Yechish
$q = 4 \mu\text{C} = 4 \cdot 10^{-6} \text{C}$ $m = 2 \text{g} = 2 \cdot 10^{-3} \text{kg}$ $\alpha = 37^\circ$ $E = ?$	$F_k = Eq$ $F_{og'} = mg$	Masala uchun kerakli chizmani chizib unga kuchlarni yo'nalishini joylashtirib chiqamiz. Chizmadan foydalanib quyidagi hisoblashlarni olib boramiz. $1) \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,6}{0,8} = \frac{3}{4}$; $2) \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_k}{F_{og'}} = \frac{Eq}{mg} = \frac{3}{4}$; $E = \frac{3mg}{4q} = 3750 \text{V/m}$
		Javob: 3750 V/m

5. Agar $1,5 \cdot 10^5 \text{ V/m}$ kuchlanganlikka ega bo'lgan elektr maydonda chang zarrasiga $2,4 \cdot 10^{-10} \text{ N}$ kuch ta'sir qilsa, unda nechta ortiqcha elektron bor?
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Berilgan	Formula	Yechish
$E = 1,5 \cdot 10^5 \text{V/m}$ $F = 2,4 \cdot 10^{-10} \text{N}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ $N = ?$	$E = \frac{F}{q}$ $q = Ne$	$E = \frac{F}{q}; \Rightarrow q = \frac{F}{E} = \frac{2,4 \cdot 10^{-10}}{1,5 \cdot 10^5} = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{C}$ $q = Ne; \Rightarrow N = \frac{q}{e} = \frac{1,6 \cdot 10^{-15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 10^4 \text{ta}$
		Javob: 10^4 ta

6. Elektron kuchlanganligi 10 kV/m bo'lgan maydonda qanday tezlanish bilan harakatlanadi (m/s^2).

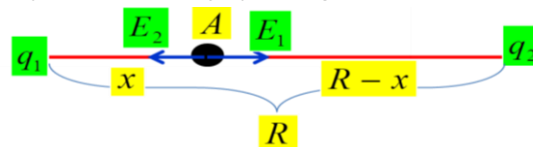


Berilgan	Formula	Yechish
$E = 10 \text{kV/m} = 10 \cdot 10^3 \text{V/m}$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ $a = ?$	$E = \frac{F_k}{q}$ $F_k = Eq$ $F_N = ma$	Masala shartiga mos chizma chizamiz. Chizmaga zarrachaga ta'sir qilayotga Kulon kuchini yo'nalishini qo'yamiz. Zarrachaga ta'sir qiluvchi natijaviy kuch faqat Kulon kuchi bo'lgani uchun natijaviy kuchni Kulon kuchiga tenglashtiramiz. $F_N = F_k \rightarrow ma = Eq$ $a = \frac{qE}{m} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 \cdot 10^3}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,76 \cdot 10^{15} \text{m/s}^2$
		Javob: $1,76 \cdot 10^{15}$

7. Vertikal pastga yo'nalgan, kuchlanganligi 1 kV/m bo'lgan bir jinsli elektr maydonda zaryadi $+1 \text{ nC}$ va massasi $0,1 \text{ mg}$ bo'lgan chang zarrasi harakatlanmoqda. Zarraning tezlanishi qanday (m/s^2)?

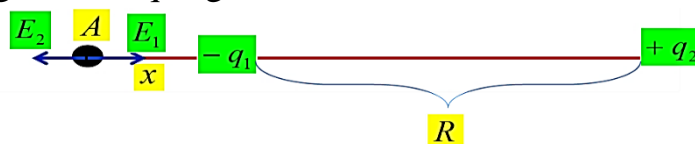
Berilgan	Formula	Yechish
$E = 1kV/m = 10^3V/m$ $m = 0,1mg = 0,1 \cdot 10^{-6}kg$ $q = +1nC = 1 \cdot 10^{-9}C$ $a = ?$	$F_K = Eq$ $F_{og'}$ $= mg$ $F_N = ma$	Masala shartiga mos chizma chizamiz va zaryadga ta'sir qiluvchi kuchlarni yo'nalishini qo'yib chiqamiz. Zaryad musbat bo'lganligi uchun Kulon kuchi pastga yo'nalgan, og'irlik kuchi doimo pastga. Natijaviy kuch bu kuchlar yig'indisiga teng bo'ladi. $F_N = F_{og'} + F_k; ma = mg + Eq$ $a = \frac{mg + Eq}{m} = 20m/s^2$ Javob:20

8. 16 va 36 nC zaryadlar bir-biridan 4 sm masofada joylashgan. Shu zaryadlarni tutashtiruvchi kesmada maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqta birinchi zaryaddan qanday masofada joylashgan?



Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = 16nC = 16 \cdot 10^{-9}C$ $q_2 = 36nC = 36 \cdot 10^{-9}C$ $R = 4sm = 0,04m$ $x = ?$	$E = k \frac{q}{R^2}$	Masala shartiga mos chizma chizib har-bir zaryadning, natijaviy chunlanganligi nolga teng bo'ladigan A nuqtadagi yo'nalishlarini chizib chiqamiz va ularni tenglashtiramiz. $E_N = E_1 - E_2 = 0 \rightarrow E_1 = E_2$ $\frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(R-x)^2} \rightarrow x = 0,016m = 1,6sm$ Javob:1,6 sm

9. -16 va +36 nC zaryadlar bir-biridan 4 sm masofada joylashgan. Maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqtaning ikkinchi zaryaddan qanday (sm) masofada joylashganini aniqlang.



Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = -16nC = -16 \cdot 10^{-9}C$ $q_2 = 36nC = 36 \cdot 10^{-9}C$ $R = 4sm = 0,04m$ $x = ?$	$E = k \frac{q}{R^2}$	Masala shartiga mos chizma chizib har-bir zaryadning, natijaviy chunlanganligi nolga teng bo'ladigan A nuqtadagi yo'nalishlarini chizib chiqamiz va ularni tenglashtiramiz. Maydon kuchlanganligi zaryadlar orasida nolga teng bo'lmaydi, zaryad moduli kichik tomonga bo'ladi $E_N = E_1 - E_2 = 0 \rightarrow E_1 = E_2$ $\frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(R-x)^2}$ $x = 0,016m = 1,6sm$ Javob:1,6 sm

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Zaryadlangan zarracha vakuumning qandaydir nuqtasida 60 V/m kuchlanganlik hosil qiladi. Agar butun sistema dielektrik singdiruvchanligi 2 bo'lgan kerosin ichiga joylashtirilsa, shu nuqtaga o'rnatilgan 5 nC zaryadga qanday kuch (nN da) ta'sir qiladi? (**Javob: 150**)

2. Kuchlanganlik vektori vertikal yuqoriga yo'nalgan bir jinsli elektr maydonda massasi 0,03 mkg bo'lgan 3 pC zaryadli chang zarrachasi muvozanat holatida turibdi. Maydon kuchlanganligini aniqlang. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 100**)

3. Miqdori 20 kV/m bo'lgan kuchlanganlik vektori vertikal pastga yo'nalgan bir jinsli elektr maydonda 0,1 kg massali va 0,2 mC zaryadli sharcha ipak ipga osilgan. Ipning taranglik kuchini toping. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 5**)

4. Agar ipga osilgan 0,1 kg massadagi 10 mkC zaryadli sharcha 200 kV/m kuchlanganlikka ega bo'lgan bir jinsli elektr maydonda joylashtirilsa, ipning taranglik kuchi necha marta ortadi? Kuchlanganlik vektori vertikal pastga yo'nalgan. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 3**)

5. Massasi 4,5 g bo'lgan 0,1 mkC zaryadli sharcha 800 kg/m^3 zichlikdagi moy ichiga joylashtirilgan. Sharcha materialining zichligi 1500 kg/m^3 . Sharcha joylashtiriladigan elektr maydonning kuchlanganligi qanday (kV/m da) bo'lganda, u muvozanatda bo'lishini aniqlang. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 210**)

6. Ipak ipga osilgan kichik sharcha 49 nC zaryadga ega. 100 kV/m kuchlanganlikli gorizontaal elektr maydonda ip tangensi 0,125 bo'lgan burchakka og'di. Sharchaning massasini (g da) toping. $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 4**)

7. Kuchlanganligi 1000 V/m bo'lgan bir jinsli elektr maydon ta'siri ostida massasi 0,1 g bo'lgan 4 mkC zaryadli zarracha erishadigan tezlanishning miqdorini toping. Og'irlik kuchini hisobga olmang. (**Javob: 40**)

8. Kuchlanganligi 20 kV/m bo'lgan bir jinsli elektr maydonida massasi 0,01 kg bo'lgan 1 mkC zaryadli sharcha qanday tezlanish bilan tushishini aniqlang. Kuchlanganlik vektori vertikal yuqoriga yo'nalgan. Ishqalanishni hisobga olmang. (**Javob: 8**)

9. Jismga 70 nC zaryad berilganda u yer sirti yaqinida tushishning 10 sekundi ichida zaryadsiz bo'lgan paytidagidan 5 sm ga ko'proq yo'lni bosib o'tdi. Agar elektr maydon kuchlanganligi 100 V/m bo'lsa, jismning massasi (g da) qanchaga teng? (**Javob: 7**)

10. 1 mg massali chang zarrachasi havoda 0,2 m/s o'zgarmas tezlik bilan tushadi. Agar zarracha kuchlanganligi 10 kV/m bo'lgan elektr maydonda joylashtirilib, unga 1,2 nC zaryad berilsa, u qanday barqaror tezlik (sm/s da) bilan ko'tariladi? Havoning qarshilik kuchi tezlikka to'g'ri proporsional. $g = 10 \text{ m/s}^2$.

(**Javob: 4**)

11. 5 mg massali zaryadlanmagan chang zarrachasi havoda 15 sm/s o'zgarimas tezlik bilan tushadi. Agar zarracha kuchlanganligi 3 kV/m bo'lgan gorizonta elektr maydonda joylashtirilib, unga 40 nC zaryad berilsa, u qanday barqaror tezlik (sm/s da) bilan harakatlanadi? Havoning qarshilik kuchi tezlikka to'g'ri proporsional. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (*Javob: 39*)

12. 100 km/s tezlik bilan harakatlanayotgan proton kuchlanganligi 50 V/m bo'lgan elektr maydonga maydon kuch chiziqlari yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda uchib kiradi. Necha mikrosekunddan so'ng protonning tezligi nolga teng bo'ladi? Proton zaryadining massasiga nisbati 10^8 C/kg . (*Javob: 20*)

13. Bir jinsli elektr maydonning kuchlanganlik chiziqlari bo'ylab elektron sekinlanuvchan harakatlanmoqda. Qandaydir momentda elektron 1,8 Mm/s tezlikka ega. Agar 0,1 mks dan keyin elektronning tezligi ikki baravar kamaygan bo'lsa, maydon kuchlanganligi qanday? Elektronning solishtirma zaryadi $1,8 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$ ga teng deb qabul qiling. (*Javob: 50*)

14. 0,01 mg massali, 10 nC zaryadli kichik sharcha gorizonta yo'nalgan bir jinsli elektr maydonda joylashgan. Sharcha harakatlana boshlaydi va 4 s dan so'ng 50 m/s tezlikka erishadi. Elektr maydon kuchlanganligini (mV/m da) toping. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (*Javob: 7500*)

15. Nuqtaviy zaryad vakuumning qandaydir nuqtasida 600 V/m kuchlanganlikdagi maydonni yuzaga keltiradi. Agar zaryad 5 marta ortib, uning atrofidagi bo'shliq dielektrik singdiruvchanligi 2 bo'lgan kerosin bilan to'ldirilsa, shu nuqtada maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi? (*Javob: 1500*)

16. Zaryad tomonidan hosil qilinayotgan maydon kuchlanganligi 10 sm masofada 800 V/m ga teng. Zaryaddan 20 sm masofada bo'lgan nuqtaning maydon kuchlanganligini toping. (*Javob: 200*)

17. 4 nC miqdordagi, turli ishorali ikkita bir xil nuqtaviy zaryad bir-biridan 60 sm masofada joylashgan. Zaryadlarni tutashtiruvchi kesmaning o'rtasida joylashgan nuqtaning maydon kuchlanganligini toping. $k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (*J: 800*)

18. Ikki musbat nuqtaviy zaryad orasidagi masofa 8 sm. Zaryadlarni birlashtiruvchi to'g'ri chiziqda, birinchi zaryaddan 6 sm masofada maydon kuchlanganligi nolga teng. Birinchi zaryad miqdorining ikkinchi zaryad miqdoriga nisbatini toping. (*Javob: 9*)

19. Agar 2 nC va -4 nC nuqtaviy zaryadlarni birlashtiruvchi kesmaning o'rtasida yotuvchi nuqtada faqat birinchi zaryad hosil qiladigan maydon kuchlanganligi 2 V/m ga teng bo'lsa, shu nuqtada ikkala zaryad hosil qiladigan maydon kuchlanganligining miqdorini toping. (*Javob: 6*)

3-MAVZU



BIR JINSLI ZARYADLANGAN CHEKSIZ TEKISLIKNING ELEKTR MAYDON KUCHLANGANLIGI. IKKITA HAR XIL ISHORALI ZARYADLANGAN CHEKSIZ TEKISLIKLARNING ELEKTR MAYDONI.

Bir jinsli zaryadlangan shar va sferaning elektr maydoni.

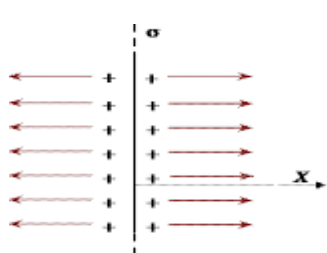
Agar biror S sirt bo'ylab q zaryad miqdori tekis taqsimlangan bo'lsa, shu sirtning birlik yuzasiga to'g'ri keladigan zaryad miqdori bilan o'lchanadigan kattalik zaryadlarning sirt zichligi deb ataladi va σ (sigma) harfi bilan belgilanadi. Demak, zaryadlarning sirt zichligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma = \frac{q}{S} \quad (3.1)$$

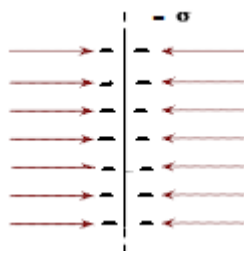
Tekis zaryadlangan cheksiz tekislikning maydon kuchlanganligi (1-2-rasm).

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad (3.2)$$

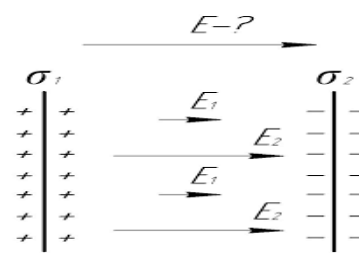
σ - Zaryadining sirt zichligi.



1-rasm.



2-rasm.

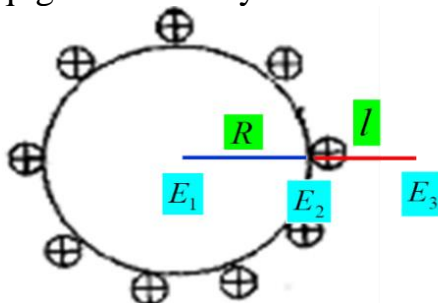


3-rasm.

Qarama-qarshi zaryadlangan ikkita cheksiz paralel tekislik orasidagi maydon kuchlanganligi (3-rasm).

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad (3.3)$$

Tekis zaryadlangan shar hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligi (4-rasm).



4-rasm.

Shar(sfera) ichida elektr maydon kuchlanganligi: $E_1 = 0$

Shar(sfera) sirtida elektr maydon kuchlanganligi: $E_2 = k \frac{q}{R^2}$

Shar(sfera) sirtidan l masofada elektr maydon kuchlanganligi: $E_3 = k \frac{q}{(R+l)^2}$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Radiusi 10 sm bo'lgan metall sharga 20 nC zaryad berildi. Shar markazidan 3 sm masofadagi maydon kuchlanganligini toping (kV/m).

Berilgan	Formula	Yechish
$q = 20\text{nC} = 20 \cdot 10^{-9}\text{C}$ $R = 10\text{sm} = 0,1\text{m}$ $l = 3\text{sm} = 0,03\text{m}$ $k = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ $E = ?$	$E = k \frac{q}{R^2}$	Masala shartida shar radiusi 10 sm, shar markazidan 3 sm masofa bu sharning ichidagi nuqta. Shar ichida maydon kuchlanganligi nolga teng. $E = 0$ Javob: E=0

2. 50 sm radiusli metall sharga 5 nC zaryad berildi. Shar sirti yaqinidagi elektr maydon kuchlanganligini toping (V/m).

Berilgan	Formula	Yechish
$q = 5\text{nC} = 5 \cdot 10^{-9}\text{C}$ $R = 50\text{sm} = 0,5\text{m}$ $k = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ $E = ?$	$E = k \frac{q}{R^2}$	Shar sirtida elektr maydon kuchlanganligi: $E = k \frac{q}{R^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-9}}{(0,5)^2} = 180\text{V/m}$ Javob: E=180 V/m

3. Zaryadning sirt zichligi σ bo'lgan sferik sirtidan uning radiusiga teng masofadagi elektr maydon kuchlanganligi qanday?

Berilgan	Formula	Yechish
$\sigma; l = R$ $E = ?$	$\sigma = \frac{q}{S}$ $E = k \frac{q}{(R+l)^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	Zaryadlangan sferaning sirt zichligi Formulasidan zaryadni topamiz. $\sigma = \frac{q}{S} \rightarrow q = \sigma \cdot S = \sigma \cdot 4\pi R^2$ Endi sfera tashqarisidagi kuchlanganligini hisoblaymiz. $E = k \frac{q}{(R+l)^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2}{(R+R)^2} = \frac{\sigma}{4\epsilon_0}$ Javob: E=$\sigma / 4\epsilon_0$

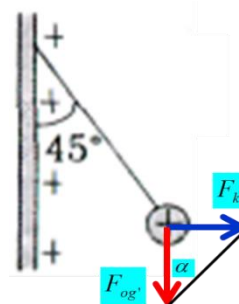
4. Zaryadning sirt zichligi σ bo'lgan shar sirtidan uning diametriga teng uzoqlikdagi maydon kuchlanganligini toping.

Berilgan	Formula	Yechish
$\sigma; l = 2R$ $E = ?$	$\sigma = \frac{q}{S}; k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ $E = k \frac{q}{(R+l)^2}$	Zaryadlangan sferaning sirt zichligi formulasidan zaryadni topamiz. $\sigma = \frac{q}{S} \rightarrow q = \sigma \cdot S = \sigma \cdot 4\pi R^2$ Endi sfera tashqarisidagi kuchlanganligini hisoblaymiz. $E = k \frac{q}{(R+l)^2} = k \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2}{(R+2R)^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2}{9R^2} = \frac{\sigma}{9\epsilon_0}$ Javob: E=$\sigma / 9\epsilon_0$

5. Bo'shliqdagi cheksiz yassi plastina zaryadning sirt zichligi 17,7 nC/m² bo'lsa, uning elektr maydoni kuchlanganligi necha kV/m bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$\sigma = 17,7\text{nC/m}^2 = 17,7 \cdot 10^{-9}\text{C/m}^2$ $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$ $\epsilon = 1$ $E = ?$	$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$	Tekis zaryadlangan cheksiz tekislikning maydon kuchlanganligi formulasiga qo'yamiz $E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} = \frac{17,7 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} = 1000\text{V/m} = 1\text{kV/m}$ Javob: E=1000 V/m

6. Rasmda tasvirlangan plastina zaryadining sirt zichligi $17,7 \cdot 10^{-9} \text{ C/sm}^2$. Unga massasi 1 g bo'lgan zaryadlangan sharcha osilgan. Sharcha osilgan ip bilan plastina tekisligi orasidagi burchak 45° bo'lsa, sharchaning zaryadi qanday (C)? ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$)



Berilgan	Formula	Yechish
$\sigma = 17,7 \cdot 10^{-9} \text{ C/sm}^2 =$ $= 17,7 \cdot 10^{-9} \cdot 10^4 = 17,7 \cdot 10^{-5} \text{ C/m}^2$ $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$ $\epsilon = 1$ $m = 1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg}$ $\alpha = 45^\circ$ $q = ?$	$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$ $F_k = E \cdot q$ $F_{og'} = mg$	<p>Masala shartiga berilganlardan foydalanib chizmaga kuchlarni qo'yib chiqamiz va tga formulasidan zaryadni topmiz.</p> $\text{tg}\alpha = \frac{F_k}{F_{og'}} = \frac{E \cdot q}{mg} = \frac{\frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} q}{mg}$ $m = \frac{2mg\epsilon_0 \text{tg}\alpha}{\sigma} = 10^{-9} \text{ C}$ <p style="text-align: right;">Javob: 10^{-9} C</p>

7. Radiusi 1 m va zaryadi 2 nC bo'lgan sfera dielektrik singdiruvchanligi 2 ga teng bo'lgan muhitda joylashgan. Sfera sirtidan 1 m uzoqlikdagi nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi qanday (V/m).

Berilgan	Formula	Yechish
$R = 1 \text{ m}$ $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ $\epsilon = 2; l = 1 \text{ m}$ $q = 2 \text{ nC} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $E = ?$	$E = k \frac{q}{\epsilon(R+l)^2}$	<p>Sfera sirtidan l masofada elektr maydon kuchlanganligi formulasiga qo'yamiz</p> $E = k \frac{q}{\epsilon(R+l)^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-9}}{2(1+1)^2} = 2,25 \text{ V/m}$ <p style="text-align: right;">Javob: $2,25 \text{ V/m}$</p>

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Radiusi 3 sm bo'lgan metall sharga 16 nC zaryad berildi. Zaryadning sirt zichligini va shar markazidan 2 sm va 4 sm naridagi nuqtada maydon kuchlanganligini toping. (**Javob: $1,4 \mu\text{C/m}^2$; 0 ; 90 kV/m**)

2. Cheksiz uzunlikdagi plastinkada zaryadning sirt zichligi 354 nC/m^2 bo'lsa, shu plastinkaning maydon kuchlanganligini toping (kV/m). (**Javob:20**)

3. Bo'shliqdagi cheksiz yassi plastina zaryadining sirt zichligi $17,7 \text{ nC/m}^2$ bo'lsa, uning elektr maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi (kV/m)? (**Javob:1**)

4. Zaryadning sirt zichligi σ bo'lgan cheksiz tekislikdan 10 sm masofada maydon kuchlanganligi 100 V/m ga teng bo'lsa, undan 20 sm masofada maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi (V/m) (**Javob:100**)

5. Tekis zaryadlangan cheksiz tekislik zaryadining sirt zichligi $1,86 \cdot 10^{-10} \text{ C/m}^2$. Agar u dielektrik singdiruvchanligi 7 bo'lgan muhitda joylashgan bo'lsa, tekislik hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligini toping (V/m). (**Javob:1,5**)

6. Zaryadning sirt zichligi $26,55 \mu\text{C/m}^2$ bo'lgan zaryadlangan cheksiz tekislik suvga tushirilgan. Tekislikdan 200 km masofada turgan $27 \mu\text{C}$ zaryadli nuqtaga qanday kuch (N) ta'sir qiladi? $\epsilon = 81$. (**Javob:0,5**)

7. Ikkita bir xil ishorali zaryadga ega cheksiz tekisliklarning zaryad sirt zichliklari mos ravishda $3 \mu\text{C}/\text{m}^2$ va $6 \mu\text{C}/\text{m}^2$. Ular bir-biridan 4 sm masofada va dielektrik singdiruvchanligi 3 bo'lgan muhitda joylashgan bo'lsa, tekisliklardan tashqaridagi maydon kuchlanganligini toping (kV/m). (**Javob:169,5**)

8. Vakuumda zaryad sirt zichliklari bir xil $8,85 \mu\text{C}/\text{m}^2$ bo'lgan cheksiz parallel tekisliklar bir-biridan 6 sm masofada joylashgan. Tekisliklar bir xil ishorali zaryadga ega. Tekisliklar tashqarisida maydon kuchlanganligini toping (kV/m). **Javob:1000**

9. Ikkita har xil ishorali zaryadga ega cheksiz tekisliklarning zaryad sirt zichliklari mos ravishda $8 \mu\text{C}/\text{m}^2$ va $17 \mu\text{C}/\text{m}^2$. Ular bir-biridan 4 sm masofada va dielektrik singdiruvchanligi 5 bo'lgan muhitda joylashgan bo'lsa, tekisliklardan tashqaridagi $2 \mu\text{C}$ zaryadga ta'sir qiluvchi kuch modulini toping (N). (**Javob:0,2**)

10. Kuchlanganligi 35 V/m bo'lgan gorizontaal bir jinsli elektr maydonda ipga osilgan 2,5 g massali zaryadlangan sharcha vertikal dan qanday burchakka og'adi? Sharchaning zaryadi 0,7 mC. (**Javob:45°**)

11. Bir jinsli gorizontaal elektr maydonda massasi 10 g, zaryadi 200 nC bo'lgan sharcha ipga osib qo'yilgan. Ip vertikal bilan 45° burchak tashkil etadi. Elektr maydon kuchlanganligini toping (V/m). (**Javob:5·10⁵**)

12. Radiusi 30 sm bo'lgan sharcha sirtidagi elektr maydon kuchlanganligi 600 V/m bo'lsa, zaryadning sirt zichligini toping (nC/m^2). (**Javob:5,3**)

13. Radiusi 10 sm bo'lgan metall sharga 20 nC zaryad berildi. Shar markazidan 3 sm masofada maydon kuchlanganligi qanday (kV/m). (**Javob:0**)

14. 50 sm radiusli metall sharga 5 nC zaryad berildi. Shar sirti yaqinidagi elektr maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi (V/m). (**Javob:180**)

15. 24 sm radiusli o'tkazuvchi sharga $6,26 \cdot 10^{-9}$ C zaryad berildi. Shar markazidan yarim radius masofadagi elektr maydon kuchlanganligini aniqlang (N/C). (**Javob:0**)

16. Diametri 40 sm va zaryadi 200 C bo'lgan, zaryadlangan o'tkazuvchi sfera markazida kuchlanganlik (V/m) qanday bo'ladi? (**Javob:0**)

17. Radiusi 2,6 sm bo'lgan sferik sharcha $5 \mu\text{C}$ zaryadga ega. Sharcha sirtidan qanday masofada elektr maydon kuchlanganligi 18 MV/m ga teng bo'ladi (sm). (**Javob:2,4**)

18. Radiusi 4 sm bo'lgan sferik sharcha $2 \mu\text{C}$ zaryadga ega. Uning sirtidan 2 sm masofada elektr maydon kuchlanganligini toping (MV/m). (**Javob:5**)

19. Zaryadlangan shar sirtidan uning 9 radiusiga teng masofaga uzoqlashsa, elektr maydon kuchlanganligi qanday o'zgaradi? (**Javob:100 marta kamayadi**)

20. Zaryadlangan shar sirtidan uning radiusiga teng masofaga uzoqlashtirilsa, elektr maydon kuchlanganligi qanday o'zgaradi? (**Javob:4 marta kamayadi**)

4-MAVZU



ELEKTR MAYDONIDA NUQTAVIY ZARYADLARNI KO'CHIRISHDA BAJARILGAN ISH. POTENSIAL. POTENSIALLAR AYIRMASI VA KUHLANGANLIK ORASIDAGI BOG'LANISH. NUQTAVIY ZARYADLARNING O'ZARO TA'SIR POTENSIAL ENERGIYASI.

Bir jinsli elektr maydonda musbat q zaryadni maydonning bir nuqtasidan boshqa nuqtasiga ko'chirishda elektr kuchlari ma'lum bir mexanik ish bajaradi. Ko'chirishda bajarilgan ish yo'lining shakliga bog'liq bo'lmay, balki zaryad ko'chish masofasining boshlang'ich va oxirgi nuqtalariga bog'liq bo'ladi.

Elektr maydonning istalgan trayektoriya bo'ylab ko'chirishda elektr maydonning bajargan ishi zaryadlarning ko'chish nuqtalaridagi potensial energiyasining o'zgarishi orqali ifodalanadi:

$$A = W_2 - W_1 \quad (4.1)$$

Zaryadlari q_1 va q_2 bo'lgan bir-biridan r masofada joylashgan zarralar orasidagi o'zaro ta'sir potensial energiyasi:

$$W_p = k \frac{q_1 q_2}{R} \quad (4.2)$$

Elektr maydonning berilgan nuqtadagi energetik xarakteristikasi zaryad kiritilgan nuqtadagi maydon potentsiali deb ataladi va u potensial maydonning o'sha nuqtasida joylashgan birlik musbat zaryadning potensial energiyasi bilan o'lchanadi:

$$\varphi = \frac{W_p}{q} \quad (4.3)$$

SI da potensial birligi qilib volt (V) qabul qilingan.

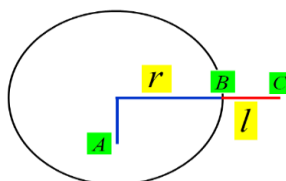
(4.2) formulani (4.3) formulaga eltib qo'ysak nuqtaviy zaryadning potentsiali quyidagicha bo'ladi.

$$\varphi = k \frac{q}{R} \quad (4.4)$$

Energiya ham, zaryad ham skalar kattalik bo'lganligidan, potensial ham skalar kattalik bo'ladi. (4.1) va (4.3) formulalarga asosan, elektrostatik maydonda q zaryadni ko'chirishda bajariladigan ish quyidagicha ifodalanadi:

$$A = q(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (4.5)$$

Zaryadlangan sfera(shar) ichida elektr maydon kuchlanganligi nolga teng ($E=0$) potensial esa o'zgarimas bo'lib sirtidagiga teng.



Shar(sfera) ichida potentsiali: $\varphi_A = k \frac{q}{R}$ Shar(sfera) sirtida potentsiali: $\varphi_B = k \frac{q}{R}$

Shar(sfera) sirtidan l masofada potentsiali: $\varphi_C = k \frac{q}{R+l}$

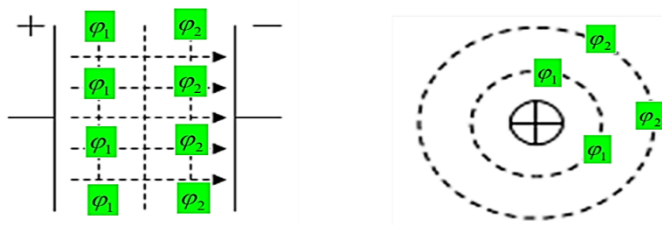
Potensial skalyar kattalik bo‘lganligi uchun natijaviy potensial algebraik yig‘indiga teng

$$\varphi_{\text{Nat}} = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 \dots \varphi_n \quad (4.6)$$

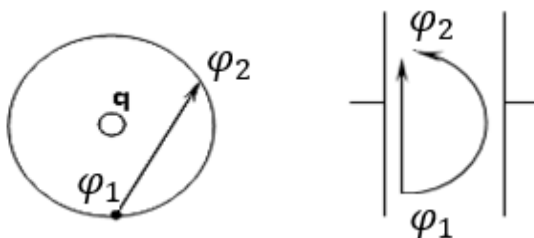
Potensiallar ayirmasi kuchlanish deyiladi:

$$U = \varphi_2 - \varphi_1 \rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{d} \quad (4.7)$$

Ekvipotensial sirtlar: Potensiallari bir xil bo‘lgan nuqtalarning geometrik o‘rni.

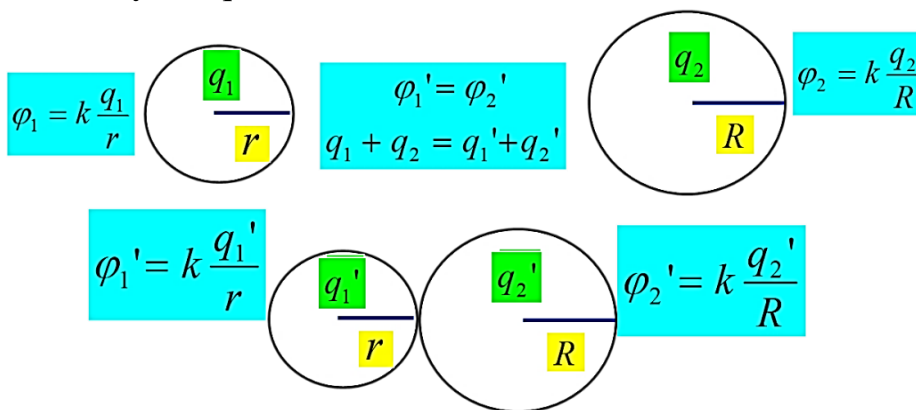


Ekvipotensial sirt bo‘ylab zaryadni ko‘chirishda ish nolga teng.



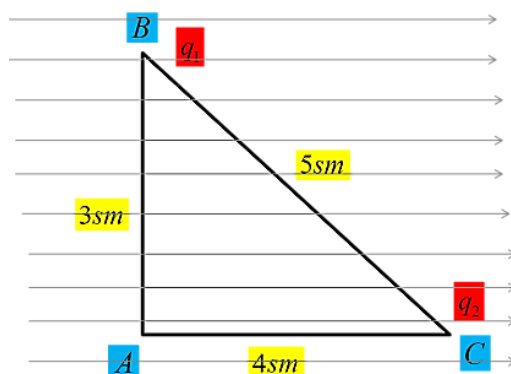
$$\varphi_1 = \varphi_2 \rightarrow A = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \rightarrow A = 0$$

Agar zaryadlangan jismlar bir-biriga tekkizilsa, ularning potensiallari tenglashguncha zaryad oqib o‘tadi.



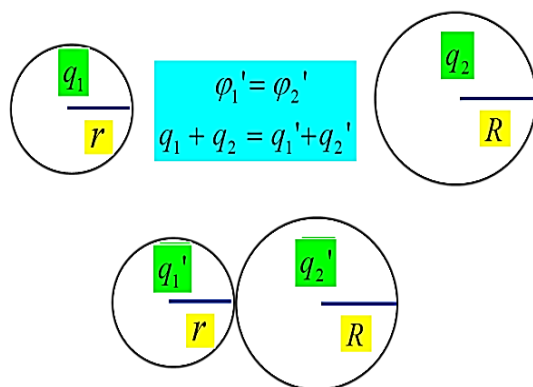
Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari.

1. A nuqta katetlari 3 sm va 4 sm bo‘lgan to‘g‘ri burchakli uchburchakning to‘g‘ri burchagi bo‘lib, 4 sm li tomonning qarshisidagi B burchakka $45 \mu\text{C}$ nuqtaviy zaryad joylashtirilgan. $3 \mu\text{C}$ zaryadni uchburchakning C burchagidan A burchagiga ko‘chirish uchun maydon chiziqlariga qarshi qancha ish bajarish lozim?



Berilgan	Formula	Yechish
$R_1 = 3sm$ $R_2 = 4sm$ $R_3 = \sqrt{R_1^2 + R_2^2} = 5sm$ $q_1 = 45\mu C = 45 \cdot 10^{-6} C$ $q_2 = 3\mu C = 3 \cdot 10^{-6} C$ $A = ?$	$\varphi = k \frac{q}{R}$ $A = q(\varphi_2 - \varphi_1)$	<p>Avval masala shrtiga mos chizma chizib olamiz. Chizmaga muvofiq q_2 zarrachani q_1 ning maydoni da C nuqtadan A nuqtaga ko'chirish kerak, buning uchun avval q_1 ning C va A nuqtalardagi potensialni topamiz.</p> $\varphi_C = \frac{kq_1}{R_3} = 81 \cdot 10^5 V; \varphi_A = \frac{kq_1}{R_1} = 135 \cdot 10^5$ <p>Potensiallardan ko'rinib turibdiki biz potentsiali kichik nuqtadan potentsiali katta nuqtaga zaryadni ko'chiryapmiz, bunda maydon emas tashqi kuchlar ish ajaradi. Shuning uchun maydon bajargan ish manfiy.</p> $A = -q_2(\varphi_A - \varphi_C) = -16,2 J$ <p style="text-align: right;">Javob: -16,2 J</p>

2. Radiuslari 4 marta farq qiladigan sferik o'tkazgichlardan kichigi $18q$ zaryadga, kattasi $7q$ zaryadga ega. Agar ular ingichka sim orqali tutashtirilsa, undan qanday zaryad oqib o'tadi?



Berilgan	Formula	Yechish
$r = r; R = 4r$ $q_1 = 18q; q_2 = 7q$ $\Delta q = ?$	$\varphi = k \frac{q}{R}$ $q_N = q_1 + q_2 \dots = const$	<p>Masala shartiga mos chizma chizamiz. Sharlarni tutashtirganimizda potensiallari tenglashguncha biridan ikkinchisiga zaryad oqib o'tadi va zaryadning saqlanish qonuni bajariladi.</p> $\varphi_1' = \varphi_2' \rightarrow \frac{kq_1'}{r} = \frac{kq_2'}{R} \rightarrow q_2' = 4q_1'$ <p>Potensiallarni tenglashtirib zaryad munosabati topamiz. Zaryadni saqlanish qonunidan esa tutashtirgandan keyingi zaryadlarning miqdori chiqadi.</p> $q_1 + q_2 = q_1' + q_2' \rightarrow 18q + 7q = q_1' + 4q_1'$ $q_1' = 5q; q_2' = 20q$

		Oxirgi natijadan qancha zaryad oqib o'tganitopsak bo'ladi $\Delta q = q_2' - q_2 = 20q - 7q = 13q$ Javob: 13q
--	--	--

3. Radiuslari 2R, R va 4R bo'lgan, bir-biridan izolyatsiyalangan uchta metall sfera mos ravishda 18q, -7q va 10q gacha zaryadlangan. Sharchalar bir vaqtda bir-biriga tekkizildi va qaytadan ajratildi. Sharchalarning keyingi zaryadlari qanday bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_1 = R$ $R_2 = R$ $R_3 = 4R$ $q_1 = 18q$ $q_2 = -7q$ $q_3 = 10q$ $q_1'; q_2'; q_3' - ?$	$\varphi = k \frac{q}{R}$ $q_N = q_1 + q_2 \dots = const$	Bu masala yuqoridagi 2-masalaga o'xshab yechiladi, dastlab potentsiallari tenglashtirib zaryad munosabati topiladi, so'ngra esa zaryadning saqlanish qonunidan tekkizilgandan keyingi zaryadlar topiladi. $\varphi_1' = \frac{kq_1'}{2R}; \varphi_2' = \frac{kq_2'}{R}; \varphi_3' = \frac{kq_3'}{4R};$ $\varphi_1' = \varphi_2' = \varphi_3' \rightarrow \frac{kq_1'}{2R} = \frac{kq_2'}{R} = \frac{kq_3'}{4R}$ $\frac{q_1}{2} = q_2 = \frac{q_3}{4};$ $q_1 + q_2 + q_3 = q_1' + q_2' + q_3' \rightarrow$ $q_1' = 6q; q_2' = 3q; q_3' = 12q;$ Javob: 6q, 3q, 12q

4. Elektr maydonida $2 \cdot 10^3$ V potentsiallar ayirmasini uchib o'tganda elektron qanday maksimal tezlikka erishadi (m/s)?

Berilgan	Formula	Yechish
$U = 2 \cdot 10^3 V$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ $\vartheta - ?$	$E_K = \frac{m\vartheta^2}{2}$ $A = qU$	Maydon bajargan ish elektronga kinetik energiya beradi, shuning uchun ularni tenglashtiramiz $E_K = A \rightarrow \frac{m\vartheta^2}{2} = qU \rightarrow \vartheta = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = 26 \cdot 10^6 m/s$ Javob: $26 \cdot 10^6$ m/s

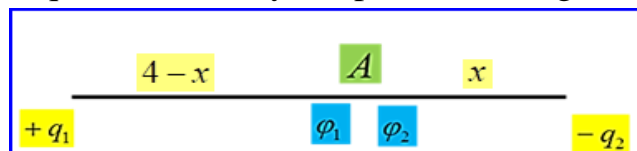
5. -10 nC va +50 nC nuqtaviy zaryadlar bir-biridan 5 sm masofada joylashgan. Birinchi zaryaddan 2 sm va ikkinchi zaryaddan 10 sm masofadagi nuqtaning potentsiali topilsin.

Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = -10nC = -10 \cdot 10^{-9} C$ $q_2 = +50nC = 50 \cdot 10^{-9} C$ $R = 5sm = 5 \cdot 10^{-2} m$ $R_1 = 2sm = 2 \cdot 10^{-2} m$ $R_2 = 10sm = 10 \cdot 10^{-2} m$ $\varphi_N - ?$	$\varphi = \frac{kq}{R}$	Potensial skalyar kattalik bo'lganligi uchun natijaviy potentsial, potentsiallarning algebraik yig'indisiga teng. $\varphi_1 = \frac{kq_1}{R_1} = -4500V; \varphi_2 = \frac{kq_2}{R_2} = 4500V;$ $\varphi_{Nat} = \varphi_1 + \varphi_2 = 0$ Javob: 0

6. R radiusli metall sharcha 4q, 2R radiusli metall sharcha 2q gacha zaryadlangan. Bu ikki sharchani bir-biriga tekkazib, so'ng ajratsak, ikkinchi sharchaning zaryad sirt zichligi qanday o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_1 = R$ $q_1 = 4q$ $R_2 = 2R$ $q_2 = 2q$ $\sigma_2 = ?$	$\varphi = \frac{kq}{R}$ $\sigma = \frac{q}{S}$	<p>Yuqoridagi 2-masalaga o'xshab yechiladi, dastlab potentsiallari tenglashtirib zaryad munosabati topiladi, so'ngra esa zaryadning saqlanish qonunidan tekkizilgandan keyingi zaryadlar topiladi va ikkinchi sharning dastlabki va keyingi sirt zichliglari topiladi.</p> $\varphi_1 = \frac{kq_1'}{R_1}; \varphi_2 = \frac{kq_2'}{R_2}; \varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow \frac{kq_1'}{R} = \frac{kq_2'}{2R} \rightarrow q_1' = \frac{q_2'}{2}$ $q_1 + q_2 = q_1' + q_2' \rightarrow q_1' + 2q_1' = 6q; q_1' = 2q; q_2' = 4q; \sigma_1 = \frac{2q}{S};$ $\sigma_2 = \frac{4q}{S} \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = 2$ <p>Javob: 2 marta ortadi</p>

7. Uzunligi 4 m bo'lgan to'g'ri chiziqning ikkita uchiga $q_1 = +20 \mu\text{C}$ va $q_2 = -40 \mu\text{C}$ zaryadlar joylashtirilgan. Shu to'g'ri chiziqda yotuvchi va ikkinchi zaryaddan qancha masofadagi nuqtada elektr maydon potentsiali nolga teng bo'ladi?



Berilgan	Formula	Yechish
$l = 4\text{m}$ $q_1 = +20\mu\text{C} = +20 \cdot 10^{-6}\text{C}$ $q_2 = -40\mu\text{C} = -40 \cdot 10^{-6}\text{C}$ $\varphi_N = 0$ $x = ?$	$\varphi = \frac{kq}{R}$	<p>Potensial skalyar kattalik bo'lganligi uchun natijaviy potensial, potentsiallar-ning algebraik yig'indisiga teng.</p> $\varphi_1 = \frac{kq_1}{4-x}; \varphi_2 = \frac{kq_2}{x}; \varphi_1 + \varphi_2 = 0$ $\frac{kq_1}{4-x} + \frac{kq_2}{x} = 0; x = 2,67\text{m}$ <p>Javob: 2,67 m</p>

8. 12 nKl zaryad potentsiali 400 V bo'lgan nuqtadan potentsiali -100 V bo'lgan nuqtaga ko'chganda maydon qancha ish bajaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$q = 12\text{nC} = 12 \cdot 10^{-9}\text{C}$ $\varphi_1 = 400\text{V}; \varphi_2 = -100\text{V}$ $A = ?$	$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$	$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = 12 \cdot 10^{-9} \cdot (400 - (-100))$ $= 12 \cdot 10^{-9} \cdot 500$ $A = 6000 \cdot 10^{-9} = 6 \cdot 10^{-6}\text{J} = 6\mu\text{J}$ <p>Javob: 6 μJ</p>

9. $q_1 = 600 \text{ pC}$ va $q_2 = -200 \text{ pC}$ nuqtaviy zaryadlar birgalikda hosil qilgan elektr maydonning q_1 zaryaddan 3 sm va q_2 zaryaddan 2 sm masofada yotgan nuqtalardagi potentsiali topilsin (V).

Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = 600\text{pC} = 600 \cdot 10^{-12}\text{C}$ $q_2 = -200\text{pC} = -200 \cdot 10^{-12}\text{C}$ $R_1 = 3\text{sm} = 3 \cdot 10^{-2}\text{m}$ $R_2 = 2\text{sm} = 2 \cdot 10^{-2}\text{m}$ $\varphi_N = ?$	$\varphi = \frac{kq}{R}$	<p>Potensial skalyar kattalik bo'lganligi uchun natijaviy potensial, potentsial- larning algebraik yig'indisiga teng.</p> $\varphi_1 = \frac{kq_1}{R_1} = 180\text{V}; \varphi_2 = \frac{kq_2}{R_2} = -90\text{V};$ $\varphi_{\text{Nat}} = \varphi_1 + \varphi_2 = 90\text{V};$ <p>Javob: 90V</p>

10. $q_1 = -10\text{nC}$ va $q_2 = 23\text{nC}$ nuqtaviy zaryadlar bir-biridan 12 sm masofada joylashgan. Birinchi zaryaddan 5 sm va ikkinchi zaryaddan 10 sm masofada turgan nuqtadagi maydon potentsiali topilsin.

Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = -10\text{nC} = -10 \cdot 10^{-9}\text{C}$ $q_2 = 23\text{nC} = 23 \cdot 10^{-9}\text{C}$ $R_1 = 5\text{sm} = 5 \cdot 10^{-2}\text{m}$ $R_2 = 10\text{sm} = 10 \cdot 10^{-2}\text{m}$ $\varphi_N = ?$	$\varphi = \frac{kq}{R}$	Potensial skalyar kattalik bo‘lganligi uchun natijaviy potensial, potentsiallar-ning algebraik yig‘indisiga teng. $\varphi_1 = \frac{kq_1}{R_1} = -1800\text{V}; \varphi_2 = \frac{kq_2}{R_2} = 2070\text{V};$ $\varphi_{Nat} = \varphi_1 + \varphi_2 = 270\text{V};$ Javob: 270V

11. Radiuslari $R_1 < R_2 < R_3$ bo‘lgan uchta shar bir xil zaryad bilan zaryadlangan. Sharlar sirtidagi potentsiallar uchun qanday munosabat o‘rinli?

$$\varphi = \frac{kq}{R}; \varphi \sim \frac{1}{R};$$

$$\text{Javob: } \varphi_1 > \varphi_2 > \varphi_3$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Yassi kondensatordagi elektr maydon kuchlanganligi 30 kV/m. Qoplamalar orasidagi potentsiallar farqi 300 V. Kondensator qoplamalari orasidagi masofa (mm da) qanday? (**Javob:** 10)

2. Vakuumda bir-biridan 0,1 m masofada joylashgan ikkita parallel metall plastina 1 kV potentsiallar farqigacha zaryadlangan. Plastinalar orasiga joylashtirilgan 100 mkC zaryadga qanday kuch ta’sir qiladi? Plastinalar orasidagi maydonni bir jinsli deb hisoblang. (**Javob:** 1)

3. Zaryadlangan zarracha bir jinsli elektr maydonning kuchlanganlik chiziqlariga qarshi harakatlanadi. Zarrachaning boshlang‘ich tezligi 1 Mm/s, uning solishtirma zaryadi 10^{11}C/kg . Agar maydon kuchlanganligi 100 V/m ga teng bo‘lsa, zarracha qanday masofa (sm da) o‘tgach to‘xtaydi? (**Javob:** 5)

4. Elektron yassi kondensator maydoniga qoplamadagi teshik orqali kuchlanganlik chiziqlari yo‘nalishida uchib kiradi va 0,003 m yo‘lni bosib o‘tgach, o‘z tezligini to‘liq yo‘qotadi. Agar elektronning boshlang‘ich tezligi hamda kondensatorning potentsiallar farqini 3 marta kamaytirilsa, u qanday masofada (mm da) tezligini to‘liq yo‘qotadi? (**Javob:** 1)

5. 5 kV potentsiallar farqini o‘tish natijasida tezlik olgan elektronlar yassi kondensator plastinalari orasiga o‘rtadan uchib kiradi (plastinalarga parallel ravishda). Elektronlar kondensatordan uchib chiqmasligi uchun unga qanday eng kichik kuchlanish qo‘yish kerak bo‘ladi? Kondensatorning uzunligi 5 sm, plastinalar orasidagi masofa 1 sm. (**Javob:** 400)

6. Uzunligi 10 sm va qoplamalari orasidagi masofa 1 sm bo‘lgan yassi kondensator ichiga $8 \cdot 10^{-15}\text{J}$ energiyali elektron plastinalarga 15° burchak ostida uchib kiradi. Plastinalar orasidagi kuchlanishning qanday qiymatida elektron kondensator ichidan chiqishda plastinalarga parallel ravishda harakatlanadi? Elektronning zaryadi $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$. (**Javob:** 2500)

7. Massasi 5 g bo‘lgan 2 mC zaryadli sharcha kuchlanganligi 20 V/m bo‘lgan

gorizontal elektr maydonda 1 m uzunlikdagi ipga osib qo'yilgan. Sharcha dastlab pastki holatda ushlab turiladi, keyin esa qo'yib yuboriladi. Sharcha dastlabki holatidan 20 sm ga yuqori ko'tarilgan paytda ipning tarangligini (mN da) toping. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob:** 92)

8. Tomoni 30 sm bo'lgan teng tomonli uchburchakning ikki uchida har biri 50 nC dan bo'lgan zaryadlar bor. Uchinchi uchdagi potensialni (kV da) toping.

$k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (**Javob:** 3)

9. Tomoni 30 sm bo'lgan kvadratning ikki qarama-qarshi uchlarida har biri 200 nC dan bo'lgan zaryadlar bor. Kvadratning qolgan ikki uchlaridagi potensialni (kV da) toping. (**Javob:** 12)

10. To'g'ri burchakli uchburchakning uchlarida 1, 2 va 3 nC nuqtaviy zaryadlar bor. Agar gipotenuzaning uzunligi 20 sm bo'lsa, uning (gipotenuzaning) o'rtasida potensial qanchaga teng bo'ladi? $k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (**Javob:** 540)

11. Qirradi 30 sm bo'lgan muntazam tetraedrning uchta uchida 3, 5 va -2 nC nuqtaviy zaryadlar bor. To'rtinchi uchdagi potensialni toping. $k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (**Javob:** 180)

12. Tomoni 27 sm bo'lgan muntazam oltiburchakning uchta uchida 1 nC dan, qolgan uchta uchida 2 nC dan nuqtaviy zaryadlar bor. Oltiburchakning markazidagi potensialni toping. $k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (**Javob:** 300)

13. 6 sm radiusli yupqa halqa bo'ylab 4 nC zaryad taqsimlangan. Halqaning o'qida, uning markazidan 8 sm masofada yotgan nuqtada halqa maydonining potensialini toping. $k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (**Javob:** 360)

14. 30 sm radiusli sferaning sirti bo'ylab 4 nC zaryad taqsimlangan. Sfera markazida potensial qanchaga teng? $k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (**Javob:** 120)

15. 10 nC musbat zaryad sirtida tekis taqsimlangan sferaning markazida -5 nC manfiy zaryadli kichik sharcha bor. Sferadan tashqarida, uning markazidan 9 sm masofada bo'lgan nuqtadagi elektr maydon potensialini toping. $k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (**Javob:** 5)

16. Elektrostatik maydonning bir nuqtasidan boshqa bir nuqtasiga 2 nC zaryadni ko'chirishda maydon qanday ish (mkJ da) bajaradi? Nuqtalar orasidagi potentsiallar farqi 300 V ga teng. (**Javob:** 1)

17. Maydonning 20 V potentsiilli nuqtasidan 12 V potentsiilli boshqa bir nuqtasiga 8 mkC zaryadni ko'chirishda qanday ish bajariladi? Javobda ishning absolyut qiymatini mkJ da ko'rsating. (**Javob:** 64)

18. 130 nC zaryadni cheksizlikdan elektr maydonning qandaydir nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ish 65 mkJ ga teng. Shu nuqtaning potensialini toping.

(**Javob:** 500)

19. 10 nC nuqtaviy zaryadni cheksizlikdan tekis zaryadlangan shar yuzasidan 20 sm masofada joylashgan nuqtaga ko'chirishda 0,5 mkJ ish bajarish kerak. Sharning radiusi 4 sm. Shar sirtidagi potensialni toping. (**Javob:** 300)

20. Manfiy zaryadlangan zarrachani musbat zaryadli, qo'zg'almas zarracha tomon ko'chirishda elektr maydonning bajargan ishi 9 J ga teng. Bunda zarracha qo'zg'almas zarrachagacha bo'lgan dastlabki masofaning yarimga ko'chdi. Shu yo'lning birinchi yarmida elektr maydon tomonidan qanday ish bajarilgan? (**Javob:** 3)

21. 2 g massali zaryadlangan zarrachaning tezligi harakatning boshlang'ich

nuqtasida 0,02 m/s ga, oxirgi nuqtasida esa 0,1 m/s ga teng. Agar zarrachaning zaryadi 30 nC ga teng bo'lsa, shu nuqtalar orasida potentsiallar farqini toping. (**Javob:** 320)

22. Bir-biridan 30 sm masofada bo'lgan 2 mkC va 4 mkC nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'sir energiyasi (mJ da) qanchaga teng? $k = 9 \cdot 10^9$ m/F. (**Javob:** 240)

23. Har biri 2 mkC dan bo'lgan to'rtta zaryaddan tashkil topgan sistema to'g'ri chiziq bo'ylab shunday joylashganki, bunda qo'shni zaryadlar orasidagi masofa 30 sm ga teng. Sistemaning o'zaro ta'sir energiyasi (mJ da) qanchaga teng? (**Javob:** 520)

24. 2, 1 va 3 mkC dan iborat bo'lgan uchta zaryad sistemasi to'g'ri chiziq bo'ylab ko'rsatilgan tartibda joylashtirilgan va qo'shni zaryadlar orasidagi masofa 30 sm ga teng bo'lsa, shu sistemaning o'zaro ta'sir energiyasi (mJ da) qanchaga teng? (**Javob:** 240)

25. Tomoni 10 sm bo'lgan teng tomonli uchburchakning uchlarida joylashgan, 2, -1 va 3 mkC zaryaddan iborat bo'lgan sistemaning o'zaro ta'sir energiyasi (mJ da) qanchaga teng? $k=9 \cdot 10^9$ m/F. (**Javob:** 90)

26. Qirradi 50 sm bo'lgan muntazam tetraedrning uchlarida joylashgan, 1, 2, 3 va 4 mkC zaryadlardan iborat bo'lgan sistemaning o'zaro ta'sir energiyasini (mJ da) toping. (**Javob:** 630)

27. To'rtta bir xil 2 mkC zaryad to'g'ri chiziqda joylashgan. Qo'shni zaryadlar orasidagi masofa 60 sm ga teng. Shu zaryadlarni 60 sm qirrali to'g'ri tetraedrning uchlariga joylashtirish uchun qanday ish (mJ da) bajarish kerak? (**Javob:** 100)

28. Har birining massasi 2 mg va zaryadi 10 nC bo'lgan ikkita zarracha bir-biridan 5 sm masofada turibdi, ularning o'rtasida 60 nC zaryad mahkamlab qo'yilgan. Zarrachalar bir vaqtda qo'yib yuboriladi. Zarrachalar juda uzoq masofaga uchib ketgandan so'ng, ularning tezligi qanchaga teng bo'ladi? (**Javob:** 15)

29. Rombning o'tkir burchaklari uchlarida 7 nC zaryadlar mahkamlab qo'yilgan, o'tmas burchaklar uchlarida esa har birining zaryadi 2 nC va massasi 2 mg bo'lgan ikkita zarracha turibdi. Zarrachalar bir vaqtda qo'yib yuboriladi va ular harakatga keladi. Zarrachalar uzoq masofaga uchib ketgandan so'ng, ularning tezligi qanchaga teng bo'ladi? Rombning tomoni 3 sm, uning o'tkir burchagi esa 60° . $k = 9 \cdot 10^9$ m/F. (**Javob:** 3)

30. Tomoni 2 sm bo'lgan teng tomonli uchburchakning bir uchida 40 nC nuqtaviy zaryad mahkamlab qo'yilgan, boshqa ikki uchida har birining zaryadi 10 nC va massasi 5 mg bo'lgan ikkita zarracha turibdi. Zarrachalar qo'yib yuboriladi va ular harakatga keladi. Zaryaddan ancha uzoq masofada zarrachalarning tezligi qanchaga teng bo'ladi? $k = 9 \cdot 10^9$ m/F. (**Javob:** 9)



Yakkalangan o'tkazgich deb: Elektr jihatidan izolyasiyalangan va boshqa o'tkazgichlardan yetarlicha uzoqlikda joylashgan o'tkazgichga aytiladi. Agar yakkalangan o'tkazgichga q zaryad berilsa, bu zaryad o'tkazgichning sirti biror φ potentsialli ekvipotensial sirtga aylanguncha o'tkazgich sirti bo'ylab tarqaladi. O'tkazgich sirtining potentsiali φ unga berildgan zaryad q ga proporsional ravishda o'zgarar ekan. O'lchashlar natijasida ma'lum bo'ldiki, o'tkazgich zaryadini potentsialga bo'lgan nisbati, ya'ni $\frac{q}{\varphi}$ zaryadning katta-kichikligiga bog'liq bo'lmasdan, faqat o'tkazgichning o'lchami, shakli va o'tkazgich atrofidagi dielektrikning xususiyatlariga bog'liq bo'lar ekan. Bu nisbatga **yakkalangan o'tkazgichning elektr sig'imi** deyiladi va C harfi bilan belgilanadi.

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad (5.1)$$

Yuqoridagi ifodaga asosan elektr sig'imni quyidagicha tariflash mumkin: Yakkalangan o'tkazgichning elektr sig'imni deb, uning potentsialini bir birlikka o'zgartirish uchun zarur bo'lgan zaryadga miqdor jihatidan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

SI tizimida sig'im birligi ingliz fizigi Maykl Faraday nomi bilan atalgan va farad (belgi: F) hisoblanadi. 1 faradli kondensator, 1 kulon elektr zaryadi bilan zaryadlanganida, uning plastinkalari orasidagi potentsiallar farqi

1 voltga teng bo'ladi $1 F = \frac{1 \text{ kl}}{1 \text{ V}}$



Maykl Faradey

Ingliz fizigi, kimyogari, elektromagnit maydoni ta'limoti asoschisi, London Qirollik jamiyati a'zosi (1824). Peterburg Fanlar akademiyasi a'zosi (1830). London Qirollik jamiyati institutida assistent (1913), laboratoriya direktori (1825), kimyo kafedrasining professor (1833—62). Ilmiy ishlari elektr, magnitizm, magnitoptika va elektrokimyoga oid. Elektromagnit induksiya hodisasi (1831), elektroliz qonunlari (1833), diamagnetizm va para- magnetizm hodisasi (1845), yorug'lik qutblanish tekis- ligining magnit maydonda burilishi (1845) va boshqalarni kashf etgan. Elektr zaryadining saklanish qonunini eksperimental tasdiklagan (1843). Faradey g'oyalari va uning ilmiy yutuklari fizika fanining rivojlanishida muhim o'rin tutgan.

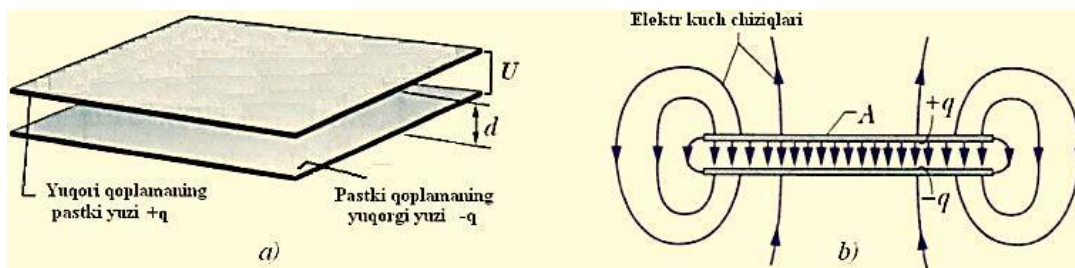
1C elektr zaryadi juda katta zaryad bo'lgani uchun 1F elektr sig'imi ham juda katta sig'imdir. Amalda 1F elektr sig'imiga umuman ishimiz tushmaydi. Shuning uchun, masalalarda bu sig'imning ulushlari mikrofarada (μF), nanofarada (nF), pikofarada (pF) lar bilan ish ko'ramiz.

Agar $+q$ va $-q$ zaryadlar bilan zaryadlangan o'tkazgichlar sistemasi orasida potentsiallar ayirmasi (kuchlanish) $U=\varphi_1-\varphi_2$ bo'lsa, bu ikki o'tkazgichning o'zaro elektr sig'imi C quyidagicha bo'ladi:

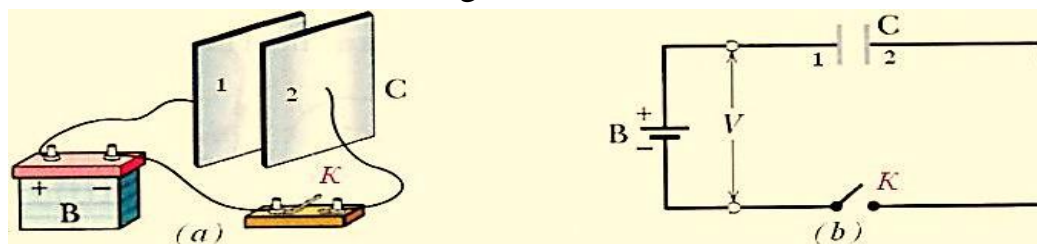
$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U} \quad (5.2)$$

Yassi kondensator:

Qarama-qarshi ishorali zaryadlar bilan zaryadlangan, dielektrik bilan ajratilgan, bir-biriga yaqin turuvchi ikkita parallel o'tkazgich plastinaga yassi kondensator deyiladi. Yassi kondensator zaryadlanganda har bir qoplamaning tashqi tomoni elektroneytral bo'lib, bu qoplamalarning biri-biriga qaragan ichki yuzalarida qarama-qarshi ishorali va teng miqdorda $+q$ va $-q$ zaryadlar to'planadi. Qoplamalar orasida bir jinsli elektr maydoni hosil bo'ladi.



Quyida rasmda yassi kondensatorning o'zgarmas tok manbaiga ulanish rasmiva sxematik ko'rinishi tasvirlangan.



Yassi kondensatorning elektr sig'imin:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} \quad (5.3)$$

Bu yerda: S – bitta qoplamaning yuzi, d – qoplamalar orasidagi masofa.

Sharning elektr sig'imi:

$$C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R \quad (5.4)$$

R – Sharning radiusi

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Kondensator zaryadi 2 marta ortganda, uning sig'imi qanday o'zgaradi?

Yechish: Kondensator elektr sig'imi geometrik o'lchamga va qoplamalar orasidagi muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligiga bog'liq bo'lgan fizik kattalik. Masala shartida zaryad o'zgarsa deyilgan, sig'im zaryadga bog'liq emas. Shuning uchun zaryad o'zgarmaydi. **(Javob: O'zgarmaydi)**

2. Kondensator qoplamalari orasidagi kuchlanish 2 marta ortganda, uning sig'imi qanday o'zgaradi?

Yechish: Kondensator elektr sig'imi geometrik o'lchamga va qoplamalar orasidagi muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligiga bog'liq bo'lgan fizik kattalik. Masala shartida kuchlanish o'zgarsa deyilgan, sig'im kuchlanishga bog'liq emas. Shuning uchun zaryad o'zgarmaydi. **(Javob: O'zgarmaydi)**

3. Yakkalangan o'tkazgichga $3 \cdot 10^{-9}$ C zaryad berilganda, uning potentsiali 120 V ga teng bo'ladi. O'tkazgichning elektr sig'imini toping (F).

Berilgan	Formula	Yechish
$\left. \begin{aligned} q &= 3 \cdot 10^{-9} \text{ C} \\ U &= 120 \text{ V} \\ C &=? \end{aligned} \right $	$C = \frac{q}{U}$	$C = \frac{q}{U} = \frac{3 \cdot 10^{-9}}{120} = 0,025 \cdot 10^{-9} \text{ F}$ <p style="text-align: right;">J: 0,025 · 10⁻⁹ F</p>

4. Quyidagi kattaliklardan qaysi biri o'zgarsa ham kondensatorning elektr sig'imi o'zgarmaydi?

Yechish: Kondensator elektr sig'imi geometrik o'lchamga va qoplamalar orasidagi muhitning nisbiy dielektrik singdiruvchanligiga bog'liq bo'lgan fizik kattalik. Kuchlanishga va zaryadga bog'liq emas. **(Javob: Kuchlanish, zaryad)**

5. Sferaning sirt yuzasi 4 marta orttirilsa, uning elektr sig'imi necha marta ortadi?

Yechish: $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \sqrt{\frac{S}{4\pi}}$; $C \sim \sqrt{S}$ **(Javob: 2 marta ortadi)**

6. Yassi havo kondensatori qoplamalarining yuzi 3 marta ortdi, kondensatorning hajmi 2 marta kamaydi. Bunda uning sig'imi qanday o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$\left. \begin{aligned} S_1 &= S \\ S_2 &= 3S \\ V_1 &= V \\ V_2 &= V/2 \\ \frac{C_2}{C_1} &=? \end{aligned} \right $	$\left. \begin{aligned} V &= S \cdot d \\ C &= \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} \end{aligned} \right $	<p>Berilganlardan foydalanib hajm formulasini ikki marta yozib nisbat olsak plastinkalar orasidagi masofalar munosabati kelib chiqadi</p> $\left\{ \begin{aligned} V_1 &= S_1 \cdot d_1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{S_1 \cdot d_1}{S_2 \cdot d_2} \Rightarrow d_1 = 6d_2 \\ V_2 &= S_2 \cdot d_2 \end{aligned} \right.$ <p>Yassi kondensator sig'imi formulasini ikki marta yozib nisbat olsak sig'imlar munosabati kelib chiqadi.</p> $\left\{ \begin{aligned} C_1 &= \frac{\epsilon_0 S_1}{d_1} \\ C_2 &= \frac{\epsilon_0 S_2}{d_2} \end{aligned} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{S_1 \cdot d_2}{S_2 \cdot d_1} \Rightarrow C_2 = 18C_1 \right.$ <p style="text-align: right;">Javob: 18 marta ortgan</p>

7. Kondensator qoplamalari orasidagi masofa 2 marta orttirilib, qoplamalarning yuzasi 2 marta kamaytirilsa, uning sig'imi qanday o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$d_1 = d; d_2 = 2d$ $S_1 = S; S_2 = S/2$ $\frac{C_2}{C_1} - ?$	$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$	<p>Yassi kondensator sig'imi formulasini ikki marta yozib nisbat olsak sig'imlar munosabati kelib chiqadi.</p> $\begin{cases} C_1 = \frac{\epsilon_0 S_1}{d_1} \\ C_2 = \frac{\epsilon_0 S_2}{d_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{S_1 \cdot d_2}{S_2 \cdot d_1} \Rightarrow C_2 = C_1/4$ <p style="text-align: right;">Javob: 4 marta kamayadi</p>

8. Birinchi kondensatorning sig'imi 0,5 μF ikkinchi kondensatorniki 5000 pF. Ikkala kondensatorida bir xil zaryad to'plash uchun kondensatorlarga berish lozim bo'ladigan kuchlanishlarni taqqoslang.

Berilgan	Formula	Yechish
$C_1 = 0,5 \mu\text{F} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{F}$ $C_2 = 5000 \text{pF} = 5000 \cdot 10^{-12} \text{F}$ $q_1 = q_2$ $\frac{U_2}{U_1} - ?$	$C = \frac{q}{U}$	<p>Kondensator sig'im formulasini ikki marta yozib nisbat olamiz.</p> $\begin{cases} C_1 = \frac{q_1}{U_1} \\ C_2 = \frac{q_2}{U_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{q_1 \cdot U_2}{q_2 \cdot U_1} \Rightarrow$ $\Rightarrow \frac{0,5 \cdot 10^{-6}}{5000 \cdot 10^{-12}} = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow U_2 = 100U_1$ <p style="text-align: right;">Javob: $\frac{U_2}{U_1} = 100$</p>

9. Kondensatorga 100 pF; 300 V deb yozib qo'yilgan. Shu kondensatordan 50 nC zaryad to'plash uchun foydalanish mumkinmi?

Berilgan	Formula	Yechish
$C = 100 \text{pF} = 100 \cdot 10^{-12} \text{F}$ $U = 300 \text{V}$ $q - ?$	$C = \frac{q}{U}$	<p>Sig'im formulasidan zaryadni topamiz.</p> $C = \frac{q}{U} \rightarrow q = CU = 100 \cdot 10^{-12} \cdot 300 = 30 \cdot 10^{-9} = 30 \text{nC}$ <p>Bu kondensator maksimal 30 nC zaryad to'play oladi, masala shartida 50 nC zaryad to'plashi mumkinmi deyilgan. Yo' to'play olmaydi.</p> <p style="text-align: right;">Javob: Mumkin emas</p>

10. Kondensator plastinkalarining ishchi yuzi 2 marta va ular orasidagi masofa 3 marta kamaytirilsa, uning sig'imi necha marta o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$d_1 = d; d_2 = d/3$ $S_1 = S; S_2 = S/2$ $\frac{C_2}{C_1} - ?$	$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$	<p>Yassi kondensator sig'imi formulasini ikki marta yozib nisbat olsak sig'imlar munosabati kelib chiqadi.</p> $\begin{cases} C_1 = \frac{\epsilon_0 S_1}{d_1} \\ C_2 = \frac{\epsilon_0 S_2}{d_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{S_1 \cdot d_2}{S_2 \cdot d_1} \Rightarrow C_2 = 1,5C_1$ <p style="text-align: right;">Javob: 1,5 marta ortadi</p>

11. Havo kondensatori orasidagi fazoga qattiq dielektrik kiritilganda kondensatoridagi kuchlanish 400 V dan 50 V gacha kamaydi. Dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini toping.

Berilgan	Formula	Yechish
$\varepsilon_1 = 1$ $U_1 = 400 \text{ V}$ $U_2 = 50 \text{ V}$ $\varepsilon_2 = ?$	$C = \frac{q}{U}$ $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$	<p>Quyidagi sig'inning ikkita formulasini tenglashtirib kuchlanishni topamiz.</p> $\frac{q}{U} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} \rightarrow U = \frac{qd}{\varepsilon\varepsilon_0 S}$ <p>hosil bo'lag formulani ikkimarta yozib nisbat olamiz.</p> $\begin{cases} U_1 = \frac{qd}{\varepsilon_1 \varepsilon_0 S} \\ U_2 = \frac{qd}{\varepsilon_2 \varepsilon_0 S} \end{cases} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \rightarrow \varepsilon_2 = \frac{U_1 \varepsilon_1}{U_2} = \frac{400 \cdot 1}{50} = 8$ <p style="text-align: right;">Javob: 8</p>

12. Qalinligi 1 mm bo'lgan parafin qatlami bilan bir-biridan ajratilgan diametrlari 20 sm dan bo'lgan ikkita doiraviy plastinkadan iborat yassi kondensatorning sig'imini toping(pF).

Berilgan	Formula	Yechish
$\varepsilon = 2,1$ $d = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$ $D = 20 \text{ sm} = 0,2 \text{ m}$ $C = ?$	$S = \pi \frac{D^2}{4}$ $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$	<p>Plastinkalar doiraviy bo'lganligi uchun dastlab doirani yuzini topamiz.</p> $S = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \frac{0,2^2}{4} = \pi \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ <p>Yassi kondensator formulasidan sig'imni hisoblaymiz</p> $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \frac{2,1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \pi \cdot 10^{-2}}{10^{-3}} = 580 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 580 \text{ pF}$ <p style="text-align: right;">Javob: 580 pF</p>

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar yassi kondensatorning zaryadi 30 mkC ga oshirilganda plastmalar orasidagi potentsiallar farqi 10 V ga ortsa, uning sig'imi(mkF) qanchaga teng? (**J: 3**)
2. Agar plastinalar yuzasini 8 marta orttirib, ular orasidagi masofani esa 2 marta kamaytirilsa, yassi kondensatorning sig'imi necha marta ortadi? (**Javob: 16**)
3. Kondensator vakuumda bir-biridan 0,88 mm masofaga turgan ikkita kvadrat plastinadan hosil qilingan. Kondensatorning sig'imi 1 pF ni tashkil etishi uchun kvadratning tomoni (sm da) qanchaga teng bo'lishi kerak? (**Javob: 1**)
4. Yassi kondensatorning sig'imi 6 mkF ga teng. Agar plastinalar orasidagi masofani 2 marta orttirib, keyin ular orasidagi bo'shliqni $\varepsilon = 5$ i dielektrik bilan to'ldirilsa, kondensatorning sig'imi (mkF da) qanchaga teng bo'ladi? (**Javob: 15**)
5. 1 mkF sig'imli yassi havо kondensator kuchlanish manbaiga ulandi, buning natijasida u 10 mkC zaryadga ega bo'ldi. Kondensator plastinalari orasidagi masofa 5 mm. Kondensator ichidagi maydon kuchlanganligini (kV/m da) aniqlang. (**J: 2**)
6. Zaryadlangan yassi kondensator plastinalari orasidagi masofa 2 marta kamaytirildi. Agar kondensator butun vaqt davomida kuchlanish manbaiga ulangan holda qolsa, bunda uning maydon kuchlanganligi necha marta ortadi? (**Javob: 2**)

7. Yassi havo kondensatori EYuK 200 V bo'lgan kuchlanish manbaiga ulangan. Agar plastinalar orasidagi masofa 1 sm dan 2 sm ga orttirilsa, kondensatordagi elektr maydon kuchlanganligi (kV/m) qanchaga kamayadi? (**J: 10**)

8. Yassi kondensator plastinalari orasidagi masofa 2 sm ga teng. Plastinalar 100 V potentsiallar farqigacha zaryadlangan. Agar zaryadni o'zgartirmagan holda, plastinalar orasidagi masofa 8 sm gacha oshirilsa, ular orasidagi potentsiallar farqi qanchaga teng bo'ladi? (**Javob: 400**)

9. 400 V potentsiallar farqigacha zaryadlangan, izolyatsiyalangan yassi kondensator qoplamalari orasida qoplamalarga zich holda tutashgan, dielektrik singdiruvchanligi 5 bo'lgan plastina joylashgan. Dielektrik olib tashlangandan so'ng kondensator qoplamalari orasidagi potentsiallar farqi qanday bo'ladi? (**J: 2000**)

10. 100 mkF sig'imli yassi kondensatorning ichida joylashgan nuqtaviy zaryadga qandaydir kuch ta'sir qiladi. Kondensatordagi kuchlanish 20 kV. Agar kondensator ikki minut davomida 0,1 A tok bilan zaryadlab turilsa, zaryadga ta'sir qiluvchi kuch necha marta ortadi? (**Javob: 7**)

11. Qoplamalaridagi zaryadning sirt zichligi 6 nC/m^2 bo'lgan yassi kondensator ichida 1,77 pC zaryadli, 10 g massali chang zarrachasi vertikal yuqoriga qanday tezlanish bilan ko'tariladi? $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 2**)

12. Yassi havo kondensatorining qoplamalari bir-biriga qanday kuch (mN da) bilan tortiladi? Kondensatorning zaryadi 6 mkC, kondensator ichidagi maydon kuchlanganligi 3 kV/m. (**Javob: 9**)

13. Har birining radiusi 6 sm bo'lgan ikkita doirasimon metall plastina bir-biriga yaqin masofada joylashgan va yupqa o'tkazgich sim orqali ulangan. Agar plastinalar kuchlanganligi 10 kV/m ga teng va plastinalarga perpendikulyar yo'nalgan bir jinsli maydonda joylashtirilsa, plastinalarning har biriga qanday kuch (mkN da) ta'sir qiladi? $k = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$. (**Javob: 5**)

14. Qoplamalari orasidagi masofa 1 mm bo'lgan kondensator ichida shunday qalinlikdagi va dielektrik singdiruvchanligi 3 bo'lgan dielektrik plastina joylashgan. Agar kondensatorning zaryadi 2 mkC, undagi kuchlanish 200 V bo'lsa, qoplamalar plastinalarni qanday kuch (mN da) bilan bosadi? (**Javob: 600**)

15. O'zgarmas kuchlanish manbaiga ulangan yassi kondensator ichiga qoplamalar orasidagi bo'shliqni butunlay to'ldiradigan dielektrik plastina kiritiladi. Agar dielektrikning dielektrik singdiruvchanligi 1 ga teng bo'lsa, bunda qoplamalar orasidagi tortish kuchi necha marta ortadi? (**Javob: 16**)

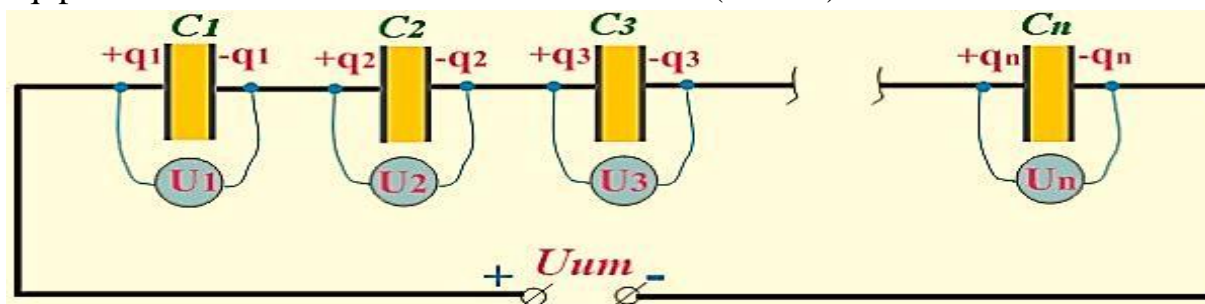
16. Radiusi 6 sm bo'lgan, tekis zaryadlangan doirasimon plastina kuchlanganligi 10 kV/m va plastinaga perpendikulyar yo'nalgan bir jinsli maydonda joylashtirildi. Plastinaning bir tomonida, uning markazi yaqinida maydonning kuchlanganligi nolga teng ekanligi ma'lum bo'ldi. Plastinaning zaryadi (nC da) qanchaga teng? (**Javob: 2**)

17. 1 nF sigʻimli zaryadlanmagan kondensatorning bir plastinasi yerga ulanadi, boshqasi esa uzoqda joylashgan, 92 mkC zaryadga ega boʻlgan 20 sm radiusli oʻtkazgich sharga uzun yupqa sim orqali ulanadi. Sharda qanday zaryad hosil boʻladi? (mkC) (**Javob: 2**)

18. Yassi kondensatorning qoplamalari bir-biridan 0,5 mm masofada joylashgan 5 sm radiusli doirasimon plastina koʻrinishiga ega. Dastlab kondensator zaryadlanmagan, keyin esa uning qoplamalari yupqa sim yordamida uzoqdagi oʻtkazgich sharlar bilan: birinchisini 150 V potensialgacha zaryadlangan 50 sm radiusli shar bilan, ikkinchisini 60 V potensialgacha zaryadlangan 125 sm radiusli shar bilan ulanadi. Kondensator qanday kuchlanish hosil boʻladi? (**Javob: 20**)



Kondensatorlarni quyida rasmdagi kabi ulash ketma-ket ulash hisoblanadi. Bunda 1-kondensatorning 2-qoplamasiga 2-kondensatorning 1-qoplamasi, 2- kondensatorning 2-qoplamasiga 3-kondensatorning 1-qoplamasi va hokozo ketma- ketlikda ulanadi (1-rasm).



1-rasm. Kondensatorlarni ketma-ket ulash.

Kondensatorlarni ketma-ket ulaganda 1-kondensatorning 1-qoplamasi manbaning (+) qutbiga, oxirgi n-kondensatorning 2-qoplamasi esa manbaning (-) qutbiga ulangan bo‘ladi. Oradagi qoplama va kondensatorlar hech qanday manbaga ulanmagan bo‘lsa ham ular qanday zaryadlanadi degan savol tug‘ilishi tabiiy. Bunga sabab elektrostatika induksiya hodisasidir. Bu yerda oraliqda joylashgan qoplama va kondensatorlar manbaga ulangan ikki chetdagi qoplamalarning elektr maydonida turgani bois, ular elektr maydonga kiritilgan o‘tkazgich vazifasini o‘taydi. Har bir o‘tkazgichning (bir-biriga ulangan qo‘shni kondensator qoplamalarining) qarama-qarshi tomonida teng miqdordagi va qarama-qarshi ishorali zaryadlar to‘planadi. Natijada tok manbaiga ketma-ket ulangan kondensatorlarning har bir qoplamasi teng miqdorda +q va -q zaryadlarga ega bo‘ladi. Shuning uchun ham

$$q_{um} = q_1 = q_2 = q_3 = \dots = q_n$$

bo‘ladi. Tashqaridan berilgan umumiy kuchlanish barcha kondensatorlarga taqsimlanib ketgani sababli

$$U_{um} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

bo‘ladi. Umumiy sig‘im esa ushbu

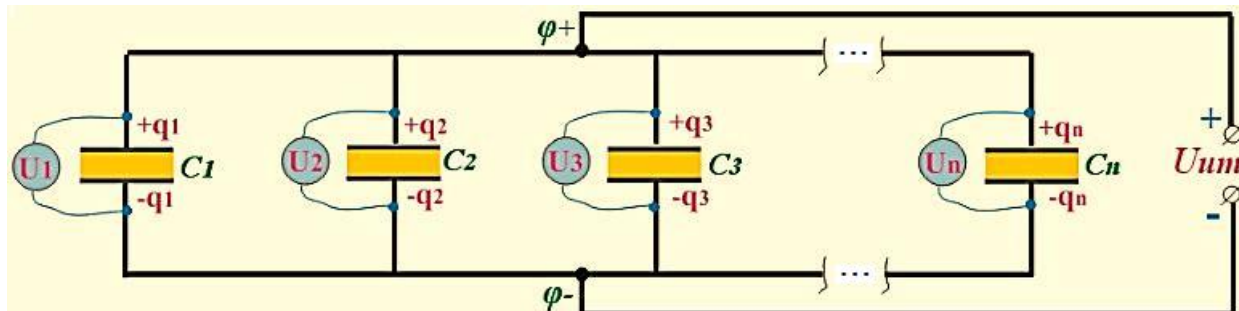
$$U_{um} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n; \rightarrow \frac{q_{um}}{C_{um}} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} + \frac{q_3}{C_3} + \dots + \frac{q_n}{C_n}$$

Hosil bo‘lgan kasrni q ga bo‘lib yuborsak (ketma-ketda zaryad bir xil)

$$\frac{1}{C_{um}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Ko‘rinishda bo‘ladi.

Kondensatorlarni quyida 2-rasmdagidek qilib ulash parallel ulash hisoblanadi. Bunda hamma kondensatorlarning 1-qoplamasi manbaning (+) qutbiga, 2-qoplamasi esa manbaning (-) qutbiga ulanadi.



2-rasm. Kondensatorlarni parallel ulash.

Hamma kondensatorlarning yuqorigi 1-qoplamalari to‘g‘ridan to‘g‘ri manbaning (+) qutbiga ulangan. Shuning uchun, bu qoplamalarning hammasida bir xil manbaning (+) qutbining potensialiga teng bo‘lgan ϕ_+ potensial hosil bo‘ladi. Hamma kondensatorlarning pastki 2-qoplamalari to‘g‘ridan to‘g‘ri manbaning (-) qutbiga ulangan. Shuning uchun, bu qoplamalarning hammasida bir xil manbaning (-) qutbining potensialiga teng bo‘lgan ϕ_- potensial hosil bo‘ladi (4-rasm). Har bir qoplamadagi potentsiallar farqi o‘zaro teng bo‘ladi va bu potentsiallar farqi manbaning kuchlanishiga teng, ya’ni $\phi_+ - \phi_- = U$ bo‘ladi. Demak, kondensatorlarning hammasidagi kuchlanishlar bir xil va manbaning kuchlanishiga teng, ya’ni

$$U_{um} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$

bo‘ladi. Kondensatorlar har biri zaryadlanish jarayonida zaryadni tok manбайдan olgani bois kondensatorlar sistemasining umumiy zaryadi barcha kondensatorlarda to‘plangan zaryadlar yig‘indisiga teng, ya’ni

$$q_{um} = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n$$

bo‘ladi. Kondensatorlar sistemasining umumiy sig‘imi

$$q_{um} = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n \rightarrow C_{um} U_{um} = C_1 U_1 + C_2 U_2 + C_3 U_3 + \dots + C_n U_n$$

Parallel ulanganda kuchlanish tengligi uchun oxirgi tenglamani barcha hadini U ga bo‘lsak quyidagi natijaga erishamiz.

$$C_{um} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Parallel ulanganda umumiy sig‘im formulasi.

Zaryadlangan kondensator energiyasi:

$$W = \frac{qU}{2}$$

Kondensator tok manmaiga ulangan, kuchlanish o'zgarmas bo'lsa:

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

Kondensator tok manбайдan uzilgan, zaryad o'zgarmas bo'lsa:

$$W = \frac{q^2}{2C}$$

Kondensatorning energiya zichligi:

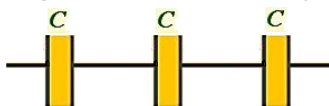
$$\omega = \frac{W}{V}$$

$$\omega = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$$

$$[\omega] = \frac{J}{m^3}$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalar

1. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang.

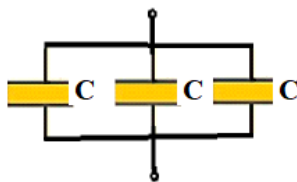


Har bir sig'imlar ketma-ket ulanganligi uchun. Quyidagicha hisoblanadi
Kondensatorlarni ketma-ket ulashda quyidagi formuladan foydalanamiz.

$$\frac{1}{C_{Um}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$\frac{1}{C_{Um}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C} \rightarrow C_{Um} = \frac{C}{3}$$

2. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang

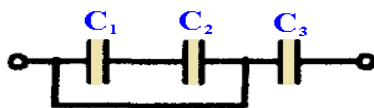


Har bir sig'imlar parallel ulanganligi uchun. Quyidagicha hisoblanadi
kondensatorlarni parallel ulashda quyidagi formuladan foydalanamiz.

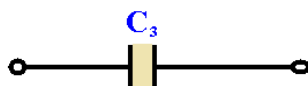
$$C_{Um} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

$$C_{Um} = C + C + C = 3C \Leftrightarrow; C_{Um} = 3C$$

3. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang. ($C_1 = C_2 = C_3 = C$)

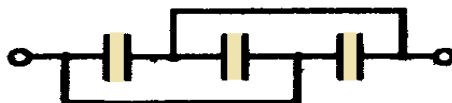


Sxemaning C_1 va C_2 sig'imlar orqali tok o'tmaydi, shuning uchun bu sig'imlarni sxemadan olib tashlaymiz va quyidagi ko'rinishga keladi.

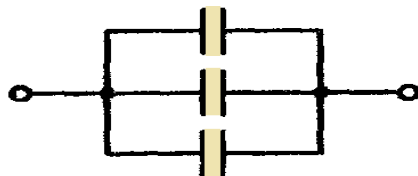


$$C_{Um} = C_3 = C$$

4. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang. ($C_1 = C_2 = C_3 = C$)

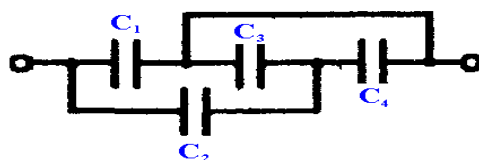


Sxemani quyidagi sodda ko'rinishda ifodalaymiz

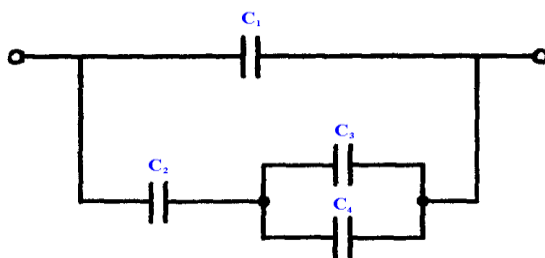


$$C_{Um} = C + C + C = 3C \Rightarrow C_{Um} = 3C$$

5. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang. ($C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C$)



Sxemani quyidagi sodda ko'rinishda ifodalaymiz

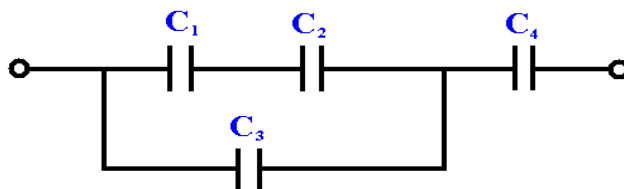


$$C_{34} = C_3 + C_4 = C + C = 2C$$

$$\frac{1}{C_{234}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_{34}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{3}{2C}; C_{234} = \frac{2}{3}C$$

$$C_{Um} = C_1 + C_{234} = C + \frac{2}{3}C = \frac{5}{3}C; C_{Um} = \frac{5}{3}C$$

6. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang. ($C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C$)

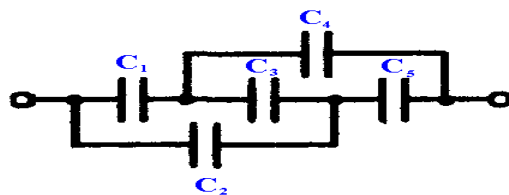


$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}; C_{12} = \frac{C}{2}$$

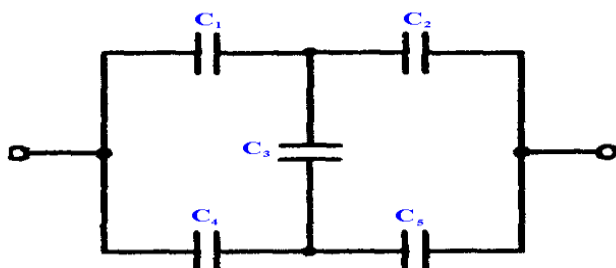
$$C_{123} = C_{12} + C_3 = \frac{C}{2} + C = \frac{3}{2}C$$

$$\frac{1}{C_{Um}} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_{123}} = \frac{1}{C} + \frac{2}{3C} = \frac{5}{3C} \rightarrow C_{Um} = \frac{3}{5}C$$

7. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang. ($C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = C$)

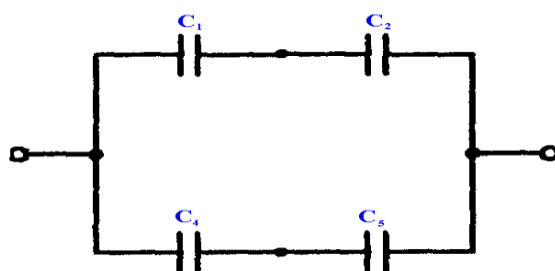


Sxemani quyidagi sodda ko'rinishda ifodalaymiz



Shunga o'xshash sxemalar uchun quyidagi formula doimo o'rinalidir. Agar

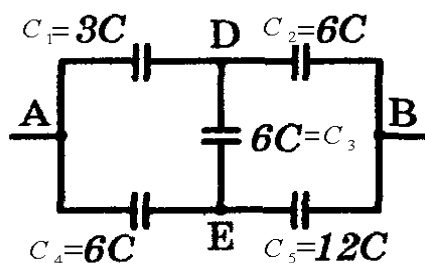
$\frac{C_1}{C_4} = \frac{C_2}{C_5}$ nisbat teng bo'lgan hollarda C_3 sig'imdan tok o'tmaydi shuning uchun bu sig'imni sxemadan olib tashlaymiz.



$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \rightarrow C_{12} = \frac{C}{2}; \quad \frac{1}{C_{45}} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \rightarrow C_{45} = \frac{C}{2};$$

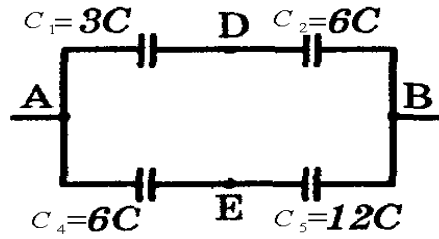
$$C_{Um} = C_{12} + C_{45} = \frac{C}{2} + \frac{C}{2} = C \rightarrow C_{Um} = C$$

8. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang.?



Oldingi masalada aytganimizdek, $\frac{C_1}{C_4} = \frac{C_2}{C_5}$ nisbat teng bo'lgan hollarda C_3

sig'imdan tok o'tmaydi shuning uchun bu sig'imni sxemadan olib tashlaymiz.

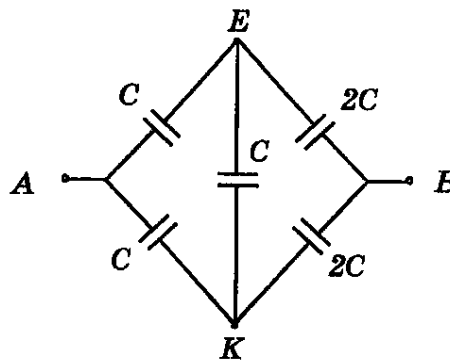


$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{3C} + \frac{1}{6C} = \frac{3}{6C} \rightarrow C_{12} = 2C$$

$$\frac{1}{C_{45}} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5} = \frac{1}{6C} + \frac{1}{12C} = \frac{3}{12C} \rightarrow C_{45} = 4C$$

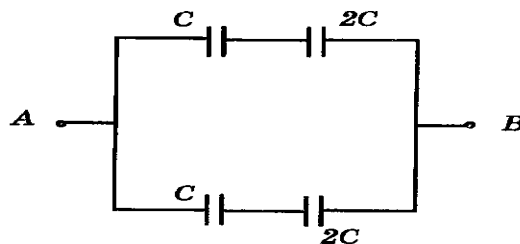
$$C_{Um} = C_{12} + C_{45} = 2C + 4C = 6C \rightarrow C_{Um} = 6C$$

9. Sxemaning umumiy sig'imini toping?



K va E nuqtalarda potentsiallari teng potentsiallar farqi 0 ga tengligi uchun KE yo'nalishda tok oqmaydi bu kondensator zaryadlanmaydi shuning uchun bu kondensatorni sxemadan olib tashlaymiz

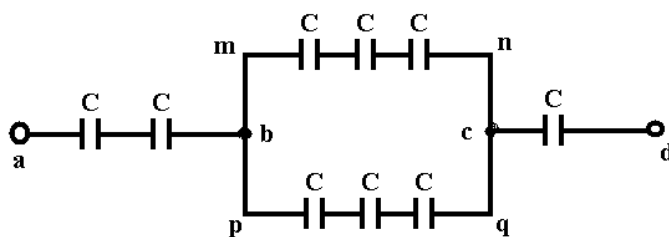
($\frac{C}{C} = \frac{2C}{2C}$ teng bo'lgani uchun ham yuqoridagi shart o'rinlidir)



$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{3}{2C} \rightarrow C_{12} = \frac{2C}{3}; \frac{1}{C_{45}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{3}{2C} \rightarrow C_{45} = \frac{2C}{3}:$$

$$C_{Um} = C_{12} + C_{45} = \frac{2C}{3} + \frac{2C}{3} = \frac{4C}{3} \rightarrow C_{Um} = \frac{4C}{3}$$

10. ad nuqta orasidagi umumiy sig'imni toping?

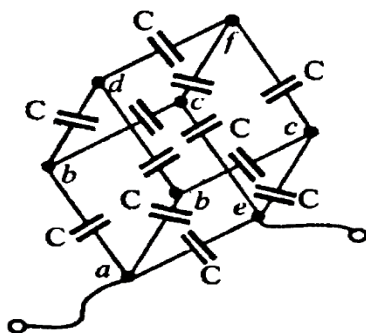


$$\frac{1}{C_{mn}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C} \rightarrow C_{mn} = \frac{C}{3}; \frac{1}{C_{pq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C} \rightarrow C_{pq} = \frac{C}{3};$$

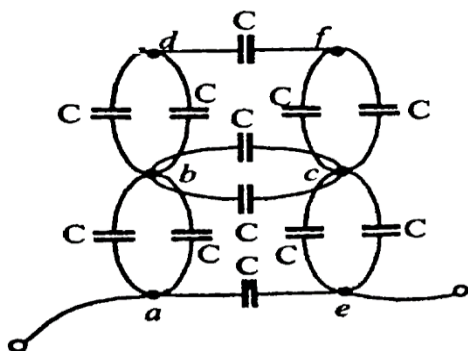
$$C_{bc} = C_{mn} + C_{pq} = \frac{C}{3} + \frac{C}{3} = \frac{2C}{3}; \frac{1}{C_{ab}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \rightarrow C_{ab} = \frac{C}{2};$$

$$\frac{1}{C_{ad}} = \frac{1}{C_{ab}} + \frac{1}{C_{bc}} + \frac{1}{C_{cd}} = \frac{2}{C} + \frac{3}{2C} + \frac{1}{C} = \frac{9}{2C}; C_{ad} = \frac{2C}{9};$$

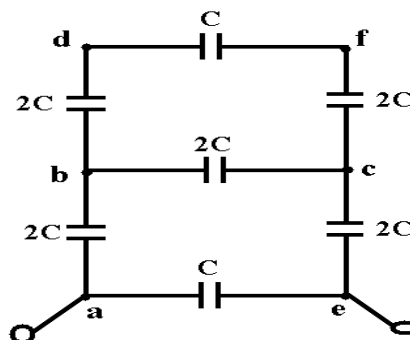
11. Sxemaning umumiy sig'imini toping?



Sxemani quyidagicha soddalashtiramiz, ya'ni b va c nuqtalarni tutashtiramiz.



1-rasm.



1-rasmning soddalashtirilgan ko'rinishi.

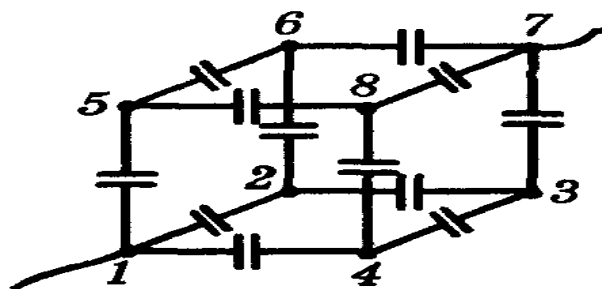
$$\frac{1}{C_{bdfc}} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{2C} = \frac{4}{2C}; C_{bdfc} = \frac{C}{2};$$

$$C_{bc} = C_{bdfc} + 2C = \frac{C}{2} + 2C = \frac{5C}{2}$$

$$\frac{1}{C_{abce}} = \frac{1}{C_{ab}} + \frac{1}{C_{bc}} + \frac{1}{C_{ce}} = \frac{1}{2C} + \frac{2}{5C} + \frac{1}{2C}; C_{abce} = \frac{10C}{14} = \frac{5C}{7};$$

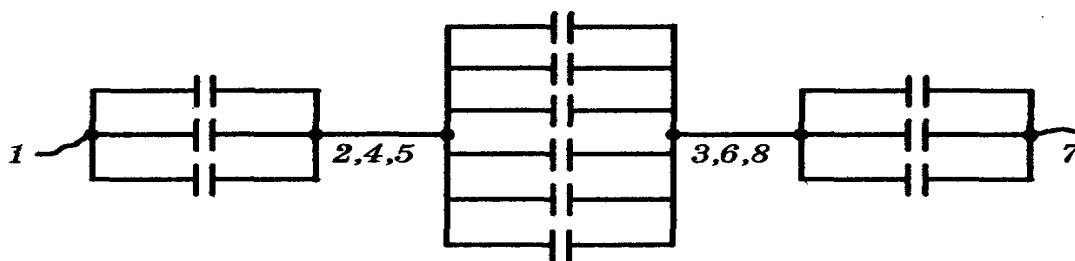
$$C_{ae} = C_{abce} + C = \frac{5C}{7} + C = \frac{12C}{7}$$

12. Sxemaning umumiy sig'imini hisoblang.

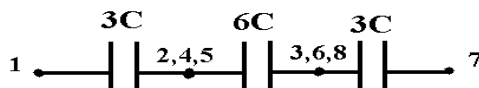


1-rasm.

Sxemani sodda ko‘rinishda ifodalaymiz ya’ni 2,4,5 va 3,6,8 nuqtalarni potentsiallari bir xil bo‘lganligi uchun tutashtiramiz(1,1-rasm)



1,1-rasm.



1,2-rasm

1,1-rasmdagi sxemaning parallel turgan sig‘imlarni hisoblasak, 1,2-rasmdagi sodda sxema hosil bo‘ladii.

$$\frac{1}{C_{Um}} = \frac{1}{3C} + \frac{1}{6C} + \frac{1}{3C} = \frac{5}{6C}; C_{Um} = \frac{6}{5}C = 1,2C.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 160 pF sig‘imli kondensatorlar batareyasini hosil qilish uchun 800 pF sig‘imli kondensator bilan ketma-ket ulanishi kerak bo‘lgan kondensatorning sig‘imi (pF da) qanday bo‘lishi lozim? (**Javob: 200**)

2. 20 pF sig‘imli yassi kondensator o‘lchamlari xuddi shunday, lekin dielektrik singdiruvchanligi 3 ga teng bo‘lgan dielektrik bilan to‘ldirilgan kondensator bilan ketma-ket ulanadi. Shu batareyaning sig‘imini (pF) toping. (**J: 15**)

3. 5 mkF sig‘imli yassi havo kondensatori dielektrik singdiruvchanligi 6 bo‘lgan suyuq dielektrik bilan to‘ldiriladi. Bu kondensatorga qanday sig‘imli kondensator ketma-ket ulanganda umumiy sig‘im yana 5 mkF bo‘ladi? (**Javob: 6**)

4. Sig‘imlari 2 mkF va 4 mkF ga teng bo‘lgan ikkita kondensator ketma-ket ulangan hamda EYuK 75 V bo‘lgan kuchlanish manbaiga ulab qo‘yilgan. Katta sig‘imli kondensatoridagi potentsiallar farqini toping. (**Javob: 25**)

5. Har biri 300 V maksimal kuchlanishga mo'ljallangan, lekin 500 va 300 pF sig'implarga ega bo'lgan ikkita kondensator ketma-ket ulangan. Shu batareyaga qanday eng katta kuchlanish qo'yish mumkin? (**Javob: 480**)

6. 1, 2 va 3 mkF sig'imli uchta kondensator ketma-ket ulangan va 220 V EYuK li kuchlanish manbaiga ulab qo'yilgan. Har bir kondensatorning zaryadini (mkC da) aniqlang. (**Javob: 120**)

7. Ikkita bir xil yassi havo kondensatori ketma-ket ulangan va kuchlanish manbaiga ulab qo'yilgan. Kondensatorlardan biri suyuq dielektrikka botirilganda kondensatorlar plastinalaridagi zaryad 1,5 marta ortdi. Dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini toping. (**Javob: 3**)

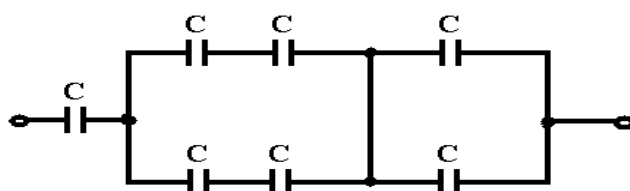
8. Ikkita bir xil yassi havo kondensatori ketma-ket ulangan va kuchlanish manbaiga ulab qo'yilgan. Ulardan birining ichiga qoplamalar orasidagi butun bo'shliqni to'ldiradigan dielektrik ($\epsilon = 3$) kiritiladi. Shu kondensatordagi maydon kuchlanganligi necha marta kamayadi? (**Javob: 2**)

9. Ikkita bir xil havo kondensatori ketma-ket ulangan va o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulab qo'yilgan. Ulardan birining plastinalari orasidagi masofa uch marta orttiriladi. Shu kondensatordagi maydon kuchlanganligi necha marta kamayadi?

(**Javob: 2**)

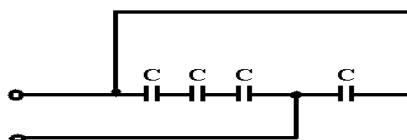
10. Ikkita bir xil havo kondensatori ketma-ket ulangan va o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulab qo'yilgan. Ulardan birining plastinalari orasidagi masofa uch marta kamaytiriladi, boshqasini esa - uch marta orttiriladi. Birinchi kondensatordagi kuchlanish necha marta kamayadi? (**Javob: 5**)

11. Sxemalarning umumiy sig'imini toping?



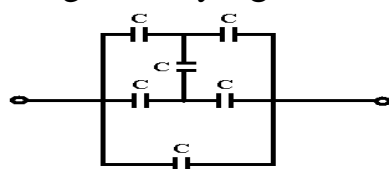
(**Javob: $C_{Um} = 0,4C$**)

12. Sxemalarning umumiy sig'imini toping?



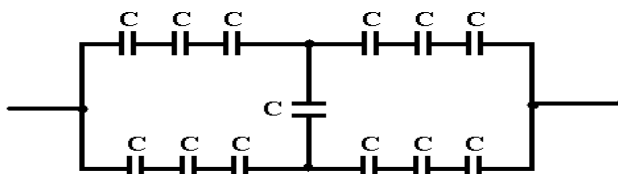
(**Javob: $C_{Um} = \frac{4}{3}C$**)

13. Sxemalarning umumiy sig'imini toping?



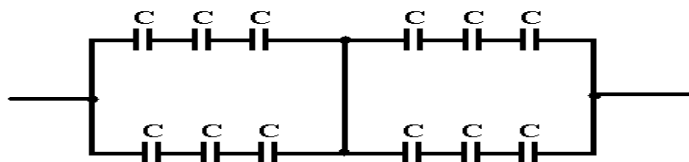
(**Javob: $C_{Um} = 2C$**)

14. Sxemalarning umumiy sig'imini toping?



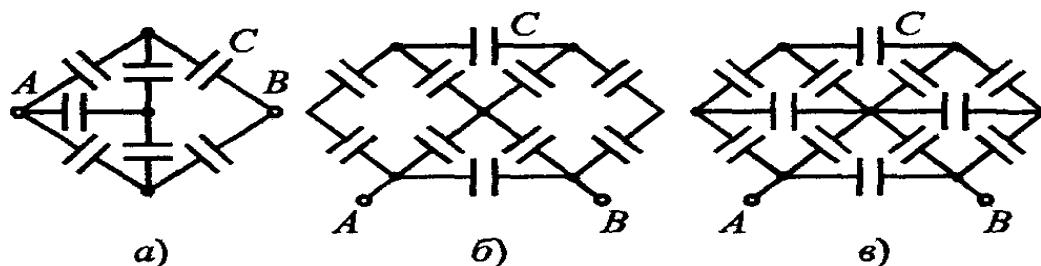
(Javob: $C_{Um} = \frac{C}{3}$)

15. Sxemalarning umumiy sig'imini toping?



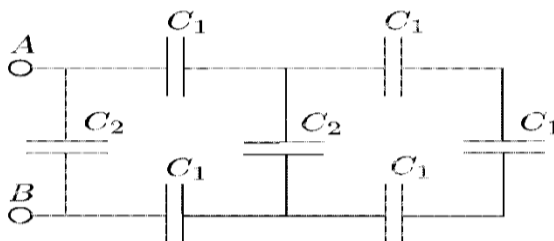
(Javob: $C_{Um} = \frac{C}{3}$)

16. A va B nuqta orasidagi umumiy sig'imini toping?



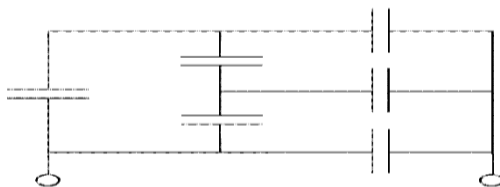
(Javob: a rasm $C_{AB} = \frac{8}{7}C$; b va v rasm $R_{AB} = \frac{12}{7}C$)

17. Zanjirdagi umumiy sig'imni toping? ($C_1 = 2mkF$; $C_2 = 1mkF$)



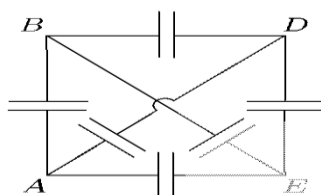
(Javob: $C_{Um} = 1,62mkF$)

18. Zanjirdagi umumiy sig'imni toping?(Har-bir kondensator sig'imi C)



(Javob: $C_{Um} = 2C$)

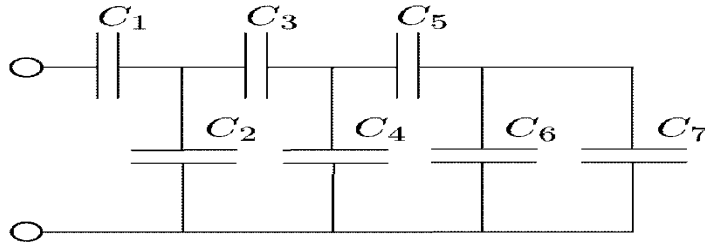
19. Rasmda berilgan sxemaning A, D va A, E nuqtalar orasidagi umumiy sig'imni toping?(barcha kondensatorlarning sig'imi C)



(Javob: $C_{AD} = C_{AE} = 2C$)

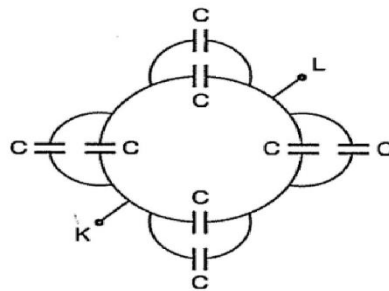
20. Sxemaning umumiy sig'imini toping?

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = C, C_6 = C_7 = C/2$$



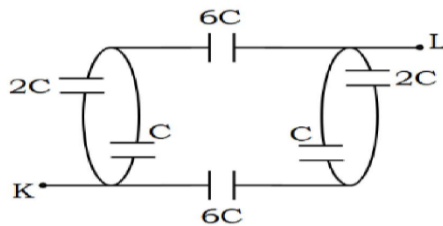
(Javob: $C_{Um} = \frac{8}{13}C$)

21. Quyidagi sxemaning K-L oraliqdagi umumiy sig'im qanday?



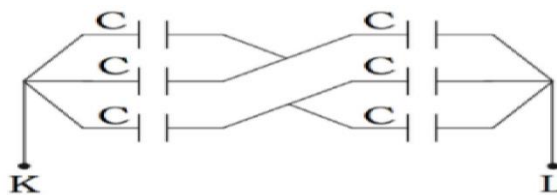
(Javob: $C_{KL} = 2C$)

22. Quyidagi sxemaning K-L oraliqdagi umumiy sig'im qanday?



(Javob: $C_{KL} = 4C$)

23. Quyidagi sxemaning K-L oraliqdagi umumiy sig'im qanday?



(Javob: $C_{KL} = 4C/3$)



Erkin elektr zaryadlarining tartibli (bir tomonga yo'nalgan) harakati elektr toki deb ataladi. Elektr toki paydo bo'lishi va doimo bo'lib turishi uchun birinchidan, moddada erkin elektr zaryadlari, ikkinchidan, ularni tartibli harakatga keltiruvchi elektr maydon, uchinchidan, zanjir berk bo'lishi kerak.

Metallarda erkin elektronlar erkin zarralar bo'lib hisoblanadi. Agar metall elektr maydonga kiritilsa, unda erkin elektronlar tartibsiz harakatlarini to'xtatmagan holda maydon ta'sirida tartibli harakat qila boshlaydi, natijada tok vujudga keladi. Metallar elektronli o'tkazgichlar yoki birinchi tur o'tkazgichlar, erkin elektronlar esa o'tkazuvchanlik elektronlari deb ataladi. Birinchi tur o'tkazgichlardan tok o'tganda elektronlarning ko'chishi o'tkazgich tarkibida hech qanday kimyoviy o'zgarishlar hosil qilmaydi.

Elektr toki borligini tok tufayli yuz beradigan quyidagi ta'sir yoki hodisalarga qarab bilish mumkin:

- 1) Issiqlik ta'siri-tok o'tayotgan o'tkazgich qiziydi (masalan, isitkich asboblari, cho'g'lanma lampalar, issiqlik o'lchov asboblari);
- 2) Kimyoviy ta'siri-elektr toki o'tkazgichning kimyoviy tarkibini o'zgartiradi (masalan, elektroliz hodisasi);
- 3) Magnit ta'siri (masalan, tokli o'tkazgich yonida magnit strelkasining og'ishi, elektromagnitlar);
- 4) Kuch ta'siri (masalan, magnit maydonda tokli simning og'ishi, elektrodvigatel);
- 5) Yorug'lik ta'siri (masalan, siyraklangan gazlarda razryad,elektr yoyi).

Elektr tokining yo'nalishi uchun hamma vaqt musbat zaryadlarning yo'nalishi qabul qilingan. Elektr toki tok kuchi va tok zichligi deb ataluvchi fizik kattaliklar bilan xarakterlanadi.

O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida oqib o'tadigan zaryad miqdori bilan o'lchanadigan kattalik tok kuchi deb ataladi. Agar Δt vaqt ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimi orqali q zaryad miqdori o'tsa, u holda, ta'rifga binoan,

$$I = \frac{q}{\Delta t} \quad (7.1)$$

kattalik tok kuchini ifodalaydi. Tok kuchi vaqt o'tishi bilan ham yo'nalish jihatdan, ham kattalik jihatdan o'zgarmasa, bunday tokni o'zgarmas tok deyiladi.

Tok kuchi skalar kattalik bo'lib, u faqat berilgan yuzadan birlik vaqt davomida o'tayotgan zaryad miqdori bilan aniqlanadi va zaryad tashuvchi zarralarning qaysi

yoʻnalishda va yuzga nisbatan qanday burchak hosil qilib harakatlanayotganiga bogʻliq emas.

Lekin koʻb hollarda zaryadli zarralarning harakat yoʻnalishini bilish kerak boʻladi. Bu maqsadda tok zichligi vektori tushunchasidan foydalaniladi.

Tok zichligi vektori deb, son jihatdan oʻtkazgichning birlik koʻndalang kesimidan oʻtuvchi tok kuchiga teng va yoʻnalish jihatdan musbat zaryadlarning harakat yoʻnalishi bilan bir xil boʻlgan vector kattalikka aytiladi.

Agar oʻtkazgich ichida zaryadlar harakati yoʻnalishiga tik boʻlgan biror S yuzdan Δt vaqt davomida q zaryad oʻtayotgan boʻlsa, u holda tok zichligi vektorining moduli

$$j = \frac{q}{S\Delta t} = \frac{I}{S} \quad (7.2)$$

SI da tok kuchi birligi qilib amper (A) qabul qilingan.

Tok zichligining SI dagi birligi (A/m^2) yaʼni bir metr kvadrat yuzdan bir amper tok kuchining oʻtishi tok zichligi birligini ifodalaydi.

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Toʻyinish toki 12 mA boʻlsa, katod sirtidan har sekundda qancha elektron uchib chiqadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 12mA = 12 \cdot 10^{-3}A$ $t = 1s$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ $N = ?$	$q = Ne$ $I = \frac{q}{t}$	Masala shartida zaryad berilmagani uchun, tok kuchi formulasiga zaryadni oʻrniga formulasini eltib qoʻyamiz va elektronlar soni N ni topamiz $I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}; \quad N = \frac{I \cdot t}{e} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 7,5 \cdot 10^{16}$ Javob: $7,5 \cdot 10^{16}$ ta

2. Diametri 2 mm boʻlgan oʻtkazgichdan 3,14 A tok oʻtayotgan boʻlsa, tok zichligi qanday (A/m^2) boʻladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$d = 2mm = 2 \cdot 10^{-3}m$ $I = 3,14A$ $j = ?$	$S = \pi \frac{d^2}{4}$ $j = \frac{I}{S}$	Tok zichligini topish uchun avval oʻtkazgichning koʻndalang kesim yuzini topamiz, soʻngra tok zichligini hisoblaymiz $S = \pi \frac{d^2}{4} = \pi \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 10^{-6}\pi$ $j = \frac{I}{S} = \frac{3,14}{10^{-6}\pi} = 10^6 A/m^2$ Javob: $10^6 A/m^2$

3. Buyumlarni nikellaydigan elektroliz hovuzidagi elektrodning yuzi 50 dm². Agar elektrolitdan oʻtayotgan tok kuchi 100 A boʻlsa, elektrodagi tok zichligi qanday (A/m^2) boʻladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$S = 50dm^2 = 50 \cdot 10^{-2}m^2$ $I = 100A$ $j = ?$	$j = \frac{I}{S}$	$j = \frac{I}{S} = \frac{100}{50 \cdot 10^{-2}} = 200 A/m^2$ Javob: 200 A/m²

4. Elektr lampadan 10 minutda 30 C zaryad o'tdi. Undagi tok kuchini toping (mA).

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 10\text{mi} = 600\text{s}$ $q = 30\text{C}$ $I = ?$	$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{q}{t} = \frac{30}{600} = 0,05\text{A} = 50\text{mA}$ Javob: 50 mA

5. Zanjirdagi tok kuchi 0,5 A bo'lsa, 9 minutda necha kulon zaryad oqib o'tadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 0,5\text{A}$ $t = 9\text{mi} = 540\text{s}$ $q = ?$	$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{q}{t} \rightarrow q = I \cdot t = 0,5 \cdot 540 = 270\text{C}$ Javob: 270 C

6. 8 s vaqt ichida o'tkazgichning 5 mm² ko'ndalang kesimidan 20 C zaryad o'tgan bo'lsa, tok zichligi qanday (A/m²)?

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 8\text{s}$ $S = 5\text{mm}^2 = 5 \cdot 10^{-6}\text{m}^2$ $q = 20\text{C}$ $j = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $j = \frac{I}{S}$	$I = \frac{q}{t} = \frac{20}{8} = 2,5\text{A}$ $j = \frac{I}{S} = \frac{2,5}{5 \cdot 10^{-6}} = 5 \cdot 10^5\text{A/m}^2$ Javob: 5 · 10⁵ A/m²

7. To'yinish toki 12 mA bo'lsa, katod sirtidan har sekunda qancha elektron uchib chiqadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 12\text{mA} = 12 \cdot 10^{-3}\text{A}$ $t = 1\text{s}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ $N = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $q = Ne$	$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}$ $N = \frac{It}{e} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 7,5 \cdot 10^{16}$ Javob: 7,5 · 10¹⁶ ta

8. Metall o'tkazgichdagi tok kuchi 1 A. O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzidan 1 s da nechta elektron o'tadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 1\text{A}$ $t = 1\text{s}$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ $N = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $q = Ne$	$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}$ $N = \frac{It}{e} = \frac{1 \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,625 \cdot 10^{19}$ Javob: 0,625 · 10¹⁹

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. O'zgaruvchan sig'imli kondensatorga 100 V kuchlanish berilgan. Agar kondensatorning sig'imi 10 nF/s tezlik bilan tekis o'zgarsa, simlar bo'ylab oqayotgan tok kuchi (mA da) qanday bo'ladi? (**Javob: 1**)

2. Boshlang'ich sig'imi 12 mkF bo'lgan vertikal joylashgan kondensatorning ichini to'ldirib turgan kerosin ($\epsilon=2$) tekis oqib chiqadi. Bunda kondensator bilan EYUK 24 V bo'lgan batareyani bog'laydigan zanjirda 1 mA tok kuchi oqadi. Kerosinning hammasi necha sekund ichida oqib chiqadi? Tok manbaining ichki qarshiligi va simlarning qarshiligi inobatga olinmasin. (**Javob: 144**)

3. Elektrodleri yassi bo'lgan ikki elektrodli lampada kuchlanish 22 kV ni tashkil etadi. Elektronlar anodga 1 mkN umumiy kuch bilan uriladi. Lampa orqali qanday tok kuchi (mA da) oqadi? Elektron zaryadining uning massasiga nisbati $1,76 \cdot 10^{11}$ Kl/kg. (**Javob: 2**)

4. Agar 5 s vaqt davomida tok kuchi 0 dan 12 A gacha tekis ortsa, shu vaqt ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimi bo'ylab qanday zaryad o'tadi? (**Javob: 30**)

5. O'tkazgichdagi tok kuchi birinchi sekundda 0 dan 7 A gacha tekis ortadi, keyingi 1 s da o'zgarmas qoladi, va oxirgi 1 s da esa tekis ravishda nolgacha kamayadi. 3 s ichida o'tkazgich orqali qanday zaryad o'tgan? (**Javob: 14**)

6. O'tkazgichning ko'ndalang kesimi orqali bir minut ichida 100 C zaryad o'tdi. Bunda tok kuchi birinchi 10 s da noldan qandaydir I miqdorgacha tekis ravishda ortgan, oxirgi 10 s da esa nolgacha tekis kamaygan. I ni toping. (**Javob: 2**)

7. $0,25 \text{ mm}^3$ ko'ndalang kesimli sim orqali 2,4 A tok o'tmoqda. Agar simdagi erkin elektronlar konsentratsiyasi $2 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$, elektronning zaryadi esa $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ bo'lsa, elektronlarning yo'naltirilgan harakat o'rtacha tezligi (mm/s da) qanchaga teng? (**Javob: 3**)



O‘tkazgich bo‘ylab zaryadlarning harakatlanishi uchun o‘tkazgich uchlarida potentsiallar farqining bo‘lishi, ya’ni o‘tkazgich ichida elektr maydon bo‘lishi kerak. O‘tkazgich uchlaridagi potentsiallar farqi elektrostatikadan farqli ravishda kuchlanish deb ham yuritiladi va lotincha U harfi bilan belgilanadi.

O‘tkazgich uchlaridagi potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanish deb, bir birlik musbat zaryadni o‘tkazgich bo‘ylab ko‘chirishda o‘tkazgichdagi elektr maydoni kuchning bajargan ishiga miqdor jihatidan teng bo‘lgan fizik kattalikka aytiladi.

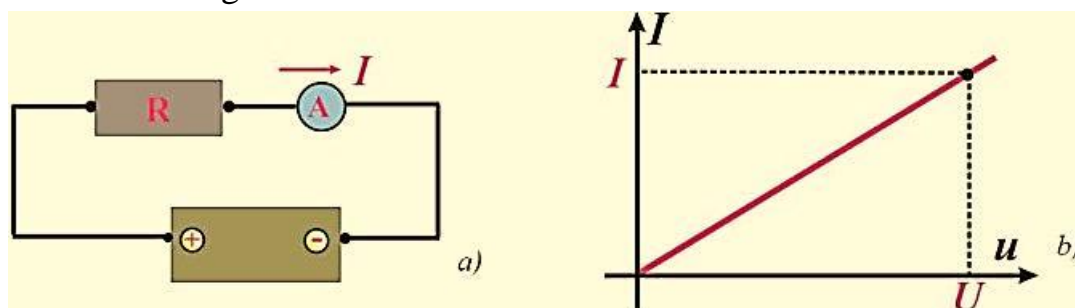
$$U = \frac{A}{q} \quad (8.1)$$

O‘tkazgichdagi kuchlanish va tok kuchi orasidagi bog‘lanishni aniqlash bo‘yicha tajribalarni birinchi bo‘lib nemis fizigi 1826-yilda Om Georg Simon o‘tkazgan.

Tajribagag ko‘ra o‘tkazgich qutblaridagi kuchlanishni asta-sekin oshirilganda tok kuchi ham kuchlanishga to‘g‘ri proporsional holda ($I \sim U$) oshib borgan (1- rasm). Shuning uchun koeffitsient kiritish orqali proporsionallikdan tenglikka o‘tildi.

$$I = GU \quad (8.2)$$

Bu yerda: G- proporsionallik koeffitsienti bo‘lib, unga o‘tkazgichning o‘tkazuvchanligi deyiladi. O‘tkazuvchanlik qancha yaxshi bo‘lsa, ayni bir kuchlanishda o‘tkazgichdan shuncha katta tok o‘tadi.



1-rasm. Volt amper xarakteristikasi.

XBSda o‘tkazuvchanlikning birligi qilib simens (Sm) qa’bul qilingan. 1Sm o‘tkazuvchanlik deb, ushlarida 1V kuchlanish bo‘lganda 1A tok o‘tadigan o‘tkazgichning o‘tkazuvchanligiga aytiladi.

Odatda esa, amaliy hisoblashlarda o‘tkazuvchanlikka teskari bo‘lgan ifoda –o‘tkazgich qarshiligi ishlatiladi.

$$R = \frac{1}{G} \quad (8.3)$$

Turli xil o'tkazgichlar zanjirdan o'tayotgan tokni turlicha cheklaydi yoki tokka turlicha qarshilik ko'rsatadi.

O'tkazgich qarshiligi Om (Ω) larda o'lchanadi. o'tkazuvchanligi $1Sm$ bo'lgan o'tkazgichning qarshiligi 1Ω ga teng.


O'tkazgichning zanjirdagi tokni cheklash xossasiga o'tkazgich qarshiligi deyiladi.

O'tkazgich qarshiligi R orqali tok kuchi I ning kuchlanish U ga bog'liqligi quyidagicha bo'ladi:

$$I = \frac{U}{R} \quad (8.4)$$

Yuqoridagi bog'lanishni birichi bo'lib Georg Simon Om aniqlagani uchun bu bog'lanish uning sharafiga zanjirning bir qismi uchun Om qonuni deb ataladi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi:

Zanjirning bir qismidan o'tayotgan tokning kuchi o'tkazgich uchlaridagi kuchlanishga to'g'ri proporsional va o'tkazgichning qarshiligiga teskari proporsionaldir. O'tkazgich qarshiligi 1Ω ni quyidagicha ta'riflash ham mumkin: 1Ω qarshilik deb, uchlaridagi kuchlanish $1V$ bo'lganda $1A$ tok o'tkazadigan o'tkazgichning qarshiligiga aytiladi.

 <p>Om Georg Simon</p>	<p><i>1787-yil 16-mayda Bavariya qirolligining Erlangen shahrida dunyoga kelgan. U tok kuchi, kuchlanish va qarshilik orasidagi bog'lanishni ifodalovchi qonunni fizikaga nazariy jihatdan kirgizdi va o'z tajribalarida isbotladi. Hozirda elektr qarshiligining nomi uning nomi bilan "Om" deb va o'tkazuvchanlikning birligi esa uning familiyasi bilan "Simon" deb nomlanadi. Om qonuni dunyoolimlari tomonidan tan olinadi va London qirollik jamiyatining 1841-yil 30-noyabrda yig'ilishida Kopli medali bilan taqdirlanadi. U hayoti davmida qilgan ishlari, maqolalarini 1827-yilda bitta kitob (Dier galvanische Kette, mathematisch bearbeitet) qilib chop etadi, so'ngra bu kitob 1841-yilda inglizchaga, 1847-yil fransuzchaga, 1860-yil esa italyanchaga tarjima qilinadi. U Furening issiqlik tarqalish hodisalari bilan ham shug'ullangan. U 1854-yil 6-iyulda Germaniyaning Myunxen shahrida 76 yoshida olamdan o'tadi.</i></p>
--	---

O'tkazgichning qarshiligi uning geometrik o'lchamlariga va material turiga bog'liq bo'lgan kattalikdir. O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi qancha katta

bo'lsa, erkin elektronlar yugurishi uchun shuncha keng yo'lakcha qilib qo'yilganva bu elektronlar bir-biriga turtilmasdan shuncha bemalol yugurishadi deb fikr yuritsak, u holda qarshilik o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasiga teskari proporsional degan xulosaga kelamiz. O'tkazgich uzunligi qancha uzun bo'lsa, erkin elektronlar bu uzun yo'lda shuncha ko'p kristal panjaralaridagi tugunlar bilanto'qnashadi deb fikr yuritsak, u holda qarshilik o'tkazgichning uzunligiga to'g'ri proporsional degan xulosaga kelamiz.

O'tkazgich qarshiligi o'tkazgichning geometrik o'lchamlariga va materila turiga quyidagicha bog'langan:

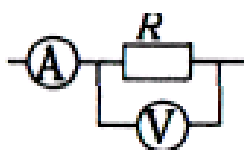
$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (8.5)$$

Bu yerda: l – o'tkazgich uzunligi; S – o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi; ρ – o'tkazgichning solishtirma qarshiligi bo'lib, har xil materiallar uchun uning son qiymati turlichadir. Solishtirma qarshilikning son qiymatlari har xil materiallar uchun ilovada berilgan. Solishtirma qarshilikning XBSdagi o'lchov birligi $[\rho] = [\Omega \cdot m]$ bo'lib, lekin ba'zida $\frac{[\Omega \cdot mm^2]}{m}$ o'lchov birliklaridan ham foydalaniladi. Ular orasidagi bog'lanish quyidagicha bo'ladi:

$$1 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} = 1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

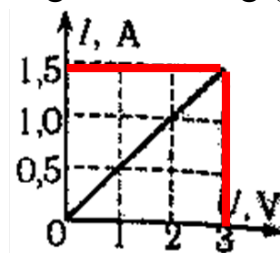
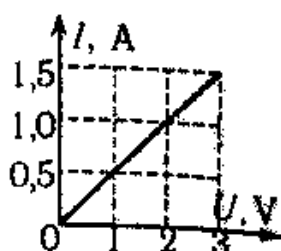
Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Ampermetr 5 A ni, voltmetr 100 V ni ko'rsatsa, R qarshilik necha Ω ? Voltmetrning ichki qarshiligi cheksiz katta deb hisoblang.



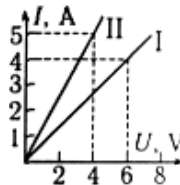
Berilgan	Formula	Yechish
$I = 5A$ $U = 100V$ $R = ?$	$I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{U}{R} \rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{100}{5} = 20\Omega$ Javob: 20Ω

2. O'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchining kuchlanishga bog'lanish grafigidan foydalanib, o'tkazgichning qarshiligini hisoblang (Ω).



Berilgan	Formula	Yechish
$I = 1,5A$ $U = 3V$ $R = ?$	$I = \frac{U}{R}$	Masala shartidagi rasimga o'zimizdan kuchlanishni va unga mos tok kuchini belgilab qarshilikni hisoblaymiz. $I = \frac{U}{R} \rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{3}{1,5} = 2\Omega$ <p style="text-align: right;">Javob: 2 Ω</p>

3. O'tkazgichlarning volt-ampere xarakteristikasidan foydalanib, 1-o'tkazgich qarshiligining 2-o'tkazgich qarshiligiga nisbatini toping.



Berilgan	Formula	Yechish
$I_1 = 4A; U_1 = 6V$ $I_2 = 5A; U_2 = 4V$ $R_1/R_2 = ?$	$I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{U}{R} \rightarrow R = \frac{U}{I} : \begin{cases} R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{6}{4} \\ R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{4}{5} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 1,87$ <p style="text-align: right;">Javob: 1,87</p>

4. Bir simning uzunligi 20 sm, ikkinchisini 1,6 m. Simlarning ko'ndalang kesimi va materiali bir xil. Qaysi simning qarshiligi katta va necha marta katta?

Berilgan	Formula	Yechish
$l_1 = 20sm = 0,2m$ $l_2 = 1,6m$ $S_1 = S_2$ $\rho_1 = \rho_2$ $R_2/R_1 = ?$	$R = \rho \frac{l}{S}$	$\begin{cases} R_1 = \rho_1 \frac{l_1}{S_1}; R_1 = \frac{l_1}{l_2} = \frac{0,2}{1,6} = \frac{1}{8} \\ R_2 = \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \end{cases}$ $R_2 = 8R_1$ <p style="text-align: right;">Javob: R₂ 8 marta katta R₁ dan</p>

5. Har bir metrining massasi 78 kg bo'lgan po'lat relsning necha metri 0,012 Ω qarshilikka ega bo'ladi? Po'latning zichligi 7,8 g/sm³, solishtirma qarshiligi 1,2·10⁻⁷ Ω·m.

Berilgan	Formula	Yechish
$l_0 = 1m$ $m_0 = 78kg$ $R = 0,012\Omega$ $\rho_z = 7800kg/m^3$ $\rho_s = 1,2 \cdot 10^{-7}\Omega \cdot m$ $l = ?$	$m = \rho \cdot V$ $V = S \cdot l$ $R = \rho \frac{l}{S}$	$\begin{cases} R = \rho_s \frac{l}{S} \\ m_0 = \rho_z V = \rho_z S l_0 \\ l = \frac{R \cdot m_0}{\rho_s \rho_z l_0} = 100m \end{cases} \Rightarrow R \cdot m_0 = \rho_s \rho_z l l_0$ <p style="text-align: right;">Javob: 100 m</p>

6. Diametri 1 sm, massasi 10 kg bo'lgan nixrom sterjenning qarshiligi necha Ω bo'ladi? Nixromning solishtirma qarshiligi 1·10⁻⁵ Ω·m, uning zichligi 8000 kg/m³.

Berilgan	Formula	Yechish
$d = 1sm = 0,01m$ $m = 10kg$ $\rho_z = 8000kg/m^3$ $\rho_s = 1 \cdot 10^{-5}\Omega \cdot m$ $R = ?$	$m = \rho \cdot V$ $V = Sl$ $S = \pi \frac{d^2}{4}$ $R = \rho \frac{l}{S}$	$S = \pi \frac{d^2}{4} = \pi \frac{10^{-4}}{4} : \begin{cases} R = \rho_s \frac{l}{S} \\ m = \rho_z V = \rho_z Sl \end{cases} \Rightarrow$ $\Rightarrow \frac{R}{m} = \frac{\rho_s \frac{l}{S}}{\rho_z Sl} = \frac{\rho_s}{\rho_z S^2}; \quad R = \frac{\rho_s \cdot m}{\rho_z S^2} = 2\Omega$ <p style="text-align: right;">Javob: 2 Ω</p>

7. 12 mV kuchlanish ulangan uzunligi 10 m va kesimi 2 mm² bo'lgan po'lat simdagi tok kuchini aniqlang (mA). $\rho=12 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

Berilgan	Formula	Yechish
$U = 12mV = 12 \cdot 10^{-3}V$ $l = 10m$ $S = 2mm^2 = 2 \cdot 10^{-6}m^2$ $\rho_s = 12 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot m$ $I=?$	$R = \rho \frac{l}{S}$ $I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{\rho \frac{l}{S}} = \frac{US}{\rho l} = 0,02A = 20mA$ Javob: 20 mA

8. Mis simning qarshiligi 6 Ω . Shu simdan ko'ndalang kesim yuzi 3 marta, uzunligi esa 2 marta katta bo'lgan mis simning qarshiligi qanday (Ω)?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_1 = 6\Omega$ $S_1 = S$ $S_2 = 3S$ $l_1 = l; l_2 = 2l$ $R_2=?$	$R = \rho \frac{l}{S}$	$\begin{cases} R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} \\ R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 S_2}{l_2 S_1} \Rightarrow R_2 = \frac{l_2 S_1 R_1}{l_1 S_2} = 4\Omega$ Javob: 4Ω

9. O'tkazgichning kesim yuzi 2 marta, uzunligi esa 3 marta oshsa, uning qarshiligi qanday o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$S_1 = S$ $S_2 = 2S$ $l_1 = l$ $l_2 = 3l$ $R_2/R_1=?$	$R = \rho \frac{l}{S}$	$\begin{cases} R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} \\ R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 S_2}{l_2 S_1} = 2/3; R_2 = 1,5R_1$ Javob: 1,5 marta ortadi

10. Aluminiydan yasalgan bir xil uzunlikdagi 2 simdan birining qarshiligi 2,7 Ω , ikkinchisini 1,8 Ω . Birinchi simning ko'ndalang kesim yuzi 4 mm² Ikkinchi simning ko'ndalang kesim yuzi qanday (mm²)?

Berilgan	Formula	Yechish
$\rho_1 = \rho_2; l_1 = l_2$ $R_1 = 2,7\Omega; R_2 = 1,8\Omega$ $S_1 = 4mm^2$ $S_2=?$	$R = \rho \frac{l}{S}$	$\begin{cases} R_1 = \rho_1 \frac{l_1}{S_1} \\ R_2 = \rho_2 \frac{l_2}{S_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{S_2}{S_1}; S_2 = \frac{R_1 S_1}{R_2} = 6mm^2$ Javob: 6 mm²

11. Ko'ndalang kesim yuzi 0,5 sm² bo'lgan alu-miniy simning qarshiligi 2,8 Ω . Simning uzunligini toping (m). $\rho=2,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

A) 1,4. B) 5. C) 50. D) 5000.

Berilgan	Formula	Yechish
$S = 0,5sm^2 = 0,5 \cdot 10^{-4}m^2$ $R = 2,8\Omega$ $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}\Omega \cdot m$ $l=?$	$R = \rho \frac{l}{S}$	$R = \rho \frac{l}{S}$ $l = \frac{RS}{\rho} = \frac{2,8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-4}}{2,8 \cdot 10^{-8}} = 5000m$ Javob: 5000 m

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Mis simning qarshiligi 6 Ω . Uzunligi 2 marta katta va ko'ndalang kesim yuzi uch marta katta bo'lgan mis simning qarshiligi qanday? (**Javob: 4**)

2. Kesimining yuzasi 1 mm^2 bo'lgan nikelin simning qarshiligi 50Ω bo'lsa, uning uzunligi qanday? Nikelinning solishtirma qarshiligi $4 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$. (**Javob: 125**)

3. Uzunligi 1 m va massasi $0,83 \text{ g}$ bo'lgan nixrom simning qarshiligini aniqlang. Nixromning solishtirma qarshiligi $10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, zichligi 8300 kg/m^3 .

(**Javob: 10**)

4. Ikkita mis va alyuminiy sim bir xil massaga ega. Mis simning uzunligi alyuminiy simning uzunligidan 10 marta katta. Mis simning qarshiligi necha marta katta? Misning zichligi alyuminiyning zichligidan $3,3$ marta katta, solishtirma qarshiligi esa $1,65$ marta kichik. (**Javob: 200**)

5. 50Ω qarshilikli reostat tayyorlash uchun 10 sm radiusli chinni trubkaga nechta sim o'ramini zich qilib o'rash kerak bo'ladi? Simning solishtirma qarshiligi $5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, diametri 2 mm . (**Javob: 50**)

6. 40Ω qarshilikli reostat tayyorlash uchun qanday uzunlikdagi nikelin lenta olish kerak? Nikelinning solishtirma qarshiligi $4 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$, lentaning qalinligi $0,5 \text{ mm}$, kengligi 10 mm . (**Javob: 500**)

7. Simning uzunligi cho'zish orqali ikki marta oshirildi. Uning qarshiligi necha marta ortgan? (**Javob: 4**)

8. 1 m uzunlikdagi sim shunday cho'zildiki, bunda uning uzunligi 110 sm ga yetdi. Bu jarayonda simning qarshiligi necha foizga ortgan? (**Javob: 21**)

9. Bir jinsli sim bo'lagi 8 ta bir xil qismga ajratildi va bu qismlar parallel ulandi. Bu sistemaning qarshiligi 1Ω ga teng bo'ldi. Simni qirqishdan oldin uning qarshiligi qanday bo'lgan? (**Javob: 64**)

10. Qarshiligi 36Ω bo'lgan bir jinsli o'tkazgich n ta bir xil qismga qirqilib, shu qismlar parallel ulanganda 1Ω qarshilik hosil bo'lgan bo'lsa, n ni toping.

(**Javob:6**)

11. Agar 10Ω qarshilikli o'tkazgichning uchlariga 12 V kuchlanish qo'yilgan bo'lsa, 20 s vaqt ichida o'tkazgich bo'ylab qanday zaryad o'tadi? (**Javob: 24**)

12. Uzunligi 100 m bo'lgan temir simdagi tok kuchi 2 A bo'lganda undagi kuchlanishni toping. Simning kesimi tomoni 3 mm bo'lgan kvadrat shakliga ega. Temirning solishtirma qarshiligi $9 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. (**Javob: 2**)

13. 110 V o'zgarmas kuchlanishli tarmoqqa ikkita bir xil lampa va 3Ω qo'shimcha qarshilik ketma-ket ulangan. Agar har bir lampadagi kuchlanish 40 V bo'lsa, zanjirdagi tok kuchini aniqlang. (**Javob: 10**)

14. Elektr tarmog'iga qarshiliklari mos ravishda 50Ω va 60Ω bo'lgan plitka va reostat ketma-ket ulab qo'yilgan. Agar plitkadagi kuchlanish 75 V bo'lsa, reostatdagi kuchlanishni aniqlang. (**Javob: 90**)

15. Bir xil materialdan tayyorlangan ikkita bir xil uzunlikdagi o'tkazgich ketma-ket ulangan. Birinchi o'tkazgichning diametri 1 mm , ikkinchisining diametri

2 mm. Sistemaga 300 V kuchlanish qo'yilgan. Ikkinchi o'tkazgichdagi kuchlanishni aniqlang. (*Javob: 60*)

16. Uchta bir xil qarshilik 120 V o'zgarmas kuchlanish tarmog'iga ulangan: ikkitasi o'zaro parallel, uchinchi esa ularga ketma-ket. Parallel ulangan qarshiliklardagi kuchlanishni aniqlang. (*Javob: 40*)

17. 100 V kuchlanishli tarmoqqa 34 Ω qarshilik va unga ketma-ket ravishda o'zaro parallel ulangan 20 Ω va 80 Ω qarshiliklar ulab qo'yilgan. 80 Ω qarshilikdagi kuchlanishni toping. (*Javob: 32*)

18. Har biri 3 V kuchlanish va 0,3 A tok kuchiga mo'ljallangan to'rtta elektr lampalarini o'zaro parallel ulab, EYUK 5,4 V bo'lgan o'zgarmas tok manbaidan ta'mirlash kerak. Qanday qo'shimcha qarshilik lampalar zanjiriga ketma-ket ulanishi kerak? Tok manbaining ichki qarshiligi inobatga olinmasin. (*Javob: 2*)

19. Archa chiroqlari tizimida nechta elektr lampochkasi ketma-ket ulanganda, uni 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulash mumkin bo'ladi? Elektr lampochkasining har biri 20 Ω qarshilikka ega va 0,5 A tok kuchida to'la cho'g'lanish bilan yonadi.

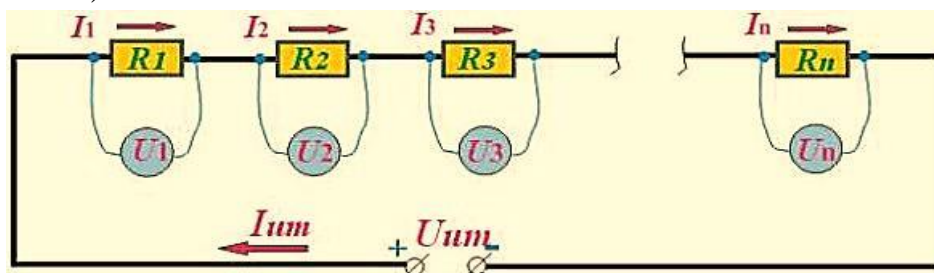
(*Javob: 22*)

20. Har biri 24 Ω qarshilikka ega bo'lgan hamda 12 V kuchlanishga mo'ljallangan o'nta lampa ketma-ket ulangan va 220 V o'zgarmas kuchlanishli tarmoqqa qandaydir qarshilik bilan ketma-ket tarzda ulab qo'yilgan. Lampalar to'la cho'g'lanish bilan yonishi uchun shu qarshilikning miqdori qanday bo'lishi kerak?

(*Javob: 200*)



Qarshiliklarni quyida rasmdagidek ulash ketma-ket ulash hisoblanadi Bunda 1- qarshilikning iziga 2-qarshilik, 2-qarshilikning iziga 3-qarshilik va hokozaga ulanib, 1-va n- qarshiliklar o‘zgarmas tok manbaining mos holda (+) va (-) qutblariga ulanadi (1-rasm).



1-rasm. Qarshiliklarni ketma-ket ulash.

Qarshiliklarni ketma-ket ulaganda 1-qarshilikning boshi (kirish nuqtasi) manbaning (+) qutbiga, oxirgi n-qarshilikning oxiri (chiqish nuqtasi) esa manbaning (-) qutbiga ulangan bo‘ladi (1-rasm). Manbaning (+) qutbidan chiqqan zaryad (aslida esa manbaning (-) qutbidan elektron chiqadi) 1-, 2-, 3-, ...n- qarshiliklar orqali o‘tib manbaning (-) qutbiga (aslida esa manbaning (+) qutbiga elektronlar yetib keladi) to‘la-to‘kis yetib keladi. Hech qanday tarmoqlanish bo‘lmagani sababli har bir qarshilikda vaqt birligi ichida teng miqdordagi zaryad oqib o‘tadi. Demak, ulardagi tok kuchlari teng, ya’ni

$$I_{um} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

bo‘lar ekan. Bunga har bir istemolchi qarshilikdan keyin ampermetr ulaganda ularning ko‘rsatishlari bir xil chiqishidan ham bilib olish mumkin.

Tashqaridan berilgan umumiy kuchlanish barcha qarshiliklarga taqsimlanib, singib ketgani sababli

$$U_{um} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

bo‘ladi. Bunga har bir istemolchi qarshilikga parallel qilib ulangan volmetrlar ko‘rsatishlari yig‘indisi tok manbaining kuchlanishiga teng chiqishidan ham bilib olish mumkin.

Umumiy qarshilik esa

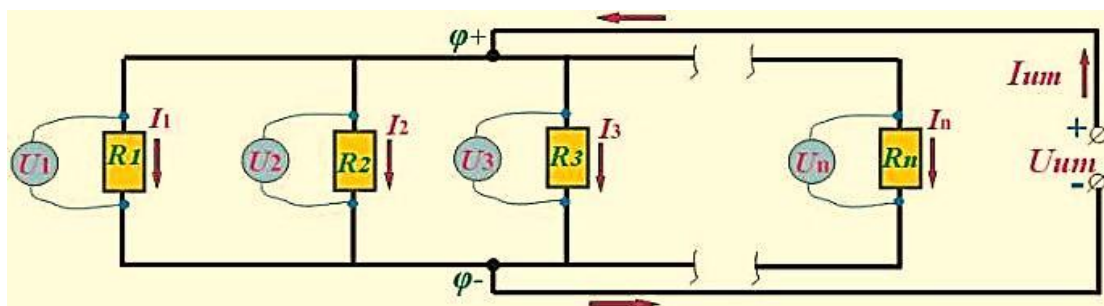
$$U_{um} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

$$I_{um} \cdot R_{um} = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 + \dots + I_n \cdot R_n$$

Hosil bo‘lgan oxirgi tenglamadan toklarni qisqartirib yuborsak, umumiy qarshilik formulasi kelib chiqadi

$$R_{um} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Qarshiliklarni quyida rasmdagidek ulash parallel ulash hisoblanadi. Bunda hamma qarshiliklarning bir uchi manbaning (+) qutbiga, 2-uchlari esa manbaning (-) qutbiga to'g'ridan to'g'ri ulanadi (2-rasm).



2-rasm. Qarshiliklarni parallel ulash.

Hamma qarshiliklarning tepadagi 1-uchlari to'g'ridan to'g'ri manbaning (+) qutbiga ulangan. Shuning uchun, bu uchlarning hammasida bir xil manbaning (+) qutbining potensialiga teng bo'lgan φ_+ potensial hosil bo'ladi. Hamma qarshiliklarning pastki 2-uchlari to'g'ridan to'g'ri manbaning (-) qutbiga ulangan. Shuning uchun bu uchlarning hammasida bir xil manbaning (-) qutbining potensialiga teng bo'lgan φ_- potensial hosil bo'ladi (2-rasm). Har bir qarshilikdagi potentsiallar farqi o'zaro teng bo'ladi va bu potentsiallar farqi manbaning kuchlanishiga teng, ya'ni $\varphi_+ - \varphi_- = U$ bo'ladi. Demak, qarshiliklarning hammasidagi kuchlanishlar bir xil va manbaning kuchlanishiga teng, ya'ni

$$U_{um} = U_1 = U_2 = U_3 = \dots = U_n$$

bo'ladi. Buni har bir istemolchi qarshilikga parallel qilib ulangan voltmeter ko'rsatishlari bir xil chiqishidan ham bilib olish mumkin. Manbaning (+) qutbidan chiqqan zaryad (aslida manbaning (-) qutbidan elektronlar chiqadi) barcha qarshiliklarga bo'linib tarqalib ketadi va qarshiliklarning pastki uchlaridan chiqqach qo'shib manbaning (-) qutbiga yetib boradi (aslida esa elektronlar manbaning (+) qutbiga yetib boradi). Demak, tarmoqlanmagan qismdagi zaryad barcha qarshiliklarga taqsimlanib ketgandan keyin tok kuchi

$$I_{um} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

bo'ladi. Buni har bir istemolchi qarshilikdan keyin ulangan volmetrlar ko'rsatishlari yig'indisi tarmoqlanmagan qismiga ulangan ampermetr ko'rsatishiga teng chiqishidan ham bilib olish mumkin. Bu zaryadning saqlanish qonuni natijasidir.

Qarshiliklar sistemasining umumiy qarshiligi

$$I_{um} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$\frac{U_{um}}{R_{um}} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3} + \dots + \frac{U_n}{R_n}$$

Parallel ulanganda kuchlanishlar tengligidan kuchlanishlarni qisqartirib yuborsak quyidagi natijaga erishamiz.

$$\frac{1}{R_{um}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Temperatura o'zgarishi bilan o'tkazgichning qarshiligi o'zgaradi. Masalan, metall o'tkazgichlarning qarshiligi temperatura ko'tarilishi bilan ortib boradi. Qarshilikning nisbiy o'zgarishi temperaturaning o'zgarishiga to'g'ri proporsional bo'lar ekan shuning uchun.

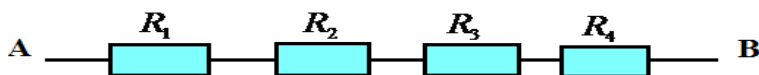
$$R = R_0(1 - \alpha t)$$

bo'ladi, bunda α proporsionallik koeffitsiyenti qarshilikning temperatura koeffitsiyenti deb ataladi.

Metallar qarshiligining temperaturaga bog'liqligidan turli o'lchov asboblarda va avtomatik sistemalarda foydalaniladi. Ulardan eng ahamiyatlisi qarshilik termometri hisoblanadi.

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalar

1. AB nuqta orasidagi umumiy qarshilikni toping?



Ketma-ket ulashda qarshiliklar qo'shiladi

Agar qarshiliklar har-xil bo'lsa

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

Agar qarshiliklar bir xil bo'lsa

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$$

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = R + R + R + R = 4R$$

2. AB nuqta orasidagi umumiy qarshilikni toping?



Agar qarshiliklar har-xil bo'lsa

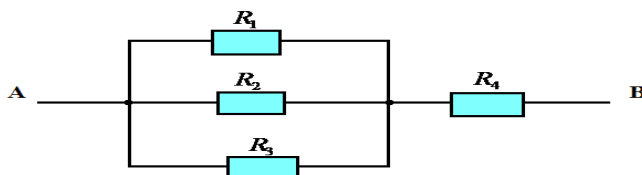
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4}{R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 + R_1 \cdot R_3 \cdot R_4 + R_1 \cdot R_2 \cdot R_4 + R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}$$

Agar qarshiliklar bir xil bo'lsa

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R; \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{4}{R} \rightarrow R_{AB} = \frac{R}{4}$$

3. AB nuqta orasidagi umumiy qarshilikni toping?



Agar qarshiliklar har-xil bo'lsa

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3} + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3} + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3} =$$

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

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_2};$$

$$R_{AB} = R_{123} + R_4$$

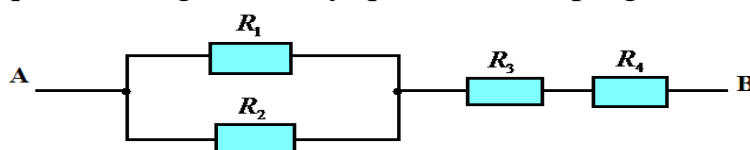
Agar qarshiliklar bir xil bo'lsa

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$$

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}; R_{123} = \frac{R}{3}$$

$$R_{AB} = R_{123} + R_4 = \frac{R}{3} + R = \frac{4}{3}R$$

4. AB nuqta orasidagi umumiy qarshilikni toping?



Agar qarshiliklar har-xil bo'lsa

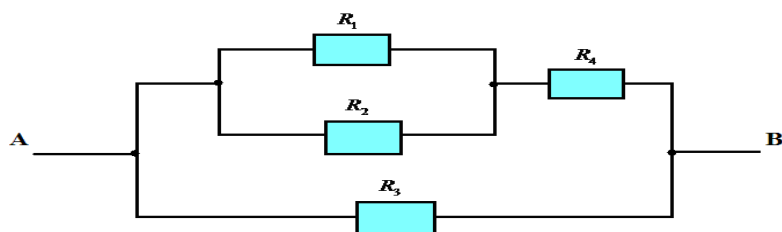
$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}; R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}; R_{34} = R_3 + R_4; R_{AB} = R_{12} + R_{34}$$

Agar qarshiliklar bir xil bo'lsa $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}; R_{12} = \frac{R}{2}$$

$$R_{34} = R_3 + R_4 = R + R = 2R; R_{AB} = R_{12} + R_{34} = \frac{R}{2} + 2R = \frac{5}{2}R$$

5. AB nuqta orasidagi umumiy qarshilikni toping?



Agar qarshiliklar har-xil bo'lsa

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}; \quad R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}; \quad R_{124} = R_{12} + R_4;$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{124}} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_3 + R_{124}}{R_{124} \cdot R_3}; \quad R_{AB} = \frac{R_{124} \cdot R_3}{R_3 + R_{124}}$$

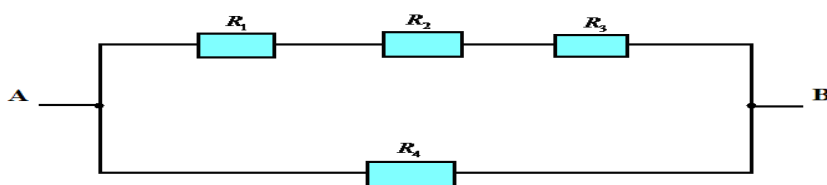
Agar qarshiliklar bir xil bo'lsa

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$$

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}; \quad R_{12} = \frac{R}{2}; \quad R_{124} = R_{12} + R_4 = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{124}} + \frac{1}{R_3} = \frac{2}{3R} + \frac{1}{R} = \frac{5}{3R} \rightarrow R_{AB} = \frac{3}{5}R$$

6. AB nuqta orasidagi umumiy qarshilikni toping?



Agar qarshiliklar har-xil bo'lsa, $R_1; R_2; R_3$ qarshiliklar ketma-ket ulanganligi uchun $R_{123} = R_1 + R_2 + R_3$ chiqqan natija esa R_4 ga parallel ulanganligi uchun umumiy qarshilik quyidagicha topiladi

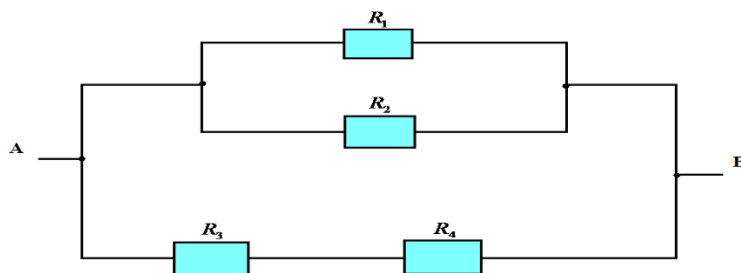
$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{123}} + \frac{1}{R_4} = \frac{R_4 + R_{123}}{R_{123} \cdot R_4} \rightarrow R_{AB} = \frac{R_{123} \cdot R_4}{R_4 + R_{123}}$$

Agar qarshiliklar bir xil bo'lsa $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$

$$R_{123} = R_1 + R_2 + R_3 = R + R + R = 3R; \quad \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{123}} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{R} = \frac{4}{3R}$$

$$\rightarrow R_{AB} = \frac{3R}{4}$$

7. AB nuqta orasidagi umumiy qarshilikni toping?



Agar qarshiliklar har-xil bo'lsa R_1 va R_2 qarshiliklar parallel ulangan, R_3 va R_4 qarshiliklar ketma-ket ulanganligi uchun ularni quyidagicha hisoblaymiz.

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2} \rightarrow R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}; R_{34} = R_3 + R_4$$

Chiqqan natijalarni parallel ulaymiz

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{34}} = \frac{R_{34} + R_{12}}{R_{12} \cdot R_{34}} \rightarrow R_{AB} = \frac{R_{12} \cdot R_{34}}{R_{34} + R_{12}}$$

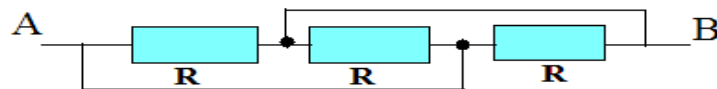
Agar qarshiliklar bir xil bo'lsa

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$$

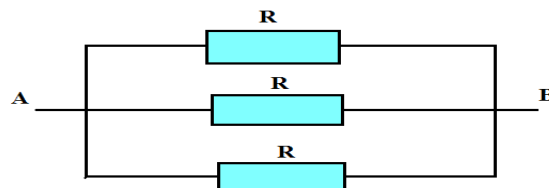
$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \rightarrow R_{12} = \frac{R}{2}; R_{34} = R_3 + R_4 = R + R = 2R$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{\frac{R}{2}} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{5}{2R} \rightarrow R_{AB} = \frac{2R}{5}$$

8. Rasmda tasvirlangan sxemaning umumiy qarshiligini toping?

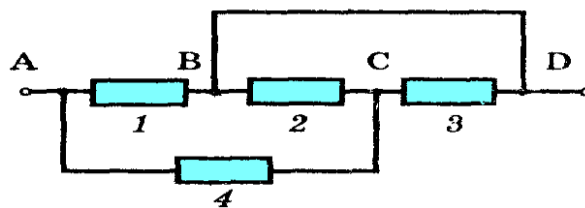


Bu zanjirni soddalashtiramiz

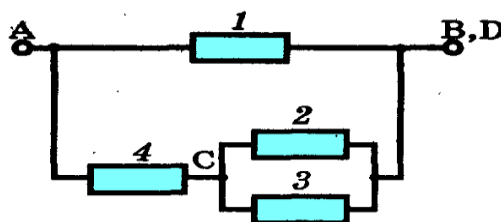


$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R} \rightarrow R_{AB} = \frac{R}{3}$$

9. Rasmda tasvirlangan sxemaning umumiy qarshiligini toping?
(Barcha rezistorlarning qarshiligi R ga teng)



Sxemani soddalashtiramiz



$$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \rightarrow R_{23} = \frac{R}{2}$$

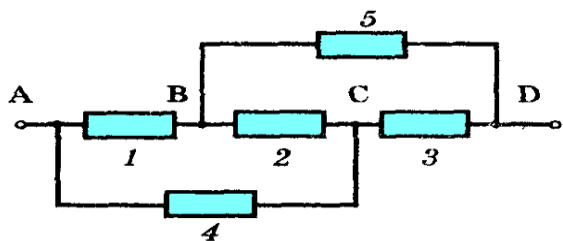
$$R_{234} = R_{23} + R_4 = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R$$

$$R_{234} = \frac{3}{2}R;$$

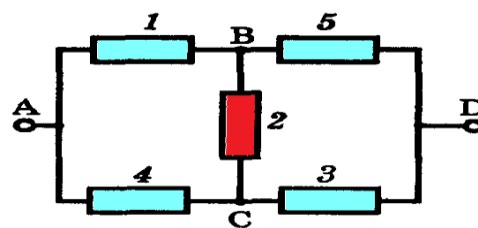
$$\frac{1}{R_{Um}} = \frac{1}{R_{234}} + \frac{1}{R_5} = \frac{2}{3R} + \frac{1}{R} = \frac{5}{3R};$$

$$R_{Um} = \frac{3}{5}R;$$

10. Rasmda tasvirlangan sxemaning umumiy qarshiligini toping(1-rasm)? (Barcha rezistorlarning qarshiligi R ga teng)



1-rasm.

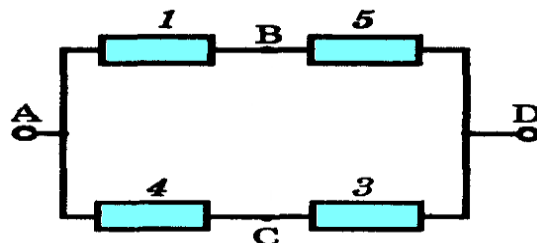


1,1-rasm.

1-rasmdagi sxemani murakkab ko‘rinishidan sodda ko‘rinishga o‘tamiz (1,1-rasm)

$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_5}{R_3}$ nisbatlar tengligi uchun B va C nuqtalarda potensiyallari teng,

potensiallar farqi nolga teng. Shuning uchun 2-rezistordan tok o‘tmayni . Tok o‘tmaganligi uchun 2-rezistorni sxemadan olib tashlaymiz(1,2-rasm).



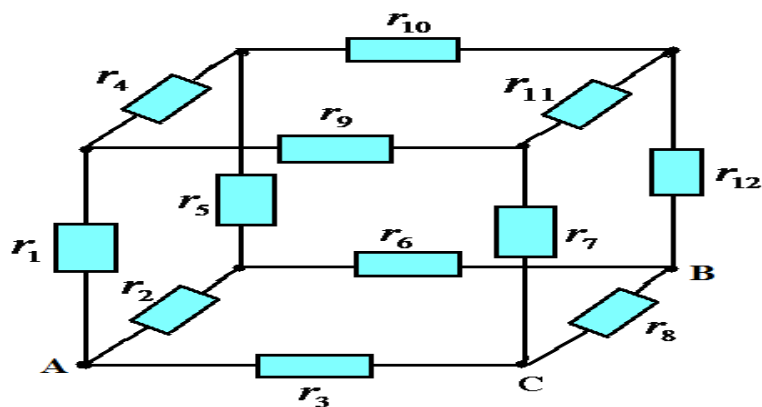
$$R_{15} = R_1 + R_5 = R + R = 2R \rightarrow R_{15} = 2R; R_{43} = R_4 + R_3 = R + R = 2R$$

$$\rightarrow R_{43} = 2R$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_{15}} + \frac{1}{R_{43}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{2R} \rightarrow R_{AB} = R:$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

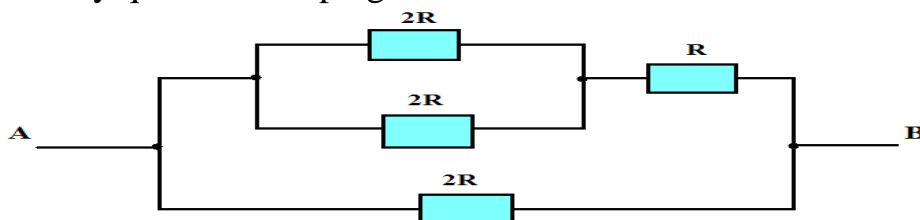
1. Zanjirning AB va AC nuqtalar orasidagi umumiy qarshilikni toping



(Bu sxemani umumiy qarshiligini topish uchun sig‘im mavzusiga qarang)

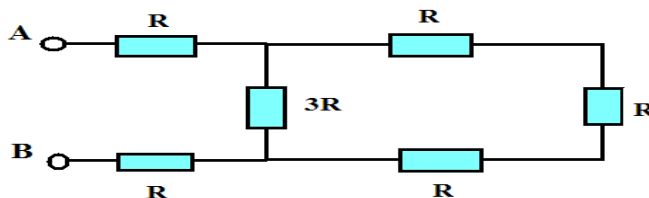
(Javob: $R_{AC} = \frac{7}{12}R$; $R_{AB} = 0,75R$)

2. Umumiy qarshilikni toping



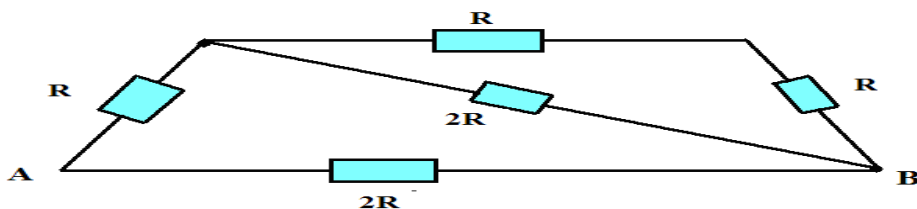
(Javob: R)

3. Umumiy qarshilikni toping



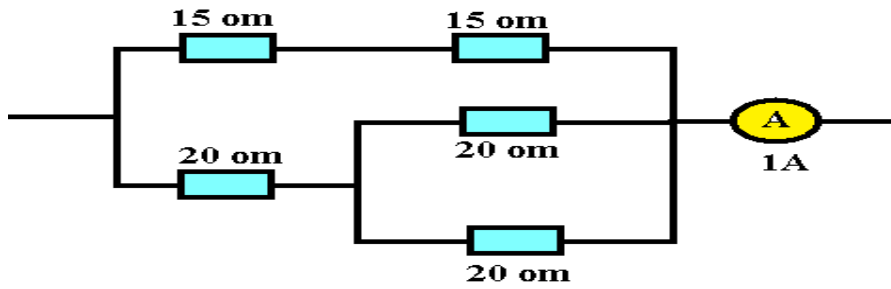
(Javob: 3,5R)

4. Umumiy qarshilikni toping



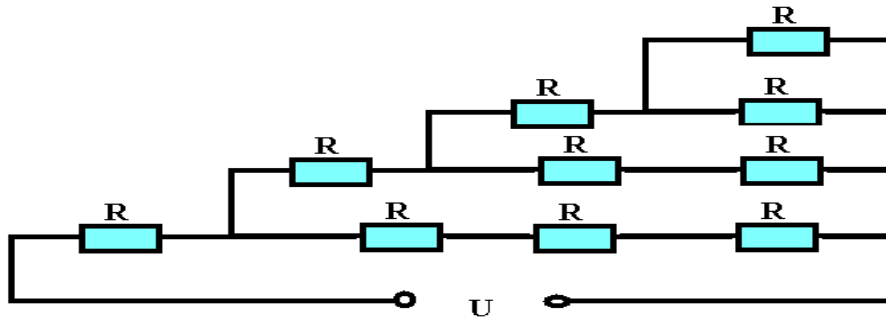
(Javob:R)

5. Manbadan 20 minutda qancha issiqlik ajraladi



(Javob: 18kJ)

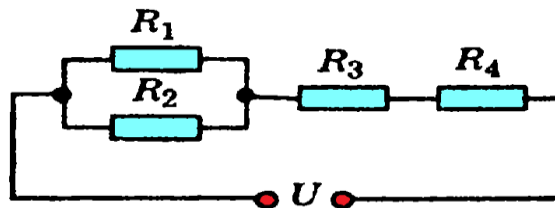
6. Manbadan berilgan umumiy tok kuchini aniqlang?
(Manbaning kuchlanishi U)



(Javob: $I = \frac{34U}{73R}$)

7. Har-bir resistor orqali o'tadigan tok kuchini toping?

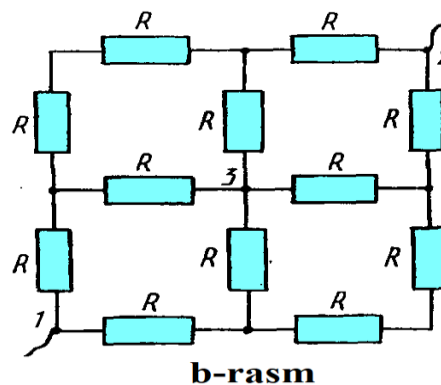
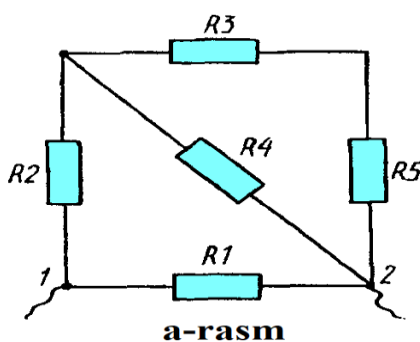
$R_1 = 1\Omega, R_2 = 2\Omega, R_3 = 3\Omega, R_4 = 4\Omega, U = 100v$



(Javob: $I_1 = 8,7A, I_2 = 4,3A, I_3 = I_4 = 13A$)

8. 1-va 2- nuqtalar orasidagi umumiy qarshilikni toping?

($R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R$)

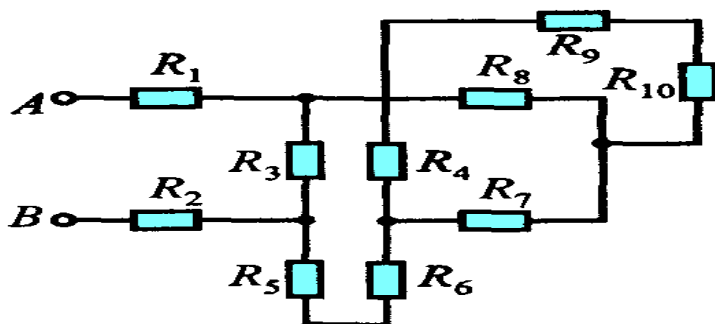


(Javob: a rasm $R_{12} = \frac{5}{8}R$; b-rasm $R_{12} = \frac{3}{2}R$)

9. Zanjirdagi umumiy tok kuchini toping?

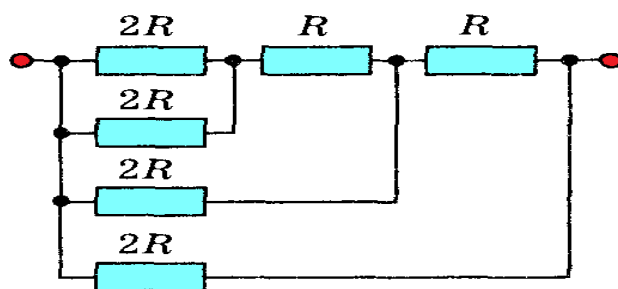
$U = 10v, R_1 = R_2 = 0,5\Omega, R_3 = 8\Omega, R_4 = 12\Omega$

$$R_5 = R_6 = 1\Omega, R_7 = 2\Omega, R_8 = 15\Omega, R_9 = 10\Omega, R_{10} = 20\Omega$$



(Javob: $I = 1,51A$)

10. Zarjirning umumiy qarshiligini toping?



(Javob: $R_{Um} = R$)



Elektr zanjirida energiya bir turdan boshqa turga bir necha marta aylanadi. Tok manbayida biror xil energiya (masalan, mexanik, kimyoviy energiya) elektr energiyaga aylanadi, tok zanjirida esa elektr energiya ekvivalent miqdorda boshqa xil energiyaga aylanadi. Elektr energiyaning boshqa tur energiyalarga aylanishiga, elektr zaryadni zanjir bo‘ylab harakatlantiruvchi elektr maydon kuchlarining bajargan ishi o‘lchov bo‘ladi. Elektr zanjirida zaryadlarni ko‘chirishda elektr kuchlarining bajargan ishi tok ishini ifodalaydi, shuning uchun bu ishni hisoblash qiyin emas.

Zanjirning bir jinsli o‘tkazgichdan iborat ixtiyoriy qismidan t vaqt ichida q zaryad miqdori o‘tgan, deb faraz qilaylik. Unda elektr maydon $A = qU$ ish bajaradi, bunda U zanjir qismidagi kuchlanish. Tok kuchi $I = \frac{q}{t}$ bo‘lgani uchun bu ish quyidagiga teng:

$$A = IUt \quad (10.1)$$

Zanjirning bir qismida o‘zgarmas tokning bajargan ishi shu qism uchlaridagi kuchlanish bilan undan oqayotgan tok kuchi hamda shu tok o‘tib turgan vaqt ko‘paytmasiga teng.

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan, bu ish zanjirning biz tekshirayotgan qismining energiya o‘zgarishiga teng bo‘lishi kerak. Shuning uchun manbadan tok olib o‘tadigan va zanjirning aniq bir qismidat vaqt ichida ajralib chiqadigan energiya tokning ishiga tengdir. Agar bir jinsli zanjirning bir qismiga oid Om qonuniga asosan (1) formulada tok kuchini kuchlanish orqali yoki kuchlanishni tok kuchi orqali ifodalasak, tok bajargan ishning birbiriga ekvivalent bo‘lgan quyidagi ifodalarini topamiz:

$$A = IUt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t \quad (10.2)$$

O‘tkazgichlar ketma-ket ulanganda $A = I^2Rt$ formuladan foydalanish qulay, chunki bu holda tok hamma o‘tkazgichlarda bir xil qiymatga ega bo‘ladi. O‘tkazgichlar parallel ulanganda esa $A = \frac{U^2}{R}t$ formuladan foydalanish qulay, chunki bu holda hamma o‘tkazgichlarda kuchlanish bir xil bo‘ladi.

Agar kuchlanish voltlarda, tok kuchi amperlarda, vaqt esa sekund hisobida o‘lchansa, (1) formuladan ishning birligi $[A] = 1\text{B} \cdot 1\text{A} \cdot 1\text{s} = 1\text{J}$ bo‘lishi kelib chiqadi.

Ayni bir vaqt ichida tok bir iste'molchida ikkinchi iste'molchidagiga qaraganda ko'proq ish bajarishi mumkin. Shuning uchun tok ishi bilan bir qatorda tok quvvati tushunchasi kiritiladi.

Vaqt birligi ichida tokning bajargan ishi bilan o'lchanadigan kattalik tokning quvvati deb ataladi:

$$P = \frac{A}{t} \quad (10.3)$$

Bu ifodadagi ishni uning (2) formuladagi qiymatlari bilan almashtirsak, tok quvvati uchun

$$P = IU = I^2R = \frac{U^2}{R} \quad (10.4)$$

ifodalarni hosil qilamiz. Zanjirning biror qismidagi tok quvvati shu qism uchlaridagi kuchlanish bilan qismdan o'tayotgan tok kuchi ko'paytmasiga teng bo'lar ekan.

O'tkazgichdan tok o'tganda o'tkazgich qiziydi zanjirning bir qismidan tok o'tganda ajralib chiqqan issiqlik miqdori tok kuchining kvadrati bilan qism qarshiligi va tokning o'tish vaqti ko'paytmasiga tengdir.

$$Q = I^2Rt \quad (10.5)$$

Bu formula Joule — Lens qonunini ifodalaydi.

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Agar qarshiligi 20Ω bo'lgan o'tkazgichning uchlariga 20 V kuchlanish berilsa, 20 sekundda tok necha joule ish bajaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$R = 20\Omega$ $U = 20V$ $t = 20s$ $A = ?$	$A = \frac{U^2}{R}t$	$A = \frac{U^2}{R}t = \frac{20^2}{20}20 = 400j$ Javob: 400 j

2. Elektr toki zanjirning biror qismida 3 s da 6 J ish bajaradi. Agar zanjir qismidagi kuchlanish 2 V bo'lsa, undan olayotgan tokning kuchi qanday (A)?

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 3s$ $A = 6j$ $U = 2V$ $I = ?$	$A = IUt$	$A = IUt \rightarrow I = \frac{A}{Ut} = \frac{6}{2 \cdot 3} = 1A$ Javob: 1A

3. Quvvati 500 W bo'lgan elektrplitada 50 s ichida qanday (kJ) energiya ajraladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$P = 500W$ $t = 50s$ $A = ?$	$P = \frac{A}{t}$	$P = \frac{A}{t} \rightarrow A = P \cdot t = 500 \cdot 50 = 25kN$ Javob: 25 kN

4. Zanjirning biror qismidagi kuchlanish necha volt bo'lganida 3 A tok 4 s da zanjirning shu qismida 24 J ish bajaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 3A$ $t = 4s$ $A = 24j$ $U = ?$	$A = IUt$	$A = IUt \rightarrow U = \frac{A}{It} = \frac{24}{3 \cdot 4} = 2V$ Javob: 2V

5. Xonaga o'rnatilgan ventilyatorning quvvati 36 W. Uning 20 s da bajargan ishi qanday (J)?

Berilgan	Formula	Yechish
$P = 36W$ $t = 20s$ $A = ?$	$P = \frac{A}{t}$	$P = \frac{A}{t} \rightarrow A = P \cdot t = 36 \cdot 20 = 720j$ Javob: 720 j

6. 12 V kuchlanishga mo'ljallangan elektr lampaning quvvati 60 W. Lampaning qarshiligini aniqlang (Ω).

Berilgan	Formula	Yechish
$U = 12V$ $P = 60W$ $R = ?$	$P = \frac{U^2}{R}$	$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{12^2}{60} = 2,4\Omega$ Javob: 2,4 Ω

7. Elektr plitaning quvvati 1 kW. Agar plitaning spiralidan 5 A tok o'tayotgan bo'lsa, spiralning qarshiligi necha Ω ga teng?

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 5A$ $P = 1kW = 10^3W$ $R = ?$	$P = I^2R$	$P = I^2R \rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{10^3}{5^2} = 40\Omega$ Javob: 40 Ω

8. 1 W quvvatga mo'ljallangan 1 Ω li rezistorga ko'pi bilan necha volt kuchlanish ulash mumkin?

Berilgan	Formula	Yechish
$P = 1W$ $R = 1\Omega$ $U = ?$	$P = \frac{U^2}{R}$	$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow U = \sqrt{PR} = \sqrt{1 \cdot 1} = 1V$ Javob: 1 V

9. $U_1=6 V$ va $U_2=12 V$ kuchlanishga mo'ljallangan, bir xil quvvatga ega bo'lgan ikkita lampochka qarshiliklarining nisbati (R_2/R_1) qanday bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$U_1 = 6V$ $U_2 = 12V$ $P_1 = P_2$ $R_2/R_1 = ?$	$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P}$	$\begin{cases} R_2 = \frac{U_2^2}{P_2} \\ R_1 = \frac{U_1^2}{P_1} \end{cases} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{U_2^2}{U_1^2} = 4$ Javob: 4

10. Qarshiliklari $R_1=2 \Omega$ va $R_2=4 \Omega$ bo'lgan ikkita rezistor tok manbaiga parallel ulangan. Bu rezistorlardagi tokning quvvatlari P_1 va P_2 ni taqqoslang.

Berilgan	Formula	Yechish
$R_1 = 2\Omega$ $R_2 = 4\Omega$ $U_1 = U_2$ $P_2/P_1 = ?$	$P = \frac{U^2}{R}$	$\begin{cases} P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} \\ P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{2}$ Javob: P_1 2 marta katta P_2 dan

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. o'zgarmas kuchlanish tarmog'iga ulangan qarshiligi 10Ω bo'lgan o'tkazgichda 5 s ichida 450 J energiya ajraldi. Tarmoqdagi kuchlanish qanday?

(Javob: 30)

2. Qarshiligi 6Ω bo'lgan o'tkazgich bo'ylab 9 s davomida o'zgarmas tok o'tkazildi. Agar o'tkazgich kesimi orqali 3 C zaryad o'tgan bo'lsa, shu vaqt ichida o'tkazgichda qanday miqdorda issiqlik ajralib chiqqan? **(Javob: 6)**

3. Agar tarmoqdagi kuchlanish o'zgarmas va 220 V ga, tok kuchi esa 2 A ga teng bo'lsa, elektrodazmolning 50 s davomidagi qizishi uchun qancha miqdorda energiya (kJ da) sarflanadi? **(Javob: 22)**

4. Elektroplitka 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Qandaydir vaqt ichida unda 1100 J energiya ajraldi. Shu vaqt ichida plitka orqali qanday zaryad o'tgan?

(Javob: 5)

5. Reostatdagi kuchlanish 10 V bo'lganda, u 20 W quvvat iste'mol qilishi uchun, unda necha metr nixrom sim o'rash kerak bo'ladi? Simning ko'ndalang kesimi yuzasi 1 mm^2 , nixromning solishtirma qarshiligi $10^{-6}\Omega\text{ m}$. **(Javob: 5)**

6. Agar suv elektroplitkada ajraladigan energiyaning 50% ini olsa, qaynab turgan 132 g massali suvning bug'lanishi uchun qancha vaqt (minutda) talab etiladi? Plitkadagi kuchlanish 220 V, tok kuchi 4,6 A. Suvning solishtirma bug'lanish issiqligi 2,3 MJ/kg. **(Javob: 10)**

7. 600 sm^3 hajmli suvi bo'lgan elektr choynakni $20\text{ }^\circ\text{C}$ haroratda bo'lganida o'chirishni unutishdi. Shundan necha sekund o'tib, suvning hammasi bug'lanib ketadi? Choynakning qizdirgichi 30Ω qarshilikka ega va 300 V o'zgarmas kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Choynakning FIK 40%. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi 4200 J/(kg K) , suvning solishtirma bug'lanish issiqligi 2,3 MJ/kg. **(Javob: 1318)**

8. Agar qizdirgich orqali 100 C zaryad o'tsa, kalorimetrdagi suvning harorati qanchaga o'zgaradi? Qizdirgichdagi kuchlanish 210 V, suvning massasi 1 kg, suvning solishtirma issiqlik sig'imi 4200 J/(kg K) . **(Javob: 5)**

9. Zanjirga uzunligi va diametri bir xil bo'lgan volfram va alyuminiy simlar ketma-ket ulangan. Agar volframning solishtirma qarshiligi alyuminiydan ikki marta katta bo'lsa, volfram simda necha marta ko'p issiqlik ajraladi? **(Javob: 2)**

10. Ikkita o'tkazgich parallel holda ulangan va o'zgarmas kuchlanish tarmog'iga ulab qo'yilgan. Birinchi o'tkazgichning uzunligi ikkinchisidan 3 marta, ko'ndalang kesim yuzasi esa 9 marta katta. O'tkazgichlarda bir xil quvvat ajraladi. Birinchi o'tkazgichning solishtirma qarshiligi ikkinchisidan necha marta katta? **(Javob: 3)**

11. $7\ \Omega$ va $5\ \Omega$ qarshilikli ikkita o'tkazgich o'zaro parallel ulanadi va tok manbaiga ulab qo'yiladi. Birinchi o'tkazgichda $300\ \text{J}$ issiqlik ajraldi. Ikkinchi o'tkazgichda shu vaqt ichida qancha issiqlik miqdori ajraladi? (**Javob: 420**)

12. $5\ \Omega$ va $7\ \Omega$ qarshiliklar ketma-ket ulangan. Ikkala qarshilikda hammasi bo'lib $960\ \text{J}$ issiqlik ajraldi. Birinchi qarshilikda shu vaqt ichida qancha miqdorda issiqlik ajralgan? (**Javob: 400**)

13. Agar elektroplitka spiralining qarshiligi 2 marta kamaytirilib, tarmoqdagi kuchlanish esa 2 marta orttirilsa, plitka vositasida ajraladigan issiqlik miqdori necha marta ortadi? (**Javob: 8**)

14. Agar elektropechning 500°C haroratida unda $240\ \text{W}$ quvvat ajralsa, pech 1000°C gacha qizdirilganda, unda qanday quvvat ajralib chiqadi? Pech simi qarshiligining harorat koeffitsiyenti $0,005\ \text{1/K}$. (**Javob: 140**)

15. Elektroplitkaning ikkita bir xil spiralini ketma-ket yoki parallel holda ulash mumkin. Parallel ravishda ulanganda ketma-ket ulangandagiga qaraganda, ayni bir vaqt ichida necha marta ortiqroq issiqlik miqdori ajraladi? Spirallarning qarshiligi ish sharoitiga bog'liq emas. (**Javob: 4**)

16. Elektroplitkani ta'mirlashda spiral dastlabki uzunligining $0,2$ qismiga qisqartirildi. Plitkaning quvvati necha foizga ortgan? Spiralning solishtirma qarshiligini o'zgarmas deb hisoblang. (**Javob: 25**)

17. Ikkita bir xil eloktrlampasi $20\ \text{V}$ o'zgarmas kuchlanishli tarmoqqa ulangan: Birinchi holda ketma-ket, ikkinchi holda parallel ravishda. Ikkinchi holatda lampalar iste'mol qilgan quvvat birinchi holatdagidan $6\ \text{W}$ ga ortiq. Har bir lampaning qarshiligini toping. Qarshilik o'zgarmas deb hisoblang. (**Javob: 100**)

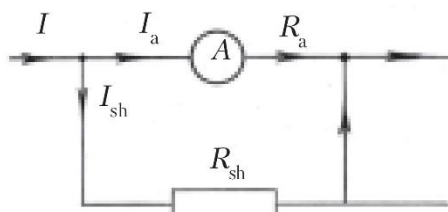
18. Ikki lampochkaning nominal quvvati bir xil, nominal kuchlanishlari esa 120 va $240\ \text{V}$ ga teng. Ikkinchi lampaning qarshiligi birinichikidan necha marta katta? (**Javob: 4**)

19. Lampochkaning nominal quvvati $36\ \text{W}$, nominal kuchlanishi $120\ \text{V}$. Agar u $220\ \text{V}$ kuchlanishli tarmoqqa ulansa, unda qanday quvvat ajraladi? Lampaning qarshiligi ish sharoitiga bog'liq emas. (**Javob: 121**)

20. O'zida 100 va $150\ \text{W}$ quvvatlari ko'rsatilgan ikkita elektr lampasi har bir lampaning nominal kuchlanishiga mos keladigan o'zgarmas kuchlanishli tarmoqqa ketma-ket ulangan. lampalarda qanday umumiy quvvat ajralib chiqadi? Lampalar qarshiligi ish sharoitiga bog'liq emas. (**Javob: 60**)



Tok kuchini o'lchash uchun ampermetr, kuchlanishni o'lchash uchun voltmeter ishlatilishini yuqorida ko'rib o'tdik. Elektr zaryadining saqlanish qonuniga binoan ketma-ket ulangan zanjirning bir qismidan vaqt birligi ichida qancha elektr zaryadi o'tsa, qolgan barcha qismidan ham shuncha elektr zaryadi o'tadi. Shuning uchun



1-rasm

zanjir ketma-ket ulanganda ampermetrni zanjirning ixtiyoriy qismiga ketma-ket ulash mumkin. Agar zanjir tarmoqlangan bo'lsa, ampermetr zanjirning bevosita tok o'lchanayotgan qismiga ketma-ket ulanadi. Har qanday elektr o'lchov asboblari zanjirga ulanganda tokni ham, kuchlanishni ham sezilarli o'zgartirmaydigan qilib tuzilgan bo'lishi lozim, aks holda bu kattaliklarning asbob ulangungacha bo'lgan qiymatlarini o'lchash mumkin bo'lmay qoladi. Barcha o'tkazgichlar singari ampermetr ham qarshilikka ega bo'ladi. Shu sababli u ulanganda butun zanjirning qarshiligi ortadi, tok kuchi esa kamayadi. Ampermetrning qarshiligi qancha kam bo'lsa, u ulanganda zanjirdagi tok shuncha kam o'zgaradi va ko'rsatishi ham haqiqatga shuncha yaqin bo'ladi. Shuning uchun ampermetrni juda ham kichik qarshilikli qilib yasaladi. Kuchsiz toklarni o'lchashga mo'ljallangan ampermetr yordamida ancha kuchli toklarni ham o'lchash mumkin. Buning uchun ampermetrning o'z qarshiligidan bir necha marta kichik qarshilik parallel ulanadi. Bu qarshilik shunt deyiladi (1- rasm). Bunda tokning ko'p qismi shunt dan o'tadi. Shunt dagi va ampermetr dagi toklar orasidagi munosabatni qarshiliklarni parallel ulaganda tarmoqlardagi tok kuchlarining nisbati qarshilik larning nisbatiga teskari proporsionalligidan foydalanib topamiz. Zanjirdagi tokni I bilan, ampermetr va shunt dan o'tayotgan toklarni mos ravishda I_a va I_{sh} bilan

belgilaymiz. U vaqtda, $\frac{I_{sh}}{I_a} = \frac{R_a}{R_{sh}}$ bo'ladi. Ampermetrning qarshiligi shuntning

qarshiligidan n marta katta bo'lsin, ya'ni $\frac{R_a}{R_{sh}} = n$ U holda $\frac{I_{sh}}{I_a} = n$ yoki $I_{sh} = nI_a$

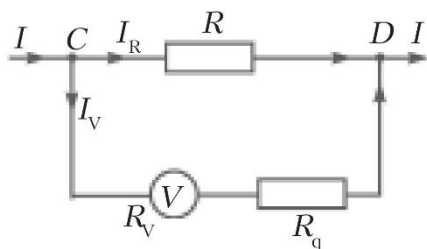
bo'ladi. Zanjirning tarmoqlanmagan qismida to'la tok $I = I_a + I_{sh}$ yoki $I = I_a(n+1)$ bo'ladi, bundan

$$I_a = \frac{I}{n+1} \quad \text{va} \quad R_{sh} = \frac{R_a}{n-1} \quad (11.1)$$

ekanligi kelib chiqadi. Ko'rinib turibdiki, ampermetrdan o'tayotgan tok kuchi asosiy zanjirdan o'tayotgan tok kuchidan $(n+1)$ marta kichik bo'ladi. Demak, shunt

ulanganligi tufayli qo‘limizdagi asbob mo‘ljallangan tokka qaraganda $(n+1)$ marta katta toklarni o‘lchay olar ekan. Bunda asbob o‘lchanayotgan tokning faqat $\frac{1}{n+1}$ qismini ko‘rsatadi, ya’ni shkalaning bir bo‘limining qiymati $(n+1)$ marta ortadi.

Elektr zanjirlarida o‘lchash ishlari olib borilayotganda qo‘llaniladigan o‘lchov asboblarining ko‘pchiligi tok ta’siriga asoslangan, ya’ni ular tok kattaliklarini o‘lchaydigan asboblardir. Ammo Om qonuniga muvofiq, kuchlanish va tok kuchi bir-biriga to‘g‘ri proporsionalligidan bularning ikkalasini ham bir asbobning o‘zi



2-rasm

bilan o‘lchash mumkin. Asbob tokni o‘lchashga mo‘ljallanganda uning shkalasi tok kuchiga, kuchlanishni o‘lchashga mo‘ljallanganda esa kuchlanishga moslab darajalanadi. Voltmetr zanjirning kuchlanishi o‘lchanayotgan qismiga parallel ulanadi. Voltmetrni bunday ulash zanjirning qarshiligini kamaytiradi va undagi tokni orttiradi.

Bundan voltmetrdagi tok mumkin qadar kichik bo‘lishi uchun uning qarshiligi iloji boricha katta bo‘lishi kerakligi kelib chiqadi. Yuqorida ko‘rib o‘tganimizdek, ampermetr shkalasining bo‘lim qiymatini oshirish uchun unga shunt ulash kerak edi. Endi voltmeter bo‘limining qiymatini oshirish va uni mo‘ljallangan kuchlanishlardan ortiqroq kuchlanishni o‘lchash uchun moslashda esa ma’lum bir qarshilikni voltmetrqa ketma-ket ulash kerak (2-rasm). Bu qarshilik qo‘shimcha qarshilik deb ataladi. Zanjirning CD qismida o‘lchanayotgan kuchlanishni U bilan, qo‘shimcha qarshilikdagi kuchlanish tushishini U_q bilan va voltmetrning ko‘rsatishini U_v bilan belgilaymiz. Om qonuniga muvofiq, o‘lchanayotgan kuchlanish $U = U_q + U_v = I_v (R_q + R_v)$ ga teng bo‘ladi.

Faraz qilaylik, qo‘shimcha qarshilik voltmetr qarshiligidan n marta katta bo‘lsin:

$$\frac{R_q}{R_v} = n \text{ bundan } R_q = R_v n . \text{ U holda yuqoridagi ifodani quyidagicha o‘zgartiramiz:}$$

$$U = I_v (R_v n + R_v) = I_v R_v (n + 1) = U_v (n + 1) \text{ Bundan}$$

$$U_v = \frac{U}{n+1} \text{ va } R_q = R_v (n - 1) \quad (11.2)$$

Kelib chiqadi, zanjirning CD qismiga ulangan voltmetrning ko‘rsatishi shu qismdagi kuchlanishdan $(n+1)$ marta kichik ekan. Bundan voltmetr qarshiligiga nisbatan n marta katta qarshilik voltmetrqa ketma-ket ulanganda asbob mo‘ljallangan kuchlanishga qaraganda $(n+1)$ marta kattaroq kuchlanishni o‘lchashi mumkin ekanligi kelib chiqadi. Bunda asbob o‘lchanayotgan kuchlanishning faqat $\frac{1}{n+1}$ qisminigina ko‘rsatadi, qolgan qismi qo‘shimcha qarshilikda tushadi. Bu holda shkalaning bo‘lim qiymati $(n+1)$ marta ortgan bo‘ladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, ampermetrga uning qarshiligidan n marta kichik qarshilikni parallel ulab, voltmetrga uning qarshiligidan n marta katta qarshilikni ketma-ket ulab, ikkala asbobning o'lchash chegarasini $(n+1)$ marta orttirish mumkin ekan.

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Ichki qarshiligi 880Ω bo'lgan galvanometrning sezgirligini 11 marta kamaytirish uchun shuntning qarshiligi qanday bo'lishi kerak (Ω)?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_A = 880 \Omega$ $n = 11$ $R_{sh} = ?$	$R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1}$	$R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1} = \frac{880}{11 - 1} = 88 \Omega$ Javob: 88 Ω

2. Ampermetrning ichki qarshiligi $9,9 \Omega$ bo'lib, u $0,1$ A gacha tokni o'lchashga mo'ljallangan. Shu ampermetr bilan 10 A gacha tokni o'lchash uchun unga necha Ω li shunt ulash kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_A = 9,9 \Omega$ $I_A = 0,1 A$ $I_{um} = 10 A$ $R_{sh} = ?$	$R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1}$ $n = \frac{I_{um}}{I_A}$	$R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1} = \frac{R_A}{\frac{I_{um}}{I_A} - 1} = \frac{9,9}{\frac{10}{0,1} - 1} = 0,1 \Omega$ Javob: 0,1 Ω

3. Voltmetrning ichki qarshiligi $2 \text{ k}\Omega$ bo'lib, u 10 V ni o'lchashga mo'ljallangan. Ushbu voltmetrga qanday qo'shimcha qarshilik ($\text{k}\Omega$) ulanganda, u bilan 100 V kuchlanishni o'lchash mumkin bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_V = 2 \text{ k}\Omega = 2 \cdot 10^3 \Omega$ $U_V = 10 V$ $U_{um} = 100 V$ $R_q = ?$	$R_q = R_V(n - 1)$ $n = \frac{U_{um}}{U_V}$	$R_q = R_V(n - 1) = R_V \left(\frac{U_{um}}{U_V} - 1 \right)$ $R_q = 2 \cdot 10^3(10 - 1) = 18 \cdot 10^3 \Omega = 18 \text{ k}\Omega$ Javob: 18 $\text{k}\Omega$

4. Qarshiligi 3000Ω bo'lgan voltmetr 15 V gacha kuchlanishni o'lchashga mo'ljallangan. Shu voltmetr bilan 150 V gacha kuchlanishni o'lchash uchun unga qanday qo'shimcha qarshilik ulash kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_V = 3000 \Omega$ $U_V = 15 V$ $U_{um} = 150 V$ $R_q = ?$	$R_q = R_V(n - 1)$ $n = \frac{U_{um}}{U_V}$	$R_q = R_V(n - 1) = R_V \left(\frac{U_{um}}{U_V} - 1 \right)$ $R_q = 3000(10 - 1) = 27 \cdot 10^3 \Omega = 27 \text{ k}\Omega$ Javob: 27 $\text{k}\Omega$

5. Qarshiligi $0,9 \Omega$ bo'lgan ampermetrning sezgirligini 10 marta kamaytirish uchun unga qanday qarshilikli shunt ulash kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_A = 0,9 \Omega$ $n = 10$ $R_{sh} = ?$	$R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1}$	$R_{sh} = \frac{R_A}{n - 1} = \frac{0,9}{10 - 1} = 0,1 \Omega$ Javob: 0,1 Ω

6. Zanjirga ulangan ampermetrning ichki qarshiligi $0,24 \Omega$ va ampermetr shuntining qarshiligi $0,08 \Omega$. Ampermetr 4 A tokni ko'rsatsa, zanjirdagi tok kuchi necha amperga teng bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_A = 0,24\Omega$ $R_{sh} = 0,08\Omega$ $I_A = 4\text{A}$ $I_{um} = ?$	$R_{sh} = \frac{R_A}{n-1}$ $n = \frac{I_{um}}{I_A}$	$R_{sh} = \frac{R_A}{n-1} \rightarrow n = \frac{R_A}{R_{sh}} + 1 = 4$ $n = \frac{I_{um}}{I_A} \rightarrow I_{um} = n \cdot I_A = 4 \cdot 4 = 16\text{A}$ Javob: 16 A

7. Voltmetrning ichki qarshiligi 300Ω . Unga 1200Ω qo'shimcha qarshilik ulansa, shkala bo'lim qiymati necha marta o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$R_V = 300\Omega$ $R_q = 1200\Omega$ $n = ?$	$R_q = R_V(n-1)$	$R_q = R_V(n-1) \rightarrow n = \frac{R_q}{R_V} + 1 = 5$ Javob: 5

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar qarshiligi $1 \text{ k}\Omega$ bo'lgan voltmetrga ketma-ket ravishda $9 \text{ k}\Omega$ qo'shimcha qarshilik ulansa, voltmetr shkalasining yuqori chegarasi necha marta ortadi? (**J: 10**)

2. 2 V gacha kuchlanishni o'lchashga mo'ljallangan voltmetrni 12 V kuchlanishli tarmoqqa ulash lozim. Agar voltmetrdagi tok kuchi $0,05 \text{ A}$ dan oshmasligi kerak bo'lsa, buning uchun qanday qo'shimcha qarshilik talab etiladi?

(**Javob: 200**)

3. 100 V shkalali voltmetr $10 \text{ k}\Omega$ qarshilikka ega. Agar voltmetrga ketma-ket holda $90 \text{ k}\Omega$ qo'shimcha qarshilik ulansa, shu asbob yordamida qanday eng katta potentsiallar farqini o'lchash mumkin? (**Javob: 1000**)

4. $0,01 \text{ A}$ dan ortiq bo'lmagan tok kuchini o'lchashga mo'ljallangan milliampermetr yordamida 1 V gacha potentsiallar farqini o'lchash imkoniyatiga ega bo'lish uchun shu asbob bilan ketma-ket tarzda qanday qo'shimcha qarshilik ulash kerak? (**Javob: 90**)

5. Voltmetr qo'shimcha qarshilik yordamida 100 V gacha kuchlanishni o'lchaydi. Agar voltmetrning qarshiligi 100Ω , qo'shimcha qarshilik esa 400Ω bo'lsa, shu voltmetr qo'shimcha qarshiliksiz qanday eng katta kuchlanishni o'lchay oladi? (**Javob: 20**)

6. Qo'shimcha qarshilik ulanganda kuchlanishni o'lchash chegarasi 5 marta ortdi. O'lchash chegarasini yana 5 marta orttirish uchun qo'shimcha qarshilikni necha marta orttirish kerak? (**Javob: 6**)

7. Ampermetr $0,02 \Omega$ ichki qarshilikka ega, uning shkalasi $1,2 \text{ A}$ tok kuchiga mo'ljallangan. Shu ampermetr bilan 6 A gacha bo'lgan tok kuchini o'lchay olish uchun, unga parallel ulanishi kerak bo'lgan shuntning qarshiligini ($\text{m}\Omega$ da) aniqlang.

(Javob: 5)

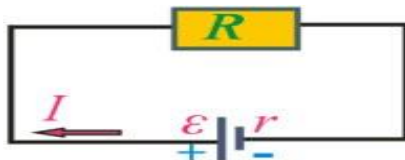
8. Qarshiligi $0,4 \Omega$ bo'lgan shunt bilan ta'minlangan ampermetr orqali 5 A tok kuchi borayotgan bo'lsa, asosiy tarmoqdagi tok kuchini aniqlang. Ampermetrning ichki qarshiligi $1,2 \Omega$. **(Javob: 20)**

9. Shuntli ampermetr 10 A gacha tok kuchini o'lchaydi. Agar shuntning qarshiligi $0,05 \Omega$ bo'lsa, shu asbob yordamida shuntsiz qanday eng katta tok kuchini o'lchash mumkin bo'ladi? Ampermetrning qarshiligi $0,2 \Omega$. **(Javob: 2)**

10. Shunt ulangandan so'ng tok kuchini o'lchash chegarasi 10 marta ortdi. O'lchash chegarasini yana 10 marta orttirish uchun shuntning qarshiligini necha marta kamaytirish kerak? **(Javob: 11)**



Butun zanjir uchun Om qonuni.



1-rasm.

Tok manbaiga biror R rezistor ulab yopiq zanjir hosilqilaylik (1-rasm). Tok manbasining EYuK ε va ichki qarshiligi r bo'lsin. Generatorlarda ichki qarshilik r deganda cho'lg'amlarning qarshiligi, galvanik elementlarda esa elektrolit eritmasi va elektrodlar qarshiligi tushuniladi. Yopiq zanjirda tarmoqlanish bo'lmagani uchun berk zanjirda tashqi R va ichki r qarshiliklardan o'tuvchi bitta I tok kuchi mavjud bo'ladi.

Om qonunini yopiq zanjir uchun tatbiq qilganda yopiq zanjirdagi tok kuchi I ni EYuK ε va yopiq zanjirning to'la qarshiligi ($R+r$) bilan bog'laydi. Bunda zanjirning tashqi va ichki qismlaridagi kuchlanish tushuvlari yig'indisi manbaning EYuKni beradi. $\varepsilon = U_R + U_r = IR + Ir$

Yuqoridagi formuladan to'liq zanjirning tashqi va ichki qismidagi kuchlanish tushuvlarini yozishimiz mumkin. $U_R = IR, U_r = Ir$

Yopiq zanjirdagi tok kuchini aniqlashimiz mumkin.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Yuqoridagi formula yopiq zanjir uchun Om qonunining matematik ifodasi bo'lib, uni quyidagicha ta'riflash mumkin:

Yopiq zanjirdan o'tayotgan tokning kuchi manbaning EYUKiga to'g'ri proporsional va zanjirning to'la qarshiligiga teskari proporsionaldir.

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalar

1. EYuKi 20 V va ichki qarshiligi $0,5\Omega$ bo'lgan manbaga rezistor ulangan, Agar zanjirdagi tok kuchi 10 A bo'lsa, rezistor qarshiligini toping (Ω).

Berilgan	Formula	Yechish
$\varepsilon = 20V$ $r = 0,5\Omega$ $I = 10A$ $R = ?$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow R = \frac{\varepsilon}{I} - r = \frac{20}{10} - 0,5 = 1,5\Omega$ Javob: 1,5 Ω

2. EYuKi 24 V bo`lgan manbaga qarshiligi 1,8 Ω bo`lgan rezistor ulangan. Agar zanjirdagi tok kuchi 6 A bo`lsa, manbaning ichki qarshiligini toping (Ω).

Berilgan	Formula	Yechish
$\varepsilon = 24V$ $R = 1,8\Omega; I = 10A$ $r = ?$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow r = \frac{\varepsilon}{I} - R = \frac{24}{10} - 1,8 = 0,6\Omega$ Javob: 0,6 Ω

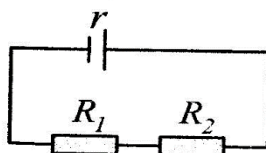
3. Ichki qarshiligi 1,2 Ω bo`lgan manbaga qarshiligi 4,8 Ω bo`lgan rezistor ulangan. Agar zanjirdagi tok kuchi 3 A bo`lsa, manbaning EYuKini toping (V).

Berilgan	Formula	Yechish
$r = 1,2\Omega$ $R = 4,8\Omega; I = 3A$ $\varepsilon = ?$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow \varepsilon = I(R+r) = 3 \cdot 6 = 18V$ Javob: 18 V

4. Ichki qarshiligi 2 Ω va EYuKi 15 V bo`lgan manbaga qarshiligi 3 Ω bo`lgan rezistor ulangan. Zanjirdagi tok kuchini toping (A).

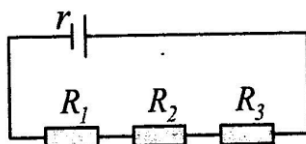
Berilgan	Formula	Yechish
$r = 2\Omega$ $R = 3\Omega; \varepsilon = 15V$ $I = ?$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{15}{3+2} = 3A$ Javob: 3 A

5. Ichki qarshiligi 1,2 Ω va EYuKi 12 V bo`lgan manbaga qarshiligi $R_1 = 2,8$ Ω va $R_2 = 2$ Ω bo`lgan rezistorlar ketma-ket ulangan. R_1 rezistordagi kuchlanishni toping.



Berilgan	Formula	Yechish
$r = 1,2\Omega$ $R_1 = 2,8\Omega; R_2 = 2\Omega$ $\varepsilon = 12V$ $U_1 = ?$	$I = \frac{\varepsilon}{R_{Um} + r}$ $I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{\varepsilon}{R_{Um} + r} = \frac{12}{4,8 + 1,2} = 2A$ $I = \frac{U_1}{R_1} \rightarrow U_1 = IR_1 = 2 \cdot 2,8 = 5,6V$ Javob: 5,6 V

6. Ichki qarshiligi 1 Ω va EYuKi 15 V bo`lgan manbaga qarshiligi $R_1 = 6$ Ω , $R_2 = 3$ Ω va $R_3 = 5$ Ω bo`lgan rezistor ketma-ket ulangan. R_3 rezistordagi kuchlanishni toping (V).



Berilgan	Formula	Yechish
$r = 1\Omega$ $R_1 = 6\Omega; R_2 = 3\Omega$ $R_3 = 5\Omega; \varepsilon = 15V$ $U_3 = ?$	$I = \frac{\varepsilon}{R_{Um} + r}$ $I = \frac{U_3}{R_3}$	$I = \frac{\varepsilon}{R_{Um} + r} = \frac{15}{14 + 1} = 1A$ $I = \frac{U_3}{R_3} \rightarrow U_3 = IR_3 = 1 \cdot 5 = 5V$ Javob: 5 V

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. EYUK 10 V va ichki qarshiligi 1 Ω bo'lgan galvanik element 4 Ω qarshilikka ulangan. Zanjirdagi tok kuchini toping. (*Javob: 3*)

2. EYUK 20 V bo'lgan batareya 1 Ω ichki qarshilikka ega. Tashqi qarshilik qanday bo'lganda zanjirdagi tok kuchi 2 A bo'ladi? (*Javob: 9*)

3. Ichki qarshiligi 0,2 Ω va EYUK 2 V bo'lgan akkumulyator kesimi 1 mm² va solishtirma qarshilig 10⁻⁷ $\Omega \cdot m$ bo'lgan simga ulangan. Agar zanjirdagi tok kuchi 4 A bo'lsa, simning uzunligini toping. (*Javob: 3*)

4. Agar EYUK 3 V va ichki qarshiligi 2 Ω bo'lgan batareyaga ampermetr qisqa masofada ulansa, u 1 A tok kuchini ko'rsatadi. Ampermetrning qarshiligini aniqlang. (*Javob: 1*)

5. EYUK 2,2 V bo'lgan elementga ulangan, qarshiligi 2 Ω bo'lgan o'tkazgichda 1 A tok kuchi oqadi. Elementning qisqa tutashuv tokini toping.

(Javob: 11)

6. O'zaro parallel ulangan 20 Ω va 30 Ω qarshiliklar EYUK 14 V bo'lgan akkumulyatorga ulangan. Umumiy zanjirdagi tok kuchi 1 A ga teng. Qisqa tutashuv tokini toping. (*Javob: 7*)

7. EYUK 15 V bo'lgan tok manbai qandaydir qarshilikka ulanganda manba qutblaridagi kuchlanish 9 V, zanjirdagi tok kuchi esa 1,5 A bo'ldi. Manbaning ichki qarshiligini toping. (*Javob: 4*)

8. EYUK 3,6 V bo'lgan batareyaning ichki qarshiligi 0,1 Ω . Batareyaga har birining qarshiligi 1,5 Ω bo'lgan uchta lampochka parallel holda ulab qo'yilgan. Batareya klemmlaridagi potentsiallar farqini toping. (*Javob: 3*)

9. EYUK 15 V va ichki qarshiligi 1,4 Ω bo'lgan o'zgarmas tok manbai o'zaro parallel ulangan 2 Ω va 8 Ω qarshiliklardan iborat bo'lgan tashqi zanjirni ta'minlaydi. Manba qisqichlaridagi potentsiallar farqini toping. (*Javob: 8*)

10. EYUK 12 V va ichki qarshiligi 1 Ω bo'lgan tok manbai o'zaro parallel ulangan, har biri 6 Ω dan bo'lgan uchta qarshilikni ta'minlaydi. Bitta qarshilikdagi kuchlanishni aniqlang. (*Javob: 8*)

11. Zanjir EYUK 7,5 V va ichki qarshiligi 0,3 Ω bo'lgan tok manbai hamda o'zaro parallel ulangan, qarshiliklari 2 Ω va 3 Ω bo'lgan ikki o'tkazgichdan iborat. Ikkinchi o'tkazgichdagi tok kuchini aniqlang. (*Javob: 2*)

12. Batareya 10 Ω qarshilikka ulanganda zanjirdagi tok kuchi 2 A. Agar shu batareya 20 Ω qarshilikka ulansa, tok kuchi 1,5 A bo'ladi. Batareyaning ichki qarshiligini toping. (*Javob: 20*)

13. Element 1,8 Ω qarshilikka tutashtirilganda zanjirda 0,7 A tok kuchi oqadi. 2,3 Ω qarshilikka tutashtirilganda esa zanjirdagi tok kuchi 0,56 A bo'ladi. Qisqa tutashuv tokini toping. (*Javob: 7*)

14. Batareya qisqichlariga ulangan, ichki qarshiligi 2 Ω bo'lgan ampermetr 5 A tok kuchini ko'rsatadi. Xuddi shunday batareyaning qisqichlariga ulangan, ichki

qarshiligi 150Ω bo'lgan voltmetr 12 V ni ko'rsatadi. Batareyadagi qisqa tutashuv tokini (mA da) toping. (*Javob: 29600*)

15. EYUK 6 V va ichki qarshiligi 2Ω bo'lgan tok manbai hamda reostatdan iborat bo'lgan zanjirda 1 A tok kuchi oqadi. Agar reostatning qarshiligi 4 marta kamaytirilsa, zanjirdagi tok kuchi qanday bo'ladi? (*Javob: 2*)

16. Tok manbaiga ikkita bir xil qarshilik ketma-ket ulandi. Ular parallel holda ulanganda, zanjirdagi tok kuchi 3 marta ortdi. Har bir qarshilik manbaning ichki qarshiligidan necha marta katta? (*Javob: 4*)

17. Akkumulyator va 20Ω qarshilikdan tashkil topgan zanjirga voltmetr dastlab ketma-ket, keyin esa qarshilikka parallel ravishda ulanadi. Voltmetrning ko'rsatishi ikki holatda ham bir xil. Agar akkumulyatorning ichki qarshiligi $0,1 \Omega$ bo'lsa, voltmetrning qarshiligi qanday? (*Javob: 1000*)

18. Ketma-ket ulangan ikkita voltmetr qandaydir ichki qarshilikka ega bo'lgan tok manbaiga ulab qo'yilgan. Voltmetrlarning ko'rsatishlari 12 V va 4 V ga teng. Agar manbaga faqat birinchi voltmetr ulansa, bunda u 15 V ni ko'rsatadi. Manbaning EYUK qanchaga teng? (*Javob: 20*)

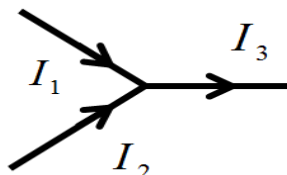
19. Kondensator batareya qisqichlariga ulab qo'yilgan. 15Ω qarshilik kondensatorga parallel ulanganda, undagi zaryad 1,2 marta kamaydi. Batareyaning ichki qarshiligini aniqlang. (*Javob: 3*)

13-14-MAVZU



KIRXGOF QOIDALARI. TARMOQLANGAN ELEKTR ZANJIRLARIDAGI TOK KUCHI VA UCHLANISHLARNI HISOBLASH. TOK MANBALARINI KETMA-KET VA PARALLEL ULASH. TOK MANBAYINING QUUVATI VA FOYDALI ISH KOEFFITSIYENTI.

Kirxgofning birinchi qoidasi: Tarmoqlanish tugunida uchrashuvchi toklarning algebraik yig'indisi nolga teng.



$$\sum I_k = 0 \quad I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

Kiruvchi toklar (+) ishorada ($I_1; I_2$), chiquvchi toklar (-) ishorada (I_3) olinadi.

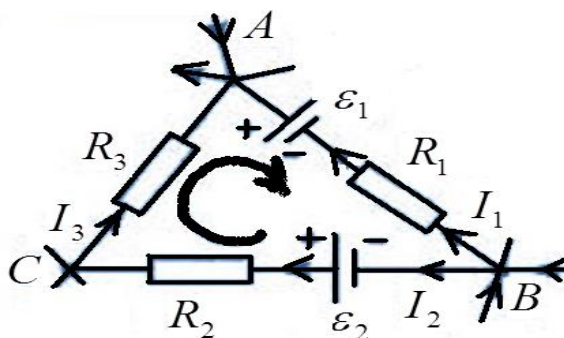
Kirxgofning ikkinchi qoidasi: Tarmoqlangan zanjirning berk konturida uning qismlaridan oqayotgan tok kuchlarining tegishli qismlar qarshiliklariga ko'paytmasining algebraik yig'indisi konturdagi tok manbalari elektr yurituvchi kuchlarining algebraic yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\sum I_k R_k = \sum \varepsilon_k$$

Kirxgofning ikkinchi qoidasini tatbiq qilish shartlari

1. Elektr zanjiri qismlaridagi yo'nalish aylanish yo'nalishi bilan mos tushgan toklar musbat, teskari yo'nalgan toklar manfiy.

2. Elektr zanjiridagi tok manbalarining manfiy qutbidan musbat qutbga tomon yo'nalishi konturning aylanishi bilan mos tushsa, manbaning EYK musbat, aks holda manfiy ishora bilan olinad



$$I_2 + I_3 - I_1 = 0; \varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$$

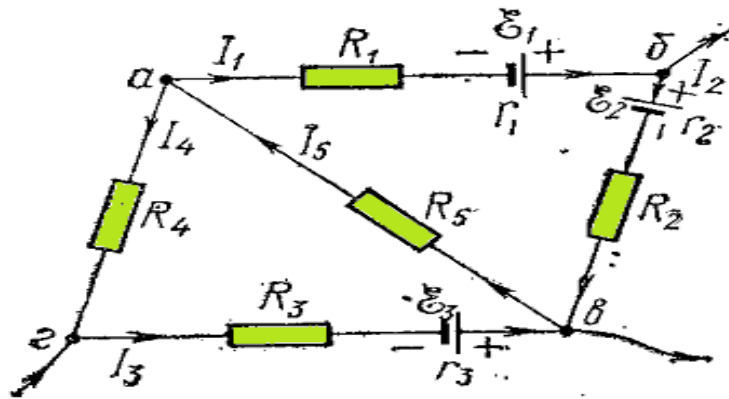
Kirxgofning ikkinchi qoidasi: Murakkab elektr zanjirdagi istalgan yopiq konturni aylanib chiqqanda barcha qarshiliklardagi (manbaning ichki qarshiligiham kiradi) kuchlanish tushishlarining algebraik yig'indisi shu kontur E.Yu.K larning algebraic yig'indisiga teng, ya'ni

$$I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots + I_n R_n = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$$

Har bir konturni aylanib chiqish yo‘nalishi (soat strelkasining harakat yo‘nalishi bo‘yicha yoki unga teskari) ixtiyoriy tanlanadi. Agar ikki tugun orasidagi uchastkada oldindan tanlangan tok yo‘nalishi konturni aylanib chiqish yo‘nalishi bilan mos tushsa, u holda kuchlanish tushishi musbat hisoblanadi, agar tok yo‘nalishi aylanib chiqish yo‘nalishiga teskari bo‘lsa, kuchlanish manfiy bo‘ladi.

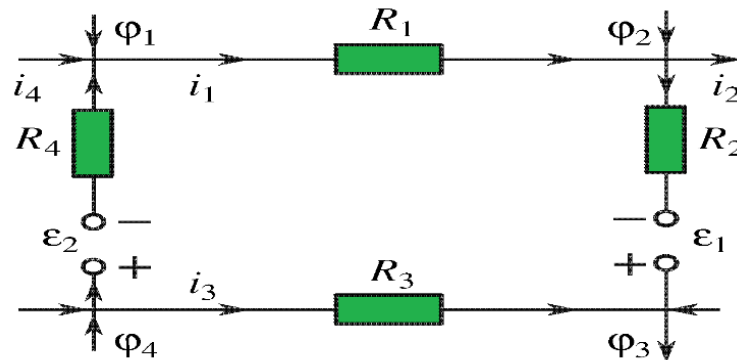
Agar kontur bo‘yicha aylanib chiqishda tok manbaini manfiy qutbidan musbat qutbga tomon o‘tilsa, u holda E.Yu.K musbat hisoblanadi, aks holda E.Yu.K manfiy hisoblanadi.

Rasmda ko‘rsatilgan a6b7r kontur uchun soat strelkasining harakat yo‘nalishi bo‘yicha aylanishda 3-formula quyidagi ko‘rinishda yoziladi:



$$I_1(R_1 + r_1) + I_2(R_2 + r_2) - I_3(R_3 + r_3) - I_4R_4 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3$$

Kirxgofning ikkinchi qoidasi quyidagi sxema misolida

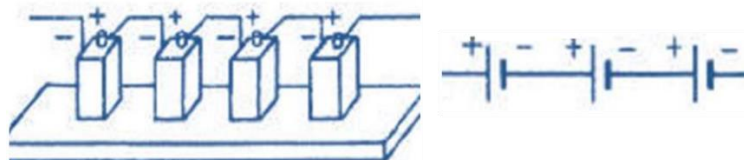


$$i_1R_1 + i_2R_2 - i_3R_3 + i_4R_4 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

Har bir uchastkadagi potentsiallar farqi quyidagicha

$$\begin{aligned} i_1R_1 &= \varphi_1 - \varphi_2, i_2R_2 = \varphi_2 - \varphi_3 + \varepsilon_1, \\ -i_3R_3 &= \varphi_3 - \varphi_4, i_4R_4 = \varphi_4 - \varphi_1 - \varepsilon_2, \end{aligned}$$

Tok manbalarini ketma-ket ulangan bo‘lsa:



$$\varepsilon_{kk} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n$$

$$r_{kk} = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n$$

$$I = \frac{\varepsilon_{kk}}{R + r_{kk}}$$

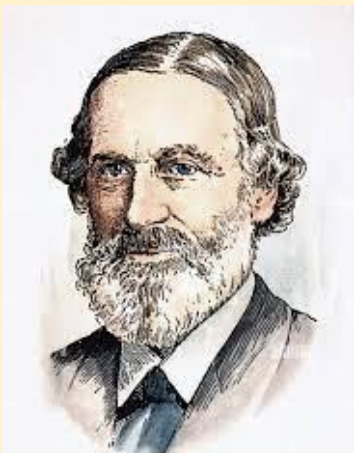
Tok manbalarini paralel ulangan bo'lsa:



$$\varepsilon_{pp} = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_n$$

$$\frac{1}{r_{pp}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots + \frac{1}{r_n}$$

$$I = \frac{\varepsilon_{pp}}{R + r_{pp}}$$



**Gustav Robert
Kirxgof**

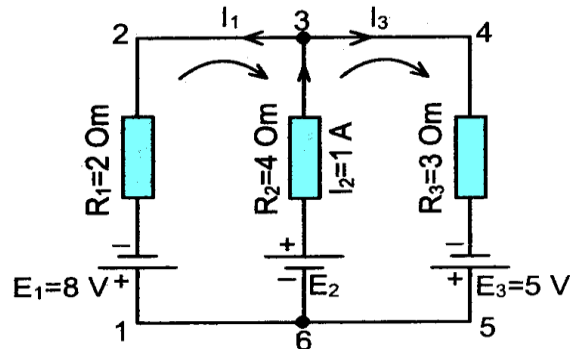
(1824-yil 12-mart, Kenigsberg, – 1887-yil 17-oktabr, Berlin) — XIX asrning buyuk fiziklaridan biri, Berlin fanlar akademiyasi a'zosi (1874 yildan).

Kenigsberg universitetini tugatgan (1846). Ilmiy ishlari elektron optika va mexanikaga oid. Tarmoqlangan zanjirlar bo'ylab oquvchi elektr tokining taqsimlanish qonuniyatlari (qarang Kirxgof qoidalarini yaratgan va elektr potentsiali tushunchasini fizikaga birinchi bo'lib kiritgan (1845–49), deformatsiya nazariyasi, elastik jismlarning harakati va muvozanati hamda suyuqliklar oqimi masalalari bilan shug'ullangan (1849–58).

Nemis kimyogari R.V. Bunzen bilan hamkorlikda spektral tahlil usuliga asos solgan (1854–59) va kimyoviy elementlardan seziiy (1860) va rubidiy (1861)ni topgan. Mutlaq qora jism tushunchasini fanga kiritgan va o'z nomi bilan atalgan nurlanish qonuni (qarang Kirxgof nurlanish qonuni)ni yaratgan.

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Quyidagi zanjirdagi noma'lum kattaliklarni aniqlang.



Quyidagi zanjir uchun uchta tenglama tuzish mumkin:

- 1) 1-2-3-6-1 kontur uchun;
- 2) 3-4-5-6-3 kontur uchun;
- 3) 1-2-3-4-5-6-1 kontur uchun.

Oxirgi kontur birinchi ikkitasining qo'shilishidan hosil bo'ladi. Shuning uchun mustaqil tenglamalar sifatida uchala tenglamadan ixtiyoriy ikkitasini olish mumkin.

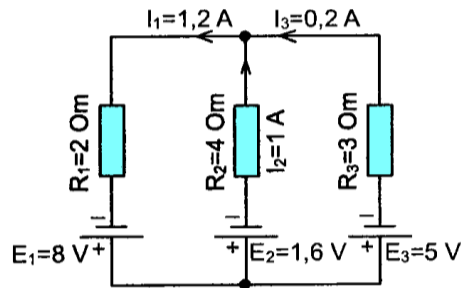
Tok va EYuK orqali Kirxgofning ikkinchi qoidasi tenglamalarini tuzishda tanlab olingan yo'nalishning ishorasi ko'rsatilishi kerak. I_1 tok tanlab olingan harakat yo'nalishiga teskari tomonga oqqanligi uchun uni manfiy deb hisoblash lozim. E_1 uchun ham "-" ishorasi qo'yilishi kerak, chunki u ham harakat yo'nalishiga qarshi tomonga qarab ta'sir etadi. 3-tugun uchun Kirxgofning birinchi qoidasi, 1-2-3-6-1 va 3-4-5-6-3 konturlar uchun Kirxgofning ikkinchi qonunlarini yozib olamiz.

$$\begin{cases} I_2 - I_1 - I_3 = 0 \\ -I_1 R_1 - I_2 R_2 = -\varepsilon_1 - \varepsilon_2 \\ I_2 R_2 + I_3 R_3 = \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \end{cases}$$

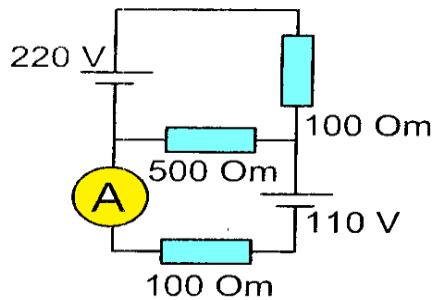
Berilganlarni o'rniga qo'ysak

$$\begin{cases} 1 = I_1 + I_3 \\ -2I_1 - 1 \cdot 4 = -8 - \varepsilon_2 \\ 1 \cdot 4 + 3I_3 = 5 + \varepsilon_2 \end{cases}$$

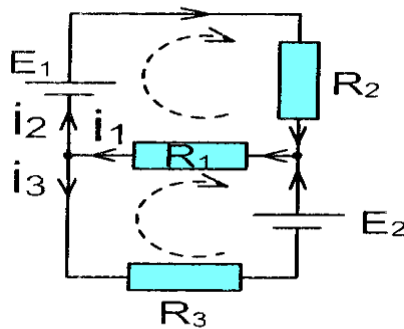
Tenglamalar sistemasini ishlaganimizdan keyin $I_1=1,2$ A, $I_3=-0,2$ A, $E_2=-1,6$ V kabi natijalarga ega bo'lishimiz mumkin. Biz E_2 uchun manfiy qiymatga ega bo'ldik. Bu esa E_2 ning yo'nalishi hisob vaqtida qabul qilingan, ya'ni rasmda ko'rsatilgan yo'nalishga nisbatan qarama-qarshi bo'lishi kerakligini ko'rsatadi. Shuningdek, I_3 tok rasmda ko'rsatilganidek, 3-4 yo'nalish bo'yicha emas, balki unga qarama-qarshi yo'nalishda oqadi. I_1 tok musbat bo'lgani uchun rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda oqadi. Natijalardan kelib chiqib masala shartidagi rasmni quyidagi ko'rinishda ifodalasak bo'ladi:



2. Rasmda berilgan ma'lumotlardan foydalanib, ampermetrning ko'rsatishini toping.



Bu misol Kirxgof qonunlariga asoslanib ishlanadi. Buning uchun zanjirda mavjud tugunlardagi toklarning yo'nalishlarini o'zimiz ixtiyoriy yo'nalishda tanlab olamiz, muhimi, tugunga kirayotgan va tugundan chiqayotgan toklar bo'lishi lozim. Aytmoqchi bo'lganimiz, hamma tok tugunga yoki hamma tok tugundan tashqariga yo'nalgan bo'lmasligi kerak. Keyingi qilinadigan ish ikkita konturda toklarning umumiy aylanish yo'nalishlarini tanlab olamiz.



Eslatma: tenglamalar sistemasi tuzib, uning yechimlari topilganidan keyin, agar biror tokning qiymati manfiy ishorali son chiqsa, demak, rasmda dastavval o'zimiz ixtiyoriy ravishda tanlab olgan o'sha tokning yo'nalishi qarama-qarshisiga bo'ladi.

Kirxgofning birinchi qonuniga ko'ra, tugunga kirayotgan va undan chiqayotgan toklar uchun quyidagi tenglamani yozib olamiz:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Kirxgofning ikkinchi qonuniga ko'ra, ya'ni har bir konturdagi toklarning mos qarshiliklarga ko'paytmalari algebraic yig'indisi shu konturdagi EYuK larning algebraik yig'indisiga tengligini bilgan holda, 2 ta kontur uchun tenglamalar

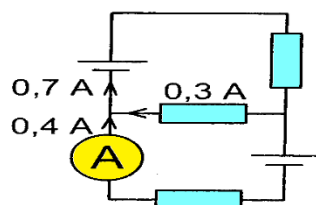
sistemasi tuzib olamiz. Eslatma: agar konturdagi tokning va EYuKlarning yo‘nalishlari konturdagi biz tanlab olgan aylanish yo‘nalishimizga teskari bo‘lsa, yoniga minus ishorasini qo‘yib yozamiz.

$$\begin{cases} I_2 R_2 + I_1 R_1 = \varepsilon_1 \\ -I_1 R_1 - I_3 R_3 = -\varepsilon_2 \end{cases} \quad \begin{cases} I_2 R_2 + I_1 R_1 = \varepsilon_1 \\ I_1 R_1 + I_3 R_3 = \varepsilon_2 \end{cases}$$

Misolda ampermetrdan o‘tayotgan tok kuchini topish so‘ralgan. Bu I_3 tok kuchiga mos keladi. (1) formulaga asosan tenglamalar sistemasidagi barcha I_1 larning

o‘rniga I_2+I_3 ifodani qo‘yib chiqamiz.
$$\begin{cases} I_2 R_2 + (I_2 + I_3) R_1 = \varepsilon_1 \\ (I_2 + I_3) R_1 + I_3 R_3 = \varepsilon_2 \end{cases}$$

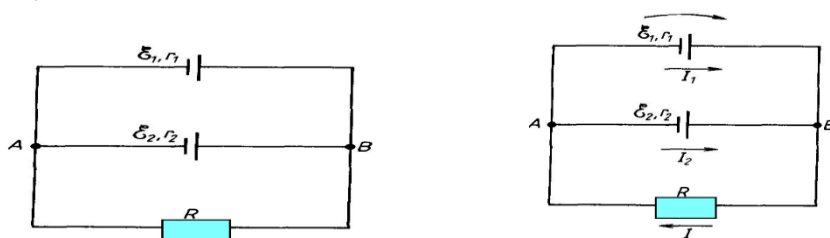
Tenglamalar sistemasini ishlab va (1) formuladan foydalanib quyidagi natijalarga ega bo‘lamiz: $I_1=0,3A$; $I_2=0,7A$; $I_3=-0,4A$ zanjirda I_3 tokni pastga yo‘naltirgan edik. Natija manfiy son chiqdi. Demak I_3 tok kuchi yuqoriga yo‘nalgan ekan, ya'ni u tugunga kiradi.



Ampermetrning ko‘rsatishi 0,4 A bo‘ladi.

3. EYuK lari 1,25 V va 1,5 V, ichki qarshiliklari $0,4\Omega$ dan bo‘lgan 2 ta element rasmda ko‘rsatilgandek parallel ulangan bo‘lib ularga qarshiligi 10Ω tashqi qarshilik ulangan.

Har bir elementdan o‘tadigan tok kuchini va tashqi qarshilikdan o‘tadigan tok kuchini aniqlang?



Manbalardan o‘tadigan tokning yo‘nalishini belgilab chiqamiz va tokning yo‘nalishini soat strelkasi bo‘yicha olamiz

A tugun uchun Kirxgofning birinchi qoidasini qo‘llab quyidagi tenglamani yozamiz

$$I - I_1 - I_2 = 0 \quad (1)$$

Kirxgofning ikkinchi qoidasidan foydalanib $A\varepsilon_1 B R A$ va $A\varepsilon_1 B \varepsilon_2 A$ konturlar uchun tegishli tenglama tuzamiz

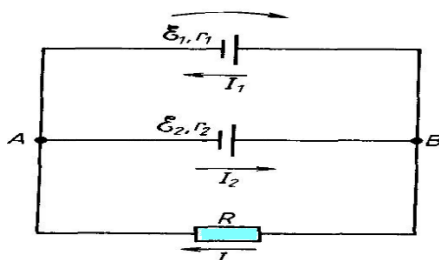
$$I_1 r_1 + IR = \varepsilon_1, I_1 r_1 - I_2 r_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \quad (2)$$

Masala shartiga berilgan kattaliklarni 1- va 2- tenglamalarga keltirib qo'yib nomalum kattaliklarni tenglamalar sistemasi tuzib topamiz.

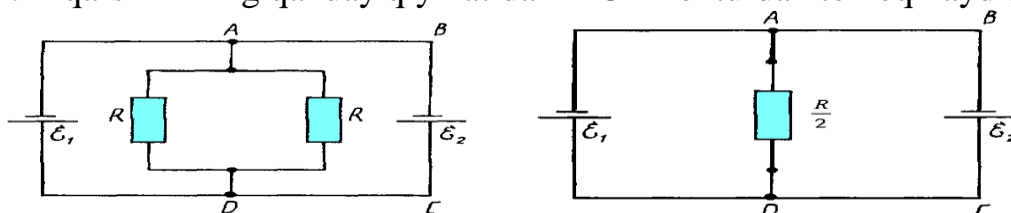
$$\begin{cases} I - I_1 - I_2 = 0 \\ 0,4I_1 + 10I = 1,25 \\ 0,4I_1 - 0,4I_2 = -0,25 \end{cases} \quad (3)$$

$$I \approx 0,135A, I_1 \approx -0,245A, I_2 \approx 0,38A$$

I_1 tok manfiy chiqdi demak u biz tanlagan yo'nalishga teskari yo'nalishda oqar ekan
ya'ni quyidagicha ($\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ 2-manba 1-manbani zaryadlaydi)

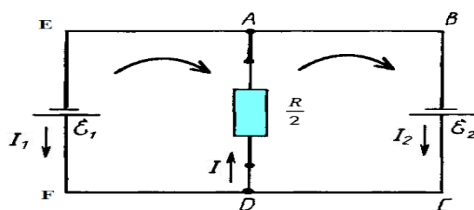


4. Tok manbalarining EYuK lari $\varepsilon_1=12$ V va $\varepsilon_2=6$ V, ichki qarshiliklari $r_1=r_2=0,5$ Ω dan bo'lgan manbalarga 2 ta R qarshilik rasmda ko'rsatilgandek ulandan. R qarshilikning qanday qiymatida ABCD konturdan tok oqmaydi.



Tashqi qarshiliklar o'zaro parallel ulangan bo'lib ularning umumiy si $R/2$ ga tengligidan sxemani quyidagicha o'zgartiramiz

Kirxgofning birinch va ikkinchi qoidasidan foydalanib tenglamalar tuzishimiz uchun manbadan chiqadigan toklarning yo'nalishini va umumiy aylanish yo'nalishini tanlab olishimiz kerak



D tugun uchun Kirxgofning birinchi qoidasini qo'llab quyidagi tenglamani yozamiz

$$I - I_1 - I_2 = 0 \quad (1)$$

Kirxgofning ikkinchi qoidasidan foydalanib EFDAE va BCDAB konturlar uchun tegishli tenglama tuzamiz

$$-I_1 r_1 - I \frac{R}{2} = -\varepsilon_1 \quad (2)$$

$$I_2 r_2 + I \frac{R}{2} = \varepsilon_2 \quad (3)$$

(2) tenglamalarning har birining oldiga minus qo'yilishiga sabab tanlab olingan aylanish yo'nalishiga teskari. 1- tenglamadan I ni topib 2 va 3- tenglamalarga keltirib qo'yib quyidagicha soddalashtiramiz .

$$\begin{cases} I_1 r_1 + (I_1 + I_2) \frac{R}{2} = \varepsilon_1 \\ I_2 r_2 + (I_1 + I_2) \frac{R}{2} = \varepsilon_2 \end{cases} \quad (4)$$

Masala shartida ABCD konturdan tok oqmasligi kerak edi bu degani $I_2=0$ bo'ladi.
(4) tenglamaga $I_2=0$ ni etib qo'yib R ni topamiz

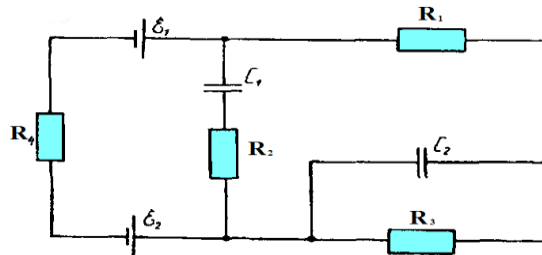
$$-\begin{cases} I_1 r_1 + I_1 \frac{R}{2} = \varepsilon_1 \\ I_1 \frac{R}{2} = \varepsilon_2 \end{cases} \quad I_1 r_1 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1} + \begin{cases} I_1 r_1 + I_1 \frac{R}{2} = \varepsilon_1 \\ I_1 \frac{R}{2} = \varepsilon_2 \end{cases} \quad I_1 r_1 + I_1 R$$

$$= \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \rightarrow R = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - I_1 r_1}{I_1}$$

$$R = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - I_1 r_1}{I_1} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1}\right)r_1}{\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1}} = \frac{2\varepsilon_2 r_1}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}$$

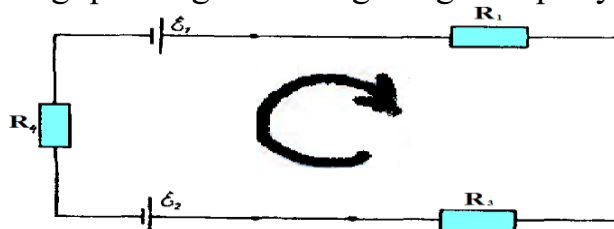
$$R = \frac{2\varepsilon_2 r_1}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 0,5}{12 - 6} = \frac{6}{6} = 1\Omega$$

5. Sxemada berilganlardan foydalanib kondensatorlarda to'planadigan zaryadni aniqlang?



Sxemaga ulangan kondensatorlardan o'zgaras tok o'tmaydi ular faqat o'ziga parallel ulangan qarshilikning kuchlanishicha kuchlanish bilan zaryadlanadi.

Demak kondensatorlardan tok o'tmagani uchun sxemadan ularni vaqtincha olib tashlaymiz, R_2 qarshilik kondensatorga ketma-ket ulanganini uchun undan ham tok o'tmaydi ya'ni uning qarshiligini kattaligi bizga aloqasi yo'q.



Sxemani quyidagicha soddalashtirib aylanish yo'nalishini soat strelkasining yo'nalishi bilan bir-xil oldik. Bundan kelib chiqadiki aylanish yo'nalishidagi EYuK vat ok kuchilarni "+" unda qarama-qarshi yo'nalganlarni "-" ishora bilan olamiz.

Endi Kirxgofning 2-qoidasidan foydalanib quyidagi tenglamani tuzamiz (Sxemada ikkala manba va qarshiliklar ketma-ket ulanganligi uchun barcha joydan o'tadigan tok kuchi bir-xil I ga teng)

$$\varepsilon_1 - \varepsilon_2 = IR_1 + IR_3 + IR_4 \rightarrow I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_3 + R_4} \quad (1)$$

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki C_2 kondensator R_3 ga parallel ulangan R_3 dagi kuchlanish esa

$$U_3 = IR_3 = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_3 + R_4} \cdot R_3 \quad (2)$$

Endi C_2 kondensatorning zaryadini topamiz

$$q_2 = C_2 \cdot U_3 = C_2 \cdot \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_3 + R_4} \cdot R_3 \quad (3)$$

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki C_1 kondensator R_1 va R_3 ga parallel ulangan R_1 va R_3 dagi kuchlanish esa

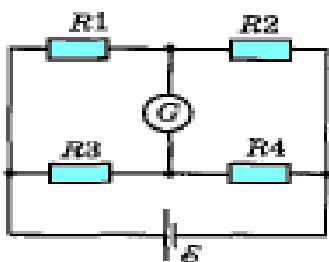
$$U_{1-3} = U_1 + U_3 = IR_1 + IR_3 = I(R_1 + R_3) = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_3 + R_4} \cdot (R_1 + R_3) \quad (4)$$

Endi C_1 kondensatorning zaryadini topamiz

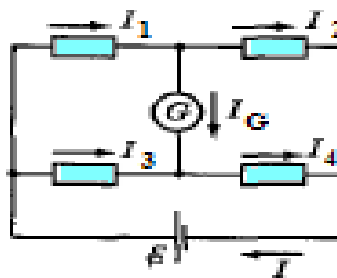
$$q_1 = C_1 \cdot U_{1-3} = C_1 \cdot \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R_1 + R_3 + R_4} \cdot (R_1 + R_3) \quad (5)$$

6. Rasmda tasvirlangan zanjirdagi galvanometer orqali qancha tok o‘tadi.

$\varepsilon = 2V$, $R_1 = 60\Omega$, $R_2 = 40\Omega$, $R_3 = R_4 = 20\Omega$, $R_G = 100\Omega$



1-rasm.



1,1-rasm.

1-rasmdagi zanjirda toklarni joylashtiramiz(1,1-rasm)

Kirxgofning birinchi va ikkinchi qoidasini qo‘llab quyidagi tenglamalarni yozamiz

$$\begin{cases} I = I_1 + I_3 \\ I_1 = I_2 + I_G \\ I_2 + I_4 = I \\ I_3 + I_G = I_4 \end{cases}; \begin{cases} I_1 R_1 + I_2 R_2 = \varepsilon \\ I_3 R_3 + I_4 R_4 = \varepsilon \\ I_1 R_1 + I_G R_G + I_4 R_4 = \varepsilon \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6I_1 + 4I_2 = 0,2 \\ 2I_3 + 2I_4 = 0,2 \\ 6I_1 + 10I_G + 2I_4 = 0,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 6I_1 + 4(I_1 - I_G) = 0,2 \\ 2(I_4 - I_G) + 2I_4 = 0,2 \\ 6I_1 + 10I_G + 2I_4 = 0,2 \end{cases}$$

$$10I_1 - 4I_G = 0,2 \Rightarrow I_1 = \frac{0,2 + 4I_G}{10}, 4I_4 - 2I_G = 0,2 \Rightarrow I_4 = \frac{0,2 + 2I_G}{4}$$

$$6I_1 + 10I_G + 2I_4 = 0,2, 6\left(\frac{0,2 + 4I_G}{10}\right) + 10I_G + 2\left(\frac{0,2 + 2I_G}{4}\right) = 0,2$$

$$1,2 + 24I_G + 100I_G + 1 + 10I_G = 2,134I_G = -0,2, I_G = -1,49 \cdot 10^{-3}A$$

Demak galvonometr orqali 1,49 mA o‘tar ekan (yuqoridagi hisoblashga chiqarilgan natija manfiy chiqdi, demak biz tanlagan yo‘nalishga qarama-qarshi harakatlanar ekan)

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Har birining EYUK 20 V va ichki qarshiligi 2 Ω bo'lgan ikkita bir xil batareya o'zaro parallel ulangan va 9 Ω qarshilikka ulab qo'yilgan. Qarshilik orqali o'tuvchi tok kuchini toping. **(Javob: 2)**

2. Cho'ntak fonarining batareyasi har birining EYUK 1,5 V va ichki qarshiligi 0,2 Ω bo'lgan uchta ketma-ket ulangan elementdan iborat. Agar fonar lampasining qarshiligi 0,9 Ω bo'lsa, u orqali o'tuvchi tok kuchini toping. **(Javob: 3)**

3. EYUK lan 1 V, 2 V va 3 V hamda mos ravishda ichki qarshiliklari 1 Ω , 2 Ω va 3 Ω bo'lgan uchta o'zgarmas tok manbai o'zaro ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchini aniqlang. **(Javob: 1)**

4. Har birining EYUK 20 V va ichki qarshiligi 1 Ω bo'lgan nechta akkumulyator ketma-ket ulanganda, batareyaga ulab qo'yilgan 6 Ω qarshilikli o'tkazgichdagi tok kuchi 0,5 A bo'ladi? **(Javob: 2)**

5. Batareyada nechta element o'zaro parallel ulanib, unga 49 Ω qarshilik ulanganda zanjirda 2 A tok kuchi hosil bo'ladi? Har bir elementning EYUK 100 V, ichki qarshiligi 2 Ω . **(Javob: 2)**

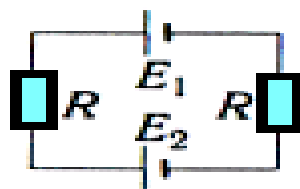
6. Ikkita bir xil element o'zaro parallel ulanib, 4 Ω qarshilikka ulab qo'yildi. Keyin esa shu elementlar ketma-ket ulandi va xuddi shunday qarshilikka ulab qo'yildi. Bunda tashqi qarshilik orqali o'tuvchi tok o'zgarmay qoldi. Har bir elementning ichki qarshiligi qanchaga teng? **(Javob: 4)**

7. Har birining ichki qarshiligi 6 Ω bo'lgan uchta bir xil batareya qandaydir qarshilikka ulanadi: birinchi marta o'zaro parallel, ikkinchi marta o'zaro ketma-ket ulangan holda. Ikki holatda ham tashqi zanjirdagi tok kuchi bir xil bo'ldi. Tashqi qarshilik qanchaga teng? **(Javob: 6)**

8. Birining EYUK 2 V va ichki qarshilikli 1 Ω , ikkinchisining EYUK 5 V va ichki qarshiligi 0,5 Ω bo'lgan ikkita tok manbai yopiq zanjir hosil qilgan holda mos qutblari bilan ulanadi. Har bir manbaning musbat va manfiy qutblari orasidagi potentsiallar farqi qanchaga teng? **(Javob: 4)**

9. Birining EYUK 5 V va ichki qarshilikli 1 Ω , ikkinchisining EYUK 3 V va ichki qarshiligi 3 Ω bo'lgan ikkita tok manbai ketma-ket ulanadi va 12 Ω tashqi qarshilikka ulab qo'yiladi. Birinchi manbadagi potentsiallar farqi ikkinchi manbadagiga qaraganda necha marta katta? **(Javob: 3)**

10. Rasmda ko'rsatilgan elektr zan-iirda $E_1=6$ V, $E_2=18$ V, $R=3\Omega$. Manbalar ichki qarshilikka ega emas. Zanjirdagi tok kuchi necha amper?



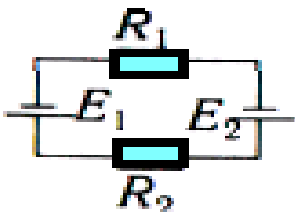
(Javob: 2)

11. $E_1=5\text{ V}, E_2=3\text{ V}, E_3=4\text{ V}, r=1\Omega$ va $R=7\Omega$ bo'lsa, R qarshilikdagi kuchlanishning tushishi necha volt bo'iadi (rasmga q.)?



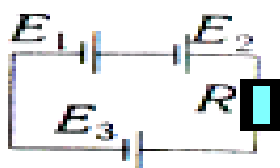
(Javob: 1,4)

12. Sxemada $E_1=9\text{ V}, E_2=6\text{ V}$ va $R_1/R_2=2$ bo'lsa, R_2 qarshilikdagi kuchlanish tushishi necha volt bo'ladi? Manbalarining ichki qarshiliklari $r_1=r_2=0$



(Javob:1)

13. Rasmda ko'rsatilgan zanjirdagi tok kuchi necha amperga Teng? $E_1=E_2=E_3=6\text{ V}, r_1=r_2=r_3=0,5\Omega, R=1,5\Omega$.



(Javob:2)

14. Uchta tok manbai va bitta qarshilikdan rasmda ko'rsatilgandek zanjir tuzilgan. Agar $E_1=3,5\text{ V}, E_2=1,5\text{ V}, E_3=2\text{ V}, r_1=r_2=r_3=0,2\Omega$, va $R=4,4\Omega$ bo'lsa, R qarshilikdan o'tayotgan tok kuchi necha amper?



(Javob: 0,8)

15. Sxemada $\varepsilon_1=2\text{ V}, \varepsilon_2=1\text{ V}, r_1=r_2=1\Omega, R=2\Omega$. Tashqi qarshilikdagi kuchlanishning tushishmi toping (V).



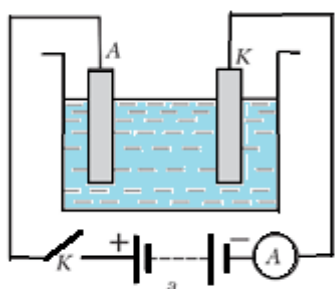
(Javob:1,5)



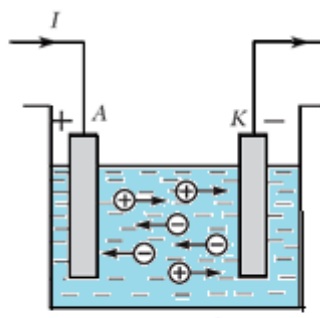
Suyuqliklar ham qattiq jismlar kabi, yarimo‘tkazgich va o‘tkazgich bo‘lishi mumkin. Distillangan suv dielektriklar jumlasiga kiradi. Masalan, selen, sulfidlar aralashmasi suyuq yarimo‘tkazgichlardir.

Elektr tokini o‘tkazadigan suyuqliklar **elektrolitlar** deb ataladi. Elektrolitlarga tuz, kislota va ishqorlarning suvdagi eritmasi kiradi. Bunga ishonch hosil qilish uchun quyidagicha tajribani bajarib ko‘ramiz.

Idishga distillangan suv solib, unga ikkita metall yoki ko‘mir sterjenlar tushiriladi. Bu sterjenlar **elektrodlar** deb ataladi. Elektrodlarni ampermetrga va EYK manbayiga ketma-ket ulaymiz (1- rasm). Manbaning musbat qutbiga ulangan elektrod anod (A), manfiy qutbga ulangan elektrod esa katod (K) deb ataladi. Agar kalitni ulasak, ampermetr zanjirda tok deyarli yo‘qligini ko‘rsatadi. Demak, distillangan suv izolator bo‘lib, unda zaryad tashuvchi erkin zarralar bo‘lmaydi. Lekin suvga biror tuzdan ozgina solinsa, zanjirda tok vujudga keladi. Eritmada zaryad tashuvchi zarralar paydo bo‘ladi (2- rasm).

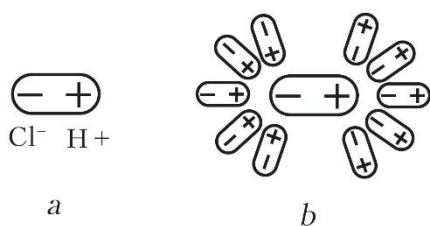


1- rasm.

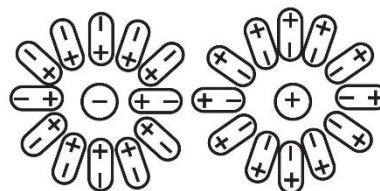


2- rasm.

Elektrolitlardagi o‘tkazuvchanlikning mohiyatini tushunish uchun distillangan suvga vodorod xlorid (HCL) kislotasidan ozgina qo‘shamiz. Vodorod xlorid molekulasidagi vodorod va xlor atomlarining o‘zaro ta‘sirini quyidagicha tasavvur qilish mumkin: vodorod va xlor atomlari birikib vodorod xlorid molekulasini hosil qilishda vodorodning yakkayu yagona valentlik elektroni xlor atomiga o‘tib, uni manfiy xlor (Cl^-) ioniga aylantiradi, vodorodning o‘zi esa musbat vodorod (H^+) ioniga aylanadi. Bu ikkala ion bir-birining yaqinida elektr kuchi bilan tutib turiladi. Shu sababli, vodorod xlorid molekulasida atomlarning o‘zaro ta‘siri musbat vodorod ioni bilan manfiy xlor ionining o‘zaro ta‘siridan iborat. Shunga muvofiq, xlorid kislota molekulasini elektr dipoli ko‘rinishida sxematik tasvirlash mumkin (3- a rasm).



3- rasm.



4- rasm.

Vodorod xlorid kislotasi suvda eriganda xlorid kislot molekulari suv molekulari qurshoviga tushib qoladi. Suv molekulari ham dipoldir. Xlorid kislot dipolini suv molekulari qarama-qarshi zaryadli ionlari tomoni bilan o‘rab oladi (3-b rasm) va xlorid kislot molekulasini shunday cho‘zadiki, u boshqa molekular bilan to‘qnashganda salgina silkinsa ham parchalanib, musbat vodorod va manfiy xlor ionlariga aylanadi. Uncha yuqori bo‘lmagan temperaturada har bir ionni erituvchi (suv) molekulari qurshab oladi. Bu hodisaga ionlarning solvatatsiyasi (erituvchi suv bo‘lganda-gidrotatsiyasi) deb ataladi (4-rasm). Eritmaning temperaturasi ko‘tarila borishi bilan xaotik harakatning intensivlanishi solvat (yoki gidrat) qobig‘ini hosil qiluvchi ion va erituvchi molekulari orasidagi bog‘lanishni buzadi. Shuning uchun temperatura ko‘tarilganda solvat o‘lchamlari tobora kichraya boradi va, nihoyat, yuqori temperaturada solvat qobiq yo‘qoladi.

Modda eriganda erituvchi ta’sirida molekularning ionlarga ajralish jarayoni elektrolitik **dissotsiatsiya** deyiladi. Eritilgan modda barcha molekularining ionlarga ajralgan ulushini ko‘rsatuvchi son dissotsiatsiya darajasi deyiladi. Dissotsiatsiya darajasi eritmaning temperaturasi, konsentrasiyasi va erituvchining dielektrik kirituvchanligiga bog‘liq bo‘ladi. Temperatura ko‘tarilgan sari dissosiasiya darajasi oshadi, binobarin, musbat va manfiy ionlarning soni ko‘payadi, elektr o‘tkazuvchanlik ortadi.

Suyuqlik molekulari uzluksiz harakatda bo‘lgani kabi hosil bo‘lgan ionlar ham to‘xtovsiz, tartibsiz harakatda bo‘ladi. Agar turli ishorali zaryad bilan zaryadlangan ionlar bir-biriga ular orasida o‘zaro tortishish kuchi ta’sir qiladigan darajada yaqinlashsa, u holda ular bu kuchlar ta’sirida birlashib, erigan moddaning neytral molekulasini hosil qilishi mumkin.

Musbat va manfiy ionlar birikib, neytral molekula hosil qilish jarayoni **rekombinatsiya** deb ataladi. Elektrolitlarda dissotsiatsiya jaryoni bilan rekombinatsiya jarayoni bir vaqtda bo‘ladi. Eruvchi modda erituvchi moddada eriganda dastlab dissotsiatsiya jarayoni rekombinatsiyaga nisbatan kuchliroq bo‘ladi. Ma’lum vaqtdan keyin, sharoit o‘zgarmasa, eritmada dinamik (harakatchan) muvozanat yuzaga keladi, bu holatda vaqt birligi ichida dissosiyalanuvchi molekularning soni rekombinatsiya tufayli hosil bo‘luvchi neytral molekularning soniga teng bo‘ladi. Demak, dinamik muvozanat o‘rnatilganda

eritmaning birlik hajmidagi ionlarning soni o'zgarmaydi. Shunday qilib, elektrolitlardagi erkin zaryadlar musbat va manfiy ionlardir. Vodorod va barcha metallarning ionlari hamma vaqt musbat zaryadlidir. Metallmaslar-kislota qoldiqlari va ishqor qoldiqlari ionlari manfiy zaryadlangan bo'ladi. Dissotsiatsiya va rekombinatsiya jarayonlari shartli ravishda ushbu tenglama bilan ifodalanadi:



Strelkalar jarayon har ikkala yo'nalishda borishini ko'rsatadi.

Faradeyning I-qonuni: Elektroliz vaqtida elektrolarlarda ajralgan moddaning massasi elektrolit orqali o'tayotgan zaryad miqdoriga to'g'ri proporsional.

$$m = k \cdot q$$

$$m = k \cdot I \cdot t \quad (1)$$

k-Moddaning elektrokimyoviy ekvivalenti

Faradeyning II-qonuni: Moddalarning elektrokimyoviy ekvivalenti ularning kimyoviy ekvivalentiga proporsional.

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \quad (2)$$

A/n-Moddaning kimyoviy ekvivalenti; F-faradey soni 96500 C/mol;

A- atom massa; n-valentlik

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. CuSO₄ eritmasidan 0,3 s davomida 1000 A tok o'tsa, katodda qancha mis ajralib chiqadi? Misning elektrokimyoviy ekvivalenti 3,3·10⁻⁷ kg/C.

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 0,3s; I = 1000A$ $k = 3,3 \cdot 10^{-7} kg/C$ $m = ?$	$m = k \cdot I \cdot t$	$m = k \cdot I \cdot t = 3,3 \cdot 10^{-7} \cdot 1000 \cdot 0,3 = 10^{-3} kg = 1g$ Javob: 1 g

2. AgNO₃ eritmasi to'latilgan vannadan 10 mA tok o'tmoqda. 1 s davomida katodda nechta kumush atomi ajraladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 1s$ $I = 10mA = 10 \cdot 10^{-3}A$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ $N = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $q = Ne$	$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \rightarrow N = \frac{I \cdot t}{e} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,25 \cdot 10^{16}$ Javob: 6,25·10¹⁶ ta

3. Rux sulfat solingan elektrolitik vannada tok kuchi chiziqli I=(2+0,02t) A qonun bo'yicha o'zgaradi. Elektrolit orqali 5 min ichida o'tgan elektr zaryadni aniqlang (C).

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 5mi = 300s$ $I = 2 + 0,02tA$ $q = ?$	$q = \int Idt$	$q = \int Idt = \int_0^{300} (2 + 0,02t)dt = 1500C$ Javob: 1500 C

4. 1 soat davomida kuchi 10 A bo'lgan tok o'tsa, molyar massasi 59 g/mol, valentligi 2 bo'lgan necha gramm nikel ajralib chiqadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 1so = 3600s$ $I = 10A$ $A = 59g/mol = 59 \cdot 10^{-3}kg/mol$ $F = 96500C/mol; n = 2$ $m = ?$	$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n}$ $m = k \cdot q$	$m = k \cdot q = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \cdot q =$ $= \frac{1}{96500} \cdot \frac{59 \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 10 \cdot 3600 =$ $= 11 \cdot 10^{-3}kg = 11g$ Javob: 11 g

5. Elektrolitdan o'tayotgan tokning zichligi $4 \cdot 10^4 A/m^2$. Elektrodda 100 s davomida ajralib chiqqan xromning qalinligi necha μm ? Xromning zichligi $7,2 \cdot 10^3 kg/m^3$, elektrokimyoviy ekvivalenti $1,8 \cdot 10^{-7} kg/C$.

Berilgan	Formula	Yechish
$j = 4 \cdot 10^4 A/m^2$ $t = 100s$ $\rho = 7200kg/m^3$ $k = 1,8 \cdot 10^{-7}kg/C$ $d = ?$	$m = k \cdot I \cdot t$ $j = \frac{I}{S}$	$m = k \cdot I \cdot t \rightarrow \rho \cdot V = k \cdot I \cdot t \rightarrow$ $\rho \cdot Sd = k \cdot I \cdot t \rightarrow d = \frac{k \cdot I \cdot t}{\rho S} = \frac{k \cdot t}{\rho} \cdot \frac{I}{S} = \frac{k \cdot t}{\rho} \cdot j =$ $= \frac{1,8 \cdot 10^{-7} \cdot 100}{7200} \cdot 4 \cdot 10^4 = 0,1 \cdot 10^{-3}m = 100\mu m$ Javob: 100 μm

6. Elektrodlar orasidagi kuchlanish 50 V bo'lganda elektr toki 100 kJ ish bajarsa, elektrokimyoviy ekvivalenti $3,2 \cdot 10^{-7} kg/C$ bo'lgan moddadan qancha ajratib olish mumkin?

Berilgan	Formula	Yechish
$U = 50V$ $A = 100kj = 10^5j$ $k = 3,2 \cdot 10^{-7}kg/C$ $m = ?$	$m = k \cdot I \cdot t$ $A = I \cdot U \cdot t$	$\begin{cases} m = k \cdot I \cdot t \\ A = I \cdot U \cdot t \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{A} = \frac{k}{U} \Rightarrow m = \frac{A \cdot k}{U}$ $m = \frac{10^5 \cdot 3,2 \cdot 10^{-7}}{50} = 640 \cdot 10^{-6}kg = 640gr$ Javob: 640 gr

7. Sirti $100 sm^2$ bo'lgan temir qoshiqni qalinligi $80 \mu m$ bo'lgan kumush bilan qoplash uchun kumush tuzi eritmasi orqali qanday (C) zaryad o'tkazish kerak? Kumush zichligi $10,5 \cdot 10^3 kg/m^3$ ga, elektrokimyoviy ekvivalenti $1,12 \cdot 10^{-6} kg/C$.

Berilgan	Formula	Yechish
$S = 100sm^2 = 100 \cdot 10^{-4}m^2$ $d = 80\mu m = 80 \cdot 10^{-6}m$ $\rho = 10500kg/m^3$ $k = 1,12 \cdot 10^{-6}kg/C$ $q = ?$	$m = k \cdot q$ $m = \rho \cdot V$ $V = S \cdot d$	$m = k \cdot q \rightarrow q = \frac{m}{k} = \frac{\rho \cdot V}{k} = \frac{\rho \cdot S \cdot d}{k}$ $q = \frac{10500 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 80 \cdot 10^{-6}}{1,12 \cdot 10^{-6}} = 7500C$ Javob: 7500 C

8. Buyumni nikellashda 1 soatda elektrolitdan 8,9 A tok o'tib turganida, nikel qatlamining qalinligi 0,01 mm bo'lgan. Nikelning elektrokimyoviy ekvivalenti $3 \cdot 10^{-7} kg/C$, zichligi $8,9 \cdot 10^3 kg/m^3$. Buyumning nikel qoplangan yuzi topilsin (m^2).

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 1so = 3600s$ $I = 8,9A$ $d = 0,01mm = 0,01 \cdot 10^{-3}m$ $\rho = 8900kg/m^3$ $k = 3 \cdot 10^{-7}kg/C$ $S = ?$	$m = k \cdot I \cdot t$ $m = \rho \cdot V$ $V = S \cdot d$	$m = k \cdot I \cdot t$ $\rho \cdot V = k \cdot I \cdot t$ $\rho \cdot S \cdot d = k \cdot I \cdot t$ $S = \frac{k \cdot I \cdot t}{\rho \cdot d} = \frac{3 \cdot 10^{-7} \cdot 8,9 \cdot 3600}{8900 \cdot 0,01 \cdot 10^{-3}} = 108 \cdot 10^{-3}m^2$ Javob: $108 \cdot 10^{-3}m^2$

9. Mis kuporosi eritmasidan 10 A tok o'tganda, 0,5 minutda 0,1 g mis ajralib chiqdi. Misning elektrokimyoviy ekvivalenti qanday (kg/C)?

Berilgan	Formula	Yechish
----------	---------	---------

$t = 0,5 \text{ mi} = 30 \text{ s}$ $I = 10 \text{ A}$ $m = 0,1 \text{ g} = 10^{-4} \text{ kg}$ $k = ?$	$m = k \cdot I \cdot t$	$m = k \cdot I \cdot t \rightarrow k = \frac{m}{I \cdot t} = \frac{10^{-4}}{10 \cdot 30} = 0,33 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ Javob: $0,33 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$
--	-------------------------	---

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar 2 A tok kuchi yordamida ajralib chiqqan nikelning massasi 1,8 g ga teng bo'lsa, nikellash necha minut davom etgan? Nikelning elektrokimyoviy ekvivalenti 0,3 mg/C. **(Javob: 50)**

2. Mis sulfatni elektrolizlashda 200 s davomida katodda necha milligramm mis ajralib chiqadi? Bunda birinchi 100 s davomida tok kuchi 0 dan 6 A gacha tekis ortadi, keyingi 100 s da 2 A gacha tekis kamayadi. Misning elektrokimyoviy ekvivalenti $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$. **(Javob: 231)**

3. Har birining EYUK 10 V, ichki qarshiligi 4Ω bo'lgan elementlarning 10 tasi ketma-ket ulanib batareya hosil qilingan. Batareyaga 200Ω qarshilikli elektrolitik vanna ulab qo'yiladi. 6 soat ishlash davomida elektrodda necha milligramm rux ajraladi? Ruxning elektrokimyoviy ekvivalenti 0,4 mg/C. **(Javob: 3600)**

4. 200 cm^2 yuzali metall sirtini 20 mkm qalinlikdagi kumush qatlami bilan qoplash kerak. Elektrolit orqali 0,5 A tok kuchi necha minut o'tkazilishi kerak? Kumushning zichligi 10500 kg/m^3 , elektrokimyoviy ekvivalenti 1,12 mg/C. **(J:125)**

5. Agar elektrolizlashda tokning zichligi 300 A/m^2 bo'lsa, necha minutdan so'ng misli anod 0,03 mm ga qalinroq bo'ladi. Misning elektrokimyoviy ekvivalenti $3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$, zichligi 9000 kg/m^3 . **(Javob: 50)**

6. Havo sharini vodorod bilan to'ldirish uchun sho'r suvni elektrolizlash 1000 soat davom etdi. Elektrolizda tok kuchi 500 A bo'lgan. To'ldirilgan havo sharining ko'tarish kuchi (itarib chiquvchi kuch minus sharni to'ldirgan gazning og'irligi) qanchaga teng? Vodorodning elektrokimyoviy ekvivalenti 10^{-8} kg/C , vodorodning va havoning molyar massalari 2 va 29 (g/mol da). Vodorod hamda sharni o'rab turgan havo bir xil bosim va haroratga ega. **(Javob: 2430)**

7. Sulfat kislota eritmasini elektrolizlashda 37 W quvvat sarflanadi. Agar 500 minut ichida 0,3 g vodorod ajralsa, elektrolitning qarshiligini aniqlang. Vodorodning elektrokimyoviy ekvivalenti 10^{-8} kg/C . **(Javob: 37)**

8. Agar elektrodlardagi potentsiallar farqi 4 V bo'lib, 80 kJ energiya sarflanganda 5,6 g kumush ajralgan bo'lsa, kumushli tuz eritmasini elektrolizlovchi qurilmaning FIK (foizda) qanchaga teng? Kumushning elektrokimyoviy ekvivalenti 1,12 mg/C. **(Javob: 25)**

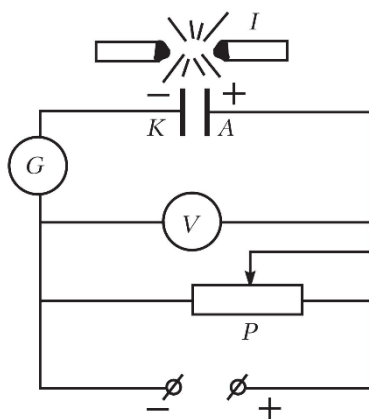
9. Elektroliz 9 V kuchlanishda olib borilsa, va qurilmaning FIK 50% bo'lsa, 1 kg alyuminiy olish uchun qanday miqdorda elektroenergiya (mJ da) sarflanadi? Alyuminiyning elektrokimyoviy ekvivalenti $9 \cdot 10^{-8} \text{ kg/C}$. **(Javob: 200)**



Barcha gazlar normal sharoitda yaxshi izolyator bo‘ladi. Buning sababi ularda erkin harakatlanuvchi elektr zaryadlarining yo‘qligidir. Biroq biror sababga ko‘ra, gazda erkin zaryadlar paydo bo‘lsa, u o‘tkazgich bo‘lib qoladi.

Gaz orqali elektr toki o‘tish hodisasi **gaz razryadi** deb ataladi.

Odatdagi sharoitlarda gazlar neytral atom va molekulalardan iborat bo‘ladi. Isitish yoki nurlanish ta‘siri natijasida bir qism atomlar ionlashadi-neytral atomlar musbat ion va elektronga ajraladi. Bu jarayon **ionlashish** deb, ionlashishni yuzaga keltiruvchi tashqi ta‘sir esa **ionlagich** deb ataladi. Gazlarda razryad hodisalarini kuzatish uchun quyidagi tajribalarni o‘tkazamiz (1-rasm).



1 - rasm.

Musbat va manfiy zaryadlangan A va K plastinkalar orasidagi gaz I ionlagich ta‘sirida bo‘lsin. Bu ikki plastinka orasidagi kuchlanish P potensiometr yordamida boshqarilib, ular orasida kuchli maydon hosil qilinadi. Gazlarning ionlanishida hosil bo‘luvchi tok juda kichik bo‘lganligidan, zanjirga sezgir G galvanometr ulangan. Kuchlanish juda kichik bo‘lganda galvanometr deyarli ko‘rsatmaydi. Demak, tok kuchi nolga teng. Kuchlanish ortishi bilan tok ma‘lum qiymatgacha chiziqli bog‘lanishda ortib boradi. Ionlagichlar ta‘sirida gazlar oson ionlashadi. Bunda ba‘zi molekular shunchalik tez harakatlanadiki, hatto ular boshqa molekular bilan to‘qnashish natijasida ionlarga ajraladi. Temperatura qanchalik yuqori bo‘lsa, ionlar shuncha ko‘p hosil bo‘ladi. Ionlashish natijasida atomdan ajralib chiqqan elektron biror muddat erkin qoladi yoki darhol gazning neytral molekularidan biri bilan birlashib, bu molekularni manfiy ionga aylantiradi.

Binobarin, ionlashgan gazda musbat va manfiy ionlar hamda elektronlar bo‘ladi. Shunday qilib, gazlarda metallarda bo‘ladigan elektron o‘tkazuvchanlik bilan elektrolitlarda bo‘ladigan ionli o‘tkazuvchanlik birga qo‘shiladi. Demak,

gazlar elektron-ionli o'tkazuvchanlikka ega. Molekula yoki atomdan bitta elektronni ajratib chiqarish uchun ionlagich ma'lum ish bajarishi kerak, bu ish ionlashish ishi deb ataladi. Ko'pchilik gazlar uchun uning qiymati 5 dan 25 eV gacha yetadi.

Gazda ionlashish bilan birga ionlarning rekombinasiya jarayoni ham boradi. Natijada ionlarning ma'lum konsentrasiyasi bilan xarakterlanuvchi muvozanat holat qaror topadi, ionlarning bunday konsentrasiyasi ionlagichning quvvatiga bog'liq bo'ladi. (Ionlagichning quvvati shu ionlagichning gazning birlik hajmida vaqt birligi davomida hosil qilgan ionlar jufti bilan xarakterlanadi.)

Ikki elektrodli shisha nayda mustaqil gaz razryad gaz bosimi uncha past bo'lmagan sharoitdagina yuz berishi mumkin. Gaz bosimi 0,0001 mm simob ustunidan pasaytirilsa, nay elektrodlaridagi kuchlanish noldan farqli bo'lgan taqdirda ham razryad to'xtaydi, ya'ni tok nolga teng bo'lib qoladi. Chunki gaz siyraklashganda undagi atom va molekulalar juda kamayib, elektron zarbidan ionlashish va ionlarning katoddan elektronlar urib chiqarishi hisobiga tok o'tib turishi ta'minlanmaydi. Naydagi gazni so'rib olaverib, undagi gaz molekulalari konsentratsiyasini shu darajaga etkazish mumkinki, bunda molekulalar birbiri bilan bir marta ham to'qnashmay, nayning bir devoridan ikkinchi devoriga yeta oladi. Naydagi gazning bunday holati vakuum deb ataladi. Demak, vakuum eng yaxshi izolator bo'lib hisoblanadi. Ammo vakuumda elektr toki hosil qilish mumkin, buning uchun vakuumga zaryad tashuvchi zarralar manbai kiritish kerak bo'ladi. Bunday manbaning ishi ko'pincha yuqori temperaturagacha isitilgan metallarning elektronlar chiqarish xossasiga asoslangan. Bizga ma'lumki, har qanday metall uning ichida erkin elektronlar bo'lishi bilan xarakterlanadi, bu erkin elektronlar o'ziga xos elektron gazi hosil qilib issiqlik harakatida qatnashadi. Elektronlar metalldan tashqariga chiqishi uchun chiqish ishi bajarishi kerak. Agar elektronlarga qo'shimcha energiya berilsa, ularda metallni tashlab chiqish imkoni tug'iladi. Elektronlarga turli usullar, masalan, metallni yoritish, ularni tashqi elektr maydoniga kiritish toki metallni qizdirish yo'li bilan energiya berish mumkin. Elektronlarning jismdan chiqish hodisasi elektronlar **emissiyasi** deb ataladi („emissio“ lotincha so'z bo'lib, chiqarish degan ma'noni bildiradi). Normal tashqi sharoitlarda elektronlar emissiyasi sust bo'ladi. Uning intensivligini oshirish uchun metall tarkibidagi erkin elektronlarning kinetik energiyasini chiqish ishiga tenglash yoki undan orttirish kerak. Turli usullar bilan buni amalga oshirish mumkin, shunga ko'ra elektronlar emissiyasi turlicha nomlanadi.

1. Elektronni metalldan yulib ajratib (chiqarib) oladigan kuchli elektr maydoni bilan elektronlar emissiyasini vujudga keltirish mumkin. Bunday emissiya sovuq emissiya yoki avtoemissiya (avtoelektron emissiya) deb ataladi.

2. Metallni dastlab elektr maydoni ta'sirida juda katta tezlikkacha tezlashtirilgan elektronlar bilan bombardimon qilib elektronlarni chiqarish mumkin.

Bunda bombardimon qilayotgan elektronlardan har biri metallardan bir necha elektronlarni yulib olishi mumkin. Bunday emissiya ikkilamchi elektron emissiya deb ataladi.

3. Manfiy zaryadlangan metall, masalan, katod sirtiga intensive yorug'likni yo'naltirib, elektronlar emissiyasini hosil qilish mumkin. Bunday emissiya fotoelektron emissiya bo'ladi.

4. Metallni qizdirish yo'li bilan elektronlarning emissiyalanishiga erishish mumkin. Bunday emissiya esa termoelektron emissiya deb ataladi.

Elektron emissiyaning barcha turlari turli elektron asboblarda qo'llaniladi. Xususan, sovuq emissiyadan elektron mikroprojektorlarda, ikkilamchi elektron emissiyadan fotoko'paytirgichlarda, fotoelektron emissiyadan fotoelementlarda va hokazo foydalaniladi. Biroq boshqarilishi eng qulay bo'lgan termoelektron emissiyadan ko'proq foydalaniladi

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Vakuumli diod katodidan har sekundda $2 \cdot 10^{18}$ ta elektron chiqmoqda. Dioddagi tok kuchi (A) topilsin.

Berilgan	Formula	Yechish
$N = 2 \cdot 10^{18} ta$ $t = 1s$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ $I = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $q = Ne$	$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} = \frac{2 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1} = 0,32A$ Javob: 0,32 A

2. Vakuumli diod orqali o'tayotgan tok kuchi 1,28 mA. Diod katodi sirtidan har sekundda nechta elektron chiqmoqda?

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 1,28mA = 1,28 \cdot 10^{-3}A$ $t = 1s$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ $N = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $q = Ne$	$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t}; N = \frac{I \cdot t}{e} = \frac{1,28 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 8 \cdot 10^{15} ta$ Javob: $8 \cdot 10^{15} ta$

3. Vakuumli diodning qizdirgichiga navbat bilan turli kuchlanishlar berildi: $U_1=4V, U_2=6V, U_3=8V$. Bu kuchlanishlarga mos keluvchi to'yinish toklari qanday munosabatda bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$U_1 = 4V, U_2 = 6V, U_3 = 8V$ $I = ?$	$I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = const, I \sim U; I_3 > I_2 > I_1$ Javob: $I_3 > I_2 > I_1$

4. Vakuumli diod to'yingan holatda ishlamoqda. Agar unga ketma-ket ulangan ampermetr $32 \mu A$ ni ko'rsatayotgan bo'lsa, katoddan har 5 sekundda nechta elektron ajralib chiqayotganini aniqlang.

Berilgan	Formula	Yechish
----------	---------	---------

$I = 32 \mu A = 32 \cdot 10^{-6} A$ $t = 5 s$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ $N = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $q = Ne$	$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} \rightarrow N = \frac{I \cdot t}{e} = \frac{32 \cdot 10^{-6} \cdot 5}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 10^{15} ta$ Javob: 10^{15}
---	-------------------------------	---

5. Vakuumli diod to‘yingan holatda ishlamoqda. Agar katoddan har 5 sekunda 10^{15} ta elektron ajralib chiqayotgan bo‘lsa, diodga ketme-ket ulangan ampermetrning ko‘rsatishini (μA) aniqlang.

Berilgan	Formula	Yechish
$N = 10^{15} ta$ $t = 5 s$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ $I = ?$	$I = \frac{q}{t}$ $q = Ne$	$I = \frac{q}{t} = \frac{Ne}{t} = \frac{10^{15} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{5} = 32 \cdot 10^{-6} A = 32 \mu A$ Javob: $32 \mu A$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Vakuumli diodda anod va katod orasidagi elektr maydon kuchlanganlik $0,2 \text{ mV/m}$ ga teng. Diod ichida elektron qanday tezlanish bilan harakatlanadi (Mm/s^2)? $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. **(Javob:35,1)**

2. Vakuumli diodda elektron 5 Mm/s^2 tezlanish bilan harakatlanmoqda. Anod va katod orasidagi elektr maydon kuchlanganligini toping ($\mu V/m$). **(Javob:28,47)**

3. Vakuumli diodda anod va katod orasidagi elektr maydon kuchlanganlik $0,5 \text{ mV/m}$ ga teng. Diod ichida elektron qanday tezlanish bilan harakatlanadi (Mm/s^2)? $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ **(Javob:87,8)**

4. Vakuumli diodda elektron $1,6 \text{ Mm/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanmoqda. Anod va katod orasidagi elektr maydon kuchlanganligini toping ($\mu V/m$). **(J:9,11)**

5. Vakuumli diodda anod va katod orasidagi masofa 2 sm anod kuchlanishi $4,555 \mu V$ ga teng. Diod ichida elektron qanday tezlanish bilan harakatlanadi (Mm/s^2)? $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. **(Javob:40)**

6. Vakuumli diodda anod va katod orasidagi masofa 4 sm anod kuchlanishi $1,13875 \mu V$ ga teng. Diod ichida elektron qanday tezlanish bilan harakatlanadi (Mm/s^2)? $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. **(Javob:5)**

7. Vakuumli diodda anod va katod orasidagi masofa 1 sm ga teng. Diod ichida elektron $35,1 \text{ Mm/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanadi. Anod kuchlanishini toping (μV) $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. **(Javob:2)**

8. Vakuumli diodda anod va katod orasidagi masofa $0,5 \text{ sm}$ ga teng. Diod ichida elektron 176 Mm/s^2 tezlanish bilan harakatlanadi. Anod kuchlanishini toping (μV) $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. **(Javob:5)**

9. Vakuumli diodda anod kuchlanishi $2 \mu V$ ga teng. Diod ichida elektron $11,7 \text{ Mm/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanadi. Anod va katod orasidagi masofani toping (sm). **(Javob:3)**

10. Vakuumli diodda anod kuchlanishi $4 \mu V$ ga teng. Diod ichida elektron $140,5 \text{ Mm/s}^2$ tezlanish bilan harakatlanadi. Anod va katod orasidagi masofani toping (sm). **(Javob:0,5)**

11. Anodining kuchlanishi 0,256 V boʻlgan vakuumli diodda, anodga elektron qanday tezlikda yetib keladi (km/s)? $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg. **(J:300)**

12. Vakuumli diodda elektron 419,1 km/s tezlikda anodga yetib keldi. Anod kuchlanishini toping (V). **(Javob:0,5)**

13. Vakuumli diodda elektron 1026,5 km/s tezlikda anodga yetib keldi. Anod kuchlanishini toping (K). **(Javob:3)**

14. Anodining kuchlanishi 1,82 V boʻlgan vakuumli diodda, anodga elektron qanday tezlikda yetib keladi (km/s) ? $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg. **(J:800)**



Bir qator moddalarning solishtirma qarshiligi kattalik jihatdan metallar bilan dielektriklar solishtirma qarshiliklari orasida yotadi. Shuning uchun bu moddalarning elektr o‘tkazuvchanliklari metallar bilan izolatorlarning elektr o‘tkazuvchanliklari orasidagi oraliq holatni egallaydi. Bunday moddalar yarimo‘tkazgichlar deb ataladi. Mendeleyev davriy sistemasida III, IV, V va VI gruppalardan o‘rin olgan ko‘pchilik elementlar, bir qator birikmalar va qotishmalar yarimo‘tkazgichlar qatoriga kiradi. Yarimo‘tkazgichlarda ham metallardagi kabi elektr o‘tkazuvchanlik elektronlarning harakati bilan yuzaga keladi. Biroq elektronlarning harakatlanish sharoitlari metallarda va yarimo‘tkazgichlarda turlicha bo‘ladi. Yarimo‘tkazgichlar metallardan farqli holda quyidagi asosiy xususiyatlarga ega:

a) yarimo‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi temperatura ko‘tarilishi bilan ortib boradi. Masalan, temperatura 1 K ortganda yarimo‘tkazgichning solishtirma o‘tkazuvchanligi o‘rtacha 16-17 marta ortadi. Metallarda esa, aksincha, temperatura ortishi bilan o‘tkazuvchanlik kamayib boradi;

b) yarimo‘tkazgichlardagi elektr o‘tkazuvchanlikda erkin elektronlardan tashqari atom bilan bog‘langan elektronlar ham ishtirok etadi. Ba‘zi hollarda ularning elektr o‘tkazuvchanligida bog‘langan elektronlar asosiy rol o‘ynaydi; metallarda esa faqat erkin elektronlar ishtirok yetadi;

d) sof yarimo‘tkazgichga ozgina miqdorda aralashma kiritib, uning o‘tkazuvchanligini keskin o‘zgartirish mumkin. Masalan, taxminan 0,01% aralashma kiritilganda yarimo‘tkazgichning o‘tkazuvchanligi o‘n minglab marta ortib ketadi.

Tajribalarning ko‘rsatishicha, metallarda erkin elektronlarning konsentratsiyasi temperaturaga bog‘liq emas. Metallarda hatto eng past temperaturalarda ham ko‘p sonli erkin elektronlar bo‘ladi. Bu shuni bildiradiki, metallarda o‘tkazuvchanlik elektronlarining hosil bo‘lishida issiqlik harakati deyarli ishtirok etmaydi. Shu sababli metall temperaturasining ko‘tarilishi unda erkin elektronlar konsentratsiyasini amalda o‘zgartirmaydi, faqat metall zarralarining xaotik harakatining zo‘rayishiga olib keladi. Shuning uchun temperature ko‘tarilganda metallarning qarshiligi ortadi.

Yarimo‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi ham metallardagi kabi elektronlar harakati bilan bog‘liq. Yarimo‘tkazgichlar ham birinchi jins

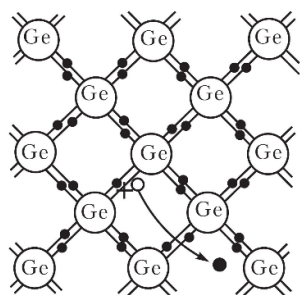
o'tkazgichlariga kiradi va ulardan tok o'tganda hech qanday kimyoviy o'zgarishlar sodir bo'lmaydi.

Past temperaturalarda bunday o'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi juda katta bo'ladi va amalda izolator hisoblanadi. Lekin ularda zaryad tashuvchilarning konsentratsiyasi temperatura ortishi bilan keskin ortadi, solishtirma qarshiligi keskin kamayadi va yetarlicha yuqori temperaturalarda juda kam bo'ladi. Masalan, tajribalarning ko'rsatishicha, sof kremniyda uy temperaturasida elektronlar konsentratsiyasi 10^{17}m^{-3} dan kichik (solishtirma qarshiligi $10^3 \Omega \cdot \text{m}$ dan katta) bo'lsa, 700°C temperaturada elektronlar konsentratsiyasi $10^{24} \text{m}^{-3} \Omega \cdot \text{m}$ gacha ko'tariladi (solishtirma qarshiligi esa $10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$ gacha kamayadi), ya'ni million martadan ko'proq ortadi.

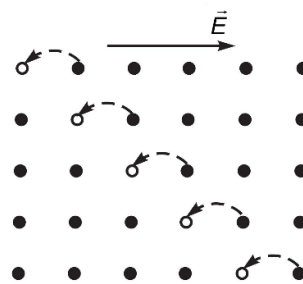
Yarimo'tkazgichlarda zaryad tashuvchilar konsentratsiyasining temperaturaga bunday keskin bog'liqligi shuni ko'rsatadiki, bunda o'tkazuvchanlik elektronlari issiqlik harakati ta'sirida hosil bo'ladi. Yarimo'tkazgichlarda atomlararo ta'sirning o'zi atomlardan elektronlarni uzib olish va ularni o'tkazuvchanlik elektronlariga aylantirish uchun yetarli emas. Buning uchun hatto ancha sust bog'langan elektronlarga ham tashqaridan biror qo'shimcha energiya-ionlanish energiyasi berish lozim. Bu energiyani, masalan, yarimo'tkazgichni qizdirish yoki yoritish yo'li bilan berish mumkin. Temperatura qancha yuqori bo'lsa, shuncha ko'p elektronlar ionlanish energiyasiga teng yoki undan katta issiqlik energiyaga ega bo'ladilar, binobarin, shuncha ko'p elektronlar atomlar bilan bog'lanishdan ozod qilinadi va o'tkazuvchanlik elektronlari safiga qo'shiladi. Yarimo'tkazgichlar xususiy va aralashmali o'tkazuvchanlikli yarimo'tkazgichlarga bo'linadi.

Kristall yarimo'tkazgichning qo'shni atomlari o'zaro valent(tashqi) elektronlar bilan bog'langan. Ikki elektronli bog'lanish (bunday bog'lanishni kovalent bog'lanish deyiladi) eng mustahkam bog'lanish hisoblanadi. Bunda har ikki atom tashqi elektron qatlamlarida ikkitadan umumiy elektron bo'ladi. Masalan, yarimo'tkazgichlar texnikasida katta ahamiyatga ega bo'lgan Ge germaniyni olaylik. U to'rt valentli bo'lib, atomi to'rtta tashqi elektronga ega. Har bir atom o'ziga qo'shni bo'lgan to'rtta atom bilan shu valent elektronlar orqali bog'langan: valent elektronlarning har biri ayni vaqtda to'rtta qo'shni atomlardan biriga tegishlidir. 1-rasmda germaniy atomlari orasidagi elektron bog'lanishlarning tekislikdagi sxemasi ko'rsatilgan. Rasmda nuqtalar bilan valent elektronlar tasvirlangan. Absolut nol temperaturada va hech qanday tashqi ta'sir (isitish, yoritish va hokazo) bo'lmaganda bunday tuzilishga ega bo'lgan kristall dielektrik hisoblanadi, chunki unda hech qanday tok tashuvchilar mavjud emas. Lekin tashqi energiya berish orqali valent elektronlarni atomdan uzib, erkin elektronlarga aylantirish mumkin. Elektr maydon bo'lmaganda ular metallardagi erkin elektronlar

kabi xaotik harakat qiladi. Elektr maydon ta'sirida esa elektronlar maydonga qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanib, yarimo'tkazgichda tok hosil bo'ladi. Erkin elektronlarning harakatidan yuzaga keladigan o'tkazuvchanlik electron o'tkazuvchanlik yoki n-tip o'tkazuvchanlik deyiladi.



1 - rasm.



2- rasm.

Biroq yarimo'tkazgichlarda o'tkazuvchanlik elektronlari yordamida zaryad ko'chirish jarayonidan tashqari elektr o'tkazuvchanlikning boshqa mexanizmi ham mavjud. Gap shundaki, uzib olingan elektronning sobiq bog'lanish sohasidan ketishi shu sohada elektron zaryadiga kattalik jihatidan teng bo'lgan musbat zaryad - „teshik“ning paydo bo'lishiga olib keladi (2- rasmga qarang, doiracha bilan „teshik“ tasvirlangan). Shunday qilib, elektron ozod bo'lishi bilan bir vaqtda teshik hosil bo'ladi. Uzilgan bog'lanish qo'shni bog'lanishning ixtiyoriy bog'langan elektroni hisobiga tiklanishi mumkin. Uzilgan bog'lanishlar (teshiklar) mavjud bo'lganda yarimo'tkazgichda bog'langan elektronlarning bir qo'shni bog'lanishdan ikkinchisiga va, ayni vaqtda, teshiklarning elektronlar harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda o'tishlari (sakarashlari) boshlanadi. Tashqi elektr maydon bo'lmaganda bunday o'tishlar xaotik tarzda ro'y beradi. Agar yarimo'tkazgichni elektr maydonga kiritsak, xaotik harakat tartiblashib, bog'langan elektronlar maydonga qarshi, teshiklar esa maydon bo'ylab ko'chadi (2-rasm, bu yerda nuqtalar bilan elektronlar, doirachalar bilan bo'sh o'rinlar –teshiklar tasvirlangan).

Teshiklarning tartiblashgan harakati yarimo'tkazgichda tok hosil qiladi. Teshiklarning ko'chishi bilan bog'liq bo'lgan o'tkazuvchanlik teshikli o'tkazuvchanlik yoki p- tip o'tkazuvchanlik deyiladi. Teshiklar elektronning ozod bo'lishida hosil bo'lgani uchun yarimo'tkazgichdagi teshiklar soni erkin elektronlar soniga teng bo'ladi. Tajriba va hisoblashlar erkin elektronlar va teshiklarning taxminan bir xil tezlik bilan harakatlanishini ko'rsatadi. Shuning uchun yarimo'tkazgichdagi tok ayni vaqtda ham elektron, ham teshikli o'tkazuvchanlikdan vujudga keladi. Bunday elektron-teshikli o'tkazuvchanlik yarimo'tkazgichning xususiy o'tkazuvchanligi deyiladi.

Mustaqil yechish uchun testlar

1. Quyidagi o'tkazgichlarning qaysilari ionli o'tkazuvchanlikka ega?

- A) metall, elektrolit. B) metall, gaz.
C) gaz, yarim-o'tkazgich. D) elektrolit, gaz.

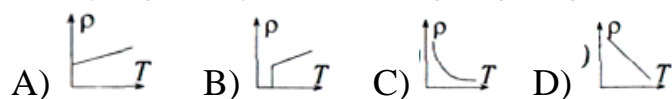
2. Qarshilikning termik koeffitsienti qanday moddalar uchun manfiy?

- A) elektrolitlar, yarimo'tkazgichlar. B) elektrolitlar, metallar.
C) metallar. D) dielektriklar.

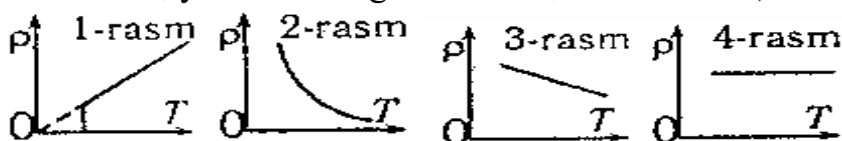
3. Temperatura ortishi bilan yarimo'tkazgichning qarshiligi...

- A) kamayadi. B) o'zgarmaydi.
C) ortadi. D) avval ortadi, so'ngra kamayadi.

4. Quyidagi rasmlarda solishtirma qarshilikning temperaturaga bog'lanish grafiklari keltirilgan. Qaysi grafik yarim o'tkazgichga tegishli?



5. 1-4-rasmlarda turli moddalar solishtirma qarshiliklarining temperaturaga bog'lanish grafiklari keltirilgan. Bu grafiklar qaysi moddalarga mos keladi? (dielektrik-D, metall- M, yarim o'tkazgich - Y.O'., elektrolit - E)?



- A) 1-M, 2-Y.O'., 3-E, 4-D. B) 1-E, 2-Y.O'., 3-D, 4-M.
C) 1-D, 2-M, 3-Y.O'., 4-E. D) 1-Y.O'., 2-M, 3-E, 4-D.

6. Yarimo'tkazgichlarda elektr tokini qanday zarralar oqimi hosil qiladi? Eng to'la javobni ko'rsating.

- A) elektronlar va kovaklar. B) elektronlar va ionlar.
C) ionlar va kovaklar. D) kovaklar.

7. Aralashmasiz yarimo'tkazgichlar qanday turdagi o'tkazuvchanlikka ega?

- A) asosan kovakli. B) tok o'tkazmaydi.
C) ionli. D) xususiy.

8. Aralashmasiz yarim o'tkazgichlar qanday turdagi o'tkazuvchanlikka ega?

- A) elektr tokini o'tkazmaydilar. B) teng miqdorda elektron va teshikli o'tkazuvchanlikka.

C) asosan teshikli o'tkazuvchanlikka. D) asosan elektron o'tkazuvchanlikka.

9. Yarimo'tkazgichda teshik va elektron uch-rashganda nima hosil bo'ladi?

- A) musbat ion. B) manfiy ion.
C) neytral atom. D) musbat va manfiy ionlar.

10. Yarimo'tkazgichda elektron va teshik uch-rashganda qanday hodisa yuz beradi?

- A) energiya yutiladi. B) musbat ion hosil bo'ladi.
C) energiya ajraladi. D) manfiy ion hosil bo'ladi.

11. Toza yarimo‘tkazgichdan elektronlarning tartibli harakati tufayli 1 mA tok o‘tmoqda. Yarimo‘tkazgichdan o‘tayotgan to‘la tok kuchi qanday (mA)?

A) 0. B) 0,5. C) 1. D) 2.

12. Yarimo‘tkazgichlarda donor aralashmasi bo‘l-ganda, ...ortadi. Mazkur jumladagi nuqtalar o‘rnini to‘ldiring.

A) kovaklar soni. B) erkin pozitronlar soni.

C) erkin protonlar soni. D) erkin elektronlar soni.

13. Yarimo‘tkazgichlarda akseptor aralashmasi bo‘lganda, ...ortadi. Mazkur jumladagi nuqtalar o‘rnini to‘ldiring.

A) erkin protonlar soni. B) erkin elektronlar soni.

C) kovaklar soni. D) neytronlar soni.

14. Yarimo‘tkazgich asosan teshikli o‘tkazuvchanlikka ega. Kristallda qanday aralashma bor?

A) asosan teshikli o‘tkazuvchanlikka ega yarimo‘tkazgich bo‘lmaydi.

B) akseptor aralashma. C) aralashmalar yo‘q. D) donor aralashma.

15. Yarimo‘tkazgich asosan elektron o‘tkazuvchanlikka ega. Kristallda qanday aralashma bor?

A) donor aralashma. B) akseptor aralashma.

C) aralashmalar yo‘q. D) donor va akseptorlarning konsentratsiyalari teng.

16. Donor aralashmali yarimo‘tkazgichlar qaysi turdagi o‘tkazuvchanlikka ega?

A) asosan elektronli. B) asosan kovakli.

C) ham kovakli, ham elektronli (teng miqdorda). D) ionli.

17. Akseptor aralashmali yarimo‘tkazgichlar qanday tipdagi o‘tkazuvchanlikka ega?

A) asosan teshikli o‘tkazuvchanlikka. B) asosan elektron o‘tkazuvchanlikka.

C) teng miqdorda elektron va teshikli o‘tkazuvchanlikka.

D) elektr tokini o‘tkazmaydi.

18. Yarimo‘tkazgich elektronli o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lsa, quyida sanab o‘tilgan fikrlardan qaysilari unga tegishli: 1) p-tur; 2) donor aralashmali; 3) akseptor aralashmali; 4) n-tur; 5) kovaklar asosiy tok tashuvchilar; 6) kovaklar asosiy bo‘lmagan tok tashuvchilar?

A) 1, 3, 5 B) 4,3, 5 C) 1, 2, 6. D) 2, 4, 6.

19. Germaniyga aralashma sifatida fosfor qo‘sh-sak, uning o‘tkazuvchanligi qanday tur o‘tkazuvchanlik bo‘ladi? Fosforda valent elektronlar soni 5 ta.

A) aralashma miqdoriga bog‘liq. B) p-turdagi.

C) n-turdagi. D) xususiy.

20. Toza germaniyga qanday element atomlari kiritilsa, u p-turdagi o‘tkazuvchanlikka ega bo‘ladi?

- A) kremniy, 4-guruh. B) oltingugurt, 6-guruh.
C) indiy, 3-guruh. D) mishyak, 5-guruh.

21. Toza germaniyga qanday element atomlari kiritilsa, u n-turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi?

- A) mishyak, 5-guruh. B) indiy, 3-guruh.
C) bariy, 2-guruh. D) kremniy, 4-guruh.

22. Quyidagi, qavslar ichida valentliklari berilgan moddalarning qaysi biri germaniyga aralashma sifatida kiritilganida, elektronli o'tkazuvchanlik hosil qiladi?

- A) galliy (3). B) indiy (3).
C) aluminiy (3). D) surma (5).

23. Kerakli tipdagi o'tkazuvchanlik hosil qilish uchun odatda fosfor (V), rux (II), galliy (III) va surma (V) ishlatiladi. Elektronli (n-tip) o'tkazuvchanlik hosil qilish uchun bu elementlardan qaysilarini aralashma sifatida germaniyga (IV) kiritish mumkin? Qavs ichida elementlarning valentliklari ko'rsatilgan.

- A) rux va surmani. B) fosfor va galliyni.
C) hammasini. D) fosfor va surmani.

24. Agar to'rt valentli germaniy ichiga uch valentli indiy atomlari million germaniy atomiga bir indiy atomi to'g'ri keladigan nisbatda kiritilsa, germaniyning elektr o'tkazuvchanligi qanday o'zgaradi?

- A) dastlabki o'tkazuvchanlikning 10^{-6} qismiga ortadi.
B) dastlabki o'tkazuvchanlikning 10^{-6} qismiga kamayadi.
C) sezilarli ortadi va teshikli o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi.
D) sezilarli ortadi va elektronli o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi.

25. Diod qanday vazifani bajaradi?

- A) elektr tebranishlar hosil qiladi.
B) o'zgaruvchan tokni to'g'rilaydi.
C) tok kuchini oshiradi.
D) kuchlanishni kuchaytiradi.

26. To'g'rilagich qanday vazifani bajaradi?

- A) o'zgarimas tokni o'zgaruvchan tokka aylantiradi.
B) o'zgaruvchan tok kuchini o'zgartiradi.
C) o'zgaruvchan tokni o'zgarimas tokka aylantiradi.
D) o'zgaruvchan kuchlanishni o'zgartiradi.

27. Tranzistor nimalardan tashkil topgan?

- A) emitter, baza va kollektordan. B) emitter va kollektordan.
C) baza va emitterdan. D) anod, katod va to'rdan.

27. Mandelshtam-Papaleksi, Styuart-Tolmen tajribalari tasdiqlashicha, metallarda elektr o'tkazuvchanlik:

- A) elektronli. B) ionli.
C) elektron-ionli. D) elektron-kovakli.

28. Metallarning harorati ortishi bilan elektr qarshiligi qanday o'zgaradi?

- A) chiziqli oshadi. B) o'zgarmaydi.
C) chiziqli kamayadi. D) kamayadi.

29. Kuchlanish o'zgarmas bo'lganda qaysi temperaturada o'tkazgichdagi erkin elektronlar tartibli harakatining tezligi eng katta bo'ladi?

- A) 200 K. B) 300°C. C) 0°C. D) 100 K.

30. Metallarda qarshilikning termik koeffitsienti qanday birliklarda ifodalanadi?

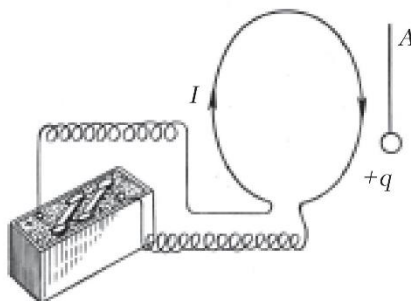
- A) K. B) Ω/K . C) ΩK . D) K^{-1} .

Javoblar: 1D, 2A, 3A, 4C, 5A, 6A, 7D, 8B, 9C, 10C, 11D, 12D, 13C, 14B, 15A, 16A, 17A, 18D, 19C, 20C, 21A, 22D, 23D, 24C, 25B, 26C, 27A, 28A, 29D, 30D



Tinch holatda turgan elektr zaryadlari orasida hosil bo‘luvchi o‘zaro ta’sir har bir zaryad atrofida mavjud bo‘lgan elektr maydon orqali uzatilib, Kulon qonuni bilan aniqlanar edi. Endi 1820- yilda daniyalik olim Ersted tomonidan o‘tkazilgan elektr hodisalari bilan magnit hodisalari orasidagi bog‘lanishni ko‘rsatuvchi tajribalar bilan tanishib chiqaylik.

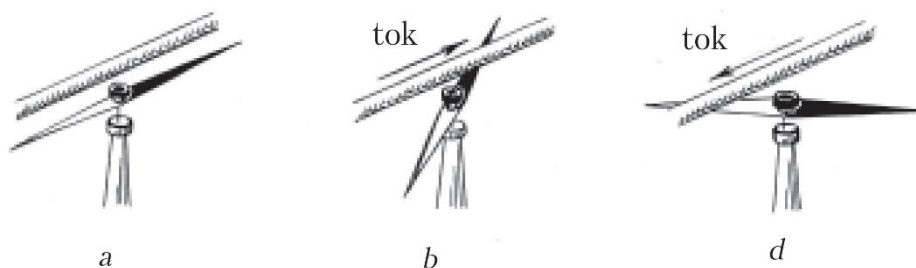
1. Halqasimon o‘tkazgich olib, undan tok o‘tkazamiz va unga ipak ipga osilgan zaryadlangan A sinash sharchasini yaqinlashtiramiz (1- rasm).



1- rasm.

Sharchaga halqa tomonidan ta’sir etuvchi hech qanday kuchni sezmaymiz. Demak, o‘tkazgichdan o‘zgarimas tok o‘tganda hosil bo‘luvchi elektr maydon butunlay o‘tkazgich ichiga joylashgan bo‘lar ekan.

2. Magnit strelkasi olib, uning o‘qi bo‘ylab sim tortaylik (2-a rasm). Simdan tok o‘tganda magnit strelkasi o‘zining dastlabki vaziyatidan og‘adi (2-b rasm). Agar tokning yo‘nalishini o‘zgartirsak, magnit strelkasining og‘ish yo‘nalishi ham o‘zgaradi (2-d rasm).

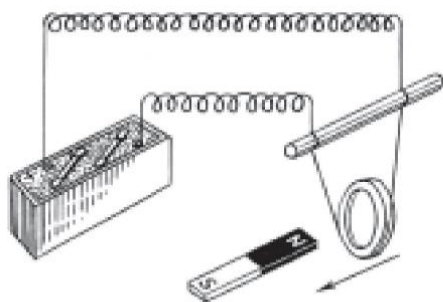


2- rasm.

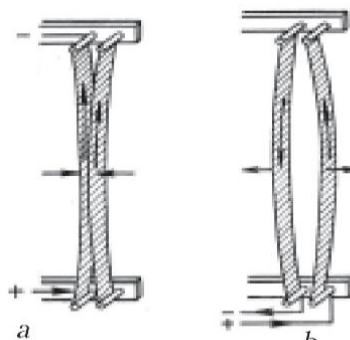
Tajribaga asoslanib, tokli o‘tkazgich atrofidagi fazoda magnit strelkasini harakatga keltiruvchi qandaydir kuchlar ta’sir qiladi, degan xulosaga kelamiz.

3. Elastik simga izolatsiyalangan simdan qilingan g‘altakni osib, undan tok o‘tkazamiz va unga doimiy magnitni yaqinlashtiramiz (3- rasm). G‘altakdan

o'tayotgan tokning yo'nalishiga qarab g'altakning magnetga tortilishini yoki undan itarilishini ko'ramiz. Tajriba magnet va tokli o'tkazgich atrofidagi fazoda tokli o'tkazgichni harakatga keltiruvchi qandaydir kuchlar ta'sir qilishini ko'rsatadi.



3- rasm.



4- rasm.

4. Ikkita elastik to'g'ri simni (tasma shaklidagi) bir-biriga parallel qilib vertikal ravishda o'rnatamiz. Shu simlardan tok o'tkazsak, ular bir-biriga ta'sir qiladi. Agar toklar qarama-qarshi yo'nalishlarda bo'lsa, o'tkazgichlar itarishadi (4-b rasm). Agar toklar bir yo'nalishda bo'lsa, ular o'zaro tortishadi (4-a rasm). Demak, bu tajribalarga asoslanib, tokli o'tkazgichlar atrofidagi fazoda tokli o'tkazgichlarni harakatga keltiruvchi qandaydir kuchlar ta'sir qiladi, degan xulosaga kelamiz. Bu tajribalarning hammasi toklar o'zaro ta'sirlashganda, magnet tokka yoki tok magnetga ta'sir qilganda namoyon bo'ladigan kuchlarning tabiati bir xil degan xulosaga olib keladi. Bu kuchlar magnet kuchlari deyiladi.

Tinch turgan elektr zaryadlari atrofidagi fazoda elektr maydon hosil bo'lgani kabi, toklar atrofidagi fazoda tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi, materiyaning maxsus ko'rinishi bo'lgan magnet maydon hosil bo'ladi. Mana shu magnet maydon magnet kuchlarining manbayidir. Bu o'tkazilgan tajribalardan ko'rinadiki, elektr toki, ya'ni harakatlanayotgan elektr zaryadlari mavjud bo'lgan hamma yerda magnet maydon ham bo'ladi. Demak, elektr toki bilan magnet maydonni bir-biridan ajratib bo'lmaydi. Magnet maydonni tok (harakatlanayotgan zaryad) hosil qiladi; magnet maydonning mavjud ekanligi uning tokka (harakatlanayotgan zaryadga) ta'siri orqali aniqlanadi. Bu magnet maydonning asosiy xususiyatlaridan biri hisoblanadi. Magnet maydon o'tkazgichda tok hosil bo'lgandagina vujudga kelganidan, tokni, ko'pincha, magnet maydonning manbayi deb qaraladi. Magnet maydon modda emas, balki alohida zarralardan mujassamlangan moddadan tamomila farqli ravishda, materiyaning fazoda uzluksiz mavjud bo'lgan turidir. Tokli o'tkazgichlarning magnet maydoni cheksizlikkacha yoyiladi, biroq masofa ortishi bilan magnet kuchlari juda tez zaiflashadi. Shu sababli amalda magnet kuchlarining ta'sirini tokli o'tkazgichga yaqin masofalardagina sezish mumkin.

Konturning magnit momenti: Konturdan o'tayotgan tok kuchining kontur yuziga ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalik

$$P = IS \quad (19.1)$$

I-tok kuchi, S-konturning yuzi, P-Konturning magnit momenti

Magnit maydonning induksiya vektoti: Magnit maydonning biror nuqtasidagi induksiya vektoti: Maydonning shu nuqtasiga kiritilgan magnit momenti bir birlikka teng bo'lgan sinov konturiga ta'sir qiluvchi maksimal aylantiruvchi kuch momentiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalik

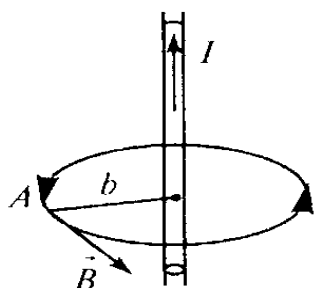
$$B = \frac{M}{P} \quad (19.2)$$

B-magnit maydon induksiyasi, M-aylantiruvchi kuch momenti.

Superpozitsiya prinsipi: Magnit maydonni tokli o'tkazgichlar sistemasi hosil qilayotgan bo'lsa, u holda fazoning biror nuqtasidagi natijaviy magnit maydonning induksiyasi har bir tokli o'tkazgichning o'sha nuqtada hosil qilgan magnit maydon induksiyalarining vektor yig'indisiga teng bo'ladi

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 \dots \vec{B}_n \quad (19.3)$$

1. Cheksiz uzun to'g'ri tok: Vujudga keltiradigan magnit maydon induksiya vektoti va kuchlanganligi

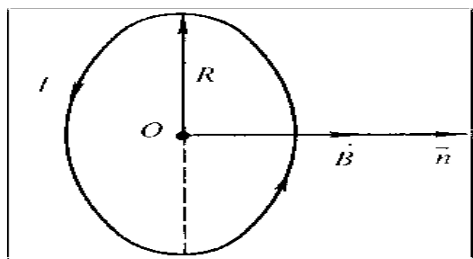


$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi R}$$

$$H = \frac{I}{2\pi R}$$

(19.4)

2. Aylanma tok: Markazidagi magnit maydon induksiya vektoti va kuchlanganligi

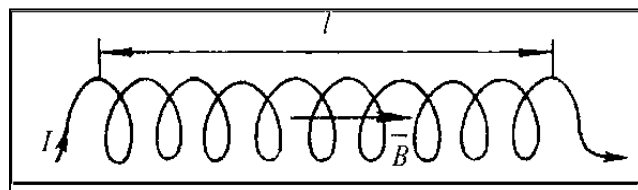


$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}$$

$$H = \frac{I}{2R}$$

(19.5)

3. Solenoid: Ichida magnit maydon induksiya vektoti va kuchlanganligi



$$B = \mu\mu_0 In = \mu\mu_0 I \frac{N}{l}$$

$$H = In = I \frac{N}{l}$$

(19.6)

Magnit induksiya oqimi: Induksiya chiziqlariga perpendikular joylashgan ixtiyoriy S yuza orqali o'tayotgan B magnit induksiya chiziqlarining soni bilan o'lchanadigan kattalik

$$\Phi = BS \cos \alpha \quad (19.7)$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. O'ramlar soni 600, uzunligi 1 m bo'lgan solenoiddan 2 A tok o'tmoqda. Uning ichidagi magnit maydon kuchlanganligi necha A/m ga teng?

Berilgan	Formula	Yechish
$N = 600 \text{ ta}$ $l = 1 \text{ m}$ $I = 2 \text{ A}$ $H = ?$	$H = I \cdot n = I \cdot \frac{N}{l}$	$H = I \cdot \frac{N}{l} = 2 \cdot \frac{600}{1} = 1200 \text{ A/m}$ Javob: 1200 A/m

2. 15 A tok o'tayotgan cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgichdan havoda 10 sm masofada joylashgan nuqtadagi magnit maydon induksiyasi topilsin. ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$)

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 15 \text{ A}$ $R = 10 \text{ sm} = 0,1 \text{ m}$ $\mu = 1, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ $B = ?$	$B = \frac{\mu \mu_0 I}{2\pi R}$	$B = \frac{\mu \mu_0 I}{2\pi R} = \frac{1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 15}{2\pi \cdot 0,1} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ T} = 30 \mu\text{T}$ Javob: 30 μT

3. To'g'ri uzun o'tkazgichdan 2 A tok o'tmoqda. Undan 1 sm masofadagi magnit maydon kuchlanganligi necha A/m ga teng?

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 2 \text{ A}$ $R = 1 \text{ sm} = 0,01 \text{ m}$ $H = ?$	$H = \frac{I}{2\pi R}$	$H = \frac{I}{2\pi R} = \frac{2}{2\pi \cdot 0,01} = \frac{100}{\pi}$ Javob: 100/π

4. Magnit induksiyalari 0,3 va 0,4 T bo'lgan va o'zaro tik yo'nalgan ikkita bir jinsli magnit maydonlar qo'shilganda, natijaviy maydonning magnit induksiyasi necha tesla bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$B_1 = 0,3 \text{ T}$ $B_2 = 0,4 \text{ T}$ $B_{Na} = ?$	$B_{Na} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$	$B_{Na} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,4^2} = 0,5 \text{ T}$ Javob: 0,5 T

5. Radiusi 5 sm bo'lgan sim halqa induksiyasi 0,2 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda joylashgan. Agar halqadan 2 A tok o'tayotgan bo'lsa, magnit maydon tomonidan unga qanday maksimal kuch momenti ta'sir etadi (N·m)?

Berilgan	Formula	Yechish
$R = 5 \text{ sm} = 0,05 \text{ m}$ $B = 0,2 \text{ T}$ $I = 2 \text{ A}$ $M = ?$	$S = \pi R^2$ $P = IS$ $B = \frac{M}{P}$	$S = \pi R^2 = \pi \cdot 0,05^2 = 25\pi \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $P = IS = 2 \cdot 25\pi \cdot 10^{-4} = 50\pi \cdot 10^{-4} \text{ A} \cdot \text{m}^2$ $B = \frac{M}{P} \rightarrow M = P \cdot B = 50\pi \cdot 10^{-4} \cdot 0,2 = \pi \cdot 10^{-3}$ Javob: $\pi \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$

6. Induksiyasi 0,01 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonga yuzi 1 sm² bo'lgan to'g'ri to'rtburchakli ramka kiritildi. Agar ramka simlarida 1 A tok oqsa, unga ta'sir qiluvchi kuchning maksimal momenti qanday (μN)·m bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$S = 1\text{sm}^2 = 10^{-4}\text{m}^2$ $B = 0,01\text{T}$ $I = 1\text{A}$ $M = ?$	$P = IS$ $B = \frac{M}{P}$	$P = I \cdot S = 1 \cdot 10^{-4} = 10^{-4}\text{A} \cdot \text{m}^2$ $B = \frac{M}{P} \rightarrow M = P \cdot B = 10^{-4} \cdot 0,01 = 10^{-6}\text{N} \cdot \text{m}$ Javob: $10^{-6}\text{N} \cdot \text{m} = 1\mu\text{N} \cdot \text{m}$

7. Magnit induksiyasi 1,5 T bo'lgan magnit maydonda uzunligi 4 sm, eni 2 sm bo'lgan, 0,5 A tok o'tayotgan ramka joylashgan. Ramkaga ta'sir etayotgan kuch momentining eng katta qiymatini toping (N·m).

Berilgan	Formula	Yechish
$S = a \cdot b = 8 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$ $B = 1,5\text{T}$ $I = 0,5\text{A}$ $M = ?$	$P = IS$ $B = \frac{M}{P}$	$P = I \cdot S = 0,5 \cdot 8 \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-4}\text{A} \cdot \text{m}^2$ $B = \frac{M}{P} \rightarrow M = P \cdot B = 4 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5 = 6 \cdot 10^{-6}\text{N} \cdot \text{m}$ Javob: $6 \cdot 10^{-6}\text{N} \cdot \text{m}$

8. Bo'yi 4 sm, eni 2 sm bo'lgan ramkadan 10 A tok o'tmoqda. Bu ramka induksiyasi 0,1 T bo'lgan magnit maydonga kiritilganda, ramkaga ta'sir etuvchi kuch momenti qanday bo'ladi? (mN·m).

Berilgan	Formula	Yechish
$S = a \cdot b = 8 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$ $B = 0,1\text{T}$ $I = 10\text{A}$ $M = ?$	$P = IS$ $B = \frac{M}{P}$	$P = I \cdot S = 10 \cdot 8 \cdot 10^{-4} = 80 \cdot 10^{-4}\text{A} \cdot \text{m}^2$ $B = \frac{M}{P} \rightarrow M = P \cdot B = 80 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1 = 8 \cdot 10^{-4}\text{N} \cdot \text{m}$ Javob: $0,8\text{mN} \cdot \text{m}$

Mustaqil yechish uchun testlar

1. Magnit induksiyasi 1 T bo'lgan magnit maydonda uzunligi 4 sm, eni 3 sm bo'lgan 2 A tok o'tayotgan ramka joylashgan. Ramkaga ta'sir etayotgan kuch momentining eng katta qiymatini toping (mN·m)

A) 0,24. B) 2,4. C) 6. D) 24.

2. Magnit maydon induksiyasi vektoriga tik bo'lgan yassi konturdan 0,6 Vb magnit oqim o'tadi. Agar magnit induksiya 0,2 T ga teng bo'lsa, konturning yuzi qanday (m²)?

A) 0,12 B) 1/3 C) 3 D) 12.

3. Yuzi 2 m² bo'lgan 4 A tokli ramkaga maksimal qiymati 0,8 N·m bo'lgan aylantiruvchi moment ta'sir qilmoqda. Ramka joylashgan bir jinsli magnit maydonning induksiyasi qanday (Tl)?

A) 0,1. B) 0,2. C) 0,4. D) 1.

4. Induktivligi 2 mH bolgan kontur 10 mVb magnit oqim hosil qilayotgan bo'lsa, konturdan o'tayotgan tok kuchi qanday (A)?

A) 2,5 B) 0,4 C) 0,2 D) 5

5. Magnit maydon induksiyasi vektoriga tik bo'lgan yassi konturdan 0,6 Vb magnit oqim o'tadi. Agar magnit induksiya 0,2 T ga teng bo'lsa, konturning yuzi qanday (m²)?

A) 3 B) 0,12 C) 1/3 D) 12

6. Yuzi 2 m^2 bo'lgan 4 A tokli ramkaga maksimal qiymati $0,8 \text{ N}\cdot\text{m}$ bo'lgan aylantiruvchi moment ta'sir qilmoqda. Ramka joylashgan bir jinsli magnit maydonning induksiyasi qanday (Tl)?

- A) 0,4 B) 0,1 C) 0,2 D) 1

7. Yuzi 2 m^2 bo'lgan va magnit maydon induksiyasi vektoriga tik joylashgan yassi konturdan 1 Vb ga teng magnit oqim o'tsa, magnit induksiyasi necha teslaga teng?

- A) 2 B) 0,5 C) 0,1 D) 0,25

8. Yuzi 2 m^2 bo'lgan 4 A tokli ramkaga maksimal qiymati $0,8 \text{ N}\cdot\text{m}$ bo'lgan aylantiruvchi moment ta'sir qilmoqda. Ramka joylashgan bir jinsli magnit maydonning induksiyasi qanday (T)?

- A) 0,1 B) 0,4 C) 1 D) 0,2

9. Ikkita parallel to'g'ri tokli o'tkazgich havoda bir-biridan 20 sm masofada turibdi. Ulardagi tok yo'natishlari bir xil bo'lib, kuchlari 16 va $1,5 \text{ A}$ ga teng. Ularning o'rtasidagi nuqtada magnit induksiyasi qanday (mT) bo'ladi?

$$\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7} \text{ H/m.}$$

- A) 0,016. B) 0,029. C) 0,04. D) 0,16.

10. Induksiyast 1 T bo'lgan magnit maydonda joylashgan 4 sm diametrli halqani kesib o'tayotgan magnit oqim $0,628 \text{ mWb}$ bo'lishi uchun iduksiya vektori bilan halqa tekisligi orasidagi burchak qanday bo'lishi kerak?

- A) 0 . B) 30° . C) 45° . D) 60° .

11. Tokli to'g'ri o'tkazgichdan kuzatilayotgan nuqttagacha bo'lgan masofa 4 marta ortganda, magnit maydon induksiyasi qanday o'zgaradi?

- A) 2 marta kamayadi. B) 4 marta kamayadi. C) 2 marta ortadi. D) 4 marta ortadi.

12. Yuzi $0,5 \text{ m}^2$ bo'lgan 4 A tokli ramkaga $16 \text{ N}\cdot\text{m}$ kuch momenti ta'sir qilmoqda. Magnit maydon induksiyasi kamida qanday qiymatga ega (T)?

- A) 1. B) 4. C) 8. D) 16.

13. Yuzi 3 m^2 bo'lgan 2 A tokli ramkaga maksimal qiymati $0,6 \text{ N}\cdot\text{m}$ bo'lgan kuch momenti ta'sir qilmoqda. Ramka joylashgan bir jinsli magnit maydonning induksiyasi qanday (T)?

- A) 0,1. B) 0,2. C) 0,4. D) 1.

14. Yuzi 50 sm^2 bo'lgan sim ramka bir jinsli magnit maydonda aylantirilganda, magnit oqim $\Phi = 25 \cdot 10^{-4} \cos 6t$ (Wb) qonun bo'yicha o'zgaradi. Magnit induksiyasi qanday (T)?

- A) 0,5. B) 0,6. C) 1. D) 2.

15. Cheksiz uzun ingichka to'g'ri simdan 250 mA tok o'tayotgan bo'lsa, havoda simdan qanday (sm) uzoqlikda magnit induksiya 1 mT ga teng bo'ladi?

$$\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m.}$$

- A) 5. B) 6. C) 8. D) 10.

16. Ersted tajribada nimani aniqlagan?

A) magnit maydon yo'nalishini. B) magnit maydon kattaligini.

C) parallel toklarning o'zaro ta'sirini.

D) tokli o'tkazgich magnit maydonining magnit strelkaga ta'sirini.

17. Induksiyasi 1,5 Tl bo'lgan siklotron kamerasida impulsi $4,8 \cdot 10^{-20}$ kg m/s ga yetgan proton orbitasining radiusini aniqlang (m). $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl.

A) 0,1. B) 0,2. C) 0,3. D) 0,4.

18. Kvadrat shaklidagi bir xil o'lchamli ikkita yassi g'altakdan biri 260, ikkinchisi esa 250 o'ramga ega. Bir jinsli magnit maydonda 2-g'altakka 1-g'altakka nisbatan 5 marta katta maksimal aylantiruvchi moment ta'sir qiladi. 2-g'altakdagi tok kuchi 260 mA bo'lsa, 1-g'altakdagi tok kuchi qanday (mA)?

A) 25. B) 50. C) 75, D) 100.

19. Magnit maydonning elektr maydon bilan bog'liqligini tajribada birinchi bo'lib aniqlagan olim kim?

A) Beruniy. B) Ersted. C) Amper. D) Gilbert.

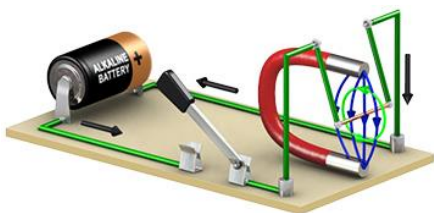
20. Magnit momenti 10 Am^2 bo'lgan ramkaga magnit maydonda 0,5 Nm aylantiruvchi moment ta'sir etadi. Ramka tekisligi induksiya chiziqlariga parallel joylashgan. Shu maydonning induksiyasini toping (Tl).

A) 0,005. B) 0,01. C) 0,025. D) 0,05.

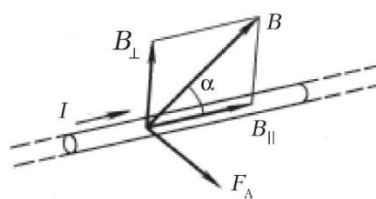
Javoblari: 1B, 2C, 3A, 4D, 5A, 6B, 7B, 8A, 9B, 10B, 11B, 12C, 13A, 14A, 15A, 16D, 17B, 18B, 19B, 20D



Biz tok o'tayotgan ikkita o'tkazgichning o'zaro ta'sirlashishini ko'rgan edik. Buni o'tkazgichlardan har biriga ta'sir qiluvchi kuchning ikkinchi o'tkazgichdagi tok hosil qilgan magnet maydonga bog'liq bo'lishi oqibatida ro'y beradigan hodisa deb tushunish kerak. Endi doimiy magnet maydonga tokli o'tkazgich kiritganimizda qanday hodisa ro'y berishini quyidagi tajriba yordamida tekshirib ko'raylik. Ikkita elastik simga metall sterjenni taqasimon magnet qutblari o'rtasida turadigan qilib osib (1-rasm), undan tok o'tkazganimizda o'tkazgich harakatga keladi. Tokning yo'nalishini o'zgartirsak, o'tkazgichning harakat yo'nalishi oldingi yo'nalishiga qarama-qarshi tomonga o'zgarganligini ko'ramiz. Shunga o'xshash tajribalar asosida tokning yo'nalishi, magnet maydon yo'nalishi va o'tkazgichning harakat yo'nalishi orasidagi munosabatni toppish mumkin.



1-rasm.



2-sasm.

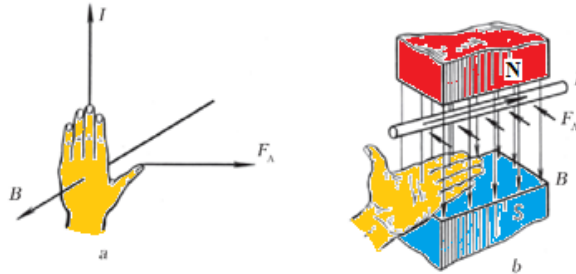
Tokli o'tkazgichga magnet maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchlarni aniqlash masalasini birinchi bo'lib mashhur fransuz olimi A. Amper 1820- yilda hal qilgan. Amper magnet maydon tomonidan tokli o'tkazgichga ko'rsatilayotgan ta'sir kuchi kattalik jihatidan I tok kuchiga, magnet maydonning B induksiya vektoriga, o'tkazgichning magnet maydonda joylashgan l qismining uzunligiga hamda magnet maydon induksiya vektori yo'nalishi bilan tok yo'nalishi orasidagi burchak sinusiga to'g'ri proporsionalekanligini aniqladi:

$$F_A = BIl \sin \alpha \quad (20.1)$$

Magnet maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuch kattaligini aniqlaydigan bu formula Amper qonuni deb, kuch esa Amper kuchi deb ataladi.

Amper qonunidan magnet maydon induksiya vektori tokning yo'nalishiga tik bo'lganda Amper kuchi eng katta qiymatga ega bo'ladi, degan xulosaga kelamiz. Induksiya vektori tokning yo'nalishiga parallel bo'lganda bu kuch nolga teng bo'ladi. Ushbu fakt B magnet induksiya vektorining faqat I tok kuchining yo'nalishiga tik yo'nalgan B_{\perp} tashkil etuvchisigina F_A kuchning hosil bo'lishiga sabab bo'ladi, deb aytishimizga asos bo'la oladi (2-rasm). Amper kuchi tok kuchi yo'nalishiga va magnet induksiya vektoriga tik yo'nalgan bo'ladi. Uning yo'nalishi

chap qo‘l qoidasi bilan aniqlanadi. Bu qoida quyidagidan iborat: agar chap qo‘limizni kaftiga induksiya vektorining o‘tkazgichga tik bo‘lgan tashkil etuvchisi kiradigan qilib, ochilgan to‘rt barmog‘imizni esa tok yo‘nalishi bo‘ylab joylashtirsak, u holda ochilgan bosh barmog‘imiz o‘tkazgichga ta‘sir qiluvchi kuch (Amper kuchi)ning yo‘nalishini ko‘rsatadi (3-a, b rasm).

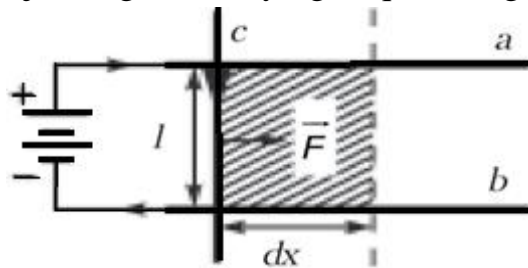


3-rasm.

Magnit maydonning tokli o‘tkazgichga ko‘rsatadigan ta‘siri turli qurilmalarda qo‘llaniladi.

Tokli o‘tkazgich tashqi magnit maydonda erkin harakatlana oladigan bo‘lsin.

Buni amalga oshirish uchun ikkita o‘zaro parallel a va b sterjenlarning ustiga ko‘ndalang qilib uchinchi sterjenni joylashtirib, a va b sterjenlarni tok manbayiga ulaymiz (4- rasm). c sterjenning tok o‘tayotgan qismining uzunligi l bo‘lsin.



4-rasm.

B magnit maydon induksiya vektori kitobxondan rasm tekisligiga tomon perpendikular yo‘nalgan. Magnit maydonni bir jinsli deb hisoblaymiz. Oldinga mavzuda ko‘rganimizdek, l uzunlikdagi tokli o‘tkazgichga magnit maydoni tomonidan $F=IBl$ kuch ta‘sir etadi. Uning yo‘nalishi chap qo‘l qoidasiga binoan topiladi. Bu kuch o‘tkazgichni dx masofaga siljitib, o‘tkazgich ustida $dA=F \cdot dx=IBl dx$ ish bajaradi. 4-rasmdan ko‘rinib turibdiki, $l dx=dS$ ko‘paytma l o‘tkazgich ko‘chishda bosib o‘tgan (rasmda shtrixlangan) yuzaga teng. $B \cdot dS$ esa shu yuzadan o‘tuvchi $d\Phi$ magnit induksiya oqimiga teng. Shuning uchun $dA=Id\Phi$ deb yozish mumkin. Olingan natijani ixtiyoriy magnit maydon uchun va o‘tkazgich bilan maydon ixtiyoriy vaziyatda oriyentirlangan holat uchun umumlashtirish mumkin. Bu hollarda ham yuqoridagi formulaga kelamiz. Shunday qilib, magnit maydonda tokli o‘tkazgichni ko‘chirishda bajarilgan mexanik ish o‘tkazgichdagi tok kuchi bilan shu o‘tkazgich kesib o‘tgan magnit induksiya oqimining ko‘paytmasiga teng ekan. Ish magnit maydoni hisobiga bajarilmaydi, balki zanjirni tok bilan

ta'minlab turuvchi manba hisobiga bajariladi. Endi magnit maydonda tokli yopiq kontur ko'chirilayotgan bo'lsin. Bunda, birinchidan, konturning ko'chish vaqti mobaynida undagi tokning kuchi o'zgarmay qoladi va, ikkinchidan, konturning ko'chishi hamma vaqt bir tekislikda sodir bo'ladi, deb hisoblaymiz.

Ravshanki, tokli konturni magnit maydonda ko'chirishda bajarilgan ishni hisoblash uchun konturni fikran dlelementlarga ajratish va shu elementlarga qo'yilgan kuchlar bajargan elementar ishlarning yig'indisini olish kerak. Tegishli hisoblashlar konturni ko'chirishda bajarilgan natijaviy A ish uchun quyidagi ifodani hosil qiladi:

$$A = I(\Phi_2 - \Phi_1) \quad (20.2)$$

bu yerda: Φ_1 -kattalik kontur bilan chegaralangan yuzani I(boshlang'ich) holatda, Φ_2 -II (oxirgi) holatda kesib o'tuvchi magnit induksiya oqimi, ayirma esa magnit induksiya oqimining o'zgarishi. Shunday qilib, oqayotgan tokning kuchi o'zgaras bo'lgan yopiq konturni magnit maydonda bir vaziyatdan ikkinchi vaziyatga ko'chirishda bajarilgan mexanik ish konturdagi tok kuchi bilan konturning dastlabki va oxirgi holatlarida o'rab turgan yuzidan o'tgan magnit induksiya oqimlari ayirmasining ko'paytmasiga teng.

Bu ta'rif tokli berk konturning bir jinsli magnit maydonda ham, bir jinsli bo'lmagan magnit maydonda ham har qanday harakati uchun o'rinli bo'ladi, shuningdek, yuzasi orqali o'zgaruvchi magnit induksiya oqimi o'tayotgan deformatsiyalanuchi kontur va qo'zg'almas kontur bo'lgan hollar uchun ham bu ta'rif to'g'ridir.

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Induksiyasi 0,1 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda induksiya chiziqlariga parallel holatda 10 sm uzunlikdagi 0,5 A tokli to'g'ri o'tkazgich joylashtirilgan. O'tkazgichga magnit maydonning ta'sir kuchi qanday (N)?

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 0,1T; l = 10sm = 0,1m$ $I = 0,5A; \alpha = 0$ $F_A = ?$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 0 = 0$ Javob: 0

2. Aktiv uzunligi 40 sm bo'lgan 50 A tokli o'tkazgich induksiyasi 4 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda induksiya chiziqlariga 30° burchak ostida joylashgan. Unga maydon tomonidan ta'sir qilayotgan kuchni toping (mN).

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 4mT = 0,004T$ $l = 40sm = 0,4m$ $I = 50A; \alpha = 30^0$ $F_A = ?$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha =$ $= 0,004 \cdot 50 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 0,04N = 40mN$ Javob: 40 mN

3. Induksiyasi 0,3 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonga uzunligi 0,6 m bo'lgan 10 A tokli o'tkazgich kiritildi. Magnit maydon tomonidan shu o'tkazgichga ta'sir etishi mumkin bo'lgan eng katta va eng kichik kuchlarni aniqlang (N).

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 0,3T$ $l = 0,6m$ $I = 10A$ $\alpha = 90^0; 0^0$ $F_A - ?$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$F_{Max} = B \cdot I \cdot l \sin \alpha = 0,3 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 1 = 1,8N$ $F_{Min} = B \cdot I \cdot l \sin \alpha = 0,3 \cdot 10 \cdot 0,6 \cdot 0 = 0$ Javob: 1,8N; 0

4. Magnit induksiya chiziqlariga tik joylashgan tokli o'tkazgichga 2,8 N kuch ta'sir etmoqda. O'tkazgich bilan induksiya chiziqlari orasidagi burchak 30^0 bo'lganda, ta'sir kuchi qanday bo'ladi (N)?

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 0,3T$ $\alpha_1 = 90^0$ $F_1 = 2,8N$ $\alpha_2 = 30^0$ $F_2 - ?$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$\begin{cases} F_1 = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha_1 \rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \\ F_2 = \frac{F_1 \sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{2,8 \cdot 0,5}{1} = 1,4N \end{cases}$ Javob: 1,4N

5. Bir jinsli magnit maydon induksiyasi vektori va tokli to'g'ri o'tkazgich orasidagi 30^0 burchak 2 marta orttirilsa, o'tkazgichga ta'sir qiluvchi Amper kuchi qanday o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$\alpha_1 = 30^0$ $\alpha_2 = 60^0$ $\frac{F_2}{F_1} = -?$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$\begin{cases} F_1 = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha_1 \rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \\ F_2 = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha_2 \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \sqrt{3} \end{cases}$ Javob: $\sqrt{3}$ marta ortadi

6. Uzunligi 1,2 m bo'lgan o'tkazgich magnit induksiyasi 0,25 T bo'lgan maydonda joylashgan. Undan 6 A tok oqqanda unga 1,8 N kuch ta'sir qilishi uchun o'tkazgich va magnit induksiya vektori orasidagi burchak qanday bo'lishi kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 1,2m$ $B = 0,25T$ $I = 6A$ $F_A = 1,8N$ $\alpha - ?$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha \rightarrow \sin \alpha = \frac{F_A}{B \cdot I \cdot l}$ $\sin \alpha = \frac{1,8}{0,25 \cdot 6 \cdot 1,2} = 1 \rightarrow \alpha = 90^0$ Javob: 90^0

7. 0,3 m uzunlikdagi o'tkazgich induksiyasi 0,4 T bo'lgan magnit maydonning induksiya chiziqlariga tik ravishda joylashgan. O'tkazgichdan 1 minutda 180 C zaryad oqib o'tsa, unga necha nyuton kuch ta'sir etadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 0,3m$ $B = 0,4T$ $t = 1mi = 60s$ $q = 180C$ $\alpha = 90^0$ $F_A - ?$	$I = \frac{q}{t}$ $F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha = B \cdot \frac{q}{t} \cdot l \sin \alpha$ $F_A = 0,4 \cdot \frac{180}{60} \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,36N$ Javob: 0,36 N

8. Induksiyasi 2 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonga aktiv uzunligi 0,5 m bo'lgan 5 A tokli o'tkazgich induksiya chiziqlariga tik holatda joylashtirilgan. O'tkazgichga ta'sir etayotgan Amper kuchi va og'irlik kuchi o'zaro qarama-qarshi yo'nalgan. Agar o'tkazgich muvozanatda bo'lsa, uning massasi qanday (kg)?

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 0,5m$ $B = 2T$ $I = 5A$ $\alpha = 90^\circ$ $m = ?$	$F_{og'} = mg$ $F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$F_A = F_{og'}$ $B \cdot I \cdot l \sin \alpha = mg$ $m = \frac{B \cdot I \cdot l \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 0,5 \cdot 1}{10} = 0,5kg$ Javob: 0,5 kg

9. Uzunligi 20 sm va massasi 5 g bo'lgan gorizonta simdan 5 A tok o'tmoqda Bu sim magnit maydonda muallaq holatda turishi uchun magnit maydon induk-siyasining moduli va yo'nalishi qanday bo'lishi kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 20sm = 0,2m$ $I = 5A$ $m = 5g = 0,005kg$ $\alpha = 90^\circ$ $B = ?$	$F_{og'} = mg$ $F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$F_A = F_{og'}$ $B \cdot I \cdot l \sin \alpha = mg$ $B = \frac{mg}{I \cdot l \sin \alpha} = \frac{0,05}{5 \cdot 0,2 \cdot 1} = 0,05T$ Javob: 0,05 T gorizonta

10. Aktiv qismining uzunligi 10 sm bo'lgan o'tkazgichdagi tok kuchi 2 A ga teng. U magnit induksiya 0,08 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda turibdi. O'tkazgich induksiya chiziqlariga perpendikular ravishda 10 sm siljiganda necha millijoul ish bajariladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 10sm = 0,1m$ $I = 2A$ $B = 0,08T$ $\alpha = 90^\circ$ $S = 10sm = 0,1m$ $A = ?$	$A = F_A \cdot S$ $F_A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha$	$A = B \cdot I \cdot l \sin \alpha \cdot S =$ $= 0,08 \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 0,1 = 1,6 \cdot 10^{-3}j = 1,6mj$ Javob: 1,6 mj

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Induksiya 0,1 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda joylashgan, 20 A tok o'tayotgan 0,5 m uzunlikdagi o'tkazgichga 0,5 N kuch ta'sir qiladi. o'tkazgichdagi tokning yo'nalishi magnit induksiya vektori bilan qanday burchak (graduslarda) hosil qiladi? (**Javob: 30**)

2. Tokli to'g'ri o'tkazgich bir jinsli magnit maydonda induksiya chiziqlariga perpendikulyar joylashtirilgan. O'tkazgich shunday buriladiki, undagi tok yo'nalishi maydon induksiya vektori bilan 30° burchak hosil qiladi. Bunda magnit maydon tomonidan o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch necha marta kamayadi? (**Javob:2**)

3. Har birining uzunligi 50 m bo'lgan va har biridan 300 A tok o'tayotgan ikkita parallel simlar qanday kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi? Simlardan har biri boshqasi joylashgan o'rinda 1,2 mT induksiya magnit maydon hosil qiladi. (**J: 18**)

4. 140 sm uzunlikdagi o'tkazgich to'g'ri burchak ostida shunday burildiki, bunda burchak tomonlaridan biri 60 sm ga teng bo'ldi. So'ngra induksiya 2 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda, har ikkala tomoni bilan induksiya chiziqlariga tik holda joylashtirildi. Agar o'tkazgichdan 10 A tok o'tkazilsa, unga qanday kuch (mN da) ta'sir qiladi? (**Javob: 20**)

5. 110 sm uzunlikdagi o'tkazgich 60° burchak ostida shunday burildiki, bunda

burchak tomonlaridan biri 30 sm ga teng bo'ldi va induksiyasi 2 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda, har ikkala tomoni bilan induksiya chiziqlariga tik holda joylashtirildi. Agar o'tkazgichdan 10 A tok o'tkazilsa, unga qanday kuch (mN da) ta'sir qiladi? **(Javob: 14)**

6. 0,2 m uzunlikdagi, 5 A tok o'tayotgan o'tkazgichni bir jinsli magnit maydonda 0,5 m masofaga ko'chirishda Amper kuchi bajaradigan ishni (mJ da) aniqlang. O'tkazgich maydon chiziqlariga tik joylashgan va Amper kuchi yo'nalishi tomonga harakatlanadi. Magnit maydon induksiyasi 0,1 T. **(Javob: 50)**

7. Magnit induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda joylashgan to'g'ri o'tkazgichdan 1 A tok o'tganida, o'tkazgich 2 m/s^2 tezlanishga erishdi. O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi 1 mm^2 , o'tkazgich materialining zichligi 2500 kg/m^3 . Magnit maydon induksiyasi (mT da) qanchaga teng. Og'irlik kuchini hisobga olmang. **(Javob: 5)**

8. Uzunligi 20 sm va massasi 4 kg bo'lgan, gorizontal joylashgan o'tkazgich bo'ylab 10 A tok oqadi. Og'irlik kuchi magnit kuchi bilan muvozanatlashishi uchun o'tkazgich joylashtirilishi kerak bo'lgan magnit maydon induksiyasining minimal qiymatini toping. $g = 10 \text{ m/s}^2$. **(Javob: 20)**

9. O'tkazgich induksiyasi 0,01 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda gorizontal holatda turibdi. Maydon induksiya chiziqlari gorizontal va o'tkazgichga perpendikulyar holda yo'nalgan. O'tkazgich muallaq turishi uchun undan qanday tok o'tkazish kerak? O'tkazgich uzunlik birligining massasi 0,01 kg/m. **(Javob: 10)**

10. Uzunligi 20 sm va massasi 50 g bo'lgan to'g'ri o'tkazgich bir jinsli magnit maydonda ikkita yengil ip orqali gorizontal holda osib qo'yilgan. Induksiya vektori gorizontal hamda o'tkazgichga perpendikulyar yo'nalgan o'tkazgich orqali qanday tok o'tkazilganda, iplardan biri uzilib ketadi? Maydon induksiyasi 50 mT. Har bir ip 0,4 N yuklanishda (nagruzkada) uzilib ketadi. $g = 10 \text{ m/s}^2$. **(Javob: 30)**

11. 10 sm uzunlikdagi o'tkazgich induksiyasi 1 mT bo'lgan magnit maydonda gorizontal ravishda, kuch chiziqlariga perpendikulyar holda shunday joylashtiriladiki, bunda og'irlik kuchi magnit kuchi bilan muvozanatlashadi. O'tkazgich uchlaridagi kuchlanish 100 V, uning solishtirma qarshiligi $10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$ Shu o'tkazgich materialining zichligi (g/sm^3 da) qanchaga teng? **(Javob: 10)**

12. 10 g massali va 20 sm uzunlikdagi o'tkazgich induksiyasi 0,25 T bo'lgan vertikal magnit maydonda gorizontal holatda osib qo'yilgan. O'tkazgich bo'ylab 2 A tok o'tkazilsa, u osib qo'yilgan iplar vertikal dan qanday burchakka (graduslarda) og'adi? $g = 10 \text{ m/s}^2$. **(Javob: 45)**

13. 20 g massali va 5 sm uzunlikdagi sterjen gorizont bilan φ burchak hosil qiladigan ($\text{tg}\varphi=0,3$) silliq qiya tekislik ustida gorizontal holda qo'yildi. Butun sistema induksiyasi 150 mT bo'lgan vertikal magnit maydonda joylashgan. Sterjendagi tok kuchi qanday bo'lganida u muvozanatda bo'ladi? **(Javob: 8)**

14. Simli kvadratning uchta tomoni bir-biri bilan qattiq mahkamlangan, to'rtinchisi esa ular bo'ylab sirpana oladi. Kvadrat gorizontal sirt ustida va induksiyasi 100 mT bo'lgan vertikal magnit maydonda joylashgan. Agar qo'zg'aluvchan tomonning massasi 20 g va kontaktlardagi ishqalanish koeffitsiyenti 0,2 bo'lsa, shu tomonni siljitish uchun kontur bo'ylab qanday minimal tok o'tkazish kerak? Kvadratning tomoni 10 sm. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 4**)

15. Bir jinsli magnit maydonda joylashgan, 50 A tok o'tayotgan to'g'ri burchakli ramkaga ta'sir qiladigan kuchlarning maksimal momenti 1 Nm ga teng. Ramkaning kengligi 0,1 m, uzunligi esa 0,2 m bo'lsa, maydon induksiyasini aniqlang. (**Javob: 1**)

16 Agar 1 cm^2 yuzali ramkadagi tok kuchi 1 A bo'lganda, unga ta'sir etuvchi kuchlarning maksimal momenti 50 mN·m ga teng bo'lsa, magnit maydon induksiyasini aniqlang. Ramka 100 ta sim o'ramidan iborat. (**Javob: 5**)



Tok o'tayotgan o'tkazgich toksiz o'tkazgichdan unda zaryad tashuvchilarning tartibli harakati mavjudligi bilan farq qiladi. Bundan magnit maydondagi tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch harakatlanuvchi alohida zaryad (elektron)larga ta'sir etuvchi kuchlardan iborat, binobarin, ta'sir zaryadlardan ular oqayotgan o'tkazgichga berilishi kerak, degan xulosa kelib chiqadi. Harakatlanayotgan zaryadlarga magnit maydon tomonidan berilgan impuls to'qnashish paytida metallning kristall panjarasi ionlariga yoki elektrolit molekulalariga uzatiladi. Bu xulosa bir qator tajribalar asosida tasdiqlanadi. Xususan, erkin harakatlanuvchi zaryadlangan zarralar dastasi, masalan, elektronlar dastasi magnit maydon ta'sirida og'adi. Endi harakatlanayotgan zaryadga magnit maydon tomonidan ta'sir qiluvchi kuchning ifodasini topaylik. Buning uchun Amper qonunidan foydalanamiz. Tok kuchi son jihatidan o'tkazgich kesimidan vaqt birligi ichida o'tgan zaryad miqdoriga teng. Agar ayrim zaryadlarning kattaligi q , o'tkazgichning birlik hajmida harakatlanuvchi zaryadlar soni n , ularning tartibli harakat tezligi v va o'tkazgichning ko'ndalang kesimi S bo'lsa, u holda tok kuchi $I=qnvS$ ga teng ekanligini ko'rib o'tgan edik. Tok kuchining bu qiymatini Amper kuchi formulaga qo'yib, quyidagi ifodani hosil qilamiz.

$$F_A = qn\vartheta SlB \sin \alpha \quad (21.1)$$

bunda: l -o'tkazgichning magnit maydondagi qismining uzunligi, α - l bilan B induksiya vektori orasidagi burchak.

O'tkazgichning l uzunligida harakatlanayotgan barcha zaryadlar soni $N=nSl$; F_A esa shu zaryadlarga ta'sir etuvchi kuch. Bundan ko'rinadiki, harakatlanayotgan har bir zaryadga magnit maydon tomonidan

$$F_L = q\vartheta B \sin \alpha \quad (21.2)$$

kuch ta'sir etadi. Bu kuch niderland fizik-nazariyotchisi X. Lorens tomonidan aniqlangan bo'lib, uni Lorens kuchi deb ataladi. Lorens kuchi maydon induksiyasi bilan tezlik vektorlariga perpendikular bo'lib, uning yo'nalishi chap qo'l qoidasiga asosan aniqlanadi. Agar chap qo'limiz kaftini unga zaryad tezligi v ga perpendikular bo'lgan magnit maydon induksiyasi B vertikal tashkil etuvchisining chiziqlari kiradigan qilib tutib, yoyilgan to'rt barmoqni musbat zaryad yo'nalishida (yoki manfiy zaryad yo'nalishiga teskari yo'nalishda) joylashtirsak, u holda 90° burchakka kerilgan bosh barmog'imizning yo'nalishi zaryadga ta'sir etuvchi Lorens kuchining yo'nalishini ko'rsatadi.

Lorens kuchi har doim zaryadlangan zarraning yo‘nalishiga perpendikular yo‘nalgandir, shuning uchun Lorens kuchi zarra ustida ish bajarmaydi. Demak, zaryadlangan zarra o‘zgaras magnit maydon orqali ta’sir etib, uning energiyasini o‘zgartirish mumkin emas.

Bir jinsli magnit maydonda harakatlanayotgan zaryadli zarra uchun Lorens kuchi markazga intilma kuch sifatida namoyon bo‘lib, zarrani o‘zgaras tezlik bilan harakat yo‘nalishiga perpendikular tekislikda aylana trayektoriya bilan harakatlanishga majbur etadi.

Agar induksiya vektori va tezlik vektori perpendikulyar bo‘lsa, unda bu holatda Lorens kuchi maksimal qiymatga erishadi va zarra urinma bo‘ylab markazga intilma tezlanish bilan harakat qiladi.

Zarra trayektoriyasining egrilik radiusi.

$$r = \frac{m\vartheta}{qB} \quad (21.3)$$

Zarraning bir marta to‘liq aylanishi uchun kerak bo‘ladigan vaqt aylanish davri deyiladi.

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad (21.4)$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalar

1. Magnit induksiyasi chiziqdagi tik yo‘nalishda 2 km/s tezlik bilan harakatlanayotgan 0,4 C zaryadga ta'sir qilayotgan Lorens kuchi 8 N ga teng bo‘lsa, magnit induksiyasi qanday?

Berilgan	Formula	Yechish
$\vartheta = 2\text{km/s} = 2000\text{m/s}$ $q = 0,4\text{C}$ $F_L = 8\text{N}$ $\alpha = 90^\circ$ $B - ?$	$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \sin \alpha$	$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \sin \alpha \rightarrow B = \frac{F_L}{q \cdot \vartheta \sin \alpha}$ $B = \frac{8}{0,4 \cdot 2000 \cdot 1} = 0,01\text{T} = 10\text{mT}$ Javob: 10 mT

2. Magnit maydon induksiyasi 4 marta orttirilganda, magnit maydonda harakatlana yotgan protonga ta'sir etuvchi kuch o‘zgaray qolishi uchun protonning tezligi qanday o‘zgarishi kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$B_1 = B$ $B_2 = 4B$ $F_1 = F_2$ $\vartheta_2/\vartheta_1 - ?$	$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \sin \alpha$	$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \sin \alpha \rightarrow \vartheta = \frac{F_L}{q \cdot B \sin \alpha}$ $\left\{ \begin{array}{l} \vartheta_2 = \frac{F_2}{q \cdot B_2 \sin \alpha} \\ \vartheta_1 = \frac{F_1}{q \cdot B_1 \sin \alpha} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{1}{4}$ Javob: 4 marta kamayishi

3. Magnit maydonda harakatlanayotgan bir va ikki zaryadli ionlarga ta'sir qiluvchi kuch bir xil bo'lishi uchun ikkinchi ion tezligi birinchi ion tezligiga nisbatan qanday bo'lishi kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$q_1 = q$ $q_2 = 2q$ $F_1 = F_2$ $\vartheta_1/\vartheta_2 = ?$	$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \sin \alpha$	$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \sin \alpha \rightarrow \vartheta = \frac{F_L}{q \cdot B \sin \alpha}$ $\left\{ \begin{array}{l} \vartheta_1 = \frac{F_1}{q_1 \cdot B \sin \alpha} \\ \vartheta_2 = \frac{F_2}{q_2 \cdot B \sin \alpha} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{q_2}{q_1} = 2$ <p style="text-align: right;">Javob: 2 marta ortiq</p>

4. Induksiya 0,2 T bo'lgan magnit maydonga induksiya chiziqlariga tik ravishda elektron uchib kirdi. Unga ta'sir etuvchi kuch $0,32 \cdot 10^{-12}$ N bo'lsa, uning tezligi qanday? $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 0,2 T$ $\alpha = 90^\circ$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ $F_L = 0,32 \cdot 10^{-12} N$ $\vartheta = ?$	$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \sin \alpha$	$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \sin \alpha \rightarrow \vartheta = \frac{F_L}{q \cdot B \sin \alpha}$ $\vartheta = \frac{0,32 \cdot 10^{-12}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,2 \cdot 1} = 1 \cdot 10^7 m/s$ <p style="text-align: right;">Javob: $10^7 m/s$</p>

5. Zaryadlangan zarracha magnit maydonda induksiya chiziqlariga tik yo'nalishda ϑ tezlik bilan harakat qiladi. Agar uning massasi 2 marta ortsa, uning aylanish radiusi qanday o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$m_1 = m$ $m_2 = 2m$ $R_2/R_1 = ?$	$R = \frac{m\vartheta}{qB}$	$\left\{ \begin{array}{l} R_2 = \frac{m_2\vartheta}{qB} \\ R_1 = \frac{m_1\vartheta}{qB} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{m_2}{m_1} = 2$ <p style="text-align: right;">Javob: 2 marta ortadi</p>

6. Induksiya 0,01 T bo'lgan magnit maydonga proton radiusi 10 sm bo'lgan aylana bo'ylab harakat qilsa, uning maydonga kirib kelish tezligi qanday (km/s)? $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 0,01 T$ $R = 10 sm = 0,1 m$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ $m = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$ $\vartheta = ?$	$R = \frac{m\vartheta}{qB}$	$R = \frac{m\vartheta}{qB} \rightarrow \vartheta = \frac{RqB}{m} =$ $\vartheta = \frac{0,1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,01}{1,67 \cdot 10^{-27}} = 96000 m/s$ <p style="text-align: right;">Javob: 96 km/s</p>

7. Elektron induksiya 5 mT bo'lgan magnit maydonga uchib kirib, 4 sm radiusli aylana bo'ylab harakatlana boshlasa, uning tezligi qanday (m/s)?

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 5 mT = 5 \cdot 10^{-3} T$ $R = 4 sm = 0,04 m$ $q = -1,6 \cdot 10^{-19} C$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$ $\vartheta = ?$	$R = \frac{m\vartheta}{qB}$	$R = \frac{m\vartheta}{qB} \rightarrow \vartheta = \frac{RqB}{m} =$ $\vartheta = \frac{0,04 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 3,5 \cdot 10^7 m/s$ <p style="text-align: right;">Javob: $3,5 \cdot 10^7 m/s$</p>

8. Bir jinsli magnit maydonga induksiya chiziqlariga tik yo‘nalishda uchib kiradigan zaryadlangan zarrachaning kinetik energiyasi 4 marta orttirilsa, u chizadigan aylana radiusi qanday o‘zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$\frac{W_{k1} = W}{W_{k2} = 4W}$ $R_2/R_1 = ?$	$R = \frac{m\vartheta}{qB}$ $W_k = \frac{m\vartheta^2}{2}$	$W_k = \frac{m\vartheta^2}{2} \Rightarrow W_k \sim \vartheta^2 \rightarrow 4W_k \sim (2\vartheta)^2$ $R = \frac{m\vartheta}{qB} \rightarrow R \sim \vartheta$ <p style="text-align: right;">Javob: 2 marta oshadi</p>

9. Induksiya chiziqlariga tik ravishda magnit maydonga uchib kiradigan protonni tezlatuvchi potentsiallar farqi 4 marta oshirilsa, proton traektoriyasining radiusi qanday o‘zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$\frac{U_1 = U}{U_2 = 4U}$ $R_2/R_1 = ?$	$R = \frac{m\vartheta}{qB}$ $W_k = \frac{m\vartheta^2}{2}; A = qU$	$W_k = \frac{m\vartheta^2}{2}; A = qU \rightarrow \vartheta^2 \sim U \Rightarrow (2\vartheta)^2 \sim 4U$ $R = \frac{m\vartheta}{qB} \rightarrow R \sim \vartheta \rightarrow 2R \sim 2\vartheta$ <p style="text-align: right;">Javob: 2 marta oshadi</p>

10. Bir jinsli magnit maydonga bir elektron ikkinchisiga nisbatan 2 marta katta tezlik bilan uchib kirdi. Ularning magnit maydonda aylanish davrlari orasidagi munosabat qanday bo‘ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$\frac{\vartheta_1 = \vartheta}{\vartheta_2 = 2\vartheta}$ $T_2/T_1 = ?$	$T = \frac{2\pi m}{qB}$	$T = \frac{2\pi m}{qB}$ <p style="text-align: center;">Aylanish davri tezlikka bog‘liq emas</p> <p style="text-align: right;">Javob: T₁=T₂</p>

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Induksiyasi 0,006 T bo‘lgan magnit maydoniga induksiya chiziqlariga 30° burchak ostida 100 km/s tezlikda uchib kirgan 30 mC zaryadga maydon qanday kuch bilan (mN da) ta’sir qiladi? (**Javob: 9**)

2. Elektr maydon kuchlanganligi 1,5 kV/m, magnit maydon induksiyasi esa 0,1 T bo‘lsa, elektronga ta’sir qiladigan elektr kuchi magnit kuchidan necha marta katta? Elektronning tezligi 200 m/s ga teng hamda magnit maydon induksiyasi chiziqlariga perpendikulyar holda yo‘nalgan. (**Javob: 75**)

3. Bir jinsli magnit maydoniga maydon induksiyasi chiziqlariga perpendikulyar ravishda proton va alfa-zarracha uchib kiradi. Agar magnit maydon tomonidan alfa-zarrachaga ta’sir qiladigan kuch protonga ta’sir qiluvchi kuchdan 8 marta katta bo‘lsa, alfa-zarrachaning tezligi protonning tezligidan necha marta katta? (**Javob: 4**)

4. Magnit maydoniga perpendikulyar ravishda kuchlanganligi 100 kV/m bo‘lgan elektr maydon uyg‘otilgan. Zaryadlangan zarracha har ikkala maydonga tik ravishda 100 km/s o‘zgarmas tezlik bilan harakatlanadi. Magnit maydon

induksiyasini aniqlang? (**Javob: 1**)

5. Induksiyasi 3 mT bo'lgan magnit maydonida maydon chiziqlariga tik ravishda 2 m/s tezlik bilan harakatlanayotgan protonning tezlanishini (km/s^2 da) toping. Proton zaryadining massasiga nisbati 10^8 C/kg . (**Javob: 600**)

6. Proton 60 km/s tezlik bilan chiziqlari yo'nalish bo'yicha mos keladigan elektr va magnit maydonlari fazosiga, shu chiziqlarga perpendikulyar ravishda uchib kiradi. Agar magnit maydon induksiyasi 0,1 T, ikkala maydon ta'sirida yuzaga kelgan protonning boshlang'ich tezlanishi esa 10^{12} m/s^2 bo'lsa, elektr maydon kuchlanganligini (kV/m da) aniqlang. Proton zaryadining massasiga nisbati 10^8

(**Javob: 8**)

7. Elektron induksiyasi 0,01 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda yo'nalgan $1,6 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ tezlik bilan harakatlanadi. Elektron harakatlanadigan aylananing radiusini (mm da) aniqlang. Elektronning zaryadi $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, massasi esa $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. (**Javob: 9**)

8. $6,4 \cdot 10^{-23} \text{ kg m/s}$ impulsga ega bo'lgan elektron induksiyasi 0,02 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda aylana bo'ylab harakatlanmoqda. Shu aylana radiusini (sm da) toping. Elektronning zaryadi $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. (**Javob: 2**)

9. Induksiyasi 0,03 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda 1 sm radiusli aylana bo'ylab harakatlanayotgan elektron qanday kinetik energiyaga (eV da) ega? Elektronning zaryadi $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, massasi esa $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. ($1 \text{ eV} = 1,6 \text{ J}$). (**J: 8000**)

10. Induksiyasi 8,36 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonga proton maydon chiziqlariga perpendikulyar ravishda uchib kiradi. Proton qanday burchak tezlik bilan (rad/s da) aylanadi? Protonning zaryadi $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, massasi $1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

(**Javob: 801**)

11. Proton va alfa zarracha bir jinsli magnit maydoniga maydon chiziqlariga perpendikulyar holda uchib kiradi. Alfa zarrachaning aylanish davri protonning aylanish davridan necha marta katta? (**Javob: 2**)

12. Boshqaruv sistemasi o'chirib qo'yilgan elektron nurli trubka elektronlarning harakat tezligiga perpendikulyar bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtiriladi. Bunda elektronlar uchib chiqadigan joydan 14 sm uzoqlikda joylashgan ekranda elektronlar dastasining izi 2 sm ga siljiydi. Agar maydon induksiyasi 25 mT, elektronning solishtirma zaryadi esa $1,8 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$ bo'lsa, elektronlarning tezligi (km/s da) qanday? (**Javob: 2250**)

13. Elektron 500 V tezlatuvchi potentsiallar farqini o'tgach, induksiyasi 0,001 T bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Elektron trayektoriyasining egrilik radiusini (mm da) toping. Elektronning zaryadi $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, massasi esa $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. (**Javob: 75**)

14. Bir jinsli magnit maydonga induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda bir xildagi potentsiallar farqi bilan tezlashtirilgan proton va geliyning bir zaryadli

ioni uchib kiradi. Ion harakatlanayotgan aylana radiusi protonning aylana radiusidan necha marta katta? (**Javob: 2**)

15. Bir jinsli magnit maydonga ikkita ion uchib kirdi. Birinchisi 5 sm radiusli, ikkinchisi esa 2,5 sm radiusli aylana bo‘ylab harakatlana boshladi. Ikkinchi ionning zaryadi birinchining zaryadidan ikki marta katta. Agar ular bir xil potentsiallar farqini o‘tgan bo‘lsa, birinchi ionning massasi ikkinchisining massasidan necha marta katta? (**Javob: 2**)

16. Induksiyasi 0,01 T bo‘lgan magnit maydondagi proton 10 sm radiusli aylana yoyi bo‘ylab harakatlanmoqda. Magnit maydondan uchib chiqqach, u elektr maydoni ta’sirida to‘liq tormozlanadi. Agar proton zaryadining massasiga nisbati 10^8 C/kg bo‘lsa, tormozlovchi potentsiallar farqining moduli qanchaga teng? (**J: 50**)

17. Manfiy zaryadlangan zarracha induksiyasi 0,001 T bo‘lgan bir jinsli magnit maydon sohasiga uchib kiradi va bu yerda u 0,2 m radiusli aylana yoyi bo‘ylab harakatlanadi. Keyin zarracha bir jinsli elektr maydoniga tushib qoladi va bu yerda potentsiallar farqi 1000 V bo‘lgan uchastkani uchib o‘tib, tezligini 3 marta kamaytiradi. Zarrachaning oxirgi tezligini (km/s da) aniqlang. (**Javob: 3750**)

18. Protonlar dastasi induksiyasi 0,1 T bo‘lgan bir jinsli magnit maydoniga induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda uchib kiradi. Protonlar magnit maydonda 20 sm radiusli aylana yoyi bo‘ylab harakatlanadi va yer(заземленную)ga ulab qo‘yilgan nishonga kelib tushadi. Agar dastadagi tok kuchi 0,1 mA bo‘lsa, nishonda ajraladigan issiqlik quvvatini toping. Proton zaryadining massasiga nisbati 10^8 C/kg. (**Javob: 2**)

19. 5 g massali sharchaga 2 mC zaryad berildi va induksiyasi 2 T bo‘lgan gorizontaal magnit maydonda 10 m uzunlikdagi ipga osib qo‘yildi, so‘ngra maydonga perpendikulyar bo‘lgan tekislikda qandaydir burchakka o‘g‘dirib, qo‘yib yuborildi. Agar sharcha quyi nuqtadan o‘tayotgan paytda ipning taranglik kuchi 0,17 N ga teng bo‘lsa, uning chetki holati quyi holatidan necha santimetr ga baland? $g = 10$ m/s².

(**Javob: 720**)

20. 2 g massali musbat zaryadlangan sharcha induksiyasi 0,5 T bo‘lgan gorizontaal magnit maydonda 10 sm uzunlikdagi ipga osib qo‘yilgan. Ip sharcha bilan birga maydonga perpendikulyar bo‘lgan tekislikda gorizontaal holatgacha og‘diriladi va qo‘yib yuboriladi. Agar ipning taranglik kuchi pastki nuqtada 51,8 mN bo‘lsa, sharchaning zaryadi (mC da) qanchaga teng? $g = 9,8$ m/s². (**Javob: 10**)

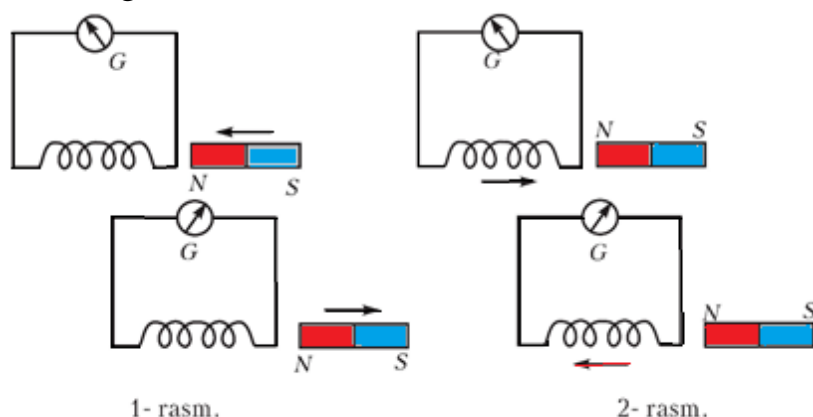


MAGNIT MAYDON OQIMI. ELEKTROMAGNIT INDUKSIYA HODISASI. INDUKSION TOKNING YO'NALISHI LENS QOIDASI. ELEKTROMAGNIT INDUKSIYA QONUNI.

Daniyalik olim G. Ersted 1820- yilda tokning magnit ta'sirini aniqlagandan so'ng ingliz fizigi M. Faradey bu kashfiyot bilan tanishgach, shunday xulosaga keladi: modomiki, berk o'tkazgich bo'ylab oqayotgan tok magnitni harakatga keltirar ekan, magnitning harakatlanishi ham berk o'tkazgichda tok hosil qilishi kerak. Bu xulosaning to'g'riligini Faradey 1831- yilda ko'p tajribalar asosida tasdiqlaydi. U magnit maydonda berk kontur ilgariharakat qilganda yoki burilganda, shuningdek, qo'zg'almas kontur ma'lum vaqt davomida o'zgaruvchan magnit maydonda turganida konturlarda tok hosil bo'lishini aniqladi. Magnit maydonning o'zgarishi tufayli berk konturda hosil bo'ladigan tok induksion tok, hodisaning o'zi esa elektromagnit induksiya deb ataladi. Induksion tokni hosil qiluvchi elektr yurituvchi kuch induksion elektr yurituvchi kuch (IEYK) deb yuritiladi.

Faradeyning induksion tok hosil bo'lishining shartlarini aniqlashga doir tajribalarini ko'rib chiqamiz.

1. Agar magnit kontur ichiga kiritilsa yoki konturdan chiqarilsa, berk konturda tok induksiyalanadi; magnit g'altakka yaqinlashtirilganda galvanometr strelkasi bir tomonga og'adi (g'altak ichidagi magnit oqimi orta boradi), magnitni g'altakdan uzoqlashtirilganda esa (magnit oqimi kamayib boradi) strelka boshqa tomonga og'adi, ya'ni magnit induksiya oqimining ortishi yoki kamayishi bilan induksion tokning yo'nalishi o'zgaradi (1- rasm).

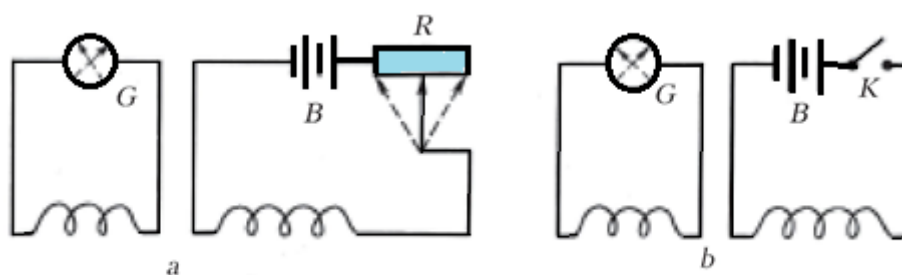


Demak, magnit induksiya oqimining o'zgarishi natijasida induksion tok hosil bo'lar ekan. Magnit qancha kuchli, uning harakati qancha tez va g'altakdagi sim o'ramlari soni qancha ko'p bo'lsa, induksion tok kuchi ham shuncha katta bo'ladi. Agar magnitni berk g'altak yaqiniga yoki hatto g'altak ichiga joylashtirsak, magnit qo'zg'almaganda induksion tok hosil bo'lmaydi. Bundan, berk konturda induksion

tok hosil qilish uchun birgina magnet maydonning bo'lishi yetarli bo'lmay, balki magnet harakatlanishi, ya'ni magnet maydon o'zgarishi kerak, degan xulosa kelib chiqadi.

2. Uchlari galvanometrغا ulangan g'altakni qo'zg'almas magnetga yaqinlashtir- ganimizda yoki undan uzoqlashtirganimizda ham g'altakda induksion tok hosil bo'ladi (2- rasm). Bu holda ham g'altakni kesib o'tayotgan magnet induksiya oqimi o'zgaradi, chunki g'altak magnetning qutbiga yaqinlashganda g'altakni kesib o'tayotgan magnet induksiya oqimi o'zgaradi, chunki g'altak magnetning qutbiga yaqinlashganda g'altakni kesib o'tuvchi magnet induksiya kuch chiziqlari ortadi, g'altak uzoqlashganda uning konturini kesib o'tuvchi induksiya chiziqlari kamayadi.

3. Ikki g'altakni yonma-yon qo'yib, birinchi g'altakning uchlarini galvanometrغا, ikkinchi g'altakning uchlarini tok manbayiga ulaylik. Ikkinchi g'altakdagi tok kuchini reostat bilan o'zgartirib (3-a rasm) yoki kalit yordamida zanjirga ulab-uzib turilsa (3-b rasm), birinchi g'altakda induksion tok hosil bo'lganini ko'rish mumkin. Bu ikkala holda ham birinchi g'altakni kesib o'tuvchi magnet induksiya oqimi o'zgaradi, chunki ikkinchi g'altak zanjirida tok o'zgaradi.



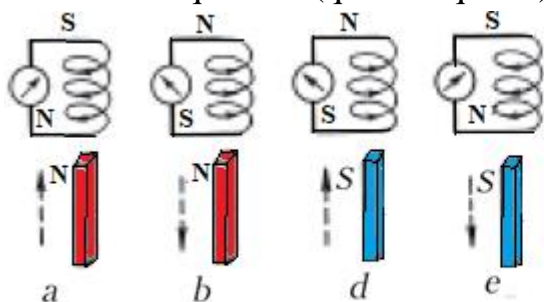
3- rasm.

Shunga o'xshash tajribalar yordamida Faradey elektromagnet induksiya qonunini kashf qildi. Bu qonun quyidagicha ta'riflanadi: Induksion tok berk konturda faqat o'tkazgich konturi orqali o'tayotgan magnet induksiya oqimi o'zgargandagina hosil bo'ladi, ya'ni magnet oqim o'zgarib turgan vaqt davomidagina mavjud bo'ladi.

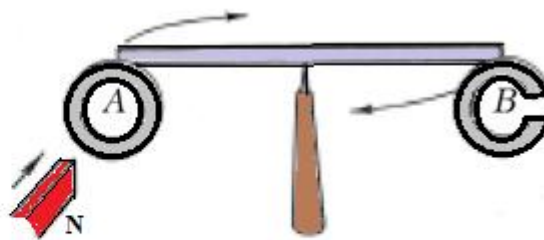
Magnetni berk g'altakka yaqinlashtirish yoki undan uzoqlashtirish bilan g'altakda induksion tok hosil qilib va g'altak zanjiridagi galvanometr strelkasi yordamida bu tokning yo'nalishini aniqlab, so'ngra parma qoidasini magnet maydon yo'nalishini aniqlashga tatbiq etish orqali g'altakning magnet qutblarini aniqlash mumkin.

Shu maqsadda 1833-1834- yillarda rus olimi E.X. Lens ko'p tajribalar o'tkazgan. U tajribalar asosida magnet qutbini g'altakka yaqinlashtirganda g'altakning magnetga yaqin uchida shu qutb bilan bir xil qutb hosil bo'lishini (4-a, d rasmlar),

magnitning qutbini g'altakdan uzoqlashtirganda esa g'altakning magnitga yaqin uchida boshqa ismli (qarama-qarshi) qutb hosil bo'lishini aniqladi (4-b,e rasmlar).

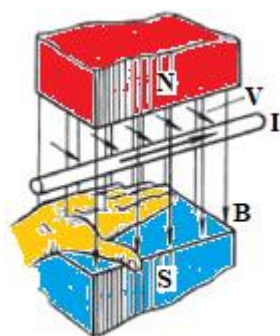


4- rasm.



5- rasm.

Bundan induksion tokning magnit maydoni magnitning harakatiga qarshilik qilishi ko'rinadi. Tajribalar natijalarini umumlashtirib, Lens induksion tok yo'nalishini aniqlash qonunini topdi. Bu qonun uning sharafiga Lens qonuni deb atalib, quyidagicha ta'riflanadi: har doim induksion tokning magnit maydoni tokning o'zini yuzaga keltirgan magnit induksiya oqimining o'zgarishiga qarshi ta'sir ko'rsatadi. 185-rasmda Lens qonunini tasdiqlovchi tajribani namoyish qiladigan asbob ko'rsatilgan. Vertikal o'q atrofida erkin aylana oladigan qilib o'rnatilgan sterjenning bir uchiga yaxlit, ikkinchi uchiga uchlari tutashmagan aluminiy halqa o'rnatilgan. Yaxlit halqaga magnit yaqinlashtirilganda yoki uzoqlashtirilganda halqadagi erkin elektronlar tashqi magnit maydon ta'sirida tartibli harakatga kelib, berk konturdan o'tayotgan tok kabi induksion tok hosil qiladi. Bu tokning magnit maydoni uni hosil qilayotgan magnitning maydoniga qarshi ta'sir ko'rsatadi va natijada sistema harakatga keladi. Magnitning uchlari tutashmagan halqaga yaqinlashtirilganda esa sistema harakatlanmaydi, chunki halqadagi erkin elektronlar harakatda bo'lgani bilan, ochiq konturdan tok o'tmagani kabi, tok hosil bo'lmaydi. O'tkazgichda hosil bo'lgan induksion tokning yo'nalishi o'ng qo'l qoidasidan foydalanib aniqlanadi. Agar o'ng qo'limizni magnit maydonda magnit induksiya vektori kaftimizga kiradigan qilib, 90° ga kerilgan bosh barmog'imizni esa o'tkazgichning harakat yo'nalishini ko'rsatadigan qilib tutsak, u holda yozilgan to'rtta barmog'imiz induksion tokning yo'nalishini ko'rsatadi (6-rasm).



6- rasm.

Induksion tok faqat berk o'tkazgichdagina bo'lishi va o'tkazgichning qarshiligiga qarab katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Induksion EYK berk bo'lmagan o'tkazgichda ham yuzaga keladi, bunda uning qiymati o'tkazgichning qarshiligiga bog'liq bo'lmaydi. Shuning uchun elektromagnit induksiya hodisasini o'rganishda induksion EYK katta ahamiyatga ega bo'lib, quyidagicha ta'riflanadi: O'tkazgich konturidan o'tayotgan magnit induksiya oqimining har qanday o'zgarishida

bu konturda induksion EYK vujudga keladi. Agar juda kichik Δt vaqt ichida magnit induksiya oqimi $\Delta\Phi$ miqdorga o'zgarsa, u holda magnit induksiya oqimining o'zgarish tezligi $\Delta\Phi/\Delta t$ ga teng bo'ladi. Elektromagnit induksiya qonuniga asosan, induksion EYK ning kattaligi ga proporsionaldir:

Yopiq konturda hosil bo'lgan induksion EYuK: Modul jihatdan kontur bilan chegaralangan sirt orqali o'tayotgan magnit oqimining o'zgarish tezligiga teng, ishorasi esa qarama-qarshi

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{t} \quad (22.1)$$

Konturning o'zinduksiya magnit oqimi:

Konturdan tok o'tayotganda hosil bo'ladigan magnit oqimi.

$$\Delta\Phi = L\Delta I \quad (22.2)$$

$$\text{Solenoidning induktivligi: } L = \mu\mu_0 n^2 V \quad (22.3)$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Berk konturni kesib o'tuvchi magnit oqim 0,4 s davomida $4 \cdot 10^{-5}$ Wb ga o'zgardi. Induksiya EYKni (V) aniqlang.

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 0,4s$ $\Delta\Phi = 4 \cdot 10^{-5} \text{Wb}$ $\varepsilon = ?$	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{t}$	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{t} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{0,4} = 10^{-4} \text{V}$ Javob: 10^{-4} V

2. Agar induktivligi 5 mH bo'lgan g'altakdagi magnit oqimning o'zgarish tezligi 10 mwb/s bo'lsa, g'altakda hosil bo'ladigan induksiya EYK qanday (mV) bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$L = 5 \text{mH}$ $\Delta\Phi/t = 10 \cdot 10^{-3} \text{Wb/s}$ $\varepsilon = ?$	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{t}$	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{t} = 10 \cdot 10^{-3} = 10 \text{mV}$ Javob: 10^{-4} V

3. Agar induktivligi 20 mH bo'lgan g'altakdagi tok kuchining o'zgarish tezligi 15 A/s bo'lsa, g'altakda hosil bo'ladigan induksiya EYK necha volt bo'ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$L = 20 \text{mH}$ $\Delta I/t = 15 \text{A/s}$ $\varepsilon = ?$	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{t}$ $\Delta\Phi = L\Delta I$	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{t} = \frac{L\Delta I}{t} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 15 = 300 \cdot 10^{-3} = 0,3 \text{V}$ Javob: 0,3 V

4. Agar induktivligi 7 mH bo'lgan g'altakdagi induksiya EYKi 14 mV bo'lsa, undagi magnit oqimning o'zgarish tezligi qanday (mWb/s)?

Berilgan	Formula	Yechish
$L = 7 \text{mH} = 7 \cdot 10^{-3} \text{H}$ $\varepsilon = 14 \text{mV} = 14 \cdot 10^{-3} \text{V}$ $\Delta\Phi/t = ?$	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{t}$	$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{t} = 14 \cdot 10^{-3} = 14 \text{mV}$ Javob: 14 mV

5. Yuzi 2 m^2 bo'lgan va magnit maydon induksiyasi vektoriga tik joylashgan yassi konturdan 10 Wb magnit oqim o'tsa, magnit induksiyasi qanday (T)?

Berilgan	Formula	Yechish
----------	---------	---------

$S = 2m^2$ $\Phi = 10Wb; \alpha = 0$ $B = ?$	$\Phi = BS \cos \alpha$	$\Phi = BS \cos \alpha \Rightarrow B = \frac{\Phi}{S \cos \alpha} = \frac{10}{2 \cdot 1} = 5T$ Javob: 5 T
--	-------------------------	---

6. Yuzi 25 sm^2 bo'lgan sim ramka bir jinsli magnit maydonda aylantirilganda, ramkani kesib o'tuvchi magnit oqim $\Phi = 2,5 \cdot 10^{-4} \cos 6t$ (Wb) qonun bo'yicha o'zgaradi. Magnit maydon induksiyasi qanday (T)?

Berilgan	Formula	Yechish
$S = 25sm^2 = 25 \cdot 10^{-4}m^2$ $\Phi = 2,5 \cdot 10^{-4} \cos 6t$ $B = ?$	$\Phi = BS \cos \alpha$	$\Phi = BS \cos \alpha \Leftrightarrow \Phi = 2,5 \cdot 10^{-4} \cos 6t$ $BS = 2,5 \cdot 10^{-4} \Rightarrow B = \frac{2,5 \cdot 10^{-4}}{S}$ $B = \frac{2,5 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^{-4}} = 0,1T$ Javob: 0,1 T

7. Magnit maydon induksiyasi vektoriga tik bo'lgan yassi konturdan 6 Wb magnit oqim o'tadi. Agar magnit induksiya 3 T bo'lsa, konturning yuzi qanday (m^2)?

Berilgan	Formula	Yechish
$\alpha = 0^0$ $\Phi = 6Wb$ $B = 3T$ $S = ?$	$\Phi = BS \cos \alpha$	$\Phi = BS \cos \alpha \Rightarrow S = \frac{\Phi}{B \cos \alpha} = \frac{6}{3 \cdot 1} = 2m^2$ Javob: 2 m²

8. Induksiyasi 0,4 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda joylashgan yuzi 1 m^2 bo'lgan sirtidan o'tayotgan magnit induksiya oqimi 0,2 Wb bo'lsa, sirtga normal va induksiya vektori orasidagi burchak qanday?

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 0,4T$ $S = 1m^2$ $\Phi = 0,2Wb$ $\alpha = ?$	$\Phi = BS \cos \alpha$	$\Phi = BS \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\Phi}{BS} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5$ $\cos \alpha = 0,5; \alpha = 60^0$ Javob: 60⁰

9. Magnit induksiyasi 4 T bo'lgan maydonda joylashgan 1 sm radiusli halqani kesib o'tayotgan magnit oqim 0,628 mWb bo'lishi uchun magnit induksiya vektori bilan halqa tekisligi orasidagi burchak qanday bo'lishi kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 0,4T$ $S = 1m^2$ $\Phi = 0,2Wb$ $\alpha = ?$	$\Phi = BS \cos \alpha$	$\Phi = BS \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{\Phi}{BS} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5$ $\cos \alpha = 0,5; \alpha = 60^0$ Javob: 60⁰

10. Induksiyasi $4/\pi$ T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda diametri 10 sm bo'lgan va 1 A tok o'tayotgan o'ram bor. O'ramning tekisligi magnit induksiya vektoriga parallel. O'ramni uning tekisligi magnit induksiya vektoriga tik bo'ladigan qilib 90^0 ga burish uchun necha joul ish bajarish kerak?

Berilgan	Formula	Yechish
$B = 4/\pi T$ $d = 10sm = 0,1m$ $I = 1A$ $\alpha_1 = 90^0$ $\alpha_2 = 0^0$ $A = ?$	$\Phi = BS \cos \alpha$ $S = \frac{\pi d^2}{4}$ $A = I(\Phi_2 - \Phi_1)$	$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi 0,1^2}{4} = \frac{10^{-2}\pi}{4}$ $\Phi_1 = BS \cos \alpha_1 = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{10^{-2}\pi}{4} \cdot 0 = 0$ $\Phi_2 = BS \cos \alpha_2 = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{10^{-2}\pi}{4} \cdot 1 = 10^{-2}$ $A = I(\Phi_2 - \Phi_1) = 1 \cdot 10^{-2} = 10^{-2}j$ Javob: 10⁻² j

Mavzuga doir mustaqil yechish uchun masalalar

1. Tomoni 10 sm bo'lgan kvadrat ramka induksiyasi 0,2 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda shunday joylashganki, bunda uning sirtiga o'tkazilgan normal induksiya vektori bilan 60° burchak hosil qiladi. Ramka tekisligi orqali o'tuvchi magnit oqimni (mWb da) aniqlang. (**Javob: 1**)

2. Yuzi $0,001 \text{ m}^2$ bo'lgan yassi o'ram bir jinsli magnit maydonning induksiya chiziqlariga perpendikulyar joylashgan. Agar maydon induksiyasi $4 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ da 0,5 T dan 0,1 T gacha tekis kamaysa, o'ramda hosil bo'ladigan EYUK ning absolyut qiymatini toping. (**Javob: 1**)

3. Agar magnit maydon 1 s davomida tekis yo'qotilganda 10 ta o'ramga ega bo'lgan g'altakda 10 V EYUK induksiyalansa, g'altakning har bir o'ramidan qanday magnit oqim o'tib turgan? (**Javob: 1**)

4. Magnit maydonda joylashtirilgan g'altakning har bir o'ramidan o'tuvchi magnit oqim 0,1 Wb ga teng. Magnit maydon 0,1 s davomida nolgacha tekis kamayadi, bunda g'altakda 20 V EYUK induksiyalanadi. G'altakda nechta o'ram bor? (**Javo: 20**)

5. Yuzi $0,03 \text{ m}^2$ bo'lgan qo'zg'almas kontur bir jinsli, tekis o'zgarayotgan magnit maydonda induksiya chiziqlariga perpendikulyar turibdi. Agar bunda 0,9 V induksion EYUK hosil bo'lsa, magnit induksiyasining o'zgarish tezligini (T/s da) toping. (**Javob: 30**)

6. 5 sm^2 yuzali 100 o'ramdan iborat bo'lgan g'altak bir jinsli magnit maydonda shunday joylashtirilganki, bunda o'ramlar tekisligi induksiya vektoriga perpendikulyar. G'altak simlarining uchlari 4 mkF sig'imli yassi kondensator qoplamalariga ulangan. Agar magnit maydon 20 T/s tezlik bilan kamaysa, kondensatorning qoplamalarida qanday zaryad (mkC da) hosil bo'ladi? (**Javob: 4**)

7. Qarshiligi $2 \text{ k}\Omega$ bo'lgan simli ramka magnit maydonda joylashgan. Ramka yuzi orqali o'tuvchi magnit oqimi 0,001 s da 6 Wb ga tekis o'zgaradi. Bunda ramkadagi tok kuchi qanchaga teng? (**Javob:3**)

8. Bir jinsli magnit maydonda yuzi $0,001 \text{ m}^2$ bo'lgan yassi o'ram maydon chiziqlariga tik holatda turibdi. Agar maydon induksiyasi 0,01 T/s o'zgarmas tezlik bilan kamaysa, o'ramdagi tok kuchi (mkA da) qanchaga teng bo'ladi? O'ramning qarshiligi 1Ω . (**Javob: 10**)

9. Ko'ndalang kesim yuzasi 1 mm^2 bo'lgan mis simdan tomoni 6,8 mm bo'lgan kvadrat ramka yasilib, bir jinsli magnit maydonda induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda joylashtirildi. Magnit maydon induksiyasi 0,1 s da 2 T ga tekis o'zgaradi. Bunda ramkadagi tok kuchi qanchaga teng bo'ladi? Misning solishtirma qarshiligi $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. (**Javob: 2**)

10. Berk (tutash) sim sakkiz raqami shaklida bukildi va bir jinsli magnit

maydonda induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda joytashtirildi. Sakkizning halqalarini radiuslan 3 sm va 7 sm bo'lgan aylanalar deb hisoblab, magnit maydon 3 mT/s tezlik bilan kamayganda sim bo'ylab oqadigan tok kuchini (mkA da) toping. Simning uzunlik birligining qarshiligi $2 \Omega /m$. (**Javob: 30**)

11. Induksiyasi 0,09 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda joylashgan o'ram turibdi. Magnit maydon o'chirilganda o'ram bo'ylab qanday zaryad (mkC da) oqib o'tadi? O'ramning yuzi $0,001 \text{ m}^2$, qarshiligi 1Ω . (**Javob: 90**)

12. 100 ta o'ramdan iborat bo'lgan doiraviy berk g'altak o'z o'qiga parallel bo'lgan bir jinsli magnit maydonda joylashtirilgan. Magnit induksiyasi 0,2 mT ga o'zgartirilganda g'altak orqali 40 mkC zaryad o'tadi. Agar simning uzunlik birligining qarshiligi $0,1 \Omega /m$ bo'lsa, g'altakning radiusi (sm da) qanchaga teng?

(**Javob: 4**)

13. Yuzi $0,08 \text{ m}^2$, qarshiligi esa $0,004 \Omega$ bo'lgan mis halqa bir jinsli magnit maydonda shunday joylashtirilganki, bunda halqa tekisligi maydonning induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda turibdi. Agar magnit maydon induksiyasi 0,01 T/s tezlik bilan kamaysa, halqada 0,1 s da qanday issiqlik miqdori (mkJ da) ajraladi?

(**Javob: 16**)

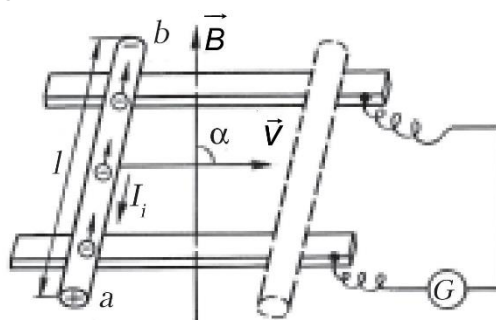
14. Yuzi 10 sm^2 bo'lgan 100 ta o'ramdan iborat berk g'altak o'z o'qiga parallel bo'lgan bir jinsli magnit maydonda joylashtirilgan. Magnit maydon 0,1 s davomida 0,1 T ga tekis o'zgartirilganda g'altakda 10^{-3} J issiqlik ajraladi. G'altakning qarshiligi qanchaga teng? (**Javob: 1**)

15. Bir jinsli magnit maydonda kvadrat shaklidagi 1000 ta o'ramdan iborat bo'lgan chulg'am bor. Maydon chiziqlarining yo'nalishi o'ramlar tekisligiga perpendikulyar. Maydon induksiyasi 0,1 s da 0,02 T ga tekis o'zgarganda chulg'amda 0,1 J issiqlik ajralib chiqadi. Chulg'am simlarining ko'ndalang kesim yuzasi 1 mm^2 , solishtirma qarshiligi $10^{-8} \Omega \cdot m$. Kvadratning tomonini (sm da) aniqlang. (**Javob: 10**)



Agar harakatsiz o‘tkazgich o‘zgaras magnet maydonda turgan bo‘lsa, o‘tkazgichning har bir elektroniga Lorens kuchi ta’sir etadi. Bu kuchning yo‘nalishi tashqi maydonning yo‘nalishiga hamda elektronning harakat yo‘nalishiga bog‘liq bo‘ladi. Metalldagi erkin elektronlarning tartibsiz harakat qilishi tufayli magnet maydon ta’sirida o‘tkazgichdagi zaryadlar harakatining o‘zgarishi turlicha yo‘nalishda (betartib) bo‘ladi va tinch holatdagi o‘tkazgichda hech qanday induksion EYK hosil bo‘lmaydi. Endi ochiq o‘tkazgich bir jinsli magnet maydonda uning kuch chiziqlariga nisbatan biror burchak ostida harakatlanganida bo‘ladigan hodisa bilan tanishib chiqamiz. Buning uchun magnet

maydonda o‘zaro parallel joylashgan ikkita metall rels ustiga to‘g‘ri ab o‘tkazgichni o‘rnatamiz. So‘ngra o‘tkazgichni v o‘zgaras tezlik bilan harakatga keltiramiz (1- rasm). Magnet induksiya chiziqlari bilan o‘tkazgichning harakat yo‘nalishi orasidagi burchak α ga teng bo‘lsin. O‘tkazgich bilan barcha unda mavjud bo‘lgan erkin elektronlar



1- rasm.

ham o‘sha yo‘nalishda harakatga keladi. Bunda paydo bo‘ladigan va elektronlarga ta’sir etadigan magnet maydon kuchlarining Lorens kuchining hammasi bir tomonga yo‘nalgan bo‘lib, o‘tkazgich ichida erkin elektronlarni o‘tkazgich bo‘ylab bir tomonga siljitadi. Natijada o‘tkazgichning a uchi musbat, b uchi manfiy zaryadlanadi va ular orasida induksion EYK vujudga keladi. Agar ab o‘tkazgichning uchlari sim orqali galvanometr bilan tutashtirilsa, galvanometr induksion tok hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. Bu yerda induksiya EYK ni vujudga keltiruvchi tashqi kuchlar-o‘tkazgichning erkin elektronlariga ta’sir etuvchi magnet kuchlaridir.

Magnet maydonda harakatlanayotgan o‘tkazgichda hosil bo‘lgan induksion EYK ni hisoblaylik. Harakatlanayotgan zaryadli zarraga magnet maydon tomonidan ta’sir etadigan Lorens kuchi, quyidagiga teng:

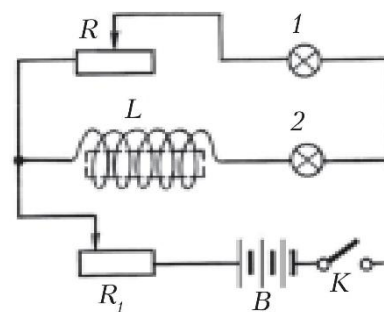
$$F_L = qvB \sin \alpha \quad (23.1)$$

Bu kuch ab o‘tkazgich bo‘ylab yo‘nalgan. Lorens kuchining l yo‘lda bajarigan ishi $A = FL = qvBl \sin \alpha$ bo‘ladi. Ab o‘tkazgichdagi induksiya EYK birlik musbat zaryadni ko‘chirishda bajarilgan ishdan iborat ekanligidan quyidagini yozamiz:

$$\varepsilon = Bvl \sin \alpha \quad (23.2)$$

Bu formula bir jinsli magnit maydonda v tezlik bilan harakatlanuvchi va uzunligi l bo'lgan har qanday o'tkazgich uchun to'g'ri bo'ladi.

Olingan konturda oqayotgan elektr toki shu konturni kesib o'tuvchi magnit induksiya oqimini vujudga keltiradi. Bu konturdagi tok kuchi o'zgarsa, magnit oqimi ham o'zgarib, konturdagi tokning o'zgarishiga qarama-qarshi yo'nalishga ega bo'lgan induksion tokni hosil qiluvchi EYK ni induksiyalaydi. Shuning uchun u hodisa o'zinduksiya hodisasi deyiladi. O'zinduksiya hodisasi bilan tajribada tanishib chiqish uchun o'zgarimas tok



2 - rasm.

manbasi va ikkita parallel tarmoqdan iborat zanjir tuzamiz (2- rasm). Tarmoqlardan biriga 1cho'g'lanma lampa va unga ketma-ket qilib R reostat, ikkinchi tarmoqqa shunday 2 lampa va unga ketma-ket qilib temir o'zagi bo'lgan L g'altak (elektromagnit) ulaymiz. R reostat yordamida ikkala tarmoqning ham qarshiligini birday qilib olamiz. K kalit ulanganda 1 lampa zanjir ulangan hamon yonadi, 2 lampa esa birmuncha kechikib yonadi. Bu tajribada ro'y bergan hodisalarning sababi elektromagnit induksiya ekanligini ko'rsatish mumkin. ketma-ket qilib R reostat, ikkinchi tarmoqqa shunday 2 lampa va unga ketma-ket qilib temir o'zagi bo'lgan L g'altak (elektromagnit) ulaymiz. R reostat yordamida ikkala tarmoqning ham qarshiligini birday qilib olamiz. Kkalit ulanganda 1lampa zanjir ulangan hamon yonadi, 2 lampa esa birmuncha kechikib yonadi. Bu tajribada ro'y bergan hodisalarning sababi elektromagnit induksiya ekanligini ko'rsatish mumkin.

G'altakda uning o'z magnit oqimi o'zgarishi natijasida induksiyalanadigan elektr yurituvchi kuchi o'zinduksiya elektr yurituvchi kuch, tok esa o'zinduksion tok deb ataladi. O'zinduksiya EYKning kattaligi g'altakdagi magnit oqimining o'zgarish tezligiga proporsional bo'ladi, magnit induksiya oqimining o'zgarishi esa, o'z navbatida, g'altakdan o'tayotgan tokning o'zgarishiga proporsional bo'ladi. Shuning uchun o'zinduksiya EYK uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{L\Delta I}{\Delta t} \quad (23.3)$$

Solenoidning induktivligi uchun quyidagi ifodaga ega bo'lamiz: ($n=N/l$)

$$L = \mu\mu_0 n^2 l S = \mu\mu_0 n^2 V \quad (23.4)$$

Magnit maydonning tok bilan chambarchas bog'liq ekanini yuqorida ko'rib o'tdik. Unda magnit maydon tokning paydo bo'lishi, o'zgarishi va yo'qolishi bilan, mos ravishda, paydo bo'ladi, o'zgaradi va yo'qoladi. Demak, tok energiyasining bir qismi hamma vaqt magnit maydon hosil qilishga sarflanadi. Shuning uchun hosil

bo‘lgan magnit maydon tokning bu maydonni hosil qilish uchun sarflagan ishiga teng yoki boshqacha qilib aytganda, tok bilan bog‘langan magnit induksiya oqimini hosil qilish uchun sarflagan ishiga teng energiyaga ega bo‘lishi kerak. Elektromagnit induksiya hodisasining, jumladan, o‘zinduksiya hodisasining fizik mohiyati magnit maydonning energiyasi mavjud ekanligi bilan tushuntiriladi. Konturga ulangan tok o‘zining maksimal qiymatiga (Om qonuni bilan aniqlanadigan) darhol erishmay, balki biror kichik vaqt oralig‘ida o‘sib yetadi. Chunki tok energiyasining bir qismi bu vaqtda magnit maydon hosil qilishga sarf bo‘ladi. Ulangan tokning bunday „tormozlanishi“ konturda o‘zinduksiya teskari tokining paydo bo‘lishiga teng kuchlidir. Tok maksimal qiymatga yetgach, o‘zgarmas bo‘lib qoladi. Bunda uning magnit maydoni ham o‘zgarmas bo‘ladi. Tok uzilganda esa uning magnit maydoni asta-sekin yo‘qoladi. Biroq energiyaning saqlanish qonuniga asosan, magnit maydonning energiyasi yo‘q bo‘la olmaydi. Bu energiya uzilayotgan tokni kuchaytiruvchi o‘zinduksiya tokining energiyasiga aylanadi. Shunday qilib, elektromagnit induksiya hodisasi elektr toki energiyasi va magnit maydon energiyasining o‘zaro almashinishiga asoslangan. O‘zinduksiya hodisasi mexanikadagi inersiya hodisasiga o‘xshaydi. Masalan, inersiya tufayli jism biror kuch ta’siri ostida ma’lum tezlikka birdan emas, balki asta-sekin erishadi. Tormozlanuvchi kuch qancha katta bo‘lmasin, jismni baribir bir onda to‘xtatib bo‘lmaydi. Modomiki, o‘zinduksiya bilan inersiya o‘xshash ekan, mexanikada massa jism tezligini oshirishda qanday rol o‘ynasa, tok hosil qilish jarayonida induktivlik ham xuddi shunday rol o‘ynashi kerak. Bunda jismning tezligi rolini elektrodinamikada elektr zaryadlarining harakatini xarakterlaydigan kattalik sifatida tok kuchi o‘taydi. Shunday ekan, magnit maydonning energiyasini jismning mexanikadagi kinetik energiyasiga o‘xshatib, quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$W = \frac{LI^2}{2} \quad (23.5)$$

Magnit maydonning solenoid egallagan hajm birligiga to‘g‘ri keladigan energiyasi, ya’ni magnit maydon energiyasining zichligi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} \quad (23.6)$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1 m uzunlikdagi o‘tkazgich bir jinsli magnit maydonning induksiya chiziqlariga perpendikulyar ravishda 5 m/s tezlik bilan harakatlanadi. Agar o‘tkazgich uchlarda 0,02 V potentsiallar farqi yuzaga kelsa, magnit maydon induksiyasining miqdorini (mT da) aniqlang.

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 1m$ $\vartheta = 5m/s$ $\varepsilon = 0,02V$ $\alpha = 90^0$ $B-?$	$\varepsilon = B\vartheta l \sin \alpha$	$\varepsilon = B\vartheta l \sin \alpha \rightarrow B = \frac{\varepsilon}{\vartheta l \sin \alpha}$ $B = \frac{0,02}{5 \cdot 1 \cdot 1} = 0,004T = 4mT$ Javob: 4 mT

2. Samolyot 900 km/h tezlik bilan gorizontal uchmoqda. Agar Yerning magnit maydon induksiyasining vertikal tashkil etuvchisi 50 mkT, samolyot qanotlarining uchlari orasidagi masofa 12 m bo'lsa, qanotlar uchlari orasida yuzaga keladigan potentsiallar farqini (mV da) toping.

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 12m$ $\vartheta = 900km/h = 250m/s$ $B = 50\mu T = 50 \cdot 10^{-6}T$ $\alpha = 90^0$ $\varepsilon-?$	$\varepsilon = B\vartheta l \sin \alpha$	$\varepsilon = B\vartheta l \sin \alpha = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 12 \cdot 1 = 150 \cdot 10^{-3} = 150mV$ Javob: 150 mV

3. Berk o'tkazgich bo'ylab 1,5 A tok oqadi. Bu tokning magnit maydoni 6 mW ga teng bo'lgan, kontur sirti orqali o'tuvchi oqim hosil qiladi. O'tkazgichning induktivligini (mH da) toping.

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 1,5A$ $\Phi = 6mW = 6 \cdot 10^{-3}W$ $L-?$	$\Phi = LI$	$\Phi = LI \rightarrow L = \frac{\Phi}{I} = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{1,5} = 4 \cdot 10^{-3}H = 4mH$ Javob: 4 mH

4. G'altak o'rami bo'ylab oqayotgan tok kuchi 0,25 s da 5 A ga tekis o'zgaradi. Bunda 200 V o'zinduksiya EYUK yuzaga keladi. G'altakning induktivligini toping.

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 0,25s$ $\Delta I = 5A$ $\varepsilon = 200V$ $L-?$	$\varepsilon = \frac{L\Delta I}{t}$	$\varepsilon = \frac{L\Delta I}{t} \rightarrow L = \frac{\varepsilon \cdot t}{\Delta I} = \frac{200 \cdot 0,25}{5} = 10H$ Javob: 10H

5. 10 A tok kuchida 0,6 W magnit oqim yuzaga keladigan solenoidning magnit maydonining energiyasini toping.

Berilgan	Formula	Yechish
$I = 10A$ $\Phi = 0,6W$ $W-?$	$\Phi = LI$ $W = \frac{LI^2}{2}$	$\Phi = LI \rightarrow L = \frac{\Phi}{I} = \frac{0,6}{10} = 0,06H$ $W = \frac{LI^2}{2} = \frac{0,06 \cdot 10^2}{2} = 3j$ Javob: 3 j

6. Agar 1 s ichida g'altakdagi tok kuchi 5 A dan 10 A gacha tekis o'zgaranda 60 V o'zinduksiya EYUK yuzaga kelsa, galtakning induktivligini aniqlang.

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 1s, I_1 = 5A$ $I_2 = 10A, \varepsilon = 60V$ $L-?$	$\varepsilon = \frac{L\Delta I}{t}$	$\varepsilon = \frac{L\Delta I}{t} \rightarrow L = \frac{\varepsilon \cdot t}{\Delta I} = \frac{60 \cdot 1}{10 - 5} = 12H$ Javob: 12 H

7. Induktivligi 6 mH bo'lgan g'altakdagi tok kuchi tekis o'zgarganda unda 8 mV o'zinduksiya EYUK yuzaga keladi. 3 s ichida tok kuchi qancha miqdorga o'zgaradi?

Berilgan	Formula	Yechish
$L = 6\text{mH} = 6 \cdot 10^{-3}\text{H}$ $\varepsilon = 8\text{mV} = 8 \cdot 10^{-3}\text{V}$ $t = 3\text{s}$ $\Delta I = ?$	$\varepsilon = \frac{L\Delta I}{t}$	$\varepsilon = \frac{L\Delta I}{t} \rightarrow \Delta I = \frac{\varepsilon \cdot t}{L} = \frac{8 \cdot 10^{-3} \cdot 3}{6 \cdot 10^{-3}} = 4\text{A}$ Javob: 4 A

8. Samolyot qanotlarining uchlari orasidagi masofa 20 m bo'lsa, uning 900 km/h tezlik bilan harakatlanishida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan maksimal EYUK (mV da) qanchaga teng? Yerning magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisi 0,03 mT, vertikal tashkil etuvchisi 0,04 mT.

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 20\text{m}$ $\vartheta = 900\text{km/h} = 250\text{m/s}$ $B_x = 0,03\text{mT} = 0,03 \cdot 10^{-3}\text{T}$ $B_y = 0,04\text{mT} = 0,04 \cdot 10^{-3}\text{T}$ $\alpha = 90^\circ$ $\varepsilon = ?$	$\varepsilon = B\vartheta l \sin \alpha$ $B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$	$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = 0,05 \cdot 10^{-3}$ $\varepsilon = B\vartheta l \sin \alpha =$ $= 0,05 \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 20 \cdot 1 =$ $= 250 \cdot 10^{-3} = 250\text{mV}$ Javob: 250 mV

Mavzuga doir mustaqil yechish uchun masalalar

1. 2 m uzunlikdagi o'tkazgich induksiya 0,2 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonda maydon chiziqlariga perpendikulyar ravishda 10 m/s tezlik bilan harakatlanmoqda. Tezlik vektori o'tkazgichga perpendikulyar va induksiya chiziqlari bilan 30° burchak hosil qiladi. O'tkazgichda induksiyalanadigan EYUK ni toping. (**Javob: 2**)

2. To'g'ri o'tkazgichda 0,3 V induksion EYUK yuzaga kelishi uchun uni induksiya 0,2 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonning chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan tekislikda, uchlardan biri orqali o'tuvchi o'q atrofida qanday burchak tezlik bilan aylantirish kerak? O'tkazgichning uzunligi 20 sm. (**Javob: 75**)

3. To'g'ri to'rtburchakli karkasning (simlardan yasalgan shakl) 10 sm uzunlikdagi bir tomoni boshqa ikki tomoni bilan elektr kontaktida qolgan holda ular bo'ylab 1 m/s tezlik bilan sirpanmoqda. To'g'ri to'rtburchakning tekisligi induksiya 0,01 T bo'lgan bir jinsli magnit maydonning induksiya chiziqlariga tik joylashgan. Harakat boshidan 0,9 s o'tgach, to'g'ri to'rtburchakdagi tok kuchini (mA da) toping. Simlarning uzunlik birligining qarshiligi $1 \Omega/\text{m}$. Boshlang'ich vaqt momentida to'g'ri burchakning yuzi nolga teng. (**Javob: 500**)

4. Uzunlik birligining qarshiligi $0,1 \Omega/\text{m}$ bo'lgan simdan kvadrat yasaldi va u induksiya 4 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda maydon chiziqlariga perpendikulyar holda o'rnatildi. Kvadratning ikki qarama-qarshi tomoni bo'ylab xuddi shu simdan tayyorlangan ulagich (o'tkazgich sim) qolgan ikki tomonga parallel qolgan holda 0,3 m/s tezlik bilan sirpanmoqda. Ulagich kvadratni teng

ikkiga bo'lgan paytda ulagichdan o'tuvchi tok (mA da) qanchaga teng bo'ladi?

(Javob: 6)

5. Uzunlik birligining qarshiligi $0,1 \Omega /m$ bo'lgan simdan muntazam uchburchak yasaldi va u induksiyasi 7 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda maydon chiziqlariga perpendikulyar holda o'rnatildi. Uchburchak bo'ylab xuddi shu simdan tayyorlangan ulagich uning bir tomoniga parallel qolgan holda $0,5 \text{ m/s}$ tezlik bilan sirpanmoqda. Ulagich uchburchak tomonlarining o'rtasi orqali o'tayotgan paytda ulagichdan o'tuvchi tok (mA da) qanchaga teng bo'ladi? **(Javob: 15)**

6. Uzunlik birligining qarshiligi $0,1 \Omega /m$ bo'lgan simdan 60° burchakli romb yasaldi va u induksiyasi 4 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda maydon chiziqlariga perpendikulyar holda ornatildi. Romb bo'ylab xuddi shu simdan tayyorlangan ulagich uning kichik diagonaliga parallel qolgan holda $0,5 \text{ m/s}$ tezlik bilan sirpanmoqda. Ulagich rombnig qo'shni tomonlarining o'rtasi orqali o'tayotgan paytda ulagichdan o'tuvchi tok (mA da) qanchaga teng bo'ladi? **(J: 8)**

7. Diametri 1 mm , solishtirma qarshiligi $10^{-7} \Omega \cdot m$ bo'lgan simdan aylanayasaldi va u induksiyasi 4 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda maydon chiziqlariga perpendikulyar holda o'rnatildi. Kontur bo'ylab qarshiligi juda kichik bo'lgan ulagich $0,3 \text{ m/s}$ tezlik bilan sirpanmoqda. Ulagich aylanani teng ikkiga bo'lgan paytda ulagichdan o'tuvchi tok (mA da) qanchaga teng bo'ladi? **(Javob: 12)**

8. Uzunlik birligining qarshiligi $0,01 \Omega /m$ bo'lgan simdan 17 sm radiusli aylana yasaldi va u induksiyasi 7 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda maydon chiziqlariga perpendikulyar holda o'rnatildi. Kontur bo'ylab xuddi shu simdan tayyorlangan ulagich $0,3 \text{ m/s}$ tezlik bilan sirpanmoqda. Ulagich aylanani teng ikkiga bo'lgan paytda sistemada issiqlik hosil bo'lishining quvvati (mkW da) qanchaga teng bo'ladi? $\pi = 3,14$ deb hisoblang. **(Javob: 84)**

9. Uzun sim φ burchak ostida bukildi ($tg\varphi = 3/4$) va induksiyasi $0,1 \text{ T}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonda maydon chiziqlariga perpendikulyar holda o'rnatildi. Burchak tomonlari bo'ylab xuddi shu simdan tayyorlangan ulagich tekis harakatlantirilmoqda: bunda u tomonlardan biri bilan hamma vaqt to'g'ri burchak hosil qilmoqda. Ulagich boshlang'ich paytda burchak uchidan $0,2 \text{ m}$ masofada, 1 s dan keyin esa $0,6 \text{ m}$ masofada joylashadi. Shu vaqt ichida sistemada qancha issiqlik (mJ da) ajralgan? Simning uzunlik birligining qarshiligi $0,01 \Omega /m$. **(Javob: 12)**

10. Induksiyasi 40 mT bo'lgan bir jinsli vertikal magnit maydonda joylashgan gorizontal Π -simon ramka bo'ylab qarshiligi $0,1 \Omega$, uzunligi 50 sm bo'lgan ulagich ishqalanishsiz harakatlanadi. Ulagichning harakat tezligi 1 m/s bo'lishi uchun unga qanday minimal kuch (mN da) qo'yish kerak? Ramkaning qarshiligi inobatga olinmasin. **(Javob: 4)**

11. Qiyaligi gorizontga 30° bo'lgan Π -simon ramka o'z tekisligiga tik yo'nalgan bir jinsli magnit maydonda joylashtirilgan. Ramka bo'ylab 30 g massali

ulagich ishqalanishsiz sirpanib tusha boshlaydi. Ulagichning uzunligi 10 sm, qarshiligi $2 \text{ m}\Omega$, maydon induksiyasi 0,1 T. Ulagichning barqaror harakat tezligini toping. Ramkaning qarshiligi inobatga olinmasin. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 3**)

12. Qiyaligi gorizontga 30° bo'lgan II-simon ramka bir jinsli vertikal magnit maydonda joylashtirilgan. Ramka bo'ylab 30 g massali ulagich ishqalanishsiz sirpanib tusha boshlaydi. Ulagichning uzunligi 10 sm, qarshiligi $1 \text{ m}\Omega$, maydon induksiyasi 0,1 T. Ulagichning barqaror harakat tezligini toping. Ramkaning qarshiligi inobatga olinmasin. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 2**)

13. Induktivligi 0,2 mH bo'lgan g'altakdagi tok kuchi reostat yordamida 100 A/s tezlik bilan tekis oshiriladi. G'altakda hosil bo'ladigan o'zinduksiya EYUK ning absolyut qiymati (mV da) qanday bo'ladi? (**Javob: 20**)

14. Induktivligi 6 mH bo'lgan g'altakdagi tok 40 A ga tekis orttirilganda 8 V o'zinduksiya EYUK yuzaga keldi. Tokni orttirish necha millisekund davom etgan? (**Javob: 30**)

15. G'altak orqali 5 A tok o'tkazilganda unda induksiyasi 3 T bo'lgan magnit maydon paydo bo'ladi. Agar g'altakning ko'ndalang kesim yuzasi 100 cm^2 , o'ramlar soni esa 2500 ta bo'lsa, g'altakning induktivligini aniqlang. (**Javob: 15**)

16. Kontur bo'ylab oqayotgan 10 A tok vositasida hosil bo'lib, uning sirti orqali o'tuvchi magnit oqim 0,9 mW ga teng. Tok kuchi 1 ms da 5 A gacha tekis kamayganda konturda hosil bo'luvchi o'zinduksiya EYUK ni (mV da) aniqlang. (**Javob: 450**)

17. Induktivligi 0,1 mH, yuzi 20 cm^2 bo'lgan berk o'ram induksiyasi 2 mT bo'lgan bir jinsli magnit maydonda induksiya chiziqlarga perpendikulyar holda joylashtiriladi. So'ngra o'ram o'ta o'tkazuvchanlik holatigacha sovutiladi va maydon o'chirib qo'yiladi. Shundan so'ng konturdagi tok kuchi (mA da) qanday bo'ladi? (**Javob: 40**)

18. 50 cm^2 yuzali 200 ta o'ramdan iborat bo'lgan 2 H induktivlikli g'altak o'z o'qiga parallel bo'lgan 60 mT induksiyali bir jinsli magnit maydonda joylashtiriladi. G'altakning o'rami o'ta o'tkazuvchanlik holatigacha sovutiladi, keyin esa g'altak 60° ga buriladi. G'altakda qanday tok kuchi (mA da) yuzaga keladi? (**Javob: 15**)

19. Qarshiligi 10Ω bo'lgan g'altakda 50 V kuchlanish saqlab turiladi. Agar g'altakning induktivligi 20 mH bo'lsa, unda jamlangan magnit maydon energiyasi (mJ da) qanchaga teng? (**Javob: 250**)



Turli xil mexanik harakatlar orasida takrorlanib turadigan harakatlar ham uchraydi. Masalan, moddiy nuqtaning aylana bo‘ylab tekis harakati takrorlanuvchi harakatdir: tekis aylanayotgan moddiy nuqta har bir yangi aylanishida bir xil vaziyatlardan o‘tadi, shu bilan birga, avvalgi tartibda va o‘shanday tezlik bilan o‘tadi. Ana shunday takrorlanuvchanlik xossasiga soat mayatnigining tebranishi, ko‘priklarning, musiqa asboblarida torlarning titrashi, yurak urishi va nafas olish, paroxodlarning suv to‘lqinlarida tebranishi, o‘zgaruvchan tok va uning elektromagnit maydoni, atomda elektronlarning harakati, qattiq jism kristall panjarasi tugunlaridagi ionlarning harakati va hokazolar egadir. Teng vaqtlar ichida takrorlanib turadigan harakatlar davriy harakat deyiladi. Harakati o‘rganilayotgan sistemada jismlar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchlarini ichki kuchlardeyiladi. Sistemadagi jismlarga shu sistemadan tashqaridagi jismlarning ta’sir kuchi tashqi kuchlar deb ataladi. Tebranma harakat qila oladigan sistema shunday bir vaziyatga egaki, u o‘z holicha bu vaziyatda qoldirilganda istalgancha uzoq vaqt davomida bo‘la oladi. Bu muvozanat vaziyatdir. Sistema to‘g‘ri chiziq yoki yoy bo‘ylab harakatlanib, o‘zining muvozanat vaziyatidan goh bir tomonga, goh qarama-qarshi tomonga chiqishidan iborat davriy harakat tebranma harakat yoki tebranishlar deyiladi. Tebranayotgan sistemaga ko‘rsatilayotgan ta’sirning xarakteriga qarab, tebranishlar erkin (yoki xususiy) va majburiytebranishlarga bo‘linadi. Bir marta turtki berilgandan yoki muvozanat vaziyatidan chiqarilgandan so‘ng ichki kuchlar ta’sirida yuzaga keladigan tebranishlar erkin tebranishlar deyiladi. Bunga misol qilib ipga osib qo‘yilgan sharcha (mayatnik)ning tebranishini olish mumkin. Tebranishlar vujudga kelishi uchun sharchani turtib yuborish yoki uni muvozanat holatidan chetga chiqarib qo‘yib yuborish kifoya.

Davriy ravishda o‘zgaruvchan tashqi kuchlarning ta’siri ostida bo‘ladigan tebranishlar majburiy tebranishlar deb ataladi. Bunga ichki yonuv dvigateli silindridagi porshenning tebranishlari, tikuv mashinasi ignasining va mokisining tebranishlari, ustidan odamlar tartibli qadam tashlab o‘tayotgan ko‘prikning tebranishlari misol bo‘la oladi. Tebranishlar fizik tabiati va murakkablik darajasi jihatidan mexanik, elektromagnit, elektromexanik va hokazo tebranishlarga bo‘linadi. Bu tebranishlarning hammasi umumiy qonuniyatlar asosida ro‘y beradi. Eng sodda tebranish bu garmonik tebranishdir. Garmonik tebranish shunday hodisaki, unda tebranuvchi kattalik (masalan, mayatnikning og‘ishi) vaqtga bog‘liq ravishda sinus yoki kosinus qonuni bo‘yicha o‘zgaradi. Bu turdagi tebranish

quyidagi ikki sababga ko‘ra juda muhimdir: birinchidan, tabiatda va texnikada uchraydigan tebranishlar o‘z xarakteri bilan garmonik tebranishlarga yaqin; ikkinchidan, boshqacha ko‘rinishdagi (vaqtga qarab o‘zgaradigan) davriy tebranishlarni ustma-ust tushgan bir necha garmonik tebranishlar sifatida tasavvur qilish mumkin. Biz mexanik garmonik tebranishlar ustida to‘xtalib o‘tamiz.

Garmonik tebranishlarning asosiy qonuniyatlari va xarakteristikalarini bilan moddiy nuqtaning aylana bo‘ylab tekis harakatida tanishish qulay. Faraz qilaylik, M moddiy nuqta x_0 radiusli aylana bo‘ylab soat strelkasi harakati yo‘nalishiga teskari yo‘nalishda o‘zgarmas burchak tezlik bilan harakatlanayotgan bo‘lsin. U holda bu M nuqtaning vertikal diametrga bo‘lgan proyeksiyasi N nuqta O muvozanat vaziyati atrofida davriy tebranishda bo‘ladi.

Bu proyeksiyaning siljish, tezlik va tezlanish tenglamasi.

$$x = x_0 \sin(\omega t + \phi_0) \quad (25.1)$$

$$v = x' = v_0 \cos(\omega t + \phi_0) \quad (25.2)$$

$$a = v' = -a_0 \sin(\omega t + \phi_0) \quad (25.3)$$

Matematik mayatnik deb, vaznsiz va cho‘zilmaydigan uzun ipga osilgan va og‘irlik kuchi ta‘sirida tebranma harakat qila oladigan moddiy nuqtaga aytiladi. Uzun ingichka ipga osilgan kichikroq og‘ir sharcha matematik mayatnik bo‘la oladi. Matematik mayatnikning xususiy tebranish davri quyidagicha bo‘ladi:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (25.4)$$

Prujinaga osib qo‘yilgan m massali yuk (sharcha) dan iborat sistemani qarab chiqaylik. Bunda prujinaning massasi yukning massasiga nisbatan juda kichik bo‘lsin. Bunday sistemani **prujinali mayatnik deyiladi**.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (25.5)$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Tebranishlar chastotasi 440 Hz bo‘lsa, moddiy nuqta 5 s ichida necha marta to‘liq tebranadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$v = 440 \text{ Hz}$ $t = 5 \text{ s}$ $N = ?$	$v = \frac{N}{t}$	$v = \frac{N}{t} \rightarrow N = v \cdot t = 440 \cdot 5 = 2200 \text{ ta}$ <p style="text-align: right;">Javob: 2200 ta</p>

2. Moddiy nuqta $x = 2 \sin(\pi t/3 + \pi/2)$ qonun bo‘yicha garmonik tebranadi. Bunda barcha kattaliklar SI birliklarida berilgan. Tebranishlar davrini aniqlang.

Berilgan	Formula	Yechish
$\omega = \frac{\pi}{3}$ $T-?$	$\omega = \frac{2\pi}{T}$	$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi/3} = 6rad/s$ Javob: 6 rad/s

3. Garmonik tebranishlar $x = A \sin \omega t$ qonun bo'yicha sodir bo'ladi. $\pi/6$ rad fazada siljish 4 sm ga teng. Tebranishlar amplitudasini (sm da) aniqlang.

Berilgan	Formula	Yechish
$\phi = \frac{\pi}{6}$ $x = 4sm$ $x_0-?$	$x = x_0 \sin \phi$	$x = x_0 \sin \phi \rightarrow x_0 = \frac{x}{\sin \phi} = \frac{4}{\sin \pi/6} = \frac{4}{1/2} = 8$ Javob: 8 sm

4. Agar matematik mayatnikning uzunligi 5 sm ga qisqartirilganda, tebranishlar chastotasi 1,5 marta ortsa, uning dastlabki uzunligini (sm da) aniqlang.

Berilgan	Formula	Yechish
$l_1 = l$ $l_2 = l - 5$ $v_1 = v$ $v_2 = 1,5v$ $l-?$	$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{l/g}}$	$\begin{cases} v_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_1}} \\ v_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l_2}} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}} \Rightarrow \frac{1}{1,5} = \sqrt{\frac{l-5}{l}}$ $l = 9sm$ Javob: 9 sm

5. Uzunligi 0,1 m bo'lgan matematik mayatnik 0,007 m amplituda bilan garmonik tebranadi. Mayatnik yukining eng katta harakat tezligini (sm/s da) aniqlang. $g = 10m/s^2$.

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 0,1m$ $x_0 = 0,007m$ $g = 10m/s^2$ $a_0-?$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ $\vartheta_0 = x_0 \omega$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = 10rad/s$ $\vartheta_0 = x_0 \omega = 0,007 \cdot 10 = 0,07m/s = 7sm/s$ Javob: 7 sm/s

6. Matematik mayatnik tebranishlarining xususiy davriy chastotasi qandaydir planetada 5 rad/s ni tashkil etadi. Agar mayatnikning uzunligi 0,4 m bo'lsa, shu planetada og'irlik kuchining tezlanishi qanchaga teng?

Berilgan	Formula	Yechish
$l = 0,4m$ $\omega = 5rad/s$ $g-?$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \rightarrow g = \omega^2 \cdot l = 5^2 \cdot 0,4 = 10m/s^2$ Javob: 10 m/s²

7. Oydagi matematik mayatnikning uzunligi (sm da) qanday bo'lganida, uning tebranishlar davri Yerdagi joylashgan 54 sm uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranishlar davriga teng bo'ladi? Oydagi og'irlik kuchining tezlanishi Yerdagidan 6 marta kichik.

Berilgan	Formula	Yechish
$l_2 = 54\text{sm}$ $T_1 = T_2$ $g_2 = 6g$ $g_1 = g$ $l_1 - ?$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	$\begin{cases} T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g_1}} \\ T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g_2}} \end{cases} \rightarrow T_1 = T_2 \rightarrow 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g_2}}$ $2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g_1}} = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g_2}} \rightarrow \frac{l_1}{g_1} = \frac{l_2}{g_2} \rightarrow l_1 = \frac{g_1 \cdot l_2}{g_2} = 9\text{sm}$ <p style="text-align: right;">Javob: 9 sm</p>

8. $x = A \cos \omega t$ qonun bo'yicha tebranayotgan nuqta harakat boshidan necha sekund o'tgach, boshlang'ich vaziyatdan amplitudaning yarmiga teng bo'lgan masofaga siljiydi? Tebranishlar davri 24 s.

Berilgan	Formula	Yechish
$x = \frac{A}{2}$ $T = 24\text{s}$ $t - ?$	$x = A \cos \omega t$	$x = A \cos \omega t \rightarrow \frac{A}{2} = A \cos \omega t \rightarrow \cos \omega t = \frac{1}{2}$ $\omega t = \frac{\pi}{3} \rightarrow \frac{2\pi}{T} t = \frac{\pi}{3} \rightarrow t = \frac{T}{6} = 4\text{s}$ <p style="text-align: right;">Javob: 4 s</p>

9. Matematik mayatnik 0,36g tezlanish bilan tushayotgan tezyurar lift kabinasiga joylashtirilganda, uning tebranishlar davri necha foizga ortadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$a = 0,36g$ $T - ?$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \pm a}}$	$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \pm a}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g - a}}$ $= 2\pi \sqrt{\frac{l}{0,64g}} = 1,25 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}; T_2 = 1,25T_1$ <p style="text-align: right;">Javob: 25%</p>

10. Bikrligi 100 N/m bo'lgan yengil prujinaga osilgan 250 g massali kichkina sharcha garmonik tebranishlarining davriy chastotasi qanchaga teng?

Berilgan	Formula	Yechish
$k = 100\text{N/m}$ $m = 250\text{g} = 0,25\text{kg}$ $\nu - ?$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,25}{100}} = 2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 0,1\pi$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = 20\text{rad/s}$ <p style="text-align: right;">Javob: 20 rad/s</p>

11. Prujinaga osilgan 0,1 kg massali yuk garmonik tebranadi. Unga massasi 300 g bo'lgan yuk mahkamlab qo'yilganda tebranishlar davri necha marta ortadi?

Berilgan	Formula	Yechish
$m_1 = 0,1\text{kg}$ $m_2 = 0,1 + 0,3 = 0,4\text{kg}$ $T_2/T_1 - ?$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	$\begin{cases} T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k}} \\ T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}} \end{cases} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = 2$ <p style="text-align: right;">Javob: 2</p>

Mavzuga doir mustaqil yechish uchun masalalar

1. Torning nuqtasi 1 kHz chastota bilan tebranadi. Agar tebranishlar amplitudasi 1 min bo'lsa, shu nuqta 1,2 s da qanday yo'lni (sm da) bosib o'tadi?

(Javob: 480)

2. Prujinaga osilgan sharcha $x = A \sin(\pi t/4)$ qonun ho'yicha tebranadi. Harakat boshlanganidan so'ng, sharcha necha sekund ichida o'z tebranishlarining amplitudasiga son jihatdan teng bo'lgan yo'lni bosib o'tadi? **(Javob: 2)**

3. Prujinaga osilgan sharcha $x = 4 \cos(\pi t/16)$ qonun bo'yicha tebranadi. Harakat boshlanganidan so'ng, sharcha necha sekund ichida o'z tebranishlarining uchta amplitudasiga son jihatdan teng bo'lgan yo'lni bosib o'tadi? **(Javob: 24)**

4. Mayatnik 2 sm ga og'dirildi va qo'yib yuborildi. Agar mayatnikning tebranishlar davri 8 s bo'lsa, 10 s ichida u qanday yo'l (sm da) o'tadi? **(Javob: 10)**

5. Prujinaga osilgan yukcha 2 sm amplituda bilan to'g'ri chiziq bo'ylab tebranadi. Tebranishlar davri 2 s. Muvozanat vaziyatidan boshlab muvozanat vaziyatidan maksimal og'ishgacha bo'lgan oraliqda yuk harakatining o'rtacha tezligini (sm/s da) aniqlang. **(Javob: 4)**

6. $x = A \sin \omega t$ qonun bo'yicha tebranayotgan nuqta harakat boshidan necha sekund o'tgach, muvozanat vaziyatidan amplitudaning yarmiga teng bo'lgan masofaga siljiydi? Tebranishlar davri 24 s. **(Javob: 2)**

7. Tebranayotgan nuqtaning amplitudaning birinchi yarmini bosib o'tish vaqti ikkinchi yarmini bosib o'tish vaqtdan necha marta kichik? Tebranishlar $x = A \sin \omega t$ qonun bo'yicha yuz beradi. **(Javob: 2)**

8. Nuqtaning garmonik tebranishlari amplitudasi 6 sm, maksimal tezligi esa 1,2 m/s bo'lsa, tebranishlarning siklik chastotasi qanchaga teng? **(Javob: 20)**

9. Ikki moddiy nuqta garmonik tebranmoqda. Birinchi nuqtaning maksimal tezligining miqdori 4 m/s ga teng. Agar ikkinchi nuqtaning tebranishlar davri birinchi nuqtanikidan 3 marta katta, tebranishlar amplitudasi esa 6 marta katta bo'lsa, uning maksimal tezligining miqdori qanday? **(Javob: 8)**

10. Moddiy nuqta muvozanat vaziyatidan 4 sm ga siljiganida uning tezligi 6 sm/s ga, 3 sm ga siljiganida esa 8 sm/s ga teng. Siklik chastotani toping. **(Javob: 2)**

11. Moddiy nuqta muvozanat vaziyatidan 4 sm ga siljiganida uning tezligi 6 sm/s ga, 3 sm ga siljiganida esa 8 sm/s ga teng. Tebranishlar amplitudasini (sm da) toping. **(Javob: 5)**

12. Ikki moddiy nuqta garmonik tebranmoqda birinchisi - 36 rad/s davriy chastota bilan, ikkinchisi - 9 rad/s davriy chastota bilan. Agar ularning tebranishlar amplitudasi bir xil bo'lsa, birinchi nuqtaning maksimal tezlanishining qiymati ikkinchi nuqtaning maksimal tezlanishidan necha marta katta? **(Javob: 16)**

13. Birinchi matematik mayatnikning uzunligi ikkinchi matematik mayatnikning uzunligidan 4 marta katta. Ikkinchi mayatnik tebranishlar

chastotasining birinchi mayatnik tebranishlar chastotasiga nisbatini toping. (**J: 2**)

14. Ikkita matematik mayatnikning biri 40 marta tebranganida, ikkinchisi 20 marta tebranadi. Ikkinchi mayatnikning uzunligi birinchisining uzunligidan necha marta katta? (**Javob: 4**)

15. Matematik mayatnik Yerdan boshqa planetaga ko'chirilganda, uning tebranishlar davri 3 marta ortdi. Agar Yerning radiusi planetaning radiusidan 2 marta katta bo'lsa, Yerning massasi planetaning massasidan necha marta katta? (**J: 36**)

16. Mayatnikli soatda tebranishlar davri 1 s bo'lgan matematik mayatnikdan foydalaniladi. Soat o'zgarimas tezlanish bilan ko'tarila boshlaydigan raketaga joylashtiriladi. Agar ko'tarilishning 7 sekundida soatning mayatnigi 8 marta to'liq tebransa, raketaning tezlanishi qanchaga teng? $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 3**)

17. Ipga osilgan 0,1 kg massali sharcha garmonik tebranadi. Agar sharchaga 200 mkC zaryad berilsa va kuchlanganligi 40 kV/m bo'lgan, vertikal pastga yo'nalgan bir jinsli elektr maydonda joylashtirilsa, tebranishlar chastotasi necha marta ortadi? $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 3**)

18. Uzunligi 20 m bo'lgan ipga osilgan 499 g massali sharchaga gorizontal uchayotgan 1 g massali o'q kelib tegadi va uning ichida tiqilib qoladi. Agar zarb oqibatida sharcha 4 sm ga og'gan bo'lsa, o'qning tezligi qanchaga teng bo'lgan? $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 14**)

19. Ikkita parallel iplarga bir xildagi elastik sharchalar shunday osilganki, bunda ular bir- biriga tegib turadi va ularning markazi bir sathda joylashgan. Uzunligi 40 sm bo'lgan birinchi sharchaning ipini kichik burchakka og'dirib, qo'yib yuboriladi. Shundan qancha vaqt (ms da) o'tgach. sharchalarning ikkinchi to'qnashuvi yuz beradi? Ikkinchi sharcha ipining uzunligi 10 sm. $g = 10 \text{ m/s}^2$. $\pi = 3,14$. (**Javob: 628**)

20. Bikrliklari 400 N/m va 100 N/m bo'lgan prujinalarga osilgan ikkita sharcha bir xil davrlar bilan vertikal garmonik tebranmoqda. Bir sharchaning massasi boshqasining massasidan necha marta katta? (**Javob: 4**)

21. Elastik rezina shnurga osilgan yuk garmonik tebranadi. Agar yuk xuddi shunday, lekin ikki buklangan shnurga mahkamlansa, tebranishlar davri necha marta kamayadi? (**Javob: 2**)

22. Kichik yuk yengil prujinaga osilgan. Agar yukning shu prujinadagi xususiy davriy chastotasi 5 rad/s bo'lsa, yuk olib qo'yilgach prujina necha santimetrqa qisqaradi? $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 40**)

23. Vertikal holatda mahkamlangan dinamometrqa yuk osib qo'yildi. Bunda yuk 10 rad/s chastota bilan garmonik tebrana boshladi. Yuk tebranishdan to'liq to'xtagach dinamometr prujinasining deformatsiyasini (sm da) toping. $g = 10 \text{ m/s}^2$. (**Javob: 10**)

24. 0,2 kg massali yuk bikrligi 125 N/m bo'lgan prujinada garmonik

tebranmoqda. Tebranishlar amplitudasi 0,08 m bo'lsa, yukning eng katta tezlanishini aniqlang. (**Javob: 50**)

25. Prujinaga ilingan 50 g massali sharcha 5 sm amplituda bilan garmonik tebranmoqda. Sharchaga ta'sir etadigan qaytaruvchi kuchning (mN da) maksimal qiymatini toping. Tebranishlarning siklik chastotasi 2 rad/s. (**Javob: 10**)

26. Yengil prujinaga osilgan kichik sharcha 2 sm amplituda bilan vertikal garmonik tebranadi. Tebranishlarning to'la energiyasi 0,3 mJ. Sharcha muvozanat vaziyatidan qanchaga siljiganida (mm da) unga 22,5 mN qaytaruvchi kuch ta'sir qiladi? (**Javob: 15**)

27. Prujinaga osilgan kichkina yuk muvozanat holatidan chiqarildi va qo'yib yuborildi. Necha millisekunddan keyin yukning kinetik energiyasi prujinaning potensial energiyasidan 3 marta katta bo'ladi? Tebranishlar davri 0,9 s. (**Javob: 150**)

28. Prujinali mayatnik muvozanat vaziyatidan chiqarildi va qo'yib yuborildi. Qanday vaqtdan keyin (ms da) tebranayotgan jismning kinetik energiyasi prujinaning potensial energiyasiga teng bo'ladi? Tebranishlar davri 1 s. (**Javob: 126**)

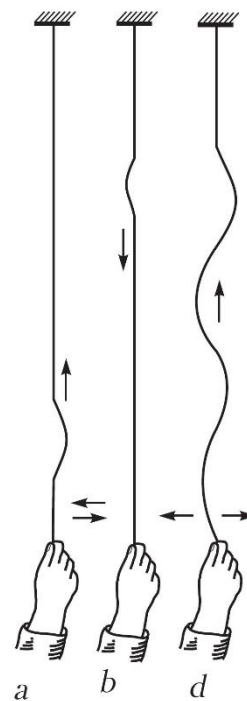
29. Prujinaga osilgan sharcha muvozanat vaziyatidan vertikal pastga qarab 3 sm ga tortildi va unga 1 m/s boshlang'ich tezlik berildi. So'ngra sharcha 25 rad/s davriy chastota bilan vertikal garmonik tebrana boshladi. Shu tebranishlarning amplitudasini (sm da) toping. (**Javob: 5**)

30. Silliq polda yotgan 249 g massali brusok gorizontaal prujina yordamida vertikal devor bilan ulangan. Prujina o'qi bo'ylab 50 m/s tezlik bilan uchayotgan 1 g massali o'q brusokka kelib tegadi. Brusok o'zida tiqilib qolgan o'q bilan birgalikda 4 sm amplituda bilan tebrana boshlaydi. Shu tebranishlarning davriy chastotasi qanchaga teng? (**Javob: 5**)



Har qanday (qattiq, suyuq va gazsimon) jismning zarralari orasida o‘zaro tutinish kuchlari mavjud bo‘lib, zarralar bir-biriga nisbatan siljiganda elastiklik kuchlari yuzaga keladi. Shu sababli qattiq, suyuq va gaz holatdagi muhit elastik muhit deb ataladi. Agar elastik muhitning biror joyidagi zarra tebranma harakatga keltirilsa, u holda elastiklik kuchlari tufayli zarraning tebranishlari muhitning qo‘shni zarralariga uzatiladi. Biror vaqtdan so‘ng tebranishlar butun muhitga tarqaladi. Mexanik tebranishlarning muhitda tarqalish jarayoni mexanik to‘lqin deb ataladi. To‘lqin tarqalayotgan muhitning zarralari to‘lqin bilan birga ko‘chmaydi, ular faqat o‘z muvozanat holatlari atrofida tebranib turadi, xolos.

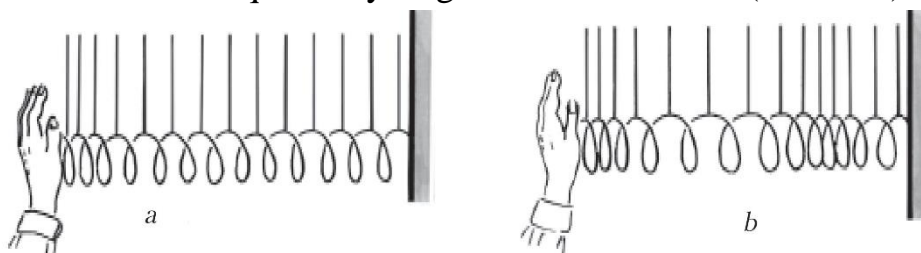
Barcha zarralarning tebranishi turli fazalar bilan bo‘ladi: zarra tebranish markazidan qancha uzoqda joylashgan bo‘lsa, u shuncha kech tebrana boshlaydi, ya’ni uning tebranishi faza jihatdan shuncha ko‘p orqada qoladi. Tebranishlarning tarqalishini quyidagi tajriba yordamida kuzatish mumkin. Aytaylik, bir uchi mahkamlangan uzun rezina shnur berilgan bo‘lsin. Agar shnurning ikkinchi uchidan biroz tortib turib, tebranma harakatga keltirilsa (shnur uchidan ushlab siltab yuborilsa), hosil bo‘lgan bukilish shnur bo‘ylab ma’lum bir tezlik bilan „chopadi“ (1-a rasm). Bukilish shnur mahkamlangan joyga borgach, orqaga qaytadi va qarama-qarshi yo‘nalishda tarqala boshlaydi (1-b rasm). Agar shnurning uchini uzluksiz tebrantirib turilsa, shnur bo‘ylab to‘lqin tarqaladi (1-d rasm). Shnur qancha tarang tortilsa, to‘lqin shuncha tez tarqaladi. To‘lqinning tarqalishida faqat shnur shaklining o‘zgarib turishini, biroq shnurning har bir qismi o‘zining o‘zgarmas muvozanat vaziyatiga nisbatan tebranishini kuzatish mumkin.



1 - rasm.

Ko‘ndalang va bo‘ylama to‘lqinlar: Zarralarning tebranishi to‘lqin tarqalayotgan yo‘nalishga nisbatan qanday yo‘nalganligiga qarab, to‘lqinlar ko‘ndalang va bo‘ylama to‘lqinlarga ajratiladi. Ko‘ndalang to‘lqinlarda muhitning zarralari to‘lqin tarqalayotgan yo‘nalishga perpendikular yo‘nalishda tebranadi. Shnur bo‘ylab tarqalayotgan to‘lqin ko‘ndalang to‘lqin (1-rasmga q.) bo‘ladi. Bo‘ylama to‘lqinda muhitning zarralari to‘lqin tarqalayotgan yo‘nalish bo‘yicha tebranadi. Bo‘ylama to‘lqinni katta diametrli uzun yumshoq prujina yordamida

kuzatish qulay. Prujinaning erkin uchiga kaft bilan urib qo'yilsa (2-a rasm), prujina siqilishining prujina bo'ylab tarqalishini kuzatish mumkin. Prujina uchiga ketma-ket bir necha marta urib, prujina bo'ylab ketma-ket tarqaluvchi siqilish va cho'zilishlardan iborat to'lqinlarni yuzaga keltirish mumkin (2-b rasm).



2 - rasm.

Shunday qilib, muhitning har bir zarrasi o'zining muvozanat vaziyati atrofida tebranadi, to'lqin esa garmonik tebranishlarning zarradan zarraga qanday uzatilishini ko'rsatadi. To'lqinning tarqalish yo'nalishi nur deb ataladi. To'lqin muhitda tebranma harakat energiyasini eltadi, muhit moddasi esa ko'chmaydi. Demak, nur muhitda tebranma harakat energiyasining uzatilish yo'nalishini ko'rsatadi. Tebranma harakatga keltirilgan boshlang'ich zarra (vibrator) deyiladi. Vibratorning energiyasi zarradan zarraga tarqalib, to'xtovsiz kamayib boradi va to'lqin jarayon borgan sari so'nib, oxiri to'xtab qoladi. Uzluksiz to'lqin jarayonni saqlab turish uchun vibratorga tashqaridan to'xtovsiz energiya berib turish kerak.

To'lqin mavjud ekan, muhitning zarralari o'zlarining muvozanat holatlari atrofida doim tebranib turadi. Shu bilan birga, turli zarralar faza bo'yicha siljigan holda tebranadi. Vaqtning ayni bir paytida siljish kattaligi va yo'nalishi bir xil bo'lgan zarralar bir xil fazada tebranadi. Masalan, tebranishlar bir davr ichida zarraga yetib borganda zarralar aynan bir xil tebranadilar: zarra muvozanat vaziyatida bo'lib, yuqoriga tomon harakatlenganda zarra ham muvozanat vaziyatida bo'ladi va yuqoriga tomon harakatlanadi. Bir xil fazada tebranayotgan ketma-ket olingan ikki zarra orasidagi masofa to'lqin uzunligideb ataladi va λ (lambda) harfi bilan belgilanadi. Ko'ndalang to'lqinda ikki qo'shni qavariqlik yoki botiqlik orasidagi masofa, bo'ylama to'lqinda esa ikkita qo'shni siyraklanish yoki zichlanish orasidagi masofa to'lqin uzunligi bo'ladi.

To'lqin zarralarining tebranish davri T to'lqin davri deb, tebranish chastotasi ν to'lqin chastotasi deb yuritiladi. Bir davr davomida to'lqin λ masofaga siljiydi. Elastik muhitda tebranishlar doimiy tezlik bilan tarqaladi. To'lqin o'tgan yo'lining uning shu yo'lni o'tgan vaqtiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalik to'lqinning tarqalish tezligi yoki sodda qilib to'lqin tezligi deb ataladi:

$$v = \lambda \cdot \nu \quad (27.1)$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad (27.2)$$

$$\lambda = v \cdot T \quad (27.3)$$

bo'ladi. Shunday qilib, to'lqin tezligi to'lqin uzunligi bilan tebranishlar chastotasining ko'paytmasiga teng bo'ladi.

To'lqinning tarqalish tezligi uning eng muhim xarakteristikalaridan biridir. Tajribalar tebranishlar chastotasi juda katta bo'lmagan hollarda berilgan muhitda to'lqinning tarqalish tezligi chastotaga bog'liq bo'lmasligini va faqat muhitning holati va fizik xususiyatlari bilan aniqlanishini ko'rsatadi. To'lqin bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda, boshqa fizik kattaliklar kabi, to'lqinning tarqalish tezligi ham o'zgaradi, ammo chastotasi o'zgarmaydi. Bundan to'lqin bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganida to'lqin uzunligi o'zgaradi, degan xulosa kelib chiqadi. Berilgan muhitda to'lqinning tezligi katta bo'lsa, ma'lum tebranishlar chastotasiga mos keluvchi to'lqin uzunligi ham katta bo'ladi.

Tabiatda ko'p hollarda muhitda bir vaqtning o'zida bir necha xilma-xil to'lqin tarqaladi. Masalan, uyda ko'pchilik suhbat qurib o'tirgan bo'lsa, bir necha tovush to'lqini bir-biriga qo'shib ketadi. Kuzatishlar va tekshirishlarning ko'rsatishicha, agar muhitda bir necha tebranish manbalari bo'lsa, ulardan chiqqan to'lqinlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda tarqaladi va tarqalish yo'nalishida o'zaro uchrashgandan keyin ham tarqalishda davom etadi. Bu holat to'lqin jarayonlarining mustaqillik prinsipi deb ataladi. Bu prinsip o'rinli bo'lgan barcha hollarda muhit zarralarining tebranishi zarralarning har bir to'lqin alohida-alohida tarqalgan vaqtdagi tebranishlarining geometrik yig'indisidan iborat bo'ladi. Demak, to'lqinlar bir-birini buzmasdan, to'g'ridan-to'g'ri qo'shilar ekan. Tajribadan kelib chiqadigan bu fikr to'lqinlarning superpozitsiya (qo'shilishi) prinsipideb ataladi. Masalan, suvga ikkita tosh tashlaganda suv betida hosil bo'lgan to'lqinlarning tarqalishida ularning o'zaro uchrashish joyida har qaysi to'lqin tomonidan hosil qilingan tebranishlar bir-biri bilan qo'shiladi. Qo'shilish natijasida hosil bo'luvchi tebranish uchrashayotgan to'lqinlarning fazalari, davrlari va amplitudalariga bog'liq bo'ladi. Davrlari (yoki chastotalari) bir xil va fazalar farqi vaqt bo'yicha o'zgarmaydigan to'lqinlar kogerent to'lqinlardeb ataladi. Bunday to'lqinlarni hosil qiluvchi manbalar kogerent manbalar deb ataladi. Kogerent to'lqinlarning qo'shilish hodisasi to'lqinlar interferensiyasi deyiladi

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Elastik muhitda tarqalayotgan to'lqin, muhit zarralari 35 marta tebranguncha, 70 m masofani o'tsa, to'lqin uzunligi necha metr?

Berilgan	Formula	Yechish
$N = 35$ $S = 70m$ $\lambda - ?$	$S = N \cdot \lambda$	$S = N \cdot \lambda \rightarrow \lambda = \frac{S}{N} = \frac{70}{35} = 2m$ Javob: 2 m

2. Ip (tizimcha) bo‘ylab chastotasi 4 Hz bo‘lgan tebranishlar 8 m/s tezlik bilan tarqalmoqda. to‘lqin uzunligi qanday (m).

Berilgan	Formula	Yechish
$v = 4\text{Hz}$ $\vartheta = 8\text{m/s}$ $\lambda = ?$	$\lambda = \frac{\vartheta}{v}$	$\lambda = \frac{\vartheta}{v} = \frac{8}{4} = 2\text{m}$ Javob: 2 m

3. Tovush to‘lqinining uzunligi 8 m, davri 0,02 s bo‘lsa, uning tarqalish tezligi qanday (m/s) bo‘ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$\lambda = 8\text{m}$ $T = 0,02\text{s}$ $\vartheta = ?$	$\lambda = \vartheta \cdot T$	$\lambda = \vartheta \cdot T \rightarrow \vartheta = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{0,02} = 400\text{m/s}$ Javob: 400 m/s

4. Tebranish chastotasi 165 Hz bo‘lgan to‘lqin 330 m/s tezlikda tarqalmoqda. To‘lqin uzunligi qanday (m)?

Berilgan	Formula	Yechish
$v = 165\text{Hz}$ $\vartheta = 330\text{m/s}$ $\lambda = ?$	$\lambda = \frac{\vartheta}{v}$	$\lambda = \frac{\vartheta}{v} = \frac{330}{165} = 2\text{m}$ Javob: 2 m

5. Suv yuzida tarqalayotgan to‘lqin tufayli po‘kak 5 s da 10 marla tebrandi. Agar to‘lqinning ikkita qo‘shni do‘ngligi orasidagi masofa 1 m bo‘lsa, uning tarqalish tezligi qanday m/s?

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 5\text{s}$ $N = 10\text{ta}$ $\lambda = 1\text{m}$ $\vartheta = ?$	$T = \frac{t}{N}$ $\lambda = \vartheta \cdot T$	$T = \frac{t}{N} = \frac{5}{10} = 0,5\text{s}$ $\lambda = \vartheta \cdot T \rightarrow \vartheta = \frac{\lambda}{T} = \frac{1}{0,5} = 2\text{m}$ Javob: 2 m

6. Kuzatuvchi dengiz to‘lqinining 2 ta botiqligi orasidagi masofa 12 m ekanligini aniqladi. Agar uning yonidan har 6 s da bitta to‘lqin do‘ngligi o‘tib tursa, to‘lqin tarqalish tezligi necha m/s bo‘ladi?

Berilgan	Formula	Yechish
$\lambda = 12\text{m}$ $t = 6\text{s}$ $N = 1\text{ta}$ $\vartheta = ?$	$T = \frac{t}{N}$ $\lambda = \vartheta \cdot T$	$T = \frac{t}{N} = \frac{6}{1} = 6\text{s}$ $\lambda = \vartheta \cdot T \rightarrow \vartheta = \frac{\lambda}{T} = \frac{12}{6} = 2\text{m}$ Javob: 2 m

7. Qayiq 1,5 m/s tezlik bilan tarqalayotgan to‘lqin ustida tebranmoqda. To‘lqinning bir-biriga eng yaqin ikki do‘ngligi orasidagi masofa 9 m. Qayiqning tebranishlar davrini toping (s).

Berilgan	Formula	Yechish
$\lambda = 9\text{m}$ $\vartheta = 1,5\text{m/s}$ $T = ?$	$\lambda = \vartheta \cdot T$	$\lambda = \vartheta \cdot T \rightarrow T = \frac{\lambda}{\vartheta} = \frac{9}{1,5} = 6\text{s}$ Javob: 6 s

8. Kuzatuvchi sirena tovushini tovush chiq-qandan 5 s o‘tgach eshitdi. Agar sirena tovushining chastotasi 2 kHz, to‘lqin uzunligi 15 sm bo‘lsa, u kuzatuvchidan qanday masofada bo‘lgan (m)?

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 5s$ $v = 2kHz = 2000Hz$ $\lambda = 15sm = 0,15m$ $S = ?$	$\lambda = \vartheta \cdot T$	$\lambda = \frac{\vartheta}{v} \rightarrow \vartheta = \lambda \cdot v = 0,15 \cdot 2000 = 300m/s$ $S = \vartheta \cdot t = 300 \cdot 5 = 1500m$ Javob: 1500 m

9. 18 m oraliqqa 4,5 ta to‘lqin uzunligi joylashsa, bu to‘lqin uzunligi qanday (m)?

Berilgan	Formula	Yechish
$S = 18m$ $N = 4,5ta$ $\lambda = ?$	$S = N \cdot \lambda$	$S = N \cdot \lambda \rightarrow \lambda = \frac{S}{N} = \frac{18}{4,5} = 4m$ Javob: 4 m

10. Poyezddan 1200 m masofada turgan odam poezd gudogini u yangragandan 4 s keyin eshitgan. Agar gudok chastotasi 1 kHz bo‘lsa, gudok tovushining to‘lqin uzunligi qanday (sm)?

Berilgan	Formula	Yechish
$S = 1200m$ $t = 4s$ $v = 1000Hz$ $\lambda = ?$	$S = \vartheta \cdot t$ $\lambda = \vartheta \cdot t$	$S = \vartheta \cdot t \rightarrow \vartheta = \frac{S}{t} = \frac{1200}{4} = 300m/s$ $\lambda = \frac{\vartheta}{v} = \frac{300}{1000} = 0,3m = 30sm$ Javob: 30 sm

11. Yo‘lovchi 1020 m uzoqlikdagi radiodan berilgan aniq vaqt signalidan foydalanib, soatini to‘g‘riladi. Bunda uning soati necha sekund orqada bo‘ladi? Tovushning havodagi tezligi 340m/s.

Berilgan	Formula	Yechish
$S = 1020m$ $\vartheta = 340m/s$ $t = ?$	$S = \vartheta \cdot t$	$S = \vartheta \cdot t \rightarrow t = \frac{S}{\vartheta} = \frac{1020}{340} = 3s$ Javob: 3 s

Mavzuga doir mustaqil yechish uchun masalalar

1. Davri 0,01 s bo‘lgan tebranishlar 10 m uzunlikka ega bo‘lgan tovush to‘lqinini yuzaga keltiradigan materialda tovushning tarqalish tezligini toping?

Javob: 1000

2. Tovushning havodagi tarqalish tezligi 340 m/s, qandaydir suyuqlikda esa 1360 m/s. Havodan suyuqlikka o‘tishda tovush to‘lqinining uzunligi necha marta ortadi? (**Javob: 4**)

3. 200 Hz chastotali tovush to‘lqinining uzunligi 750 MHz chastotali ultraqisqa to‘lqinlar diapazonining radioto‘lqini uzunligidan necha marta katta? Tovush tezligi 320 m/s. (**Javob: 4**)

4. Radiostansiya 30 m to‘lqin uzunligida ishlaydi. 5 kHz chastotali tovush tebranishlarining bir davri davomida tarqatuvchi chastota qancha tebranadi?

(Javob: 2000)

5. Tovushning suvdagi tezligi 1450 m/s. Agar tebranishlar chastotasi 725 Hz bo‘lsa, qarama qarshi fazalarda tebranuvchi qo‘shni nuqtalar bir-biridan qanday

masofada joylashgan? (**Javob: 1**)

6. Chastotasi 10 Hz bo'lgan to'liq qandaydir muhitda tarqaladi, bunda tebranishlar manbai bilan bir to'g'ri chiziqda yotgan, bir-biridan 1 m masofada joylashgan ikki nuqtaning fazalar farqi φ radianga teng. To'liqning shu muhitda tarqalish tezligini toping. (**Javob: 20**)

7. Agar muhitning bir to'g'ri chiziqda yotgan, bir-biridan 0,5 masofada joylashgan ikki nuqtasi $\varphi/8$ fazalar farqi bilan tebransa, to'liq uzunligini toping.

(**Javob: 8**)

8. Ikkita kogerent tovush manbalari bir xil fazada tebranadi. Birinchi manbadan 2,1 m, ikkinchisidan esa 2,27 m uzoqlikdagi nuqtada tovush eshitilmaydi. Bu hodisa sodir bo'lishi mumkin bo'lgan tebranishlarning minimal chastotasini (kHz da) toping. Tovush tezligi 340 m/s. (**Javob: 1**)

9. Ikkita kogerent tovush manbai bor. Birinchi manbadan 2,3 m, ikkinchisidan esa 2,48 m uzoqlikdagi nuqtada tovush eshitilmaydi. Bu hodisa sodir bo'lishi mumkin bo'lgan tebranishlarning minimal chastotasi 1 kHz. Tovushning tarqalish tezligini toping. (**Javob: 360**)

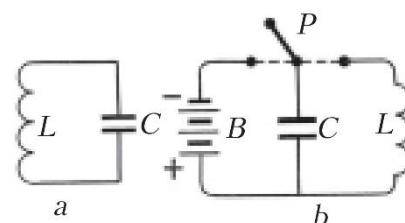
10. 1 kHz chastotali ikkita kogerent tovush manbai 340 m/s tezlik bilan tarqaluvchi to'liqlar nurlaydi. Bir manbadan 2,6 m masofada joylashgan nuqtada tovush eshitilmaydi. Shu nuqtadan ikkinchi manbagacha bo'lgan minimal masofa 2,6 m dan ortiq ekanligi ma'lum bo'lsa, bu masofa (sm da) qanchaga teng? (**J: 277**)



TEBRANISH KONTURI. KONTURDA ERKIN ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLAR. TEBRANISH KONTURIDA ENERGIYANING O'ZGARISHI. TEBRANISH KONTURINI CHASTOTASI VA DAVR.

Elektr zaryadi, kuchlanish, tok kuchi, shuningdek, elektr va magnit maydonlarning davriy ravishda o'zgarib turish jarayoni elektromagnit tebranishlar deb ataladi. Elektromagnit tebranishlarni tebranish konturidahosil qilish mumkin. C kondensator va L induktivlik g'altigidan tuzilgan elektr zanjiri tebranish konturi deb ataladi(1-a rasm). Konturning aktiv qarshiligi juda kichik deb qaraladi. Konturda elektromagnit tebranishlarni hosil qilish uchun dastlab kondensatorni zaryadlash kerak. Buning uchun konturni P almashlab-ulagich yordamida B batareyaga ulaymiz (1-b rasm). So'ngra, kondensatorni batareyadan ajratsak, uning qoplamalarida ma'lum miqdorda qarama-qarshi ishorali zaryad to'planadi.

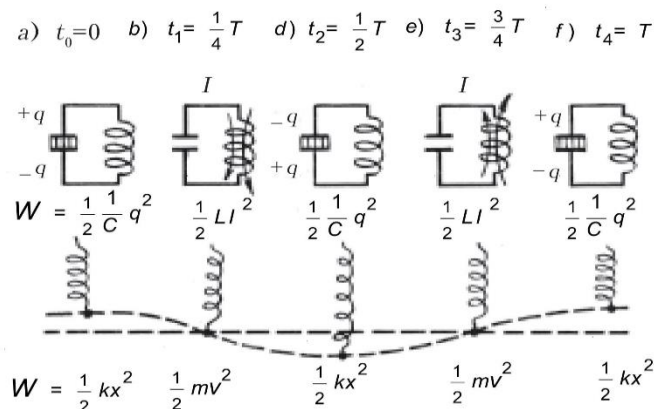
Konturda qanday qilib elektromagnit tebranishlar yuzaga kelishini yaqqolroq tasavvur qilish uchun konturdagi tebranishlarni prujinali mayatnik tebranishlari bilan taqqoslab boramiz. 2-rasmda tebranish konturi va prujinali mayatnik tasvirlangan. Kondensator zaryadlanmagan va konturda tok bo'lmagan vaqtda konturning elektr energiyasi ham, magnit energiyasi ham nolga teng bo'ladi. Muvozanat vaziyatida tinch turgan mayatnikning mexanik (potensial va kinetik) energiyasi ham nolga teng bo'ladi. Vaqtning dastlabki $t=0$ paytida kondensatorga q zaryad beramiz. Kondensator qoplamalari orasida elektr maydon hosil bo'ladi



1- rasm.

(2-a rasm). Kontur kondensatorni zaryadlash uchun bajarilgan ish bilan o'lchanadigan va kondensatorning elektr maydon energiyasi $q^2/2C$ ga teng energiya zaxirasiga ega bo'ladi. (Kondensator qoplamalariga zaryad berish prujinali mayatnikning tashqi kuch ta'sirida muvozanat holatidan chetga chiqarilishi va uning muvozanat holatidan xsiljishiga mos keladi. Bunda prujina $kx^2/2$ ga teng bo'lgan elastik deformatsiyaning potensial energiyasiga ega bo'ladi.) Keyin kondensator g'altak orqali razryadlana boshlaydi. Konturda vaqt o'tishi bilan ortib boruvchi Itok paydo bo'ladi, g'altakda esa magnit maydon yuzaga keladi. Kondensator razryadlangan sari uning elektr maydoni zaiflashadi, g'altakning magnit maydoni esa kuchayadi. Vaqtning $T/4$ paytida kondensator to'la razryadlanadi, elektr maydon energiyasi nolga teng bo'ladi, tok eng katta qiymatga erishib, magnit maydon energiyasi maksimal qiymatga ega bo'ladi. Konturning butun energiyasi g'altakning magnit maydon energiyasi $LI^2/2$ dan iborat bo'ladi (2-b rasm.). Bu bosqich mayatnikda kvazielastik kuch nolga teng bo'lgan holga va mayatnikning inersiyasi

tufayli harakatini davom ettirib, muvozanat holatidan o'tishiga mos keladi. Bu vaqtda mayatnikning energiyasi butunlay kinetik energiyaga aylanadi va energiya $mv^2/2$ ifoda orqali aniqlanadi.



2- rasm

Vaqtning keyingi onlarida g'altakning magnit maydoni zaiflasha boshlaydi, shu sababli unda Lens qoidasiga muvofiq kondensatorning razryadlanish toki yo'nalishida tok induksiyalanadi. Magnit maydon butunlay yo'qolguncha, konturda oqib turgan induksion tok kondensator qoplamalarini qayta zaryadlay boshlaydi. Vaqtning $T/2$ paytida (2-d rasm) kondensator to'la qayta zaryadlanadi, tok kuchi esa nolga teng bo'ladi. Natijada konturning magnit maydon energiyasi yana kondensatorning elektr maydon energiyasiga aylanadi. Biroq bunda elektr maydonning yo'nalishi uning t_0 paytidagi yo'nalishiga qarama-qarshi bo'ladi. Vaqtning bu paytiga prujinali mayatnikning tebranishlarida uning potensial energiyasi eng katta bo'lgan eng pastki vaziyati to'g'ri keladi. Shundan keyin jarayon teskari tartibda takrorlanadi (2-e,f rasm) va T paytda kontur boshlang'ich holatga qaytadi, mayatnik esa eng yuqori vaziyatga o'tadi va yuqoridagi ko'rib o'tgan jarayonlar yana takrorlanadi. Shunday qilib, konturda T davrli elektr tebranishlar vujudga keladi. Davrning birinchi yarmi davomida tok bir yo'nalishda, davrning ikkinchi yarmi davomida esa qarama-qarshi yo'nalishda oqadi. Konturdagi elektr tebranishlar vaqtida kondensatoridagi elektr maydon energiyasi va induksiya g'altagidagi magnit maydon energiyasi davriy ravishda o'zaro bir-biriga aylanib turadi, bu xuddi mayatnikning mexanik tebranishlarida mayatnik potensial va kinetik energiyalarining o'zaro bir-biriga aylanishiga o'xshaydi. Bunday taqqoslashda mayatnikning potensial energiyasini kondensatorning elektr maydon energiyasiga, mayatnikning kinetik energiyasini esa g'altakning magnit maydon energiyasiga, mayatnikning harakat tezligini konturdagi tok kuchiga o'xshatish mumkin. Mayatnik inersiyasi rolini g'altakning induktivligi, mayatnikka ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchi rolini konturning aktiv qarshiligi o'ynaydi. Agar konturda energiya isrofi (o'tkazgichlarning qizishi va elektromagnit nurlanishi) bo'lmaganda edi, elektr tebranishlar istagancha uzoq vaqt davom etgan, ya'ni so'nmas

tebranishlar bo‘lar edi. Lekin haqiqatda energiya isrof bo‘lmasdan iloji yo‘q. Chunki g‘altak va ulovchi simlarning aktiv qarshiligi mavjud, bu esa Joul-Lens qonuniga binoan issiqlik chiqishiga sabab bo‘ladi.

Tebranuvchi sistemaning o‘zida paydo bo‘ladigan kuchlar (kvazielastik kuchlar) ta’sirida hosil bo‘ladigan mexanik tebranishlar xususiy tebranishlar deb atalar edi. Xuddi shunga o‘xshash, konturda unga biror energiya zaxirasi berganda hosil bo‘ladigan va konturda vujudga keladigan induksion tok bilan tutib turiladigan elektromagnit tebranishlar xususiy yoki erkin elektromagnit tebranishlar deb ataladi. Konturning aktiv qarshiligi hamma vaqt noldan farqli bo‘lganidan, dastlab, konturda zaxirada saqlangan energiya uzluksiz ravishda issiqlik ajralishiga sarf bo‘ladi. Buning natijasida elektromagnit tebranishlarning intensivligi tobora kamayib boradi, binobarin, erkin tebranishlar so‘nuvchi tebranishlar bo‘ladi. Konturda so‘nmaydigan elektromagnit tebranishlar hosil qilish uchun, isrof bo‘layotgan energiyani bir davr davomida to‘ldirib turish kerak.

Konturdagi erkin tebranishlar davri quyidagicha ifodalanadi:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (29.1)$$

Bu formula ingliz fizigi B. Tomson tomonidan 1853- yilda nazariy yo‘l bilan birinchi marta chiqarilgan va uning nomi bilan Tomson formulasi deb ataladi. Elektromagnit tebranishlar chastotasi

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (29.2)$$

formuladan aniqlanadi. Shunday qilib, induktivlik va sig‘im qancha kichik bo‘lsa, elektromagnit tebranishlar davri shuncha kichik, tebranishlar chastotasi esa shuncha yuksak bo‘ladi.

Konturdagi g‘altakning magnit maydon energiyasi:

$$W_m = \frac{LI^2}{2} \quad (29.3)$$

Kontur kondensatorning elektr maydon energiyasi:

$$W_e = \frac{q^2}{2C} \quad (29.4)$$

Agar tebranish kondensatordan boshlansa:

$$q = q_0 \cos \omega t; I = q' = -q_0 \omega \sin \omega t; I_0 = q_0 \omega; I = -I_0 \sin \omega t \quad (29.5)$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Konturdagi zaryadning o‘zgarish tenglamasi $q=10^{-6}\cos 10^6\pi t$ (C) ko‘rinishga ega. Konturdagi tokning o‘zgarishi qaysi qonuniyat bo‘yicha ro‘y beradi?

- A) $I=10^{-6}\pi \cdot \sin 10^6\pi t$. B) $I=-\pi \cdot \sin 10^6\pi t$.
 C) $I=\cos 10^6\pi t$. D) $I=-10^{-6} \sin 10^6\pi t$.

Berilgan	Formula	Yechish
$q = 10^{-6} \cos 10^6 \pi t$ $I = ?$	$I = q'$	$I = q' = (10^{-6} \cos 10^6 \pi t)' = -10^{-6} \cdot 10^6 \pi \sin 10^6 \pi t$ $I = -\pi \sin 10^6 \pi t$ Javob: A

2. Kuchlanish $U=220\cos 100\pi t$ (V) qonunga binoan o'zgaradi.

Kuchlanishning o'zgarish davri qanday (s)?

A) 0,01. B) 0,1. C) 1. D) 0,02.

Berilgan	Formula	Yechish
$U = 220 \cos 100\pi t$ $T = ?$	$U = U_0 \cos \omega t$	$U = 220 \cos 100\pi t; U = U_0 \cos \omega t$ $\omega = 100\pi; \frac{2\pi}{T} = 100\pi \rightarrow T = 0,02s$ Javob: D

3. Elektr zanjir qisqichlaridagi kuchlanish tebranishlari tenglamasini tuzing. Bunda kuchlanish tebranishlari amplitudasi 150 V, davri 10^{-2} s, boshlang'ich faza nolga teng bo'lib, $t=0$ momentda kuchlanish nolga teng bolgan deb hisoblang.

A) $u=150\sin 100\pi t$. B) $u=10^{-2}\sin 150\pi t$.
C) $u=150\sin 200\pi t$. D) $u=10^{-2}\cos 150\pi t$.

Berilgan	Formula	Yechish
$U_0 = 150V$ $T = 10^{-2}s$ $U = ?$	$U = U_0 \cos \omega t$ $U = U_0 \sin \omega t$	$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{10^{-2}} = 200\pi$ Javob: C

4. Kuchlanish $U=U_0\sin(\omega t+\pi/12)$ (V) qonunga binoan o'zgaradi. Agar $t=T/24$ vaqt momentidagi kuchlanish 50 V bo'lsa, kuchlanishning amplituda qiymati qanday (V)? A) 100. B) 50. C) 48. D) 24.

Berilgan	Formula	Yechish
$U = U_0 \sin(\omega t + \pi/12)$ $t = T/24$ $U = 50V$ $U_0 = ?$	$U = U_0 \sin \omega t$	$U = U_0 \sin(\omega t + \pi/12)$ $U = U_0 \sin(\frac{2\pi}{T}t + \pi/12)$ $50 = U_0 \sin(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{24} + \pi/12)$ $50 = U_0 \sin(\pi/12 + \pi/12)$ $50 = U_0 \cdot 1/2 \rightarrow U_0 = 100V$ Javob: A

5. O'zgaruvchan tok zanjiridagi EYK $\varepsilon=50\sin 20\pi t$ qonun bo'yicha o'zgaradi. Uning eng katta qiymati va $\pi/2$ fazadagi qiymati necha volt?

A) 20; 50 B) 50; 20. C) 50; 50. D) 20; 20.

Berilgan	Formula	Yechish
$\varepsilon = 50 \sin 20\pi t$ $\phi = \pi/2$ $U_0, U = ?$	$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t$	$\varepsilon = 50 \sin \frac{\pi}{2} = 50$ $\varepsilon_0 = 50$ Javob: C

6. Tebranishlar konturi sig'imi $2 \mu F$ bo'lgan kondensator va induktivligi $2 H$ bo'lgan g'altakdan tuzilgan bo'lib, kondensatorga $200 \mu C$ zaryad berildi. Konturda

hosil bo'ladigan elektr toki tebranishlari tenglamasini yozing.

A) $I = -0,05 \sin 250t$. B) $I = 200 \sin 16t$. C) $I = -0,1 \sin 500t$. D) $I = 16 \sin 200t$.

Berilgan	Formula	Yechish
$C = 2 \mu F = 2 \cdot 10^{-6} F$ $L = 2 H$ $q_0 = 200 \mu C = 200 \cdot 10^{-6} C$ $I - ?$	$I = -I_0 \sin \omega t$ $T = 2\pi\sqrt{LC}$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$	$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 4\pi \cdot 10^{-3} s$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4\pi \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ rad/s}$ $I_0 = q_0 \omega = 200 \cdot 10^{-6} \cdot 500 = 0,1 A$ $I = -I_0 \sin \omega t = -0,1 \sin 500t$ Javob: C

7. Tebranish konturida tok kuchi $I = 0,01 \cos 1000t$ (A) qonunga binoan o'zgaroqda. Tebranish konturi kondensatorining sig'imi $2 \cdot 10^{-5} F$ bo'lsa, induktivligi qanday (H)?

A) 0,01. B) 0,02. C) 0,05. D) 0,04.

Berilgan	Formula	Yechish
$\omega = 1000 \text{ rad/s}$ $C = 2 \cdot 10^{-5} F$ $L - ?$	$T = 2\pi\sqrt{LC}$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow 1000 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot 2 \cdot 10^{-5}}} \rightarrow$ $L = 0,05 H$ Javob: C

8. Chastotasi $8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ va to'lqin uzunligi 200 nm bo'lgan elektromagnit to'lqinning tarqalish tezligi qanday (m/s)?

A) $4 \cdot 10^7$. B) $1,6 \cdot 10^8$. C) $2,5 \cdot 10^7$. D) $2 \cdot 10^8$.

Berilgan	Formula	Yechish
$\nu = 8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ $\lambda = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ $\vartheta - ?$	$\lambda = \frac{\vartheta}{\nu}$	$\lambda = \frac{\vartheta}{\nu} \rightarrow \vartheta = \lambda \cdot \nu = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 8 \cdot 10^{14} = 1,6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ Javob: B

9. Kosmik kemada o'rnatilgan radiouzatgich 20 MHz chastotada ishlaydi. U nurlaydigan radioto'lqinning uzunligi qanday (m)?

A) 10. B) 15. C) 30. D) 100.

Berilgan	Formula	Yechish
$\nu = 20 \cdot 10^6 \text{ Hz}$ $\vartheta = c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ $\lambda - ?$	$\lambda = \frac{\vartheta}{\nu}$	$\lambda = \frac{\vartheta}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{20 \cdot 10^6} = 15 \text{ m}$ Javob: B

10. 1884 m to'lqin uzunligiga moslangan tebranishlar konturidagi kondensator sig'imi 500 pF bo'lsa, undagi g'altakning induktivligi qanday (mH)?

A) 2. B) 20. C) 100. D) 200.

Berilgan	Formula	Yechish
$\lambda = 1884 \text{ m}$ $C = 500 \cdot 10^{-12} F$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ $L - ?$	$\lambda = c \cdot T$ $T = 2\pi\sqrt{LC}$	$\lambda = c \cdot 2\pi\sqrt{LC}$ $L = \frac{\lambda^2}{c^2 4\pi^2 C} = 2 \cdot 10^{-3} H = 2 \text{ mH}$ Javob: A

Mavzuga doir mustaqil yechish uchun masalalar

1. Agar konturning induktivligi 10 marta ortirilib, sig'imi 2,5 marta kamaytirilsa, konturning xususiy tebranishlar chastotasi necha marta kamayadi?

(Javob: 2)

2. Kondensatorning sig'imi 1 mkF bo'lgan tebranish konturi 400 Hz chastotaga sozlangan. Agar unga parallel ravishda ikkinchi kondensator ulansa,

konturdagi tebranishlar chastotasi 200 Hz ga teng bo‘ladi. Ikkinchi kondensatorning sig‘imini (mkF da) aniqlang. (**Javob: 3**)

3. Tebranish konturidagi kondensatorga parallel ravishda sig‘imi uch marta katta bo‘lgan boshqa kondensator ulab qo‘yilganda konturning tebranishlar chastotasi 300 Hz ga kamaydi. Kontur tebranishlarining dastlabki chastotasini toping. (**Javob: 600**)

4. Tebranish konturi g‘altak va kondensatoridan iborat. Agar konturga sig‘imi birinchi kondensatornikidan 3 marta kichik bo‘lgan boshqa kondensator ketma-ket ulansa, konturning xususiy tebranishlar chastotasi necha marta ortadi? (**Javob: 2**)

5. Tebranish konturi induktiv g‘altak hamda parallel holda ulangan ikkita bir xil kondensatoridan iborat. Konturning xususiy tebranishlar davri 0,02 s. Agar kondensatorlar ketma-ket ulansa, davr (ms da) qanchaga teng bo‘ladi? (**Javob: 10**)

6. Tebranish konturi sig‘imi 8 pF bo‘lgan kondensator va induktivligi 0,2 mH bo‘lgan g‘altakdan iborat. Agar maksimal tok kuchi 40 mA bo‘lsa, kondensator qoplamalaridagi maksimal kuchlanishni toping. (**Javob: 200**)

7. Tebranish konturining kondensatoridagi maksimal potentsiallar farqi 100 V. Agar kondensatorning sig‘imi 36 mkF, g‘altakning induktivligi 0,01 H bo‘lsa, maksimal tok kuchi qanday bo‘ladi? (**Javob: 6**)

8. Zaryadi 250 pC bo‘lgan kondensatorga induktiv g‘altak ulandi. Agar konturdagi erkin tebranishlarning davriy chastotasi $8 \cdot 10^7$ rad/s bo‘lsa, g‘altak orqali o‘tuvchi maksimal tok kuchini (mA da) aniqlang. (**Javob: 20**)

9. 4 mkF sig‘imli zaryadlangan kondensator induktivligi 90 mH bo‘lgan g‘altakka ulandi. Ulangandan qanday minimal vaqt (mks da) o‘tgach, kondensator zaryadi 2 marta kamayadi? $\pi=3,14$. (**Javob: 628**)

10. 2 mkF sig‘imli zaryadlangan kondensator induktivligi 80 mH bo‘lgan g‘altakka ulangan. Ulangan paytdan qanday vaqt (mks da) o‘tgach, elektr maydon energiyasi magnit maydon energiyasiga teng bo‘ladi? $\pi=3,14$. (**Javob: 314**)

11. Radiopriyomnikning tebranish konturi 3 mH induktivlik va 3 nF sig‘imga ega. U qanday to‘lqin uzunligiga sozlangan? $\pi=3,14$. (**Javob: 5652**)

12. 100 m to‘lqin uzunligida ishlayotgan radiostansiyani eshitish imkoniyatiga ega bo‘lish uchun 6 MHz chastotaga sozlangan radiopriyomnikning konturidagi sig‘imni necha marta orttirish kerak? (**Javob: 4**)

13. Tebranish konturi $1,5 \cdot 10^7$ Hz chastotaga sozlangan. Konturni 40 m to‘lqin uzunligiga qayta sozlash uchun kondensator sig‘imini necha marta orttirish kerak? (**Javob: 4**)

14. Induktivlik g‘altagi va havo kondensatoridan iborat bo‘lgan tebranish konturi 300 m to‘lqin uzunligiga sozlangan. Bunda kondensator plastinalari orasidagi masofa 6,4 mm. Kontur 240 m to‘lqin uzunligiga sozlangan bo‘lishi uchun bu masofa (mm da) qanday bo‘lishi kerak? (**Javob: 10**)



To'g'ri to'rtburchakli ramka ko'rinishida o'tkazgich olib, uni bir jinsli magnit maydonga joylashtirib, OO_1 o'q atrofida aylantiramiz (1-rasm). Bunda ramkaning yuzini kesib o'tuvchi magnit oqimi ham kattaligi, ham yo'nalishi jihatdan uzluksiz o'zgarib boradi, natijada elektromagnit induksiya qonuniga asosan, ramkada o'zgaruvchan induksion EYK vujudga keladi.

Ramka OO_1 o'q atrofida soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha aylanayotgan bo'lsin. U vaqtda ramka tekisligi kuch chiziqlariga parallel bo'lgan holda ramkaningabqismi yuqoriga tomon, cd qismi esa pastga tomon harakatlanadi (1-a rasm). O'ng qo'l qoidasini tatbiq etib, ramkaning ab qismida induksion tok va induksion EYK a uchidan b uchiga tomon, cd qismida esa c uchidan d uchiga tomon yo'nalgan bo'lishini, binobarin, EYK lar bir-birini kuchaytirishini topamiz.

2- rasmda ramkaning OO_1 yo'nalishda kuzatilgan holdagi ko'ndalang kesimi ko'rsatilgan, bunda punktir bilan chizilgan holat ramkaning 1-b rasmdagi holatiga mos keladi. Ramkaning ab va dc tomonlarining ko'ndalang kesimi a va d bilan, ramkaning boshlang'ich holatdan og'ish burchagi α bilan belgilangan. Ramka tekisligiga o'tkazilgan n normal bilan B induksiya vektori orasidagi burchak ham α ga teng bo'ladi. d nuqta v chiziqli tezlik bilan Od radiusli aylana bo'yicha harakatlanadi. Bu vaqtda dc tomon magnit induksiya chiziqlarini v tezlikning normal tashkil etuvchisi v_n tezlik bilan kesib o'tadi. Shakldan ko'rinishicha, $v_n = v \sin \alpha$ bo'ladi, bu yerda α -ramkaning t vaqt ichida avvalgi (punktir bilan chizilgan) holatidan og'ish burchagi, cd tomonda hosil bo'lgan induksiya elektr yurituvchi kuchi quyidagiga teng bo'ladi:

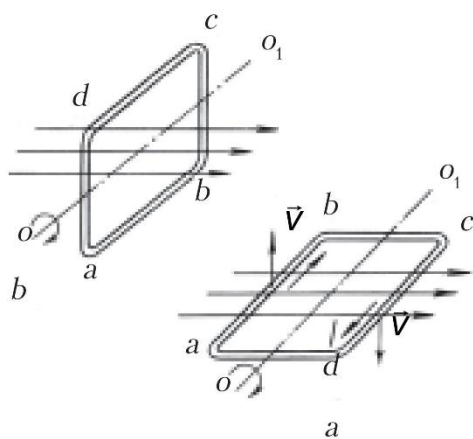
$$\varepsilon = B \vartheta l \sin \alpha \quad (30.1)$$

bu yerda l -ramkaning cd tomonining uzunligi. Agar ramka OO_1 o'q atrofida o'zgarmas ω burchak tezlik bilan aylanayotgan bo'lsa, u holda ixtiyoriy t vaqtdan keyin uning boshlang'ich vaziyatidan og'ish burchagi $\alpha = \omega t$ bo'ladi va

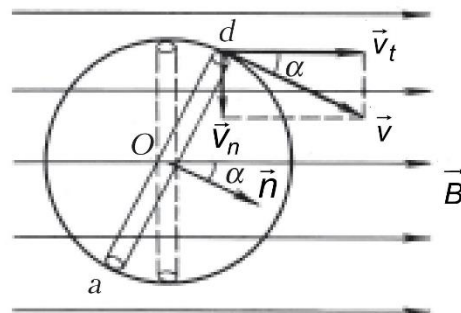
$$\varepsilon = B \vartheta l \sin \omega t \quad (30.2)$$

ifodaga ega bo'lamiz. Shunday qilib, bir jinsli magnit maydonda ramka o'z o'qi atrofida bir tekis aylanganida unda sinusoida qonuni bo'yicha o'zgaradigan induksion EYK hosil bo'ladi.

(2) formuladan ko'rinib turibdiki, $\alpha = \omega t = 90^\circ$ yoki $\sin 90^\circ = 1$ bo'lganda, ε eng katta qiymatga ega bo'ladi, bu ramkaning 1-b rasmdagi holatiga to'g'ri keladi.



1- rasm



2- rasm

O'zgaruvchan EYK ning maksimal qiymati EYK ning amplituda qiymati deb ataladi va ε_0 bilan belgilanadi. Demak,

$$\varepsilon_0 = B\vartheta l$$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \sin \omega t \quad (30.3)$$

hosil bo'ladi. EYK ning ixtiyoriy vaqtdagi qiymatini (3) formula bo'yicha hisoblab topish mumkin. Shuning uchun ε kattalik EYK ning ixtiyoriy berilgan vaqtdagi qiymati yoki oniy qiymati deyiladi. Agar ramkaning qarshiligi R bo'lsa, u holda butun zanjirga oid Ohm qonunidan foydalanib, ayni vaqtda ramkadan oqayotgan induksion tok kuchini hisoblab topish mumkin:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_0 \sin \omega t}{R} \quad (30.4)$$

I_0 kattalik maksimal tok kuchiga teng bo'lib, tok kuchining amplituda qiymati deyiladi. Bu kattalikni I_0 bilan belgilab, ixtiyoriy vaqtdagi tok kuchi, ya'ni tok kuchining oniy qiymati uchun quyidagi formulani yozish mumkin:

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{R} \rightarrow I = I_0 \sin \omega t \quad (30.5)$$

Bu formuladan ko'rinadiki, ramka bir jinsli magnit maydonda bir tekis aylanganda kuzatish davomida induksion tok kuchi sinusoidal qonun bo'yicha o'zgarar ekan.

Yuqorida keltirib chiqarilgan formulalardan ko'rinadiki, EYKning eng katta qiymatiga tokning ham eng katta qiymati to'g'ri keladi yoki EYK nolga teng bo'lganda tok ham nolga teng bo'ladi. Bu holda EYKning o'zgarishlari bilan tokning o'zgarishlari bir xil fazada bo'ladi, deyiladi. Kuchlanish va tok fazalari bir-biriga mos keladigan o'tkazgichning qarshiligi aktiv qarshilik deyiladi. Aktiv qarshilikka ega bo'lgan o'tkazgichda tok energiyasi boshqa tur energiyaga aylanadi. Tok o'zgarishining bir to'la davri ichida tok kuchi I qanday katta qiymatlarga erishmasin, uning o'rtacha qiymati nolga teng bo'ladi. Demak, o'zgaruvchan tokning qiymatini bu kattalik bilan baholab bo'lmaydi. O'zgaruvchan tokning kuchini baholashda uning yo'nalishiga bog'liq bo'lmaydigan ta'siri, masalan, tokning issiqlik ta'siri tanlanadi. Darhaqiqat, agar ma'lum bir qarshilikka ega

bo'lgan o'tkazgichdan I tok o'tsa, u holda o'tkazgichda ajraladigan issiqlik miqdori tok kuchi kvadratiga proporsional bo'ladi, ya'ni tokning yo'nalishiga bog'liq bo'lmaydi. O'tkazgichda birday vaqt ichida o'zgaruvchan tok ajrata oladigan miqdorda issiqlik ajrata oluvchi o'zgarmas tok qiymatiga teng o'zgaruvchan tok qiymati uning haqiqiy yoki effektiv qiymatideb ataladi.

$$I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}; \varepsilon_{ef} = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{2}}; U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \quad (30.6)$$

O'zgaruvchan tok zanjirida induktiv va sig'im qarshiliklar:

Avvalgi paragrafda ko'rganimizdek, o'zgaruvchan tok ham o'zgarmas tok kabi issiqlik ta'siriga ega. Biroq tokning kattaligi va yo'nalishi tez o'zgarib turishi natijasida, o'zgaruvchan tok o'zgarmas tokdan bir qator xususiyatlari bilan farq qiladi. Masalan, o'zgaruvchan tokdan texnikada qo'llaniladigan elektroliz uchun foydalanib bo'lmaydi. Ammo o'zgaruvchan tok zanjiriga kondensatorlar batareyasini ulash mumkin va hokazo.

O'zgaruvchan tok zanjiriga g'altak yoki kondensator ulanmagan holda tokning barcha energiyasi aktiv yoki omik qarshilikda sarflanadi. Bunda U_{eff} kuchlanishli zanjir qismida I_{eff} tokning quvvati.

$$N = I_{ef} \cdot U_{ef} = I_{ef}^2 \cdot R = \frac{U_{ef}^2}{R} \quad (30.7)$$

ga teng bo'ladi. Agar o'zgaruvchan tok zanjirida kondensator yoki induktivlik g'altagi bo'lsa, zanjirdan o'tayotgan tok kuchi faqat kuchlanish va qarshilikkagina emas, shu bilan birga kondensatorning sig'imi va g'altakning induktivligi kabi kattaliklarga ham bog'liq bo'ladi va (7) formula murakkablashadi.

Shunday qilib, o'zgaruvchan tok zanjirining induktivligi tokni kamaytiradi, bundan zanjirda induktiv g'altak bo'lishi zanjirning qarshiligini oshiradi, degan xulosaga kelish mumkin. Buning sababi shuki, zanjirdan o'zgaruvchan tok o'tganida unda induksiya EYK hosil bo'lib, u hamma vaqt tashqi EYK ga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi va tokning ortishiga to'sqinlik qiladi. Shuning uchun o'zinduksiya bo'lganda zanjirda o'zgaruvchan tok kuchi o'zinduksiya bo'lmagandagidan kichik bo'ladi. G'altakdagi tokning o'zgarish tezligi va g'altakning induktivligi qancha katta bo'lsa, induksion tok shuncha katta bo'ladi. O'zgaruvchan tokning chastotasi qancha katta bo'lsa, tokning son jihatdan o'zgarish tezligi ham shuncha katta bo'ladi. Zanjirda induktivlik mavjudligi tufayli vujudga keladigan qarshilik induktiv qarshilik deb atalib, u tokning chastotasiga va induktivlikka proporsional bo'ladi:

$$X_L = \omega \cdot L \quad (30.8)$$

bu yerda ω -o'zgaruvchan tokning doiraviy chastotasi. Bu induktiv qarshilikni ham Ω larda hisoblanadi.

Endi kondensator ulangan o'zgaruvchan tok zanjirini ko'raylik. O'zgaruvchan tok manbayiga kondensatorli zanjirni ulaganimizda undan tok o'tmaydi. Chunki kondensator qoplamalari bir-biridan dielektrik bilan ajratilganligidan qarshiligi cheksiz katta bo'ladi. Endi shu zanjirning o'zini o'zgaruvchan tok manbayiga ulasak, zanjirda mavjud bo'lgan elektr lampochka yonadi. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin. Kondensator o'zgaruvchan tok manbayiga ulanganda uning qoplamalari navbat bilan zaryadlanib va razryadlanib turadi. Shu tufayli kondensator va o'zgaruvchan tok manbayi bo'lgan zanjirda hamma vaqt kondensatorning zaryadlanishi va razryadlanishi tokning dam bir, dam ikkinchi yo'nalishda o'tib turishini ta'minlaydi. Shuning uchun o'zgaruvchan tokni „kondensator orqali o'tadi“ deyish mumkinki, bunda, albatta, tokning kondensatordan o'tishi emas, zanjir simlarida tokning bo'lishi nazarda tutiladi. Agar kondensatorni zanjirdan ajratib qo'ysak, lampochka ravshanroq yonadi. Demak, o'zgaruvchan tok zanjirida kondensator bo'lishi zanjirning qarshiligini oshiradi. Zanjirda sig'im mavjudligi tufayli vujudga keladigan qarshilik sig'im qarshilik deb ataladi. Sig'im qarshilikning kattaligi zanjirning sig'imiga va tokning o'zgarish chastotasiga bog'liq bo'ladi. Buni shunday tushuntirish mumkin. Kondensator qoplamalaridagi zaryad sig'imga proporsional bo'lganidan, kondensatorning sig'imi qancha katta bo'lsa, zanjir bo'ylab shuncha ko'p zaryad ko'chadi. Chastota qancha katta bo'lsa, kondensator shuncha tez zaryadlanadi va razryadlanadi, demak, zanjir bo'ylab vaqt birligi davomida, shuncha ko'p zaryad o'tadi. Shuning uchun ω va C qancha katta bo'lsa, shuncha katta tok o'tadi va sig'im qarshilik shuncha kichik bo'ladi. Ushbu xulosalarga asoslanib, sig'im qarshilikni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad (30.9)$$

Sig'im qarshilikni ham Ω larda hisoblanadi.

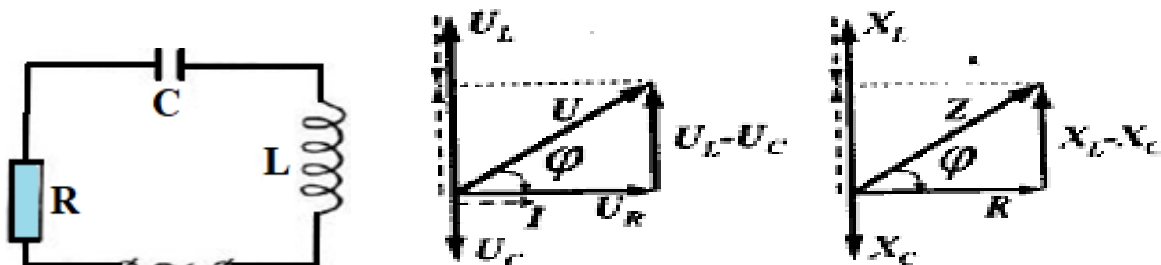
O'zgaruvchan tok zanjirida induktivlik yoki sig'imning bo'lishi tok va kuchlanish fazalarining bir-biriga nisbatan siljishiga sabab bo'ladi. Induktiv qarshilikli zanjirda o'zinduksiya EYK hosil bo'lishi. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin. Kondensator o'zgaruvchan tok manbayiga ulanganda uning qoplamalari navbat bilan zaryadlanib va razryadlanib turadi. Shu tufayli kondensator va o'zgaruvchan tok manbayi bo'lgan zanjirda hamma vaqt kondensatorning zaryadlanishi va razryadlanishi tokning dam bir, dam ikkinchi yo'nalishda o'tib tufayli tok faza jihatdan berilgan kuchlanishdan vaqt bo'yicha chorak davrga yoki faza bo'yicha 90° ga orqada qoladi, sig'im qarshilik bo'lganda esa tok faza jihatdan kuchlanishdan shuncha oldinga ketadi.

Ayni bir chastotaning o'zida o'zgaruvchan tok kuchlanishi bilan tok kuchini bir vaqtda o'zgartirish o'zgaruvchan tokni **transformatsiyalash** deyiladi.

Transformatsiyalovchi asbob Transformator deyiladi. Transformator quvvatni o'zgartirmaydi. Transformatsialash ko'effitsiyenti

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad (30.10)$$

O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik, sig'im qarshilik va induktiv qarshilik ketma-ket ulanganda.

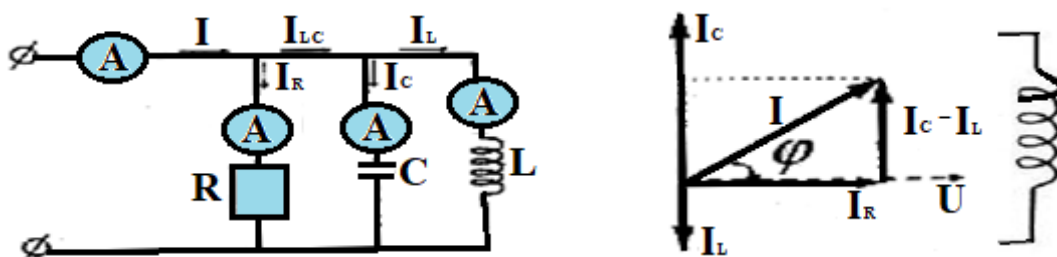


$$I_0 = I_{0R} = I_{0L} = I_{0C} \quad (30.11)$$

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \quad (30.12)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (30.13)$$

O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik, sig'im qarshilik va induktiv qarshilik paralel ulanganda.



$$U_0 = U_{0R} = U_{0L} = U_{0C} \quad (30.14)$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2} \quad (30.15)$$

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} \quad (30.16)$$

Mavzuga doir masalalar yechishdan namunalari

1. Tebranishlar konturidagi $2 \mu\text{F}$ sig'imli kondensatorning qoplamalariga $4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ zaryad berilgan. Uning energiyasini aniqlang (J).

- A) $4 \cdot 10^3$. B) $2 \cdot 10^3$. C) 40. D) 4.

Berilgan	Formula	Yechish
$C = 2 \mu\text{F} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ $q = 4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ $W = ?$	$W = \frac{q^2}{2C}$	$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{(4 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 4 \text{ J}$ Javob: D

2. Tebranish konturi 200 pF sig'imli kondensator va induktivligi $2 \cdot 10^{-4} \text{ H}$ bo'lgan g'altakdan iborat. Shu kontur qanday to'liqin uzunligiga moslangan (m)?

- A) 288. B) 300. C) 314. D) 377.

Berilgan	Formula	Yechish
$C = 200\text{pF} = 200 \cdot 10^{-12}\text{F}$ $L = 2 \cdot 10^{-4}\text{H}$ $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ $\lambda = ?$	$\lambda = c \cdot T$ $T = 2\pi\sqrt{LC}$	$\lambda = c \cdot T = c \cdot 2\pi\sqrt{LC} =$ $= 3 \cdot 10^8 \cdot 2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-4} \cdot 200 \cdot 10^{-12}} =$ $= 6\pi \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 10^{-7} = 377\text{m}$ Javob: D

3. Radiolokatordan yuborilgan signal $3 \cdot 10^{-4}$ s da nishondan qaytdi. Nishon qanday masofada bo'lgan (km)? A) 45. B) 90. C) 180. D) 450.

Berilgan	Formula	Yechish
$t = 3 \cdot 10^{-4}\text{s}$ $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ $S = ?$	$S = c \cdot \frac{t}{2}$	$S = c \cdot \frac{t}{2} = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-4}}{2} = 45000\text{m} = 45\text{km}$ Javob: A

4. Induktivligi 12,5 mH bo'lgan tebranish konturiga qanday sig'imli kondensator ulansa, uning chastotasi 10^3 Hz bo'ladi (μF)?

- A) 2. B) 3. C) 5. D) 20.

Berilgan	Formula	Yechish
$L = 12,5\text{mH} = 12,5 \cdot 10^{-3}\text{H}$ $\nu = 10^3\text{Hz}$ $C = ?$	$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 L \nu^2} = 2 \cdot 10^{-6}\text{F} = 2\mu\text{F}$ Javob: A

5. Tebranish konturining kondensatori to'la razryadlangan paytda konturdagi tok kuchi qanday bo'ladi (A)? G'altakning magnit maydon maksimal energiyasi $2 \cdot 10^{-4}$ J, uning induktivligi 1 H.

- A) 0,02. B) 0,04. C) 0,2. D) 0,4.

Berilgan	Formula	Yechish
$L = 1\text{H}$ $W = 2 \cdot 10^{-4}\text{J}$ $I = ?$	$W = \frac{LI^2}{2}$	$W = \frac{LI^2}{2} \rightarrow I = \sqrt{\frac{2W}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{1}} = 0,02\text{A}$ Javob: A

6. Sig'imi $40 \mu\text{F}$ bo'lgan kondensator 200 V kuchlanishgacha zaryadlangan va induktivligi 0,1 H bo'lgan g'altakka ulangan. G'altakdagi tok kuchining maksimal qiymati qanday (A)?

- A) 0,2. B) 0,4. C) 2. D) 4.

Berilgan	Formula	Yechish
$C = 40\mu\text{F} = 40 \cdot 10^{-6}\text{F}$ $L = 0,1\text{H}$ $U = 200\text{V}$ $I_0 = ?$	$W_m = \frac{LI_0^2}{2}$ $W_e = \frac{CU^2}{2}$	$W_m = W_e \rightarrow \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU^2}{2} \rightarrow$ $\rightarrow I_0 = \sqrt{\frac{CU^2}{L}} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 200^2}{0,1}} = 4\text{A}$ Javob: D

7. Tebranish konturidagi tok kuchining o'zgarish qonuni $I = 0,5 \cos 10^7 t$ ko'rinishga ega. Kondensatoridagi zaryadning maksimal qiymati qanday (μC)?

- A) 0,5. B) 0,025. C) 5. D) 0,05.

Berilgan	Formula	Yechish
$I_0 = 0,5\text{A}$ $\omega = 10^7$ $q_0 = ?$	$I_0 = q_0 \omega$	$I_0 = q_0 \omega \rightarrow q_0 = \frac{I_0}{\omega} = \frac{0,5}{10^7} = 0,05 \cdot 10^{-6} = 0,05\mu\text{C}$ Javob: D

Mavzuga doir mustaqil yechish uchun masalalar

1. O'zgarmas tok oqayotgan zanjir qismining uchlaridagi kuchlanish vaqt bo'yicha $U = U_0 \sin(\omega t + 2\pi/3)$ qonun bo'yicha o'zgaradi. $t = T/12$ vaqt momentida kuchlanishning oniy qiymati 9 V ga teng. Kuchlanish amplitudasini aniqlang. (**Javob: 18**)

2. O'zgaruvchan tok tarmog'iga ulangan neon lampa yonadigan va o'chadigan kuchlanish shu tarmoq kuchlanishining effektiv qiymatiga mos keladi. Lampa har bir yarim davr mobaynida $2/3$ ms yonib turadi. O'zgaruvchan tok chastotasini toping. (**Javob: 60**)

3. Neon lampa elektrodlaridagi kuchlanish ma'lum bir U^* qiymatga erishgan paytda u yonadi. Agar lampa effektiv qiymati U^* bo'lgan kuchlanish tarmog'iga ulangan bo'lsa, har yarim davrda lampa yonib turadigan vaqt intervalini (ms da) aniqlang. Tarmoqdagi kuchlanish 50 Hz chastota bilan o'zgaradi. Neon lampa yonadigan va o'chadigan kuchlanish bir xil deb hisoblang. (**Javob: 5**)

4. Transformatorning birinchi chulg'amidagi tok kuchi 2 A, uning uchlaridagi kuchlanish 220 V. Ikkinchi chulg'am uchlaridagi kuchlanish 40 V. Ikkinchi chulg'amdagi tok kuchini aniqlang. Transformatoridagi yo'qotishlar inobatga olinmasin. (**Javob: 11**)

5. Agar transformatorning 3500 ta orami bo'lgan ikkinchi chulg'amidagi kuchlanish 105 V bo'lsa, 1000 o'ramga ega bo'lgan birinchi chulg'am qanday kuchlanish ostida bo'ladi? (**Javob: 30**)

6. Transformatorning birinchi chulg'amidagi tok kuchi 0,5 A, uning uchlaridagi kuchlanish 220 V. Ikkinchi chulg'amdagi tok kuchi 11 A, uchlaridagi kuchlanish 9,5 V. Transformatorning FIK ni (foizda) aniqlang. (**Javob: 95**)

7. Transformatorning birinchi chulg'ami o'zgaruvchan tok tarmog'iga ulanganida ikkinchi chulg'amda 30 V kuchlanish yuzaga keladi. Xuddi shu tarmoqqa ikkinchi chulg'am ulanganida birinchi chulg'amning qisqichlarida 120 V kuchlanish yuzaga keladi. Transformatorning birinchi chulg'amidagi o'ramlari soni ikkinchi chulg'amidagi o'ramlar sonidan necha marta ko'p? (**Javob: 2**)

8. Radiolampani cho'g'lantirishga mo'ljallangan transformatorning birinchi chulg'ami 2200 o'ramga ega va 220 V kuchlanishli tarmoqqa ulangan. Agar ikkinchi chulg'amning aktiv qarshiligi $0,5 \Omega$, lampa cho'g'lanishining kuchlanishi esa 1 A tok kuchida 3,5 V bo'lsa, ikkinchi chulg'amda qancha o'ram bo'lishi kerak? (**J: 40**)

9. O'zgaruvchan tok generatoriga qarshiligi 200Ω bo'lgan elektropech ulangan. Pechning 5 minut ishlashida unda 270 kJ issiqlik ajraladi. Bunda pech orqali o'tadigan tok kuchining amplitudasi qanday? (**Javob: 3**)

10. Qarshiligi 22Ω bo'lgan elektropech o'zgaruvchan tok generatoridan energiya oladi. Agar tok kuchining amplitudasi 10 A bo'lsa, pechda bir minutda ajraladigan issiqlik miqdorini (kJ da) aniqlang. (**Javob: 60**)

11. Agar g'altak 10 kHz chastota o'rniga 50 Hz chastotali o'zgaruvchan tok zanjirga ulansa, g'altakning induktiv qarshiligi necha marta kamayadi? (**J: 200**)

12. 200 Ω qarshilik hamda kondensator siklik chastotasi 2500 rad/s bo'lgan o'zgaruvchan tok manbaiga parallel ravishda ulangan. Agar qarshilikdan o'tuvchi tok kuchining amplitudaviy qiymati 1 A ga, kondensator orqali esa 2 A ga teng bo'lsa, kondensatorning sig'imini (mkF da) toping. (**Javob: 4**)

13. O'zgarmas tokning qanday siklik chastotasida 0,5 H induktivligi bo'lgan g'altakdan va sig'imi 200 mkF bo'lgan kondensatordan tarkib topgan berk zanjirda kuchlanish rezonansi ro'y keladi? (**Javob: 100**)

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. O'limasova M. H. Elektrodinamika asoslari. Tebranish va to'lqinlar. 2 - kitob. – T.2010.
2. Черноуцан А.И. Физика. Задачи с ответами и решениями: Учебное пособие. М:Книжный дом «Университет», 2001. -336 с.
3. Rimkevich A. Fizikadan masalalar to'plami. T.: "O'qituvchi", 2003
4. Tursunmetov K. A., Uzoqov A. A., Bo'riboev I., Xudoyberganov A. M. Fizikadan masalalar to'plami. T.: "O'qituvchi", 2003
5. A.G.G`aniyev, A.K.Avliyoqulov, G.A.Almardonova «Fizika» 1-qism, «O'qituvchi», T-2003.
6. Usmanov M. Fizikadan masalalar to'plami (Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun). Navro'z nashriyoti. Toshkent.: 2018. 558-b.
7. Uzoqov A. Fizikadan testlar to'plami (Oliy o'quv yurtlariga kiruvchilar uchun). "Yangi Asr" nashriyoti. Toshkent.: 2017. 311-b.
8. Turdiyev N. Sh. va boshqalar. Fizika 10-sinf darsligi. "Niso poligraf" Toshkent: 2017.
9. Turdiyev N. Sh. va boshqalar. Fizika 11-sinf darsligi. "Niso poligraf" Toshkent: 2018.

V.Sh. Fayziyev, H.O. Jo‘rayev, Sh.Sh. Fayziyev

ELEKTRODINAMIKADAN AMALIY MASHG‘ULOTLAR

O‘quv qo‘llanma

Muharrir:	E.Eshov
Tex. muharrir:	D.Abduraxmonova
Musahhah:	M.Shodiyeva
Badiiy rahbar:	M.Sattorov

Nashriyot litsenziyasi № 022853. 04.03.2022.

**Original maketdan bosishga ruxsat etildi: 02.07.2024. Bichimi
60x84. Kegli 16 shponli. “Times New Roman” garnitura 1/16.**

Elektrografik usulda. Oddiy bosma qog‘ozi.

Bosma tabog‘i 11. Adadi 100. Buyurtma № 336



KAMOLOT

“BUXORO DETERMINANTI” MCHJ

bosmaxonasida chop etildi.

Buxoro shahar Namozgoh ko‘chasi 24 uy

Tel.: + 998 91 310 27 22

