

14-ma'ruza mashg'uloti

Mavzu: Magnit maydoni

Reja:

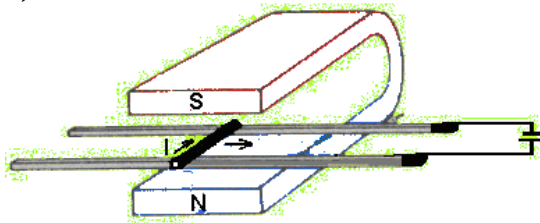
1. Magnit maydoni. Magnit induksiya vektori.
2. Lorens va Amper qonunlari.
3. Magnit maydonidagi tokli kontur. Magnit momenti
4. Bio-Savar-Laplas qonunining differensiyal va integral ko'rinishlari.
5. Magnit induksiyasi vektori sirkulyasiyasi.

1. Magnit maydoni induksiyasi. Magnit induksiya vektori.

Magnitlarning va toklarning o'zaro ta'sirini uchta tajriba orqali ko'rib chiqamiz:

1. Tok magnit strelkasi ustida joylashgan to'g'ri o'tkazgich bo'ylab o'tayotgan bo'lsin. Bunda, magnit strelkasiga tokning yo'nalishiga bog'liq bo'lgan juft kuchlar ta'sir etadi va magnit strelkas itokli o'tkazgichga perpendikulyar holda joylashadi.

2. Tok ikki ta o'tkazgichni tutashtirib, uning ustida erkin dumalay oladigan tsilindr orqali o'tayotgan bo'lsin (1 - rasm).



1 - rasm. Magnit maydonida erkin harakatlanadigan tokli silindrik o'tkazgich

Silindrik doimiy magnit qutblari orasiga joylashtirilgan bo'lib, tsilindrni harakatga keltiruvchi kuch tok yo'nalishiga va magnit qutblarining joylashishiga bog'liq bo'ladi.

3. Tok o'tayotgan ikkita parallel o'tkazgichlar, ulardagi tok yo'nalishlari bir xil bo'lganda tortishadi, tok yo'nalishlari qarama-qarshi bo'lganda itarishadi (2, 3 - rasmlar). Parallelo'tkazgichlar b masofada joylashgan, ulardan I_1 va I_2 tok o'tayotgan bo'lsa, o'tkazgichning ℓ uzunlikdagi bo'lagiga ta'sir etuvchi kuchni Xalqaro birliklar tizimida quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:

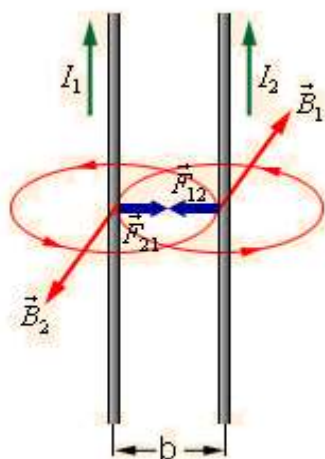
$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2 \ell}{b}, \quad (1.1)$$

bu yerda μ_0 – magnit doimiysidir.

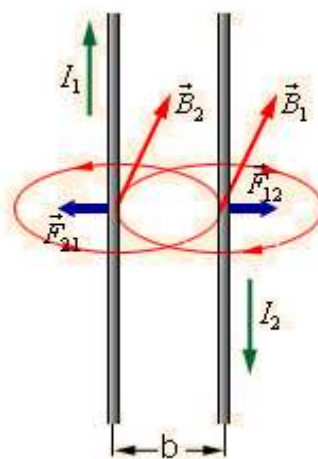
Tok kuchi XBT da Amperda o'lchanadi. *Amper*, miqdor jihatidan vakuumda bir-biridan 1 metr masofada joylashgan, ikkita parallel tokli o'tkazgichlar orasida $2 \cdot 10^{-7}$ Nyutonga teng o'zaro ta'sir kuchini hosil qiluvchi tok kuchiga tengdir. Ikkinchi tarafdin, tok kuchi 1 Amper bo'lganda, 1 sekund ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesimi yuzasidan o'tayotgan zaryadlar miqdori 1 Kulonga teng bo'ladi.

Agar $I_1 = I_2 = 1A$, $\ell = b = 1$ m bo'lsa, u holda, (1) ifodadan magnit doimiysini hisoblash mumkin

$$\mu_0 = \frac{4\pi b \cdot F}{2I_1 I_2 \ell} = \frac{12,56 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1} \frac{N}{A^2} = 12,56 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}, \quad (1.3)$$



2 - расм. Tok yo'nalishlari bir xil bo'lgan o'tkazgichlar orasidagi ta'sir etuvchi kuchlar

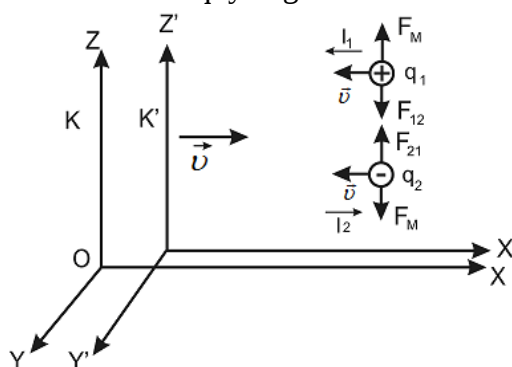


3 - расм. Tok yo'nalishlari bir xil bo'lgan o'tkazgichlar orasidagi ta'sir etuvchi kuchlar

Yaqindan ta'sir nazariyasiga ko'ra, harqanday tokli o'tkazgich (yoki harakatlanuvchi zaryad) qo'shni nuqtalarda, ya'ni o'z atrofida magnit maydonini hosil qiladi. Magnit kuchlarining paydo bo'lishini quyidagicha tushuntirish mumkin: ikkita $+q_1$ va $-q_2$ zaryadlar bir-biridan r masofada joylashgan bo'lsin (4 - rasm). "Qo'zg'almas" K sanoq tizimida ular orasida, Kulon qonuniga ko'ra, o'zaro tortishish kuchlari ta'sir etadi:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} = \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}, \quad (1.4)$$

O'ng tarafga $\vec{U}$ tezlik bilan harakatlangan K 'sanoq tizimida bu zaryadlar chap tarafga $\vec{U} = -\vec{U}$ tezlik bilan harakatlana yotgandek tuyuladi. Lorents almashtirishlari ifodalaridan foydalansak, bu K' tizimda Kulon kuchlari quyidagicha ifodalanadi:



4-rasm. Harakatlanuvchi zaryadlarda magnit maydonining hosil bo'lishi

$$\vec{F}' = \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{v^2}{c^2}, \quad (1.5)$$

Bu ifodaning o'ng tomonidagi birinchi qo'shiluvchi – elektr tortishish kuchlarini, ikkinchisi esa – ancha zaif bo'lib, harakatlanuvchi zaryadlar o'rtasidagi magnit itarish kuchini ifodalaydi.

$$\begin{aligned}\vec{F}_e' &= -\frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \\ \vec{F}_m &= -\frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{v^2}{c^2},\end{aligned}\quad (1.6)$$

$v \ll c$ bo'lganda magnit kuchlarini, elektr kuchlariga nisbatan hisobga olmasa ham bo'ladi.

Agar elektronlar metall o'tkazgichda harakatlanayotgan bo'lsa, qo'shni o'tkazgichdagi elektronlar orasidagi o'zaro itarish kuchlari, elektronlar va panjaralardagi musbat ionlarning o'zaro tortishish kuchlari bilan muvozanatlashadi, harakatlanuvchi elektronlar orasidagi magnit kuchlari esa qo'shiladi. Elektronlar sonining ko'pligi natijaviy magnit kuchlarini sezilarli bo'lishiga olib kelad. Hosil bo'lgan magnit kuchi – qo'zg'almas sanoq tizimidan ,zaryadlar harakatlanayotgan sanoq tizimiga o'tishdagi elektr kuchlarining Lorents almashtirishlari natijasidir.

Magnit doimiysini $\frac{1}{\epsilon_0 c^2} = \mu_0$ deb belgilab, $v^2 = (-v')^2$ ekanligini hisobga olib, magnit kuchini quyidagicha yozish mumkin:

$$\vec{F}_m' = q_1 [\vec{v}', \frac{\mu_0 q [\vec{v}' \vec{r}]}{4\pi r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}] = q_1 [\vec{v}', \vec{B}], \quad (1.7)$$

Bu yerda $\vec{B} = \frac{\mu_0 q [\vec{v}' \vec{r}]}{4\pi r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ - **magnit maydon induksiya vektoridir.**

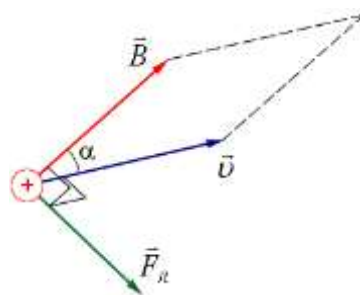
Magnit maydon induksiya qo'zg'almas q zaryaddan $\vec{r}$ - radius-vektor uzoqligidagi nuqtadan $\vec{v}'$ tezlik bilan harakatlanuvchi q_1 zaryadning hosil qilgan magnit maydonini xarakterlovchi kattalikdir.

XBT da magnit maydon induksiya «Tesla» (Tl) bilan o'lchanadi va u 1 N/A·m ga tengdir.

2. Lorens va Amper qonunlari

Elektr maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ va magnit maydon induksiya $\vec{B}$ bo'lgan nuqtada v - tezlik bilan harakatlanayotgan q zaryadga ta'sir etuvchi kuch – **Lorens kuchi** deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi:

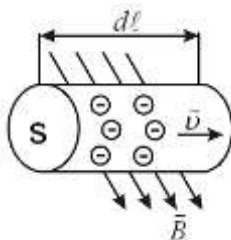
$$\vec{F}_m = q[\vec{v}, \vec{B}], \quad (2.1)$$



5 - rasm. Harakatlanayotgan zaryadga ta'sir etuvchi Lorens kuchi

5-rasmda zaryadning harakat tezligi va magnit maydon induksiyasi vektorining yo'nalishlari yotgan tekislikka perpendikulyar bo'lgan $\vec{F}_L$ - Lorens kuchining yo'nalishi keltirilgan.

Induksiyasi $\vec{B}$ bo'lgan magnit maydoniga, uzunligi $d\ell$, ko'ndalang kesim yuzasi S va I – tok o'tayotgan o'tkazgich joylashtirilgan bo'lsin (6 - rasm).



6 - rasm. B induksiya magnit maydonida o'tkazgich

O'tkazgichning birlik hajmida n_0 – elektronlar bo'lib, ular o'rtacha v - tezlik bilan harakatlanayotgan bo'lsa, ularning har biriga shunday kuch ta'sir qiladi:

$$\vec{f} = -e[\vec{v}, \vec{B}] \quad (2.2)$$

Barcha elektronlarga ta'sir etuvchi kuch:

$$d\vec{F} = -n_0 S \cdot d\ell \cdot [\vec{v} \cdot \vec{B}] \cdot e$$

bo'ladi.

Agarda $d\vec{\ell}$ vektori $\vec{v}$ - tezlik yo'nalishiga teskari deb hisoblasak

$$d\vec{F} = +n_0 S v e [d\vec{\ell} \cdot \vec{B}] \quad (2.3)$$

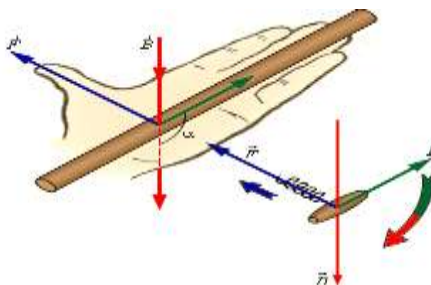
Bu **Amper qonunining differensial ko'rinishidir**.

Agar o'tkazgich to'g'ri chizikli va o'tkazgichning butun ℓ uzunligi bo'yicha $B = \text{const}$ bo'lsa, shu o'tkazgichga ta'sir etuvchi kuch quyidagicha ifodalanadi:

$$\vec{F} = I[\vec{\ell}, \vec{B}] \quad (2.4)$$

Bu **Amper qonunining integral ifodasidir**.

Lorens kuchining yo'nalishi chap qo'l qoidasi yoki parma qoidasi bilan aniqlanadi (7 - rasm). Magnit maydon induksiyasi $\vec{B}$ chap qo'lining kaftiga tik yo'nalgan, zaryadning harakat yo'nalishi ko'rsatkich barmoq yo'nalishida bo'lsa, zaryadga ta'sir qiluvchi Lorens kuchi bosh barmoq yo'nalishida bo'ladi.



7- Rasm. Chap qo'l qoidasi

3. Magnit maydonidagi tokli kontur. Magnit momenti.

Induksiya vektori $\vec{B}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga I tokli yassi kontur joylashtirilgan deb hisoblaymiz (8 - rasm).

1-hol. $\vec{B}$ magnit induksiya vektori kontur tekisligiga paralleldir.

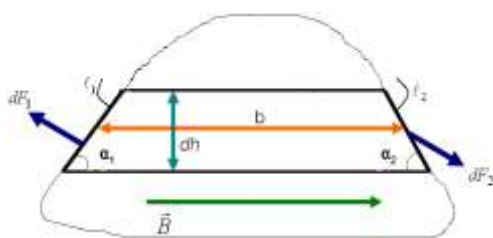
O'tkazgichning $d\ell_1$ va $d\ell_2$ kesmalar bilan ajratilgan dh , qismini ajratib olaylik. Amper qonuniga binoan ularga qarama-qarshi yo'nalgan juft kuchlar ta'sir etadi. Kesmalarga ta'sir etuvchi kuchlar quyidagicha aniqlanadi.

$$dF_1 = IBd\ell_1 \sin \alpha_1 = IB \cdot dh \quad , \quad (3.1)$$

$$dF_2 = IBd\ell_2 \sin \alpha_2 = IBdh \quad , \quad (3.2)$$

Bu kuchlar qarama-qarshi yo'nalgan va aylanish momentini tashkil etuvchi juft kuchlardir:

$$dM = dF_1 \cdot b = IB \cdot b \cdot dh = IB \cdot dS \quad .$$

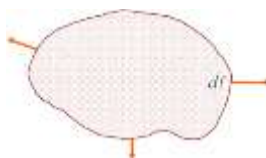


8 - rasm. Yassi kontur tekisligiga parallel bo'lgan magnit maydonining ta'siri

Bu yerda b - bo'lakning uzunligi, dS - esa uning yuzasi. Agar butun kontur yuzasini parallel bo'lakchalarga bo'lsak va ularga ta'sir etuvchi juft kuchlarning kuch momentlarini yig'ib chiqsak, butun konturga qo'yilgan natijaviy kuch momentini hosil qilamiz:

$$M = \int IB \cdot dS = IB \cdot \int dS = IB \cdot S \quad . \quad (3.3)$$

2-hol. Magnit maydon induksiya vektori kontur tekisligiga perpendikulyar joylashgan (9 - rasm).



9 - rasm. Yassi konturga uning tekisligiga perpendikulyar bo'lgan magnit maydonining ta'siri

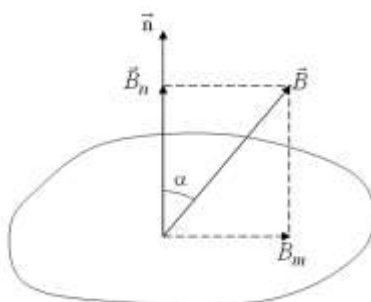
Konturning istalgan kichik bo'lagi ($d\vec{\ell}$) ga ta'sir etuvchi kuch quyidagiga tengdir:

$$d\vec{F} = I[d\vec{\ell} \cdot \vec{B}] \quad , \quad (3.4)$$

bu kuch normal bo'yicha bo'laklarga yo'nalgan bo'ladi va konturni aylantirmay, cho'zadi.

Agar tok kuchi yoki magnit maydon induksiyasi qarama-qarshi tomonga yo'nalishini o'zgartirsa, bu kuchlarning yo'nalishi o'zgarib, konturni siqadi yoki kengaytiradi.

Umumiy hol. $\vec{B}$ induksiya vektori konturga o'tkazilgan normal bilan α burchak tashkil qilsa, $\vec{B}$ vektorni ikkita tashkil etuvchiga ajratamiz (10 - rasm).



10 - rasm. Istalgan yo'nalishdagi magnit maydonning yassi konturga ta'siri

Induksiya vektorining normal tashkil etuvchisi $\vec{B}_n = \vec{B} \cos \alpha$ konturni cho'zishi yoki siqishi mumkin.

Induksiya vektorining tangensial tashkil etuvchisi $\vec{B}_m = \vec{B} \sin \alpha$ konturga ta'sir etuvchi aylanma momentni hosil qiladi

$$M = I \cdot B \sin \alpha .$$

Vektor ko'rinishida quyidagicha ifodalaymiz:

$$\vec{M} = I \cdot S [\vec{n} \cdot \vec{B}] = [\vec{P}_m \cdot \vec{B}] , \quad (3.5)$$

bu yerda $\vec{n}$ normal yo'nalishdagi birlik vektor, $\vec{P}_m = IS\vec{n}$ - tokning magnit momentidir.

$\vec{M} = [\vec{P}_m \cdot \vec{B}]$ - umumiy hol bo'lib, undan 1- va 2- xususiy hollarni olish mumkin

$$(\alpha = \frac{\pi}{2} \text{ va } \alpha = 0)$$

Magnit momenti $\vec{P}_m$ bo'lgan kichik tokli konturni, muvozanat holatida $(\vec{P}_m \cdot \vec{B})$ magnit maydonidagi nuqtaga joylashtiramiz va kontur tekisligida yotuvchi ixtiyoriy o'q atrofida 90° burchakka buramiz. Bu holda unga ta'sir etuvchi aylantiruvchi moment maksimal qiymatga erishadi ($M_{\max} = R_m B$) va magnit induksiyasi

$$B = \frac{M_{\max}}{P_m} \quad (3.6)$$

ga teng bo'ladi. Muvozanat holatda V ning yo'nalishi kontur tekisligiga normal bo'yicha yo'nalgandir.

Magnit induksiya vektori $\vec{B}$ – elektr maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ ga o'xshash magnit maydonning asosiy xarakteristikasidir.

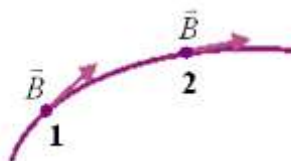
Magnit maydonini ham elektr maydon kuchlanganligi chiziqlariga o'xshash induksiya chiziqlari orqali grafik usulda tavirlash mumkin.

Magnit induksiya vektori $\vec{B}$ har bir nuqtada induksiya chiziqlariga urinma bo'ylab yo'naladi (11 - rasm).

Magnit maydon kattaligi sifatida magnit induksiya oqimi tushunchasi ham kiritiladi.

Elementar dS yuzadan o'tuvchi oqim quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$d\Phi = B dS \cos \alpha = B_n dS = (\vec{B} \cdot d\vec{S} \cdot \vec{n}_1) , \quad (3.7)$$

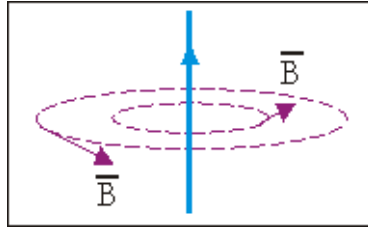


11 - rasm. Magnit induksiya vektori

va S yuzadan o'tuvchi to'liq oqim esa quyidagicha ifodalanadi:

$$\Phi = \int_{(S)} B dS \cos \alpha = \int_{(S)} B_n dS = \int_{(S)} (\vec{B} \cdot d\vec{S} \cdot \vec{n}_1) , \quad (3.8)$$

Elektr kuch chiziqlaridan farqli ravishda tabiatda magnit zaryadlari bo'lmagani uchun magnit induksiya chiziqlari doimo berk bo'ladi, uning na oxiri, na boshi bo'ladi (12 - rasm).



12 - rasm. Magnit induksiya chiziqlari

Shu sababli ham berk sirt bo'yicha magnit induksiya oqimi doimo nolga tengdir:

$$\oint_{(S)} \vec{B}_n dS = 0, \quad (3.9)$$

Bu magnit maydon induksiyasi uchun **Gauss teoremasidir**. Magnit induksiyasi oqimi XB tizimida Veberlarda o'lchanadi:

$$1Vb=1Tl.m^2=1N.m/A.$$

4. Bio-Savar-Laplas qonunining differentsial va integral ko'rinishlari

Magnit maydonini xarakterlovchi asosiy kattalik- magnit induktsiyasidan tashqari, ikkinchi kattalik - magnit maydon kuchlanganligi tushunchasi kiritiladi.

Ular bir-biri bilan quyidagicha bog'langandir:

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu\mu_0} \quad \text{yoki} \quad \vec{B} = \mu\mu_0 \vec{H}, \quad (4.1)$$

XB tizimida magnit maydon kuchlananligining o'lchov birligi $1 \frac{N}{A \cdot m} : 1 \frac{N}{A^2} = 1 \frac{A}{m}$ ga tengdir.

$\vec{U}$ - tezlik bilan harakatlanayotgan q zaryadning $\vec{r}$ masofada joylashgan nuqtada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} = \frac{q[\vec{v} \cdot \vec{r}]}{4\pi r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (4.2)$$

Shu zaryadning o'sha yerda hosil qilgan elektr maydon kuchlanganligini ifodalaymiz:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_2}{q} = \frac{q \cdot \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (4.3)$$

1- ifodadan foydalanib 2- ifodani quyidagicha yozish mumkin (*Ersted* ifodasi):

$$\vec{H} = \frac{q[\vec{v} \cdot \vec{r}]}{4\pi r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = [\vec{v} \cdot \epsilon_0 \cdot \vec{E}] \quad (4.4)$$

Endi elektro magnetizmning asosiy qonunlaridan birini ifodalashga harakat qilamiz.

Uzunligi $d\ell$ va ko'ndalang kesimi S bo'lgan metall o'tkazgichda bir xil tezlik bilan $nS \cdot d\ell$ zaryadlangan zarrachalar harakat qilayotgan bo'lsin (13 - rasm). Ularning har biri e zaryadga ega bo'lib, $\vec{r}$ radius - vektorli M - nuqtada quyidagi magnit maydon kuchlanganligini hosil qiladi:

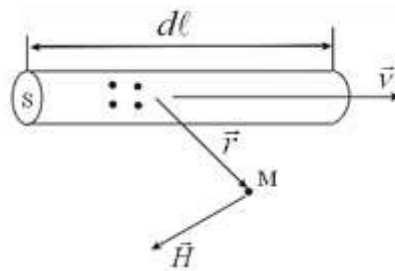
$$\vec{H} = \frac{e[\vec{v} \cdot \vec{r}]}{4\pi r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (4.5)$$

Shu nuqtada barcha zaryadlar quyidagi natijaviy magnit maydon kuchlanganligini hosil qiladi:

$$d\vec{H} = \frac{n \cdot S \cdot d\vec{\ell} \cdot e[\vec{v} \cdot \vec{r}]}{4\pi^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (4.6)$$

Agar, $\vec{v}$ - vektor va $d\vec{\ell}$ skalyar kattaliklarni v - skalyar va $d\vec{\ell}$ vektor kattaliklarga almashtirsak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$d\vec{H} = \frac{n \cdot S \cdot v \cdot e[d\vec{\ell} \cdot \vec{r}]}{4\pi^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (4.7)$$



13-rasm. Tokli o‘tkazgichning M nuqtadagi magnit maydon kuchlanganligi

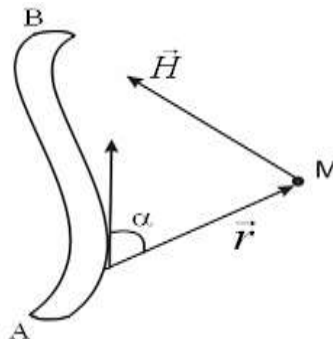
Zarrachalar harakati tezligi $v \ll c$ bo‘lsa va r o‘rniga o‘rtacha radius- vektor qiymatidan foydalansak: $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \approx 1$, $I = n \cdot S \cdot v \cdot \ell$,

$$d\vec{H} = \frac{I \cdot [d\vec{\ell} \cdot \vec{r}]}{4\pi r^3} \quad (4.8)$$

ga ega bo‘lamiz. Bu **Bio-Savar-Laplas qonunining differentsial ko‘rinishidir.**

Chegaralangan uzunlikdagi o‘tkazgich kesimidan oqayotgan tokning M nuqtada hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligini, kesimning A va B nuqtalari chegarasida (14.4.8) ifodani integrallash bilan topamiz (14 - rasm):

$$\vec{H} = \frac{I}{4\pi} \int_A^B \frac{1}{r^3} [d\vec{\ell} \cdot \vec{r}] \quad (4.9)$$



14-rasm. Chegaralangan uzunlikdagi o‘tkazgich magnit maydon kuchlanganligi
Bu **Bio-Savar-Laplas qonunining integral ko‘rinishidir.**

5. Magnit induksiyasi vektori sirkulyasiyasi

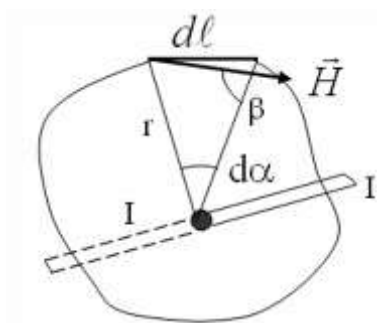
I tokli, to'g'ri chiziqli uzun o'tkazgichga perpendikulyar joylashgan yopiq yassi konturni tasavvur etamiz (15 - rasm).

Konturda tokli o'tkazgichdan r masofada joylashgan $d\ell$ elementar kesmani olamiz.

Tokning magnit maydon kuchlanganligi $d\ell$ kesma nuqtalarida radius-vektorga perpendikulyar joylashgan bo'lib, $d\ell$ kesma bilan β burchak tashkil etadi.

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \quad H_\ell = H \cos \beta$$

$\vec{H}_\ell$ - magnit maydon kuchlanganligi $\vec{H}$ ning $d\ell$ yo'nalishga proyeksiyasidir, $d\ell_\parallel = d\ell \cdot \cos \beta = d\ell$ kesmaning $\vec{H}$ - yo'nalishga



15 - rasm. To'g'ri chiziqli o'tkazgichga perpendikulyar joylashgan yassi kontur

proyeksiyasidir. Ikkinchi tarafdan $d\ell_\parallel$ yoyning uzunligi $r d\alpha$ ga teng. Bu holda,

$$H_\ell d\ell = H \cdot \cos \beta \cdot d\ell = H d\ell_\parallel = H r \cdot d\alpha$$

$$H \cdot r d\alpha = \frac{I}{2\pi} \cdot r \cdot d\alpha = \frac{I r d\alpha}{2\pi}, \quad (5.1)$$

(5.1) - ifodani yopiq kontur uzunligi bo'yicha integrallaymiz.

$$\oint H_\ell d\ell = \oint \frac{I \cdot d\alpha}{2\pi} = \frac{I}{2\pi} \cdot 2\pi = I, \quad (5.2)$$

Agar, yopiq kontur ichidan bir nechta o'tkazgichlar o'tsa, u holda I - barcha o'tkazgichlardan o'tayotgan toklar yig'indisiga tengdir.

$$\oint H_\ell d\ell = \sum I_i = I, \quad (5.3)$$

Bu ifoda magnit maydon **kuchlanganligi vektorining** yopiq kontur bo'yicha **sirkulyasiyasi** deb ataladi.

Magnit maydon induksiyasi vektorining sirkulyasiyasi quyidagicha ifodalanadi:

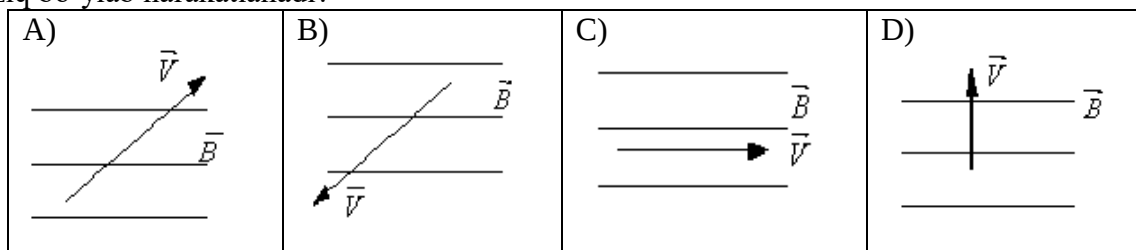
$$B = \mu_0 I, \quad \oint B_\ell d\ell = \mu_0 I, \quad (5.4)$$

Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektorining yopiq kontur bo'yicha sirkulyasiyasi nolga teng va u potensial xarakterga ega edi.

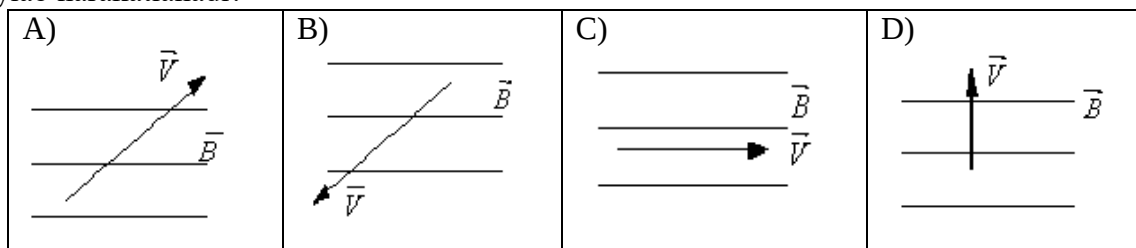
(5.3) va (5.4) ifodalardan ko'rinadiki, tokning magnit maydoni uchun kuchlanganlik va induksiya sirkulyasiyasi nolga teng emas, shuning uchun magnit maydon *uyurmali* yoki *solenoid* ko'rinishli xarakterga egadir. Bu maydonda ma'lum bir nuqtadagi potensial har xil qiymatlarga ega bo'ladi.

TEST SAVOLLARI

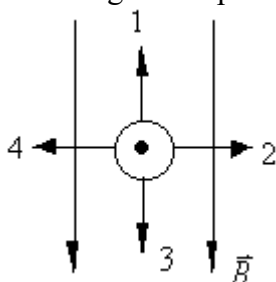
1. Keltirilgan holatlarning qaysi birida bir jinsli magnet maydoniga uchib kirgan proton to'g'ri chiziqli bo'ylab harakatlanadi?



2. Keltirilgan holatlarning qaysi birida bir jinsli magnet maydoniga uchib kirgan proton aylana bo'ylab harakatlanadi?

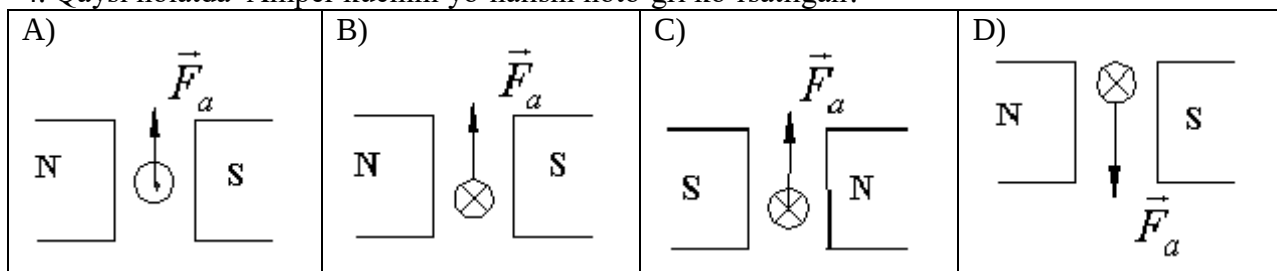


3. Rasmda, magnet maydonida joylashtirilgan, magnet induksiyasi B bo'lgan tokli o'tkazgich ko'rsatilgan. Amper kuchini yo'nalishini aniqlang.



- A) 1 va 2 B) 3 C) 4 D) 1 E) 2

4. Qaysi holatda Amper kuchini yo'nalishi noto'g'ri ko'rsatilgan?



5. Keltirilgan formulalar orasidan magnet maydonida tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi Amper kuchini toping.

1. $F = q\mathcal{E}B\sin\alpha$ 2. $F = I\ell B\sin\alpha$ 3. $F = qE$ 4. $dF = I[d\vec{\ell}\vec{B}]$

- A) 2,3 B) 1
C) 2,4 D) 3

6. Keltirilgan tenglamalar orasidan Lorens kuchini toping (magnet maydonda harakatlanayotgan zaryad uchun).

1. $F = IB\ell\sin\alpha$ 2. $F = q\mathcal{E}B\sin\alpha$ 3. $F = qE$ 4. $\vec{F} = q[\vec{v}\vec{B}]$

- A)2,3 B) 1,2
C)1,3 D) 2,4

7. Lorens kuchi ega bo'lmagan xususiyatni ko'rsating.

- A) Tezlanish beradi.
B) Ish bajaradi.
C) Tezlik vektori yo'nalishini o'zgartiradi.
D) Traektoriyani o'zgartiradi.

8. Elektr toklari bir xil yo'nalishga ega bo'lgan ikkita parallel o'tkazgich o'zaro qanday ta'sirlashadi?

- A) O'zaro ta'sir kuchi nolga teng
B) O'tkazgichlar tortishadi
C) O'tkazgichlar itarishadi
D) Ikkala o'tkazgich bir xil yo'nalishda egiladi.

9. Quyida keltirilgan kattaliklardan qaysi biri o'lchov birligiga ega emas?

- A) Moddaning magnit singdiruvchanligi
B) Tok zichligi
C) Solishtirma qarshilik
D) Elektr zaryadining sirt zichligi
E) XBT tizimida elektr doimiysi

10. Qaysi kattalik magnit maydonning kuch xarakteristikasi hisoblanadi?

- A) Amper kuchi
B) Magnit momenti
C) Magnit induksiya vektori
D) Lorens kuchi
E) Magnit oqimi

11. Magnit maydoni o'zining xusiyatlariga ko'ra, qanday maydon hisoblanadi?

- A) Uyurmali maydon
B) Potensial maydon
C) Nokonservativ maydon
D) Statik maydon