

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz



TURLI XIL SHAKILGA EGA BO‘LGAN O‘TKAZGICHLARDAN ELEKTR TOKI O‘TGANDA ULARNING ATROFIDA HOSIL BO‘LADIGAN MAGNIT MAYDONINI NAZARIY YO‘L BILAN XISOBLASH

Jizzax Politehnika Instituti v.b. dotsent

Abduraxmonov Asliddin Murtozayevich

[DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.22669502](https://doi.org/10.5281/zenodo.22669502)

Kalit so‘zlar: Tok elementi, Bio-Saavar-Laplas qonuni, μ_0-magnit doimiylik, μ-nisbiy magnit singdirvchanlik, r-radius-vektor, Parma qoidasi. To‘g‘ri tokli o‘tkazgichning magnit maydoni, Aylanma tokning magnit maydoni, Solenoidning magnit maydoni.	Annotatsiya: Ushbu maqolada turli xil shakilga ega bo‘lgan o‘tkazgichlar jumladan To‘g‘ri tokli o‘tkazgichning magnit maydoni. Aylanma tokning magnit maydoni va Solenoidning magnit maydoni Bio-Savar-Laplas qonuni yordamida nazariy yo‘l bilan xisoblandi.
--	---

Dastlab, alohida tok elementi hosil qilgan magnit maydon induksiyasini topadigan formulani keltirib chiqarish kerak. Bu yerda izolyatsiyalangan tok elementlari orqali tajribadan keyin, cheksiz uzunlikdagi turli shakldagi o‘tkazgichlarning hosil qilgan magnit maydonini tahlil qilish orqali bilvosita magnit induksiyasini aniqlanadigan formulani topishga harakat qilamiz. Bu masalani Bio-Saavar-Laplas qonuni ham deb ataladi va XB sistemasida quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \left[\frac{Idl\vec{r}}{r^3} \right] \quad (1)$$

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

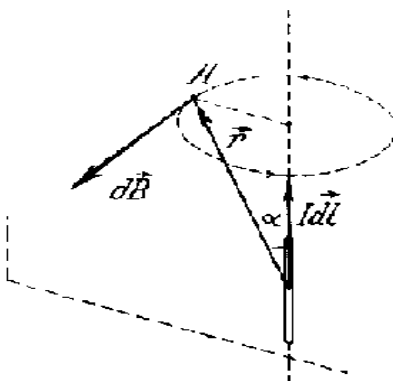
publishers.uz

Bu formulada $\mathbf{r}$ -radius-vektor bo‘lib, tok elementi $I dl$ dan vektor $\vec{B}$ aniqlanayotgan maydon nuqtasiga o‘tkazilgan yo‘nalishdagi masofani bildiradi (1-rasm). $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Gn/m -magnit doimiylik, μ -nisbiy magnit singdirvchanlik. $d\vec{B}$ vektorining moduli uchun, (1) ga asosan quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \alpha}{r^2} \quad (2)$$

Bu yerda α - tok elementi $I dl$ bilan, radius-vektor $\mathbf{r}$ orasidagi burchak, $\vec{B}$ vektorining yo‘nalishi vektor ko‘paytma $[\mathbf{Idl} \cdot \mathbf{r}]$ yo‘nalishi bilan mos keladi va Parva qoidasi bilan aniqlanadi.

Ma‘lumki, $d\vec{B}$ kattalik faqat masofa r ga bog‘liq bo‘lmasdan, α



1-rasm

burchakka ham bog‘liqdir, agar $\alpha=0$ bo‘lsa, magnit induksiyasi nolga teng va α ning $\pi/2$ ga yaqinlashishi bilan U oshadi.

Superpozitsiya prinsipini qo‘llab Bio-Saavar-Laplas qonuni orqali har qanday tokli o‘tkazgichning magnit maydonini hisoblash imkoniyatiga ega bo‘lamiz.

To‘g‘ri tokli o‘tkazgichning magnit maydoni

Qandaydir yupqa tokli o‘tkazgich to‘g‘ri qismga ega bo‘lsin. Ana shu to‘g‘ri chiziqli qism hosil qilgan magnit maydon induksiyasini hisoblaymiz.

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

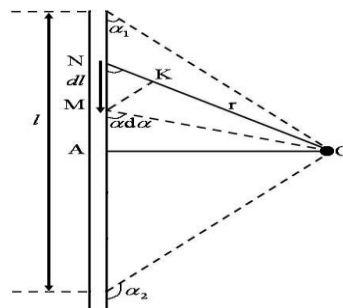
Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

Bio-Savar-Laplas qonuni bo'yicha C nuqtada o'tkazgichning elementar qismi dl tomonidan hosil qilingan magnit induksiyasi (2-rasm) quyidagiga teng:

$$dB = \mu\mu_0 \frac{Idl \sin \alpha}{4\pi r^2}$$

(3) 2-rasm.



Mazkur holda C nuqtada vektor perpendikulyar yo'nalgan. Xuddi shunday yo'nalishga o'tkazgichning boshqa elementlari hosil qilgan magnit induksiya vektori ham ega bo'ladi. Bu esa (3) dagi vektorni yig'indi algebraik ifoda bilan almashtirishga imkon beradi.

Shunday qilib, C nuqtada I tokli o'tkazgich tomonidan hosil qilingan yig'indi induksiyani topish uchun (3) ifodaning yig'indisini olish kerak, yoki integrallash kerak. Buning uchun r va dl ni α o'zgaruvchi orqali

ifodalaymiz. Rasmdagi ANC uchburchakdan

$$NC = r = \frac{r_0}{\sin \alpha}, \quad (4)$$

Bu yerda r_0 – C nuqtadan o'tkazgich yo'nalishiga tushirilgan perpendikulyarning uzunligi.

MNK uchburchakdan quyidagini topamiz

$$dl = \frac{MK}{\sin \alpha} \quad (5)$$

dl juda kichik bo'lgani uchun, $CM=CK=r$ deb olish mumkin. Shuning uchun

$$MK = r d\alpha = \frac{r_0}{\sin^2 \alpha} d\alpha \quad (6)$$

r va dl ning qiymatlarini (3) formulaga qo'ysak,

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

$$dB = \mu_0 \mu \frac{I \sin \alpha}{4\pi r_0} d\alpha \quad (7)$$

C nuqtada l uzunlikdagi tokli o'tkazgichning hosil qilgan magnit maydon induksiyasi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{aligned} B &= \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} \mu \mu_0 \frac{I \sin \alpha}{4\pi r_0} d\alpha \\ &= \mu \mu_0 \frac{I}{4\pi r_0} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} \sin \alpha d\alpha, \end{aligned} \quad (8)$$

Bu yerda α_1 va α_2 - o'tkazgich boshlang'ich va oxirgi uchlaridan C nuqtaga o'tkazilgan radius-vektorlar bilan o'tkazgichning yo'nalishi orasidagi burchaklar.

Keyingi ifodani integrallasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$B = \mu \mu_0 \frac{I}{4\pi r_0} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2), \quad (9)$$

Agar o'tkazgich cheksiz uzun bo'lsa ($l \rightarrow \infty$), u holda $\alpha_1 \rightarrow 0, \alpha_2 \rightarrow 180^\circ$ bo'ladi. U vaqtda $(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) \rightarrow 2$. U holda formula (9) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$B = \mu \mu_0 \frac{I}{2\pi r_0} \quad (10)$$

Aylanma tokning magnit maydoni

Yopiq tokli o'tkazgichning magnit moment vektorini $\vec{P}$ orqali ifodalash qulaydir, uning kattaligi yassi kontur bo'lgan holda tok kuchi I ning kontur yuzasi S ga ko'paytmasiga teng bo'ladi:

$$\vec{P} = I * S \quad (11)$$

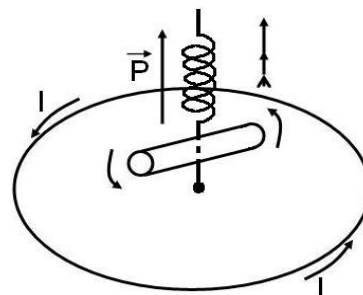
“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

Uning yoʻnalishi kontur tekisligiga perpendikulyar boʻlib, Parma qoidasi bilan bogʻlagandir. Agar Parma dastasini tok yoʻnalishi bilan aylantirsak, uning ilgarilanma harakati $\vec{P}$ vektorining yoʻnalishini aniqlaydi (3-rasm).

3-rasm



Endi aylana koʻrinishdagi tokli kontur hosil qilgan magnit induksiyasini topamiz, soddalik uchun kontur oʻqida yotgan nuqtani qaraymiz. Oʻramning radiusini R bilan, tok kuchini I bilan, oʻram tekisligidan maydon qaralayotgan nuqttagacha boʻlgan masofani r bilan belgilaymiz.

Alohida tok elementi Idl tomonidan hosil qilingan induksiya vektori $d\vec{B}$, (4-rasm) ga asosan tok elementi va uni kuzatish nuqtasi bilan qoʻshuvchi kesma hosil

qilgan tekislikka perpendikulyar boʻladi. $d\vec{B}$ vektorining absolyut qiymati
$$dB = \frac{\mu_0 Idl}{4\pi(r^2 + R^2)},$$
 tok elementidan kuzatish nuqtasigacha boʻlgan masofa $\sqrt{r^2 + R^2}$ ga teng, $\sin \alpha = 1$, chunki $\alpha = \pi/2$ ga teng. Koʻrsatish mumkinki, barcha oʻram elementlari tomonidan hosil qilingan vektorlar $d\vec{B}$ konus toki boʻyicha joylanadi (4.b rasm). Bu vektorlarni qoʻshish uchun ulardan har birini ikkita tashkil etuvchi: $d\vec{B}_{||}$ kontur oʻqiga parallel va $d\vec{B}_{\perp}$ oʻqqa perpendikulyar tashkil etuvchilar yigʻindisidan iborat boʻladi (4.a- rasm). Qoʻshilganda $d\vec{B}_{\perp}$ tashkil etuvchilar oʻzaro bir birini yoʻqotadi, chunki $d\vec{B}_{\perp}$ va $d\vec{B}_{\perp}$ bir biriga diametral qarama-qarshi boʻlgan tok elementlari Idl va Idl kattaligi jixatidan teng va yoʻnalishi jihatidan qarama-qarshidir (4.b rasm).

Shunday qilib, izlanayotgan vektor $\vec{B}$ barcha $\vec{B}_{||}$ lar yigʻindisi orqali aniqlanadi, demak, u oʻram oʻqi boʻyicha yoʻnaladi va $B = \int \alpha dB_{||}$ kattalikka ega boʻladi. $d\vec{B}_{||}$

kattalikni uchburchaklarning oʻxshashligidan hisoblash mumkin:
$$\frac{dB_{||}}{B} = \frac{R}{\sqrt{r^2 + R^2}},$$

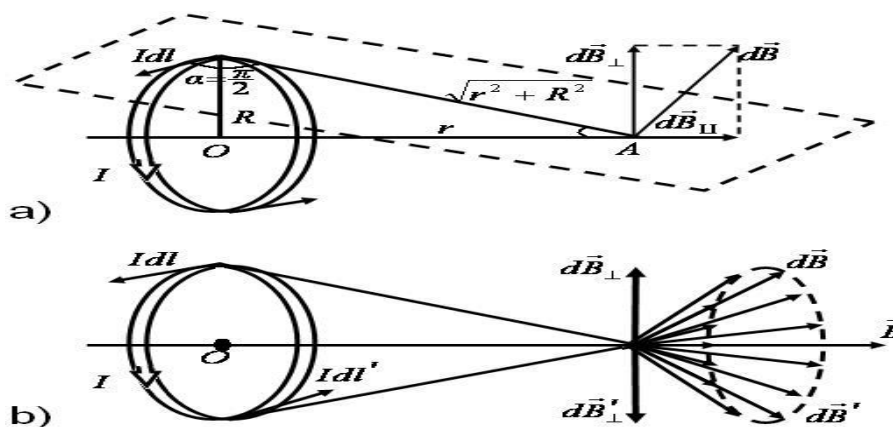
“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

bundan $dB_{\parallel} = B \frac{R}{\sqrt{r^2 + R^2}} = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}}$. Bu ifodani o‘ramning barcha elementlari orqali integrallasak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$B = \int dB_{\parallel} = \int \frac{\mu_0 I dl}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{R}{(r^2 + R^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0 I 2\pi R^2}{4\pi (r^2 + R^2)^{3/2}} \quad (12)$$



4-rasm

$I\pi R^2 = P$ - o‘ramning magnit momentini hisobga olib, oxirida quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$B = \frac{2\mu_0 P}{4\pi (r^2 + R^2)^{3/2}} \quad (13)$$

Bu formuladan kelib chiqadiki, maydon kontur markazida ($r=0$) maksimal bo‘lib, masofa oshishi bilan kamayib boradi.

Juda uzoqda joylashgan nuqtalar uchun R^2 ni r^2 ga nisbatan tashlash mumkin, natijada quyidagi taqribiy formulani olamiz:

$$B = \frac{2\mu_0 P}{4\pi r^3} \quad (14)$$

Ko‘rsatish mumkinki, bu formula istalgan shakldagi kontur uchun o‘rinlidir.

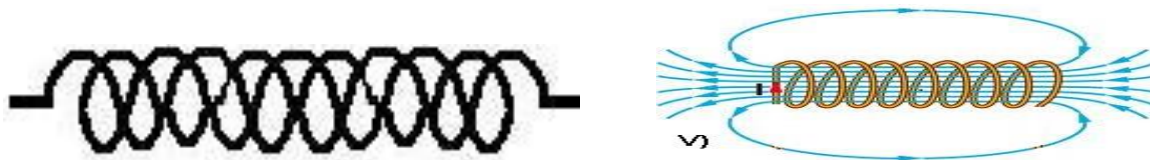
Solenoidning magnit maydoni

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

Solenoid deb, juda ko‘p sondagi bir biriga zich qilib o‘ralgan tokli o‘tkazgichlardan iborat bo‘lgan silindrik g‘altakka aytiladi. Solenoidni bir xil radiusli ketma-ket ulangan aylanma toklar sistemasi deb ham qarash mumkin.



5-rasm

Solenoiddan tok o‘tganda hosil bo‘lgan magnit maydoni (5 v-rasm)da ko‘rsatilgan. solenoidning magnit maydoni induksiyasi va kuchlanganligini Bio-Savar -Laplas qonuni orqali hisoblash ancha murakkabdir. Bio-Savar-Laplas qonunidan foydalanib solenoid ichidagi magnit maydon induksiyasini topish formulasini keltiramiz. Solenoid uzunligi uning diametridan juda katta bo‘lgan holda solenoid ichidagi yoki o‘qidagi nuqtadagi magnit maydon induksiyasi quyidagiga teng:

$$B = \mu\mu_0 \frac{IN}{l} = \mu\mu_0 In \quad (15)$$

Bu yerda I – g‘altakdagi tok kuchi, l – g‘altak uzunligi, N – o‘ramlar soni, $n = \frac{N}{l}$ - g‘altak uzunligiga to‘g‘ri keluvchi o‘ramlar soni.

Magnit maydon kuchlanganligini hisoblashning juda ko‘p usullari mavjud. Masalan, vektor potensial usuli, to‘la tok usuli, Gauss usuli va hakoza. Bu usullardan biz tegishli joylarda foydalanamiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Вонсовский С.В. «Магнетизм». – М.: Наука, 1971 – 1032с,
2. Тейлор К. , Дарби М. «Физика редкоземельных соединений». -М.: Мир, 1974 – 374с.

“GLOBAL ILM-FAN VA INNOVATSIYALAR: FANLARARO TADQIQOTLAR VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR”

Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi

publishers.uz

3. Белов К.П. , Велянчикова М. «Редкоземельные ферромагнетики и антиферромагнетики». –М.: Наука, 1985 – 320с.
4. Тейлор К. Интерметаллических соединений редкоземельных металлов. – М.: Мир, 1974 – 374с.