

13-Ma'ruza

MAGNIT MAYDONI VA MODDANING MAGNIT XOSSALARI

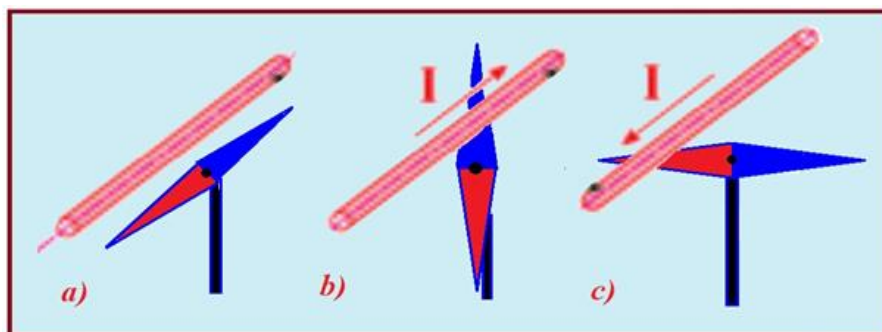
Reja:

1. **Magnit maydoni.**
2. **Magnit induksiya vektori.**
3. **Lorens kuchi.**
4. **Amper qonuni.**
5. **Magnit maydonidagi tokli kontur.**
6. **Magnit momenti.**
7. **Elektr va magnit maydonlarida zaryadlangan zarrachaning harakati.**

1. Magnit maydoni. Daniyalik fizik X. Ersted (1777 - 1851) elektr zaryadi atrofida elektr maydoni mavjud bo'lganidek, elektr toki atrofida ham o'ziga xos kuch maydoni mavjudligini aniqladi. U elektr toki maydonining magnit strelkasiga ta'sirini o'rgangani uchun ham (1819 y) bu maydonni magnit maydoni deb atadi. Magnit maydoni faqat elektr toki atrofida (ya'ni elektr zaryadlarining harakati natijasida) vujudga keladi va harakatdagi elektr zaryadiga yoki o'zgarmas magnetikka ta'sir ko'rsatadi. Magnit maydoni materiyaning maxsus shakli bo'lib, u orqali harakatdagi zaryadlangan zarralarning yoki magnit momentiga ega bo'lgan jismlarning o'zaro ta'siri amalga oshiriladi.

Magnit maydonining vujudga kelishini o'rganish maqsadida magnit strelkasini tokli o'tkazgich yoniga keltiramiz. O'tkazgichdan tok o'tmaganda strelka shimol va janubni ko'rsatib ma'lum yo'nalishda joylashib turadi (13.1, *a* - rasm). Agar o'tkazgichdan tok o'tkazilsa strelka joylashuvining o'zgarishi kuzatiladi (13.1, *b* - rasm).

Bunga sabab tokli o'tkazgich atrofida vujudga kelgan kuch maydonigina bo'lishi mumkin. Agar o'tkazgichdan o'tayotgan tokning yo'nalishini o'zgartirsak magnit strelkasining joylashuvi ham teskarisiga o'zgaradi (13.1, *c* - rasm). Bu esa tokli o'tkazgich atrofidagi maydon ta'sirining teskarisiga o'zgarishining natijasidir.



13.1-rasm. O'tkazgich orqali elektr toki o'ganida magnit strelkasining og'ishi.

2. Magnit induksiya vektori. Maydonning biror nuqtasiga turli xil magnit momentli tokli konturlarni joylashtirib ko'raylik. Ma'lum bo'lishicha ularga ta'sir etadigan aylantiruvchi momentlar ham turlicha bo'ladi. Lekin ularning nisbati

$$B = \frac{M_{\max}}{P_{\max}} \quad (13.1)$$

o'zgarmas kattalik bo'lib qolaveradi. Demak bu kattalik maydonning shu nuqtasini xarakterlovchi kattalik bo'lib unga **magnit induksiyasi** deyiladi.

Magnit induksiyasi vektor kattalik bo'lib (13.1) uning modulini aniqlaydi. Magnit maydonini to'la tavsiflash uchun esa har bir nuqtasi uchun magnit induksiyasining kattaligi va yo'nalishini aniqlash kerak. Magnit induksiya vektorining yo'nalishi tashqi magnit maydonining yo'nalishi bilan mos keladi.

Umumiy holda (13.1) ga asosan aylantiruvchi moment M ning tokli konturning joylashuviga bog'liqligi quyidagicha

$$M = BP_m \sin \alpha \quad (13.2)$$

Magnit induksiya SI dagi birligi –Tesla (Tl) bo'lib u N.Tesla sharafiga shunday nomlangan.

$$B = \frac{M}{P} = \frac{1N \cdot m}{1A \cdot 1m^2} = 1 \frac{N}{A \cdot m} = 1Tl$$

1 Tl shunday magnit maydonining induksiyasiki, undagi 1A tok oqayotgan $1m^2$ yuzali konturga 1 N·m aylantiruvchi moment ta'sir qiladi.

3. Lorens kuchi. Magnit maydonda v tezlik bilan harakatlanayotgan q elekt zaryadiga ta'sir etadigan kuchga Lorens kuchi deyiladi va u quyidagiga teng:

$$F_L = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha \quad (13.3)$$

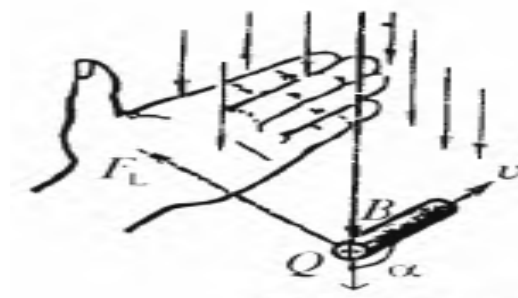
bu yerda B- zaryad harakatlanayotgan maydonning induksiyasi, α - zaryadning harakat tezligi vektorini v va magnit maydon induksiya vektorini B orasidagi burchak.

Lorens kuchining yo'nalishi. Lorens kuchining yo'nalishi harakatlanayotgan musbat zaryad uchun chap qo'l qoidasiga asosan aniqlanadi.

Chap qo'l qoidasi. Agar magnit induksiya vektorlari chap qo'limizning kaftiga tik kirayotgan, musbat zaryadning harakat yo'nalishi esa ochilgan barmoqlar tomonga yo'nalgan bo'sa, unda bosh barmoqning yo'nalishi Lorens kuchining yo'nalishini ko'rsatadi (13.2-rasm).

Lorens kuchi o'ziga hos xususiyatlarga ega:

- 1) Faqat harakatdagi zaryadlarga ta'sir qiladi;
- 2) U ish bajarmaydi, ya'ni zaryadlarning energiyasini o'zgartirmaydi.
- 3) Zaryadlarning tezlik qiymatini o'zgartirmaydi, faqar harakat traektoriyasini, ya'ni tezlik yo'nalishini o'zgartiradi.



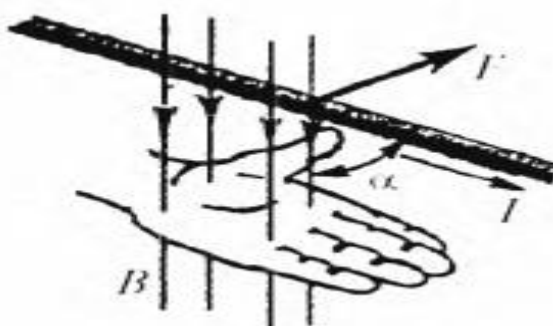
13.2-rasm. Lorens kuchining yo‘nalishi.

4. Amper qonuni. Magnit maydonning mavjudligini namoyon etishning usullaridan biri uning tokli o‘tkazgichga ta’siridir. 1820- yil A.Amper magnit maydonidagi tokli o‘tkazgichga ta’sir kuchini aniqlovchi qonunni yaratdi. **Induksiyasi B bo‘lgan bir jinsli magnit maydonida joylashtirilgan tokli o‘tkazgichga, o‘tkazgich bo‘lagining uzunligi Δl ga, undan oqayotgan tok kuchi I ga va magnit maydonning induksiyasi B ga proporsional kuch ta’sir qiladi.**

$$F = B \cdot I \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha \quad (13.4)$$

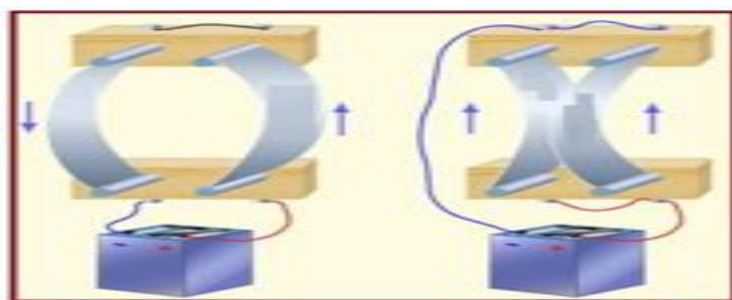
bu yerda α - o‘tkazgichdagi tok va B vektor yonalishlari orasidagi burchak.

Chap qo‘l qoidasi. Magnit maydonda joylashtirilgan tokli o‘tkazgichga ta’sir etuvchi kuchning yo‘nalishini aniqlash uchun chap qo‘l qoidasidan foydalaniladi: **chap qo‘limizni magnit maydonda shunday joylashtiraylikki, magnit induksiya chiziqlari kaftimizga tik kirsam, uzatilgan to‘rtta barmog‘imiz o‘tkazgichdagi tok yo‘nalishi bilan mos kelsa, unda ochilgan bosh barmoq magnit maydonda joylashtirilgan tokli o‘tkazgichga ta’sir etayotgan kuchning yo‘nalishini ko‘rsatadi** (13.3-rasm).



13.3-rasm. Amper kuchining yo‘nalishi.

5. Magnit maydonidagi tokli kontur. Ikkita parallel otkazgichlar orqali tok o‘tkazib ko‘ramiz. Agar I_1 va I_2 toklar bir xil yo‘nalishda oqsa o‘tkazgichlar o‘zaro tortishishganini, qarama-qarshi yo‘nalishda oqqanda esa itarishganini ko‘ramiz (13.4-rasm). Bizga ma’lumki, harakatsiz elektr zaryadlari orasidagi o‘zaro ta’sir elektr maydoni vositasida amalga oshiriladi. Unda tokli o‘tkazgichlar orasidagi ta’sir qanday amalga oshadi degan savol tug‘iladi.



13.4-rasm. Ikkita parallel o'tkazgichlardagi toklarning o'zaro ta'sirlashishi.

Fransuz fizigi A. Amperning xulosasiga ko'ra elektr toklari bir-birlari bilan Kulon xarakteriga ega bo'lmagan kuchlar bilan ta'sirlashadi.

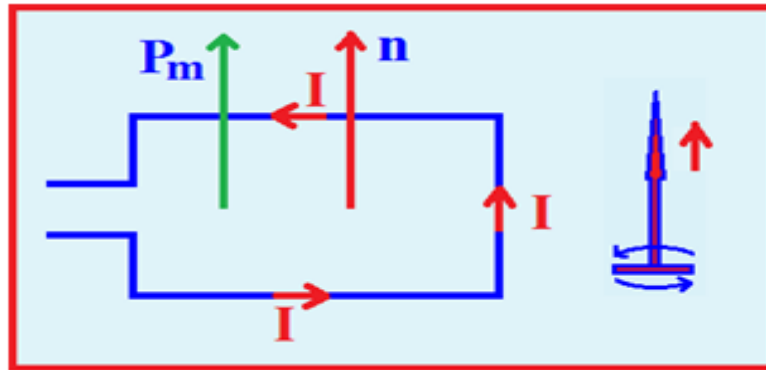
Tokli o'tkazgichlar, yani harakatdagi elektr zaryadlari orasidagi o'zaro tasirga magnit ta'sirlari deyiladi. Tokli o'tkazgichlarning bir-biriga o'zaro ta'sir kuchi esa magnit kuchlari deyiladi. Magnit ta'sir kuchlarining vujudga kelishiga sabab tokli o'tkazgich atrofida vujudga keladigan magnit maydonidir. Magnit maydoni ham elektr maydoni kabi elektromagnit maydonning xususiy namoyon bo'lishidir. Harakatsiz zaryadlar magnit maydoni hosil qilmaydi. Faqat harakatdagi zaryadlar (elektr toki) va magnetiklarga magnit maydoni hosil qiladi. Shuning uchun ham magnit maydoni faqat ular bilangina o'zaro ta'sirlashishi mumkin.

O'zgarmas magnetiklar maydonini o'rganish ular ikkita: shimoliy N (inglizcha-North) va janubiy S (inglizcha-Sorth) qutblarga ega ekanligini ko'rsatdi. Bir xil ismli qutblar bir-birini itarishadi, turli xil ismlilari esa tortishishadi. Magnetiklar qanchalik maydalanmasin baribir ikki xil qutbga ega bo'lib qolaveradi.

Ularning qutblarini ajratish mumkin emas ekan, tabiatda alohida magnit zaryadlari ham bo'lishi mumkin emas. Magnetiklarning mavjudligini tushuntirish uchun esa Amper quyidagi gipotezani olg'a surdi. Unga ko'ra moddalarning molekullari va atomlari ichida elementar elektr toklari aylanadi va elementar magnit maydoni hosil qiladi. Agar bu elementar toklar bir-birlariga nisbatan betartib joylashishgan bo'lsa, ularning maydonlari bir-birlarini o'zaro kompensatsiyalaydi va jism hech qanday magnit xususiyatlariga ega bo'lmaydi. Magnetiklarda esa elementar toklar va demak ularning magnit maydoni ham tashqi ta'sir natijasida ma'lum yo'nalish bo'ylab joylashib qolgan bo'ladi va jism magnit xossalari namoyon qiladi. Demak istalgan jismning magnit xossalari uning ichida elementar toklar mavjudligining natijasidir. Shunday qilib har qanday magnit ta'siri toklarning o'zaro ta'siridir.

Elektr maydonini o'rganishda nuqtaviy zaryad, ya'ni o'z maydoni bilan o'rganilayotgan maydonni o'zgartira olmaydigan zaryad tushunchasidan

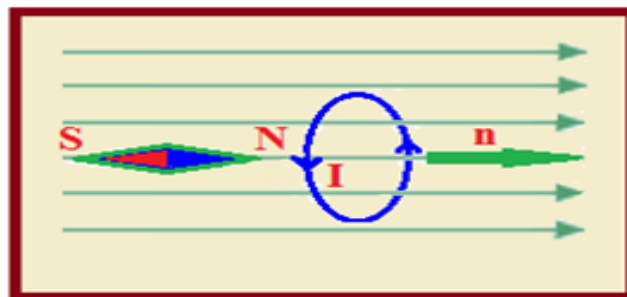
foydalanamiz. Magnit maydonini o'rganishda esa tokli yopiq kontur (tokli kontur) tushunchasidan foydalaniladi. Tokli konturning o'lchamlari magnit maydoni hosil qilgan tokkacha bo'lgan masofalarga nisbatan juda kichik va uning maydoni o'rganilayotgan maydonni o'zgartira olmaydi deb hisoblaymiz. Konturning fazodagi yo'nalishi esa uning normali bilan aniqlanadi (13.5 - rasm).



13.5-rasm. Tokli kontur va parma qoidasi.

Normalning musbat yo'nalishi o'ng parma qoidasi bilan aniqlanadi, ya'ni normal n ning yo'nalishi parmaning ilgariylanma harakati bilan mos kelsa, konturdagi tokning yo'nalishi parma dastasining harakat yo'nalishi bilan mos kelishi kerak.

Tajribaning ko'rsatishicha magnit maydoni tokli konturga (sinash konturiga) yo'naltiruvchi ta'sir ko'rsatar ekan. Agar konturdagi tokning yo'nalishi o'zgartirilsa konturning joylashish 180^0 ga o'zgaradi. Bu magnit maydonining ma'lum yo'nalishga ega ekanligining natijasidir. Berilgan nuqtada magnit maydonining yo'nalishi sifatida tokli konturning musbat normali bilan mos keluvchi yo'nalish qabul qilinadi (13.6-rasm).



13.6- rasm. Magnit maydonning yo'nalishi tokli konturning musbat normalining yo'nalishi bilan mos.

6. Magnit momenti. Magnit maydoniga kiritilgan tokli konturga magnit maydoni tomonidan aylantiruvchi kuch \vec{M} ta'sir qiladi. Tajribalarning

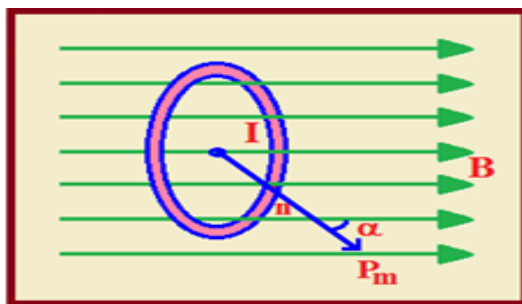
ko'rsatishicha magnit maydonining berilgan nuqtasi uchun tokli konturga ta'sir etuvchi kuchlar moment M_{\max} konturning magnit momenti \vec{P}_m ning magnit maydonini miqdoran xarakterlovchi kattalik, magnit induksiya vektori \vec{B} ga vektorial ko'paymasiga teng.

$$M_{\max} = \vec{P}_m \cdot \vec{B} \quad (13.5)$$

Tokli konturning magnit xossalarini xarakterlovchi va uning tashqi maydonda o'zini qanday tutishini belgilovchi kattalikka konturning magnit momenti deyiladi va u konturdan oqayotgan tok I ning kontur yuzasi S ga ko'paymasiga teng, ya'ni

$$P_{\max} = I \cdot S \quad (13.6)$$

Koturning magnit momenti vektor kattalik bo'lib, uning yo'nalishi kontur sirtining musbat normalini bilan mos keladi (13.7-rasm).



13.7- rasm. Konturning magnit momentining yo'nalishi

7. Elektr va magnit maydonlarida zaryadlangan zarrachaning harakati.

1. Zarralarning elektr maydonidagi harakati.

13.8- rasmda elektronlarning musbat va manfiy ishorali zaryadlangan ikkita parallel plastinkalar orasidagi maydonga perpendikulyar yo'nalgan harakati tasvirlangan. Elektronlarning boshlang'ich tezligiga v_0 ga teng bo'lsin. Elektronlar musbat plastinkaga tortilib, kondensator ichida egri chiziqli harakatga keladi va oldingi yo'nalishga nisbatan pastga biror «y» masofaga siljiydi.

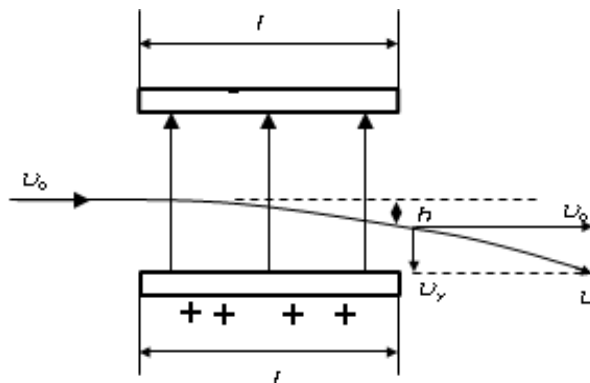
Kulon kuchi ta'sirida elektronlar boshlang'ich tezliklariga perpendikulyar bo'lgan a tezlanish oladilar:

$$q \cdot E = m \cdot a \quad \text{yoki} \quad a = \frac{q}{m} \cdot E \quad (13.7)$$

Elektronlarning kondensator qoplamalari orasidagi harakati $t = \frac{l}{g_0}$ vaqt davom etadi. Shuning uchun bu vaqt davomida elektronlar «y» masofaga siljishi:

$$y = \frac{at^2}{2} = \frac{q}{m} \cdot \frac{t^2}{2} \cdot E \quad \text{yoki} \quad y = \frac{q}{2m} \cdot \frac{l^2}{g_0^2} \cdot E \quad (13.8)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Elektr maydoni ta'sirida elektronlar v perpendikulyar bo'lgan tezlikka ham ega bo'ladilar:



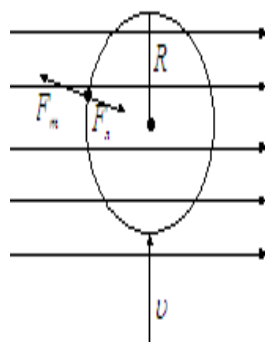
13.8-rasm. Elektronlarning musbat va manfiy ishorali zaryadlangan ikkita parallel plastinkalar orasidagi maydonga perpendikulyar yo'nalgan harakati

Demak, elektr maydonida harakat qilayotgan elektronlarning tezligi ham o'zgaradi.

2. Zarralarning magnit maydonida harakati.

a) elektron yoki zaryadlangan zarra magnit maydon induksiya chiziqlariga parallel harakat qilayotgan bo'lsa, unga Lorens kuchi ta'sir qilmaydi.

b) zaryadlangan zarralar (elektronlar) magnit maydoniga-perpendikulyar tushayotgan bo'lsin (13.9-rasm).



13. 9-rasm. Zaryadlangan zarralar(elektronlar)magnit maydoniga-perpendikulyar tushayotgandagi harakati.

Elektronlar Lorens kuchi tasirida aylanna harakat qiladi. Chunki kuch doimiy ravishda elektron tezligiga perpendikulyar yo'nalgan. U holda Lorens kuchi markazga intilma kuch vazifasini bajaradi. $F_L = F_m$ yoki

$$q_e \cdot \mathcal{G} \cdot B = \frac{m \cdot \mathcal{G}^2}{R} \quad (13.9)$$

R - elektron traektoriyasining egrilik radiusi, F - markazga intilma kuch, m va v - elektron massasi va tezligi, q_e - elektron zaryadi. (13.9) formuladan elektron traektoriyasining radiusini topaylik

$$R = \frac{m \cdot \mathcal{G}}{qB} \quad (13.10)$$

bu yerda R -elektron traektoriyasining egrilik radiusi, m - elektron massasi, v - elektron tezligi, q -elektron zaryadi, B -magnit induksiya vektori.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Abduraxmanov Q.P., Egamov O‘. «FIZIKA» Darslik. Toshkent, 2015 y.
2. Назаров Ў.Қ. Умумий физика курси «Электр ва электромагнетизм» Тошкент, «Ўзбекистон», 2002 й, 320 б.
3. Ахмаджонов О.И. Физика курси, «Электр ва магнетизм», Тошкент, «Ўқитувчи», 1988 й, 253 б.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. М. «Наука», 1989 г.
5. Orifjonov S. “Elektromagnitizm”, “Noshir”, Toshkent, 2011y, 302 b.
6. Трофимова Т.И. «Курс физики», «Высшая школа», М. 1997 г.
7. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. М.: Высшая школа, 1989 г.
8. Огурцов Н.А. Курс лекций по физике, Харьков, 2007 г.
9. Колмаков Ю.Н. Курс лекций по физике, Тула, 2002 г.
10. Оплачко Т.М., Турсунметов К.А. Физика. Ташкент, 2007 г.

Mavzuga doir testlar

| |
|---|
| <p>1. $I=20$ A tok oqayotgan uzunligi $l=10$ cm bo'lgan to'g'ri o'tkazgich induksiyasi $B=0,01$ Tl bo'lgan bir jinsli magnit maydonda turibdi. Agar simga $F=10$ mN kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, vektor \vec{B} va tok yo'nalishlari orasidagi α burchak topilsin.</p> |
| A)* 30^0 |
| B) 45^0 |
| C) 60^0 |
| D) 90^0 |
| <p>2. Ikkita parallel o'tkazgichlar orqali bir xil tomonga tok o'tganda, o'tkazgichlar qanday ta'sirlashadi?</p> |
| A) O'tkazgichlar o'zaro itarishishadi |
| B) Ta'sirlashmaydi |
| C) O'tkazgichlar o'zaro ta'sirlashmaydi |
| D)* O'tkazgichlar o'zaro tortishishadi |
| <p>3. $r=5$ sm radiusli o'ramdan $I=10$ A tok o'tmoqda. Aylanma tokning magnit moment P_m aniqlansin.</p> |
| A) 3,245 |
| B) 1,674 |
| C)* 0,078 |
| D) 2,456 |
| <p>4. O'ramning magnit moment $P_m=0,2$ J/Tl. Agar o'ramning diametri $d=10$ cm bo'lsa, undagi tok kuchi I aniqlansin.</p> |
| A) 8 |
| B)* 25,5 |
| C) 17 |
| D) 30,8 |
| <p>5. $R=5$ cm radiusli sim halqa kuchlanganligi $H=2000$ A/m bo'lgan bir jinsli magnit maydonga joylashgan. Halqa tekisligi maydon yo'nalishi bilan $\alpha = 60^0$ burchak hosil qiladi. Halqadan $I=4$ A tok oqmoqda. Halqaga ta'sir etuvchi mexanik moment M topilsin. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Gn/m.</p> |
| A)* $3,94 \cdot 10^{-5}$ |
| B) $6,2 \cdot 10^{-6}$ |
| C) $4,8 \cdot 10^{-3}$ |
| D) $1,7 \cdot 10^{-4}$ |
| <p>6. $m=2$ g massali ingichka simdan qilingan kvadrat ramkadan $I=6$ A tok o'tkazilgan. Ramka tomonlaridan birining o'rtasidan noqayishqoq ipga erkin osilgan. Bunday ramkaning $B=2$ mTl induksiyali bir jinsli magnit maydonidagi kichik tebranishlar davri aniqlansin. Tebranishning so'nishi hisobga olinmasin.</p> |
| A) 4 |
| B) 6,7 |
| C)* 1,05 |
| D) 3,8 |

| |
|--|
| 7. Ikkita parallel o'tkazgichlar orqali qarama-qarshi tomonga tok o'tganda, o'tkazgichlar qanday ta'sirlashadi? |
| A) O'tkazgichlar o'zaro ta'sirlashmaydi |
| B)* O'tkazgichlar o'zaro itarishishadi |
| C) O'tkazgichlar o'zaro tortishishadi |
| D) Ta'sirlashmaydi |
| 8. Agar protonning tezligi $v=2$ Mm/s bo'lsa, protonning $B=15$ mTl induksiyali magnit maydonda chizadigan aylanasi yoyining radiusi R hisoblansin. Protonning massasi $m=1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg. |
| A) 4,45 |
| B) 5,72 |
| C)* 1,39 |
| D) 3,32 |
| 9. $B=0,1$ Tl induksiyali magnit maydonga tik ravishda $E=100$ kV/m kuchlanganlikli elektr maydon hosil qilingan. Har ikkala maydonga ham tik ravishda, to'g'ri chiziqli traektoriyasidan og'masdan zaryadlangan zarra harakatlanmoqda. Zarraning tezligi v aniqlansin. |
| A) $4 \cdot 10^3$ |
| B) $7 \cdot 10^4$ |
| C) $2 \cdot 10^7$ |
| D)* $1 \cdot 10^6$ |
| 10. Zaryadlangan zarra $B=0,1$ Tl induksiyali bir jinsli magnit maydonda radiusi $R=1$ cm bo'lgan aylana bo'ylab harakatlanmoqda. Magnit maydonga parallel ravishda $E=100$ V/m kuchlanganlikli elektr maydon hosil qilingan. Zarraning kinetik energiyasi ikki marta ortishi uchun elektr maydon ta'sir qilishi kerak bo'lgan Δt vaqt oralig'i hisoblansin. |
| A) $3 \cdot 10^{-7}$ |
| B) $5 \cdot 10^{-4}$ |
| C)* $1 \cdot 10^{-5}$ |
| D) $4 \cdot 10^{-6}$ |