

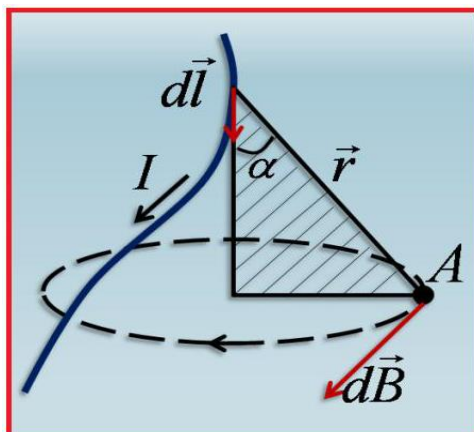
## 14-Ma'ruza

### BIO-SAVAR-LAPLAS QONUNI

#### Reja:

1. Magnit maydonlar uchun superpozitsiya prinsipi.
2. Eng sodda magnit maydonlarini hisoblash: aylanma va to'g'ri chiziqli toklar.
3. Magnit oqimi.
4. Magnit maydonlar uchun Gauss teoremasi.
5. Magnit induksiya vektorining sirkulyatsiyasi.

**Bio-Savar-Laplas qonuni.** Turli shakldagi o'zgarmas tokning magnit maydonlari fransuz olimlari J.Bio (1774- 862) va F.Savar (1791-1841) tomonlaridan o'rganilgan. Tajribalar natijasi esa fransuz fizigi va matematigi P.Laplas (1749-1827) tomonidan umumlashtirilgan. Ushbu qonunda  $I$  tok oqayotgan o'tkazgich  $\Delta l$  elementining biror  $A$  nuqtada hosil qiladigan magnit induksiya vektori qiymati aniqlangan (14.1-rasm).



14.1-rasm. Tokli o'tkazgich atrofida  $A$  nuqtadagi magnit induksiya vektori.

$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0 \mu I \cdot [d\vec{l} \cdot \vec{r}] \cdot \sin \alpha}{4\pi r^3} \quad (14.1)$$

bu yerda:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{Gn/m}$  - magnit doimiysi,  $r$  - o'tkazgichning  $\Delta l$  elementidan  $A$  nuqtagacha bolgan radius-vektor,  $r$  - uning moduli,  $\alpha$  - tok yo'nalishi va  $r$  orasidagi burchak. (14.1) formula **Bio - Savar - Laplas qonunini ifodalaydi**.  $\Delta B$  ning yo'nalishi o'ng parma qoidasiga muvofiq aniqlanadi. **Agar parmaning**

**ilgarilanma harakati tokning yo‘nalishi bilan mos kelsa, parma dastasining aylanma harakati magnit induksiya vektorining yo‘nalishini ko‘rsatadi.**

**1. Magnit maydonlar uchun superpozitsiya prinsipi.** Elektr maydon uchun bajarilgani kabi magnit maydon uchun ham superpozitsiya prinsipi o‘rinlidir. **Bir qancha toklar hosil qilgan natijaviy magnit maydonning induksiyasi, har bir tok hosil qilgan magnit maydon induksiyalarining geometrik yig‘indisiga teng, ya’ni**

$$\Delta B = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n \quad (14.2)$$

bu yerda  $n$ - toklar soni.

Bio- Savar- Laplas qonuni va superpozitsiya prinsipi ba’zi maydonlarni oson hisoblash imkonini beradi.

**2. Eng sodda magnit maydonlarini hisoblash: aylanma va to‘g‘ri chiziqli toklar.**

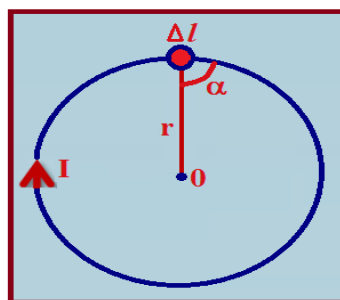
**Aylanma tokning magnit maydoni.** Bio - Savar- Laplas qonunidan foydalanib,  $r$  radiusli,  $I$ - tok oqayotgan aylanma o‘tkazgichning markazidagi (ya’ni  $O$  nuqtadagi) magnit maydon induksiyasini topaylik. Buning uchun o‘tkazgichni  $n$  ta  $\Delta l$  qismchalarga bo‘lib chiqamiz.  $\Delta l$ -  $r$  dan juda kichik bo‘lishi kerak. Bio- Savar- Laplas qonuniga muvofiq  $\Delta l_i$  ning  $O$  nuqtada hosil qilgan magnit maydon induksiyasi

$$\Delta B_i = \frac{\mu_0 \mu I \cdot [d\vec{l} \cdot \vec{r}] \cdot \sin \alpha}{4\pi r^3}$$

$$\Delta B_i = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi r^2} \sin \alpha \cdot \Delta l_i \quad (14.3)$$

14.2- rasmdan ko‘rinib turibdiki, radius-vektor  $r$  va tok yo‘nalishi orasidagi burchak

$\alpha = \frac{\pi}{2}$ . Demak,  $\sin \alpha = \sin \frac{\pi}{2} = 1$ .



14.2- rasm. Aylanma tokning markazidagi magnit unduksiyasi.

$O$  nuqtadagi to‘la induksiyani topish uchun barcha tok elementlari (qismlari) hosil qilgan induksiyalarning superpozitsiyasini topamiz:

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi r^2} \Delta l_i = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi r^2} \sum_{i=1}^n \Delta l_i \quad (14.4)$$

Agar barcha  $\Delta l_i$  larni qo‘shib chiqsak, aylananing uzunligini e‘tiborga olsak:

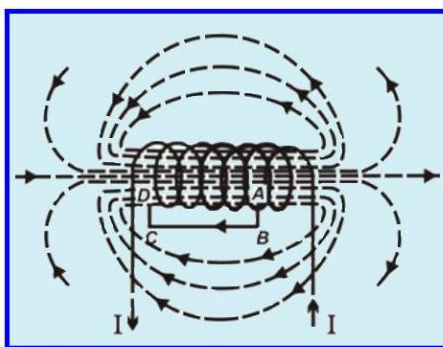
$$\sum_{i=1}^n \Delta l_i = 2\pi r \quad (14.5)$$

Magnit maydon induksiyasi:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2r} \quad (14.6)$$

**Demak, aylanma tokning markazda hosil qiladigan magnit maydon induksiyasi o‘tkazgichdan oqadigan tok kuchiga to‘g‘ri proporsional, aylanma tok radiusiga esa teskari proporsional bo‘ladi.** Induksiya vektorining yo‘nalishi esa parma qoidasiga muvofiq aniqlanadi. **Agar parma dastasining harakati tok yo‘nalishi bilan mos kelsa, parma uchining ilgarilanma harakati induksiya vektorining yo‘nalishini ko‘rsatadi.**

**Solenoid yoki toroidning magnit maydoni.** Solenoidning (grekcha solen - nay, yeydos - ko‘rinish so‘zlaridan tashkil topgan bo‘lib, nay ko‘rinishda degan ma‘noni beradi) o‘ramlari bir-birlariga juda zich joylashgan bo‘lsa, uni umumiy o‘qqa ega bo‘lgan bir xil radiusli aylanma toklar sistemasidan iborat deb qarash mumkin (14.3-rasm). U holda solenoid markazidan o‘tgan o‘q ustidagi magnit maydon induksiyasi, har bir tokli o‘ram maydonlarining algebraik yig‘indisiga teng bo‘ladi. Solenoid sterjen ko‘rinishdagi magnitga o‘xshaydi va uning N shimoliy va S janubiy qutblari hamda neytral zonasi bo‘ladi.



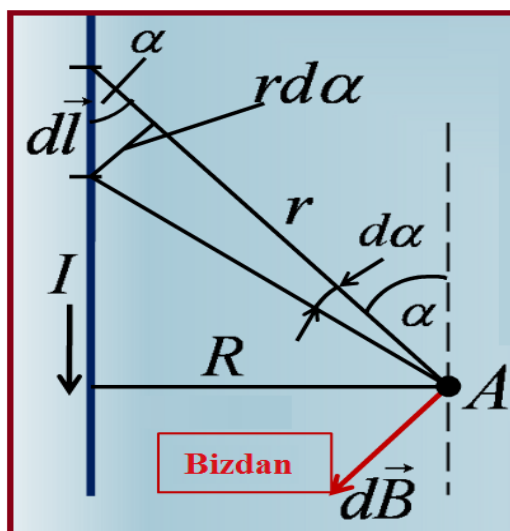
14.3-rasm. Solenoidning magnit maydon induksiyasi.

Cheksiz uzun solenoid yoki toroiddan tok oqqanda uning ichidagi magnit maydon induksiyasi:

$$B = \mu_0 \mu I n \quad (14.7)$$

bu yerda  $n$  - solenoid yoki toroidning birlik uzunligiga to'g'ri keluvchi o'ramlar soni.

*To'g'ri o'tkazgichning magnit maydoni.*



14.4-rasm. Tokli to'g'ri o'tkazgichning  $R$  masofadagi magnit maydon induksiyasi.

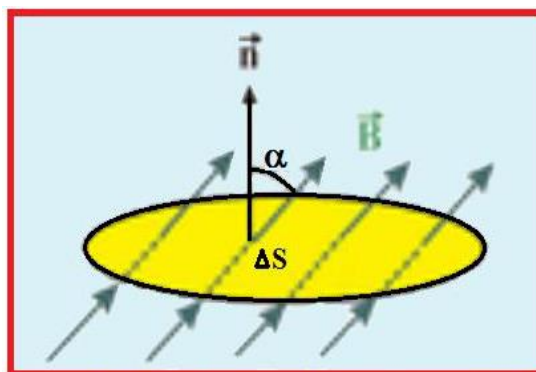
Cheksiz uzun, ingichka o'tkazgichdan tok oqqanda undan  $R$  masofada bo'lgan nuqtadagi magnit maydon induksiyasi:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2\pi R} \quad (14.8)$$

**3. Magnit oqimi.** Induksiya vektori  $\vec{B}$  bo'lgan, bir jinsli magnit maydonida turgan  $\Delta S$  yuzali yassi sirtni ko'raylik.  $\Delta S$  sirt orqali magnit maydon induksiya vektorining oqimi (magnit oqimi) deb  $B_n$  ning (magnit induksiya vektorining sirt normaliga proyeksiyasining) sirt yuzasi ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi:

$$\Delta\Phi = B_n \cdot \Delta S \cdot \cos \alpha \quad (14.9)$$

bu yerda  $\alpha$ - sirt normali  $\vec{n}$ - ning yo'nalishi va induksiya vektori  $B$  orasidagi burchak (14.5-rasm).



14.5-rasm.  $\Delta S$  yuzali orqali o'tuvchi magnet oqimi.

$B_n = B \cdot \cos \alpha$  skalyar kattalik bo'lganidan magnet oqimi ham skalyar kattalikdir. Umuman olganda, biror sirt orqali magnet oqimi, shu sirt orqali o'tgan magnet induksiya chiziqlarining sonini xarakterlaydi.

**Magnet oqimining ishorasi.**  $\cos \alpha$  qanday qiymatni qabul qilishiga qarab magnet oqimi musbat ( $\Phi > 0$ ) yoki manfiy ( $\Phi < 0$ ) bo'lishi mumkin.  $\cos \alpha$  ning qiymati esa normalning musbat yo'nalishi qanday tanlanishiga bog'liq bo'ladi. Normalning musbat yo'nalishi esa qaralayotgan konturdan oqayotgan tokning yo'nalishiga bog'liq bo'lib, o'ng parma qoidasiga muvofiq aniqlanadi. Yopiq sirt orqali magnet oqimi nolga teng, chunki unga kiradigan va undan chiqadigan kuch chiziqlarining soni teng.

**Magnet oqimining birligi.** Magnet oqimining SI dagi birligi - veber (Wb) nemis fizigi V. Veber (1804-1891) sharafiga shunday nomlangan.  $1 \text{ Wb} = 1 \text{ Tl}$  induksiyali, bir jinsli magnet maydon kuch chiziqlariga perpendikular joylashtirilgan  $1 \text{ m}^2$  yuzali sirdan o'tadigan oqimdir.

**Magnet oqimining tutilishi.** Yopiq kontur bilan chegaralangan sirdan o'tuvchi magnet oqimi shu konturning  $\Psi$  magnet oqimini tutilishi deb ataladi. Konturdagi tok magnet maydoni hosil qilgan konturning oqim tutilishi, o'z induksiyaning oqimni tutilishi deb ataladi.

Solenoidning bir o'rami uchun

$$\Phi_1 = B \cdot S \quad (14.11)$$

Barcha orami uchun

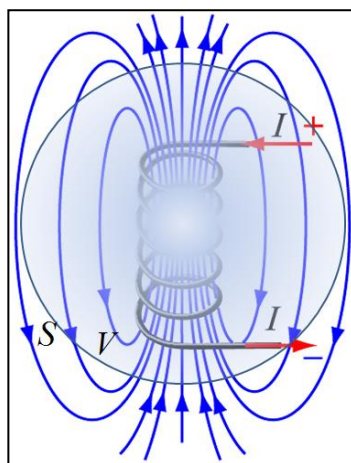
$$\Psi = \Phi_1 \cdot N = B \cdot S \cdot N = \frac{\mu \mu_0 N I}{l} S \cdot N = \frac{\mu \mu_0 N^2 l}{l} \cdot S \quad (14.2)$$

4. **Magnit maydonlar uchun Gauss teoremasi.**  $B$  vektor oqimi faqat konturning ichidan o‘tadigan chiziqlar soni bilan aniqlanganligi uchun sirt shakliga bog‘liq bo‘lmaydi. Yopiq sirtga kiruvchi va undan chiquvchi kuch chiziqlari soni bir xildir.

**Magnit maydon uchun Gauss teoremasi: Iсталgan yopiq sirtдан chiquvchi  $B$  vektor oqimi nolga tengdir.**

$$\Phi_B = \oint B \cdot dS = 0 \quad (14.10)$$

Magnit maydoni uchun Gauss teoremasi tabiatda  $B$  vektor chiziqlari boshlanadigan va tugaydigan magnit zaryadlari yo‘qligini bildiradi.



14.6-rasm. Yopiq sirtning ko‘rinishi.

5. **Magnit induksiya vektorining sirkulyatsiyasi.**

Berilgan yopiq  $L$  kontur uchun  $B$  vektorning sirkulyatsiyasi shu konturdan olingan quyidagi integralga aytiladi:

$$\int_L \vec{B} dl = \int_L B_l dl \quad (14.11)$$

$dl$ - konturni aylanib o‘tish yo‘nalishidagi kontur uzunligining elementi.

Aylananing har bir nuqtasida

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \quad (14.2)$$

Konturni aylanib o‘tish yo‘nalishidagi kontur urinmasining tashkil etuvchisi

$$B_l = B \cdot \cos \alpha \quad (14.13)$$

Yopiq kontur bo‘ylab  $B$  magnit maydon vektorining sirkulyatsiyasi konturni o‘rab oluvchi o‘tkazgichdagi tok kuchiga doimo teng.

$$\int Bdl = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \int dl = \mu_0 I \quad (14.14)$$

Bu yerda  $B$ -magnit induksiya vektori,  $dl$ - konturni aylanib o‘tish yo‘nalishidagi kontur uzunligining elementi,  $\mu_0$  – magnit doimiysi,  $I$ - tok kuchi.

### ***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. Огурцов Н.А. Курс лекций по физике, Харьков, 2007 г.
8. Колмаков Ю.Н. Курс лекций по физике, Тула, 2002 г.
9. Оплачко Т.М., Турсунметов К.А. Физика. Ташкент, 2007 г.

### Mavzuga doir testlar

<b>1.</b> Cheksiz uzun to'g'ri sim bo'lagining bo'lak uchlaridan bir xil uzoqlikda va uning o'rtasidan $r_0=20$ cm masofada turgan nuqta hosil qilgan maydonning magnit induksiyasi $B$ aniqlansin. Simdan oqayotgan tok kuchi $I= 30$ A, bo'lakning uzunligi $l=30$ cm.
A) $26,8 \cdot 10^{-5}$
B)* $24,9 \cdot 10^{-6}$
C) $20,76 \cdot 10^{-8}$
D) $28,2 \cdot 10^{-3}$
<b>2.</b> Radiusi $r = 16$ cm bo'lgan juda kalta g'alrak chulg'amidan $I=5$ A tok oqadi. Agar g'altak markazidagi magnit maydonning kuchlanganligi $H=800$ A/m bo'lsa, g'altakdagi o'ramlar soni $N$ qancha?
A) 87
B) 43
C)* 51
D) 78
<b>3.</b> Magnit oqimi deb nimaga aytiladi?
A) $B$ ga aytiladi
B) * $\Delta S$ sirt orqali magnit maydon induksiya vektorining oqimi (magnit oqimi) deb $B_n$ ning (magnit induksiya vektorining sirt normaliga proyeksiyasining) sirt yuzasi ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi
C) Magnit maydon induksiya vektorining oqimi (magnit oqimi) deb $B_n$ ning (magnit induksiya vektorining sirt normaliga proyeksiyasining) sirt yuzasi ga aytiladi
D) Sirt yuzasi ko'paytmasiga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi
<b>4.</b> To'g'ri cheksiz uzun o'tkazgichdan $I= 50$ A tok oqmoqda. O'tkazgichdan $r= 5$ cm uzoqlikda turgan nuqtadagi magnit induksiya $B$ aniqlansin.
A) $100 \cdot 10^{-5}$
B) $300 \cdot 10^{-4}$
C)* $200 \cdot 10^{-6}$
D) $400 \cdot 10^{-2}$
<b>5.</b> Ikkita cheksiz uzun to'g'ri parallel simlardan bir xil yo'nalishda $I_1=20$ A va $I_2= 30$ A toklar oqmoqda. Simlar orasidagi masofa $d=10$ cm. Har ikkala simdan ham bir xil $r=10$ cm uzoqlikda joylashgan nuqtadagi magnit induksiya $B$ hisoblansin.
A) $37,5 \cdot 10^{-8}$
B) $45,7 \cdot 10^{-7}$
C) $67,4 \cdot 10^{-4}$
D)* $87,2 \cdot 10^{-6}$
<b>6.</b> Ikkita uzun parallel sim bir-biridan $r=5$ cm masofada turibdi. Simlarning biridan $r_1=2$ cm va boshqasidan $r_2= 3$ cm masofada turgan nuqtadagi magnit maydon kuchlanganligi $H$ topilsin.

A)* 132
B) 400
C) 230
D) 348
<b>7.</b> Agar solenoid uzunligining har bir santimetrda $n=10$ ta o‘ram bo‘lsa, kesimi $S=10 \text{ cm}^2$ bo‘lgan solenoidning $I= 20 \text{ A}$ tok kuchida hosil qiladigan magnit oqimi $\Phi$ topilsin. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m}$ .
A) $10,4 \cdot 10^{-5}$
B) $15,5 \cdot 10^{-3}$
C) $18,9 \cdot 10^{-8}$
D)* $25,1 \cdot 10^{-6}$
<b>8.</b> Magnit maydon uchun Gauss teoremasini ta’riflang?
A) Istalgan sirtga kiruvchi $B$ vektor nolga teng emas
B) Istalgan sirtga kiruvchi $B$ vektor noldan katta
C)* Istalgan yopiq sirdan chiquvchi $B$ vektor oqimi nolga tengdir.
D) Istalgan sirtga chiquvchi $B$ vektor noldan kichik
<b>9.</b> Kvadrat ko‘rinishidagi kontur bo‘ylab $I= 50 \text{ A}$ tok oqmoqda. Kvadrat tomonining uzunligi $a= 20 \text{ cm}$ . Diagonallar kesishgan nuqtadagi magnit induksiya aniqlansin. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m}$ .
A)* $282 \cdot 10^{-6}$
B) $100 \cdot 10^{-5}$
C) $245 \cdot 10^{-3}$
D) $129 \cdot 10^{-7}$
<b>10.</b> Ingichka sim to‘g‘ri oltiburchak ko‘rinishida bukilgan. Oltiburchak tomonining uzunligi $d=10 \text{ cm}$ . Agar simdan $I= 25 \text{ A}$ tok oqayotgan bo‘lsa, oltiburchak markazidagi magnit induksiya $B$ aniqlansin. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Gn/m}$ .
A) $250 \cdot 10^{-5}$
B)* $173 \cdot 10^{-6}$
C) $340 \cdot 10^{-4}$
D) $468 \cdot 10^{-2}$