

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

**“umumiy fizika (elektr va magnetizm)”
kursi bo'yicha mustaqil ish uchun
topshiriqlar”**

*Universitet o'quv-uslubiy kengashining
qaror bilan nashrga tavsiya etilgan.*

Samarqand-2010

UDK: 538.3 [076]

U - 52

Umumiy fizika (elektr va magnetizm) kursi bo'yicha talabalar mustaqil ish uchun uslubiy qo'llanma. Samarqand. SamDU nashri. 2010, 120 bet.

BBK: 22.33

Talabalar uchun elektr va magnetizm kursi bo'yicha mustaqil ishlashga tavsiyalar va o'z - o'zini nazorat qilish bo'yicha test topshiriqlari va dasturlar keltirilgan. Bu esa talabalarga ma'ruza mashg'ulotlarini o'zlashtirishga yordam beradi.

Tuzuvchilar: **prof. O. Q. QUVONDIQOV**
dots. I. TURDIBEKOV
ass. B. U. AMONOV
ilm.tadq. M. ESHMIRZAYEVA

Mas'ul muharrir fizika–matematika fanlari doktori prof.
O'. Yarqulov

Taqrizchilar: fizika–matematika fanlari nomzodi
dotsent X. O. Shakarov,
fizika–matematika fanlari nomzodi
dotsent N. A. Qosimov.

KIRISH

Fizikani ma`ruza eshitish, masala yechish va laboratoriya darslarida mashq bajarish bilan chuqur o`rganib bo`lmaydi. Agar talaba ma`ruzada o`tilgan u to`loqonli mutaxassis mavzularni chuqur o`rganmasa, mustaqil ishlamas chuqur bilimga ega bo`lolmaydi. Fizikani faqat masala yechish mashg`ulotlarisiz yoki ma`ruza materiallarini o`qitish bilan o`rganib bo`lmaydi. Mustaqil ishning muhimligini hisobga olib, O`zbekiston Respublikasi Oliy va o`rta maxsus ta`lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan o`quv dasturlari va davlat ta`lim standartlarida mustaqil ta`limga alohida ahamiyat berilgan. Umumiy fizika kursi uchun ajratilgan soat hajmining qariyb 50% ni mustaqil ta`limga ajratilgan. 5440100-fizika bakalavriyat ta`lim yo`nalishi bo`yicha “Elektr va magnetizm” kursiga jami 295 soat ajratilgan. Shulardan ma`ruza - 40 soat, amaliy mashg`ulot – 34 soat, labaratoriya mashg`uloti – 74 soat, mustaqil ish uchun 147 soat ajratilgan. Ko`rinib turibdiki, mustaqil ish uchun ajratilgan soat hajmi umumiy soatning 50% ini tashkil qiladi. Ma`ruza, amaliy va laboratoriya mashg`ulotlari bo`yicha yetarli o`quv adabiyotlari mavjud, ammo mustaqil ish bo`yicha adabiyotlar yo`q. Hozirda ko`p o`qituvchilar mustaqil ish uchun ma`ruza soatlarini konspekt qilish yoki referat yozish deb tushunmoqda va shunday qilinayorir. Bunday hol bizningcha to`g`ri emas. Shu maqsadda mualliflar talabalarning ma`ruza mashg`ulot-darslarini mustaqil o`rganish uchun ushbu qo`llanmani yozishni maqsad qilib qo`ygan edik. Xuddi shunday qo`llanma amaliy darslar uchun ham zarur. Hozirgacha talabalarning mustaqil ta`limiga bag`ishlangan birorta qo`llanma yo`q. Shu sababga ko`ra mualliflar “elektr va magnetizm” kursi bo`yicha talabalar (qaysi mutaxassislik bo`lishidan qat`iy nazar) mustaqil ishi uchun qo`llanma yaratildi. Qo`llanmada ko`pchilik masalalarni talaba o`qituvchi yordamisiz ham yecha olishi mumkin. Buning uchun ma`ruza bo`yicha qisqacha ma`lumot va o`z-o`zini nazorat qilishini tekshiruvchi kartochkalar ham keltirilgan. Bu kompyuterlar yordami bilan ham tekshirishga imkoniyat beradi.

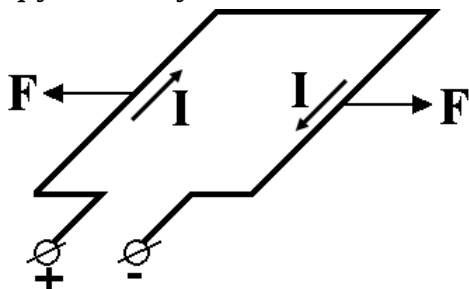
Mualliflar qo`lyozmani o`qib, o`zicha foydali maslahatlarini bergani uchun taqrizchilar dosent X. O. Shakarov va dosent N. Qosimovlarga o`z minnatdorchiligini bildiradi.

Ushbu qo`llanmani o`qib, unda yana kamchiliklar topgan o`quvchi va talabalarga avvaldan o`z minnatdorchiligimizni bildiramiz.

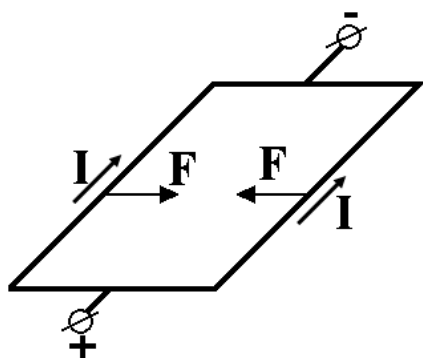
I. MA'RUZALAR BO'YICHA QISQACHA TUSHUNCHALAR.

§ 1.1. Elektr toklarining o'zaro ta'siri

Tajriba ko'rsatadiki, elektr toki o'tayotgan o'tkazgichlar o'zaro mexanik kuch ta'siri ostida bo'ladi. Bu o'zaro ta'sir kuchining qiymati va yo'nalishi toklarning qiymat va yo'nalishi, toklar orasidagi masofa, o'tkazgichlarning o'lcham va shakli orqali aniqlanadi. Shu bilan birgalikda bu kuchning qiymatiga o'tkazgich joylashgan muhit ham ta'sir etadi.



1-Rasm.



2-Rasm.

Rasm – 1 da I tok oqayotgan ikkita parallel o'tkazgich tasvirlangan. Agar tok yonalishi chizmadagidek o'rnatilsa, o'tkazgichlarning o'zaro itarishuviga ishonch hosil qilish mumkin. Xuddi shunday, Rasm -2 da tasvirlangan o'tkazgichlarning o'zaro tortishishga ishonch hosil qilish mumkin.

Shunga o'xshash tajribalardan umumiy qoida keltirilib chiqariladi: parallel joylashgan o'tkazgichlardan qarama – qarshi toklar o'tsa, ular o'zaro itarishadi (Rasm - 1) va bir xil yo'nalgan toklar o'tsa, o'zaro tortishadi (Rasm - 2). Vujudga kelgan tok qiymatining aniq hisob - kitobi murakkab masaladir. Biroq ba'zibir ifdealashgan hollar uchun hosil qilingan formula nihoyata sodda ko'rinishini oladi. Masalan, cheksiz uzun va o'ta ingichka to'g'ri ikkita parallel tokli o'tkazgichlarning har bir qismida vakuumdagi o'zaro

ta'sir kuchining qiymati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$F = K \frac{I_1 I_2}{r} \ell$$

Bu erda I_1 – birinchi o'tkazgich toki,

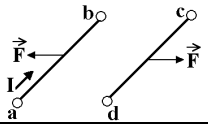
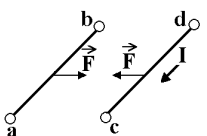
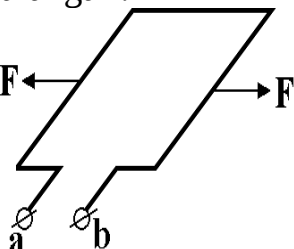
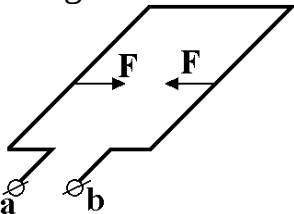
I_2 – ikkinchi o'tkazgich toki,

ℓ - o'tkazgichlarning o'zaro ta'sirlashayotgan qismining uzunligi,

r - o'tkazgichlar orasidagi masofa

k – o'lchov birliklar sistemasining tanlanishga bog'liq bo'lgan koeffisient.

Elektr toklarning o'zaro ta'siri

cd o'tkazgich orqali oqayotgan tok qaysi tomonga yo'nalgan? 	C tugundan d tugun tomon	
	d tugundan C tugun tomon	
	Savolga javob uchun natijalar yetishmaydi	
Ab otkazgich orqali o'tayo'tgan tok qaysi tomonga yo'nalgan? 	a tugundan b tugun tomon	
	b tugundan a tugun tomon	
	Savolga javob uchun natijalar etishmaydi	
I tok manbaining musbat qutbi qaysi qisqichga ulangan? 	a qisqichga ulangan	
	b qisqichga ulangan	
	Birgina so'z bilan javob berish mumkin emas	
I tok manbaining musbat qutbi qaysi qisqichga ulangan? 	a qisqich tomon	
	Rasmda tasvirlangan holatda haqiqatdan o'zaro ta'sir mavjud emas.	
	b qisqich tomon	
	Birgina so'z bilan javob berish mumkin emas	
Bir xil boshqa sharoitda ab va sd o'tkazgichlar orasidagi masofa 2 marta ortdi. O'zaro ta'sir F kuch qanday o'zgaradi?	2 marta ortdi	
	O'zgarmaydi	
	2 marta kamaydi	
	4 marta kamaydi	

§ 1.2. Magnit maydon materiyaning maxsus turi ekanligi

Elektr toki o'tayotgan o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri nafaqat modda atom va molekulalari to'plangan muhitda, balki vakuumda ham kuzatiladi.

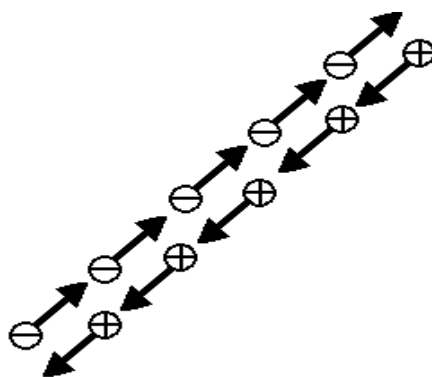
Ma'lumki bir – biridan uzoqlashtirilgan o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri faqat ba'zibir moddiy muhit orqali amalga oshadi. Modomiki, modda zarrachalari mavjud emas ekan, biz materiyaning maxsus turi mavjudligini faraz qilamiz. Materiyaning bu maxsus turiga magnit maydoni deyiladi. Magnit maydoni zaryadli zarralarning ixtiyoriy harakatida paydo bo'ladi.

I tok oqayotgan o'zaro ta'sirlashayotgan har bir o'tkazgich uzining magnit maydonini hosil qiladi (Rasm -1 va 2). Natijaviy haqiqiy mavjud magnit maydonini harakatdagi barcha zaryadlar magnit maydonlari qo'shilishining natijasi deb qarash mumkin.

Natijaviy magnit maydoni tushunchasini kiritib, o'tkazgichlarning bir – biri bilan o'zaro ta'siri haqida emas, a har bir o'tkazgichning magnit maydoni bilan o'zaro ta'siri haqida so'z yuritish haqiqatga mos, chunki faqat har bir o'tkazgichgina bevosita magnitga tutash.

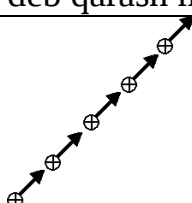
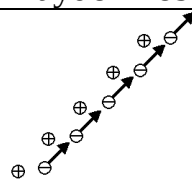
Magnit maydoni hamma vaqt zaryadli zarralarga yoki tokli o'tkazgichlarga ko'rsatadigan ta'sir kuchi orqali namoyon bo'ladi.

Magnit maydoni (elektr maydon kabi) elektromagnit maydoni ikki tomonining biri sifatida namoyon bo'ladi. Agar elektr zaryadi qo'zg'almas bo'lsa elektromagnit maydoning bir tomoni bo'lgan elektr maydoni namoyon bo'ladi. Agar elektr zaryadlari o'zaro muvozanatlashsa, lekin harakatlanayotsa, masalan, qarama – qarshi yonalishlarda, elektr tokini hosil qilsa (Rasm-3), elektromagnit maydonining boshqa tomoni bo'lgan magnit maydoni o'zini namoyon qiladi.



3-Rasm.

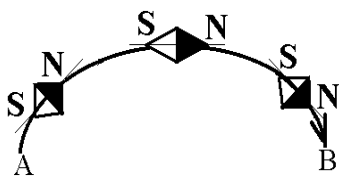
Magnit maydoni materiyaning maxsus turi sifatida

Ikki o'tkazgich orqali elektr toki o'tkazilgan. O'rab olgan muhit turli xil bo'lishi mumkin. Magnit maydoning mavjudligini qaysi hodisa tasdiqlaydi?	Suyuqlikka joylashtirilgan o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri	
	Gaz muhitdagi o'tkazgichlar o'zaro ta'siri	
	Vakuumda o'tkazgichlarning o'zaro ta'siri	
Mavjud magnit maydoni ayni holda harakatdagi zaryadlar magnit maydonlari qo'shilishining natijasi deb qarash mumkinmi?	Mumkin	
	Mumkin emas	
 Rasmda harakatdagi musbat zaryadlar ko'rsatilgan. Bu zaryadlar atrofida qanday maydon hosil bo'ladi?	Elektr maydoni	
	Magnit maydoni	
	Elektromagnit maydoni	
	Hech qanday	
 O'tkazgichda gi musbat zaryadlar qo'zg'almas, a manfiy zaryadlar strelka yo'nalishida harakatlanmoqda. O'tkazgich atrofida qanday maydon hosil bo'ladi?	Elektr maydoni	
	Magnit maydoni	
	Elektromagnit maydoni	
	Hech qanday	
Amaliy rasional o'lchov birliklar sistemasida vakuumda elektromagnit maydonning tarqalish tezligi teng?	$3 \cdot 10^5 \text{ km/c}$	
	$3 \cdot 10^8 \text{ m/c}$	
	$3 \cdot 10^{10} \text{ sm/c}$	

§ 1.3. Magnit maydon kuch chiziqlari

Magnit maydoni vujudga kelganini aniqlab, magnit maydonini ifodalaydigan (tasvirlaydigan) tushunchani kritishimiz kerak. Maydon kuch chiziqlari berilgan har bir magnit maydoni haqida qulay va ko'rgazmali manzarani namoyon qiladi.

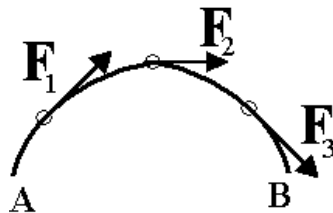
Magnit kuch chiziqlari nimani anglatishini bilish uchun Rasm -4 ni qarab chiqamiz.



4-Rasm.

Magnit maydoni magnit strelkasiga tasir ko'rsatib uni shunday buradiki, strelkaning shimoliy qutbi kuch ta'siri yonalishi bo'yicha joylashadi. Shunday qilib, magnit strelkasi yordamida magnit maydonining har bir nuqtasida kuchning qanday yonalganini aniqlash mumkin. Bu kuchlarni Rasm -5 dagi strelkalar (vektorlar) yordamida tasvirlash mumkin.

AB yaxlit chiziqni shunday o'tkazamizki, chiziqning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma kuch yo'nalishi bo'yicha bo'ladi. Magnit maydonini xarakterlovchi kuch vektorlarini tasvirlamasdan faqat magnit kuch chiziqlarini tasvirlasa bo'ladi. Bunday chiziqlar sistemasi orqali magnit maydonining muayan nuqtasidagi kuch vektorini tasvirlash mumkin.

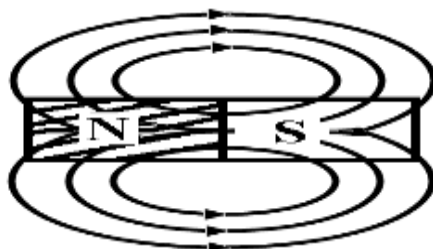


5-Rasm.

Magnit strelkalari yordamida magnit kuch chiziqlari manzarasini aniqlash hamma vaqt ham qulay emas. Shuning uchun temir kukunidan foydalanish qulay, ular magnit maydonida magnitlanib, kichik magnetiklarga aylanadi. Bu magnetiklar kuch chiziqlari bo'yicha joylashib, maydon manzarasini vujudga keltiradi.

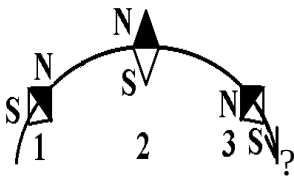
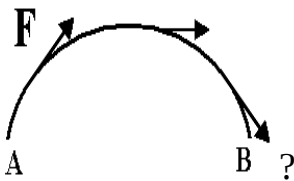
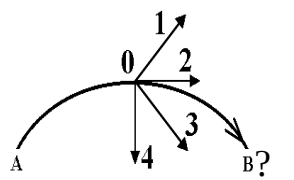
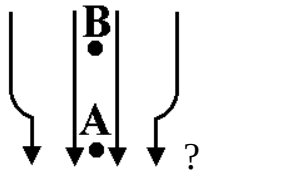
Maydon kuch chiziqlarining manzarasini nazariy hisoblashlar natijalari orqali ham aniqlash mumkin.

Rasm -6 da to'g'ri doimiy magnitning kuch chiziqlari tasvirlangan. Magnit kuch chiziqlarining manzarasi nafaqat maydonda ta'sir etuvchi kuchlar yo'nalishi haqida, balki bu kuchlarning qiymatlari haqida ham xulosa chiqarishga imkon beradi. Qaerda kuch chiziqlar zich joylashsa, maydonning shu sohasida ta'sir etuvchi kuch katta bo'ladi.



6-Rasm.

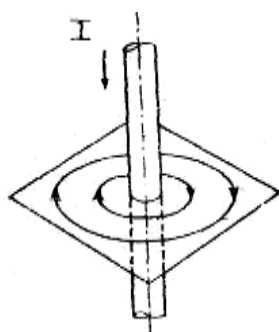
Magnit kuch chiziqlari

Markazi magnit kuch chizig`da yo`tgan magnit strelkasi qanday holatni egallaydi 	1	
	2	
	3	
AB- magnit kuch chizig`i qaysi tomonga yo`nalgan 	A nuqtadan B nuqtaga	
	B nuqtadan A nuqtaga	
AB magnit kuch chizig`i. O nuqta magnit strelkasiga ta`sir etuvchi kuch qaysi vektor bilan ifodalanadi 	1	
	2	
	3	
	4	
Magnit kuch chiziqlari manzarasini qaysi usulda aniqlash mumkin emas?	Temir kukunlari yo`rdamida	
	Mis kukunlari yo`rdamida	
	Magnit strelkasi yo`rdamida	
	Nazariy, hisoblash orqali	
Qaysi nuqtada magnit maydoni kuchliroq 	A nuqtada	
	B nuqtada	
	Ikkala nuqtada u bir xil	
	Savolga javob uchun natijalar etarli emas	

§ 1.4. To`g`ri tokli o`tkazgichning magnit maydoni. Vint qoidasi

Oldingi paragrafda magnit maydon kuch chiziqlarini hosil qilish usullari qaralgan edi.

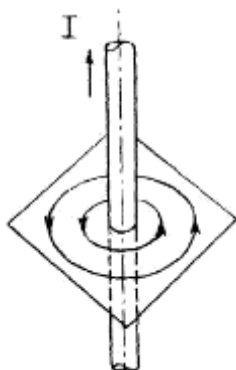
Magnit strelkasi, temir kukunlari yoki nazariy hisob – kitoblardan foydalanib, to`g`ri tokli o`tkazgichning magnit kuch chiziqlari konseneyrik aylanalar shaklida ekanini aniqlash mumkin. Bu aylanalar o`tkazgichga perpendikulyar tekislikda a markazlari esa o`tkazgich o`qida yotadi (Rasm -7). O`tkazgichdan uzoqlashgan sari magnit maydon intensivligi kamayib boradi.



7-Rasm.

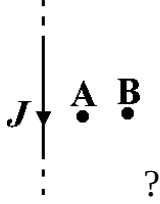
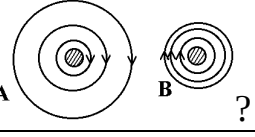
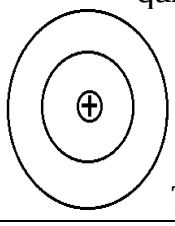
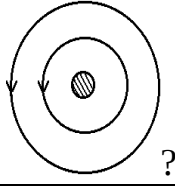
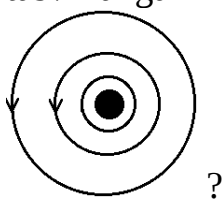
Agar o`tkazgichdagi tokning yo`nalishi Rasm -8 dagi kabi o`zgartirilsa, magnit kuch chiziqlarining yo`nalishi qarama –qarshiga o`zgaradi. Tokli o`tkazgich atrofida vujudga kelgan magnit maydon kuch chiziqlarining yo`nalishini vint qoidasini qo`llab, osongina aniqlash mumkin. Agar vintni tok yo`nalishi bo`yicha bursak (o`ng vint), uning dastasining aylanishi magnit maydonining yo`nalishi (kuch chiziqlarining yo`nalishini ) ko`rsatadi.

Vint qoidasi to`g`ri tok uchun ta`riflangan, lekin uni ixtiyoriy shakldagi tokli o`tkazgichlar uchun qo`llash mumkin. Bunday hollarda o`tkazgichni fikran to`g`ri qismlarga bo`lish kerak va har bir qism uchun vint qoidasini qo`llash kerak.



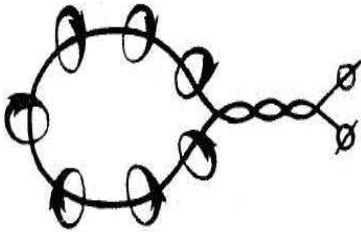
8-Rasm.

To'g'ri tokli o'tkazgichning magnit maydoni. Vint qoidasi

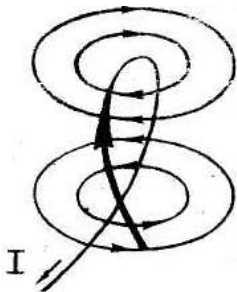
O'tkazgich orqali I tok oqayotir. Qaysi nuqtada magnit maydoni kuchliroq 	A nuqtada	
	B nuqtada	
	Ikkala nuqtada bir xil	
Tokli o'tkazgichning magnit kuch chiziqlari tasvirlangan. Qaysi rasm to'g'ri 	A rasm	
	B rasm	
	Ikkala rasm	
O'tkazgichdagi bizdan rasm teksligi ortiga oqayotir. Magnit kuch chiziqlari qanday yo'nalgan 	Soat strelkasi bo'yicha	
	Soat strelkasiga qarama – qarshi	
Tokli o'tkazgich atrofida magnit kuch chiziqlari tasvirlangan. Tok qanday yo'nalgan 	Bizdan rasm teksligi ortiga tomon	
	Rasm teksligidan biz tomon	
	Savolga javob uchun natijalar etishmaydi	
O'tkazgichdagi tok biz tomon oqayo'tir. Magnit kuch chiziqlari to'g'ri tasvirlanganmi 	To'g'ri	
	Noto'g'ri	

§ 1.5. Aylanma tokning va tokli g'altak (Solenoid) ning magnit maydoni. Tokli g'altak magnit qutblarining joylashini aniqlash qoidasi

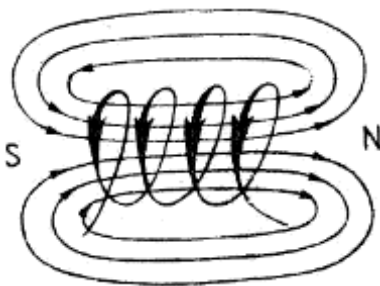
Tok oqayotgan halqasimon o'tkazgichning ayrim qismlariga vint qoidasini qo'llab, magnit maydon kuch chiziqlarining manzarasini hosil qilish mumkin. Rasm - 9 da halqasimon o'tkazgich magnit maydoni kuch chiziqlarining bir qismi tasvirlangan.



9-Rasm.



10-Rasm.



11-Rasm.

Bir xil yo'nalishda halqa o'tkazgich tekisligiga kiruvchi kuch chiziqlari ko'rinib turibdi. Rasm -10 da halqasimon tok (o'ram) ning bitta tekislikda joylashgan magnit kuch chiziqlari tasvirlangan.

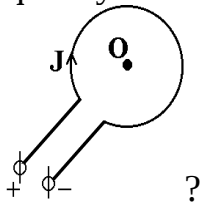
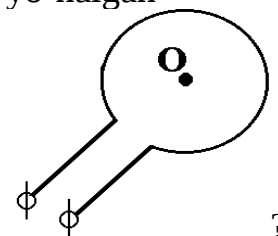
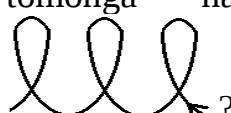
Agar bir nechta o'ram o'rala va hosil bo'lgan g'altak orqali elektr toki o'tkazilsa, magnit maydon kuch chiziqlari manzarasi to'g'ri doimiy magnitniki bilan ko'rinishi bilan bir xil bo'ladi. Bunday g'altakka solenoid deyiladi (Rasm - 11). Rasm -11 da tasvirlangan magnit kuch chiziqlari solenoid o'qi orqali o'tgan boshqa ixtiyoriy tekislik uchun o'zgarmaydi. Doimiy magnit qutblari haqida nima aytilgan bo'lsa, solenoid qutblari haqida ham xuddi shularni aytish mumkin. Solenoidning magnit kuch chiziqlari chiqadigan tomoni N ga shimoliy qutbi deyiladi, qarama-qarshi tomoni S da janubi qutbi deyiladi.

Solenoid qutblarini aniqlash uchun oldingi paragrafda bayon qilingan vint qoidasini qo'llash mumkin. Bunda avvalo magnit kuch chiziqlarining yo'nalishi topiladi, a keyin qutblari aniqlanadi.

Ammo vintni quyidagicha qo'llash oson: vint o'qini solenoid o'qi bo'yicha joylashtiring va dastasini o'ramlardagi tok yo'nalishi bo'yicha aylantiring; vintning harakat yo'nalishi shimoliy qutbni ko'rsatadi. Solenoid qutblarini aniqlash uchun yana bir qoidani qo'llash mumkin: ong qo'lingiz kaftini g'altakka shunday qo'yingki, tort barmog'ingiz o'ramlardagi tokni ko'rsatsin, u holda tarang tortilgan bosh barmoq shimoliy qutbni ko'rsatadi.

Xulosada shuni qayd qilamizki, Rasm- 6-11 lardan ko'rinadiki, magnit kuch chiziqlari hamma vaqt berk chiziqlardan iborat.

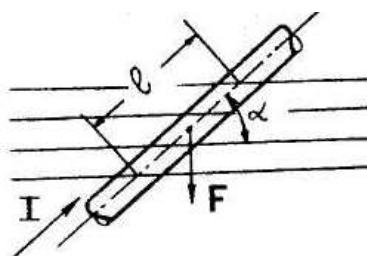
Aylanma tokning va tokli g'altak (solenoid)ning magnit maydoni. Tokli g'altak magnit qutblarining joylanishini aniqlash qoidasi

Halqa o'tkazgich orqali I tok o'tmoqda. O nuqtada magnit kuch chiziqlari qanday yo'nalgan 	Bizdan rasm tekisligi ortiga tomon	
	Biz tomonga	
	O nuqtada magnit maydoni mavjud emas.	
O nuqtada magnit kuch chiziqlari biz tomonga yo'nalgan. Halqa o'tkazgichda tok qanday yo'nalgan 	Soat strelkasi bo'yicha	
	Soat strelkasiga qarqma - qarshi	
Agar vint dastasining aylanishi g'altakdagi tokning yo'nalishi bo'yicha bo'lsa, vint qaysi tomonga harakatlanadi 	Chapga	
	O'nga	
Yuqorida tasvirlangan g'altakning shimoliy qutbi qaerda joylashgan?	Chapga	
	O'nga	
O'ng qo'l yuqorida tasvirlangan g'altakni chulg'ab olgan, to'rt barmoq o'ramlardagi tok yo'nalishini ko'rsatadi. Tarang tortilgan bosh barmoq qanday yo'nalgan?	Chapga	
	O'nga	

§ 1.6. Magnit maydonining tokli o'tkazgichga ta'siri. Chap qo'l qoidasi

Agar magnit kuch chiziqlari parallel to'g'ri chiziqlar ko'rinishida bo'lib, hamma joyda zijligi bir xil bo'lsa magnit maydoni bir jinsli bo'ladi.

I tok oqayo'tgan to'g'ri o'tkazgichni bir jinsli magnit maydoniga joylashtiramiz (Rasm- 12). Bunday o'tkazgichga $\vec{F}$ ga teng mexanik ta'sir qilishni bilamiz. O'tkazgichning magnit maydoniga joylashgan qismining uzunligi ℓ bilan belgilaymiz. O'tkazgichning bu qismiga uning aktiv uzunligi deyiladi. O'tkazgich o'qi bilan magnit kuch chiziqlari orasidagi burchakni α bilan belgilanadi.



12-Rasm.

Tajriba shuni ko'rsatadiki, magnit maydoniga joylashtirilgan to'g'ri tokli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuch tok qiymatiga, o'tkazgich aktiv uzunligiga, magnit maydoni intensivligiga va o'tkazgich o'qi bilan magnit kuch chiziqlari orasidagi burchak sinusiga proporsionaldir:

$$F = I\ell B \sin \alpha$$

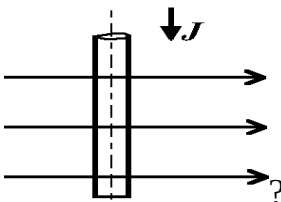
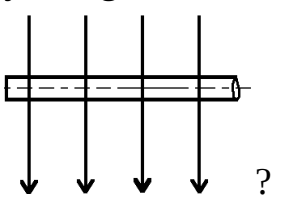
Bu formula 1820 yilda Fransuz fizigi Amper tomonidan kashf qilingan fizik qonunni ifodalaydi.

Formuladagi B ko'paytiruvchi magnit maydon intensivligini ifodalaydi. Magnit maydoni B qancha kuchli bo'lsa, kuch chiziqlari shuncha zich, boshqa bir xil sharoitlarda β shuncha katta bo'ladi. Magnit maydoni tomonidan tokli o'tkazgichga ta'sir qiladigan F kuchning yo'nalishi chap qo'l qoidasi bo'yicha aniqlanadi.

Chap qo'l panjalarini shunday qo'yamiz, to'rt barmoq tokning yo'nalishini ko'rsatsin, a magnit kuch chiziqlari kaftga tiralsin; u holda tarang tortilgan bosh barmoq o'tkazgichga ta'sir qilayotgan kuch yo'nalishini ko'rsatadi.

Magnit maydonida egri chiziqli o'tkazgichga ta'sir qiluvchi kuchni aniqlash talab qilinsa, quyidagicha yo'l tutmoq lozim: o'tkazgich fikran kichik qismlarga bo'linadi, qaysiki bu sohada ularni to'g'ri chiziqli, a maydoni bir jinsli deyish mumkin: o'tkazgichning bunday qismlariga ta'sir etuvchi kuchlar topiladi; topilgan kuchlarning yo'nalishlari hisobga olinib, yig'ililadi va o'tkazgichga ta'sir etuvchi umumiy kuch hisoblanadi.

Magnit maydonining tokli o'tkazgich ta'siri. Chap qo'l qoidasi

To'g'ri tokli o'tkazgichning magnit maydonini bir jinsli deyish mumkinmi?	mumkin	
	Mumkin emas	
Bir jinsli magnit maydonida to'g'ri tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch qiymatini qaysi qonun aniqlaydi	Om qonuni	
	Kulon qonuni	
	Amper qonuni	
Bir xil boshqa sharoitda o'tkazgichdagi tok 2 marta ortirilgan. Bu o'tkazgichga magnit maydonida ta'sir etuvchi kuch qanday o'zgargan?	O'zgarmagan	
	2 marta ortgan	
	2 marta kamaygan	
Bu o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch qanday yo'nalgan 	O'nga	
	Chapga	
	Biz tomonga	
	Bizdan rasm tekisligi ortiga tomon	
O'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch bizdan rasm tekisligi ortiga tomon yo'nalgan. O'tkazgichdagi tok qanday yo'nalgan 	Chapga	
	O'nga	
	Savolga javob uchun natijalar etishmaydi	

§ 1.7. Magnit induksiya. Magnit induksiyaning o'lchov birligi

Amper qonuni ifodasiga kirgan B kattalikka magnit induksiya deyiladi. Mexanik kuchni vujudga keltirishda tokli o'tkazgich va magnit maydoni ishtirok etadi. Mexanik kuch va tok kuchi tushunchalari bizga ma'lum, shuning uchun Ampurning eksperimental qonuniy tabiiy ravishda magnit maydon induksiyasini bu maydoni xarakterlovchi kattalik sifatida keltirilib chiqarishga imkon beradi. Faraz qilaylik $I = 1A$, $\ell = 1m$, $\sin\alpha = 1$ bo'lsin, u holda $F=B$ kelib chiqadi. Shunday qilib, magnit induksiya tok kuchi $1A$ ga teng to'g'ri oqayotgan tok o'tkazgichning har bir metr aktiv uzunligiga bir jinsli magnit maydoni tomonidan ta'sir qilayotgan kuchga teng va o'tkazgich shunday joylasganki, mexanik kuch maksimal ($\alpha = 90^\circ$). Mexanik kuch vektor kattalik. U nafaqat absalyut qiymat bilan, balki yo'nalish bilan xarakterlanadi. Shuning uchun magnit maydon induksiya har bir nuqtada vektor bilan tasvirlanadi. Shunday qilib, magnit induksiya vektori magnit maydonini ham intensivlik jihatdan, ham yo'nalish jihatdan xarakterlaydi. Magnit maydoniga joylashtirilgan magnit strelkasining o'qi kuch ta'siri yo'nalishida o'rtnashadi, ya'ni magnit induksiya vektori yo'nalishida. Shuning uchun magnit kuch chiziqlarini maydoning har bir nuqtasida magnit induksiya vektoriga o'rinma sifatida qarash mumkin.

Bir jinsli magnit maydonida magnit induksiya vektori va magnit kuch chiziqlari mos tushadi, shuning uchun rasmlarda magnit kuch chiziqlari ko'pincha B harfi bilan belgilanadi.

Amper qonuni magnit induksiya o'lchov birligini o'rnatishga imkon beradi.

$\sin\alpha = 1$ shartda $F = I\ell B$ ega bo'lamiz, Nyuton qonuniga ko'ra $F=ma$

$$\text{Bundan topamiz: } [B] = \frac{[F]}{[I] \cdot [\ell]} = \frac{[m] \cdot [a]}{[I] \cdot [\ell]} = \frac{kg \cdot \frac{m}{s^2}}{A \cdot M} = \frac{kg}{C^2 \cdot A} = T_l$$

bu erda

$[m]$ – massa o'lchov birligi, kg;

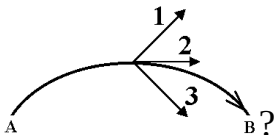
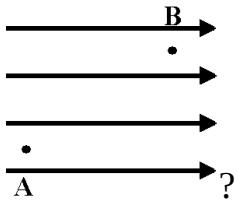
$[a]$ – tezlanish o'lchov birligi, $\frac{m}{s^2}$; To'rtta asosiy birliklar:

$[I]$ – tok kuchi o'lchov birligi, A;

$[\ell]$ – uzunlik birligi, M

Magnit induksiyasining o'lchov birligi telsa (Tl) degan nomni oladi.

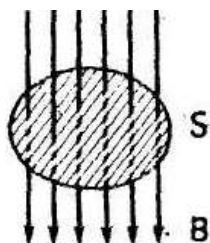
Magnit induksiya. Magnit induktsiyasining o'lchov birligi

$F = I\ell B \sin \alpha$ Ushbu ifodada qaysi kattalik magnit maydonining intensivligini ifodalaydi?	F	
	I	
	B	
	$\ell \sin \alpha$	
Magnit induksiya birjinsli magnit maydoni tomonidan to'g'ri tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuchga teng deyish mumkinmi?	Mumkin	
	Mumkin emas	
	Mumkin, agar tok 1A va o'tkazgich uzunligi 1m bo'lib, perpendikulyar joylashsa	
	Magnit kuch chiziqlari uchun mumkin, agar tok 1A, a o'tkazgich uzunligi 1m bo'lsa	
AB- magnit kuch chizig'i. Qaysi vektor magnit induktsiyasini tasvirlaydi 	1	
	2	
	3	
	Hech qaysi	
Magnit maydoni bir jinsli. Qaysi nuqtada A yo'ki B magnit induktsiya katta 	A nuqtada	
	B nuqtada	
	A va B nuqtalarda magnit induksiya bir xil	
MKSA birliklar sistemasida magnit induksiya qanday o'lchov birlikda o'lchanadi?(MKSA-metr, kilogramm, sekund, amper)	Gauss	
	Tesla	

§1.8. Magnit oqimi. Magnit oqimining o'lchov birligi

Vektorga perpendikulyar qandadir yuza orqali bir jinsli magnit maydonining induksiya vektori oqimi deb, vektor absolyut qiymati (moduli) ning yuzaga ko'paytmasiga aytiladi. Magnit induksiya vektorining oqimini qisqacha magnit oqimi deb aytamiz.

Magnit oqimi Φ harfi orqali belgilanadi.



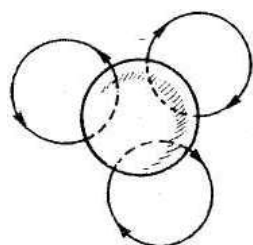
13-Rasm.

Bir jinsli magnit maydonida (Rasm -13) qandaydir yuza orqali magnit oqimi quyidagi formuladan topiladi:

$$\Phi = BS$$

bu erda B- magnit induksiya, S- magnit kuch chiziqlariga perpendikulyar yuza.

Agar S yuza magnit kuch chiziqlariga perpendikulyar bo'lmasa, formulaga uning perpendikulyardagi proeksiyasi keltirilib quyiladi. Agar magnit maydoni bir jinsli bo'lmasa va sirt egri bo'lsa, sirt orqali magnit oqimini topish uchun quyidagi amalga oshiriladi: Egri sirtni elementar yassi sirlarga bo'lish kerak, qaysiki bu sohalarda magnit maydonini bir jinsli deyish mumkin; har bir elementar yuza orqali magnit oqimi topiladi; elementar magnit oqimlari ishoralarini hisobga olib qo'shiladi; sirt orqali to'la magnit oqimi topiladi.



14-Rasm.

Ixtiyoriy berk sirt orqali (masalan sfera orqali) magnit oqimi nolga teng. Bu magnit kuch chiziqlarining uzluksizlik

xossasidan kelib chiqadi. Shunday qilib, bu chiziqlar uzluksiz ekan ularning qanchasi berk sirtga kirsam, albatta undan shunchasi chiqishi kerak; sirt ichida ularning uzilishi mumkin emas (Rasm -14). Shu xossasi bilan magnit maydoni kuch chiziqlari, musbat elektr zaryadidan boshlanuvchi manfiy elektr zaryadida tugovchi elektr maydonidan farq qiladi.

Yuqorida keltirilgan formula magnit oqimining o'lchov birligini topishga imkon beradi:

$$[\alpha] = [B] \cdot [S] = Tl \cdot M^2 = \frac{kg \cdot m^2}{C^2 \cdot A} = Bb$$

Magnit oqimining o'lchov birligiga veber (Bb) deyiladi.

Agar volt ega bo'lgan $B = \frac{kg \cdot M^2}{C^3 \cdot A}$ o'lchamni hisobga olsak, u holda veberni

quyidagicha yozish mumkin: $Bb = B \cdot C$ Ayrim paytda "veber" demasdan, volt – sekund deyishadi.

Magnit oqimi. Magnit oqimining lchov birligi

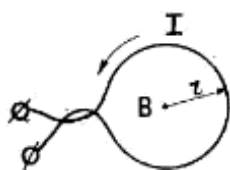
Magnit induksiya 2 marta ortdi. S yuza orqali magnit oqimi qanday o`zgardi?	O`zgarmaydi	
	2marta ortdi	
	2marta kamaydi	
Magnit induksiya 2 marta kamaydi. Sferik sirt orqali magnit oqimi qanday o`zgaradi?	O`zgarmaydi	
	2marta ortdi	
	2marta kamaydi	
Qanday o`lchov birlikda o`lchanadi: a) magnit maydon b) magnit oqimi?	a) Tl; b) Vb	
	a) Tl; b) Tl;	
	a) Vb; b) Vb;	
Sirt magnit kuch chiziqlari ga perpendikulyar $B = 1Tl$ $S = 2sm^2$ S sirt orqali magnit oqimini aniqlang?	2 Vb	
	0,02 Vb	
	0,002 Vb	
	200 Vb	
Yuqoridagi masala shartiga ko`ra sirt magnit kuch chiziqlari bilan 60^0 burchak tashkil etadi. Sirt oqimi magnit oqimini toping?	2 Vb	
	1 Vb	
	0,01 Vb	
	0,0001 Vb	

§1.9. Magnit induksiyaning magnit maydonini yuzga keltiruvchi tokka bog'liqligi

Magnit maydoni (magnit oqimi)ni elektr zaryadlarining harakati-elektr toki vujudga keltiradi.

Magnit maydoni bilan uni vujudga keltiruvchi elektr toki o'rtasida uzluksiz bog'lanish bor. Bu bog'lanishni miqdoriy jihatdan Bio-Sovar-Laplas qonuni ifodalaydi, qaysi tajriba natijalarini umumlashtirishdan kelib chiqqan. Bu qonunning umumiy ko'rinishni keltirmaymiz, chunki uni qayd qilish etarlicha murakkab. Baribir soda hollarni qaraymiz.

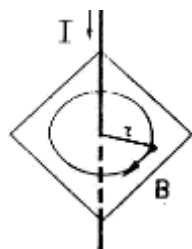
Rasm-15 da tok oqayotgan halqa shaklidagi o'tkazgich tasvirlangan. O'ram markazidagi magnit induksiya quyidagi ifodadan aniqlanadi:



$$B = \frac{\mu I}{4\pi r^2} = \frac{\mu I 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{\mu I}{2r}$$

bu erda I-o'ramdagi tok, l-halqa uzunligi, r-halqa radiusi.

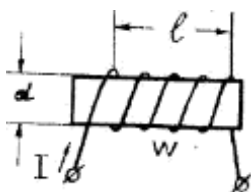
15-Rasm.



Bundan tashqari formulaga μ koeffisient kiradi, qaysi uning yordamida tok vujudga keltirilgan magnit maydoni qiymatiga muhitning ta'siri hisobga olinadi.

Rasm-16 da I tok oqayotgan cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgich ta'sirlangan. Magnit induksiya quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

16-Rasm.



$$B = \frac{\mu I}{2\pi r}$$

bu erda r-induksiya o'lchanayotgan nuqtadan o'tkazgich o'qigacha bo'lgan masofa.

Solenoid ichidagi magnit induksiyasi uchun ifodani keltiramiz (Rasm-17)

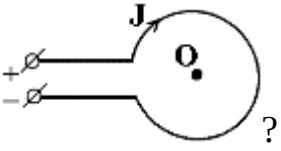
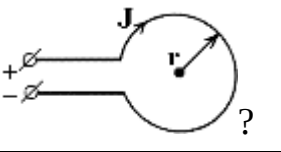
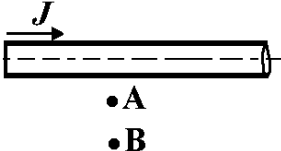
17-Rasm.

$$B = \frac{\mu W I}{l}$$

bu erda W-o'ramlar soni, l-solenoid uzunligi.

Solenoid uzunligi l uning diametri d dan ancha katta bo'lgan hol uchungina oxirgi formula o'rinlidir.

Magnit induktsiyasining magnit maydoni hosil qilayo`tgan tokka bog`liqligi.

Tok ikki marta ortgan. O`ram markazidagi magnit induksiya qanday o`zgaradi 	O`zgarmaydi	
	2 marta ortdi	
	2 marta kamayadi	
	O`ram markazida magnit induksiya tokka bog`liq emas	
O`ram radiusi 2marta ortgan. O`ram markazida magnit induksiya qanday o`zgargan 	O`zgarmadi	
	2 marta ortdi	
	2 marta kamaydi	
	4 marta kamaydi	
Havoda joylashgan o`tkazgich orqali I tok oqmoqda. Qaysi nuqtada magnit induksiya katta 	A nuqtada	
	B nuqtada	
	Ikkala nuqtada bir xil	
	Ikkala nuqtada nolga teng	
A va B nuqtalardagi magnit induksiya o`zgarami, agar oldingi masalada qaralgan o`tkazgichni havosi so`rib olingan ballonga joylashtirsak?	O`zgaradi	
	O`zgarmaydi	
G`altak o`ramlar soni 2 marta orttirildi. G`altak o`zagida magnit induksiya qanday o`zgaradi?	4 marta ortadi	
	2marta ortadi	
	O`zgarmaydi	
	2 marta kamayadi	

§1.10. Muhitning magnit singdiruvchanligi. Magnit singdiruvchanligining o'lchov birligi. Magnit doimiylik

Muhitning magnit maydoniga ta'sirini hisobga olishga yordamlashuvchi μ koeffisientga magnit singdiruvchanligi deyiladi. Bu koeffisientni kiritish zaruriyati quyidagicha tushuntiriladi, ya'ni magnit induksiyasi faqat tok kuchiga bog'liq bo'lmasdan, tajribaning ko'rsatishiga muhitning xossasiga ham bog'liq ekan. Tok vujudga keltirilgan magnit maydoni ta'sirida muhit molekulalari, ayrim paytda kichik sohalari ma'lum holatda orientasiyalanadi, buning natijasida muhitning xususiy magnit maydoni namoyon bo'ladi, qaysiki, tokning magnit maydoniga qo'shiladi.

Magnit singdiruvchanligining ma'lum bo'lgan o'lchov birliklarini berishdan oldin, magnit induksiyasini volt orqali ifodalaymiz. Buning uchun quyidagi formulani qo'llaymiz:

$$\Phi = BS$$

bundan topamiz:

$$[B] = \frac{[\Phi]}{[S]} = \frac{Vb}{m^2} = \frac{V \cdot c}{m^2}.$$

Endi, oldingi paragrafdagi birorta ifodadan foydalanamiz, masalan solenoid ichidagi magnit induksiyasi uchun ifodadan, va μ ning o'lchamini topamiz (W-o'ramlar soni o'lchamsiz kattalik ekanini hisobga olamiz):

$$[\mu] = \frac{[B][l]}{[I]} = \frac{\frac{Bc}{m^2} \cdot m}{A} = \frac{B \cdot c}{A \cdot m} = \frac{Om \cdot c}{m} = \frac{Gn}{m}$$

$Om \cdot c$ ga teng o'lchov birlikka genri (Gn) deyiladi. Shunday qilib, magnit singdiruvchanligi genri taqsim metr degan o'lchov birlikda o'lchanadi.

Har bir muhit o'zining ma'lum magnit singdiruvchanligiga ega bo'ladi. Vakummning magnit singdiruvchanligiga magnit doimiylik deyiladi. U μ_0 harfi bilan belgilanadi:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Gn}{m}$$

Nisbiy magnit singdiruvchanlik o'lchamsiz kattalik bo'lib, muhit magnit singdiruvchanligi magnit doimiylikdan necha marta katta yoki kichikligini ko'rsatadi:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

Har xil muhitlar uchun μ_r kattalikning qiymatlari spravochniklarda keltiriladi. Agar $\mu_r > 1$ bo'lsa, muhit tok magnit maydonini kuchaytirishini bildiradi, agar $\mu_r < 1$ bo'lsa, tok magnit maydonini susaytirishini bildiradi.

**Muhitning magnit sindiruvchanligi. Magnit sindiruvchanligining o`lchov birligi.
Magnit doimiylik**

G`altak ichida magnit maydon induksiyasi</p> $B = \frac{\mu \omega I}{\ell}$ <p>formuladan aniqlanadi. Bu ifodadagi qaysi ko`paytiruvchi g`altak o`zagi materialiga bog`liq?	μ	
	W	
	I	
	ℓ	
Magnit sindiruvchanligi qanday o`lchov birliklarida o`lchanadi?	$B \cdot C$	
	$B \cdot C / M^2$	
	$Om \cdot C$	
	$Om \cdot C / M$	
Magnit sindiruvchanligi ifodalaydi?	Vakuumning magnit xossasini	
	Havoni magnit xossasini	
	Muhitning magnit xossasini	
Toza temir o`zakning magnit sindiruvchanligi $0,025 \text{ Gn} / \text{m} \cdot \text{ga}$ teng. Toza temirning nisbiy magnit sindiruvchanligi?	200000 yaqin	
	20000 yaqin	
	2000 yaqin	
	Savolga javob uchun natijalar etarli emas	

§1.11. Magnit maydon kuchlanganligi. Kuchlanganlikning o'lchov birligi. To'g'ri tok va g'altak magnit maydon kuchlanganlik formulalari

Magnit maydon kuchlanganligi H orqali ifodalash qabul qilingan. Bu hisoblanadigan kattalik bo'lib, quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$H = \frac{B}{\mu}; \quad B = \mu H$$

Magnit maydon kuchlanganligi amper taqsim metrda o'lchanadi; haqiqatdan:

$$[H] = \frac{[B]}{[\mu]} = \frac{\frac{B \cdot c}{m^2}}{\frac{Om \cdot c}{\mu}} = \frac{B}{Om \cdot m} = \frac{A}{m}$$

I tok oqayotgan cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgich vujudga keltirilgan magnit maydon kuchlanganligini topamiz. Bunday maydonning magnit induksiyasi uchun ifodani keltirgan edik (§9 ga qarang).

$$B = \frac{\mu I}{2\pi r}$$

Bu tenglikning o'ng va chap tomonlarini μ ga bo'lib, ega bo'lamiz:

$$H = \frac{B}{\mu} = \frac{I}{2\pi r}$$

Xuddi shunday, solenoid ichidagi magnit induksiyasi uchun ifodani keltiramiz:

$$B = \frac{\mu W I}{l}$$

Bu tenglikning ikkala tomonini μ ga bo'lib, solenoid ichidagi magnit maydon kuchlanganligi uchun ifodani topamiz:

$$H = \frac{W I}{l}$$

Eslatamiz, bu erda W -o'ramlar soni, I -cho'lg'amdagi tok, l -solenoid uzunligi.

Magnit maydon kuchlanganligining bu kuchlanish ta'sir etayotgan uzunlik qismiga ko'paytmasiga magnit yurituvchi kuch (MYuK) deyiladi:

$$MYuK = Hl$$

cho'lg'am orqali oqayotgan I tokning o'ramlar soniga ko'paytmasiga cho'lg'amning amper-o'rami deyiladi. Solenoid uchun

$$Hl = WI$$

Shunday qilib, solenoidning MYuK uning amper o'ramiga teng.

MYuK qancha katta bo'lsa, boshqa bir xil sharoitlarda, solenoidning magnit oqimi katta bo'ladi.

Ko'rinib turibdi, MYuK tok kabi amperlarda o'lchanadi.

Magnit maydon kuchlanganligi. Magnit maydon kuchlanganligining o`lchov birligi. To`g`ri tok va g`altak magnit maydon kuchlanganlik formulalari

$B = 10^{-3} \text{ Vb/m}^2$ $\mu = 0,001 \text{ Gn/m}$ $H \cdot ni$ aniqlang	0,1 A/M	
	1 A/M	
	10 A/M	
	10^{-6} A/M	
Taqasimon elektromagnit qutblari orasidagi havo qatlamida magnit maydon kuchlanganligi 2 marta ortirildi. Magnit induksiyasi qanday o`zgaradi?	2 marta ortadi	
	O`zgarmaydi	
	2 marta kamayadi	
	Keltirilgan natijalar savolga javob uchun etarli emas	
Magnit maydon kuchlanganligi A/m.larda o`lchaydi; Ayrim hollarda A/Om.larda o`lchaydi. Qaysi birlik ko`proq ishlatiladi?	Birinchisi	
	Ikkinchisi	
6,28A tok oqayo`tgan uzun to`g`ri o`tkazgichdan 50sm masofadagi magnet maydon kuchlanganligini toping?	0,02 A/M	
	0,2 A/M	
	2 A/M	
	50 A/M	
O`ramlar soni W=1000,uzunligi 68sm bo`lgan va o`ramlari orqali 0,2A tok oqayo`tgan g`altak ichidagi magnit maydon kuchlanganligini toping?	100 A/M	
	200 A/M	
	1000 A/M	
	Masala mavhum, chunki solenoidning diametri noaniq.	

§1.12. Parallel toklarning o'zaro ta'siri. Halqaro birliklar sistemasida ampurning ta'rifi

Ma'lumki, I_1 va I_2 tok oqayotgan ikkita parallel o'tkazgichlarning bir-biriga ko'rsatayotgan mexanik ta'sir kuchi toklar ko'paytmasiga, o'tkazgichlar uzunligiga to'g'ri proporsional va o'tkazgichlar orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional.

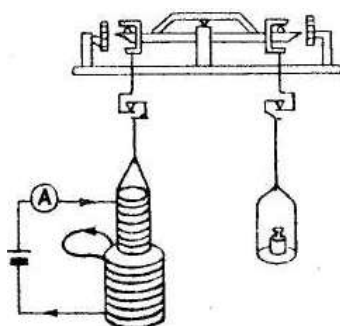
O'lchashni halqaro birliklar sistemasi (HB) da o'tkazsak va muhit ta'sirini hisobga olsak, o'zaro ta'sir kuchi quyidagi formula ko'rinishida bo'ladi:

$$F = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi r}$$

bu erda μ -muhitning magnit singdiruvchanligi, l -o'tkazgichlar uzunligi, r -o'tkazgichlar orasidagi masofa.

Tok kuchining o'lchov birligini elektr tokining ixtiyoriy biror ta'siri asosida aniqlash mumkin edi: issiqlik, kimik yoki mexanik. HB sistemada amper asosiy birlik hisoblanadi va ixtiyoriy tanlangan bo'lishi mumkin.

Agar toklarning mexanik ta'siriga asoslansa, eng aniq va sodda etalon amporni tasvirlash kelib chiqar edi. Shuning uchun ampurning ta'rifi yuqorida keltirilgan formulaga asoslanadi.



18-Rasm.

Amper shunday o'zgarmas tok kichiki, vakuumda bir-biridan 1m masofada joylashgan cheksiz uzun va kesimi o'ta kichik bo'lgan ikkita parallel to'g'ri o'tkazgichlar orqali bunday tok oqqanda o'tkazgichlarning har bir metrida $2 \cdot 10^{-7}$ H ga teng o'zaro ta'sir kuchi hosil bo'ladi.

Demak cheksiz uzun va kesimi o'ta kichik o'tkazgichlarni tayyorlash mumkin emas, shuning uchun chekli o'lchamga, o'zaro ta'sir kuchni yuqori aniqlikda hisoblash mumkin bo'lgan shaklga ega bo'lgan o'tkazgichlar qo'llaniladi.

Etalon amporni tasvirlaydigan uskunani tok tarozisi deyiladi. (rasm-18).

Bu uskunada doimiy tok o'tayotgan ikkita maxsus hisoblangan g'altark toklarning o'zaro ta'sir kuchi etalon yuklar (tarozi toshchalari) yordamida muvozanat holatga keltiriladi. 1 A ga mos keladigan tarozi toshchalari yoki tanlangan amper ulushlariga mos ma'lum og'irligi bo'yicha formulalar asosida oldindan nazariy yo'l bilan aniqlanadi.

Parallel toklarning o`zaro ta`siri. H B sistemada Ampurning ta`rifi.

Uzunligi 6,28m qismda ikki parallel o`tkazgichlar orasidagi havodagi o`zaro ta`sir kuchini toping. O`tkazgichlar orasidagi masofa 1m. o`tkazgichlar orqali 1A tok oqadi?	$4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Gn}{m}$	
	$4\pi \cdot 10^{-7} H$	
	$4\pi H$	
	$2H$	
1 m qismda ikkita parallel o`tkazgich orasidagi vakuumdagi o`zaro ta`sir kuchni toping. O`tkazgichlar orasidagi masofa 1m o`tkazgichlar orqali 1A tok oqadi?	$2H$	
	$0,02H$	
	$2 \cdot 10^{-7} H$	
	$2\pi \cdot 10^{-7} H$	
Bakuumda 1m qismda ikkita parallel o`tkazgich orasidagi o`zaro ta`sir kuch $2 \cdot 10^{-7} H$ ga teng. O`tkazgichlar orasidagi masofa 1m otkazgichlar orqali 1A tok oqadi?	$2 \cdot 10^{-7} A$	
	$0,02 A$	
	$0,2 A$	
	$1 A$	
Vakuumda 1m qismda ikkita parallel o`tkazgichlar orasidagi o`zaro ta`sir kuchni toping. O`tkazgichlar orasidagi masofa 1m. O`tkazgichlar orqali qanday tok o`tadi?	$2 \cdot 10^{-7} H$	
	$0,2 \cdot 10^{-7} H$	
	$0,02 \cdot 10^{-7} H$	
	$0,01 \cdot 10^{-7} H$	
Vakuumda 1m qismda ikkita parallel ikkita o`tkazgichlar orasidagi o`zaro ta`sir kuch $0,02 \cdot 10^{-7} H$ ga teng. Ular orasidagi masofa 1m. O`tkazgichlar orqali qanday tok oqadi?	$1 A$	
	$0,1 A$	
	$0,01 A$	
	$0,02 A$	

§1.13. Magnetiklar (diamagnit, paramagnit va ferromagnit moddalar)

Magnit xossalari bo'yicha barcha moddalar uchta sinfga bo'linadi.

Magnit singdiruvchanligi $\mu_r < 1$ bo'lgan moddalarga diamagnitlar deyiladi; bunday moddalar qatoriga kiradi, masalan, suv ($\mu_r = 0,999991$), shisha ($\mu_r = 0,999987$), vismut ($\mu_r = 0,999830$), mis ($\mu_r = 0,999991$).

Diamagnit va paramagnit moddalarning magnit singdiruvchanligi birdan kam farq qiladi. Elektrotexnik hisoblashlarda bu farq qoidaga ko'ra e'tiborga olinmaydi, shuning uchun diamagnit va paramagnit moddalarni nomagnitlar deyiladi, ularning μ_r magnit singdiruvchanliklarini birga tenglashtiriladi.

Magnit singdiruvchanligi minglar va o'n minglar bilan o'lchanadigan ($\mu_r \gg 1$) moddalarga ferromagnitlar deyiladi. Ferromagnit moddalarga misol sifatida aytish mumkin kobaltni, cho'yanni, nikelni, temirni, po'latni temir-nikel qotishmalari (permalloy) ni. Bu moddalarning muhim xossasi shundan iboratki, ularning magnit singdiruvchanliklari tashqi maydon magnit induksiyasiga va ularning avvalgi magnit holatiga bog'liq, hozirgi vaqtda ferromagnit moddalarni magnitlangan kichik sohalar (10^{-3} mm)-domenlardan tuzilgan deb hisoblamogda. Tashqi magnit maydoni bo'lmaganda domenlar xaotik joylashadi va ularning magnit maydonlari o'zaro muvozanatlashadi.

Tashqi magnit maydoni ta'sirida ko'pchiligi magnit kuch chiziqlari bo'yicha orientasiyalanadi.

Diamagnit muhitlar tashqi magnit maydonini bir muncha susaytiradi (masalan, to'g'ri tokli o'tkazgichning maydonini).

Paramagnit muhitlar tashqi magnit maydonini bir muncha kuchaytiradi. Ferromagnit muhitlar tashqi magnit maydonini ming va o'n ming marta kuchaytiradi.

Diamagnit, paramagnit va ferromagnit moddalar

Diamagnit modda	Tashqi magnit maydonini kuchaytiradi	
	Tashqi magnit maydonini susaytiradi	
	Tashqi magnit maydon qiymatiga ta'sir etmaydi	
Qaysi moddalarda tashqi magnit maydoni kamgina kuchayadi?	Diamagnitlarda	
	Paramagnitlarda	
	Ferromagnitlarda	
1. chuyvan 2. kobalt 3. nikel 4. vismut Nomlari tilga olgan metallar ichida qaysining M_r eng kichik	chuyvan	
	kobalt	
	nikel	
	vismut	
Qaysi moddalar o'zgaruvchan magnit singdiruvchanlikka ega?	Diamagnit	
	Paramagnit	
	Ferromagnit	
Diamagnit moddalar qatorini ko'rsating?	Havo, margens, alyuminiy	
	Mis, suv, shisha	
	Nikel, kobalt, temir	

§1.14. Doimiy va o'zgaruvchan magnit maydonlari. Ferromagnitliklarning magnitlanishi

Agar vaqt o'tishi bilan magnit induksiyasi o'zgarmasa, magnit maydonini doimiy deyiladi. Bunday maydonni o'zgarms tok vujudga keltiradi. O'zgaruvchan tok vaqt bo'yicha qiymati va yo'nalishi o'zgarib turadigan o'zgaruvchan magnit maydonini vujudga keltiradi.

O'zgaruvchan magnit maydonida ferromagnit moddalar yordamida jarayonlar vujudga keladi, qaysiki oqibati magnit gisterezis va gisterezisdagi isroflar hisoblanadi. Bunga kengroq to'g'rab o'tamiz.

Moddlarning magnit xossalarini o'rgana borib, keng ko'lamdagi materiallar sinifini ajratdik, qaysiki ular o'zlari joylashgan magnit maydonini birdaniga ortirish xossasiga ega. Bunday moddalar ferromagnit moddalar (ferromagnitik)lar degan nomni oldi, shunday qilib ularning maxsus xossalari birinchi marta temirda aniqlangan.

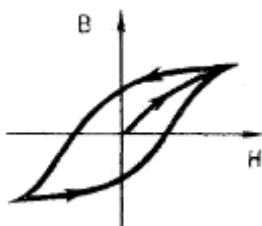
Hazirgi zamon texnikasida ferromagnit materiallar muhim ro'l o'ynaydi.

Elektr generatorlar, dvigatellar, transformatorlar tayyorlash uchun har yili millionlab tonna elektrotexnik po'lat sarflanadi. Zamonaviy radiotexnika ham ferromagnit materiallarsiz ish yurita olmaydi. Ferromagnit materiallar yuqori tezlikda operatsiyalarni bajaradigan hisoblash mashinalari, tovush yozish texnikasida, nozik signallarni kuchaytirish texnikasida keng qo'llanilmoqda. Katta quvvatli ko'p qirrali magnitlar mikrodunyoni o'rganadigan muhim quroli hisoblangan elementar zarralar tezlatgichlarining asosini tashkil etadi.

Ferromagnit moddalarning xossalari o'z-o'zidan magnitlangan soha – domenlar va tashqi maydonda bu sohalarining orientasiyalanishiga bog'liq. Ferromagnit materiallarda magnit maydon induksiyasi va kuchlanganliklari orasidagi bog'lanish chiziqli qonunga bo'ysinmaydi, a analitik tasvirlash qiyin bo'lgan murakkab shaklga ega. Bu bog'lanish birinchi marta taniqli rus olimi A.G. Stoletov tamonidan o'rganilgan va grafik ko'rinishidagi tasviri magnit gisterezis halqasi nomini olgan (rasm-19). Rasm-19 dan ko'rinadiki, magnit kuchlanganligining bir xil qiymatiga materialning magnitlanish yoki magnitsizlanishiga bog'liq magnit induksiyasining har xil qiymatlari mos keladi.

$B=f(H)$ bir qiymatlimas funksiya va magnit gisterezis namoyon bo'ladi, ferromagnit moddada magnit induksiyasining moddaning oldingi magnit holatlaridan kelib chiqadigan kuchlanganlikning berilgan qiymatlariga bog'liq hodisasi tushuniladi.

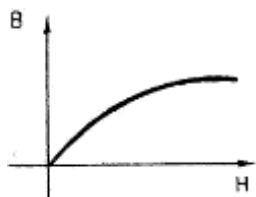
Ferromagnit material magnitlanishida domenlar tashqi maydon kuch chiziqlari bo'yicha orientasiyalanadi (buriladi). Tashqi magnit maydon kuch chiziqlarining yo'nalishi o'zgarganda (modda qayta magnitlanganda) domenlarning orientasiyasi o'zgaradi. Ma'lumki, domenlarning burilishi uchun energiya sarf bo'ladi. Bu energiyaga gisterezisdagi isrofi deyiladi.



19-Rasm.

Gisterezisdagi isrof qancha katta bo'lsa, qayta magnitlanish chastotasi shuncha katta va magnit material og'irligi shuncha katta bo'lishini tushunish qiyin emas. Batafsil tekshirishlar shuni ko'rsatdiki, gisterezisdagi isrof yana gistarazis xalqasi yuziga proporsionaldir.

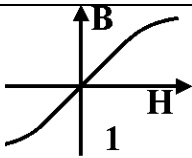
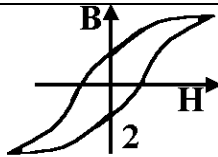
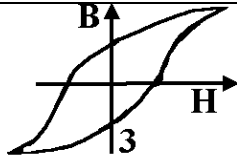
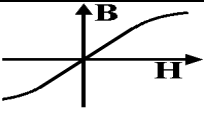
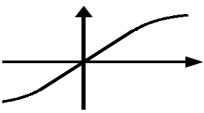
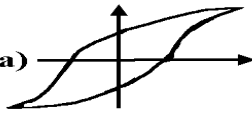
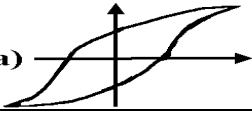
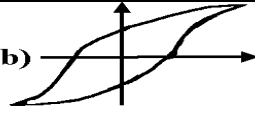
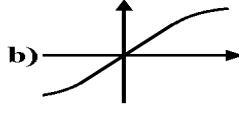
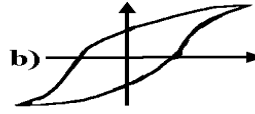
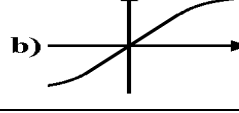
Elektr mashina va transformatorlarda gisterezisdagi isrofnni kamaytirish maqsadida gisterezis halqasi shunda ensiz, ya`ni grafikda xalqaning ikki tarmog`i qarib ustma-ust tushadigan materiallarni qo`llaydi. Bunday hollarda material o`rtacha namuna egri chizig`i bilan xarakterlanadi, bunga magnitlanish egri chizig`i deyiladi (rasm-20).



20-Rasm.

Ensiz gisterezis halqasiga ega bo`lgan matariallarga yumshoq magnit matariallar deyiladi. Keng gisterezis halqasiga ega bo`lgan qattiq magnit materiallar doimiy magnitlar yasashda, magnit tovush yozish uchun lentalarda hisoblash texnikasida va h. k. qo`llaniladi. Ko`p hollarda gisterezis halqasining shakli muhim ro`l o`ynaydi. To`g`ri burchakli halqaga ega bo`lgan materiallar keng qo`llanilmoqda. Yumshoq magnit matariallar qatoriga kiradi: elektrotexnik po`lat, elektrolitik temir, permalloy, cho`yan. Qattiq magnit materiallardan kobaltli po`lat, platino-temir va platino-kobalt qotishmalari, shular qatorida alni, alniko, magniko tipidagi qotishmalar ham keng tarqalmoqda.

O'zgarmas va o'zgaruvchan magnit maydonlari. Ferromagnitlarning magnitlanishi

Mumkinmi :	a) mumkin; b) mumkin	
a) a) bir jinsli magnit maydoni o'zgarmas bo'lishi?	a) mumkin; b) yo'q	
b) bir jinsli magnit maydoning o'zgaruvchan bo'lishi?	a) yo'q; b) mumkin	
	a) yo'q; b) yo'q;	
Ferromagnit materiallar qo'llaniladi: Elektrotexnikada, radiotexnikada, elektron hisoblash texnikasida, tovush yo'zib olish texnikasida, eksperimental yadro fizikasida?	Texnikaning barcha sanab o'tilgan sohalarida	
	Bittasidan tashqari qolgan barchasida	
	Ikkitasidan tashqari qolgan barchasida	
	Faqat elektrotexnikada	
Qator materiallar uchun gisterezis halqasi tasvirlangan. Qaysi holda gisterezis halqasi maksimal? (Grafiklar masshtabi bir xil)		
		
		
Qator materiallar uchun bog'lanish $B = S(H)$ ma'lum. Qaysi materiallar uchun qo'llash maqsadga muvofiq:	a)  a)  a)  a)  b)  b)  b)  b) 	
a) doimiy magnitlar tayo'rlash uchun?		
b) magnit o'tkazgichlar uchun?		
Gisterezisdagi isrof bu	Materialda magnit maydoni hosil qilish uchun kerak bo'lgan energiya	
	Domenlar oreintatsiyasining o'zgarishiga sarf bo'lgan energiya	
	Qoldiq magnit maydon energiyasi	

§1.15. Elektr o`lchov asboblari. Tuzilishining umumiy prinsiplari

Asboblarni taqqoslash va bevosita baholash asboblarga bo`linadi. Maxsus etalonlarni talab qiluvchi taqqoslash asboblari qoidaga ko`ra laboratoriya sharoitlarida aniq o`lchashlar uchun qo`llaniladi. Asbob shkalasidan o`lchanayotgan kattalikni hisoblashga imkon beruvchi bevosita baholash asboblari ishlab chiqarish va texnikada keng tarqalgan. Elektr o`lchov asbobining qo`zg`almas sistemasi strelka bilan bog`langan bo`lib, uchta kuch momenti ta`sir qiladi.

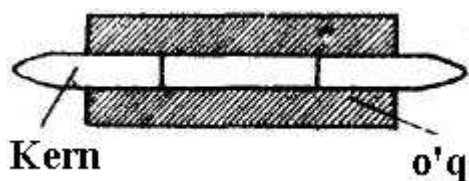
Elektr tokining u yoki bu effektining qo`llanishi M_{ayl} aylantiruvchi momentni hosil qiladi. Aylantiruvchi momentni hosil qilish usuli asbobning ishlash prinsipini aniqlaydi.

Purjinalarning cho`zilishi yoki siqilishi natijasida  $M_q$  qarama-qarshi moment yuzaga keladi. Asbobdan hisob olish vaqtida, qachon strelka qo`zg`almas bo`lganda, aylantiruvchi va qarama-qarshi momentlar bir-birini muvozanatlaydi:

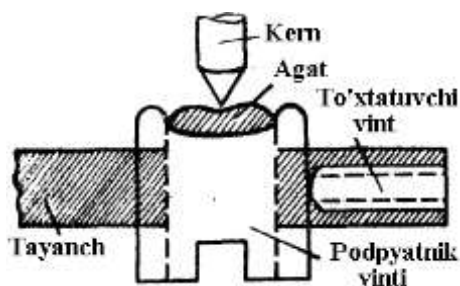
$$M_{ayl} = M_q$$

qarama-qarshi momentsiz asbobning ishlashi mumkin emas, chunki o`lchanadigan kattalikning ixtiyoriy qiymatida strelka taqalib qolguncha buriladi.

Tinchlantiruvchi (dempfirlovchi) moment strelkaning inersiya tufayli muvozanat holati atrofidagi tebranishlarni bosish uchun zarur. Bu moment strelkaning harakati vaqtida ishga tushadi va hisobga olish vaqtida to`xtaydi, qaysiki o`lchashga xatolik kiritilmaydi. Harakatlanuvchi sistemaning havoga ishqalanishi natijasida baribir dempferlovchi moment hamma vaqt vujudga keladi. Ko`pgina hollarda bu etarli emas, shuning uchun harakatchan sistemani tinchlantirish uchun maxsus qurilma (dempferlar) qo`llaniladi. Dempfirlovchi moment harakatchan sistemaning tezligiga proporsional.



21-Rasm.



22-Rasm.

Asbobning harakatlanuvchan sistemasi o`qqa mahkamlanadi. Odatda, o`q alyumiy yoki misdan nay shaklida tayyorlanadi, qaysiki unga po`lat kernlar kiritib qo`yiladi (rasm-22). Kern uchlari qattiq toshdan ishlangan podplyatnikka tiralgan bo`ladi.

Podplyatnik vinti shunday tortiladiki, qaysiki o`q o`lchamining temperaturali tebranishiga erkinlik beradi. Nomagnit matariallardan spiral shaklda tayyorlangan purjinalar yetarlicha elastik bo`lib, qarama-qarshi moment hosil qiladi. Purjinalarni tayyorlash uchun ko`proq fosforli bronza ishlatiladi.

Elektr o`lchov asboblari. Tuzilishining umumiy prinsiplari

Qanday asboblari qo`llaniladi: a) ishlab chiqarishda b) laboratoriyada yuqori aniqlikda o`lchashlarda?	a) bevosida o`lchash asboblari	
	b) bevosita o`lchash asboblari	
	a) taqqoslash asboblari	
	b) bevosita o`lchash asboblari	
Hisob olish paytida elektr o`lchov asboblari harakatlanuvchan sistemasiga qanday momentlar tashkil etadi (strelka tinch turadi)	a) taqqoslash asboblari b) taqqoslash asboblari	
	a) bevosida o`lchash asboblari	
	b) taqqoslash asboblari	
Umumiy holda elektr o`lchov asboblari harakatlanuvchan sistemasiga qanday momentlar ta`sir etadi?	Aylantiruvchi moment	
	Aylantiruvchi va qarama-qarshi momentlar	
	Aylantiruvchi, qarama-qarshi va dempifirlovchi momentlar.	
	Aylantiruvchi va dempifirlovchi momentlar	
Kern bilan podpyatniklar o`rtasidagi oraliq.	Aylantiruvchi moment	
	Aylantiruvchi va qarama-qarshi momentlar	
	Aylantiruvchi, qarama-qarshi va dempifirlovchi momentlar.	
	Aylantiruvirlovchi va dempifirlovchi momentlar	
Nima uchun qarama-qarshi moment hosil qiluvchi purjinalar tayyorlashda fosforli bronza ishlatiladi.	Detallarni aniq yasash imkoniyati bo`lmaganligi uchun	
	Kerak	
	Kerak emas	
	Bu material Korroziyaga uchramaydi	
	Bu material etarlicha elastic va nomagnit	

§1.16. Magnitoelektrik sistemadagi elektr o'lchov asboblari

Bu sistemadagi asboblarning ishlash prinsipi doimiy magnit bilan tok o'tayotgan g'altak (ramka) orasidagi o'zaro ta'sirga asoslangan. Asbobning tuzilishi Rasm-23 da sxematik tasvirlangan. NS doimiy magnit qutblar o'rtasida qutb uchlik α va tsilindr o'zak b lar yordamida shunday shakldagi havo qatlami vujudga keltiriladiki, qaysiki magnit maydonining kuch chiziqlari α ramkaning ixtiyoriy holatida uning o'tkazgichlariga perpendikulyar bo'ladi. b o'zak C plastinaga mahkamlanadi.

Magnit maydonida ramkaning bir tomoniga ta'sir qilayotgan kuch Amper qonunidan aniqlanadi:

$$F = I l B W$$

bu yerda B-havo oralig'idagi magnit induksiyasi, I-ramka o'tkazgichidagi tok, l-

magnit maydonida joylashgan ramka tomonining uzunligi (aktiv uzunlik), W-ramkaning o'ramlar soni.

Ramkaning ikkinchi tomoniga yo'nalishi qarama-qarshi bo'lgan xuddi shunday kuch ta'sir qiladi.

Juft kuch momenti kuchning elkaga ko'paytmasi sifatida aniqlanadi, shunday qilib:

$$M_{ayl} = F P = B I l P W = B S W I$$

23-Rasm.

bu erda P-ramka kengligi (eni), S=Pl- ramka yuzi, B, S, W kattaliklar har bir asbob uchun doimiy, shuning uchun oxirgi

ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$M_{ayl} = K_1 I$$

bu erda K_1 - qandaydir doimiy koeffitsient. Ramkaga tok e spiral purjinalar yordamida uzatiladi va ular o'z navbatida qarama-qarshi momentni vujudga keltiradi. Purjina vujudga keltirgan moment purjinaning buralish burchagiga proporsional bo'ladi, shuning uchun

$$M_q = K_2 \alpha$$

bu erda K_2 – qandaydir doimiy koeffitsient, α - ramkaning burilish burchagi, qaysi purjinaning buralish burchagiga teng bo'ladi.

Hisob olish paytida, strelka qo'zg'almas bo'lganda:

$$M_{ayl} = M_q$$

Momentlar o'rniga qiymatlarini keltirib qo'yamiz:

$$K_1 I = K_2 \alpha$$

Bu tenglamadan topamiz:

$$\alpha = \frac{K_1}{K_2} I = K I$$

shunday qilib, ramka va strelkaning burilish burchagi tokka proporsional, shuning uchun asbobni ampermetr sifatida graduirlash mumkin. Om qonuni asosida ega bo'lamiz:

$$I = \frac{V}{r_n}$$

bu erda V - asbob qisqichlaridagi kuchlanish, r_n asbob ramkasining elektr qarshiligi. Kerakli o`rinlarga qo`yishlarni bajarib, ega bo`lamiz:

$$\alpha = \frac{K}{r_n} V$$

$\frac{K}{r_n}$ nisbat berilgan asbob uchun doimiy kattalik, yuqorida keltirilgan ifoda asbobni voltmeter sifatida graduirlashni ko`rsatadi. Magnitoelektrik asboblarda dempirllovchi moment doimiy magnit maydonida ramkaning ko`chishda uning karkasida paydo bo`lgan uyurmali toklar tufayli vujudga keladi. Magnitoelektrik ampermetr va voltmترلar o`zgarmas tok zanjirlarida asosiy o`lchov asboblari hisoblanadi. Magnitoelektrik sistemasidagi asboblarining aniqlik darajasi yuqori, sezilarli yuqori, energiyani kam istimol qiladi. Ularning shkalasi bir xil, ularning ko`rsatishi tashqi maydonga qarib bog`liq emas.

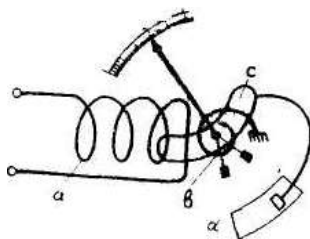
Bu asboblarning asosiy kamchiligi o`zgaruvchan tok zanjirlaridagi o`lchashlarda ishlatib bo`lmasligidir. Ramka orqali o`zgaruvchan tok o`tganda aylantiruvchi moment yo`nalishi davriy ravishda o`zgaradi, natijada o`zgaruvchan tok qiymatidan qat`iy nazar harakatlanadigan sistema strelka bilan birgalikda nol holat atrofida tebrana boshlaydi. Agar harakatchan sistema katta inertlikka ega bo`lsa, a o`lchanayotgan tokning chastotasi yuqori bo`lsa, strelkaning tebranishi ko`zga sezilmaydi, bunda tokning har qanday qiymatida strelka nolni ko`rsatadi.

Magnitoelektrik sistemadagi elektr o'lchov asboblari

Magnitoelektrik sistemadagi asboblarning ishlash prinsipi asoslangan.	Tok o'tuvchi ramka bilan doimiy magnitning o'zaro ta'siriga	
	G'altakning magnit maydoni bilan ferromagnit o'zakning o'zaro ta'siriga	
Agar tok o'tkazuvchi fosforli bronzadan yasalgan elastic purjinani yumshoq mis folga bilan almashtirsak, nima sodir bo'ladi.	Ixtiyoriy tokda strelka oxirigacha og'adi	
	Elektr qarshilik ortadi	
	Asbob aniqlik darajasi kamayadi	
	Asbob aniqlik darajasi ortadi	
Magnitoelektrik sistemadagi ampermatrni voltmeter sifatida graduirlash mumkinmi?	mumkin	
	Mumkin emas	
	Mumkin, agar g'altakni qaytadan yasasa	
Nimalarga proportsional: a) qarama-qarshi moment; b) aylantiruvchi moment; v) strelkaning burilish burchagi.	a) α ; b) I; v) I	
	a) I; b) I; v) α	
	a) α ; b) α ; v) I	
	a) I; b) α ; v) I	
Alyuminiy ramka karkasini plastmassa bilan almashtirish mumkinmi?	mumkin	
	Mumkin emas	

§1.17. Elektromagnit sistemadagi elektr o'lchov asboblari

Bunday sistemadagi asboblarning ishlash prinsipi magnit maydoni bilan ferromagnit material orasidagi mexanik o'zaro ta'sirga asoslangan.



24-Rasm.

Yumshoq magnit materialdan yasalgan C o'zak cho'lg'amidan tok o'tganda a g'altakka tortiladi. b prujina qarama – qarshi moment paydo qiladi. d havo deltfiri yordamida demfirlash amalga oshiriladi, o'zida gilzoni gavdalandiradi, qaysiki unda strelka mahkamlangan porshen harakatlanadi. Porshen devorga zich yopishmagan. Porshen harakatlanganda tebranishni tormozlovchi bosim farqi yuzaga keladi. Hisob olishda, qachon strelka qo'zg'almas bo'lganda porshening ikkala tomonida bosim tenglashadi va dempfirlovchi moment yuqoladi.

Aylantiruvchi moment tok kvadratiga proporsional bo'ladi, chunki g'altak magnit maydonini va o'zak magnit maydonini g'altak orqali oqayotgan, o'lchanayotgan birdan bir tok vujudga keltiradi.

$$M_{ayl} = K_1 I^2; \quad M_k = K_2 \alpha; \quad K_1 I = K_2 \alpha;$$

$$\alpha = \frac{K_1}{K_2} I^2 = K I^2 = \frac{K}{r_n^2} V^2$$

Bu ifoda strelka og'ish burchagining tok kvadratiga yoki kuchlanishga proparsion ekanini ko'rsatadi. Asbob shkalasi kvadrat shaklida, boshlanishi juda zich.

Elektromagnit sistemadagi asboblarda o'zgaruvchan tok zanjirlarida keng ko'laniladi. Ular sodda va ishonchli, va ortiqcha yuklanishga chidamli va mexanik jihatdan mustahkam.

Ammo bu asboblarga qator kamchiliklar xos, ulardan asosiylari quyidagilar: sezgirliligi past, aniqlik darajasi past, xususiy energiya istemoli sezilarli, shkalasi bir zil emas.

Shuning uchun ayrim paytda o'zgaruvchan tok zanjiridagi o'lchashlarda magnitoelektrik sistemadagi asboblarda qo'llaniladi. Bu magnitoelektrik sistemadagi asboblarda o'zgaruvchan tok kuchini va kuchlanish qiymatini bevosita o'lchashi mumkin emasligini aytib o'tgan edik, shuning uchun uni to'g'rilagich orqali ulash kerak. To'g'rilagichning ishtiroki asbob sxemasini murakkablashtiriladi, uning ishonchliligini pasaytiradi va o'lchashda qo'shimcha xatoliklarga olib keladi.

Elektromagnit sistemadagi elektr o'lvchov asboblari

Elektromagnit sistemadagi asboblarning ishlash prinsipiga asoslangan.	G'altak magnit maydoni bilan ferromagnit o'zakning o'zaro ta'siriga.	224
	Doimiy magnit bilan tok o'tuvchi ramkaning o'zaro ta'siriga	240
Elektromagnit sistemasidagi asboblarning asosiy detallarni ko'rsating (qaysiki, bu detallar shu asbob ishlashi mumkin emas)	G'altak, o'zak, strelka, shkala	256
	G'altak, o'zak, dempfer, strelka	272
	g'altak, o'zak, prujina, strelka	287
	G'altak, o'zak, prujina dempfer	302
Nimalarga proporsional:	a) I; b) α ; v) I	317
c) qarama-qarshi moment;	a) α ; b) I^2 ; v) I^2	332
d) aylantiruvchi moment;	a) I^2 ; b) α ; v) I^2	346
v) strelkaning buralish burchagi.	a) I^2 ; b) α ; v) I	360
Elektromagnit sistemasidagi asbobni o'lvchash uchun qo'llash mumkinmi?	a) mumkin; b) mumkin	374
	a) mumkin; b) mumkin emas	386
	a) mumkin emas; b) mumkin	399
	a) o'zgaruvchan tok zanjirida b) o'zgarmas tok zanjirida	412
Havo dempferida porshen bilan tsilindr orasida zazor mumkinmi?	a) bo'lsin; b) bo'lsin	423
	a) bo'lsin; b) yo'q	430
	a) yo'q; b) bo'lsin	436
	a) yo'q; b) yo'q	441
kattaroq;		
bo'lmasin;		

§1.18. Elektromagnit induksiya hodisasi

XIX asrning boshlarida elektr va magnetizm o`rtasida chambarchas aloqa borligi o`rnatildi. Tokli o`tkazgich atrofida magnit maydoni vujudga keladi, elektr zaryadlangan jism yoki zarralarning har qanday harakatida magnit maydoni vujudga keladi. Shu bilan birga, aniqlandiki modda atomlari xususiy magnetizga ega, qaysiki elektronning yadro atrofidagi harakati tufayli yuzaga keladi. Fransuz fizigi Amper gipotezani olg`a suradi, qaysiki umuman magnit massa mavjud emasligi, a doimiy magnitlarning magnetizmi bu ichki atom va malekulyar toklar orientasiyasining natijasi ekanligi.

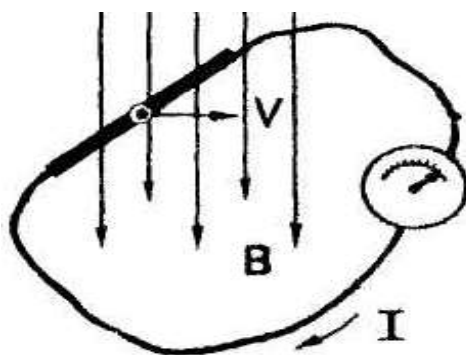
Shuning uchun magnit maydoni hamma vaqt harakatdagi zaryadlar, elektr toki tomonidan vujudga kelishi tushunarli bo`lgan edi.

Ko`pgina olimlar teskari effektning mavjudligiga, ya`ni magnit maydoni elektr tokini yuzaga keltirishga ishonar edi. Ammo bu hodisani kashf qilish bag`ishlangan ko`pgina o`rinishlar uzoq vaqt muvaffaqiyatsizlikka uchraydi.

Bu masala ingliz fizigi Maykl Faradey tomonidan 1831 yilda echildi. O`tkazgichlarni magnit kuch chiziqlari kesganda ularda e.yu.k. paydo bo`lish hodisasini namoyish qiladigan qator tajribalarni Faradey o`tkazdi. Agar magnit maydonida harakatlanayotgan o`tkazgichga galvanometr ulansa, berk konturda elektr toki vujudga keladi. (rasm -25) chuqur tajriba tadqiqot natijasiga tabiatning muhim qonunlaridan biri elektromagnit induksiya qonuni kashf qilindi.

Bu qonuni mazmunini quyidagicha izohlash mumkin:

Berk konturga kriyotgan magnit oqimining har qanday o`zgarishida bu konturda e.yu k. vujudga keladi ( induksiyanadi ). Elektromagnit induksiya nomini olgan bu hodisa mutloq ko`pchilik elektrotexnik va radiotexnik uskunalar ishlashi va loyihalashini tushunishda g`oyatda muhim ahamiyatga ega.



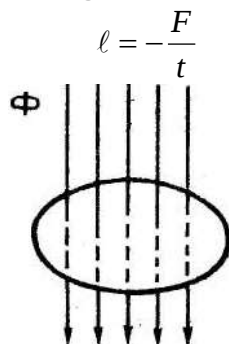
25-Rasm.

Elektromagnit sistemadagi elektr o'lvov asboblari

Elektr toki yordamida magnit maydonini hosil qilish mumkinmi?	Ha	226
	Yo`q	242
Magnit maydoni yordamida elektr tokini hosil qilish mumkinmi?	Ha	258
	Yo`q	274
ikkinchi konturga kiruvchi doimiy magnit oqimi birinchi konturga kiruvchi magnit oqimidan 2 marta katta. Qaysi konturdagi katta E. Yu. K hosil bo`ladi.	birinchida	289
	ikkinchida	304
	Birinchi konturda ham E. Yu. K nolga teng.	329
Berk konturda E. Yu. K hosil bo`ladi, agar	Kontur magnit maydonida joylashsa	334
	Kontur magnit maydonida harakatlansa	348
	Konturga kiruvchi magnit oqimi o`zgarsa	362
Qaysi yilda kashf qilingan: a) Amper qonuni; b) Elektromagnit induksiya qonuni.	a) 1820; b) 1831	375
	a) 1820; b) 1820	388
	a) 1831; b) 1831	401
	a) 1831; b) 1820	413

§1.19. Berk konturga kiruvchi magnit oqimining o'zgarishidagi elektromagnit induksiya

Magnit oqimi kiruvchi berk kotur bo'yicha paydo bo'lgan e.yu.k. (boshqa e.yu.k. manbaalarisiz) magnit oqimining o'zgarish tezligiga teng. Agar konturga kiruvchi magnit oqimi (rasm -26) bir tekisda O dan F gacha ortib borsa, u holda tezligining o'zgarishi doimiy va F ni t ga bo'lib topiladi:



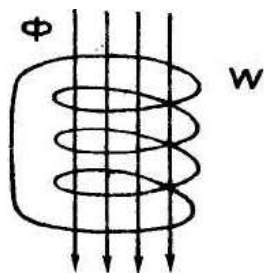
26-Rasm.

Agar magnit oqimi notekis ortsa yoki kamaysa, u holda Δt ga teng juda kichik vaqt oraliqlarini olish kerak, qaysiki bu oraliqda magnit oqimining o'zgarish tezligini o'zgarmas deyush mumkin:

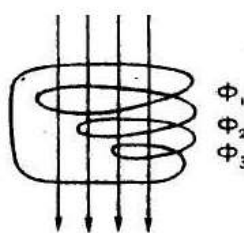
$$\ell = -\frac{\Delta F}{\Delta t}$$

Agar kontur W o'ramdan iborat bo'lsa va hamma o'ramlariga bir xil magnit oqimi kirayotgan bo'lsa, u holda konturda induksiyalangan e.yu.k. bitta o'ramda induksilangane.yu.k. dan W marta katta bo'ladi (Rasm -27):

$$\ell = -W \frac{\Delta F}{\Delta t}$$



27-Rasm



28-Rasm

Agar kontur o'ramlariga qiymati har xil magnit oqimlari kirs (Rasm -28), u holda har bir o'ramdagi e.yu.k. lar ishorasini hisobga olgan yig'indisi sifatida topiladi. Keltirilgan ifodalardagi manfiy ishora o'zgaruvchan tok zanjirlarida Kirxgof tenglamalarini qayd qilishni osonlashtirish uchun kiritilgan. Keltirilgan formulalar magnit oqimining o'lchov birligini kuchlanish (e.yu.k) o'lchov birligi va vaqt orqali ifodalashni osonlashtiradi:

$$[D] = [e][t] = B \cdot C = Bb$$

Berk konturga kiruvchi magnit oqimining o'zgarishidagi elektromagnit induksiya

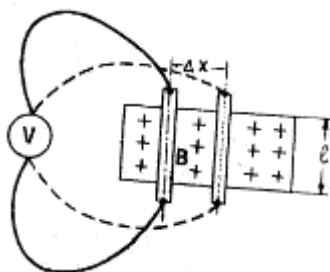
Induksion elektr yurituvchi kuch proportsional	Konturga kiruvchi magnit oqimi qiymatiga	
	Konturga kiruvchi magnit oqimining o'zgarish tezligiga	
kontur o'ramlar soni $w=2$. O'ramlarga kiruvchi magnit oqimi $2C$. davomida 0 dan 5 Vb gacha bir tekisda ortib bordi. Konturda qanday E. Yu. K induksiyalanadi.	O'zgarmas, 25 V	
	O'zgaruvchan, maksimal qiymati 25 V	
	O'zgarmas, 5V	
	O'zgaruvchan, maksimal qiymati 5 V	
O'ramlarga kiruvchi magnit oqimining o'zgarish tezligi 20 Vb/c ga teng. Bitta o'ramda qanday E.Yu.K hosil bo'ladi?	Masala mavhum, chunki konturga kiruvchi magnit oqimi noaniq	
	20 V	
	0	
Magnit oqimini o'lchash uchun quyidagi birliklarni qo'llash mumkinmi? $Tl\ m^2$ Vc	a) ha, b) yo`q	
	a) ha, b) ha	
	a) yo`q, b) yo`q	
	a) yo`q, b) ha	

§1.20. Magnit maydonida to'g'ri tokning harakati tufayli yuzaga kelgan induksion elektr yurituvchi kuch. O'ng qo'l qoidasi

Rasm -29 da magnitning janubiy qutbi va unga kiruvchi magnit kuch chiziqlari tasvirlangan. Qutb ustiga uchlariga voltmeter ulangan o'tkazgich joylashtirilgan. O'tkazgich, voltmeter va o'lchovi simlar berk konturni tashkil etadi. O'tkazgich aktiv uzunligini ℓ harfi bilan belgilaymiz. O'tkazgich o'qi magnit kuch chiziqlariga (B magnit induksiyasi kuch chiziqlariga) perpendikulyar joylashtirilgan.

Faraz qilaylik, Δt vaqtda o'tkazgich magnit induksiya chiziqlari bilan o'tkazgich o'qi orasida to'g'ri burchak tashkil qilgan yo'nalishda Δx masofaga siljisin: Bu holda Rasm -29 dan ko'rinib turibdiki, magnit oqimi kirayotgan yuza quyidagicha ortadi:

$$\Delta S = \ell \cdot \Delta x$$



26-Rasm.

Konturga kiruvchi magnit oqimi esa quyidagi qiymatga ortadi:

$$\Delta \Phi = B \cdot \Delta S = B \ell \Delta x$$

O'tkazgich harakat tezligini v orqali ifodalaymiz, u holda yo'lni tezlik va vaqt orqali tasvirlaymiz:

$$\Delta x = v \Delta t$$

Shunday qilib,

$$\Delta \Phi = B \ell v \Delta t$$

Bundan topamiz:

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B \ell v$$

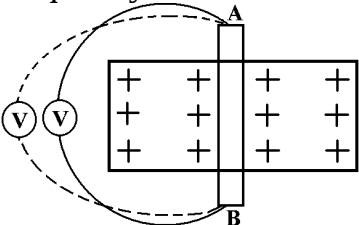
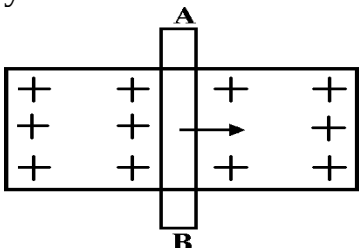
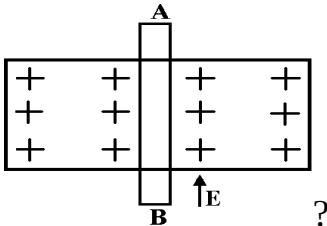
Oldingi pragrafda $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \mathcal{E}$ ekani aniqlangan edi. Shunday qilib, e.yu.k. ni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\mathcal{E} = B \ell v$$

Keltirib chiqarish jarayonida manfiy ishorani tushirib qoldirdik, chunki induksion e.yu.k. ni aniqlash uchun o'ng qo'l qoidasi ta'rifida bu ishora hisobga olinmaydi.

O'ng qo'lni shunday joylashtiriladiki, qaysiki magnit kuch chiziqlari kaftga tiralsin, a tarang tortilgan bosh barmoq o'tkazgichning harakat yo'nalishini ko'rsatsin, u holda ochilgan to'rt barmoq induksion e.yu.k. yo'nalishni ko'rsatadi.

Magnit maydonida to'g'ri o'tkazgich harakatlanganda hosil bo'ladigan induksion elektr yurituvchi kuch. O'ng qo'l qoidasi

Agar voltmetrni chapga siljitsak (rasmda ko'rsatilganday) konturda qanday E.Yu.K hosil bo'ladi ? 	Voltmetrning harakat tezligiga proporsional E.Yu.K hosil bo'ladi	
	Hech qanday E.Yu.K hosil bo'lmaydi	
Otkazgich magnit maydonida harakatlanadi $V=1 \text{ Vb/m}^2$; $l=10 \text{ sm}$; $v=1\text{m/s}$ Induksiyalangan E.Yu.K nimaga teng?	0,1 V	
	1 V	
	10 V	
	0	
Tok va induksiyalangan E.Yu.K larning yo'nalishi quyidagicha aniqlanadi	Chap qo'l	
	O'ng qo'l	
	Vint	
Magnit kuch chiziqlari bizdan rasm tekisligi ortiga yo'nalgan. Induksiyalangan E.Yu.K yo'nalishini ko'rsating 	A nuqtadan B nuqta tomon	
	B nuqtadan A nuqta tomon	
Magnit kuch chiziqlari bizdan rasm tekisligi ortiga yo'nalgan. Induksiyalangan E.Yu.K pasdan yuqoriga yo'nalgan. O'tkazgich qaysi tomonga harakatlanadi 	Chapga	
	O'nga	

§1.21. Elektromagnit induksiya qonunining ikki ko‘rinishi

Induksion e.yu.k. qiymatini aniqlovchi ikkita formulani qarab chiqdik:

$$1) \mathcal{E} = -W \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$2) \mathcal{E} = B\ell v$$

Ayrim paytda elektromagnit induksiya qonunining birinchisiga Maksvell ta’rifidagi formula deyiladi, a ikkinchisiga esa Faradey ta’rifidagi elektromagnit induksiya qonunining formulasi deyiladi.

Birinchi formula qo‘zg‘almas konturni o‘zgaruvchan magnit oqimi kesib o‘tgan hol uchun qulay. Ikkinchisi o‘tkazgich magnit induksiya chiziqlarini (magnit kuch chiziqlarini) kesgan hol uchun qulay.

Lekin, bu ikkala ta’rif ham bitta fizik qonuni tasvirlaydi, va shuning uchun tabiiyki, mantiqiy fikrlash yo‘li bilan biridan ikkinchisini hosil qilish mumkin.

Unutmaslik kerak, qachon o‘tkazuvchan konturda tok induksiyalanishini u konturga kiruvchi magnit oqimi o‘zgarganda. Agar konturga kiruvchi magnit oqimining qiymati o‘zgarmasa, induksion tok nolga teng bo‘ladi. Shunday, masalan, o‘zgaruvchan kontur bir jinsli magnit maydonida ilgarilama harakat qilganda konturda induksion tok hosil bo‘lmaydi, chunki konturga kiruvchi magnit oqimi o‘zgarmaydi.

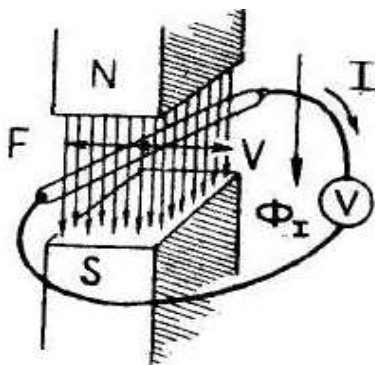
Shu sababdan harakatdagi obektlarda (korabl, samolyot, avtomobil) tortilgan o‘tkazgichlarda vujudga keladigan e.yu.k. ni o‘lchash prinsipiga asoslangan tezlik o‘lchagich proekti yaroqsiz bo‘lib chiqdi. O‘tkazgich va o‘lchov asbobi berk konturni tashkil qiladi, qaysiki karabl yoki samolyot bilan birgalikda Erning bir jinsli magnit maydonida ko‘chadi. Ammo, bizga ma’lumki, bu holda konturda tok vujudga kelmaydi.

Elektromagnit induksiya qonuning ikki ifodasi.

O'zgaruvchan magnit oqimi kiradigan konturda hosil bo'ladigan E.Yu.K ni aniqlashda qaysi formulani qo'llash maqsadga muvofiq.		
Magnit maydonida harakatlanayotgan o'tkazgichda hosil bo'ladigan E.Yu.K ni aniqlashda qaysi formulani qo'llash maqsadga muvofiq.		
Kontur tekisligi magnit kuch chiziqlariga parallel holda harakatlanmoqda. Konturda qanday E.Yu.K paydo bo'ladi?	Masala mavhum, chunki konturning harakat tezligi noaniq	
	0	
Berk kontur bir jinsli magnit maydonida magnit kuch chiziqlariga nisbatan og'ish burchagini o'zgarmasdan ko'chmoqda. Konturda qanday E.Yu.K induksiyalanadi?	Masala mavhum, chunki konturning harakat tezligi noaniq	
	0	
Kontur bir jinsli magnit maydonida bir tekisda aylanmoqda. Konturda qanday E.Yu.K induksiyalanadi?	Masala mavhum, chunki konturning ko'chish tezligi noaniq	
	0	

§1.22. Lens prinsipi

O'tkazgich V tezlik vektori yo'nalishida o'ngga harakatlanganda, magnit induksiyasi chiziqlar soni, ya'ni konturga kiruvchi magnit oqimining qiymati kamayadi (rasm 30). Bunda yo'nalishi o'ng qo'l qoidasi bo'yicha aniqlangan konturdan induksiyalangan I tokning yo'nalishi soat strelkasi harakatining yo'nalishi bilan mos tushadi.



30-Rasm.

Induksion tok yo'nalishi vint qoidasi bo'yicha aniqlangan, Rasm -30 da yo'nalishi strelka bilan ko'rsatilgan Φ_1 magnit oqimini vujudga keltiradi. Φ_1 magnit oqimi doimiy magnitning magnit oqimi bilan qo'shiladi, shu sababdan konturga kiruvchi to'la magnit oqimining kamayishiga to'sqinlik qiladi. I induksion tokning magnit maydoni bilan o'zaro ta'siri tufayli yo'nalishi chap qo'l qoidasi bo'yicha aniqlanadigan F mexanik kuch vujudga keladi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, F kuch o'tkazgichning o'ngga harakatiga to'sqinlik qilishga intiladi.

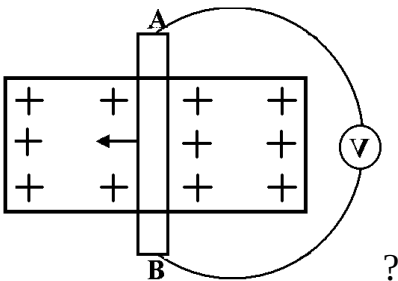
I induksion tok, Φ_1 magnit oqimi, F kuch yo'nalishlarida aniqlangan qonuniyat umumiy xarakterga ega ekanini birinchi marta E.X.Lens tomonidan takidlangan. Bu prinsipning mazmuni quyidagicha.

Induksion tok hamma vaqt konturga kiruvchi magnit oqimining o'zgarishiga qarshilik ko'rsatadi. Induksion tok hamma vaqt o'tkazgichning magnit maydonidagi harakatiga qarshilik ko'rsatadi.

Lens prinsipi ko'proq umumiy shaklda to'g'ri: induksion tok hamma vaqt o'zini keltirib chiqargan sababga qarshilik ko'rsatishga intiladi.

Masalan, bu prinsipga ko'ra yuklangan generatorda mexanik moment vujudga keladi, qaysiki bu uzatmali dvigatelning aylantiruvchi momentiga qarshilik ko'rsatadi.

Lens prinsipi.

O'tkazgich, voltmetr, ulovchi simlardan tashkil topgan konturdagi tok qanday yo'nalgan 	Soat strelkasi bo'yicha	
	Soat strelkasiga qarama-qarshi	
Oldingi masala shartlari bo'yicha induksion tok hosil qilgan magnit oqimi qanday yo'nalgan?	Bizdan rasm tekisligi ortiga tomon	
	Biz tomonga	
Oldingi masala shartlari bo'yicha induksion tok bilan magnit maydoni o'zaro ta'sir kuchi qanday yo'nalgan?	chapga	
	O'nga	
Lens prinsipining eng umumiy ta'rifini ko'rsating.	Induksion tok magnit maydonida o'tkazgichning harakatiga qarshilik ko'rsatadi.	
	Induksion tok konturga kiruvchi magnit oqimini kamaytirishiga qarshilik ko'rsatadi.	
	Induksion tok konturga kiruvchi magnit oqimining o'zgarishiga qarshilik ko'rsatadi.	
	Induksion tok o'zini keltirib chiqargan sababga qarshilik ko'rsatadi.	
Yakor cho'lg'amidagi induksion tok ortganda generatorning tormozlovchi momenti qanday o'zgaradi.	O'zgarmaydi	
	Ortadi	
	Kamayadi	

§1.23. Uyurmali toklar (Fuko toki)

Elektr o'tkazuvchi materialning yaxlit bo'lagini masalan, kub shaklidagi metallni ko'p sondagi o'tkazuvchan konturlardan tashkil topgan deyish mumkin. Agar shunday bo'lakni o'zgaruvchan magnit maydoniga joylashtirsak, uning massasida magnit kuch chiziqlarini o'ragan konturlar bo'yicha oqayotgan toklar paydo bo'ladi. Bu toklarning manzarasi ancha murakkab, ularning qiymati magnit oqimining o'zgarish tezligiga (chastotaga), yaxlit o'tkazgich shakli va uning solishtirma elektr qarshiligiga bog'liq. Bu toklar Fransuz fizigi Fuko tomonidan birinchi marta aniqlangan va o'rganilgan. Ular uyurma shaklga ega, shuning uchun ularni Fuko yoki uyurmali toklar deyiladi.

Uyurmali toklar o'zlari hosil bo'lgan o'tkazgichlarni qizdiradi. Agar bunday qizdirish kerak bo'lmasa, u issiqlikka aylanadi, bu energiyaga uyurmali toklardagi isrof deyiladi. Elektr mashin va transformatorlarda uyurmali toklardagi isrof sarf bo'layotgan energiyaning ancha qismini tashkil etadi. Uyurmali tokni va mos ravishda isitish isrofini (tok kvadratiga proporsional) kamaytirish uchun o'zgaruvchan magnet oqimi kiruvchi o'zaklari transformator va elektromashinalarning magnet o'tkazgichlari yupqa plastinalardan teriladi. Platin qalinligi 0,3-0,5 mmni tashkil etadi. Ular bir-biridan lak yoki okis plenka orqali elektrik izolyasiyalangan. Bu o'tkazuvchan konturlar ko'ndalang kesimining kamayishiga, a ularning elektr qarshiligining ortishiga olib keladi. Yana katta effektga erishiladi, qachon o'zak laklangan alohida ingichka simlardan terilsa yoki izolyatsion lak aralashtirilgan ferromagnit material qipqlaridan presslangan bo'lsa. Bunday o'zakli transforlarni oshirilgan chastotali (o'n minglab gers) o'zgaruvchan maydon uchun qo'llash mumkin.

Uyurmali toklarning foydali qo'llanishi topilmoqda: materiallarni quritishda bir tekisda issitish uchun, medisinada odam arganizmi to'qimalarini lokal qizdirishda, metallurgiyada yuqori sifatli qotishmalar olishda, elektr o'lchov asboblari uyurmali toklar dempfilri (tinchlantiruvchi) moment hosil qilishda keng qo'llaniladi.

Uyurmali toklar. (Fuko toklari)

Po`lat tsilindr bir jinsli magnit maydonida aylanmoqda. Agar aylanish tezligi orttirilsa, uning qizishi qanday o`zgaradi.	O`zgarmaydi	
	Ortadi	
	Kamayadi	
Og`irliklari bir xil bulgan mis va po`lat silindrlar bir jinsli magnit maydonida bir xil tezlik bilan aylantirilmoqda. Qaysi silindrda ko`proq issiqlik ajraladi?	misda	
	Po`latda	
	Ajralgan issiqlik miqdori bir xil bo`ladi.	
Og`irliklari teng bo`lgan ikkita po`lat tsilindrlar bir jinsli magnit maydonida bir xil tezlik bilan aylanmoqda. Ikkinchi tsilindr lok bilan izolyasiya qilingan yupqa mistlardan yig`ilgan. Qaysi tsilindr ko`proq qiziydi.	Birinchisi	
	Ikkinchisi	
	Ikkalasi bir xil qiziydi.	
Og`irliklari teng bo`lgan ikkita po`lat tsilindrlar bir jinsli magnit maydonida bir xil tezlik bilan aylanmoqda. Biri yupqa listlardan yig`ilgan, ikkinchisi laklangan qirindilardan preslangan. Qaysi tsilindr ko`proq qiziydi.	Birinchisi	
	Ikkinchisi	
	Ikkalasi bir xil qiziydi	
Uyurmali toklarni qo`llash mumkinmi? metallarni eritishda b) dempifirlovchi moment hosil qilishda	a) mumkin; b) mumkin	
	a) mumkin; b) mumkin emas	
	a) mumkin emas; b) mumkin	
	a) mumkin emas; b) mumkin emas	

§1.24. O`zinduksiya hodisasi. Induktivlik. Induktivlikning o`lchov birligi

Biz elektr tokining magnit maydonini vujudga keltirishini, a elektr toki magnit maydoni bilan birga sodir bo`lishini ilgari aytganmiz. Tok faqat berk konturda oqishi mumkin, a tok vujud keltirgan magnet maydoni shu berk konturga kiradi.

Agar konturdagi tok o`zgarsa, tok yuzaga keltirgan magnet maydoni ham o`zgaradi. Bunda elektromagnit induksiya qonuniga ko`ra konturda elektr yurituvchi kuch hosil bo`ladi. Elektr zanjirida tokning o`zgarishi natijasida ushbu zanjirda elektr yurituvchi kuchning uyg`otilish hodisasiga o`zinduksiya deyiladi. O`zinduksiya hodisasining miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun L induktivlik deb ataluvchi koeffisient kiritiladi. Induktivlik o`zinduksiya magnit oqimining qaralayotgan zanjirdagi tokka bog`liqligini xarakterlaydi. Induktivlik o`zinduksiya magnit oqimining ushbu zanjirdan oqayotgan tokka nisbatiga teng:

$$L = \frac{W\Phi}{I}$$

Berilgan zanjir (kontur) uchun induktivlik o`zgarmas kattalik. U faqat konturning geometrik o`lchamiga, uning konfiguratsiyaga va muhitning magnet singdiruvchanligiga bog`liq, lekin konturdagi tokka, konturga kiruvchi magnet oqimiga bog`liq emas.

Induktivlikning o`lchov birligiga genri (Gn) deyiladi. Bu birlikning o`lchami yuqorida keltirilgan formuladan topiladi:

$$[L] = \frac{[\Phi]}{[I]} = \frac{B \cdot c}{A} = \text{Om} \cdot c = \text{Gn}$$



31-Rasm.

Rasm -31 da aktiv qarshiligi juda kichik bo`lgan induktiv g`altakning sxemadagi shartli belgisi keltirilgan.

O`zinduksiya hodisasi. Induktivlik. Induktivlik o`lchov birligi

Mantiqiy jihatdan to`g`ri ketma-ketlikda sabab va oqibatlarini joylashtiring.	O`zinduksion E.Yu.K hosil bo`ldi, konturdagi tok o`zgardi, magnit oqimi o`zgardi.	
	Magnit oqimi o`zgardi, konturdagi tok o`zgardi, o`zinduksion E.Yu.K hosil bo`ldi.	
	Konturdagi tok o`zgardi, magnit oqimi o`zgardi, o`zinduksion E.Yu.K hosil bo`ldi.	
L harfi orqali belgilash qabul qilingan.	Induksiyani	
	Magnit induksiyanı	
	O`zinduksiyanı	
	Induktivlikni	
$\omega = 10$ oram, $I = 1$ A, $F = 0,001$ Vs g`altak induktivligi nimaga teng?	$L = 0,001$ Gn	
	$L = 0,01$ Gn	
	$L = 0,1$ Gn	
	$L = 1$ GN	
Kontur orqali tok o`zgarganda o`zlarini qanday his qiladi: L; F?	a) o`garadi; b) o`zgarmaydi	
	a) o`garadi; b) o`zgaradi	
	a) o`zgarmaydi; b) o`garadi	
	a) o`zgarmaydi; b) o`zgarmaydi	
Induktivlik qanday o`lchov birliklarda o`lchanadi?	Vs	
	Om·s	
	Vb/m ²	
	A/m	

§1.25. O`zinduksiya elektr yurituvchi kuchi

Induktivlikning ta`rifiga ko`ra yozaolamiz:

$$W\Phi = LI$$

Agar konturda tok kichik qiymat ΔI ga o`zgarsa, u holda magnit oqimi ham kichik qiymatga o`zgaradi, shunday qilib

$$W\Delta\Phi = L\Delta I$$

oxirgi ifodaning o`ng va chap tomonini  $\Delta t$  bo`lamiz:

$$W \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Elektromagnit induksiya qonuniga ko`ra

$$W \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -e$$

Shunday qilib

$$e = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

O`zinduksiya e. yu. k. kontur induktivligiga va undagi tokning o`zgarish tezligiga to`g`ri proporsional.

Manoriy ishora o`zinduksiya e. yu. k. konturdagi tokning o`zgarishiga to`sqinlik qilishini ko`rsatadi. Agar tok kamaysa, u holda o`zinduksiya e. yu. k ning yo`nalishi tok yo`nalishiga mos tushadi va uni quvvatlaydi. Agar tok ortsa, o`zinduksiya e. yu. k. ning yo`nalishi tok yo`nalishiga qarama-qarshi bo`ladi va uning ortishiga qarshilik ko`rsatadi.

Oxirgi formula o`zgaruvchan tok nazariyasida juda muhim rol o`ynaydi.

O`zinduksiya E.Yu.K

L-I ko`paytma nimaga teng?	G`altak o`ramiga kiruvchi magnit oqimiga	377
	G`altak o`ramlariga kiruvchi magnit oqimlari yig`indisiga	390
$L \cdot \Delta t = \omega \Delta \Phi$ ifodadan $L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \omega \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ifodaga o`tish uchun qanday amalni bajarish kerak?	Tenglikning chao va o`ng tomonlarining o`mini almashtirish kerak.	403
	Boshlang`ich tenglamaning o`ng va chap tomonlarini Δt ga bo`lish kerak?	415
$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \omega \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ tenglikdan $e = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ tenglikka o`tish uchun qanday ifodani qo`llash kerak?	Amper qonuni	426
	Elektromagnit induksiya qonunini	433
	$\omega \Phi = LI$	439
G`altak induktivligi $L=1\text{Gn}$ o`ramlaridagi tok 2s davomida 0 dan 10 A gacha bir tekisda ortdi. O`ramda hosil bo`lgan o`zinduksiya E.Yu.K ning qiymati qanday?	0,1 V	227
	0,5 V	243
	5 V	259
	10 V	275
Konturdagi tok ortmoqda. O`zinduksiya E.Yu.K qanday yo`nalgan?	Savolga javob uchun natijalar etarli emas.	290
	O`zinduksiya E.Yu.K yo`nalishi tok yo`nalishiga qarama-qarshi.	305
	O`zinduksiya E.Yu.K yo`nalishi tok yo`nalishiga mos.	320

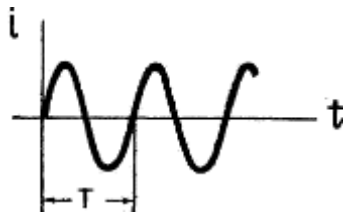
§1.26. Sinusoidal o`zgaruvchan tok. Davri va chastota

O`zgarmas tokdan farqli ixtiuriy ravishda o`zgarayotgan tokni o`zgaruvchan deyish mumkin. Ammo amalda o`zgaruvchan tok deb vaqtga bog`liq sinusoidal qonun bo`yicha o`zgaruvchi tokka o`zgaruvchan tok deb atash qabul qilingan.

$$i = I_m \sin \omega t$$

Bu formulada I_m tokning maksimal qiymatini tasvirlaydi, qaysiki uning amplitudal qiymati deyiladi. Mustaqil o`zgaruvchi t ning oldidagi ω koeffisientga burchak chastota deyiladi.

Rasm -32 da sinusoidal tokning grafigi keltirilgan. Grafikdan ko`rinib turibdi, tokni ifodalovchi egrichiziq periodik xarakterga ega, ya`ni ma`ylum  $T$  vaqt o`tishi bilan tok qiymati takrorlana boshladi.



32-Rasm

T vaqtga, tokning davri deyiladi, qaysiki uning o`tishi davomida tok qiymati takrorlanadi. Sinusoidal kuchlanish va E.Yu.K. davri haqida ham xuddi shuni aytilish mumkin. Bir sekunda o`zgaruvchan tokning qancha davri joylashishini, ko`rsatadigan kattalikka tok (kuchlanish e.yu.k.) chastotasi

deyiladi. Agar tok chastota ma`lum bo`lsa, uning chastotasi sodda munosabatdan topiladi:

$$f = \frac{1}{T}$$

f chastota va ω burchak chastotalari sodda formula orqali bog`langan.

$$\omega = 2\pi f$$

Xalq xo`jaligida iste`mol qilinayotgan energiyaning asosiy qismi o`zgaruvchan tok energiyasi ko`rinishida ishlab chiqiladi, uzatiladi va foydalaniladi. Bu ikki sababga ko`ra tshuntiriladi: o`zgaruvchan tok zanjiridagi o`zgaruvchan tok qiymatini va kuchlanish qiymatini transformator deb ataluvchi tejamkor, sodda va ishonchli qurilma yordamida osongina o`zgartirish mumkin; o`zgarmas tok gineratorlari va dvigatellariga nisbattan o`zgaruvchan tok generatorlarining va dvigatellarining eksplatatsiyasi ancha sodda va ishonchli:

O`zgaruvchan tokning bu afzalliklari issiqlik va gidroelektr stansiya energiyalarini uzoq masofalarga uzatadigan va ishonchli uzatish liniyalarni barpo etishni taqqoza etadi.

Radiotexnikada yuqori va o`ta yuqori chastotali o`zgaruvchan tok keng qo`llanilmoqda.

Tok chastotasi gers (Gs) larda o`lchanadi. Agar bir sekund ichida tok to`la bir tebransa, uning chastotasi bir gersga teng deyiladi.

Sinusoidal o`zgaruvchan tok. Davr va chastota

$i = 100 \sin \omega t$ Tok amplitudasini aniqlang.	100	
	100 A	
	141 A	
	Masalani yechish uchun natijalar yetishmaydi.	
$i = 100 \sin 314 t$. Tokning burchak tezligini toping.	$100 \frac{1}{s}$	
	$314 \frac{1}{s}$	
	$50 \frac{1}{s}$	
	Masalani yechish uchun natijalar yetishmaydi.	
$\omega = 314 s^{-1}$ Tokning chastotasini toping.	314 Gs	
	3,14 Gs	
	50 Gs	
Agar chastota 50 Gs bo`lsa, o`zgaruvchan tokning davrini toping.	2 s	
	0,2 s	
	0,02 s	
	0,002 s	
O`zgaruvchan tok davri 1s. Tokning chastotasini toping.	1 Gs	
	10 Gs	
	0,1 Gs	

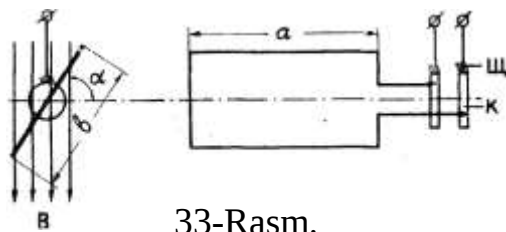
§1.27. Bir jinsli magnit maydonida ramka aylanganda hosil boʻladigan E.Yu.K

Elktr zanjirini oʻzgaruvchan tok bilan taʼminlash uchun oʻzgaruvchan e. yu. k. ni vujudga keltirish lozim. Elektromagnit induksiya qonuniga koʻra berk konturga kiruvchi magnit oqimi oʻzgarsa, konturda elektr yurituvchi kuch hosil boʻladi. Induksion e. yu. k. ning qiymati magnit oqimining oʻzgarish tezligiga proporsional:

$$e = -W \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Shunday qilib, sinusoidal e. yu. k. hosil qilish uchun magnit oqimining shunday oʻzgarishini taʼminlash kerak, qaysiki tezligining oʻzgarishi sinusoidal qonunga boʻysinadi. Tasavvur qilaylik, W oʻramdan iborat ramka bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan boʻlsin. Rasm – 33 da tomonlari a va b boʻlgan bunday ramka ikki xil proeksiyada tasvirlangan.

Ramka oʻralgan oʻtkazgich uchlari ikkita K xalqalarga ulangan va xalqalar bilan sirpanuvchi kondakti yuzaga keltiruvchi US shetkalardan qoʻzgʻalmas qisqichlarga



33-Rasm.

uzatilgan. Ramkaga kiruvchi magnit oqimi magnit induksiyasini ramka tekisligining magnit kuch chiziqlariga perpendikulyar proeksiyasiga koʻpaytmasiga teng:

$$\Phi = BS \cos\alpha$$

Boshlangʻich gorizantal holatidan ramkani soat strelkasiga qarama-qarshi ω burchak tezlik bilan bir tekisda aylantiramiz. U holda α bir tekisda ortib boradi:

$$\alpha = \omega t$$

Bunda

$$\Phi = BS \cos\omega t$$

Matematikadan maʼlumki, kosinus funksiyasining oʻzgarish tezligi teskari ishora bilan bilan olingan sinusoida bilan ifodalanadi, shuning uchun

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -BS \sin\omega t$$

Magnit oqimi oʻzgarish tezligining qiymatini elektromagnit induksiya qonuni formulasiga keltirib qoʻyib, topamiz:

$$e = WB\omega \sin\omega t$$

B magnit induksiya, W oʻramlar soni, S yuza va ω ramka aylanish burchak tezligi – doimiy kattaliklar. Ularning koʻpaytmasini E_m bilan belgilaymiz, kelib chiqadi:

$$e = E_m \sin\omega t$$

bu erda E_m e. yu. k. ning maksimal (amplitudal) qiymati:

$$E_m = WBS\omega$$

Bir jinsli magnit maydonida ramka aylanganda hosil bo`ladigan o`zgaruvchan sinusoidal E.Yu.K

Sinusoidal E.Yu.K hosil qilish uchun, lozim.	Konturga kiruvchi magnit oqimi sinusoidal qonun bo`yicha o`zgarishi.	
	Magnit oqimining o`zgarish tezligi sinusoidal qonun bo`yicha o`zgarishi.	
Ramkaning bir o`ramida hosil bo`ladi $e = E \sin \omega t$ Kontakt halqalar orasida paydo bo`lgan E.Yu.K ifodasini ko`rsating.	$e = E_{m_1} \sin \omega t$	
	$e = WE_{m_1} \sin \omega t$	
	$e = \sin \omega t$	
Ramkaning aylanish tezligi 2 marta ortdi. Induksiyalangan E.Yu.K amplituda qiymati qanday o`zgardi?	ortdi	
	kamaydi	
	O`zgarmadi	
Bir jinsli magnit maydonining magnit induksiyasi 2 marta ortdi. Induksiyalangan E.Yu.K amplitudasi qanday o`zgardi?	ortdi	
	kamaydi	
	O`zgarmadi	
Magnit induksiyasi 2 marta ortdi, a ramkaning aylanish tezligi 2 marta kamaydi. Induksiyalangan E.Yu.K amplitudasi qanday o`zgardi?	ortdi	
	kamaydi	
	O`zgarmadi	

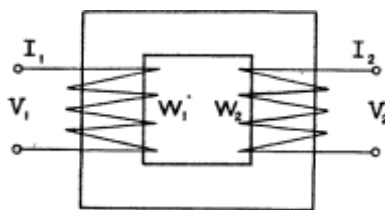
§1.28. O`zaro induksiya hodisasi. Transformator

Agar ikkita konturlar bir-biriga nisbatan yaqin joylashgan bo`lsa, elektr jihatidan bog`lanmagan holda ham ular magnit maydoni orqali bir-biri bilan o`zaro ta`sirlashadi. Birorta konturdagi tok hosil qilgan magnit oqimi boshqa kontur tekisligiga kiradi.

Agar birorta konturdagi tok o`zgarsa, ikkinchi konturga kiruvchi magnit oqimi ham o`zgaradi. Bunda ikkinchi konturda induksion e. yu. k. vujudga keladi. Konturdagi tokning o`zgarishi qo`shni konturda elektr yurituvchi kuchni vujudga keltirish hodisasiga o`zaro induksiya deyiladi. O`zaro induksiya hodisasi keng tarqalgan elektr apparati transformator ishlash prinsipining asosini tashkil etadi.

Transformator ikki cho`lg`amga ega, ular shunday joylashganki, qaysiki biridagi magnit oqimi ikkinchi cho`lg`am o`ramlariga maksimal darajada kiradi. Magnit oqimining sochilishini kamaytirish uchun cho`lg`amlari magnit o`tkazgich o`zakka joylashtiriladi. (rasm-34).

Transformatorning o`zgaruvchan kuchlanish ulanadigan chulg`amiga birlamchi chulg`am deyiladi. Bu kuchlanish ta`sirida cho`lg`amda o`zgaruvchan tok hosil bo`ladi va o`zgaruvchan magnit oqimi vujudga keladi. O`zgaruvchan magnit oqimi ikkinchi cho`lg`am o`ramlariga kirib, unda istemolchini ta`minlash uchun qo`llaniladigan e. yu. k. ni yuzaga keltiradi.



34-Rasm.

Transformatorning asosiy xarakteristikasi birinchi va ikkinchi cho`lg`am o`ramlar sonining nisbatiga teng bo`lgan transformatsiya koeffitsienti K hisoblanadi:

$$K = \frac{W_1}{W_2}$$

ko`rsatish mumkin, qaysiki

$$K = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

bu erda V_1, I_1 - birinchi cho`lg`amdagi kuchlanish va tok;

V_2, I_2 - ikkinchi cho`lg`amdagi kuchlanish va tok.

Shunday qilib, o`ramlar sonini tanlab, transformator chiqish qisqichlarida kerakli kuchlanishni olish mumkin.

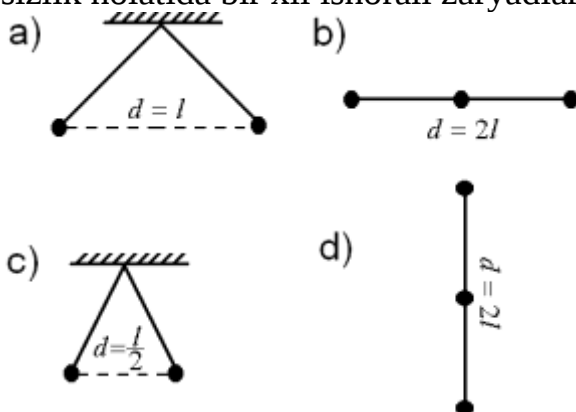
O`zaro induksiya hodisasi. Transformator

Bir paytda bir konturning o`zida o`zaro induksiya E.Yu.K va o`zinduksiya E.Yu.K hosil bo`lishi mumkinmi?	mumkin	
	Yo`q	
Mantiqiy aniq ketma-ketlikda sabab va oqibatlarni joylashtiring.	O`zaro induksiya E.Yu.K hosil bo`ldi; konturdagi tok o`zgardi; qo`shni konturdagi tok o`zgardi;	
	kontur kiruvchimagnit oqimi o`zgardi; konturdagi tok o`zgardi;	
	Konturdagi magnit oqimi; qo`shni konturga kiruvchi magnit oimi; o`zaro induksiya E.Yu.K hosil bo`ldi.	
Transformatorga 100 V kuchlanish ulandi. Transformator chiqishidagi kuchlanishni aniqlang, agar $W_1 = 500$, $W_2 = 1000$	50 V	
	100 V	
	200 V	
	400 V	
Oldingi savolda qarab o`tilgan transformator 5 A tokni istemol qiladi. Ikkinchi cho`lg`amdagi tokni aniqlang.	2,5 A	
	5 A	
	10 A	
Birinchi chulg`am istemol qilayotgan quvvatidan transformator nagruzkasining quvvatidan ortib ketish mumkinmi?	mumkin	
	Mumkin emas	
	Ayrim sharoitlarda mumkin	

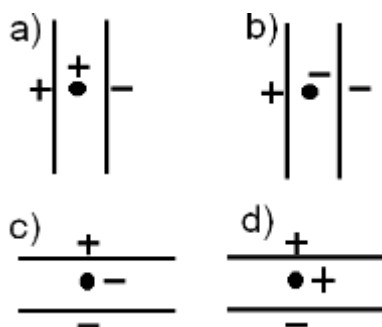
II. BOB. MUSTAQIL ISH TOPSHIRIQLARI

§2.1. a) Elektr zaryadi. Kulon qonuni mavzulariga doir test topshiriqlari.

1. 3 g suv tomchisida nechta elektron bor?
a) 10^{26} ; b) 10^{25} ; c) 10^{24} ; d) 10^{23} ;
2. Musbat $+2q$ zaryadga ega bo'lgan tomchidan $-q$ zaryadli tomchi ajraldi. Qolgan tomchining elektr zaryadi qancha?
a) $-3q$; b) $-q$; c) $+q$; d) $+3q$;
3. Manfiy -2 nKl zaryadli simob tomchisi zaryadi 7 nKl bo'lgan simob tomchisi bilan qo'shildi. Hosil bo'lgan tomchining zaryadi qanday bo'ladi (nKl)?
a) 2; b) -2; c) 5; d) -3;
4. Zaryadi $+4e$ bo'lgan tomchi unga yorug'lik tushishi natijasida 2 ta elektronni yo'qotdi. Tomchining keyingi zaryadi nimaga teng bo'ladi?
a) $+2e$; b) $-2e$; c) $+6e$; d) $-8e$;
5. Agar massasi 18 g bo'lgan suv elektronlarining 0.1 qismini yo'qotsa, qanday zaryad hoil bo'ladi (Kl)?
a) $9.6 \cdot 10^5$; b) $9.6 \cdot 10^4$; c) $9.6 \cdot 10^3$; d) 10^5 ;
6. Musbat nuqtaviy zaryad maydonida manfiy zaryadlangan chang zarrasi qanday harakatlanadi?
a) Tezlanuvchan; b) Tekis tezlanuvchan; c) Tekis sekinlanuvchan; d) Tekis.
7. Vakuumba bir-biridan 1 m uzoqlikda joylashgan, har qaysi bir kulondan bo'lgan ikkita nuqtaviy zaryad qanday kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi?
a) 1 N; b) $9 \cdot 10^9$ N; c) $9 \cdot 10^4$ N; d) $9 \cdot 10^3$ N.
8. Ikkita nuqtaviy zaryadning o'zaro ta'sir kuchi vakuumda F ga teng. Bu kuchni qanday yo'l bilan 81 marta kamaytirish mumkin?
a) Zaryadlarni suvga joylashtirish bilan; b) Zaryadlar orasidagi masofani 9 marta kamaytirish bilan; c) Zaryadlar kattaligini 81 martadan kamaytirish bilan; d) Zaryadlar orasidagi masofani 81 marta oshirish bilan.
9. Bir xil uzunlikdagi (l) ipak iplarga osilgan ikkita kichik metall sharchalarga vaznsizlik holatida bir xil ishorali zaryadlar berilganda, qanday holatni egallaydi?



10. Zaryadlangan chang zarrasining, bir tekis zaryadlangan ikkita parallel metall plastinkalar orasida, muallaq turadigan holati uchun qaysi rasm to'g'ri?



11. Bir xil radiusli zaryadlangan mis (m) va po'lat (p) sharlar o'zaro kontaktga keltirilib ajratilgandan so'ng ulardagi zaryad qanday taqsimlanadi?

- a) $q_m = q_n$; b) $q_m < q_n$; c) $q_m > q_n$; d) $q_m \gg q_n$.

12. Zaryadlanmagan sferik metall qatlamning markaziga musbat zaryadlangan sharcha joylashtirildi. Sferaning qayerida va qanday ishorali zaryadlar paydo bo'ladi?

- a) Ichki sirtida – manfiy, tashqarisida – musbat;
 b) Ichki sirtida – musbat, tashqarisida – musbat;
 c) Ichki sirtida – musbat, tashqarisida – manfiy;
 d) Ichki sirtida – manfiy, tashqarisida – manfiy.

13. Zaryadlanmagan qalin sferik metall qatlamning markaziga zaryadlangan sharcha joylashtirildi. Elektr maydoni qayerda mavjud bo'ladi?

- a) Sfera ichida va tashqarisida;
 b) Faqat sfera tashqarisida;
 c) Faqat sfera ichida;
 d) Metall qatlam ichida.

14. Zaryadlanmagan qalin sferik dielektrik qatlamning markaziga zaryadlangan sharcha joylashtirildi. Elektr maydoni qayerda mavjud bo'lmaydi?

- a) Elektr maydoni bo'lmaydigan soha yo'q;
 b) Faqat sfera tashqarisida;
 c) Dielektrik qatlami ichida;
 d) Sfera ichida va tashqarisida.

§2.1. b) Elektr zaryadi. Kulon qonuni mavzulariga doir masalalar.

1. Agar radiusi $R=10$ sm bo'lgan mis shardan o'tkazuvchanlik elektronlarining hammasini yo'qotishga erishilsa, shu shar qanday Q zaryad olgan bo'lardi? Misning zichligi $\rho = 8,9 \text{ g/sm}^3$, atom og'irligi $A=64$. Elektronning zaryadi $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ k}$, Avogadro soni $N_0 = 6 \cdot 10^{23}$. Misning har bir atomiga bitta o'tkazuvchanlik elektroni to'g'ri keladi deb hisoblang.

Javob: $5,6 \cdot 10^7 \text{ Kl}$.

2. Agar bir-biridan $R=1$ m masofada turgan, radiuslari $r=1$ sm dan bo'lgan ikkita bir xil qo'rg'oshin sharchalarning birinchisining har bir atomidan bittadan elektron olib va bu elektronlarning hammasi ikkinchisi sharchaga o'tkazilsa, bu sharchalar qanday f kuch bilan tortishadi? Qo'rg'oshinning atom og'irligi 207, zichligi $\rho = 11,3 \text{ g/sm}^3$.

Javob: $4,38 \cdot 10^{18} \text{ N}$.

3. Ikkita bir xil suv tomchisida bittadan ortiqcha elektron bor, shu bilan birga tomchilarning elektr itarishish kuchi ularning o'zaro tortishish kuchini muvozanatlaydi. Tomchilar radiusini aniqlang.

Javob: $7,6 \cdot 10^5$ M.

4. Bir-biridan $r=10$ sm masofada juft-juft joylashgan uchta nuqtaviy zaryad 5G, 8G, 12G, kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi. Zaryadlar kattaligini aniqlang.

Javob. $1,9 \cdot 10^{-7}$ K, $2,9 \cdot 10^{-7}$ K, $4,6 \cdot 10^{-7}$ Kl.

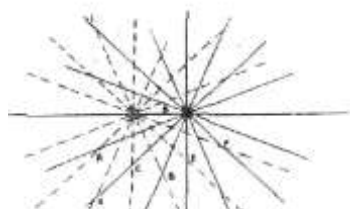
5. Halqada uchta sharcha bemaolol harakatlanishi mumkin. Ulardagi zaryadlar: birinchi sharchada $+q_1$ zaryad va boshqa har qaysi ikki sharda $+q_2$ zaryad bor. Agar q_2 zaryadlar muvozanatda bo'lganda ular orasidagi yoy 60° ni tashkil qilsa, q_1 va q_2 zaryadlar nisbati nimaga teng?

Javob. 12,5.

6. 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 ρ qanday bo'lishi lozim? Kerosinning zichligi $\rho = 0,8 \text{ g/sm}^3$, nisbiy dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon = 2$. (Bundab keyin ham ε nisbiy dielektrik singdiruvchanlikni bildiradi. Absolyut singdiruvchanlik $\varepsilon\varepsilon_0$ bunda $\varepsilon_0 = (1/36\pi) \cdot 10^{-9} \text{ f/m}$ - vakkumning dielektrik singdiruvchanligi).

§2.2. Elektr maydon kuchlanganligi. Superpozisiya prinsipi.

2. 1-Rasmda musbat va manfiy nuqtaviy zaryadlar maydonlarining sxematik tasvirini ko'rib turibsiz. Kuch chiziqlari kesishgan (A, B, C, D, E, H,...) nuqtalarda yig'indi maydon kuchlanganligi yo'nalishini ko'rsating.



Rasm 1

2. A, B, C, D, nuqtalarda maydonni tekshiring. Bu nuqtalarning qaysi birida kuchlanganlik vektori dipol o'qiga parallel?

A) A; B) B; C) C; D) D;

E) bu nuqtalarning hech birida.

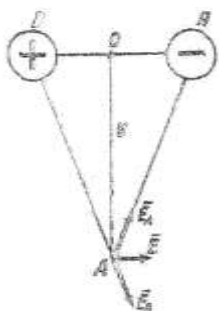
3. Ko'rsatilgan nuqtalarning qaysi birida kuchlanganlik vektori nolga teng.

A) A; B) B; C) C; D) D; E) bu nuqtalarning hech birida.

4. Absolyut qiymat bo'yicha kuchlanganlik vektori ko'rsatilgan nuqtalarning qaysi birida maksimal.

A) A; B) B; C) C; D) D; E) barcha nuqtalarda $\vec{E}$ ning absolyut qiymati bir xil.

5. Elkasi l bo'lgan dipol berilgan. Elkaning oxirgi uchlaridagi zaryadlar $+q$ va $-q$. Dipol o'qiga perpendikulyar va elkasi o'rtasidagi C nuqtaga tushirilgan CD da yotgan D nuqtadagi dipol maydon kuchlanganligi topilsin. Dipol o'qi o'rtasidan tekshirilayotgan D nuqtagacha masofa r ga teng.



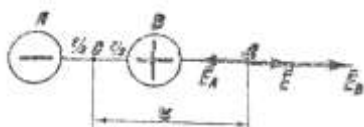
Rasm 2

A) $E_D = \frac{kql}{\left(r^2 - \frac{l^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}$; B) $E_D = \frac{kql}{\left(r^2 - \frac{l^2}{4}\right)^2}$;
C) $E_D = \frac{kql}{\left(r^2 + \frac{l^2}{4}\right)^2}$; D) $E_D = \frac{kql}{\left(r^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}$

6. Keng tarqalgan $r \gg l$ hol uchun E_D ga doir formulani soddalashtiring.

A) $E_D = \frac{kql}{r^3}$; B) $E_D = \frac{kql}{r^4}$; C) $E_D = \frac{kql}{r^2}$; D) $E_D = \frac{kql}{r}$

7. Dipol o'qida yotgan D nuqtadagi maydon kuchlanganligini toping. Dipol elkasi o'rtasida yotgan C nuqtadan tekshirilayotgan D gacha masofa r ga teng. $r > \frac{l}{2}$ deb oling.



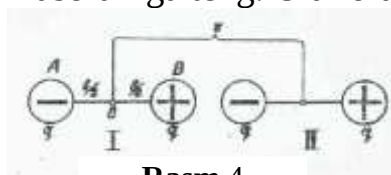
Rasm 3

A) $E_D = \frac{kqrl}{\left(r^2 - \frac{l^2}{4}\right)^2}$; B) $E_D = \frac{2kqrl}{\left(r^2 - \frac{l^2}{4}\right)^2}$;
C) $E_D = \frac{kqrl}{\left(r^2 - \frac{l^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}$; D) $E_D = \frac{2kqrl}{\left(r^2 + \frac{l^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}$

8. $r \gg l$ hol uchun j ning natijalarini soddalashtiring.

A) $E_D = \frac{kql}{r^3}$; B) $E_D = \frac{2kql}{r^3}$; C) $E_D = \frac{kql}{r^2}$; D) $E_D = \frac{2kql}{r^2}$

9. Ikkita bir xil dipol bir o'qqa shunday joylashtirilganki, ular elkalari o'rtasidagi masofa r ga teng. Ular orasidagi ta'sir kuchni toping.

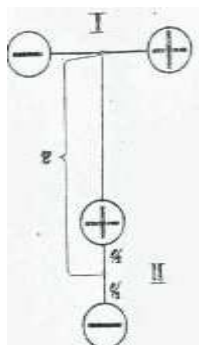


Rasm 4

Ko'rsatma: Dipol II ning B va A zaryadlarga ta'sir kuchini aloxida toping. Ularni vektor shaklida qo'shing. $r \gg l$ ekanini eslab, ifodani soddalashtiring.

A) $F \approx \frac{6kq^2l^2}{r^4}$; B) $F \approx \frac{kq^2l^2}{r^3}$; C) $F \approx \frac{2kq^2l^2}{r^2}$;

D) $F \approx \frac{4kq^2l^2}{r}$



Rasm 5

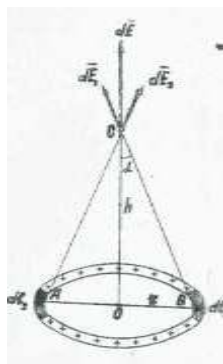
10. Rasm-5 da ko'rsatilganday ikkita bir xil dipol joylashtirilgan. I dipolni mahkamlangan deb hisoblab, II dipolning holatini aniqlang. Dipollar elkalari o'rtasidagi masofa r ga teng.

- A) Dipol bir butunday o'nga siljiydi,
B) Dipol bir butunday chapga siljiydi,
C) Dipol elka o'rtasi atrofida zaryadlarning qarama-qarshi yo'nalgan bir xil kuchlari ta'sirida aylana boshlaydi.

D) Dipol elka o'rtasi atrofida aylanadi va chapga engil siljiydi, chunki musbat zaryadga ta'sir etuvchi kuch manfiy zaryadga ta'sir etuvchi kuchdan katta.

11. Maydonlarning superpozitsiya prinsipi quyidagi masalalarda qo'llaniladi.

Radiusi r ga teng bo'lgan ingichka halqaning chiziqli zaryadi τ . Xalqa markazidan uning tekisligiga o'tkazilgan perpendikulyar ustida xalqa markazidan h masofada yotgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligini toping (6-rasm).



Rasm 6

Bu masalaning echimini fizika masalalari uchun umumiy bo'lgan uchta xarakterli bosqichga bo'lish mumkin.

a) Shartini va undan kelib chiqadigan aniq xulosalarni tahlil qilamiz. Kuzatamizki: xalqaning uzunligi $2\pi r$ va uning zaryadi $2\pi r\tau$ teng.

b) C nuqtada maydon xalqa elementlari maydonlarining yig'indisidan iborat. Masalan, τdl_1 zaryadga ega bulgan dl_1 elementining maydoni dE_1 biror yonalishga ega, a τdl_2 zaryadning dE_2

kuchlanganligi boshqa yo'nalishga ega. Agar bu ikki vektorlarni qo'shish qoidasi asosida qo'shsak, dE ga teng maydon kuchlanganning elementiga ega bo'lamiz. Ravshanki, masalani differensiallamasdan echish mumkin emas, chunki biz tayangan kattaliklardan biri (halqa kuchlanganligi) doimiy emas, a uning yo'nalishi o'zgarib turadi.

V) Biz halqaning diametrial qarama-qarshi ikkita elementining maydonini topdik. Bunga halqaning shunga o'xshash boshqa diametrda yasalgan dl_3 va dl_4 elementlarni qo'shish mumkinmi? Mumkin, chunki $d\vec{E}_3$ va $d\vec{E}_4$ larning vektorli yig'indisi $d\vec{E}$ kolleniar. Ma'lumki, $d\vec{E}$ da elementlarni yi'g'ish (integrallash mumkin. Bu muhim, chunki vektor kattaliklar hamma vaqt algebralik kattaliklar ko'rinishda yigilmaydi. (integrallanadi).

g) Kattalikni aniqlaymiz. $d\vec{E}_1 = d\vec{E}_2 = \frac{k\tau dl}{r^2} = \frac{k\tau dl}{h^2 + r^2}$.

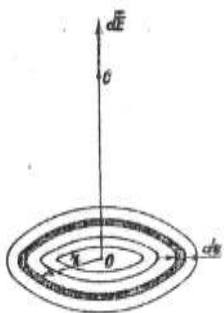
Bunday topamiz. $dE = 2dE_1 \cos \alpha = \frac{2k\tau dl \cdot h}{(h^2 + r^2)^{3/2}}$.

O'ng tomonda bitta o'zaruvchan kattalik (I) ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

d) Avvalo I ning B nuqtadan A nuqttagacha (yarim aylanada) o'zgarishini hisobga olib, integrallaymiz.

$$\int_0^E dE = \int_0^\pi \frac{2kh\tau dl}{(h^2 + r^2)^{3/2}}; E = \frac{2kh\pi\tau}{(h^2 + r^2)^{3/2}} = \frac{kqh}{(h^2 + r^2)^{3/2}}.$$

e) $h=0$, aylana markazida maydon mavjud emasligi ($E=0$) formulladan kelib chiqadi.



Rasm 1

12. Oladingi masala natijalari asosida quyidagini eching. Radiusi R ga teng bo'lgan yupqa disk σ zaryad sirt zichligiga ega. Disk markazidan o'tgan perpendikulyrda yotgan C nuqtadagi maydon kuchlanganligini toping. (7-rasm)

a)b)v) yupqa diskni ko'p sondagi konsentrik halqalarga bo'lamiz. Halqa radiusi bo'g'liq bo'lmagan holda uning C nuqtadagi maydoni CO perpendikulyar bo'yicha yo'nalgan bo'ladi.

Integrallash mumkin. Halqalarning kuchlanganligi har xil va halqa radiusi r ga bo'g'liq bo'ladi.

Kengligi dr bulgan yupqa halqani tanlaymiz.

g) bu halqaning yuzi $-2\pi dr$ bo'ladi, zaryadi $2\pi dr$ ga teng bo'ladi. Aylanadan l masofada yotgan C nuqtada bu halqaning hosil qilgan maydoni qo'yidagiga teng bo'ladi.

$$A) dE = \frac{2\pi\delta dr}{(h^2 + r^2)^{3/2}};$$

$$B) dE = \frac{2k\pi h\delta dr}{(h^2 + r^2)^{3/2}};$$

$$C) dE = \frac{kh\pi\delta dr}{(h^2 + r^2)^{3/2}};$$

$$D) dE = \frac{2\pi h k \delta dr}{(h^2 + r^2)^{3/2}};$$

Ko'ramizki, o'ng tomonda faqat bitta o'zgaruchan kattalik r , Demak, integrallashga o'tish mumkin.

13. Ingegral chegarasini aniqlaymiz. $h^2 + r^2 = t^2$ belgilash kiritib, integrallamiz.

$$A) E = \frac{4\pi R \delta k}{(h^2 + r^2)^{1/2}};$$

$$B) E = 2k\pi\delta h \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{\sqrt{h^2 + R^2}} \right);$$

$$C) E = \frac{2\pi\delta h}{\sqrt{h^2 + R^2}};$$

$$D) E = \frac{4k\pi\delta h}{\sqrt{h^2 + R^2}};$$

2.3. Ostragradskiy –Gauss teoremasining qo'llanilishi.

Biz yuqorida elektr maydonlarning superpozitsiy prinsipiga asoslangan maydonlarni o'rganish usullari bilan tanishdik qaysiki, ular tekslikda ishlash uchun qulay bo'lib, maydoning fazodagi xarakteristikalarini umlashtirishga imkon beradi.

Keng tarqalgan usul Ostrogradskiy –Gauss teoremasini qo'llash hisoblanadi. Uni yodga olaylik (X B sistemasida).

1. A). Berk sirt orqali kuchlanganlik vektorining oqimi bu sirt ichidagi zaryadlar yig'indisiga teng.

$$\oint_S \vec{E} ds \cos(\vec{E}, \vec{n}) = \sum q;$$

B) Berk sirt orqali elektr induksiy vektorining oqimi bu sirt ichidagi zaryadlar yig'indisiga teng.

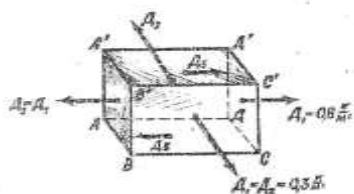
$$\oint_S \vec{D} ds \cos(\vec{D}, \vec{n}) = \sum q;$$

C) Berk sirt orqali elektr maydon kuchlanganlik vektorining oqimi bu sirt ichidagi zaryadlar yig'indisining $\epsilon\epsilon_0$ ga ko'paytmasi nisbatiga teng.

$$\oint_S \vec{E} ds \cos(\vec{E}, \vec{n}) = \frac{\sum q}{\epsilon\epsilon_0};$$

D) Berk sirt orqali induksiy oqimi bu sirt ichidagi zaryadlar yig'indisiga teng, agar kuch chiziqlari sirtga parallel yoki unga perpendikulyar bo'lganda:

E) $DS = \sum q$ noto'g'ri xulosani ko'rsating



Rasm 1

2. 8-Rasmda tomonlari $AB=30$ sm, $BC=50$ sm, $AA'=20$ sm bo'lgan to'g'ri prizma ko'rsatilgan.

Induksiy vektori uning o'ng yoqlariga perpendikulyar va asoslariga parallel. Qolgan kattaliklar rasmda keltirilgan.

Prizma sirti orqali to'la induksiy oqimi aniqlang. Prizma ichida qanday zaryad joylashgan?

A) 0,156Kl; B) 0,102Kl; C) 0,4 Kl D) 0,38Kl E) 21Kl.

To'g'ri javobni ko'rsating?

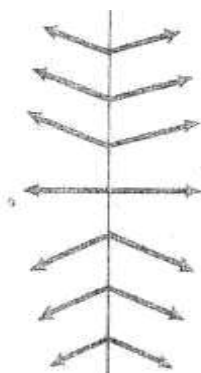
3. Oldingi masalada to'la oqim quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\Phi = D_1 s_1 \cos \alpha_1 + D_2 s_2 \cos \alpha_2 + D_3 s_3 \cos \alpha_3 + \dots$$

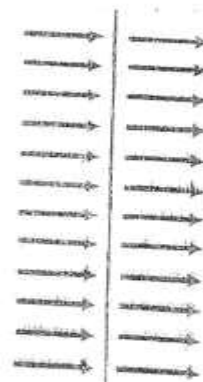
Burchak $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ larning 0° yoki 90° qiymatlarida yechimni qanday soddalashtirish mumkin. Bu hol induksiya vektori $\vec{D}$ ga nisbatan sirtni qanday qulay joylashtirishga olib keladi.



Rasm-9 ingichka sim

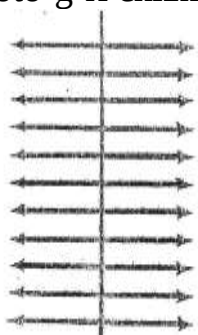


Rasm-10 yupqa plastinka

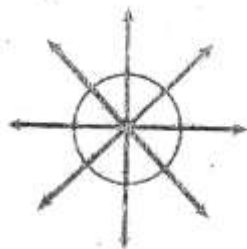


Rasm-11 yupqa plastinka

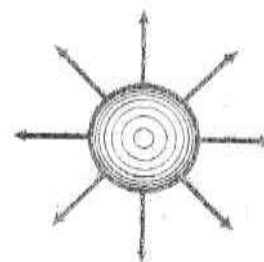
Uning yo'nalishi ma'lum: u zaryadlangan jism sirtiga perpendikulyar. Mashq uchun quyida bir nechta musbat zaryadlangan jismlar maydonning shakli keltirilgan. Noto'g'ri chizmani ko'rsating.



Rasm 12



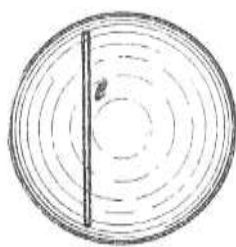
Rasm 13



Rasm 14

4. Ingichka uzun simning A nuqtadagi maydon induksiyasini aniqlash uchun simning atrofida yasash kerak:

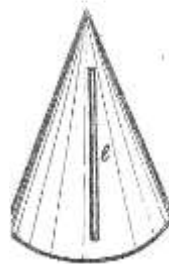
- A) Shar shakldagi sirt. B) Parallelpipedni.
C) Konus shakldagi sirt. D) Silindirsimon sirt.



Rasm 15



Rasm 16



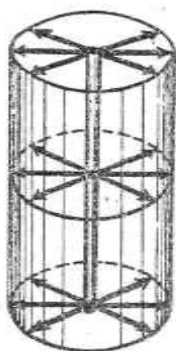
Rasm 17



Rasm 18

5. A nuqta simdan r masofaga uzoqlashtirilgan, simning uzunligi l . Induksiya vektori $\vec{D}$ ning silindirik sirt orqali to'la oqimini toping (alohida yon sirti va asoslari orqali oqimni toping, ularni yig'ing).

- A) $\Phi = \pi^2 l D$; B) $\Phi = 2\pi^2 D$; C) $\Phi = 2\pi l D$; D) $\Phi = 2\pi D(l + r)$; E) $\Phi = \pi D(l + r)$.



Rasm 19

6. Sim bir tekisda zaryadlangan, chiziqli zichligi τ . (9-rasm) Silindr ichidagi zaryadni toping va Ostrogradskiy –Gauss teoremasining tenglamasini tuzing.

- A) $\pi^2 l D = l \tau$; B) $2\pi^2 l D = l \tau$;
C) $2\pi l D = l \tau$; D) $2\pi D(l + r) = l \tau$.

7. 6 ning tenglamasidan slindradan r masofada nuqtadagi ingichka uzun slindning elektr maydon induksiysi (kuchlanganligi)ni topamiz:

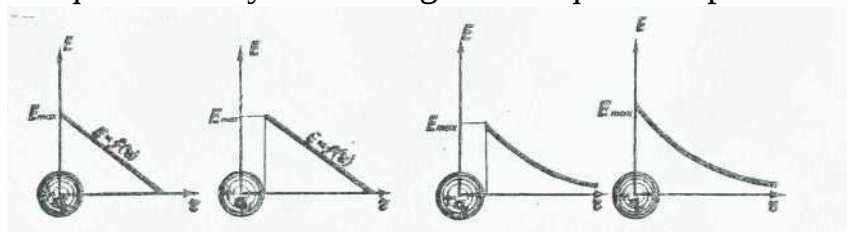
- A) $E = \frac{\tau}{2\pi l \epsilon \epsilon_0}$; B) $E = \frac{\tau}{2\pi l}$; C) $E = \frac{\tau}{2\pi r}$; D)

$$E = \frac{\tau}{2\pi \epsilon \epsilon_0};$$

Z. Zaryadi q radiusi R bo'lgan o'tkazuchan shar berilgan. Shar markazidan r masofada biror A nuqtadagi maydon kuchlanganligi ifodasini toping. Buning uchun A nuqta orqali sirt o'tkazamiz:

- A) Shar. B) Garizontal yasovchiga ega bo'lgan t silindr.
C) Vertikal yasovchiga ega bo'lgan t silindr. D) Kub.

9. O'tkazilgan sirtlardagi induksiya vektorining qiymati D ga teng bo'lsin. Bu sirt orqali induksiya vektorining to'la oqimini topamiz. D bilan shar sirtiga o'tkazilgan normal orasidagi burchakka e'tabor bering). (20-rasm).



Rasm 21

- A) $\Phi = 4\pi \frac{r^2}{R^2} D$; B) $\Phi = \pi^2 D$; C) $\Phi = 4\pi^2 D$;
D) $\Phi = 2\pi \frac{r^2}{R^2} D$.

10. Ostrogradskiy –Gauss

teoremasini eslang va $\vec{D}$ vektorining qiymatini toping.

A) $D = \frac{q}{4\pi r^2}$; B) $D = \frac{qR^2}{4\pi r^2}$; C) $D = \frac{q}{\pi R^2}$; D) $D = \frac{q}{2\pi r^2}$.

11. Metal shar maydon Kuchlanganligi vektorning shar markazidan uzoqlashish masofasi r ga bog'liqligi qaysi grafigida to'g'ri tasvirlangan (shar ichidagi maydon nimaga tengligini eslang). (Rasm-21).

11. Endi Ostogratskiy-Gauss teoremasi yordamida zaryadlangan jism elektr maydonini o'rganish amallarining mantiqiy ketma-ketligi (algoritmi)ni bildik.

A) .Fazoda ixtiyoriy nuqtani tanlaymiz.

B) U orqali berk sirt o'tkazamiz.

Sirtning shakl va joylanishi zaryadlangan jismning shakiga bog'lik.

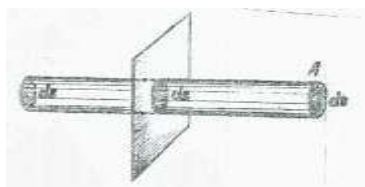
C) Sirt ayrim elementlari orqali induksiya vektori oqimini topamiz.

D) To'la oqim ifodasini keltirib chiqaramiz va sirt ichida zaryad qiymatiga tenglashtiramiz. Tenglamani echamiz.

Eslatma. Keltirilgan tizm masala echishda etarli emas. Bu usulning yil qo'llanishi qo'yidagi hollarda murakkablashadi, qachon zaryadlangan jism etarli simmetrik xossaga ega bo'lmasa.

Masalan, zaryadlangan konusdan r masofada yotgan nuqtadagi induksiya oqimini toppish talab qilinganda, asoslariga nisbatan qirralarda maydon katta. Bunday hollarda Ostogratskiy- Gauss teoremasidan boshqa shartlar topiladi. Tajriba natijalaridan foydalaniladi (elektrostatik vanna).

Zaryad sirt zichligi σ bo'lgan bir xil zaryadlangan sirt katta qismining undan r masofada yotgan A nuqtada hosil qilgan maydonini topa bilish muhim. Buning uchun A nuqta orqali elementar ds sirtini o'tkazamiz, u tomonidan yoki bu tomonidan unga parallel shunday sirtlar o'tkazilganda prizma yoki tsilindr hosil bilishi kerak. (22-rasm). Alogritmni qo'llaymiz va topamiz:



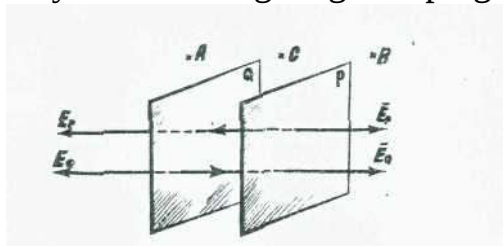
Rasm 22

A) $D_A = \sigma$; B) $D_A = \frac{\sigma}{2}$; C) $D_A = \frac{\sigma}{r}$;

D) $D_A = \frac{\sigma}{r^2}$; E) $D_A = \frac{\sigma}{2r}$.

Aytaylik, A nuqtada maydon kuchlanganlik qiymati sirtidan uning uzoqlashishga bog'lik bo'lmasin. Bu masofa sirt o'lchamidan kichik hollar uchun to'g'ri bo'ladi.

13. 23-rasmda sirt zichligi σ bo'lgan bir xil musbat ishorali zaryadlangan ikkita parallel sirtlar ko'rsatilgan. A va B nuqtalardagi, ular o'rtasida yotgan C nuqtadagi maydon kuchlanganligini toping.



Rasm 23

Bu masalani echishda A,B,C sohalarda $\vec{E}_p$ va $\vec{E}_a$ vektorlarning yo'nalishiga e'tabor berish kerak.

Eslang, ixtiyoriy sohada $|\vec{E}_p| = |\vec{E}_a| = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$ (oldingi masalaga qarang). Hosil qilamiz:

A) $E_A = E_B = E_C = 0$; B) $E_A = E_B = E_C = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$;

C) $E_A = E_B = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}; E_C = 0$;

$$D) E_A = E_B = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}; E_C = \frac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}; \quad E) E_A = E_B = 0; E_C = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}.$$

Eslang, ixtiyoriy sohada (oldingi masalaga qarang). Hosil qilamiz:

14. Oldingi masalani qarama-qarshi ishorali zarydlangan tekislik uchun eching:

$$A) E_A = E_B = E_C = 0; \quad B) E_A = E_B = E_C = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}; \quad C) E_A = E_B = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}; E_C = 0;$$

$$D) E_A = E_B = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}; E_C = 0; \quad E) E_A = E_B = 0; E_C = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}.$$

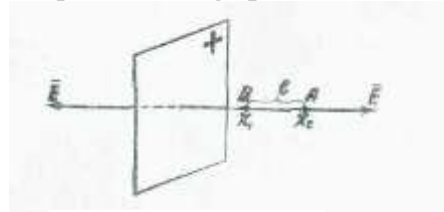
2.4. Potensial va potensiallar ayirmasi.

Elektrostatik maydonning muhim xossalardan biri quyidagi tenglama yordamida ifodalanadi $\vec{E} = -\text{grad}\varphi$ yoki $E = -\frac{d\varphi}{dx}$ (bir jinsli maydon uchun). Bundan

$$d\varphi = -Edx \quad \text{yoki} \quad \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi = -\int_{x_1}^{x_2} Edx. \quad \text{Agar ikki } x_1 \text{ va } x_2 \text{ nuqtalarning vaziyati hamda } \vec{E}$$

vektor qiymatini ifodalovchi tenglama ma'lum bo'lsa, bu nuqtalar orasidagi potensiallar ayirmasini topish mumkin.

1. Bir tekisda zaryadlangan sirt maydonining unga o'tkazilgan perpendikulyarda va sirtidan o'ng tomonda (yoki chapda) yotgan oralaridagi masofa l ga teng bo'lgan ikki nuqta orasidagi potensiallar ayirmasini toping. (25-rasm).

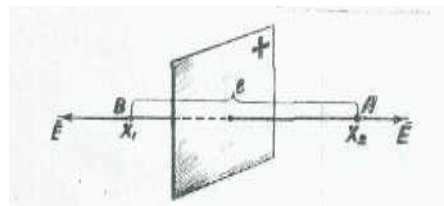


Rasm 1

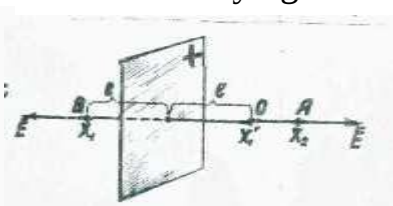
$$A) U = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}(x_2 - x_1); \quad B) U = \sigma(x_2 - x_1);$$

$$C) U = \sigma(x_1 - x_2); \quad D) U = \frac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}(x_1 - x_2).$$

2. Oldingi masalani nuqtalar sirtining o'ng va chap tomonlarida yotgan hol uchun eching. (25-rasm).



Rasm 25



Rasm 26

Buning uchun quyidagilarni hisobga oling:

a) Hech qanday tuzatish kiritmasdan 1-dagi formulani qo'llash

mumkinmi?

b) Sirtga nisbatan simmetrik joylashgan B va C nuqtalar orasidagi potensiallar ayirmasi qanday (26-rasm)? Izlanayotgan potensiallar ayirmasi $\varphi_A - \varphi_B$ haqida nima diyish mumkin?

$$A) \varphi_A - \varphi_B = \varphi_C - \varphi_D;$$

$$B) \varphi_A - \varphi_B = \varphi_A - \varphi_C;$$

$$C) \varphi_A - \varphi_B = 0;$$

$$D) \varphi_A - \varphi_B > 0;$$

$$E) \varphi_A - \varphi_B < 0$$

3. Masalani yechib, topamiz:

$$A) \varphi_A - \varphi_B = \frac{\sigma(x_2 - x_1)}{2\varepsilon\varepsilon_0};$$

$$B) \varphi_A - \varphi_B = \frac{\sigma(x_1 + x_2)}{2\varepsilon\varepsilon_0};$$

$$C) \varphi_A - \varphi_B = \frac{\sigma(x_1 - x_2)}{2\varepsilon\varepsilon_0};$$

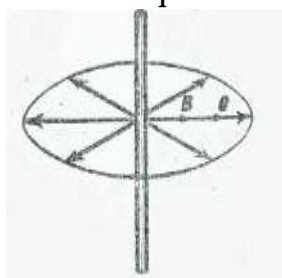
$$D) \varphi_A - \varphi_B = -\frac{\sigma(x_1 + x_2)}{2\varepsilon\varepsilon_0}.$$

Tekshirilayotgan nuqtalar sirtga nisbatan bir tomonda joylashsa, masala A.holdagi kabi echiladi. Chunki ekvipotensial sirtlar zaryadlangan tekshlikka nisbatan simetrik joylashadi.

4. Ikkita parallel plastinalar $+\sigma$ va $-\sigma$ miqdorida bir tekisda zaryadlangan. Plastinalar o'rtasida bir-biridan l masofada yo'tgan ikki nuqta orasidagi potensial ayirmasini toping:

A) $U = \frac{\sigma l}{2\epsilon\epsilon_0}$; B) $U = \frac{\sigma l}{\epsilon\epsilon_0}$; C) $U = 2\frac{\sigma l}{\epsilon\epsilon_0}$; D) $U = 2\frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$.

5. Zaryadning zichligi τ , uzunligi l bo'lgan ingichka silindr shaklidagi simning maydonida undan bitta radius bo'yicha r_1 va r_2 masofada joylashgan B va C nuqtalarni olamiz (27-Rasm). Bu nuqtalar orasidagi potentsiallar ayirmasi qanday? Esdan chiqarmang, tsilindrning maydoni bir jismli emas va uning kushlanganligi Silindr o'qidan uzoqlashgan sari kamayib boradi.



Rasm 27

A) $U = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon\epsilon_0}(r_2 - r_1)$; B). $U = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{r_2}{r_1}$;

C). $U = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}$; D) $U = 2\pi\epsilon\epsilon_0 \tau \frac{r_2}{r_1}$.

6. Oldingi masaladagidek B va C nuqtalar simning o'qidan bir xil r_1 va r_2 masofada, lekin boshqa-boshqa radiuslarda yotsin diylik (rasm-28). Masala yechimida nima o'zgaradi?

A) Masalani yechib bo'lmaydi.

B). Yechimi quyidagi ko'rinishga ega.

$$U = \frac{\tau}{2\pi\epsilon\epsilon_0}(\ln r_1 + \ln r_2)$$

C). Masala yechimi oldingiday bo'ladi.

D) Yechimi oldingidan doimiylikka farq qiladi.

7. Ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasi hisoblashdagi masalalar yechishda bajargan amallarni takrorlang. Keyingi savolni yechishda bilgan algoritimni qo'llang. Metall shar markazidan r_1 va r_2 masofada yotgan B va C ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasini toping. Shar zaryadi q , r_1 va r_2 larning har biri shar radiusi R dan katta.

A) $U = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0}(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})$; B) $U = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}$; C) $U = \frac{q}{\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}$; D) $U = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{r_2}{r_1}$.

8. Agar shar yaxlit yoki ichi kovak bo'lganda ham oldingi masala o'zgarmaydi. Jism ichidagi ixtiyoriy nuqtaning potentsiali $\varphi = \frac{q}{c}$ tenglikdan topiladi. (Sharning sig'imini uning radiusi orqali osongina bilish mumkin).

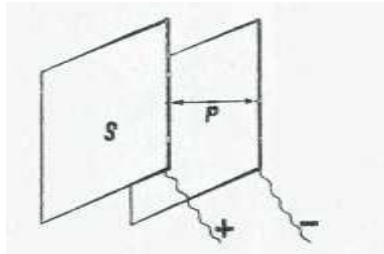
Keng tarqalgan umumiy xatoga fikrni qaratish kerak: ayrimlar shar ichida maydon yo'q, demak sharning ichidagi ixtiyoriy nuqtaning potentsiali nolga teng deb o'ylashi mumkin. q zaryadga ega bo'lgan radiusi R ga teng bo'lgan ichi kovak shar berilgan. Shar markazidan r_1 va r_2 masofada yotgan ikki nuqta orasidagi potentsiallar ayirmasini toping, shu bilan birga $r_1 < R < r_2$.

A) $U = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{r_2}{r_1}$; B) $U = \frac{q}{\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}$; C) $U = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{r_2 - R}{R r_2}$; D) $U = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} (r_2 - r_1)$.

2.5. Elektr sig'imi va kondensatorlar.

Yassi, silindrik va sferik kondensatorlarning sig'imi hisoblash formulalarini yozing.

1. Yassi kondensator berilgan. Qoplamining yuzi S, dielektrik qalinligi d (rasm-29).



Rasm 29

Kondensator sig'imi ifodasini yozing. Bu masalani yechishda $C = \frac{q}{U}$ tarifdan foydalanamiz. Zaryad $q = s\sigma$ formula bo'yicha, potentsiallar ayirmasi §3 dagi formuladan topiladi.

Bundan: A) $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{4\pi d}$; B) $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$; C) $C = \frac{4\pi\epsilon S}{d}$; D)

$$C = \frac{S}{\epsilon\epsilon_0 d}.$$

2. Silindrik kondensator qoplamlarining radiusi r_1 va r_2 . Uning sig'imi qanday (Silindr balandligi l). (rasm-30).



Rasm 30

A) $C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 l \frac{r_2}{r_1}$; B) $C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{l}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$;

C) $C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 l (r_2 - r_1)$; D) $C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 l \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}$.

3. Ichi kovak shar (sfera)larning radiuslari r_1 va r_2 . Kondensator sig'imi qanday (rasm-31).



Rasm 31

A) $C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{r_2 - r_1}{r_2 r_1}$; B) $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$;

C) $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}$; D) $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$.

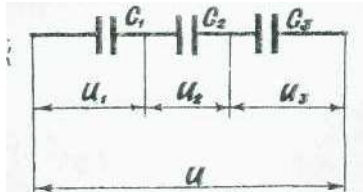
4. Yakkalangan sharning sig'imini toping.

Ko'rsatma: B. Masala natijalaridan foydalanish tavsiy qilinadi.

Bu holda r_2 nimaga teng bo'lishini fikrlang.

A) $C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 r$; B) $C = \frac{4\pi\epsilon\epsilon_0}{r_1}$; C) $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 r_1$; D) $C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0}{r_1}$.

4. Sig'implari $C_1, C_2, \dots, C_n$ bo'lgan bir nechta kondensatorlar ketma-ket ulangan. (32-Rasm). Kondensatorlar batareyasining sig'imini toping.



Rasm 32

Ko'rsatma. C_1 kondensatorning A qoplamiga biror $+q$ zaryad uzating va boshqa qoplamlardagi jarayonni tekshiring; har bir kondensatorning zaryadini va batariyaning zaryadini toping.

A) Har bir kondensatordagi zaryad uning sig'imiga mos keladi.

B) $q_1 = q_2 = \dots = q_n$ va $Q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$;

C) Faqat birinchi kondensator zaryadlanadi, boshqa kondensatorlar zaryadlanmaydi, shuning uchun $q_1=Q$ va $q_2=q_3=\dots=q_n=0$;

D) $q_1=q_2=\dots=q_n=Q$.

5. $U=U_1+U_2+\dots+U_n$ tenglamadan foydalaning, bu erda U-batariya chetki qoplamalari orasidagi potentsiallar ayirmasi va siz C to'la sig'imning alohida kondensatorlar sig'implari orqali ifodalangan formulani hosil qilamiz.

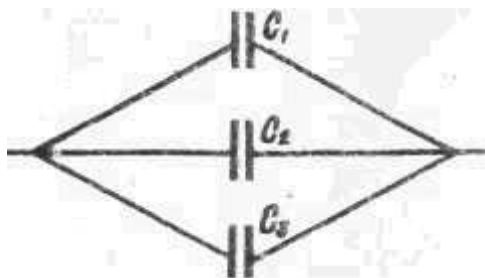
A) $C = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n}$;

B) $C = \sqrt[n]{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \dots C_n}$;

C) $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$;

D) $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$.

6. Sig'implari $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ bo'lgan bir nechta kondensatorlar parallel ulangan. Batariyaning to'la sig'imini toping (33-rasm).



Rasm 33

Ko'rsatma. Oldingi masaladagi ish tuting, barcha kondensatorlar uchun umumiy bo'lgan fizik katalikni tanlang. Alohida har bir kondensatorning $q_1, q_2, \dots, q_n$ lar uchun ifodalarini va batariyaning to'la zaryad Q ifodasini yozing.

A) $C = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n}$;

B)

$C = \sqrt[n]{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \dots C_n}$

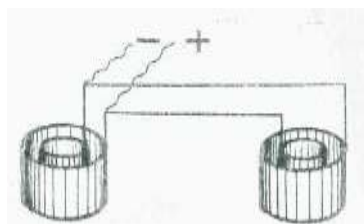
C) $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$;

D) $C = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot \dots \cdot C_n}{C_2 C_3 \dots C_n + C_1 C_3 \dots C_n + C_1 C_2 C_4 \dots C_n + \dots}$.

7. Radiusi $R=6400$ km bo'lgan Er sharining sig'imini $1 \cdot 10^{-4}$ aniqlikkacha toping.

A) 1F; B) 0,6666F; C) 14,2000F; D) 0,0007F; 7F.

8. Bir xil ikkita silindrik kondensator quyidagicha ulandan kondensatorlardan birining ichki qoplami ikkinchiining tashqi qoplami bilan tutashtirilgan (34-rasm). Kondensator balandligi 3 sm, qoplarni radiuslari 1 sm va 2,72 sm bo'lsa, batariya sig'imi qanday? Dielektrik slyuda ($\epsilon=2$).



Rasm 3

A) $\frac{2}{3} \cdot 10^{-11} F$;

B) $5 \cdot 10^{-5} F$;

C) $1,8 \cdot 10^{-6} F$;

D) $6,3 \cdot 10^{-6} F$.

2.6. Elektr maydon energiyasi.

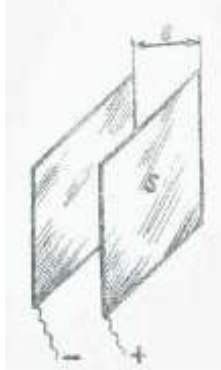
1. Sig'imi C ga teng kondensator U potentsiallar ayirmasigacha zaryadlangan. Uning qoplamalarini o'tkazgich orqali tutashtirsak, kondensator to'la zaryadlanadi. O'tkazgich orqali zaryad oqib o'tish jarayonida qanday miqdorda issiqlik ajralgan.

Ko'rsatma. Zaryadlanish jarayonida uning zaryadi q va potentsiallar ayirmasi nolgacha kamayadi. Shuning uchun ularni o'zgarish kattalik deyish mumkin emas va $A=qU$ formuladan foydalanib bo'lmaydi. Elementar ish formulasi $dA=qdU$ dan foydalanish kerak. Shunday qilinki, tenglik ishorasidan o'ng tomonda bitta o'zgaruvchan kattalik b'lsin. Integrallang.

A) $Q = CU^2$; B) $Q = qU$; C) $Q = \frac{2q^2}{C}$; D) $Q = \frac{CU^2}{2}$.

Eslatma. Isbot ixtiyoriy kondensator uchun to'g'ri, masalan, "Antenna-Er", hattoki bir qoplami cheksizlikdagi o'tkazgichdan iborat kondensator uchun ham.

2. Elektr maydon energiyasining hajmiy zichligi $W_e = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{W_e}{V}$ formuladan topiladi, bu erda W_e – elektr maydon energiyasi, V - elektrmaydon egallagan hajmi. Bir jinsli maydon uchun $W_e = \frac{W_e}{V}$. Yassi kondensator uchun W_e bilan maydon kuchlanganligi E orasidagi bog'lanishni toping (35-rasm).



Rasm 35

A) $\omega_e = \frac{ES}{\varepsilon\varepsilon_0 d}$; B) $\omega_e = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2}$; C) $\omega_e = \frac{E^2 l}{2}$; D) $\omega_e = \frac{CE}{2\varepsilon\varepsilon_0}$.

3. Bir jinsli maydon misolida topilgan elektr maydon energiyasi zichligi ifodasi barcha hollarda to'g'ri. Bunga misollarda ishonch hosil qilamiz. Radius r bo'lgan metal shar U potensialgacha zaryadlangan. Sharning maydon energiyasini toping, uning zichligi $W_e = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2}$ formula yordamida ifodalanishini inobatga

olib ($W_e = \frac{CU^2}{2}$ formulani hali bilmaymiz).

a) Shar haqida nimalar aniq ekanini bilaylik: uning sig'imi $C = \frac{r}{9 \cdot 10^9} F$, uning zaryadi

$q = UC = \frac{Ur}{9 \cdot 10^9} Kl$. Bitta qoplami berilgan shar, ikkinchisi cheksizlikdagi nol potensialli

o'tkazgichdan iborat kondensatorni qaraymiz. Sharning maydonini $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R^2}$

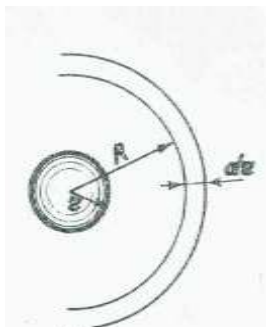
formula orqali topamiz, u bir jinsli emas va shar markazidan uzoqlashgan sari kamayib boradi.

b) $W_e = \omega_e V$ formuladan foydalanish mumkin emas, ikki sababga ko'ra: birinchidan

$\omega_e = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2}$ kattalik doimiy emas, E ham. Ikkinchidan, $V = \infty$,

chunki maydon shar atrofidagi butun bo'shliqqa tarqaladi. Differensiallashni qo'llash kerak.

v) Shar markazidan R masofada, ikkita konsentrik shar shaklidagi sirtlar orasida yupqa qatlamni tanlaymiz. Uning qalinligi dR , uning hajmi $4\pi R^2 dR$, u holda qatlamning maydon energiyasi $dW_e = 4\pi R^2 dR \omega_e = 4\pi R^2 \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} dR$.



Rasm 36

g) Zaryadlangan metall shar uchun $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 R^2}$ va u holda

$$dW_e = 4\pi R^2 \frac{\varepsilon\varepsilon_0 q^2}{32\pi^2 \varepsilon^2 \varepsilon_0^2 R^4} dR = \frac{q^2}{8\pi\varepsilon\varepsilon_0} \frac{dR}{R^2}.$$

d) integrallaymiz:

$$\int_0^{W_e} dW_e = \int_r^\infty \frac{q^2}{8\pi\epsilon\epsilon_0 R^2} dR; \quad W_e = \frac{q^2}{8\pi\epsilon\epsilon_0 r} = \frac{q^2}{2 \cdot 4\pi\epsilon_0 r} = \frac{q^2}{2 \frac{1}{9 \cdot 10^9} r} = \frac{q^2}{2C}.$$

e) bu natija, boshqa usul bilan hosil qilindi. 1 masalani qarang.

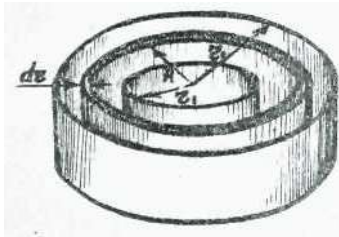
Xulosa: faraz qilaylik $\omega_e = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2}$ to'g'ri, chunki u to'g'ri natijalarga olib keladi.

Mulohaza. Bu masalada qo'llanilgan mantiqiy amallar fizika kursidagi ko'pgina masalalar uchun umumiy hisoblanadi.

Yana bir ularni eslaylik:

- a) Masalalar yechish faqat differentsiallar yordamida amalga oshirish mumkinligini eslaylik.
- b) Izlanayotgan kattalik W_e ning elementar qiymati uchun ifodani tuzamiz, uni elementar sohada topib, bu sohada argumentini o'zgarmas deymiz.
- v) Hosil qilingan tenglikning o'ng tomonida ikkita o'zgaruvchan kattalik (r va E). O'ng tomonda bitta o'zgaruvchan kattalik bizning holda r bo'lishi uchun bittasini ikkinchi orqali ifodalasga harakat qilamiz.
- g) Integrallash chegarasini aniqlab, integrallaymiz.
- d) Integrallash natijasini taxlil qilamiz.

4. Bu ko'rsatmadan foydalanib zaryadlangan silindrik kondensator uchun yuqoridagiga o'xshash masalani eching (matematik nuqtaviy nazardan yakkaqlangan tsilindr uchun masalani echish murakkab hisoblanadi).



Rasm 37

Oldin o'zingiz masala formulalarni topishga harakat qiling, keyin ko'rsatmaning barcha bandlariga javob berasiz:

a) -

b) A) $dW_e = \pi l dr \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2}$; B) $dW_e = \frac{\pi l dr E^2}{\epsilon\epsilon_0}$;

C) $dW_e = \frac{\pi l^2 \epsilon\epsilon_0 E^2 dr}{2}$; D) $dW_e = \pi l \epsilon\epsilon_0 E^2 dr$

v) A) $dW_e = \frac{q^2 dr}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$; B) $dW_e = \frac{q^2 dr}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$; C) $dW_e = \frac{q^2 l dr}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^3}$; D) $dW_e = \frac{q^2 r dr}{4\pi l^2 \epsilon\epsilon_0}$.

g) A) $W_e = \frac{q^2}{\pi l \epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}$; B) $W_e = \frac{q^2}{4\pi l \epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}$; C) $W_e = \frac{q^2}{4\pi l \epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_1}{r_2}$; D) $W_e = \frac{q^2}{\pi l \epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_1}{r_2}$.

d) Tsilindrik kondensator sig'im formulasini eslash qoldi (v B) va 4) banddi hosil qilingan formula $W_e = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$ formulaga ekvi valentligini ko'rsatish qoldi.

5. E_{vak} elektr maydoniga sindiruvchanligi ϵ bo'lgan dielektrik kiritamiz. Qutublangan dielektrik soxta zaryadining electr maydon energiy zichligi qanday?

Ko'rsatma. Dielektrikdagi maydon bu ikki maydon yig'indisining natijasi: E_{vak} tashqi va E_{bog} bog'langan zaryadlarning indusirlangan maydoni. Energiyaning saqlanish qonunidan foydalanib va unga asosan dielektrik maydoning hajm birligidagi energiysi w_{dil} bu tashqi maydon w_{vak} va bog'langan zaryadlar maydon w_{bog} energiylarining yigindisidan iborat. Bundan topamiz:

$$A) w_{bog} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 E_{vak}^2}{2};$$

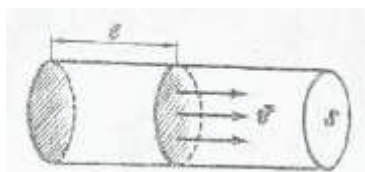
$$B) w_{bog} = \frac{\varepsilon_0 E_{vak}^2}{2\varepsilon};$$

$$C) w_{bog} = \frac{(\varepsilon - 1)\varepsilon_0 E_{vak}^2}{2};$$

$$D) w_{bog} = \frac{(\varepsilon + 1)\varepsilon_0 E_{vak}^2}{2}.$$

2.7. Metallarning elektr o'tkazuvchanligi.

1. Faraz qilaylik, bir sekundda uzunligi l bo'lgan o'tkazg'ichning ko'ndalang kesimi orqali hajmiga teng zaryad oqib o'tadi (38-rasm). Zaryadlar zich joylashmagan, balki butun hajmi bo'yicha taqsimlangan ularning konsentasiyasi $n_0 \frac{zarra}{M^3}$. O'tkazg'ich bo'ylab zaryadlarning yo'nalgan harakatining tezligi nimaga teng. Berilgan hajmda zaryad toshuvchilarning umumiy sonini toping.



Rasm 38

- A) $n = lsn_0$; B) $n = \frac{ls}{v}n_0$; C) $n = vsn_0$.

Noto'g'ri natijani ko'rsating.

2. Siz berilgan hajmdagi t vaqtda o'tkazg'ich ko'ndalang kesimi orqali o'tgan zaryad toshuvchilarning umumiy sonini bilasiz. Zaryad toshuvchining zaryadi q bo'lsin. O'tkazg'ichdagi tok kuchini toping. Tok kuchini bilgan holda tok zichligi j ni toping.

- A) $j = n_0sl$; B) $j = qn_0v$; C) $j = \frac{qn_0}{v}$; D) $j = \frac{qv}{n_0}$.

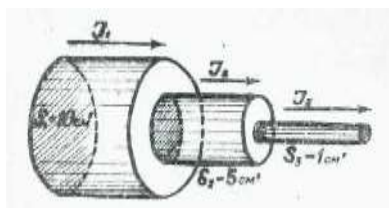
3. Quyidagi keltirilgan formulalardan qaysi biri tok kuchini aniqlaydi?

- A) $J = \frac{U}{R}$; B) $J = \frac{q}{t}$; C) $J = js$; D) $J = qvn_0s$.

4. O'tkazg'ich ko'ndalang kesimlari turli xil bo'lgan silindrlardan tashkil topgan. U orqali har kunda $10K$ zaryad o'tadi. Silindrlar orqali o'tadigan J_1, J_2, J_3 toklar haqida nima deyish mumkin?

- A) $J_1 > J_2 > J_3$; B) $J_1 = J_2 = J_3$; C) $J_1 < J_2 < J_3$;
D) $J_1 = 2J_2 = 10J_3$; E) $J_3 = 5J_2 = 10J_1$

5. Bir kg-atom moddaning V_0 hajmini A atom og'irligi va ρ zichligi orqali ifodalang. 1-kg atom massa son jihatdan uning atom og'irligi A ga tengligini unitmang.



Rasm 39

$$A) V_0 = A\rho; \quad B) V_0 = \frac{\rho}{A}; \quad C) V_0 = \frac{A}{\rho};$$

$$D) V_0 = \sqrt{A\rho}; \quad E) V_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} A\rho.$$

6. Bir valentli metallning 1kg-atomidagi erkin elektronlarning sonini (N_A Avogadro soni) 1kg-atomdagi tok toshuvchilarning n_0 konsentasiyasi orqali ifodalang:

- A) $V_0 = n_0 N_A$; B) $V_0 = \frac{n_0}{N_A}$; C) $V_0 = \frac{N_A}{n_0}$; D) $V_0 = \sqrt{N_A n_0}$.

7. 5 va 6 dagi hosil qilingan formulalarni bog'lab, bir valentli metallidagi elektron gaz konsentrasiyasini toping:

A) $n_0 = \frac{AN_0}{\rho}$; B) $n_0 = \frac{A\rho}{N_A}$; C) $n_0 = \frac{\rho N_A}{A}$; D) $n_0 = \rho AN_A$.

8. Normal sharoitda misdagi elektron gaz konsentrasiyasini baholang:

$$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{M}^3}; \quad A = 64 \frac{\text{kg}}{\text{kg} - \text{atom}}; \quad N_A = 6 \cdot 10^{26} \frac{1}{\text{kg} - \text{atom}}.$$

A) $n_0 = 7000 \text{m}^{-3}$; B) $n_0 = 10^{29} \text{m}^{-3}$; C) $n_0 = 10^{14} \text{m}^{-3}$; D) $n_0 = 5 \cdot 10^5 \text{m}^{-3}$.

Ma'lumki, ikki valentli metall uchun elektron gazning zichligi ikki marta katta, uch valentli uchun uch marta katta. U holda uch valentli alyuminiy bir valentli kumushga qaraganda tokni yomon o'tkazadi. Shu fakt asosida metallar o'tkazuvchanligining klassik nazariyasining zidiyatlaridan biri yotadi.

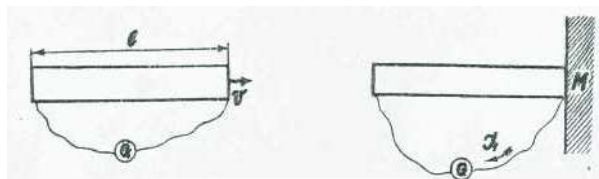
9. Tajribadan ma'lumki, kesimi $S=1\text{mm}^2$ bo'lgan mis sim $J=11\text{A}$ ga teng eng katta tokni o'tkazadi. Tokning katta qiymatlarida o'tkazgich qizib ketadi va eriydi. Maksimal tok qiymati uchun misdagi elektronlarning yo'nalgan harakat tezligini baholang. (yechish uchun tok zichligi j ni hisoblaymiz. Masala U dan konsentrasiya, elektron zaryadi $e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{Kb}$ ma'lum).

A) $\sim 0,5 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$; B) $\sim 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; C) $\sim 1000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; D) $\sim 300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

10. Elektron gaz idial gaz qonuniga bo'ysinadi deyish mumkin (xususan, $\frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2}KT$ qonuniga). Uy temperaturasida metallda elektron xaotik harakatining o'rtacha tezligini baholang ($K = 1,58 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{grad}}$; $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$).

A) $\sim 200000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; B) $\sim 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; C) $\sim 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$; D) $\sim 100 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; E) $\sim 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

11. Uzunligi l va qarshiligi R bo'lgan metall tayoqcha v doimiy tezlik bilan harakatlanmoqda. Uning uchlari balli galvanometr G ga ulangan (40-rasm). M to'siqqa kuchli urilgandan keyin, galvanometr Q zaryad o'tganligini ko'rsatdi. l , R , v , Q qiymatlari (ularni o'lchash mumkin) orqali o'tkazgichda zaryad tashuvchining



Rasm 40

solishtirma zaryadini ($\frac{q}{m}$ nisbatni) topish

kerak. Bu masalani yechishda energiyaning saqlanish qonunidan foydalanish qulay: o'tkazgich bilan birgalikda v tezlik bilan harakatlanayotgan erkin elektronlarning kinetic energiyasi topiladi.

Bu energiya tokning Lens-Joul issiqligiga aylanadi. Elektronlar kinetik energiyasini ajralgan issiqlikka tenglashtirilib, masalani yechish mumkin:

A) $\frac{q}{m} = \frac{QR}{lv}$; B) $\frac{q}{m} = \frac{Ql}{vR}$; C) $\frac{q}{m} = \frac{lR}{Qv}$; D) $\frac{q}{m} = \frac{lv}{QR}$; E) $\frac{q}{m} = \frac{lvR}{Q}$.

12. Tajribalardan birining natijalari bo'yicha metallda tok toshuvchilarning solishtirma zaryadini aniqlang: $l = 0,2\text{m}$; $R = 0,15\Omega$; $v = 90\text{m/s}$; $Q = 7 \cdot 10^{-10} \text{K}$.

A) $\frac{q}{m} = 2,4 \cdot 10^{-5} \frac{kl}{kg}$; B) $\frac{q}{m} = 1,9 \cdot 10^{-12} \frac{kl}{kg}$; C) $\frac{q}{m} = 1,7 \cdot 10^{11} \frac{kl}{kg}$; D) $\frac{q}{m} = 3 \cdot 10^{-2} \frac{kl}{kg}$.

Javob metallarda tok tashuvchilarning aynan elektron ekanini ko'rsatadi.

13. Formulalardan qaysi biri Om qonunining differentsial shaklini ifodalaydi?

A) $j = \frac{n_0 l^2}{m \bar{u}} E$; B) $\vec{j} = \frac{n_0 l^2 \bar{\lambda}}{m \bar{u}} \vec{E}$; C) $j = \frac{2 n_0 l^2 \bar{\lambda}}{m \bar{u}} E$; D) $\vec{j} = \frac{n_0 l^2 \bar{\lambda}}{2 m \bar{u}} \vec{E}$.

14. Solishtirma qarshilik formulasidan $\rho = \frac{2 m \bar{u}}{n_0 l^2 \lambda}$ ma'lumki, $\rho \sim \bar{u}$. $\frac{m \bar{u}^2}{2} = \frac{3}{2} kT$

munosabatdan l ga bo'lamiz $\bar{u} \sim \sqrt{T}$; oxirida $\rho \sim \sqrt{T}$. Shu bilan birgalikda tajribadan ma'lumki $\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t)$, ya'ni $\rho = \rho(T)$, a $\rho_t = \rho(T^{1/2})$ ko'rinishda emas. Shunday qilib, tajriba metallar o'tkazuvchanligining temperaturaga chiziqli bog'langanligini ko'rsatadi, a klassik elektron nazariya esa parabalik bog'lanishni beradi. Sizningcha bu faktni tushuntirish uchun qaysi biri o'rinli.

A) Om qonunini keltirib chiqarishda elektronning xususiy o'lchamlari hisobga olinmadi.

B) Om qonuni keltirib chiqarishda elektronning faqat xaotik harakat tezligini hisobga oldik va yo'nalgan harakat tezligini e'tiborga olmadik.

C) Hozirgi zamon tasavuriga ko'ra elektronning harakati to'lqin tarqalishidek qaraladi. Past temperaturalarda tugunlar xaotik harakati kichik, yuqori temperaturalarda kuchayadi va elektron to'lqinlarining sochilishi ortadi, shu tufayli elektronning yo'nalishli harakati yo'qoladi.

15. Misning solishtirma qarshiligi $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Om} \cdot m$ zaryad tashuvchining o'rtacha tezligi $\bar{u}$ ni (L. masalaga qarang) bilib, misda elektronning erkin yugirish yo'lini baholang.

A) $\bar{\lambda} = 10^{-4} sm$; B) $\bar{\lambda} = 10^{-10} sm$; C) $\bar{\lambda} = 10^{-7} sm$; D) $\bar{\lambda} = 1mm$.

Olgan natijalaringizni kristall panjara davrining tajriba qiymat ($\sim 10^{-9} sm$) lari bilan taqqoslang va siz metallar o'tkazuvchanligining klassik elektron nazariyasining yana bir kamchiligiga ishonch hosil qilasiz.

2.8. O'zgarmas tok (Om, Joule-Lens qonuni va Kirxgof qoidasi) qonunlari.

1. 41-rasmda tasvirlangan zanjir uchun Om qonunini yo'zing:

A) $\varphi_a - \varphi_b = \varepsilon - JR$; B) $\varphi_a - \varphi_b = \varepsilon + JR$; C) $\varphi_a - \varphi_b = JR - \varepsilon$; D) $\varphi_b - \varphi_a = \varepsilon + JR$.

2. Joule-Lens qonuni differentsiyal shaklda quyidagicha yoziladi: $\omega = \frac{1}{\rho} E^2$, bu

erda ρ -zanjir qismining solishtirma qarshiligi, E-zanjir qismdagi maydon kuchlanganligi. Sizningcha ω kattalik nimani ifodalaydi?

A) Zanjirning berilgan qismida tok ta'sirida 1 sekunda ajralgan energiyani.

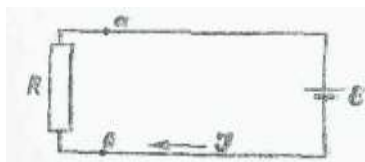
B) O'tkazgichning har bir metrda tok ta'sirida 1 sekundda ajralgan energiyani.

C) Tokning o'tib turish vaqti davomida ajralgan energiyani.

D) O'tkazgichning birlik hajmida 1 sekundda ajralgan energiyani.

E) O'tkazgichning birlik hajmida tokning o'tib turish vaqti davomida ajralgan energiyani.

3. R qarshilikning qanday qiymatlarida E elektr yurituvchi kuch tufayli ushbu qarshilikda ajraladigan issiqlik quvvati eng katta bo'ladi, agar manbaning ichki qarshiligi r gat eng bo'lsa? (41-rasm).



Rasm 41

$$A) R = \frac{\varepsilon r + 1}{\varepsilon r - 1};$$

$$B) R = r;$$

$$C) R = 2r;$$

$$D) R = \frac{\varepsilon + r}{\varepsilon - r} r.$$

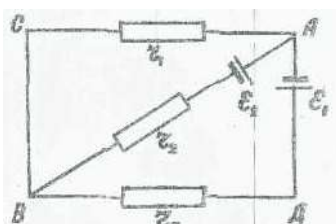
4. Kirxgofning birinchi qoidasini eslang. U qanday fizik qonuniyatning natijasi hisoblanadi?

- A) Zaryadlarning saqlanish qonunining.
- B) Energiyaning saqlanish qonunining.
- C) Zanjirning bir qismi uchun Om qonunining.
- D) To'la zanjir uchun Om qonunining.

5. Kirxgofning ikkinchi qoidasini eslang. U yuqorida keltirilgan fizik qonuniyatlarning natijasi hisoblanadi?

6. Zaryadlangan o'tkazgich ichida maydon yo'qligini elektrostatikada biz ko'rsatdik. O'tkazgich orqali tok o'tganda uning ichidagi zaryadlarni qanday maydon tezlatadi?

- A) Maydon faqat o'tkazgich sirt qismida mavjud va uning sirti bo'ylab yo'nalgan.
- B) Tokli o'tkazgich ichida maydon mavjud. U elektr yurituvchi kuch manbai yordamida hosil qilinadi. Agar zaryadlangan o'tkazgich orqali tok o'tmasa, haqiqatda uning ichida maydon yo'q.
- C) Ixtiyoriy o'tkazgich ichida, hatto undan tok o'tayotgan bo'lsa ham maydon bo'lmaydi. Lekin tok tashuvchilar bir-biriga xususiy maydonlari tufayli ta'sir ko'rsatadi va biri ikkinchisini tok yo'nalishi tomon itaradi.



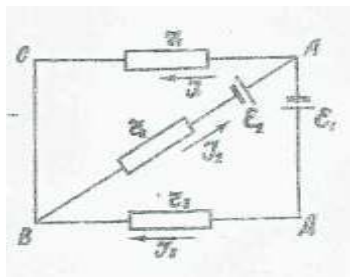
Rasm 42

Sanab o'tilgan muloxazalardan qaysi biri haqiqatga yaqin?

6. 42-rasmdagi elektr zanjiri berilgan bo'lsin. Zanjirga ulangan barcha elektr yurituvchi kuchlar va qarshiliklar ma'lum. Zanjir tarmoqlaridagi toklarni topish talab qilinadi.

Bunga o'xshash masalalarni yechish quyidagicha bo'ladi.

a) Noaniq toklarning yo'nalishlarini tanlaymiz. Bunda xato qilishimiz mumkin, lekin qaror xato toppish. Sxema 43-rasmdagi ko'rinishga ega bo'ladi.



Rasm 43

b) Tugunlarni sanaymiz (sxemada ular ikkita). Tugunlar uchun Kirxgofning birinchi qoidasi qo'llanadi:

A tugun uchun ega bo'lamiz $J_3 + J_1 = J_2$;

B tugun uchun ega bo'lamiz $J_2 = J_1 + J_3$.

Ma'lumki, ikkinchi tenglik birinchi tenglikdan farq qilmaydi. Xulosa, agar tugunlar n ta bo'lsa, birinchi qoida ixtiyoriy n-1 tugunga qo'llaniladi.

v) Bizda uchta noma'lum, lekin hozircha bitta tenglama.

Ikkita berk konturlarni tanlaymiz, masalan, kontur ADBCA va kontur ABCA. Shartlashamiz, E.Yu.K ni musbat hisoblaylik, agar soat strelkasi yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda konturni aylantirganimizda avval manfiy, keyin manbaning musbat qutbini uchratsak. Qarama-qarshi yo'nalishda aylantirsak $\varepsilon_2 > 0$, ACBDA konturni xuddi shu yo'nalishda aylanganimizda $\varepsilon_1 < 0$.

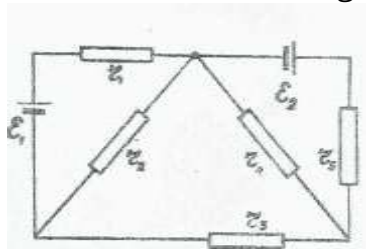
g) ACBDA kontur uchun Kirxgof ikkinchi qoidasining tenglamasini tuzamiz: $J_1 r_1 - J_3 r_3 = -\varepsilon_1$. ABCA kontur uchun $J_1 r_1 + J_2 r_2 = \varepsilon_2$.

d) Endi bizning oldimizda uchta noma'lumga ega bo'lgan uchta tenglamalar sistemasi hosil bo'ldi:

$$\begin{cases} J_2 = J_1 + J_3; \\ -1,5J_1 + 2J_3 = 51; \\ 4J_2 + 1,5J_1 = 85. \end{cases}$$

Uni yechib, ega bo'lamiz: $J_3 = 24a$; $J_2 = 22a$; $J_1 = -2a$ oxirgisi shuni bildiradiki, strelka bilan belgilangan yo'nalishga J_1 qarama-qarshi oqadi (rasm-43).

7. 44-rasmda ko'rsatilgan sxemadagi $r_5=6 \text{ Om}$; $r_4=2 \text{ Om}$; $r_3=4 \text{ Om}$; $r_1=2 \text{ Om}$;



Rasm 44

$r_2=3 \text{ Om}$ qarshiliklardagi toklarni hisoblang, bu erda $\varepsilon_1 = 14V$; $\varepsilon_2 = 20V$.

A) $J_1 = 1A$; $J_2 = 5A$; $J_3 = 3A$; $J_4 = 2A$; $J_5 = 4A$;

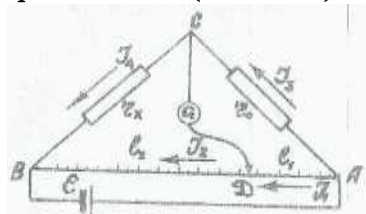
B) $J_1 = 3A$; $J_2 = 3A$; $J_3 = 1A$; $J_4 = 2A$; $J_5 = 5A$;

C) $J_1 = 4A$; $J_2 = 2A$; $J_3 = 2A$; $J_4 = 1A$; $J_5 = 3A$;

D) $J_1 = 3A$; $J_2 = 2A$; $J_3 = 6A$; $J_4 = 1A$; $J_5 = 1A$.

8. Qarshilikni o'lchash uchun ko'pincha Untson ko'prigi

qo'llaniladi (45-rasm).



Rasm 45

AB o'tkazgich bo'ylab D polzun sirpanadi. E manba ulangandan keyin, CD tarmoq orqali tok o'tish to'xtab, G galvanometr esa nolni ko'rsatganga qadar polzun harakatlantiriladi. AD va DB tarmoq qarshiliklari (ularni r_1 va r_2 lar bilan belgilaymiz) elka uzunliklariga proporsional bo'ladi: $r_1 = \frac{\rho}{S} l_1$ va $r_2 = \frac{\rho}{S} l_2$.

CD tarmoq orqali tok o'tishining to'xtashi qarshiliklar orqali oqqadigan J_1, J_2, J_3, J_4 toklar haqida aniq xulosalar qilishni taqqoza etadi, yani:

A) $J_1 = J_3$; $J_2 = J_4$; B) $J_1 = J_2$; $J_3 = J_4$; C) $J_1 = J_4$; $J_2 = J_3$; D) $J_1 = J_2$; $J_3 = J_4$;

9. Krixgof ikkinchi qoidasi asosida CDA kontur uchun tenglama tuzamiz:

A) $J_1 R_1 + J_3 r_0 = 0$; B) $J_1 R_1 + J_3 r_0 = \varepsilon$; C) $J_1 r_1 - J_3 r_0 = \varepsilon$; D) $J_1 r_1 - J_3 r_0 = 0$.

10. CBD kontur uchun ham:

A) $J_2 R_2 - J_4 r_x = 0$; B) $J_2 r_2 - J_4 r_x = \varepsilon$; C) $J_2 R_2 + J_4 r_x = \varepsilon$; D) $J_2 r_2 + J_4 r_x = 0$.

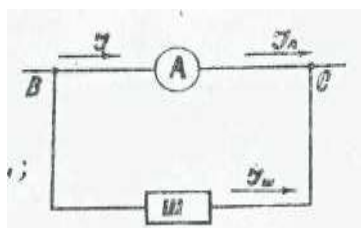
11. Toklarning o'zaro tengligini eslab, L va K ning natijalarini taqqoslang va ega bo'lasiz:

A) $r_x = r_0 \frac{l_1}{l_2}$;

B) $r_x = r_0 \frac{l_2}{l_1}$;

C) $r_x = \frac{l_2^2}{l_1^2} r_0$;

D) $r_x = \frac{l_1^2}{l_2^2} r_0$.



Rasm 46

12. Ichki qarshiligi $r_A=0,018 \text{ Om}$ ampermetr (46-rasm) $J_A=2A$ gacha tokni o'lchashi mumkin. Uni $J=8 \text{ A}$ gacha tokni o'lchash uchun qo'llaydi. Shunt qarshiligi R_{sh} qanday?

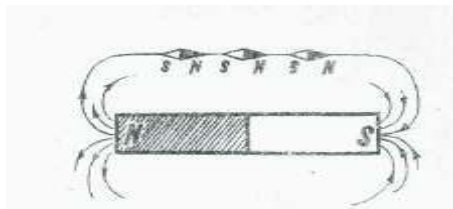
(Kirxgofning ikkala qoidasidan foydalaning).

A) $R_{sh} = 0,0060\Omega$; B) $R_{sh} = 0,00120\Omega$; C) $R_{sh} = 0,0180\Omega$; D) $R_{sh} = 0,030\Omega$.

2.9. Doimiy magnitning magnit maydoni.

1. Quyidagilardan to'g'ri fikrni tanlang.

A) Magnit kuch chizig'i bu egri chiziq, maydonga kiritilgan magnet strelkasining NS o'qi bilan mos tushadigan urinma chiziqlardir. Kuch chizi magnitining shimoliy qutbidan boshlanib, janubiy qutbida tugaydi.



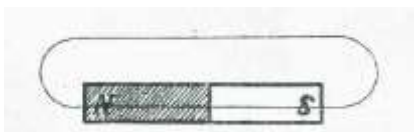
Rasm 47

B) Magnit kuch chizig'i bu egri chiziq, u bo'yicha maydonga kiritilgan magnet strelkasining NS o'qi o'rnatiladi. Uning yo'nalishi shartli ravshda u boshlanadigan shimoliy qutbdan, u tugaydigan janubiy qutb tomon yo'nalish tanlanadi.

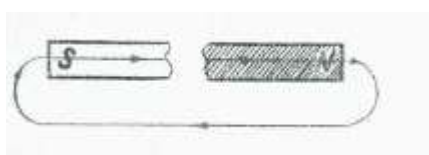
C) Magnit kuch chiziqlari shunday chiziqlarki, maydonga kiritilgan temir kukunlari ular bo'yicha

joylashib qoladi. Ularning yo'nalishi ro'l o'ynamaydi. Bu berk chiziq.

D) Magnit kuch chiziqlari berk chiziq bo'lib, uning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma maydonga kiritil-magnit strelkasi o'qi bilan mos tushadi. Magnitdan tashqari kuch chizig'i shimoldan janubga tomon, magnet ichida janubdan shimol tomon yo'nalgan.



Rasm 48

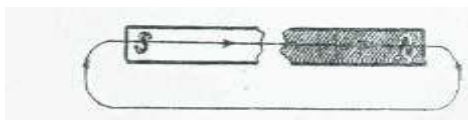


Rasm 49

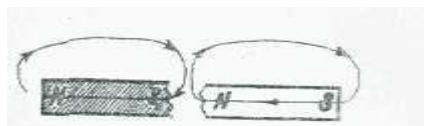
2. Quyidagilardan to'g'ri hl filrtanlang:

A) Yarim o'qli ikkiga bo'lingan magnit magnetlik xossasini yo'qatadi, sababi kuch chiziqlari uziladi (49-rasm).

B) Magnet kuch chizig'i shunday parametrki, magnet maydoni unga bog'liq emas. Bu magnet maydonini ifodalash uchun qulay shakl. Magnet kuch chizig'ining uzulishi bo'lingan magnitning xossasiga ta'sir etmaydi. Biz ikkita qutbga ega bo'lgan ikkita aloxida magnitlarga ega bo'lamiz (50-rasm).



Rasm 50

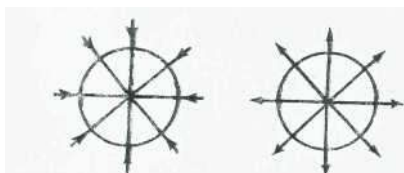


Rasm 51

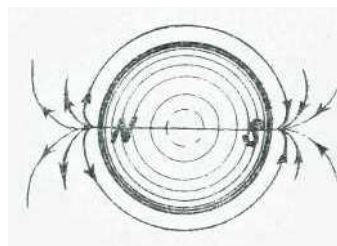
C) Magnit singan bo'lagining shtrixlanmagan uchini qarasak, kuch chizig'i shu uchidan chiqqanini ko'ramiz, bu esa bizning fikrimizga zid. Xulosa: sinish jarayonida u erda shimoliy qutb hosil bo'ldi (51-rasm). O'ng tomondagi singan uchida janubiy qutb hosil bo'ldi, bunga kuch chiziqlari kiradi. Biz ikkita yangi magnet hosil qildik.

3. Faraz qilaylik, magnet materialidan shar yasadik. Shar maydoni haqida nima deyish mumkin?

- A) Shar sirtiga perpendikulyar yo`nalgan kuch chiziqlari undan chiqadi yoki kiradi. Bu ikki holatning har birida unipolyar magnetga ega bo`lamiz (52-rasm).
 B) Unipolyar magnet yo`q. Demak, bunday shar magnet xossaga ega emas, ishlab berish vaqtida texnik ta`sir, issiqlik va x.k. lardan himoyalinishiga qaramasdan.



Rasm 52



Rasm 53

- C) Shar magnet xossasini saqlagan bo`lishi kerak. Uning maydoni Erning magnet maydoniga o`xshaydi (-53rasm).

U holda shar sirtidagi N va S nuqtalar qanday tanlanadi? Bu ixtiyoriy diametr uchlarimi?

4. Magnit maydon induksiyasi tokli o`tkazgich bilan magnet maydoni orasidagi o`zaro ta`sirni ifodalovchi Amper formulasidan aniqlanadi:

$$B = \frac{dF}{Jdl \sin(\vec{B} \wedge d\vec{l})}.$$

Bu formula to`g`ri:

- A) Faqat vakuum uchun.
 B) Vakuumdan boshqa, barcha muxit uchun.
 C) Magnetiklar ishtirok etmagan barcha muxitlarda.
 D) Har qanday holda.

To`g`ri fikrni ko`rsating.

5. Induksiyanı shunday birlikda o`lchashamiz ushbu ta`rifdan kelib chiqadi.

- A) $1[B] = \frac{1H}{1 \cdot 1m} = 1Tl$; B) $1[B] = \frac{1b \cdot 1se}{1m^2} = 1Tl$;
 C) $1[B] = \frac{1b}{1m^2} = 1Tl$; D) $1[B] = \frac{1Om \cdot s}{1m^2} = 1Tl$.

1Tl uchun noto`g`ri ifodalashni korsating.

6. S sirt orqali magnet induksiyasi $\vec{B}$ ning oqimi Φ_m deb kattalikka aytamiz:

- A) $\Phi_m = S(\vec{B}, \vec{n})$, bu erda $\vec{n}$ sirtga o`tkazilgan normalning birlik vektori.
 B) $\Phi_m = BS \cos \alpha$, bu erda $\alpha - \vec{n}$ va $\vec{B}$ vektorlar orasidagi burchak.
 C) $\Phi_m = BS \sin \alpha$. D) $\Phi_m = BS$.

Sanab o`tilgan ta`riflardan mutloq noto`g`risini tanlang.

7. Magnit oqimining yuqorida keltirilgan ta`riflaridan lekin hamma vaqt to`g`ri emasini tanlang. Fikrlang u qachon to`g`ri, ushbu holda kuch chiziqlari sirtga nisbatan qanday yo`nalgan.

8. Eslaymiz (to`g`ri fikr ko`rsating):

- A) $\mu_0 - 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Om \cdot m}{c}$ ga teng, universal magnet doimiylik.

- B) μ_0 - muhitning magnet xossani ifodalovchi magnet kattalik

C) μ_0 - muhitning magnet singdiruvchanligi.

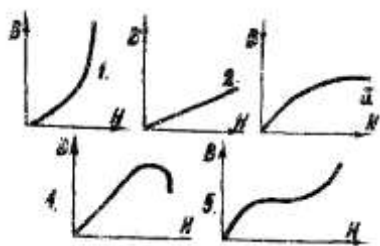
9. $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu\mu_0}$ formulani yozing.

A) Undan magnet maydoni kuchlanganligining muhitning magnet xossasiga bog'liqligi kelib chiqadi.

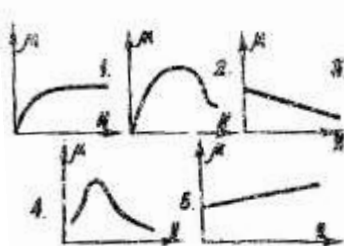
B) $\vec{B} = \mu\mu_0\vec{H}$ formula to'g'rib o'ladi va faqat induksiya $\vec{H}$ va μ ga bog'liq H kuchlanganlik sohasida magnet maydonini hosil qilayotgan tokka bog'liq. $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu\mu_0}$ yozuv $\vec{B}$ va μ ma'lum bo'lganda $\vec{H}$ ni hisoblash mumkinligini ko'rsatadi.

C) Vakuum uchun $\mu=1$, muhit uchun μ 1 dan farq qiladi. $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu\mu_0}$ formuladan ko'rinadiki, berilgan magnitning maydon kuchlanganligi vacuum va muhit uchun farq qiladi.

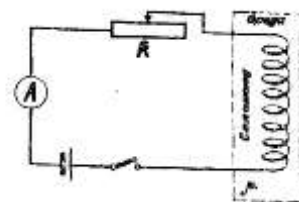
10. H noldan biror qiymatgacha o'zgarganda grafiklardan qaysi biri B ning H ga bog'liqligini ifodalaydi (54-rasm).



Rasm 54



Rasm 55



Rasm 56

11. Berilgan muhit magnet singdiruvchanligi μ ning maydon kuchlanganligi H ga bog'liq grafigi 55-rasmda keltirilgan.

12. B ning H ga bog'liqligini tekshirish uchun prinsip bo'yicha quyidagicha yondashish kerak. (56-rasm)

Reyostat yordamida solenoid orqali tokni o'zgartib, solnoed atrofidagi muhit magnet induksiyasini maxsus asbob bilan o'lchash kerak. Daslab tokni noldan ma'lum bir katta qiymatgacha orttirish kerak. Bunda H noldan $H_{to'y}$ gacha o'zgaradi. Keyin tokni nolgacha kamaytirish kerak (57-rasm).

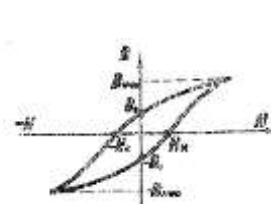
Agar batareya qisqichlarining o'rini almashtirsak, ya'ni tok va shu bilan birga H yo'nalishi o'zgarsa, B ning H ga bo'liqligi 58-rasmdagi grafik bilan ifodalanadi.



Rasm 57



Rasm 58



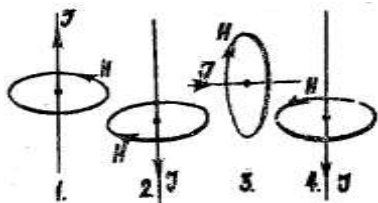
Rasm 59

Oxirida bizga tanish magnit gisterezis halqasi hosil bo'ladi (59-rasm).

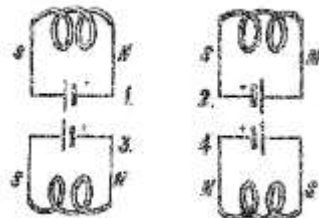
Maksimal tok o'tkazib, zanjirni uzamiz. Muhitda ma'lum miqdorda qoldiq magnit paydo bo'ladi. Qoldiq magnet maydon induksiyasi nimaga teng?

- A) H_k ; B) B_0 ; C) $B_{to'y}$; D) Nulga.

13. Tok hosil qilgan maydon kuch chiziqlarining yo'nalishi uchun vint qoidasini eslang (60-rasm). Noto'g'ri chizmani ko'rsating.



Rasm 60



Rasm 61

14. Rasmlarning qaysi birida maydon yo'nalishi noto'g'ri ko'rsatilgan.

2.4. Doimiy tokning magnit maydoni. Bio-Savar-Laplas-Amper qonunlari.

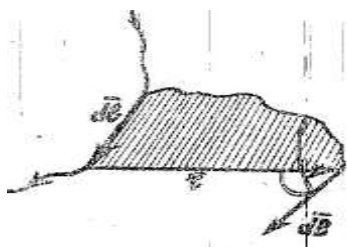
1. J tok o'tayotgan o'tkazgich dl elementi hosil qilgan kuchlanganligi (induksiyasi) Bio-Savar-Laplas qonuni bo'yicha hisoblanishini eslaylik. $d\vec{l}$ dan $\vec{r}$ masofada yotgan k nuqtadagi tekshirilayotgan maydon (62-rasm):

- A) $dH = \frac{Jdl \sin(d\vec{l}, \wedge \vec{r})}{4\pi r^2}$; B) $d\vec{H} = \frac{J[d\vec{l}, \wedge \vec{r}]}{4\pi r^3}$;
C) $d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0 J[d\vec{l}, \wedge \vec{r}]}{4\pi r^3}$; D) $dB = \frac{\mu\mu_0 Jdl \sin(d\vec{l}, \wedge \vec{r})}{4\pi r^3}$.

Qonun uchun noto'g'ri ifodani ko'rsating.

2. 62-rasm da ko'rsatilgan hollarda:

A) $d\vec{B}$ vektor rasm tekisligida yotibdi;



Rasm 62

B) $d\vec{B}$ vektor rasm tekisligiga perpendikulyar va biz tomonga yo'nalgan;

C) $d\vec{B}$ vektor rasm tekisligiga perpendikulyar va bizdan rasm tekisligi tamon yo'nalgan.

To'g'ri fikrni tanlang. Eslang, bunda bir qanday qoidadan foydalanganmiz.

3. J tok oqayotgan AB uzun to'g'ri o'tkazgichning barcha dl_i elementlarining k nuqtada hosil qilgan magnet maydon

kuchlanganliklarining yig'indisini toping

(63-rasm). Tekshirilayotgan k nuqtadan o'tkazgichgacha bo'lgan masofa a ga teng.

A va B uchlardan tekshirilayotgan k nuqta φ_1 va φ_2 burchaklar ostida ko'rinadi.

Masala yechish quyidagi amallarni to'playdi:

A) Masalani yechish mumkin bo'lgan qonuniyat (formula) ni topamiz.

Masalada berilganlarni va qo'llanilayotgan formula mazmunini chizmada sxema ko'rinishda izohlaymiz.

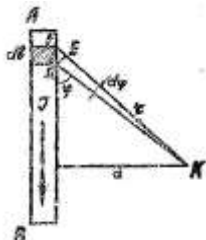
B) Barcha o'zgaruvchan kattaliklarni yuzaki tahlil qilamiz, integrallash uchun o'zgaruvchini tanlaymiz.

C) Integrallash uchun o'zgaruvchi orqali qolgan o'zgaruvchilarni ifodalaymiz. Integrallashni bajaramiz.

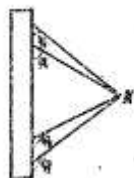
Eslatma. Vektor kattalikni hamma vaqt ham integrallab bo'lmaydi, shuning uchun bunday amallar oldindan tahlilni talab qiladi.

Masalaga qaytamiz. Bio-Savar-Laplas qonunidan foydalanamiz. Belgilaymiz $\sin(d\vec{l}, \vec{r}) = \sin \varphi$, ya'ni $dH = \frac{Jdl \sin \varphi}{4\pi r^2}$ oxirgi tenglamaning o'ng tomonida nechta

o'zgaruvchan kattalik?



Rasm 63



Rasm 64

A) J, l, r ; B) l, r, φ ;

C) J, l, r, φ ; D) J, l, φ .

63-rasm ga ko'z yugurtirib, ishonch hosil qilamiz, ya'ni dl ni DE orqali, a DE ni $d\varphi$ bilan bog'lash mumkin ($\triangle DEK$ qarang).

Shuning uchun yechimda integrallash uchun o'zgaruvchi sifatida l yoki φ ni qo'llash mumkin, r ni emas. Integrallash chegarasini tahlili φ qo'llayligini ko'rsatadi. dl ni $d\varphi$ orqali va r ni φ orqali ifodalaymiz. r va dl lar uchun olingan qiymatlarni Bio-Savar-Laplas qonuni formulasiga keltirib qo'yamiz, hosil qilamiz:

A) $dH = \frac{J}{4\pi a^2} \sin^2 \varphi d\varphi$;

B) $dH = \frac{J}{4\pi a} \sin \varphi d\varphi$;

C) $dH = \frac{J}{4\pi a} \cos \varphi d\varphi$;

D) $dH = \frac{J}{4\pi a^2} \cos^2 \varphi d\varphi$.

4. Integrallaymiz, hosil qilamiz:

A) $H = \frac{J}{4\pi a} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)$;

B) $H = \frac{J}{4\pi a^2} (\sin \varphi_1 - \sin \varphi_2)$;

C) $H = \frac{J}{4\pi a} (\sin \varphi_1 - \sin \varphi_2)$;

D) $H = \frac{J}{4\pi a^2} (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)$.

5. Agar o'tkazgich ancha uzun bo'lsa, nurlarning o'tkazgich bilan hosil qilgan burchaklari φ_1 va φ_2 nurlar qarib o'tkazgich bilan ustma-ust tushadi. (Rasm-64) va shuning uchun:

A) $\varphi_1 = 0$; $\varphi_2 = 0$; B) $\varphi_1 = \frac{\pi}{2}$; $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$; C) $\varphi_1 = \pi$; $\varphi_2 = 0$; D) $\varphi_1 = 0$; $\varphi_2 = \pi$;

6. φ_1 va φ_2 lar uchun tanlangan qiymatlarni formulaga qo'yib, J tok o'tayotgan uzun to'g'ri o'tkazgichning a masafada yotgan nuqtada hosil bo'lgan maydon kuchlanganligi topamiz:

A) $H = \frac{J}{4\pi a}$;

B) $H = \frac{J}{2\pi a}$;

C) $H = \frac{J}{4a}$;

D) $H = \frac{J}{3\pi a}$.

Kuchlanganlik o'lchov birligini hisobladik. Endi vint qoidasi bo'yicha vektorning yo'nalishini ko'rsatish qolmoqda.

7. Aylanma tokning O markazidan uning tekisligiga o'tkazilgan perpendikulyarda yotgan K nuqtada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligini hisoblang. O'ram radiusi a ga teng, o'ram markazidan K nuqtaning uzoqligi h ga teng.

Birinchidan, H ni topish uchun biz dH lar bo'yicha integrallash o'tkazishimiz mumkin degan savolga javob berishimiz kerak. Oxir, har bir tok elementi $Jd\vec{l}_i$ ga o'zining $d\vec{H}_i$ vektori mos keladi, yo'nalishi boshqa vektorlarning yo'nalishidan

farq qiladi. Ma'lumki, ixtiyoriy ikki diametral qarama-qarshi $d\vec{l}_1$ va $d\vec{l}_2$ elementlarning vektorlari $d\vec{H}_1$ va $d\vec{H}_2$ shunday yo'nalganki, ularning gorizantal tashkil etuvchilari muvozanatlashib ketadi. $d\vec{H}_i$ vektorlarning vertical tashkil etuvchilarini yig'ish kerak. Yig'indi vector vint qoidasi bo'yicha uning o'qi bo'yicha yo'nalgan. Shunday qilib, elementar kuchlanganlik vektori vertical proeksiyasi quyidagiga teng:

A) $dH = \frac{Jdl \sin \alpha}{4\pi r^2} \sin(d\vec{l}, ^\wedge \vec{r})$;

C) $dH = \frac{J}{4\pi r^2} \sin(d\vec{l}, ^\wedge \vec{r}) \frac{dl}{\sin \alpha}$;

B) $dH = \frac{Jdl \cos \alpha}{4\pi r^2} \sin(d\vec{l}, ^\wedge \vec{r})$;

D) $dH = \frac{J}{4\pi r^2} \sin(d\vec{l}, ^\wedge \vec{r}) \frac{dl}{\cos \alpha}$.

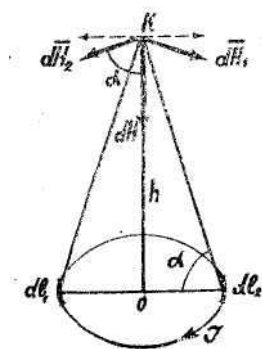
8. O'ng tomondagi barcha kattaliklarni tahlil qilamiz. Ularni a va h orqali ifodalaymiz. Ma'lumki, barcha nuqtalar uchun $d\vec{l} \perp \vec{r}$, hosil qilamiz:

A) $dH = \frac{Jh dl}{4\pi \sqrt{a^2 + h^2}}$;

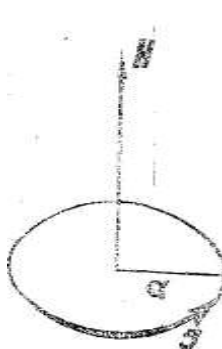
B) $dH = \frac{Jadl}{4\pi (a^2 + h^2)^2}$;

C) $dH = \frac{Jadl}{4\pi (a^2 + h^2)^{3/2}}$;

D) $dH = \frac{Jadl}{4\pi (a^2 + h^2)}$.



Rasm 65



Rasm 66

9. I va H o'zgaruvchilarning o'zgarish chegarasini bilgan holda integrallashdan keyin topamiz:

A) $H = \frac{Jah}{2(a^2 + h^2)^{3/2}}$;

B) $H = \frac{Jh^2}{2(a^2 + h^2)^{3/2}}$;

C) $H = \frac{Ja^2}{2(a^2 + h^2)}$;

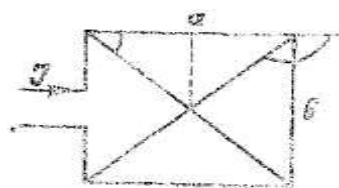
D) $H = \frac{Ja^2}{2(a^2 + h^2)^{3/2}}$.

10. Radiusi a bo'lgan halqadan J tok oqadi. Xalqaning markazidagi magnet maydon kuchlanganligini aniqlang (66-rasm):

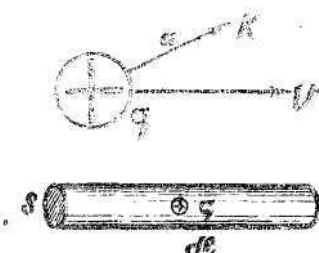
A) $H = \frac{J}{a}$; B) $H = \frac{J}{2a}$; C) $H = \frac{J}{a^2}$; D) $H = \frac{J}{2a^2}$.

11. Tomonlari a va b bo'lgan to'g'ri to'rtburchak dioganallari kesishgan nuqtadagi magnit maydon kuchlanganligini aniqlang, agar u orqali J tok oqayotgan bo'lsa (67-rasm): (D formuladan foydalaning):

A) $H = \frac{J(a+b)}{\pi ab}$; B) $H = \frac{J}{a+b}$; C) $H = \frac{2J\sqrt{a^2+b^2}}{\pi ab}$; D) $H = \frac{2J\sqrt{a^2+b^2}}{\pi(a+b)^2}$.



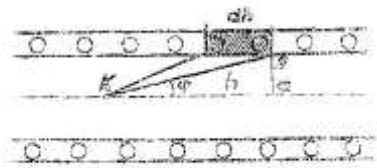
Rasm 67



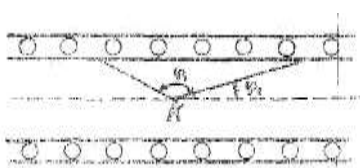
Rasm 68

12. $+q$ zaryad $\vec{V}$ tezlik bilan to'g'ri chiziqli harakatlanmoqda. Muayan paytda zaryaddan r masofadagi K nuqtada magnit maydon kuchlanganligi qanday (68-rasm)?

**Ko`rsatma.** Tasavvur qilaylik, zaryad  $q$  qandaydir Sdl hajm ichida.  $\vec{j} = \vec{v}n_0q$  (VI B) formuladan Jdl ko`paytma uchun ega bo`lamiz. E`tabor bering, zaryad miqdori $s \cdot dl \cdot n_0 = 1$. Jdl uchun hosil qilingan ifodani Bio-Savar-Laplas qonuni formulasiga keltirib qo`ying:



Rasm 69



Rasm 70

A) $H = \frac{Avq}{\pi r^2}$;

B) $\vec{H} = \frac{\vec{v}q}{4\pi r^2}$;

C) $\vec{H} = \frac{q[\vec{v}, \vec{r}]}{4\pi r^3}$.

13. O`ramlariing chiziqli zichligi  $n$  va o`ram radiusi a bo`lgan solenoid orqali  $J$  tok o`tmoqda (Rasm-69). Agar g`altak uchlaridan K nuqta  $\varphi_1$  va  $\varphi_2$  burchaklar ostida ko`rinsa, solenoid o`qida yo`tgan K nuqtadagi maydon kuchlanganligi formullasini keltirib chiqaring.(70-rasm)

A nuqtada yo`tgan  $J$  tokli o`ramni qaraymiz. Bunday o`ram K nuqtada  $H = \frac{J\alpha^2}{2(a^2+h^2)^{3/2}}$  maydon kuchlanganligi hosil qiladi.dh uzunlikdagi qismni olamiz.Bu qismda bitta emas, a ndh o`ram. Bu qismning K nuqtadagi maydon n.d h marta katta bo`ladi, u  $\frac{J\alpha^2 h dh}{2(a^2+h^2)^{3/2}}$  teng. h ni  $\varphi$  orqali ifodalash va  $\varphi$  ni  $\varphi_1$  va  $\varphi_2$  gacha o`zgaradi deb, φ bo`yicha integraqlash qoladi:

A) $H_k = nF(\sin\varphi_2 - \sin\varphi_1)$;

B) $H_k = nF(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1)$;

C) $H_k = \frac{nJ}{2}(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1)$;

D) $H_k = \frac{nJ}{2}(\sin\varphi_2 - \sin\varphi_1)$.

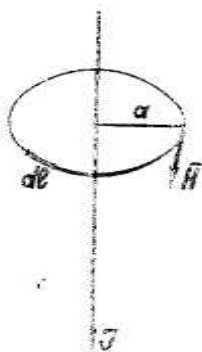
14. Agar selonoid etarlicha ingichka va uzun bo`lsa, uning ichida chetlaridan ancha uzoqda o`qidagi nuqda uchun hosil qilamiz:

A) $H_k = nJ$; B) $H_k = 2nJ$; C) $H_k = \frac{1}{2\pi}nJ$; D) $H_k = \frac{1}{4\pi}nJ$.

15. G`altakagning bir uchiga yaqin nuqta uchun ega bo`lamiz:

A) $H_k = \frac{nJ}{2\pi}$; B) $H_k = \frac{nJ}{2}$; C) $H_k = \frac{nJ}{4\pi}$; D) $H_k = \frac{nJ}{2\pi}$; E) $H_k = 2nJ$.

H_k kuchlanganlik formullasini bilgan holda g`altak o`qining ixtiyo`riy nuqtasidagi induksiyaning hisoblash mumkin $B_k = \mu\mu_0 H_k$.



Rasm 71

2.10. To`la tok qonuni.

1. J tok o`tayotgan to`g`ri tok berilgan. Kuch chizig`i yo`nalishida berilgan $\oint_L H dl \cos(\vec{H}, \vec{dl})$ ning qiymatini hisoblang

(71-rasm):

A) $\oint_L (\vec{H} \cdot \vec{dl}) = 0$;

B) $\oint_L (\vec{H} \cdot \vec{dl}) = J$;

C) $\oint_L (\vec{H} \cdot \vec{dl}) = \pi J$;

D) $\oint_L (\vec{H} \cdot \vec{dl}) = \pi a l$.

Olingan natija faqat aylana konturlar uchun to`g`riligini isbotlash mumkin. U shundayicha o`tkazgich shakliga bog`liq emas.

2. Berk kontur bo'yicha elektr maydon kuchlanganligi vektori sirkulyasiyasi qiymatini eslaylik:

A) $\oint_L (\vec{E}_{kul} \cdot d\vec{l}) = q$; B) $\oint_L (\vec{E}_{kul} \cdot d\vec{l}) = 2\pi q$; C) $\oint_L (\vec{E}_{kul} \cdot d\vec{l}) = 0$; D) $\oint_L (\vec{E}_{kul} \cdot d\vec{l}) = \pi q$.

Shunday qilib, berk kontur bo'yicha elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasi nolga teng. Bunda potensial maydonlar xossalardan biri ifodalanadi, kuchlar bajargan ishning yo'l shakliga bog'liq emasligi. Buni magnit maydoni uchun bildik, ya'ni magnit maydon kuchlanganligi vektorining berk kontur bo'yicha sirkulyasiyasi nolga teng emas. $\oint_L (\vec{H}, d\vec{l}) = J$ formula kontur orqali ko'p $J_1, J_2, J_3, \dots$

tokli o'tkazgichlar o'tganda ham to'g'ri bo'ladi. Superpozitsiya prensipiga binoan ega bo'lamiz: $\oint_L (\vec{H}, d\vec{l}) = \sum J$.

Bu to'la tok qonunining o'zginasidir.

3. Magnit maydoni uchun quyidagicha bo'ladi $\oint_S B dS \cos(\vec{B}, \vec{n}) = 0$. Ostrogradskiy-

Gauss magnit maydonining elektrostatik maydonidan muhim farqini namayon qiladi. Bu erda B-magnit maydon induksiyasi elektr maydoni uchun teoremaning mazmunini eslaylik:

A) $\oint_L E_{kul} ds \cos(\vec{E}_{kul}, d\vec{n}) = 0$;

B) $\oint_L E_{kul} ds \cos(\vec{E}_{kul}, d\vec{n}) = \frac{\pi q}{\epsilon \epsilon_0}$;

C) $\oint_L E_{kul} ds \cos(\vec{E}_{kul}, d\vec{n}) = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0}$

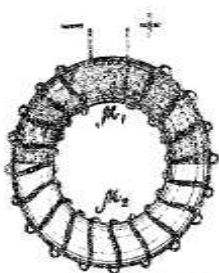
D) $\oint_L E_{kul} ds \cos(\vec{E}_{kul}, d\vec{n}) = q$.

4. Ichiga S doimiy kesimga ega bo'lgan berk o'zak kiritilgan, J tok o'tayotgan o'ramdan iborat g'altak hosil qilgan magnit maydoni uchun Ostrogradskiy- Gauss teoremasini qo'llaymiz. Aytaylik, o'zak singdiruvchanliklari μ_1 va μ_2 bo'lgan ikki qismdan iborat. Har bir qism uzunligi l_1 va l_2 . Ostrogradskiy- Gauss teoremasiga asosan, g'altak ichidagi oqim o'zgarmas, chunki $s = const$, o'zakning ixtiyoriy

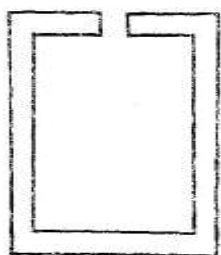
nuqtasida $B = const$. $\oint_L (\vec{H}, d\vec{l}) = NJ$ to'la tok qonunini kuchlanish

sirkulyasiyasi uchun qo'llaymiz; ikkinchi tomondan $\oint_L (\vec{H}, d\vec{l}) = H_1 l_1 + H_2 l_2$. H_1 va H_2 larni B , μ_1 μ_2 lar orqali ifodalash

qoldi. Induksiya B ning material xossalari, o'ramlar soni va tok bilan bog'lanishini hosil qilamiz.



Rasm 72



Rasm 73

A) $B = \frac{J\mu_0}{(\frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2})N}$;

B) $B = \frac{JN\mu_0}{l_1\mu_1 + l_2\mu_2}$;

C) $B = \frac{J\mu_0}{(l_1\mu_1 + l_2\mu_2)N}$;

D) $B = \frac{JN\mu_0}{\frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2}}$.

Biz Gopkinson formulasini keltirib chiqardik.

5. Transformator o'zagining umumiy uzunligi 30 sm bo'lib, 1 mm oraliqqa ega. O'ramlar soni 600 ta (73-rasm) chizmada ko'rsatilmagan. Po'lat o'zakning magnit singdiruvchanligi 1500. Oraliqdagi induksiya 0,628 Tl ga teng bo'lishi uchun o'ramlar orqali qanday tok o'tkazish kerak.

- A) 40 A; B) 0,2 A; C) 4 A; D) 1A.

2.11. Zaryadlangan zarraning elektrostatik maydondagi harakati.

Mulohaza. „Zaryadlangan“ so'zni qisqa qilish uchun zarraning maydondagi harakati haqida gapiramiz, ma'lumki, neytral zarra elektr maydoni bilan ham, magnit maydoni bilan ham ta'sirlashmaydi. Yana ushbuni hisobga olish lozimki, „Maydonda zaryad harakatlanayotir“ degan gapda so'z zaryadlangan material zarralar haqida boradi.

1. $q = 80 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ zaryad musbat zaryadlangan cheksiz sirtga kuch chiziqlari bo'yicha 2 sm ga ko'chdi. Bunda $A = 50 \text{ erg}$ ish bajarildi. Tekislik zaryadining sirt zijligini toping.

- A) $\sigma = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{qd} A$; B) $\sigma = \frac{2\varepsilon \varepsilon_0 A}{qd}$; C) $\sigma = \frac{\varepsilon_0 A}{\varepsilon qd}$; D) $\sigma = \frac{2\varepsilon_0 A}{\varepsilon qd}$.

Zaryadlar sirt zijligini hisoblang:

- A) $\sigma = 6,6 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Kl}}{\text{m}^2}$; B) $\sigma = 13,2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Kl}}{\text{m}^2}$; C) $\sigma = 17,3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Kl}}{\text{m}^2}$; D) $\sigma = 5,5 \frac{\text{Kl}}{\text{m}^2}$.

2. $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ zaryad potentsiali $\varphi_B = nb$ bo'lgan B nuqtadan potentsiali $\varphi_C = (n+1)b$ nuqtaga ko'chdi. Bunda qanday ish bajariladi?

- A) $A = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ G}$; B) $A = 2n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ G}$; C) $A = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ G}$.

1eB ning tarifini eslang.

3. Elektron $U = 11380 \text{ B}$ potentsiallar ayimasini o'tganda qanday tezlikka ega bo'ladi? Elektron boshlang'ich tezlikka ega bo'lmagan.

- A) $v = \sqrt{\frac{e}{m} U}$; B) $v = \sqrt{3 \frac{e}{m} U}$; C) $v = \sqrt{2 \frac{e}{m} U}$; D) $v = 2 \sqrt{\frac{e}{m} U}$.

- A) $v \approx 18000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; B) $v \approx 63000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; C) $v \approx 5 \cdot 10^4 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; D) $v \approx 10^4 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

4. $v = 50000 \text{ km/s}$ tezlikka ega bo'lgan elektron bir jinsli maydonga perpendikulyar ravishda uchib kirdi. $t = 3 \cdot 10^{-9} \text{ c}$ vaqt davomida kuch chiziqlariga nisbatan ko'ndalang va bo'ylama yo'nalishlarda qancha siljiydi? Maydon kuchlanganligi $E = 15000 \frac{\text{B}}{\text{m}}$.

Maydonni va traektoriyani sxematik ravishda ko'rsating:

- A) $S_{\perp} = \frac{v}{2} t$; B) $S_{\perp} = vt$; C) $S_{\perp} = 2vt$; D) $S_{\perp} = \frac{l}{m} Et^2$.

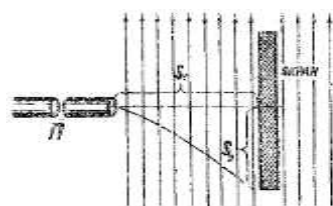
- A) $S_{11} = vt$; B) $S_{11} = \frac{e}{m} Et^2$; C) $S_{11} = 2 \frac{e}{m} Et^2$; D)

$$S_{11} = \frac{e E}{m} t^2.$$

- A) $S_{\perp} = 25 \text{ sm}$; B) $S_{\perp} = 100 \text{ sm}$; C) $S_{\perp} = 2,8 \text{ sm}$; D) $S_{\perp} = 15 \text{ sm}$.

- A) $S_{11} = 2,4 \text{ sm}$; B) $S_{11} = 3 \text{ sm}$; C) $S_{11} = 1,2 \text{ sm}$; D) $S_{11} = 6,7 \text{ sm}$.

5. G masalaga yozilgan tajribada eksperimentchi quyidagi natijalarni oldi: (74-rasm).



Rasm 74

$$S_{11} = 15 \text{ mm}; \quad S_1 = 15 \text{ sm}; \quad v = 36100 \frac{\text{km}}{\text{s}}; \quad E = 10000 \frac{\text{B}}{\text{m}}.$$

Elektronning solishtirma zaryad miqdorini hisoblang (e/m nisbatini).

$$\text{A) } \frac{e}{m} = 1,77 \cdot 10^{11} \frac{\text{Kl}}{\text{kg}}; \quad \text{B) } \frac{e}{m} = 2,8 \cdot 10^{-10} \frac{\text{Kl}}{\text{kg}}; \quad \text{C) } \frac{e}{m} = 3,2 \cdot 10^{101} \frac{\text{Kl}}{\text{kg}}; \quad \text{D) } \frac{e}{m} = 5 \cdot 10^{10} \frac{\text{Kl}}{\text{kg}}.$$

6. II zambarakda elektron U potentsiallar ayirmasini o'tib, E elektr maydon kuch chiziqlariga perpendikulyar ravishda kirdi. Ekrangacha $S_{\perp}$ masofani o'tib, u S_n ga og'di. Berilgan kattaliklar bo'yicha elektronning solishtirma zaryadini aniqlash mumkinmi? (B va D masalalarga qarang).

$$\text{A) } \frac{e}{m} = \frac{2US_{11}}{ES_1^2}; \quad \text{B) } \frac{e}{m} = \frac{U S_{11}}{E S_1^2}.$$

7. Bu kattaliklar bo'yicha $\frac{e}{m}$ nisbatni aniqlash mumkin emas.

8. Oldingi E masalani o'qing va $S_{\perp}, S_{11}, U, E$ lar orasidagi bog'lanishni keltirib chiqaring:

$$\text{A) } \frac{S_{\perp}^2}{S_{11}} = 3 \frac{U}{E}; \quad \text{B) } \frac{S_{\perp}^2}{S_{11}} = 4 \frac{U}{E}; \quad \text{C) } \frac{S_{\perp}^2}{S_{11}} = \frac{U}{E}; \quad \text{D) } \frac{S_{\perp}^2}{S_{11}} = 2 \frac{U}{E}.$$

Mulohaza. G masalada $\frac{e}{m}$ nisbatni aniqlashga muvaffaq bo'ldik, shuning uchun zaryadning zambarakdan ekrangacha harakat vaqtini bildik. Bunday tajribalarda sekundning milliarddon bir ulishini o'lchash ulkan xatoliklarsiz mumkin emas. Shuning uchun $\frac{e}{m}$ nisbatini topish uchun zaryadning magnit maydonidagi harakatidan foydalaniladi (quyidagi XII D masalaga qarang).

9. Elektr maydoni zaryadining chiziqli zichligi $\tau = -2 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Kl}}{\text{m}}$ bo'lgan cheksiz uzun ip yordamida hosil qilinmoqda. Elektron bunday ip maydonida ipdan 0,5 sm dan 1 sm ga siljirilganda qanday tezlikka ega bo'ladi?

$$\text{A) } v = \sqrt{\frac{e}{m} \frac{\tau}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}}; \quad \text{B) } v = \sqrt{\frac{e}{m} \frac{2\tau}{\pi\epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}}; \quad \text{C) } v = \sqrt{\frac{e}{m} \frac{\tau}{\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{r_2}{r_1}}; \quad \text{D) } v = \sqrt{\frac{e}{m} \frac{\tau}{\pi\epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}}.$$

V tezlikni hisoblang:

$$\text{A) } v \approx 4000 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad \text{B) } v \approx 30000 \frac{\text{km}}{\text{s}}; \quad \text{C) } v \approx 4 \cdot 10^4 \frac{\text{km}}{\text{s}}; \quad \text{D) } v \approx 10^5 \frac{\text{km}}{\text{s}}.$$

10. Yassi kondensator yoqlariga parallel ravishda praton va α zarra bir xil tezlik bilan kiradi. α zarraning og'ishi pratonning og'ishidan necha marta kichik?

$$\text{A) } 2 \text{ marta}; \quad \text{B) } \sqrt{2} \text{ marta}; \quad \text{C) } 4 \text{ marta}; \quad \text{D) } 2\sqrt{2} \text{ marta}.$$

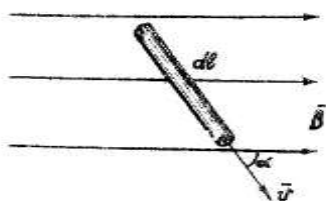
11. Zaryadlari q_1 va q_2 bir xil m massali ikkita elementar zarra bir-biridan ancha uzoqda joylashgan. Zarralar bir-biriga nisbatan v tezlik bilan yaqinlashmoqda. v tezlikning qanday qiymatida zarralar markazlar orasidagi r_1 masofagacha yaqinlasha oladi:

$$\text{A) } v = K \frac{q_1 q_2}{mr_1^2}; \quad \text{B) } v = \sqrt{\frac{Kq_1 q_2}{mr_1^2}}; \quad \text{C) } v = \sqrt{\frac{2Kq_1 m}{q_2 r_2}}; \quad \text{D) } v = \sqrt{2 \frac{Kq_1 q_2}{mr_1}}.$$

12. Protonlarni protonlar bilan bambardimon qilganda muhimi ularni zarra o'lchamiga ($\sim 10^{-15}m$) teng masofagacha yaqinlashtirish. Bu holda zarralar orasidagi yadro ta'sirlar sezilarli bo'ladi. Bunday yaqinlashishga protonlarning kulan maydanlari qarshilik ko'rsatadi. Oldingi masala natijalaridan foydalanib, protonlar uchun yaqinlashish tezligi tartibini hisoblang.
($q = 1,6 \cdot 10^{-19} Kl, m = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$).

2.12. Zaryadlangan zarrachaning magnitostatik maydondagi harakati.

1. Faraz qilaylik, kvazi bir jinsli $\vec{B}$ magnit maydonida elektr zaryadlari biror $\vec{v}$ o'rtacha tezlik bilan harakat qilayotgan bo'lsin. Bo'shliqda zaryadlarning konsentratsiyasini n_0 bilan belgilang va magnit maydoni tomonidan sdl hajmdagi zaryadga ta'sir qiladigan Amper kuchining dF elementar qiymatini toping (75-rasm).



Rasm 75

A) $F = 2Bvqn_0sdl \sin \alpha$; B) $F = Bvqsd \ln_0 \sin \alpha$;

C) $F = 3Bvqsd \ln_0 \sin \alpha$; D) $F = \frac{1}{4\pi} Bvqsd \ln_0 \sin \alpha$.

2. Fikrlang, n_0sdl ko'paytma nimani bildiradi. Tanlagan hajmda bittagina zaryad bo'lgan hol uchun F kuchni aniqlang.

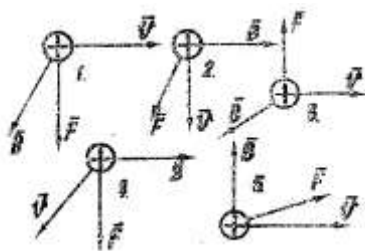
A) $F = Bqv \sin \alpha$; B) $F = Bqv \sin \alpha$; C)

$F = Bqv \sin \alpha$.

Topilgan $\vec{B}$ magnit maydonining zaryadga ta'sir kuchini Lopens kuchi deb ataladi.

$\vec{F} = q[\vec{v} \times \vec{B}]$.

3. Chap qo'l qoidasini eslang. Uni qo'llab, quyida keltirilgan rasmlar orasidan noto'g'risini namoish qiling. Bu erda $\vec{B}$ magnit maydon induksiyasi, $\vec{v}$ zaryad tezligi, $\vec{F}$ Lopens kuchi (76-rasm).



Rasm 6

1. Lorens kuchi zaryad tezligiga perpendukulyar. Aylanma harakat dinamikasini eslang. Tezlikka perpendukulyar kuch ta'siri ostidagi jismning tezlanishi qanday ataladi va qanday yo'nalgan? B masalaning rasmlaridagi $\vec{F}$ kuchni $\vec{v}$ tezlik yo'nalishida fikran proeksialang. Bu proeksiya nimaga teng? $\vec{F}$ kuch $\vec{v}$ tezlik qiymatini o'zgartira oladimi? Uning yo'nalashinichi? Savollarni va uning javoblarini yana bir

marta o'qing. B maydonda q zaryad qanday harakatlanadi, agar u $\vec{v} \perp \vec{B}$ tezlik bilan unga kirgan bo'lsa.

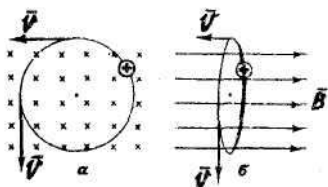
- A) Ellips bo'yicha.
- B) To'g'ri chiziq bo'yicha tekis.
- C) To'g'ri chiziq bo'yicha notekis.
- D) Aylana bo'yicha.

4. Quyida berilgan qiymatlar orqali aylanuvchi zaryad chizgan aylana radiusini toping.: q zaryad kattaligi, m uning massasi, $\vec{B}$ magnit maydon induksiyasi. Markazga intilma va Lorens kuchlarining ifodalari ma'lum.

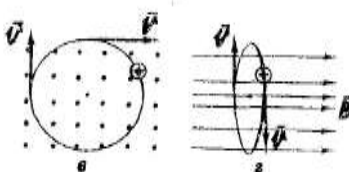
A) $R = \frac{q}{m} Bv$; B) $R = \frac{vm}{qB}$; C) $R = \frac{vBm}{q}$; D) $R = \frac{m}{vqB}$.

Olingan natijalar ustida o'ylang. Radius $\bar{B}$ maydon induksiyasiga qanday bog'liq?

5. Magnit maydonida musbat zaryadning traektoriyasini qaysi rasm noto'g'ri izohlaydi? (77a-rasmda maydon bizdan chizma tomon, 77b-rasmda chizmadan biz tomon yo'nalgan).



Rasm 77 a, b



Rasm 77 c,d

6. Bir to'la aylanish davri T ni toping. Davr radiusga bog'liqmi? Agar $\bar{B} = \text{const}$ bo'lsa, davr o'zgaradimi?

A) $T = \frac{2\pi m B}{v q}$; B)

$T = \frac{2\pi q B}{m v}$; C)

$T = \frac{2\pi m B}{q}$; D) $T = \frac{2\pi m}{B q}$.

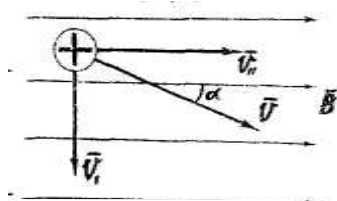
7. Aylanuvchi zaryadning energiyasi u bir marta aylangandan keyin qanchaga o'zgaradi:

A) $\Delta E_{kin} = \frac{q B R^2}{T}$; B) $\Delta E_{kin} = \frac{m v^2}{2\pi}$; C) $\Delta E_{kin} = 0$; D) $\Delta E_{kin} = \frac{m v^2}{2}$.

Lorens kuchi qanday ish bajaradi?

8. Biz zaryad maydonga kuch chiziqlariga perpendikulyar tezlik bilan kirgan holni tekshirdik. Maydonga kirayotgan zaryadning $\bar{v}$ tezligi $\bar{B}$ induksiya chizig'i bilan α burchak tashkil qilgandagi traektoriyasini qarab chuqing (78-rasm).

Buning uchun ikkita tafsilotni oydinlashtirish kerak.



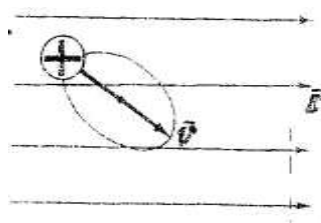
Rasm 78

Faqat $\bar{v}_{\perp}$ tezlikka ega bo'lgan zaryad qanday harakat qiladi? Faqat $\bar{v}_{\parallel}$ tezlikka ega bo'lgan zaryad qanday harakat qiladi? Ikki harakatni tahlil qiling, natijalaringizni quyida taklif qilganlar bilan taqqoslang.

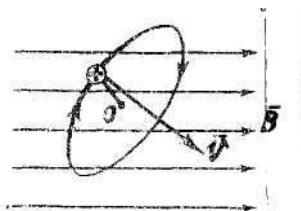
A) Oldingi masalalardagi kabi zaryad maydonga perpendikulyar tekislikda aylanadi.

B) Zaryad radiusi tezlik vektori bo'yicha yo'nalgan aylana bo'yicha aylanadi (79-rasm).

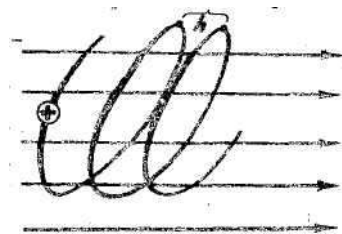
C) Zaryad radiusi $\bar{v}$ tezlikka perpendikulyar bo'lgan aylana bo'yicha aylanadi (rasm-80).



Rasm 79



Rasm 80



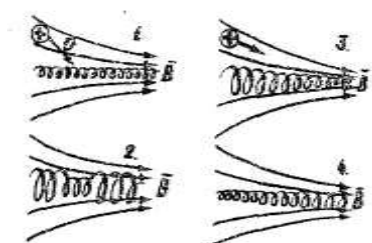
Rasm 81

D) Zaryad radiusi $R = \frac{v m}{q B}$ aylana bo'yicha aylanadi. Lekin har bir aylanishda $\bar{v}_{\parallel}$ tashkil etuvchi uni maydon tomonga siljitadi. Shuning uchun harakati spiralsimon bo'ladi (81-rasm).

9. Vint qadami h ni hisoblang. (bir davrdagi siljitish).

A) $h = \frac{\pi v m \sin 2\alpha}{Bq}$; B) $h = \frac{2\pi v m \cos \alpha}{Bq}$; C) $h = \frac{2\pi v m \sin \alpha}{qB}$; D) $h = \frac{2\pi v m \tan \alpha}{qB}$.

10. Faraz qilaylik, magnit maydoni bir jinsli emas va zaryad harakati davomida uning intensivligi ortib boradi (induksiya chiziqlari zichlashadi). Buning natijasida vint radiusi (XII D), vint qadami (XII K), bir aylanish davri qanday o'zgaradi? 82-rasm bilan xulosangizni taqqoslang.



Rasm 82

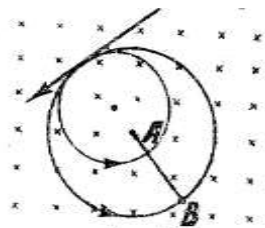
11. Kuzatilgan effektini qanday maqsadlar uchun taklif qilgan bo'lasiz?

- A) Zaryadlarning tarqoq dastasini tor dastaga fokuslashda.
B) Harakatdagi zaryadlarni ma'lum sohaga to'plashda.
C) Zaryadlarni katta energiyagacha tezlatishda.

Noto'g'ri taklifni ko'rsating.

12. $B = 0,167 \text{ Tl}$ bir jinsli magnit maydoniga uglerod va kislorod atomlarining bir karra ionlashtirilgan aralashmasi uchib kiradi. Uglerod atomning massasi 12 a.m.b., kislorod atomining massasi 16 a.m.b. Kislorod va uglerod atomlari ekranda bir-biridan qanday masofada izlarini qoldiradi, agar magnit maydan induksiya chiziqlariga perpendikulyar holda $160 \frac{\text{km}}{c}$ tezlik bilan kirgan bo'lsa (83-rasm)?

(1 a.m.b. = $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, elektron zaryadi $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$, bir karra ionlashgan atom, bu neytral atomdan bitta elektron urib chiqarilgan, ikki karrali ionlashtirilgan atomdan ikkita elektron urib chiqariladi va h.k.).



Rasm 83

A) $AB = \frac{v}{Bq} (m_0 - m_c)$; B) $AB = \frac{2v}{qB} (m_0 - m_c)$;
C) $AB = \frac{qv}{B} (m_0 - m_c)$; D) $AB = \frac{2qv}{B} (m_0 - m_c)$.

Son qiymatlar keltirib qo'yamiz:

- A) 8 sm; B) 1,7 sm; C) 0,8 sm; D) 1 sm.

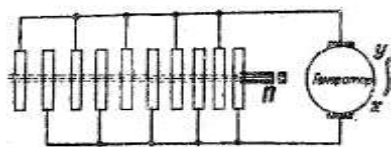
Bu masala shartlarida ^1_1H , ^2_1H , ^3_1H vadorot izotoplarini ekranga bir-biridan 2 sm uzoqlikda tushadi. O'ylang, nima uchun. Bayon qilingan usul nafaqat atomlarining massalariga qarab taqsimlanishi uchun xizmat qiladi. Agar mos holda ekran graduirlansa, har xil zaryadlangan zarra massalarini aniqlaydigan asbobni yasash mumkin (Aston mass-spektrografi).

13. Maydonga kiritilgan zarralar bir xil potentsiallar ayirmasi U bilan tezlatiladi. Shuning uchun massalari har xil bo'lgan zarralar yuqorida bayon qilingan asbobga har xil tezliklar bilan kiradi.

A) $AB = \frac{\sqrt{2Uq}}{B} (m_0 - m_c)$; B) $AB = \frac{\sqrt{2U}}{qB} (m_0 - m_c)$;
C) $AB = \frac{\sqrt{Uq}}{2B} (\sqrt{m_0} - \sqrt{m_c})$; D) $AB = \frac{2\sqrt{2U}}{B\sqrt{q}} (\sqrt{m_0} - \sqrt{m_c})$.

2.13. Tezlatgichlar, televidenie, radiolakatsiya, elektron nur trubkalarining ishlash prinsipiga doir masalalar.

1. Elektron nur Π zambarakdan chiqadi va halqalar tizimi orqali o'tadi. Barcha juft halqalar o'zgaruvchan kuchlanish generatorining Y qisqacha, a barcha toq halqalar X qisqichiga ulangan. Elektron 2-halqa yo'nalishida tezlashadi. Elektron bu halqadan o'tayo'tganda qisqichlardagi qutublar almashadi.



Rasm 84

3-halqa musbat potensial, 2-halqa manfiy potensial ega bo'ladi, shuning uchun elektron 3-halqagacha tezlatilgan uchishini davom etkazadi va h.k. Generator chastotasi ma'lum va f ga teng, kuchlanish U . 1-2 halqalar orasidagi yo'l kesmasi nimaga teng bo'lishi kerak (bu yo'lning elektron yarim davrida o'tadi, elektron boshlangich tezligi nolga teng)?

A) $l_{1,2} = \frac{1}{2f} \sqrt{2 \frac{e}{m} U}$; B) $l_{1,2} = \frac{1}{f} \sqrt{2 \frac{e}{m} U}$; C) $l_{1,2} = \frac{1}{2f} \sqrt{\frac{e}{m} U}$; D) $l_{1,2} = \frac{1}{f} \sqrt{\frac{e}{m} U}$.

2. Zambarakdan 3 halqaga etib borgan elektron qanday potentsiallar ayirmasiga ega bo'lgan?

A) U ; B) $2U$; C) $3U$; D) $\frac{3}{2}U$.

3 halqadagi elektron tezligini toping.

3. 2-3 qismda elektronning ortacha tezligi nimaga teng?

A) $\sqrt{\frac{eU}{m}}(1 - \sqrt{2})$; B) $\sqrt{\frac{eU}{m}}(\sqrt{2} + \sqrt{3})$; C) $\sqrt{\frac{eU}{m}}(1 + \frac{\sqrt{2}}{2})$; D) $\sqrt{\frac{eU}{m}}(\sqrt{2} + \sqrt{3})$.

4. Yo'lning 2-3 kesmasi nimaga teng?

A) $\sqrt{\frac{eU}{2m}} \frac{1 + \sqrt{2}}{f}$; B) $\sqrt{\frac{eU}{2m}} \frac{1 + \sqrt{2}}{2f}$; C) $\sqrt{\frac{eU}{2m}} \frac{1 + \sqrt{2}}{f\sqrt{2}}$; D) $\sqrt{\frac{eU}{2m}} \frac{2 + \sqrt{2}}{f}$.

Shunday usul bilan ixtiyoriy juft halqalarning bir- biridan uzoqlashishini hisoblash mumkin.

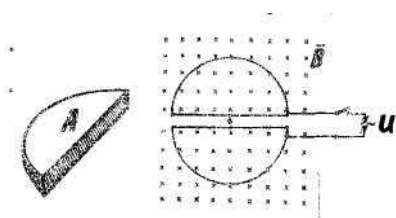
5. 10ta halqa orqali o'tgan elektronning energiyasi nimaga teng?

A) $10eUeV$; B) $5eUeV$; C) $10 \frac{e}{m} UeV$; D) $9eUeV$.

Chiziqli tezlatgichlar deb ataluvchi zaryadli zrralarni tezlatgichlar bilan tonishdik Uning halqalari aniq markazlashgan bo'lishi kerak, aks holda zarra dastasi deformasiyalanadi va fonussizlanadi. Shuning uchun tezlatgichlarning bu turi kam qo'laniladi. Bundan tashqari, u katta hajmni egalaydi, ulkan kamerada yuqori vakuumni saqlash oson emas.

6. Quyidagi uskunani yig'amiz: Ikkita bir biridan izolatsiyalangan A va B ichi kovak yarim silindrlardan Iborat bo'lib, U o'zgaruvchan kuchlanish generatoriga ulangan. Bu silindr (duant)lar asoslariga perpendikulyar ravishda B magniy maydoniga joylashtirilgan.

Quyidagi savollarga javob bering:



Rasm 85

a) B magnit maydoni yuklangan, agar kuchlanish generatori uzib quyilsa, elektron duantlarda qanday harakat qiladi?

b) Bu aylana radius zarraning v tezligiga qanday bog'liq?

c) Agar zarraning tezligi ortsa, u qanday harakat qiladi?

d) Zaraning aylanish davri formulasini yo'zing.

Davriy radiusga va zarra tezligiga bogliqmi?

e) Duantlar o'rtasida elektr maydoni hosil qilinsa, zarralar tezligi o'zgaradimi?

f) Zarra bir duantdan boshqasiga o'tganda har gal tezlatilishi uchun duantlar o'rtasidagi elektr maydoni qanday chastotada o'zgarishi kerak?

g) Bir aylanishda zarra necha marta tezlatilgan bosqichda bo'ladi? N aylanishdan keyin zarra qanday potentsiallar farqini bosib o'tadi?

h) n aylanishdan keyin zarra energiyasi qanday?

i) n aylanishdan keyin zarra tezligi qanday?

Savollar va javoblarni sanang. Zaryadli zarralarni tezlatgich (siklotron)lar ishlashi haqida so'zlab bering.

7. Biror siklotron duantining radiusi $R=1\text{m}$, magnit induksiyasi $B=1,67\text{ Tl}$, duantlardagi o'zgaruvchan kuchlanish $U=10000\text{V}$ siklotronida proton ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{Kl}$)lar tezlatiladi. O'zgaruvchan U kuchlanishning f chastotasini hisoblang.

A) $f = \frac{2\pi m}{qB}$; B) $f = \frac{2\pi q}{mB}$; C) $f = \frac{qB}{2\pi m}$; D) $f = \frac{q}{2\pi mB}$.

8. Zarraning n aylanishidagi tezligini toping.

A) $V_n = \sqrt{\frac{e}{m} nU}$; B) $V_n = \sqrt{2 \frac{e}{m} nU}$; C) $V_n = \sqrt{\frac{3neU}{m}}$; D) $V_n = 2\sqrt{\frac{enU}{m}}$.

9. Zarraning n-nchi aylanishdagi tezligini toping.

A) $R_n = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{nUm}{e}}$; B) $R_n = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{nUm}{e}}$; C) $R_n = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2nUm}{e}}$; D) $R_n = \frac{1}{2B} \sqrt{\frac{2nUm}{e}}$.

10. Zarra kamera chetiga etib borganda necha marta aylanadi?

A) $n = \frac{R_0^2 B^2 e}{Um}$; B) $n = \frac{R_0^2 B^2 e}{4Um}$; C) $n = \frac{R_0^2 B^2 e}{2Um}$; D) $n = \frac{2R_0^2 B^2 e}{Um}$.

A) $n \approx 10000$; B) $n \approx 140$; C) $n \approx 2080$; D) $n \approx 6700$.

Eslatma. Aslida biz Nyuton qonunlari ko'rinishida o'rganganimizga nisbat zarralar murakkabroq qonunlar bo'yicha harakat qiladi. n ning juda katta qiymatlarida V_n ning ixtiyoriy qiymatga erishishi 3 dan kelib chiqadi, bu bo'lishi mumkin emas, chunki V_n kattalikning yorug'lik tezligiga yaqinlashish bilan zarra massasi chaksiz ortib ketadi. Shuning ushun biz qo'llayotgan $F=ma$ qonuni boshqacha ifodani talab qiladi, bu maxsus nisbiyatlik nazariyasida qilingan, u erda Nyuton ikkinchi qonuni quyidagi ko'rinishga ega: $F = \frac{d}{dt} \cdot \frac{m_0 v}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$.

11. Elektronning 6700 marta aylangandan keyingi tezligini baholang.

A) $v_n \approx 3 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$; B) $v_n \approx 3 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$; C) $v_n \approx 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$; D) $v_n \approx 3 \cdot 10^9 \frac{m}{s}$.

Shunday qilib, zarra tezligi tabiatdagi eng katta tezligdan ham 10 marta ortib ketadi.

2.14. a) Elektromagnit induksiya hodisasiga doir test topshiriqlari.

1. Elektr o'tkazuvchan ikkinchi konturni kesayotgan doimiy magnit oqimi, birinchi konturni kesayotgan doimiy magnit oqimiga qaraganda 2 marta katta. Qaysi konturda katta EYuK hosil bo'ladi?

- A) Birinchi konturda ham, ikkinchi konturda ham EYuK hosil bo'lmaydi;
 B) Ikkinchida; C) Birinchida;
 D) Savolga javob berish uchun rasmlardagi ma'lumotlar Etarli emas.

2. Elektr o'tkazuvchan berk konturda EYuK hosil bo'ladi, agar ... a) shu kontur yuir jinsli magnit maydonida joylashsa; b) shu kontur bir jinsli magnit maydonida o'z-o'zicha parallel harakat qilsa; v) shu konturni kesayotgan magnit oqimi vaqt bo'yicha o'zgarib tursa:

- A) v) - holda; B) b) - holda; C) a) - holda; D) b) va v) - hollarda

3. Berk elektr o'tkazuvchan konutrd induksiylanadigan EYuK shu kontur bilan chegaralangan yuzani kesib o'tadigan ... ga proporsional. a) magnit oqimi kattaligiga; b) magnit oqimining o'zgarish tezligiga; v) elektr maydoni kuchlanganlik oqimiga:

- a) - b); b) - a); c) - v); d) - a) va b).

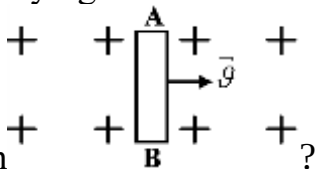
4. $N=2$ sim o'ramiga ega bo'lgan g'altak konturlarini tik holda kesib o'tadigan magnit oqimi 2 s ichida 0 dan 5 Vbga tekis oshdi. Shu g'altakda qanday EYuK induksiylanadi?

- a) O'zgaruvchan, amplituda qiymati 25 V; b) O'zgarmas 25 V;
 c) O'zgaruvchan, amplituda qiymati 5 V; d) O'zgarmas, 5 V.

5. Sim o'rami yuzasini tik holda kesayotgan magnit oqimining o'zgarish tezligi 20 Vb/s ga teng. Shu o'ramda qancha EYuK induksiylanadi?

- a) 10 V; b) 0; c) 20 V d) EYuKni hisoblash uchun ma'lumotlar yetishmaydi

6. Rasm tekisligiga bizdan tik yo'nalgan bir jinsli magnit maydonida $\vec{g}$ tezlik bilan harakatlanayotgan AB metall o'tkazgichda induksiylanadigan EYuK qayoqqa



- a) A uchdan B uchga tamon; b) EYuK hosil bo'lmaydi;
 c) $\vec{g}$ tezlik yo'nalishida chapdan o'nga; d) B uchdan A uchga tamon

7. 1 m uzunlikdagi o'tkazgich 1m/s tezlik bilan induksiyasi $V=1\text{Tl}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga perpendikulyar yo'nalishda harakat qilmoqda. Shu o'tkazgichda induksiylanadigan EYuKni hisoblang.

- a) 0,1V; b) 1V; c) 10V; d) 0

8. Elektromagnit induksiya qonunining umumiy matematik ifodasini aniqlang.

- a) $\varepsilon_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; b) $\varepsilon_i = gBl \sin \alpha$; c) $\varepsilon_i = -L \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; d) $\varepsilon_i = -\frac{\Delta J}{\Delta t}$.

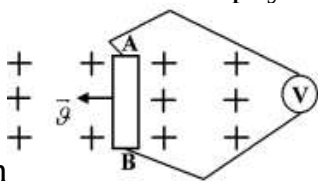
9. Magnit maydonida harakatlanayotgan o'tkazgichda induksiyanadigan EYuKni aniqlaydigan ifodani toping.

- a) $\varepsilon_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; b) $\varepsilon_i = -L \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; c) $\varepsilon_i = -\frac{\Delta J}{\Delta t}$; d) $\varepsilon_i = 9Bl \sin \alpha$.

10. Tekisligi magnit maydoni induksiyasi chiziqlariga parallel holda harakatlanayotgan o'tkazuvchan konturda qanday EYuK induksiyanadi.

- a) 0;
b) $\varepsilon_i = 9Bl \sin \alpha$ - ifoda bo'yicha hisoblash uchun ma'lumotlar Etarli emas;
c) $\varepsilon_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ -ifoda bo'yicha hisoblash uchun ma'lumotlar Etarli emas;
d) Eng katta induksiyanadi.

11. AB harakatlangan o'tkazgich, voltmeter va ulovchi simlar bilan hosil qilingan berk konturda paydo bo'ladigan induksiya toki qanday

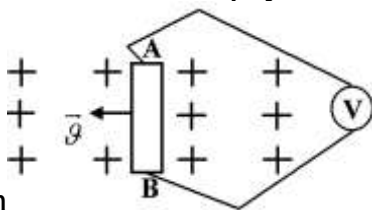


yo'nalgan

?

- a) Soat strelkasiga qarama-qarshi; b) Soat strelkasi bo'yicha;
c) Konturda induksiya toki hosil bo'lmaydi; d) To'g'ri javob ko'rsatilmagan

12. AB o'tkazgich (harakatlanayotgan), voltmeter va ulovchi simlar bilan hosil qilingan berk konturda paydo bo'ladigan induksiya tokining magnit oqimi qayoqqa



yo'nalgan

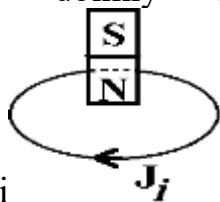
?

- a) Bizga tomon;
b) Konturda induksiya toki hosil bo'lmagani uchun oqim nolga teng;
c) Bizdan rasm tikisligi orqasiga;
d) Javob uchun ma'lumotlar E'tishmaydi

13. Lens qoidasining eng umumiy tarifini ayting.

- a) Induksiya toki o'zini paydo qiluvchi sababga to'sqinlik qiladi;
b) Induksiya toki konturni kesib o'ta'etgan magnit o'zgarishiga qarshilik ko'rsatadi;
c) Induksiya toki o'tkazgichning magnit maydonidagi qarshilik ko'rsatadi;
d) Induksiya toki konturdagi asosiy tok yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi.

14. Tinch turgan sim o'ramida rasmda ko'rsatilgan yo'nalishda tok induksiyanishi uchun doimiy magnitni qanday yo'nalishda harakatlantirish kerak



bo'ladi

?

- a) Yuqoriga; b) Pastga; c) Magnitni tinch qoldirish zarur
d) To'g'ri javob ko'rsatilmagan.

15. Og'irliliklari bir xil bo'lgan ikkita po'lat silindr bir jinsli magnit maydonida bir xil tezlik bilan aylanmoqda. Ikkinchi silindr yupqa plastinkalardan lak bilan izolyasilanib yasalgan. Silindrlarning qaysi biri ko'proq qiziydi?

- a) Birinchi; b) Ikkinchi; c) Ikkalasi ham bir xil;
d) Ular qizimaydi

16. Sabablar va oqibat (natija) ni aks ettiruvchi iboralarning, mantiqan to'g'ri ketma-ketligini tanlang.

- a) Konturdagi tok o'zgardi, magnit oqimi o'zgardi, o'zinduksya EYuK hosil bo'ldi;
b) Magnit oqimi o'zgardi, konturdagi tok o'zgardi, o'zinduksya EYuK hosil bo'ldi;
c) EYuK hosil bo'ladi, o'zinduksiya, konturdagi tok o'zgardi, magnit oqimi o'zgardi;
d) Javoblarda mantiqan to'g'ri ketma-ketlik yo'q

17. Induktivligi 1Gn bo'lgan g'altakdan oqayotgan tok 2s ichida 0 dan 10 A gacha tekis oshdi. Shu g'altakda paydo bo'lgan induksiya EYuK kattaligini aniqlang.

- a) 0,5V; b) 0,1V; c) 10V; d) 5V;

18. Taltakdan oqayotgan tok kuchining kattaligi vaqt bo'yicha oshayapti. O'zinduksiya EYuK qayoqqa yo'nalgan?

- a) Savolga javob berish uchun berilgan ma'lumotlar Etarli emas;
b) O'ziduksiya EYuKi g'altakdagi tokning yo'nalishi bilan bir xil yo'nalgan;
c) O'ziduksiya EYuKi g'altakdagi tokning yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan;
d) Bu g'altakda o'zinduksiya EYuKi hosil bo'lmaydi.

19. Sabablar va oqibat (natijani) ni aks ettiruvchi iboralarning, mantiqan to'g'ri ketma-ketligini tanlang.

- a) Konturdagi tok, konturdagi magnit oqimi, qo'shni konturni kesib o'tayotgan magnit oqimi o'zgardilar; qo'shni konturdagi o'zaro induksiya EYuKi hosil bo'ldi;
b) Qo'shni konturda o'zaro induksiya EYuKi hosil bo'ldi; konturdagi tok, qo'shni konturni kesib o'tayotgan magnit oqimi, konturdagi magnit oqimi o'zgardilar;
c) Konturdagi tok o'zgardi, qo'shni konturda o'zaro induksiya EYuKi hosil bo'ldi, qo'shni konturni kesib o'tayotgan magnit oqimi, konturdagi magnit oqimi o'zgardilar;
d) Javoblar mantiq jihatdan to'g'ri ketma-ketlikda joylashmagan

20. Magnit maydonining energiyasi (W_v) va energiyasi zichligi (ω_v) uchun to'g'ri ifodalarni aniqlang.

- a) $W = \frac{\mu_0 \mu H^2}{2} = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu}$ ba $\omega_B = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu}$; b) $W = \frac{\mu_0 \mu B^2}{2} = \frac{H^2}{2\mu_0 \mu}$ ba $\omega_B = \frac{H^2}{2\mu_0 \mu}$;
c) $W = \frac{B}{2H} = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu}$ ba $\omega_B = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu}$; c) $W = \frac{H}{2B} = \frac{H^2}{2\mu_0 \mu}$ ba $\omega_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$

21. Agar o'zgaruvchan tok generatori N – ta o'ramli ramkasining (rotorining) bitta o'ramida $\varepsilon_{i1} = \varepsilon_{mi} \sin \omega t$ EYuK induksiyalanayotgan bo'lsa, uning kontakt hosil qiluvchi gardishlari orasida amal qiladigan EYuK ifodasini ko'rsating.

- a) $\varepsilon_i = \varepsilon_{mi} \sin \omega t$; b) $\varepsilon_i = \sin \omega t$; c) $\varepsilon_i = N \varepsilon_{mi} \sin \omega t$; $\varepsilon_i = (\varepsilon_{mi}/N) \sin \omega t$.

22. Agar o'zgaruvchan tok generatori rotorining aylanayh tezligi 2 marta oshirildi, rotor aylanayotgan bir jinsli magnit maydoni induksiyasi esa 2 marta kamaytirildi. Rotorda induksiyalangan EYuK qanday o'zgardi?

- a) Kamaydi; b) O'zgarmadi; c) Oshdi;

d) Berilgan ma'lumotlar Etishmaydi.

23. O'ramlarining soni $N_1=500$ va $N_2=1000$ bo'lgan transformatorga 100 V kuchlanish berilgan. Transformatorning chiqishidagi kuchlanishni aniqlang.

a) 200 V; b) 100 V; c) 50 V; d) 400 V.

24. O'ramlarining soni $N_1=500$ va $N_2=1000$ bo'lgan transformator 5 A tok iste'mol qiladi. Ikkinchi o'ramdagi tok kuchini aniqlang.

a) 2,5 A; b) 5 A; c) 10 A; d) 2 A.

25. O'zgaruvchan tok va kuchlanishning effektiv qiymatlarini aniqlovchi ifodalarini toping (J_m va U_m – tok va kuchlanishning amplituda qiymatlari).

a) $J_{\text{eff}} = \frac{2}{\pi} J_m$ va $U_{\text{eff}} = \frac{2}{\pi} U_m$; b) $J_{\text{eff}} = \sqrt{2} J_m$ va $U_{\text{eff}} = \sqrt{2} U_m$;

c) $J_{\text{eff}} = \frac{\pi}{2} J_m$ va $U_{\text{eff}} = \frac{\pi}{2} U_m$. d) $J_{\text{eff}} = \frac{J_m}{\sqrt{2}}$ va $U_{\text{eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$;

2.14. b) Elektromagnit induksiya hodisasiga doir masalalar.

1. Kuchlanganligi H bo'lgan bir jinsli magnit maydonda yassi sim o'rami shunday tarzda joylashtirilganki, o'ram teksligi kuch chiziqlariga perpendikulyar. O'ram galvanometr ga ulangan. O'ram burilgan galvanometr orqali o'qib o'tuvchi to'la zaryad q ga teng. Bunday o'ram qanday burchakka burildi? $Q = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ k}$, $H = 10^5 \text{ a/m}$, o'ram yuzi $S = 10^3 \text{ cm}^2$, o'ramning qarshiligi $R = 2 \text{ om}$ bo'lgan hol uchun sonli hisoblashlarni bajaring.

Javob. $d = 120^\circ, 110^\circ, 360^\circ, 180^\circ$

2. Radiusi R bo'lgan o'ram teksligiga perpendikulyar qilib magnit maydon ulanganda o'ramdan Q zaryad oqadi.

Agar maydoni o'zgartirmay o'ram ikki aylanadan iborat qilib “ sakkiz ” shaklida buklansa (bunda kichik aylananing radiusi $R/4$ ga teng) o'ramdan qanday zaryad oqadi? “ Sakkiz ” teksligi ham magnit maydonga perpendikulyar.

Javob. $Q_1 = 318q$, $Q = -1/2Q$, $Q_3 = -2/1Q$

3. Yuzi $S = 10^2 \text{ cm}^2$ bo'lgan sim o'ram qandaydir nuqtasida kesilgan bo'lib, mana shu kesilgan joyga sig'imi $C = 10 \text{ mkf}$ bo'lgan kondensator ulangan. O'ram bir jinslini magnit maydonga joylashtirilgan bo'lib, uning kuch chiziqlari o'ram teksligiga perpendikulyar. Magnit maydon induksiyasi vaqt bo'yicha $5 \cdot 10^{-3} \text{ ml/s}$ tezlik bilan o'zgaradi. Kondensator zaryadini aniqlang.

Javob. $5 \cdot 10^{-10} \text{ kl} - 4 \cdot 1$

4. Elektromotor e. yu. k. $E = 12 \text{ v}$ bo'lgan batareyadan ta'minlanadi. Agar yakor to'la tormozlanganda zanjir $I_0 = 3 \text{ a}$ tok o'tsa, motor chulg'amidan $I = 2 \text{ a}$ tok o'tganda motor 1 sek da qanday mexanikaviy ish bajaradi?

Javob. 8 Vt .

5. Agar elektromotor o'zgarmas tok tarmog'iga ulanganda ishga tushirish toki $I_0 = 15 \text{ A}$, turg'unlashgan rejimda tok $I = 9 \text{ A}$ gacha kamaysa, shu elektromotorning foydali ish ko'effisienti qanchaga teng?

Javob. 40% .

6. Elektrovoz $\rho = 36 \text{ km/soat}$ tezlik bilan harakatlanadi va o'rtacha $F = 5 \text{ T}$ tortish kuchiga erishadi. Agar motordagi kuchlanish $V = 500 \text{ v}$ bo'lsa elektrovoz motori orqali o'tuvchi tokni toping (isrofni hisobga olmang).

Javob. 980 A.

7. Motorning gorizontal valiga ip tekis o'raladi. Ip uchiga og'irligi $P = 800 \text{ G}$ bo'lgan yuk osilgan. Motor e.yu.k. $E = 12 \text{ v}$ va ichki qarshiligi $r_1 = 0,4 \text{ om}$ bo'lgan akkumulyatorlar batareyasidan ta'minlanadi. Motor zanjirining qarshiligi $r_2 = 3 \text{ om}$ ga teng. Agar motor chulg'amliridan $I = 3,3 \text{ a}$ tok o'tsa, yakor har sekutda necha marta aylanadi? Valning radiusi $a = 12,5 \text{ sm}$.

Javob. 120 V.

8. Zanjirning qarshiligi 300 om bo'lgan mashinani aylantirishga 50 vt quvvat sarf bo'lsa, sarflanayo'tgan quvvatning 4% I ishqalanishga sarf bo'lsa, o'zgarmas tok dinamomashinasiganday e.yu.k. ga teng bo'ladi? Zanjirning qarshiligi 60 om bo'lganda shunday aylanishlar sononi saqlash uchun qancha quvvat kerak?

Javob. 250 Vt.

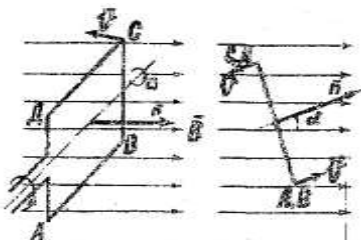
9. E. yu kuchi 24 v ga teng bo'lgan batareya zanjiriga ulangan o'zgarmas tok elektr motori zanjirning to'la qarshiligi 20 om , zanjirdagi tok $0,2 \text{ a}$ bo'lganda minutiga 600 marta aylanadi. Shu mator dinamomshina sifatida ishlab, minutiga 1400 marta aylansa, qanday e. yu. k. ga erishadi?

Javob. 46,7 V.

10. Kuchlanishi 120 v bo'lgan o'zgarmas tok tarmog'iga ulangan elektr mator zanjirning to'la qarshiligi 20 Om bo'lganda biror nagruzkada yuritmaga 160 Vt quvvat uzatadi. Agar shu mator dinamomashina sifatida ishlatilsa, u qanday e. yu. k. ga erishadi? (Bunda motor dvigatel bo'lib ishlaganda burchak tezligi qanday bo'lsa, dinamomashina bo'lib ishlaganda ham yuqori xuddi shunday burchak tezlikda aylanadi.) Olingan natijaning bir qiymatli bo'lmasligining ma'nosi nimda?

2.15. O'zgaruvchan tok qonunlari. Elektromagnit tebranishlar.

1. 86-rasmda bir jismli $\vec{B}$ magnit maydoni ko'rsatilgan, unda yuzasi S bo'lgan ramka $\vec{B}$ ga perpendikulyar o'q atrofida ω burchak tezlik bilan aylanmoqda, ya'ni $\vec{\omega} \perp \vec{B}$. Ramka tekisligiga perpendikulyarning birlik vektori $\vec{n}$ bilan belgilanadi. Ramkaning boshlang'ich holati quyidagicha, ya'ni induksiy chiziqli ramka tekisligiga perpendikulyar ($\vec{B} \perp \vec{n}$). Keyinchalik $\vec{n}$ va $\vec{B}$ orasidagi α burchak ortib boradi. α ning t ga bog'liq ifodasini yo'zing:



Rasm 86

A) $\alpha = \omega t$; B) $\alpha = \omega r t$; C) $\alpha = \omega t$; D) $\alpha = \frac{r}{v} t$.

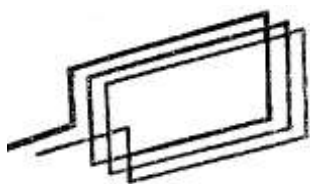
2. A da α uchun topilgan ifodani hisobga olib, ramka tekisligi orqali $\vec{B}$ magnit induksiyasining Φ_m oqim formulasini yo'zing:

A) $\Phi_m = BS \cos \omega t$; B) $\Phi_m = BS \cos \omega t$;
C) $\Phi_m = BS \cos \omega r t$; D) $\Phi_m = BS \cos \frac{r}{v} t$.

3. Eslang, indeksion ε_i E.Yu.K ning magnit oqimiga qanday bog'liqligini (elektromagnit induksiy qonunini). Φ_m ning B dagi qiymatini hisobga oling.

A) $\varepsilon_i = BS \sin \omega t$; B) $\varepsilon_i = \omega BS \sin \omega t$; C) $\varepsilon_i = -\omega BS \cos \omega t$; D) $\varepsilon_i = BS \cos \omega t$.

Biz induksion E.Yu.K ning bitta ramkadagi oniy qiymati uchun ifodani hosil qildik. Agar bunday ramkalarhihg n tasi ketma-ket ulangan bo'lsa, induksion E.Yu.K summa ko'rinishda aniqlanadi: (87-rasm): $\varepsilon_i = nBS\omega \sin \omega t$.



Rasm 87

Berilgan generator uchun oxirgi formulla parametrlardan qaysi biri doimiy?

A) n, S ; B) n, S, ω, B ; C) B, n, S ; D) ω, n, S .

4. $\varepsilon_i = nBS\omega \sin \omega t$ ifodadan foydalanib, ε_i ning amplitul qiymatini ko'rsating?

A) $\varepsilon_{maks} = nS$; B) $\varepsilon_{maks} = nS\omega$; C) $\varepsilon_{maks} = nSB$; D)

$$\varepsilon_{maks} = nSB\omega.$$

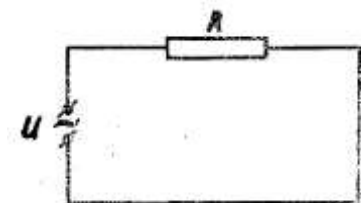
5. ω ni T davr yo'ki f chastota orqali ifodalang. Formulalardan qaysi biri noto'g'ri?

A) $\varepsilon_1 = \varepsilon_{maks} \sin \frac{2\pi}{f} t$; B) $\varepsilon_1 = \varepsilon_{maks} \sin \frac{2\pi}{T} t$; C) $\varepsilon_1 = \varepsilon_{maks} \sin 2\pi f t$.

$\varepsilon_i = \varepsilon_{maks} \sin 2\pi f t$ ikkala qismini to'la qarshilik R ga bo'ling (88-rasm), siz zanjirdagi

tokning oniy qiymati uchun ifodani hosil qilasiz $J_i = \frac{\varepsilon_{maks}}{R} \sin \omega t = J_{maks} \sin \omega t$.

Joul-Lens qonunidan foydalsnib, T bir davrda qarshiligi R bo'lgan o'zgaruvchan tok ajratgan Q isqlik miqdorini toping.



Rasm 88

A) $Q = \int_0^T J_i^2 R dt$;

B) $Q = J_i^2 RT$;

C) $Q = J_{maks}^2 RT$;

D) $Q = \int_0^T J_{maks}^2 R^2 dt$.

7. J_i ning J_{maks} orqali ifodalanishini eslang va J da Q_1 uchun topilgan ifodani integrallang.

Ko'rsatma. $\sin^2 \omega t = \frac{1 - \cos 2\omega t}{2}$ ekanini etiborga oling.

A) $Q = RJ_{maks}^2 T$; B) $Q = 0$; C) $Q = \frac{R}{2} J_{maks}^2 T$; D) $Q = 2RJ_{maks}^2 T$.

J_e ga teng doimiy tok T bir davrda R qarshilikda $Q_T^1 = RJ_e^2 T$ miqdorda issiqlik ajratgan bo'lar edi. $Q_T^1 = Q_T$ desak, ya'ni:

$$\frac{RJ_{maks}^2}{2} T = RJ_e^2 T; \quad J_e^2 = \frac{J_{maks}^2}{2}; \quad J_e = \frac{J_{maks}}{\sqrt{2}}.$$

O'z so'zingiz bilan J_e ning fizik ma'nonisini tariflang. J_e o'zgaruvchan tokning effektiv qiymati deyiladi.

8. Bir davr uchun o'zgaruvchan tok kuchining o'rtcha qiymatini hisoblang:

$$J_{o'rt}^T = \frac{\int_0^T J_i dt}{T}; \quad (J_i = J_{maks} \sin \frac{2\pi}{T} t \text{ ekanini esedan chiqarmang}).$$

A) $J_{o'rt}^T = \frac{J_{maks}}{2}$; B) $J_{o'rt}^T = \frac{J_{maks}}{\sqrt{2}}$; C) $J_{o'rt}^T = \frac{J_{maks}}{\pi}$; D) $J_{o'rt}^T = 0$.

9. O'zgaruvchan tok ertaga qiymatini yarim davr uchun hisoblang: $J_{o'rt}^{T/2} = \frac{\int_0^{T/2} J_i dt}{T/2}$.

- A) $J_{o'rt}^{T/2} = \frac{J_{maks}}{2}$; B) $J_{o'rt}^{T/2} = \frac{J_{maks}}{2\pi}$; C) $J_{o'rt}^{T/2} = \frac{J_{maks}}{\pi}$; D) $J_{o'rt}^{T/2} = 0$.

10. O'zgaruvchan tokning aktiv R qarshilikidagi Lens-Joul quvvatini hisoblang (88-rasm).

- A) $P = \frac{RJ_{maks}^2}{2}$; B) $P = \frac{U_{maks}^2}{2R}$; C) $P = \frac{J_{maks} U_{maks}}{2R}$; D) $P = \frac{J_{maks} U_{maks}}{2}$.

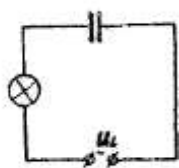
Noto'g'ri ifodani ko'rsating.

11. C sig'im orqali o'zgaruvchan tok o'tishini Rasm-89a dagi tajriba ko'rsatadi (lampochka yo'radi). Sig'imga ulangan U_i kuchlanish qoplamlardagi zaryad q_i bilan quyidagi formula orqali bog'langan $q_i = CU_i$. Ta'rifga binoan

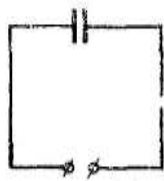
$J_i = \frac{dq_i}{dt} = \frac{d(CU_i)}{dt} = C \frac{dU_i}{dt}$ $U_i = U_{max}$ ni e'tiborga olib J_i uchun ifodani yo'zing:

- A) $J_i = -CU_{maks} \sin \omega t$; B) $J_i = \omega CU_{maks} \sin \omega t$;
C) $J_i = CU_{maks} \cos \omega t$; D) $J_i = \omega CU_{maks} \cos \omega t$.

12. Shunday qilib, zanjirda $U_i = U_{maks} \sin \omega t$ o'zgaruvchan kuchlanish va $J_i = \omega CU_{maks} \cos \omega t = \frac{U_{maks}}{1/\omega C} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ o'zgaruvchan tok mavjud.



Rasm 89a



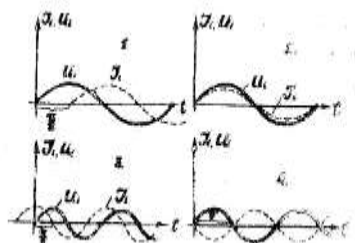
Rasm 89b

Tok va kuchlanishning amplitudal qiymatlari J_{maks} va U_{maks} uchun zanjir qismi uchun Om qonunini qo'llab, C sig'im keltirib chiqargan Z_c qarshilikni bilasiz:

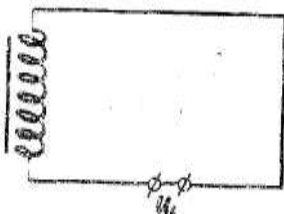
- A) $Z_c = \frac{1}{\omega C}$; B) $Z_c = \omega C$;

- C) $Z_c = \frac{\omega}{C}$; D) $Z_c = \frac{C}{\omega}$.

13. $J_i = J_{maks} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ va $U_i = U_{maks} \sin \omega t$ ifodalarda fazalarni taqqoslang va tokning kuchlanishga nisbatan faza siljishini ko'rsating, agar o'zgaruvchan kuchlanish zanjiriga C sig'im ulangan bo'lsa (90-rasm).



Rasm 90



Rasm 91

14. L induktivlikka $U_i = U_{maks} \sin \omega t$ potensiallar ayirmasi ulangan. G'altakning aktiv qarshiligi $R \approx 0$; J_i uchun ifodani toping. (91-rasm)

Eslatma. Biz M masalada C ni U_i va J_i lar bilan bog'langan edik. Bu erda ham L ni U_1 va J_1 lar orqali ifodalashda xuddi shunday yondoshing.

$$A) J_i = -\frac{1}{\omega L} U_{\max} \cos \omega t;$$

$$B) J_i = \frac{1}{\omega L} U_{\max} \cos \omega t;$$

$$C) J_i = \frac{1}{\omega L} U_{\max} \sin \omega t;$$

$$D) J_i = -\frac{1}{\omega L} U_{\max} \sin \omega t.$$

J_i uchun topilgan ifodadan aniqlash mumkin:

$$J_i = \frac{1}{\omega L} U_{\max} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}).$$

O`ylang, buni qanday amalga oshirish mumkin.

15. $U_i = U_{\max} \sin \omega t$ va $J_1 = \frac{1}{\omega L} U_{\max} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$ formullalardan $J_{\max}$ va $U_{\max}$ amplitudan qiymatlarni taqqoslang, induktiv qarshilikni toping.

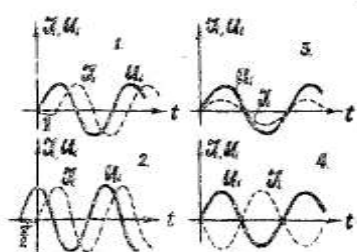
$$A) Z_L = \frac{L}{\omega};$$

$$B) Z_L = \frac{\omega}{L};$$

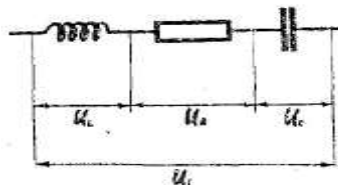
$$C) Z_L = \omega L;$$

$$D) Z_L = \frac{1}{\omega L}.$$

16. Zanjirga faqat L induktivlik ulanganda U_i va J_i lar fazalarini ifodalarini taqqoslang, tokning kuchlanishga nisbatan faza siljishini ko`rsating. (92-rasm)



Rasm 92



Rasm 93

17. $J_i \frac{U_{\max}}{R} \sin \omega t$ aktiv

qarshilikka,

$$J_i = \frac{U_{\max}}{1/\omega C} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

sig`im qarshilikka

$$J_i = \frac{U_{\max}}{L\omega} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

induktiv qarshilikka ega

bo`lgan o`zgaruvchan tok zanjir uchun Ohm qonunining ifodalarini hosil qildik. Endi ketma-ket ulangan L induktivlik, R aktiv qarshilik va C sig`imlardan tashkil topgan o`zgaruvchan tok zanjirini qaraymiz. (93-rasm). Ketma-ket zanjirning muhim ikkita xususiyatidan foydalanamiz:

a) Ixtiyoriy paytda J_i tokning oniy qiymati qarshiliklarning har qanday qiymatida bir xil.

b) Alohida qarshiliklarda kuchlanishlar pasayishlarining yig`indisi zanjir qichqichlaridagi kuchlanishga teng bo`ladi. Birinchi xususiyatdan har bir qarshilikdagi kuchlanishning barchasi uchun bir xil bo`lgan J_i tok orqali ifodalashning qulayligi kelib chiqadi:

$$U_i = J_i \omega L = \omega L J_{\max} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \quad \text{kuchlanish tokdan oldin keladi};$$

$$U_c = J_i \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{\omega C} J_{\max} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \quad \text{kuchlanish tokdan ortda qoladi};$$

$$U_R = J_i R = R J_{\max} \sin \omega t \quad \text{kuchlanish va toklar orasida faza siljish nol}.$$

To`la qarshilikni  $Z$  orqali ifodalaymiz. Tabiiyki,  $J_i$  tok oniy qiymati bilan  $U_i$  zanjir qisqichlaridagi kuchlanish orasida qanday  $\varphi$  faza siljishi kelib chiqadi. Shuning uchun yuqoridagi uchta tenglamaga to`rtinchi tenglama qo`shiladi:

$$U_i = J_i Z = Z J_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$$

Ikkinchi xususiyati tenglama tuzishimizga yo`rdam beradi:

$$\omega L J_{\max} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{1}{\omega C} J_{\max} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) + R J_{\max} \sin \omega t = Z J_{\max} \sin(\omega t + \varphi).$$

$J_{\max}$ ni qisqartiramiz, $\sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ va $\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$ larni $\cos \omega t$ bilan almashtiramiz

$\sin(\omega t + \varphi)$ ni $\sin \omega t \cdot \cos \varphi + \cos \omega t \cdot \sin \varphi$ ko'rinishda ifodalaymiz:

$$\omega L \cos \omega t - \frac{1}{\omega C} \cos \omega t + R \sin \omega t = Z \sin \omega t \cos \varphi + Z \cos \omega t \sin \varphi.$$

O'ngdagi ko'p had chapdagi ko'p hadga teng bo'lishi uchun argumenti t bo'lgan bir xil funksiyalarning o'ng va chapdagi koeffitsientlari bir xil bo'lishi kerak:

$$\left. \begin{aligned} R &= Z \cos \varphi \\ (\omega L - \frac{1}{\omega C}) &= Z \sin \varphi \end{aligned} \right\}.$$

Ikki tenglamani kvadratga ko'tarib va qo'shganimizda quyidagi kelib chiqadi:

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2} \quad \text{va} \quad \tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{\omega C}}{R}, \quad \cos \varphi = \frac{R}{Z}.$$

Navbatdagi masalani echamiz. Chastotasi $f = 50 \text{Gs}$ o'zgaruvchan kuchlanish manbaiga $L=1 \text{Gn}$ g'altak, $C=20 \text{mkF}$ sig'im va $R=100 \text{Om}$ qarshilik ketma-ket ulangan. Zanjir to'la qarshiligini va berilayo'tgan kuchlanish bilan zanjirda tok orasidagi burchak φ faza siljishini toping.

$$L = 1 \text{gn}; \quad C = 2 \cdot 10^{-5} \text{F}; \quad \omega = 2\pi f = 314 \text{sek}^{-1}; \quad \text{bunda} \quad \omega^2 = 10^5 \text{sek}^{-2}.$$

Bu berilganlarga ko'ra topamiz:

- A) $Z \approx 200 \text{Om}$; B) $Z \approx 1600 \text{Om}$; C) $Z \approx 40 \text{Om}$; D) $Z \approx 100 \text{Om}$.
A) $\cos \varphi = 0,8$; B) $\cos \varphi = 1$; C) $\cos \varphi = 0,5$; D) $\cos \varphi = 0,2$.

18. Tajriba ko'rsatadiki, induktivlik va sig'im orqali o'zgaruvchan tok o'tganda unda issiqlik ajraladi, shu bilan birgalikda, agar induktivlik va sig'imga ega bo'lsa,

formulla $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2}$ o'zgaruvchan tok bo'yicha qarshilik R aktiv

qarishlikdan katta bo'lishini ko'rsatadi. Shuning uchun reaktiv qarishlik (sig'im plyus induktiv)ni nolga keltirish muhim masala hisoblanadi $L\omega \approx \frac{1}{\omega C}$ bo'lsa, uni nolga

keltirish mumkin. Bunda J_i va U_i lar orasida faza siljishi yuqoladi; $Z=R$ va $\cos \omega = 1$, ya'ni $\varphi = 0$ bo'ladi.

Bu holni kuchlanishlar rezonansi deyiladi. Navbatdagi masalani eching. $f=50 \text{Gs}$ o'zgaruvchan tok zanjiriga $L=2 \text{Gn}$ induktivlikka ega bo'lgan transformator ulangan. Kuchlanishlar rezonansi sodir bo'lishi uchun birinchi cho'lg'amga ketma-ket qilib qanday sig'im ulash lozim? Rezonans sodir bo'lmaganda $\cos \varphi$ ni toping, agar $R=10 \text{Om}$ bo'lsa.

- A) $C \approx 1 \text{mkf}$; B) $C \approx 5 \text{mkf}$; C) $C \approx 10 \text{mkf}$; D) $C \approx 0,5 \text{mkf}$.
A) $\cos \varphi \approx 0,015$; B) $\cos \varphi \approx 0,2$; C) $\cos \varphi \approx 0,9$; D) $\cos \varphi \approx 0,4$.

19. (94-rasm) da L induktivlik va C sig'im paralel ulangan zanjir keltirilgan har qaysi tarmoqning, keyin butun zanjirning o'tkazuvchanligini topamiz (bu tarmoqlardagi tok qarama-qarshi fazada bo'ladi).

- A) $\frac{1}{L\omega} + \omega C$; B) $\frac{1}{L\omega} - \omega C$; C) $\frac{1}{L\omega - \frac{1}{\omega C}}$; D) $\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - \omega C}$.



Rasm 94

20. O'tkazuvchanlik nolga teng bo'lganda zanjirdagi tok ham nolga teng bo'ladi (toklar rezonansi holi).

- A) $LC = \omega^2$; B) $LC = \frac{1}{\omega^2}$; C) $LC + \omega^2 = 1$; D) $LC\omega^2 + 1 = 0$.

21. $P = J^2 R$ formuladan foydalanib, aktiv, reaktiv qarshilikka ega bo'lgan o'zgaruvchan tok bilan ta'minlanayo'tgan zanjir quvvati uchun formulani hosil qiling.

- A) $P = J^2 Z$; B) $P = J^2 Z_L + J^2 Z_C J^2 R$; C) $P = \sqrt{J^2 R^2 + J^2 (L\omega - \frac{1}{\omega C})^2}$.

22. Foydali quvvatning iste'mol qilayotgan quvvatga nisbattini toping (T dan $\frac{R}{Z}$ nisbatni eslang).

- A) $\frac{P_{akt}}{P} = \sin \varphi$; B) $\frac{P_{akt}}{P} = \tan \varphi$; C) $\frac{P_{akt}}{P} = \cos \varphi$.

2.16. Elektr va magnit maydon vektorlariga tegishli bo'lgan vektor analizdan ba'zi bir formula va teoremlarni takrorlash. Siljish toki.

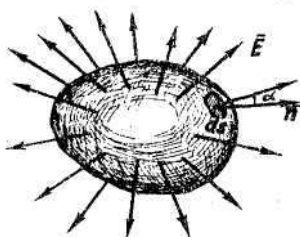
1. $\vec{E}$ vektor kattalik S berk sirt orqali o'tayotgan bo'lsin. Bu sirtga ds ga teng elementar yuzaga tanlaymiz, unga o'tkazilgan $\vec{n}$ normal bilan $\vec{E}$ vektor yo'nalishi orasidagi burchak α bo'lsin. $E \cos \alpha ds$ ga $\vec{E}$ vektorning ds yuza orqali oqimi deyiladi. Analiz kursida (Ostrogradskiy-Gauss teoremasi) isbotlanadi, ya'ne

$$\oint_S E \cos(\vec{E}, \vec{n}) ds = \int_V \left(\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} \right) dv.$$

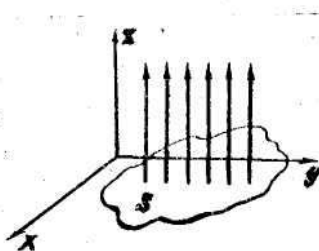
E_x, E_y, E_z lar $\vec{E}$ ning koordinati o'qlardagi projesiyalari.

2. Agar bir jism elektr maydonning vertikal yuqoriga yo'nalgani tashkil etuvchisi ma'lum bo'lsa, $\vec{E}$ vektor uchun Ostrogradskiy-Gays teoremasi qanday yo'ziladi. (96-rasm)?

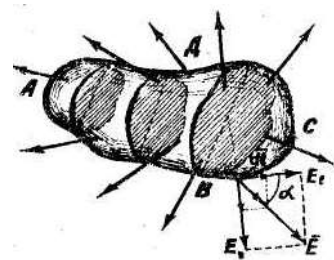
- A) $\oint_S E \cos(\vec{E}, \vec{n}) ds = \int_V \frac{\partial E_z}{\partial z} dv$; B) $\oint_S E \cos(\vec{E}, \vec{n}) ds = \int_V \left(\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} \right) dv$; C) $\oint_S E \cos(\vec{E}, \vec{n}) ds = 0$.



Rasm 95



Rasm 96



Rasm 97

3. $\vec{E}$ vektor kattalik S sirt orqali o'tayotgan bo'lsin. (97-rasm). Bu sirtida berk A konturni ajratamiz (masalan, ABCDA kontur chizma teksligida yo'tipdi bu konturga dlelementar kesmani joylashtiramiz va uning yo'nalishiga $\vec{E}$ vektorni proeksiyalaymiz dl qism bo'yicha $\vec{E}$ vektorining sirkulyatsiyasi deb $E dl \cos \alpha$ kattalika aytiladi.(aslida bu birlik zaryadni dl kesma bo'yicha ko'chirishda bajarilgan ishdan iborat).

$\oint_{ABCD A} E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl$ kattalik ABCDA kontur bo'yicha $\vec{E}$ vektorning sirkulyatsiyasi deyiladi.

$$\oint_S E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = \int_S \left[\left(\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right) \vec{k} \right] \cos \alpha |ds|.$$

Analiz kursida isbotlangan (Staks teoremasi).ya'ni;

Bu erda, S- kontur bilan chegaralangan sirt;

ds-o'rganilayo'tgan nuqtadagi sirt elementi.

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ -birlik vektorlar.

α - o'rta qavs ichidagi vektor bilan S ga tushirilgan perpendikulyr orasidagi burchak.

O'rta qavs ichidagi vektorga $\text{rot } \vec{E}$ deyiladi ($\vec{E}$ vektor rotori). $\text{rot } \vec{E}$ ning o'qlardagi komponentlari qo'yidagicha.

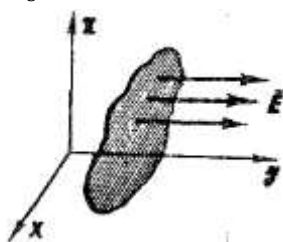
$$(\text{rot } \vec{E})_x = \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z}; (\text{rot } \vec{E})_y = \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x}; (\text{rot } \vec{E})_z = \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y}.$$

4. Chapdan o'nga yo'nalgan bir jinsli elektr maydoni uchun Stoks teoremasini yo'zamiz (Rasm-98).

$$A) \oint_S E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = \int_S \left[\left(\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) \vec{j} \right] \cos \alpha |ds|;$$

$$B) \oint_S E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = \int_S \left[\left(\frac{\partial E_y}{\partial x} \vec{k} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \vec{i} \right) \right] \cos \alpha |ds|;$$

$$C) \oint_S E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = 0.$$



Rasm 98



Rasm 99

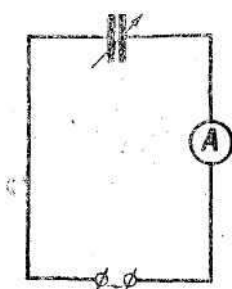
5. O nuqtadan n barcha yo'nalishlarda sferik to'lqin tarqlayo'tgan bo'lsin.(99-rasm) da faqat bitta yo'nalish OY o'qi bo'yicha harakatlanayotgan to'lqin ko'rsatilgan.

$\frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2}$ munosabat mexanika kursidan ma'lum. Bu erda A- muvozanat holatidan oniy chetlanish, v-to'lqin tarqalish tezligi (bu to'lqin tenglamasi). Rasm-99 tasvirlangan hol uchun to'lqin tenglamasini yo'zing:

$$A) \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2}; \quad B) \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 A}{\partial t^2}; \quad C) \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} = \frac{1}{v^2} \left(\frac{\partial^2 A}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} \right).$$

6. Tajribadan ma'lumki, o'zgaruvchan tok kondensator qoplamalari orasidagi dielektrik orqali o'tadi. Bu hodisani tushuntiring. Qoplamalar sirti S bo'lsin. Ampermetr tokning effektiv qiymatini J ni o'lchasin (100-rasm). U holda tok zichligi.

$$j = \frac{J}{S} = \frac{1}{S} \frac{dq}{dt}.$$



Rasm 100

Ikkinchi tomondan dielektr hajmini chegaralovchi sirt bo'yicha Ostrogratskiy-Gauss teoremadini qo'llanishi $SD=q$ yo'ki $D = \frac{q}{S}$ bo'ladi. Qoplamalar orasidagi maydon va qoplamalardagi zaryad vaqt bo'yicha o'zgaradi va z ga bog'liq. Oxirgi ifodani t bo'yicha differensiyalaymiz: $\frac{\partial(D)}{\partial t} = \frac{1}{S} \frac{dq}{dt}$. Agar kondensator parametrlari vaqt bo'yicha o'zgarmasa va t-D(t) funksiyaning bir qiymatli argumenti, $\frac{dD}{dt} = \frac{\partial D}{\partial t}$ desak va yozish mumkin. $\frac{\partial D}{\partial t} = \frac{1}{S} \frac{dq}{dt}$. Bu

tenglik bilan $j = \frac{1}{S} \frac{dq}{dt}$ taqqoslasak $j = \frac{\partial D}{\partial t}$ yo'zamiz.

Boshqacha aytganda, kandesatorda elektr maydon induksiyasining o'zgarishi qandaydir tok zichligiga teng kuchli. Kandessator har qanday shaklda va tuzilishiga ega bo'ladishi mumkin.

Endi Ostrogratskiy-Gauss teoremasini quyidagicha yo'zamiz: $q = \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds$.

Bundan $\frac{dq}{dt} = \oint_S \frac{\partial D}{\partial t} \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds$ xuddi shunday yo'zishimiz mumkin:

$$\frac{dq}{dt} = J = \oint_S j \cos(\vec{j}, \vec{n}) ds. \text{ Taqqoslab, } j = \frac{\partial D}{\partial t} \text{ yozamiz. Ikkala tomonini } S \text{ ga}$$

ko'paytirib $j \cdot S = S \frac{\partial D}{\partial t}$ yo'zamiz yo'ki $J = \frac{\partial(SD)}{\partial t}$, ya'ni $J = \frac{\partial Fe}{\partial t}$. Bu toklar $J_{\sin} = \frac{\partial Fe}{\partial t}$ o'tkazuvchanlik tokidan farqli siljish toki deyiladi. Zaryad tashishi sodir bo'lmaydi, Dipol orientatsiyasi yo'nalishining o'zgarishi o'rinli, ya'ni dielektr o'zgaruvchan tok chastotasi bilan ritmga kirishadi "qayta qutblanadi". Ma'lumki, $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$, bundan

$$\vec{J} = \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} \text{ quyidagi savollarga javob beramiz:}$$

6. Vakuumda j_{sil} siljish tokini qaysi tashkil etuvchisi aniqlaydi?

- A) $\epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$; B) $\frac{\partial E}{\partial t}$; C) ikkitasi ham.

7. Dielektrikda siljish tokini qaysi tashkil etuvchisi aniqlaydi?

- A) $\epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$; B) $\frac{\partial E}{\partial t}$; C) ikkitasi ham.

8. Dielektrik orqali siljish toki o'tganda, uning qizishi tashkil etuvchilarining qaysi biriga bog'liq.

- A) $\epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$; B) $\frac{\partial E}{\partial t}$; C) ikkitasi ham.

O'zgaruvchan tok vakuum orqali o'tganda issiqlik ajraladimi?

9. Parametrlari $d=1\text{mm}$, $S=100\text{sm}^2$, $\varepsilon=3$ bo'lgan yassi kondensator orqali kuchlanishi $U=100\text{V}$ va chastotasi $f=50\text{Gs}$ o'zgaruvchan tok o'tadi. Dielektrik dipollarning qayta orientatsiyalanishi natijasida 1s da ajralgan issiqlik miqdorini baholang. (dielektr birlik hajmining orientatsiyalanish ishi $A = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon-1)E^2}{2}$, y D ni qarang).

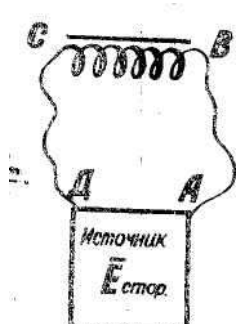
1. $\sim 9 \cdot 10^{-5} \frac{\partial j}{s}$; 2. $\sim 2 \frac{\partial j}{s}$; 3. $\sim 150 \frac{\partial j}{s}$; 4. $\sim 0,2 \frac{\partial j}{s}$.

10. 1 S da kondensator reaktiv qarshiligi qanday energiyani istemol qiladi oldingi masalalardan? K va L masalalarning natijalarini solishtiring, kondensator orqali siljish toki o'tganda "qayta qutblanish" isrofi kamligi ko'rinadi.

2.17. Maksvell tenglamalari

1. Elektr va magnit maydonlar orasidagi bog'lanishni aniqlaydigan birdan-bir hodisa elektromagnit induksiyadir. Induksiy qonuning matematik ko'rinishini eslang va ε_i induksion E.Yu.K kattalikni tahlil qiling. Ta'rifga ko'ra $\vec{E}_{\text{tash}}$ tashqi kuchlar maydonining birlik zaryadni berk kontur bo'yicha ko'chirishda bajargan ishdan iborat (rasm-101). $\vec{E}_{\text{tash}}$ tashqi bilan bir qatorda berk qonturda $\vec{E}_{\text{kul}}$ elektr maydoni ham bo'lishi mumkin, maydon $\vec{E} = \vec{E}_{\text{tash}} + \vec{E}_{\text{kul}}$. Bu ifodani $\varepsilon_\varepsilon = \oint_{ABCD} E_{\text{tash}} \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl$

formullaga qo'ying. Yana eslang, berk kontur bo'yicha Kulon kuchlarining bajargan ishi nimaga teng. Shunday qilib, elektromagnit induksiyasi qonunini ifodalaydigan Maksvellning birinchi tenglamasini hosil qilasiz:



Rasm 101

A) $\oint_L E dl \cos(\vec{E}, d\vec{l}) = \Phi_m$; B) $\oint_L E dl \cos(\vec{E}, d\vec{l}) = \frac{\partial \Phi_m}{\partial t}$;
C) $\oint_L E dl = \frac{\partial \Phi_m}{\partial t}$; D) $\oint_L E dl \cos(\vec{E}, d\vec{l}) = -\frac{\partial \Phi_m}{\partial t}$

Biz Maksvellning birinchi tenglamasini integral shaklda keltirib chiqardik.

1. Maksvell bilan ketma-ket boshqa muhim hodisani qarab chiqamiz elektr tokining magnit maydonini vujudga keltirishini bilamizki, bu hodisa to'la tok qonuni bilan ifodalanadi.

$(\oint H \cos(\vec{H}, d\vec{E}) dl = \sum J)$. Har qanday tok, uning tabiatidan qat'iy nazar (o'tkazuvchanlik, kanveksion, siljish toklari) magnit maydoniga ega bo'ladi. Shuning uchun ko'pchilik uchun umumlashtirib, tenglamani $J_{o'tk}$ uchun ham va J_{sil} uchun ham yozish kerak.

Integral shakldagi yo'zilgan Maksvellning ikkinchi tenglamasini hosil qilamiz:

A) $\oint_L H \cos(\vec{H}, d\vec{l}) dl = J_{o'tk} + J_{sil}$; B) $\oint_L H \cos(\vec{H}, d\vec{l}) dl = -(J_{sil} + J_{o'tk})$;
C) $\oint_L E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = J_{o'tk} + \frac{\partial \Phi_m}{\partial t}$; D) $\oint_L E_e dl = -(J_{o'tk} + \frac{\partial \Phi_m}{\partial t}) \left(\vec{j}_{o'tk} + \frac{d\vec{D}}{dt} \right) ds$.

Ikkinchi tenglamani noto'g'ri yo'zilishini ko'rsating.

3. Elektr va magnit maydonlari uchun Ostrogradskiy-Gauss teoremasini eslang. Bu Maksvellning uchinchi va to'rtinchi tenglamasi bo'ladi.

$$\begin{array}{ll}
 \text{A)} \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds = 0; & \text{B)} \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds = q; \\
 \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds = 0; & \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds = J \mu \mu_0; \\
 \text{C)} \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds = 0; & \text{D)} \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds = q; \\
 \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds = J \mu \mu_0; & \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds = 0;
 \end{array}$$

Keltirilgan to'rtta alternativdan, to'g'ri yo'zilgan ikkita tenglamani tanlang.

4. Shunday qilib, ko'z oldimizda to'rtta tenglamalar sistemasi.

$$\begin{aligned}
 \oint_L E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl &= -\frac{\partial \Phi_m}{\partial t}; \\
 \oint_L H \cos(\vec{H}, d\vec{l}) dl &= J_{o'tk} + \frac{\partial \Phi_e}{\partial t}; \\
 \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds &= q; \\
 \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds &= 0
 \end{aligned}$$

Bu to'rtta tenglamalar vakuumda elektr va magnit maydonlar bilan bog'liq tabiatdagi barcha hodisalarni o'z ichiga oldi. Bu maydonlarning modda bilan ta'sirlashishini ifodalash uchun quyidagi uchta tenglamani qo'shamiz:

$$\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon \epsilon_0}; \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu \mu_0}; \quad \vec{j}_{o'tk} = \frac{1}{\rho} \vec{E}.$$

Vakuum uchun bu etti tenglamani yo'zing.

$$\text{A)} \oint_L E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = -\frac{\partial \Phi_m}{\partial t}; \quad \oint_L H \cos(\vec{H}, d\vec{l}) dl = \frac{\partial \Phi_e}{\partial t}; \quad \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds = q; \quad \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds = 0;$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0}; \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}; \quad \vec{j}_{o'tk} = 0.$$

$$\text{B)} \oint_L E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = -\frac{\partial \Phi_m}{\partial t}; \quad \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds = 0; \quad \oint_L H \cos(\vec{H}, d\vec{l}) dl = \frac{\partial \Phi_e}{\partial t}; \quad \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds = 0;$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0}; \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}; \quad \vec{j}_{o'tk} = 0.$$

$$\text{C)} \oint_L E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = 0; \quad \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds = 0; \quad \oint_L H \cos(\vec{H}, d\vec{l}) dl = 0; \quad \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds = 0;$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0}; \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}; \quad \vec{j}_{o'tk} = 0.$$

$$\text{D)} \oint_L E \cos(\vec{E}, d\vec{l}) dl = -\frac{\partial \Phi_m}{\partial t}; \quad \oint_S D \cos(\vec{D}, \vec{n}) ds = q; \quad \oint_L H \cos(\vec{H}, d\vec{l}) dl = 0; \quad \oint_S B \cos(\vec{B}, \vec{n}) ds = 0;$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0}; \quad \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}; \quad \vec{j}_{o'tk} = 0.$$

To'rtta variantdan qaysi ettinchi tenglama vakuum uchun to'g'ri yo'zilgan.

Eslatma. 1. Elektrodinamika tenglamalar sistemasini aniq masalalarda qo`lash uchun uning boshlang`ich shartlarini hisobga olish kerak. Mazmuni jihatidan elektr elektrotexnika, radiotexnika kurslari, xususiyl holda optika keltirilgan ettita tenglamaga doimo taynadi, har biri o`zining sohasida boshlang`ich va oxirgi chegara shartlaridan foydalanib.

2. Maksvell tenglamalari tartib raqami shartli.

3. Maksvell tenglamalari makroskopik elektrodinamikani tashkil etadi. Ular modadagi mikro jarayo`nlarini ifodalamaydi.

5. Kulon maydoni uchun muhim bitta tenglamani keltirib chiramiz. $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0$ ekanini yana bir eslaylik, u holda birinchi tenglamadan hosil bo`ladi:

$$\frac{\partial E_x}{\partial y} = \frac{\partial E_z}{\partial z}; \frac{\partial E_x}{\partial x} = \frac{\partial E_x}{\partial z}; \frac{\partial E_y}{\partial z} = \frac{\partial E_z}{\partial y}.$$

Analiz kursidan ma`lumki, u holda qandaydir  $\varphi(x, y, z)$  funksiy mavjud bo`lib, uning to`la diferensiyasi $d\varphi = E_x dx + E_y dy + E_z dz$, qaysiki $E_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, E_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, E_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z}$.

$\varphi(x, y, z)$ funksiyaga maydon potentsiali deyiladi. Uchinchi tenglamaga E_x, E_y, E_z larning qiymatlarini qo`yib, hosil qilamiz:

$$A) \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{\rho_q}{\epsilon \epsilon_0}; \quad B) \frac{\partial \varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy + \frac{\partial \varphi}{\partial z} dz = \frac{\rho_q}{\epsilon \epsilon_0}; \quad C) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = \frac{\rho_q}{\epsilon \epsilon_0}.$$

Bu Puoson tenglamasi. Bu elektrostatik maydon kuch chiziqlarining uzluksiz va berk emasligi bilan bog`liq.

6. Doimiy magnit maydoni bo`lgan hol uchun ikkinchi tenglamani dieffersial shaklda yo`zing.

$$A) \left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) \vec{k} = 0;$$

$$B) \left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) \vec{k} = J_{o'tk};$$

$$C) \left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) \vec{k} = J_{sil}.$$

7. Shunday qilib, ko`z oldimizda vaqt bo`yicha doimiy magnit maydoni, ya`ni  $\vec{B} \neq f(t)$ . U holda  $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0$ , yana o`zgaruvchan elektr maydond yo`q, ya`ni

$\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = 0$. Baribir bu $J_{o'tk}$ mavjudligi inkor eta olmaydi va shu bilan birgalikda o`ng tomoni  $J_{o'tk}$  ko`rinishdagi ikkinchi tenglamaning mavjudligi. Lekin uholda bir vaqtda uchta tenglamaning bajarilishi mumkin emas $\frac{\partial H_x}{\partial y} = \frac{\partial H_y}{\partial x}; \frac{\partial H_z}{\partial x} = \frac{\partial H_x}{\partial z};$

$$\frac{\partial H_y}{\partial z} = \frac{\partial H_z}{\partial y}. \text{ Eng kamida bittasi bajarilmaydi. Lekin bu degani } \varphi(x, y, z)$$

funksiya mavjud emas, uning to`la differensial  $d\varphi = H_x dx + H_y dy + H_z dz$ . Boshqa so`z bilan aytganda magnit maydoni potentsialga ega emas, u uyurmali. U uchun Puasson

tenglamasini ham keltirib chiqarib bo'lmaydi. Uning kuch chiziqlari berk egrichiziqlar.

8. Ko'rinib turibdi: $(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z})\vec{i} + (\frac{\partial H_y}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial y})\vec{j} + (\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y})\vec{k}$ vektor nolga teng

emas. Bu vektorni uyurmali yo'ki rotor deyiladi va $\text{rot } \vec{H}$ bilan belgilanadi.

(Harakatda suyuqlik molekulasini $\vec{V}$ tezlik maydon $\text{rot } \vec{V}$ nolga teng bo'lmagan hol suyuqligida uyurmalar vujudga kelganini ko'rsatadi, a $\text{rot } \vec{V} = 0$ laminar oqish). Magnit maydonning uyurmali xarakateri qanday fraktorga bog'liq?

A) Zaryadning harakati suyuqliklardagi molekulalarning harakatiga o'xshaydi, axir magnit maydoni zaryadlar harakatining natijasi.

B) Shu sababli magnit maydon faqat berk chiziqqa ega.

C) Shu sababli magnit maydon qo'zg'almas elektr zaryadlariga ta'sir ko'rsatmaydi.

9. Nima prinsipdan bitta o'zgaruvchiga ega bo'lgan tenglama yordamida ifodalanadigan doimiy magnit maydoni yaratish mumkin emas?

Bunday maydon bir jinsli bo'la oladi.

A) Kuch chiziqlar berk, ular doimo to'g'ri emas, demak ular ikki ulchamli yo'ki uch ulchamli.

B) Shunday qilib, ikkinchi tenglamaning o'ng tomoni nolga teng emas va chapi hali nol emas, bu mumkin, agar eng bo'lmaganda uchta kattalik (x,y,z) dan ikkitasi o'zgaruvchan bo'lsa.

C) Magnit maydonining qat'iy bir jinslilikka erishib bo'lmaydi, chunki haqiqiy vacuum mavjud emas, har qanday modda magnit xossaga egaki, u maydonini o'zgartiradi.

Eslatma. Fiziklar va muxandislar maxsus magnit qutblari yo'rdamida kichik sohada amalda bir jinsli magnit maydoni hosil qilishga erishdilar.

2.18. Elektromagniy to'lqinlar

1. Maksvellning to'rtta tenglamasidan ikkita bir-biri bilan bog'langan tenglamalar tizimi hosil bo'ladi:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}; \quad \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}.$$

Xud dagi tenglamalar bilan bularning har birini taqqoslash $\vec{E}$ o'zgaruvchan elektr va $\vec{H}$ o'zgaruvchan magnit maydonlarning to'lqinsimon tarqalishi haqidagi fikrga olib keladi. Bu maydonlar qo'shilishib elektromagnit to'lqinni hosil qiladi, u fozada barcha yo'nalishlar bo'yicha tarqaladi. Sferik to'lqining ba'zibir xossalarini aniqlaymiz. XVII A va XUD tenglamalarning o'ng tomonlarini taqqoslab, to'lqining tarqalish tezligi formullasini berish mumkin:

$$A) v = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0; \quad B) v = \sqrt{\varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0}; \quad C) v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0}}; \quad D) v = \frac{1}{\varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0}.$$

Vakuum uchun v tezlikni hisoblang:

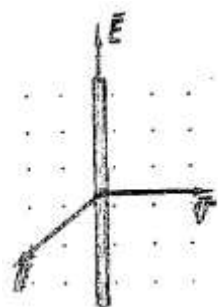
$$A) 3 \cdot 10^6 \frac{m}{s}; \quad B) 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}; \quad C) 3 \cdot 10^{10} \frac{m}{s}; \quad D) 8000 \frac{m}{s}.$$

eslatamiz, universal elektr doimiylik $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{M} = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \frac{F}{M}$; universal magnit doimiylik $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Gn}{M}$; vakuum uchun $\varepsilon = \mu = 1$. Vakuumda elektromagnit to'liq tezligi uchun hosil qilingan qiymat ham halqaro konstantadir. U C harfi bilan belgilanadi. Tezlik C dan ortib ketmasligini nisbiylik nazariyasi tasdiqlaydi.

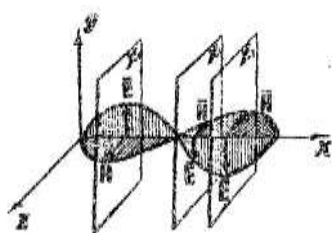
B. Bizni $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlarning o'zaro joylashishi qiziqtiradi. Eslaylik, elektromagnit to'liq tenglamasi Maksvellning birinchi ikki tenglamasidan hosil qilingan, ular o'z navbatida to'la tok (Bio-Savar-Laplas qonuniga etishgan) va elektromagnit induksiy qonunlari umumlashishdan kelib chiqqan. Bio-Savar-Laplas qonunining vektor

ko'rinishida yo'zilishini keltiramiz: $d\vec{H} = \frac{J}{4\pi r^3} [d\vec{l}, \vec{r}]$, bu erda $d\vec{l}$ vektor J tok bo'yicha yo'nalgan. Bu shuni ko'rsatadiki, $\vec{H}$ tokka yo'ki uni quvatlovchi $\vec{E}$ maydonga perpendikulyar.

Elektromagnit induksiy qonunini o'rganib, shunga ishonch hosil qildiki, $\vec{H}$ maydonda chapdan o'nga (chizmadan biz tomon yo'nalgan) harakatlanayotgan o'tkazgichda yuqoriga yo'nalgan induksion E.Yu.K hosil bo'ladi. (102-rasm) $\vec{E}$ va



Rasm 102



Rasm 103

$\vec{H}$ vektorlarning perpendikulyar ekanini yana ko'ramiz. Maksvell nazariyasida umumlashgan bu va bunga o'xshash eksperimental faktlar $\vec{H} \perp \vec{E}$ ekanini ishontiradi. $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlar har bir yo'nalishining tezlik vektoriga nisbatan o'zaro joylashishi haqida masala simmetrik mulohazalar orqali echiladi. Bu vektorlardan birortasi $\vec{V}$ ga

perpendikulyar bo'lsa, tabiiyki ikkinchini ham xuddi shunday bo'ladi. Bu haqda tajribalar so'zlaydi, masalan (102- rasm) dagi tajriba. Barcha xulosalarni analitik ravishda Maksvell tenglamalaridan olish mumkin. Hisoblashni osonlashtirish uchun uch o'lchamli sferik to'liqlik emas, Ox o'qi bo'yicha harakatlanayotgan ikki o'lchamli yassi to'liqini qaraymiz. Maxsus qurilmalar yordamida bunday to'liqlar hosil qilinadi.

3. Faraz qilaylik, yassi to'liq chapdan o'nga tarqalgan bo'lsin. OY va OZ yo'nalishlar bo'yicha to'liq frontlari mavjud emas, to'liq faqat absissa X ga bog'liq boladi. Shuning uchun ayrim o'zgaruvchilar bo'yicha hosila olinmaydi. U holda tenglama qanday yo'ziladi?

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}; \quad \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}?$$

A) $\frac{\partial^2 E}{\partial y^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2};$

B) $\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2};$

$$\begin{array}{ll}
 \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}; & \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}; \\
 \text{C) } \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}; & \text{D) } \frac{\partial^2 E}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}; \\
 \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}; & \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}
 \end{array}$$

4. Agar topilgan ikki tenglamani $\vec{E}$ va $\vec{H}$ x,y,z o'qlardagi tashkil etuvchilari uchun tadbiq etsak, ular yana ham sodda ko'rinishga ega bo'ladi. O'z navbatida OY va OZ o'qlarini shunday burdikki, $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlar tebranayo'tgan tekislik bilan mos kelsin. Shuning uchun $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlarning ayrim o'qlardagi prosesi nolga teng. Aynan qaysilari?

A) E_x, E_z, E_y ; B) E_x, E_y ; C) E_x, E_z ; D) E_y, E_z .
 H_x, H_y ; H_x, H_y, H_z ; H_x, H_y ; H_y, H_z .

5. Shunday qilib, §17 B da hosil qilingan tenglamalar quyidagi ko'rinishni oladi ($\vec{E}$ va $\vec{H}$ larning noldan farq qiluvchi tashkil etuvchilarini yozing).

$$\begin{array}{lll}
 \text{A) } \begin{cases} \frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2} \\ \frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H_z}{\partial t^2} \end{cases} & \text{B) } \begin{cases} \frac{\partial^2 E_z}{\partial x^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E_z}{\partial t^2} \\ \frac{\partial^2 H_z}{\partial x^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H_z}{\partial t^2} \end{cases} & \text{C) } \begin{cases} \frac{\partial^2 E_x}{\partial x^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 E_x}{\partial t^2} \\ \frac{\partial^2 H_x}{\partial x^2} = \varepsilon \varepsilon_0 \mu \mu_0 \frac{\partial^2 H_x}{\partial t^2} \end{cases}
 \end{array}$$

Yassi to'lqin tenglamasi boshqacha ko'rinishni olgan bo'lar edi, agar koordinata sistemasini boshqacha joylashtirganimizda.

Bu biroq $\vec{E}$ va $\vec{H}$ orasidagi izlanayo'tgan va tabiatdagi mavjud munosabatlarga mavjud ta'sir ko'rsata olmaydi.

6. §17 D dagi tenglamaning yechimini quyidagi funksiy ko'rinishda izlaymiz:

$$1. E_y = f(x, t) = E_{maks} \sin[\omega(t - \frac{k}{v}) + \varphi_1];$$

$$H_y = f(x, t) = H_{maks} \sin[\omega(t - \frac{k}{v}) + \varphi_2].$$

§17 D tenglamaning yechimi aynan shunday ko'rinishda ekanini matematika tasdiqlaydi. Bundan foydalanib, bu ikki funksiyadan x va t bo'yich birinchi tartibli hosilasini olamiz va ularni Maksvellning birinchi ikki tenglamasiga keltirib qo'yamiz (§17 D). Oldin E_y funksiyasini x bo'yicha differensiallaymiz.

$$\begin{array}{ll}
 \text{A) } \frac{\partial E_y}{\partial x} = \frac{\omega}{v} E_{maks} \cos[\omega(t - \frac{x}{v}) + \varphi_1]; & \text{B) } \frac{\partial E_y}{\partial x} = -\frac{\omega}{v} E_{maks} \cos[\omega(t - \frac{x}{v}) + \varphi_1]; \\
 \text{C) } \frac{\partial E_y}{\partial x} = \omega E_{maks} \cos[\omega(t - \frac{x}{v}) + \varphi_1]; & \text{D) } \frac{\partial E_y}{\partial x} = -\omega E_{maks} \cos[\omega(t - \frac{x}{v}) + \varphi_1].
 \end{array}$$

H_z ni t va x bo'yicha defferensiallashda ham shunday natijalarni olamiz.

7. Biz tanlagan holda ba'zi bir proeksiy va hosilalar nolga tengligini esga olib, endi Maksvellning birinchi tenglamasini soddalashtiramiz. Birinchi tenglama quyidagicha yo'ziladi.

$$\left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z}\right)\vec{i} + \left(\frac{\partial H_y}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial y}\right)\vec{j} + \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y}\right)\vec{k} = -\left(\frac{\partial B_k}{\partial t}\vec{i} + \frac{\partial B_y}{\partial t}\vec{j} + \frac{\partial B_z}{\partial t}\vec{k}\right); \text{ yoki}$$

$$\left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z}\right)\vec{i} + \left(\frac{\partial H_y}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial y}\right)\vec{j} + \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y}\right)\vec{k} = \mu\mu_0\left(\frac{\partial B_k}{\partial t}\vec{i} + \frac{\partial B_y}{\partial t}\vec{j} + \frac{\partial B_z}{\partial t}\vec{k}\right).$$

Nolga teng kattaliklarni chiqarib tashlab, hosil qilamiz:

$$A) \frac{\partial E_y}{\partial x} = -\mu\mu_0 \frac{\partial H_z}{\partial t}; \quad B) \frac{\partial E_z}{\partial x} = -\mu\mu_0 \frac{\partial H_y}{\partial t}; \quad C) \frac{\partial E_x}{\partial x} = -\mu\mu_0 \frac{\partial H_x}{\partial t}.$$

8. Shu yo'l bilan Ikkinchi tenglamani soddalashtiring.

$$A) \frac{\partial E_y}{\partial x} = -\varepsilon\varepsilon_0 \frac{\partial H_z}{\partial t}; \quad B) \frac{\partial E_z}{\partial x} = -\varepsilon\varepsilon_0 \frac{\partial H_y}{\partial t}; \quad C) \frac{\partial E_x}{\partial x} = -\varepsilon\varepsilon_0 \frac{\partial H_x}{\partial t}.$$

9. H_z va H_y funksiyalarning x va t bo'yicha hosilalariga soddalashtirilgan birinchi va ikkinchi tenglamalarni keltirib qo'yamiz:

$$A) \begin{cases} \left(-\frac{\omega}{v}\right)E_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_1\right] = \varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0 H_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_2\right] \\ \left(-\frac{\omega}{v}\right)H_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_2\right] = \varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0 E_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_1\right] \end{cases};$$

$$B) \begin{cases} \left(-\frac{\omega}{v}\right)E_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_1\right] = \varepsilon\varepsilon_0\omega H_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_1\right] \\ \left(-\frac{\omega}{v}\right)H_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_2\right] = \varepsilon\varepsilon_0\omega E_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_2\right] \end{cases};$$

$$C) \begin{cases} \left(-\frac{\omega}{v}\right)E_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_1\right] = \varepsilon\varepsilon_0\omega H_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_2\right] \\ \left(-\frac{\omega}{v}\right)H_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_2\right] = \varepsilon\varepsilon_0\omega E_{maks} \cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi_1\right] \end{cases}.$$

10. Sistemadagi ikki tenglama bir-birini qanoatlantirishi uchun, zarur: a) kosinuslarning argumenti mos tushsin, ya'ni φ_1 teng φ_2 ga. Bu shuni anglatadiki, $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlar hamma vaqt bir fazada tebranadi. $\vec{E}$ va $\vec{H}$ vektorlar maksimum va minimumlarga bir xil vaqtda erishadi; b) $-\frac{\omega}{v}E_{maks}$ ifoda $\mu\mu_0\omega H_{maks}$ ga teng bo'lishi uchun $-\frac{\omega}{v}H_{maks}$ ifoda $\varepsilon\varepsilon_0\omega E_{maks}$ ifodaga teng bo'lishi kerak. Bu tenglamalarni qayta ko'paytirib, E_{maks} va H_{maks} amplituda qiymatlari orasidagi sonli munosabatni topamiz.

$$A) E_{maks}^2 \varepsilon\varepsilon_0 \mu\mu_0 = H_{maks}^2; \quad B) E_{maks}^2 \varepsilon\varepsilon_0 = H_{maks}^2 \mu\mu_0;$$

$$C) E_{maks}^2 = \varepsilon\varepsilon_0 \mu\mu_0 H_{maks}^2; \quad D) E_{maks}^2 \mu\mu_0 = H_{maks}^2 \varepsilon\varepsilon_0$$

Shunday qilib, ikkala to'liqlar bir fazada bo'lganligi uchun ularni quyidagicha yo'zamiz. $E = E_{maks} \sin\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)$; $H = H_{maks} \sin\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)$. Shuning uchun E_{maks} va H_{maks} lar orasidagi munosabat E va H larning ikkita ixtiyoriy oniy qiymatlari uchun to'g'ri bo'ladi.

11. Elektr maydon energiyasining hajmiy zichlik formulasini eslaylik $w_e = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2}$ va magnit maydoni uchun ham $w_m = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}$.

§17 K da hosil qilingan E va H lar orasidagi munosabatni kiritamiz va elektromagnit maydon energiyasi zichlik formulasini hosil qilamiz: $w_{et} = w_e + w_m$.

A) $w_{em} = \varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0 EH$; B) $w_{em} = \varepsilon\varepsilon_0 E^2$; C) $w_{em} = \mu\mu_0 H^2$; D) $w_{em} = \sqrt{\varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0} EH$.

Noto'g'ri ifodani ko'rsating.

12. Agar energiyasining hajmiy zichligini v oqim tezligiga ko'paytirsak oqim zichligi (W.v) kelib chiqadi; V ni $\varepsilon, \varepsilon_0, \mu, \mu_0$ lar orqali ifodalaymiz va $\vec{V}$ tezlik yo'nalishida elektromagnit to'lqinlar olib o'tadigan S energiya oqimining hajmiy zichlik formulasini hosil qilamiz.

A) $S = \varepsilon^2 \varepsilon_0^2 \mu^2 \mu_0^2 EH$; B) $S = EH$; C) $S = \sqrt{\varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0} EH$; D) $S = \frac{EH}{\varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0}$.

Vektor ko'rinishida $\vec{S} = [\vec{E} \times \vec{H}]$. Bu vektorning yo'nalishi aniq $\vec{V}$ ning yo'nalishi bilan mos tushadi. $\vec{S} = [\vec{E} \times \vec{H}]$ vektorga Umov-Poyeting vektori deyiladi.

Topshiriqlarga javoblar.

§1. A. -; B. 2; V. 5; G. 4; D.4; E. 1; J. 2; Z. 2; I. 1; K. 4; L. -; M. 2;3.

§2. A. 1; B. 1; V. 2,3,5; G. 4; D.3; E. 3; J. 4; Z. 1; I. 3; K. 1; L. 3; M. 2.

§3. A.4; B. 2,5; V. 1; G. 2; D. 3; E. 3; J. 1; Z. 3.

§4. A.2; B. 2; V. 2; G. 3; D. 4; E. 3; J. 4; Z. 4; I. 1.

§5. A.4; B. 2; V. -; G. -,4,1,2; D. 3.

§6. A. 2; B. 2; V.2; G. 3; D.4; J. 3; Z.3; I. 2; K. 1; L.4; M.4; N. 3; O.4; P.3; F. 3.

§7. A.3; B. 4; V. 2; G. 1; D.2,4; E. 2; J.-; Z. 3; I. 3; K. 4; L. 1; M. 2; N. 1.

§8. A.4; B.3; V.3; G.3; D.4; E.4; J.3; Z.4; I.1; K.2; L.3; M.4; N.2; O.4; P.4.

§9. A.4; B.2; V.2; G.2; D.1; E.4; J.2; Z.2; I.3; K.4; L.2; M.3; N.3; O.3; P.1; R.2.

§10. A.2; B.2; V.3; G.4; D.4.

§11. A.2,4; B.1; V.3,2; G.2,4,4,4; D.1; E.3; J.2; Z.4,3; I.1; K.4; L.1.

§12. A.2; B.3; V.3,4,5; G.4; D.2; E.5; J.4; Z.3; I.4; K.2; L.3; M.3; N.2,1; O.4.

§13. A.1; B.2; V.3; G.3; D.4; E.-; J.3,1; Z.4; I.1; K.3,4.

§14. A.3; B.2; V.2; G.2; D.4; E.1; J.1; Z.3; I.4; K.3; L.3; M.4; N.1; O.3; P.2; R.3; C.1; T.1,3; V.2,1; F.2; X.2; S.1.

§15. A.-; B.12; V.-; G.2; D.2; E.-; J.1; Z.3; I.2; K.1; L.3.

§16. A.4; B.2,4; V.4; G.1; D.-; E.1; J.3; Z.-; I.3; K.3; L.2; M.-; N.2; O.3.

§17. A.3,2; B.-; G.3; D.1; E.2,3; J.1; Z.2; I.3; K.2; L.1; M.2.

ADABIYOTLAR

1. S. G. Kalashnikov. Elektr. Toshkent. O'qituvchi nashriyoti. 1974.
2. S. E. Frish, A. V. Timoreva. Umumiy fizika kursi. Tom II. O'qituvchi nashriyoti.
3. I. V. Savelev. Umumiy fizika kursi. Tom II. O'qituvchi nashriyoti.
4. A. H. Матвеев. Электричество и магнетизм. Москва. Высшая школа. 1983.
5. И.И. Вербицкий. Электростатика и электромагнетизм. Минск. 1961.

MUNDARIJA

	Kirish	3
I	MA'RUZALAR BO'YICHA QISQACHA TUSHUNCHALAR VA O'Z-O'ZINI NAZORAT QILUVCHI KARTOCHKALAR.	4
1.1.	Elektr toklarining o'zaro ta'siri.	6
1.2.	Magnit maydon materiyaning maxsus turi ekanligi.	8
1.3.	Magnit maydon kuch chiziqlari.	10
1.4.	To'g'ri tokli o'tkazgichning magnit maydoni. Vint qoidasi.	12
1.5.	Aylanma tokning va tokli g'altak (Solenoid) ning magnit maydoni. Tokli g'altak magnit qutblarining joylashini aniqlash qoidasi.	14
1.6.	Magnit maydonining tokli o'tkazgichga ta'siri. Chap qo'l qoidasi.	16
1.7.	Magnit induksiya. Magnit induksiyaning o'lchov birligi.	18
1.8.	Magnit oqimi. Magnit oqimining o'lchov birligi.	20
1.9.	Magnit induksiyaning magnit maydonini yuzga keltiruvchi tokka bog'liqligi.	22
1.10.	Muhitning magnit singdiruvchanligi. Magnit singdiruvchanligining o'lchov birligi. Magnit doimiylik.	24
1.11.	Magnit maydon kuchlanganligi. Kuchlanganlikning o'lchov birligi. To'g'ri tok va g'altak magnit maydon kuchlanganlik formulalari.	26
1.12.	Parallel toklarning o'zaro ta'siri. Halqaro birliklar sistemasida amperning ta'rifi.	28
1.13.	Magnetiklar (diamagnit, paramagnit va ferromagnit moddalar).	30
1.14.	Doimiy va o'zgaruvchan magnit maydonlari. Ferromagnetiklarning magnitlanishi.	33
1.15.	Elektr o'lchov asboblari. Tuzilishining umumiy prinsiplari.	35
1.16.	Magnitoelektrik sistemadagi elektr o'lchov asboblari.	38
1.17.	Elektromagnit sistemadagi elektr o'lchov asboblari.	40
1.18.	Elektromagnit induksiya hodisasi.	42
1.19.	Berk konturga kiruvchi magnit oqimining o'zgarishidagi elektromagnit induksiya.	44
1.20.	Magnit maydonida to'g'ri tokning harakati tufayli yuzaga kelgan induksion elektr yurituvchi kuch. O'ng qo'l qoidasi.	46
1.21.	Elektromagnit induksiya qonunining ikki ko'rinishi.	48
1.22.	Lens prinsipi.	50
1.23.	Uyurmali toklar (Fuko toki).	52
1.24.	O'zinduksiya hodisasi. Induktivlik. Induktivlikning o'lchov birligi.	54
1.25.	O'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi.	56
1.26.	Sinusoidal o'zgaruvchan tok. Davr va chastota.	58
1.27.	Bir jinsli magnit maydonida ramka aylanganda hosil bo'ladigan E.Yu.K.	60
1.28.	O'zaro induksiya hodisasi. Transformator.	62
II	MUSTAQIL ISH TOPSHIRIQLARI	62
2.1.	Elektr zaryadi. Kulon qonuni.	63
2.2.	Elektr maydoni kuchlanganligi. Superpozitsiya prinsipi.	64
2.3.	Ostragradskiy –Gauss teoremasining qo'llanilishi.	67

2.4.	Potensial va potensiallar ayirmasi.	71
2.5.	Elektr sig‘imi va kondensatorlar.	73
2.6.	Elektr maydon energiyasi.	74
2.7.	Metallarning elektr o‘tkazuvchanligi.	77
2.8.	Om, Joule-Lenz va Kirgof qonunlari.	79
2.9.	Doimiy magnitning magnit maydoni.	82
2.10.	Doimiy tokning magnit maydoni.	85
2.11.	To‘la tok qonuni.	88
2.12.	Zaryadlangan zarrachaning elektrostatik maydondagi harakati	92
2.13.	Zaryadlangan zarrachaning magnitostatik maydondagi harakati	95
2.14.	Zaryadlangan zarrachaning elektr va magnit maydondagi harakatiga doir masalalar. Tezlatkichlar.	97
2.15.	Elektromagnit induksiyasi hodisasi.	100
2.16.	O‘zgaruvchan tok qonunlari. Elektromagnit tebranishlari.	101
2.17.	Vektor analizga tegishli bo‘lgan ba’zi bir formula va tushunchalar. Siljish toki.	106
2.18.	Maksvell tenglamalari.	109
2.19.	Elektromagnit to‘lqinlar.	112
	Topshiriqlarga javoblar.	116
	Adabiyotlar	117

“UMUMIY FIZIKA (ELEKTR VA MAGNETIZM)” KURSI BO‘YICHA MUSTAQIL ISH UCHUN TOPSHIRIQLAR”

Muharrir: *Q. Meliyev*

Musahhih: *M. Ro‘ziboyev*

Tex.muharrir: *O.Arnst*

Buyruq № 68, 19.06.08. 2010-yil 16-yanvarda original-maketdan bosishga ruxsat yetildi. Bichimi 60x84/ 1,16. “Times New Roman” garniturasida. Ofset qog‘ozida. Ofset bosma usulida bosildi. Shartli bosma tabog‘i 7,5. Nashriyot hisob tabog‘i 4,4. Adadi 50 nusxa. 003-buyurtma.

***SamDU bosmaxonasida chop yetildi.
140104, Samarqand sh., Universitet xiyoboni, 15.***