

TURLI SHAKLDAGI TOKLI O'TKAZGICHLARNING MAGNIT MAYDON KUCHLANGANLIGINI HISOBLASH

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15272606>

Abdulla A. Uzoqov¹, Uzuqjema A. Xabibullayeva²

¹Toshkent davlat pedagogika universiteti, Toshkent, O'zbekiston,
Bunyodkor ko'chasi, 27, dotsent, f-m.f.n.

²Toshkent davlat pedagogika universiteti, Toshkent, O'zbekiston,
Bunyodkor ko'chasi, 27, III kurs talabasi

e-mail: uzoqov@gmail.com

Annotatsiya

Maqolada Bio-Savar-Laplas qonunidan foydalangan holda turli shakldagi tokli o'tkazgichlarning magnit maydon kuchlanganligini hisoblash masalasi ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar

Tokli o'tkazgich, magnit maydon induksiyasi vektori, Magnit maydon kuchlanganligi, Bio-Savar-Laplas qonuni.

Анотация

В статье рассмотрена задача нахождения напряженности магнитного поля с помощью закона Био-Савар-Лапласа, создаваемых проводниками с токами, имеющих различные формы.

Ключевые слова

Проводник с током, индукция магнитного поля, напряженность магнитного поля, закон Био-Савара-Лапласа.

Abstract

The paper considers the problem of finding the magnetic field intensity using the Bio-Savar-Laplace law, created by conductors with currents having different shapes.

Key Words

Current conductor, magnetic field induction, magnetic field intensity, the Biot-Savard-Laplace law.

Oliy ta'lim muassasalarida o'qiydigan talabalar fizikaning elektr va magnetizm bo'limga oid Bio-Savar-Laplas qonuniga doir masalalar yechishda qiyinciliklarga duch kelishadi. Ixtiyoriy shakldagi tokli o'tkazgichning magnit

maydonini hisoblas umumiy holda qiyin masala hisoblanadi, chunki murakkab integrallarni hisoblashga to'g'ri keladi. Shuning uchun bir necha shakldagi tokli o'tkazgichlarning magnit maydonini hisoblash orqali boshqa murakkabroq shaklga ega tokli o'tkazgichlarning magnit maydonlarini hisoblash imkoniyati paydo bo'ladi. Ushbu maqolada Bio-Savar-Laplas qonunidan foydalanib to'g'ri va doiraviy tokli o'tkazgichlarning magnit maydon kuchlanganliklarini hisoblash metodikasi keltirilgan.

Har bir tok elementi vujudga keltiradigan magnit maydon induksiyasi Bio-Savar-Laplas qonuniga asosan quyidagicha aniqlanadi:

1) vektor ko'rinishi

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0 I [d\vec{l} \cdot \vec{r}]}{4\pi r^3};$$

2) skalyar ko'rinishi

$$dB = \frac{\mu\mu_0 I dl}{4\pi r^2} \sin\alpha, \quad (1)$$

bu yerda, μ_0 - magnit doimiysi ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m), μ - muhitning magnit singdiruvchanligi.

Magnit maydon kuchlanganligi va magnit maydon induksiyasi orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$H = \frac{B}{\mu\mu_0}. \quad (2)$$

(2) formulani (1) formulaga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$dH = \frac{Idl}{4\pi r^2} \sin\alpha. \quad (3)$$

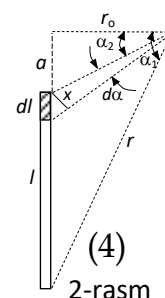
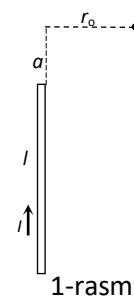
Endi magnit maydon kuchlanganligini topishga doir misalalar ko'rib chiqamiz.

1-masala: Uzunligi l bo'lgan tog'ri tokli o'tkazgichdan I tok oqmoqda (1-rasm). O'tkazgich uchidan uning o'qi bo'yicha a masofada va o'qiga perpendikulyar r_0 masofada joylashgan nuqtadagi magnit maydon kuchlanganligi topilsin.

To'g'ri tokli o'tkazgichdan r_0 masofadagi magnit maydon kuchlanganligini topish uchun Bio-Savar-Laplas qonunidan foydalanamiz. Buning uchun (3) ifodaning ikkala tomonini integrallaymiz:

$$H = \int dH = \int \frac{Idl}{4\pi r^2} \sin\alpha d\alpha.$$

(4) ifodadagi doimiy kattaliklarni integraldan tashqariga chiqarib bu ifodani quyidagicha yozib olamiz:



$$H = \frac{Idl}{4\pi} \int \frac{dl}{r^2} \sin \alpha d\alpha. \quad (5)$$

(5) ifodadani yechish uchun integral ostidagi kattaliklarni bir xil o'zgaruvchilarga keltirib olamiz. Buning uchun 2-rasmdan foydalanib quyidagi belgilashlar qilib olamiz

$$\frac{x}{r} = \sin \alpha \approx d\alpha.$$

$$\frac{x}{dl} = \cos \alpha.$$

Oxirgi ikki ifodadan x larni topib olib quyidagini hosil qilamiz

$$x = rd\alpha. \quad (6)$$

$$x = dl \cos \alpha. \quad (7)$$

(6) va (7) ifodalarni tenglashtirib quyidagini olamiz

$$rd\alpha = dl \cos \alpha. \quad (8)$$

Shuningdek rasmdan quyidagi belgilash qilamiz

$$r_0 = r \cos \alpha. \quad (9)$$

(8) va (9) ifodalarni (5) ifodaga qo'yib quyidagini olamiz

$$H = \frac{I}{4\pi r_0} \int_{-\alpha_1}^{-\alpha_2} \cos \alpha d\alpha = \frac{I}{4\pi r_0} \sin \alpha \Big|_{-\alpha_1}^{-\alpha_2}.$$

Oxirgi ifodaga chegaralarni qo'yib quyidagini natijaviy maydon kuchlanganligini topamiz

$$H = \frac{I}{4\pi r_0} (\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1). \quad (10)$$

(10) ifoda l uzunlikka ega bo'lgan to'g'ri tokli o'tkazgichning magnit maydon kuchlanganligini topish ifodasidir.

2-rasmdan

$$\sin \alpha_1 = \frac{a + l}{\sqrt{(a + l)^2 + r_0^2}} \quad \text{va} \quad \sin \alpha_2 = \frac{a}{\sqrt{a^2 + r_0^2}}.$$

Xususiy hollarni ko'rib chiqamiz:

1. Cheksiz uzun to'g'ri tokli o'tkazgichning biror uchidan r_0 masofadagi magnit maydon kuchlanganligi. Bu holda $\alpha_1 = -90^\circ$ va $\alpha_2 = 0^\circ$ bo'ladi va (10) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi

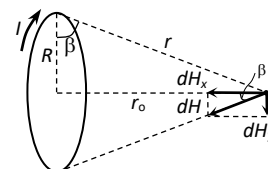
$$H = \frac{I}{4\pi r_0} (\sin 0^\circ - \sin(-90^\circ)) = \frac{I}{4\pi r_0}. \quad (11)$$

2. Cheksiz uzun to'g'ri tokli o'tkazgichning markazidan r_0 masofadagi magnit maydon kuchlanganligi. Bu holda $\alpha_1 = -90^\circ$ va $\alpha_2 = 90^\circ$ bo'ladi va (10) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi

$$H = \frac{I}{4\pi r_0} (\sin 90^\circ - \sin(-90^\circ)) = \frac{I}{2\pi r_0}. \quad (12)$$

2-masala: Radiusi R bo'lgan doiraviy tokli o'tkazgichdan I tok oqmoqda. Doiraning o'qida yotuvchi va undan d masofada joylashgan nuqtadagi magnit maydon kuchlanganligi topilsin.

Magnit maydon kuchlanganligini topish uchun avval 3-rasm chizib olamiz. So'ng (3) ifodadan integral olamiz va o'zgaras kattaliklarni integraldan chiqarib yuboramiz



3-rasm

$$H = \frac{I}{4\pi r^2} \sin \alpha \int dl = \frac{I}{4\pi r^2} \int dl. \quad (13)$$

$d\vec{l} \wedge \vec{r} = 90^\circ$ bo'lgani uchun $\sin \alpha = 1$ bo'ladi. Masalani yechish osonroq bo'lishi uchun Magnit maydon kuchlanganligini ikki tashkil etuvchiga ajratamiz:

1. Gorizonttal tashkil etuvchi

$$dH_x = dH \cos \beta. \quad (14)$$

2. Vertikal tashkil etuvchi

$$dH_y = dH \sin \beta. \quad (15)$$

Natijaviy magnit maydon kuchlanganligi quyidagiga teng

$$H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2}. \quad (16)$$

Magnit maydon kuchlanganligining gorizonttal tashkil etuvchisini topish uchun (14) ifodaga (13) ifodani qo'yib hosil bo'lgan ifodani integrallaymiz, ya'ni

$$H_x = \frac{I}{4\pi r^2} \cos \beta \int_0^{2\pi R} dl = \frac{IR}{2r^2} \cos \beta. \quad (17)$$

Bu ifodadagi $\cos \beta$ ni rasmdan topamiz

$$\cos \beta = R/r.$$

Oxirgi ifodani (17) ifodaga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$H_x = \frac{IR^2}{2r^3}. \quad (18)$$

Magnit maydon kuchlanganligining vertikal tashkil etuvchilari esa bir birini kompensatsiyalaydi va uning integrali nolga teng bo'ladi, ya'ni

$$H_y = 0. \quad (19)$$

(18) va (19) ifodalarni (16) ga qo'yib quyidagini olamiz

$$H = H_x = \frac{IR^2}{2r^3}. \quad (20)$$

Rasmdan quyidagini yozishimiz mumkin

$$r = \sqrt{R^2 + r_0^2}.$$

Oxirgi ifodani (20) ifodaga qo'yib izlanayotgan natijaviy magnit maydon kuchlanganligini topamiz

$$H = \frac{IR^2}{2\sqrt{(R^2 + r_0^2)^3}}. \quad (20)$$

Xususiy hol:

1. Halqaning markazidagi magnit maydon kuchlanganligi. Bu holda $r_0=0$ va $r=R$ bo'ladi va (20) ifoda quyidagi ko'rinishga keladi

$$H = \frac{I}{2R}. \quad (21)$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

[1] Uzoqov A.A. Bir tekis zaryadlangan to'g'ri sterjenning nuqtaviy zayadga ta'sir kuchini hisoblash metodikasi // "Fizika, matematika va informatika", Ilmiy-uslubiy jurnal, 6-son, 2024 yil.

[2] Uzoqov A.A., Umarova M.S. Bir to'g'ri chiziqda joylashgan zaryadlar sistemasini muntazam ko'pburchak shaklga keltirishda bajargan ishini hisoblash metodikasi // International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers // Volume-12, Issue-10, 2024.

[3] Uzoqov Abdulla. "Parallelogram shakliga ega zaradlar sistemasi uchun kulon kuchini hisoblash." *American Journal of Multidisciplinary Bulletin* 3.2 (2025): 48-54.

[4] Uzoqov Abdulla, and Odilov Bekzod. "Muntazam oltiburchak shaklidagi zaradlar sistemasini nuqtaviy zaryadga ta'sir kuchini hisoblash." *American Journal of Multidisciplinary Bulletin* 3.2 (2025): 60-67.

[5] Parsiyev S., Abdullayev S., Uzoqov A. Sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlanish istiqbollari // *Modern Science and Research*. – 2024. – T.3. – №.1. – С. 1-2.

[6] А.А.Узоқов. Тербий ортоалюминати $TbAlO_3$ нинг оптик ва магнитооптик хусусиятлари. Физика-математика фанлари номзоди диссертацияси автореферати, 01.04.05 – Оптика, Тошкент, 2010. – 25 б.

[7] Хужанов Э.Б. Умумий ўрта таълим мактаб ўқувчиларида физик тушунчаларни статистик метод асосида шакллантириш. Педагогика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати, Тошкент, 2020. – 48 б.

[8] Uzoqov Abdulla, and Madraimov Xudaybergan. "Yorug'likning yupqa plastinkada sinish va qaytish hodisalariga oid masalalar yechish metodikasi." *American Journal of Multidisciplinary Bulletin* 2.5 (2024): 251-260.

[9] Uzoqov Abdulla, Shavqiddin Abdullayev, and Xamidabonu Mamatqulova. "методика расчета формулы тонкой линзы" *American Journal of Education and Learning* 3.4 (2025): 291-296.

[10] Khushvaktov U.N. Use of the membership principle in studying solid physics at secondary school // *ACADEMICIA An International Multidisciplinary Research Journal* ISSN: 2249-7137, Vol. 11, | Issue 6 | June 2021. - Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 7.492, P. 526-531.

[11] Khushvaktov U.N. Interconnected training in laboratory and practical classes in solid state physics // *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal* ISSN: 2249-7137, Vol. 12, Issue 05, May 2022. Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 8.252, P. 134-146.

[12] Xushvaqtov O'.N. Umumiy o'rta ta'lim maktablarida qattiq jismlar fizikasiga oid amaliy mashg'ulotlarni takomillashtirish // "FIZIKA, MATEMATIKA va INFORMATIKA" ILMIY-USLUBIY JURNAL. 2022 2-son. 01.04.2022-y. 38-44 b. (13.00.00. № 2)

[13] Қаландаров Э.Қ., Хушвақтов Ў.Н. Қаттиқ жисмлар физикасини янги педагогик технологиялар асосида ўқитиш асослари// Муғаллим ҳам узлуксиз билимлендириу илмий-методикалық журнали. – Нукус, 2018. -№ 3-сон. 122-127 б. (13.00.00. № 20)

[14] Xushvaqtov O'.N. Qattiq jismlar fizikasini o'qitish uchun animatsion aralash reallik modellari // Fizika fanini axborot va innovatsion texnologiyalar muhitida o'qitishning zamonaviy tendensiyalari: Muammo va yechimlar mavzusidagi. Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallar to'plami. Navoiy shahri – 2023. 279-284 bet.

[15] Xushvaqtov O'.N., "Qattiq jismlar fizikasi"ni o'qitish jarayonida o'quvchilarning kreativ kompetentligini rivojlantirish// "XALQ TA'LIMI" O'zbekiston Respublikasi Maktabgacha va Maktab Ta'limi Vazirligining Ilmiy-metodik jurnali. ISSN 2181-7839. 2023 2-son (Mart-Aprel), 67-71 b. (13.00.00. № 17).

[16] Xushvaqtov O'.N. Umumiy o'rta ta'lim maktablarida qattiq jismlar fizikasining rivojlanish metodologiyasi metodologik asoslari// "O'zMU XABARLARI" Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti Ilmiy Jurnali. 2024, [1/7/1] ISSN 2181-7324. 218-221 bet.

[17] Хушвақтов Ў.Н., Умумий ўрта таълим мактабларида қаттиқ жисмлар турларини кўргазмалилик тамойилидан фойдаланиб ўрганиш// Илм

sarchashmalari” Urganch davlat universitetining ilmiy-nazary, metodik jurnali. 114-118 bet.

[18] Khushvaktov U.N., Methods of teaching the topic "Crystalline and amorphous bodies" in high school // International Journal of Education, Social Science & Humanities. ISSN: 2945-4492, Volume-12 | Issue-6 | 2024 Published: | 22-06-2024 | Scientific Journal Impact Factor (SJIF) = 8.09, P. 1575-1583.

[19] Xushvaqtov N., Xushvaqtov O'.N., Umumiy o'rta ta'lim maktablarida fizika fanidan uy laboratoriya ishini tashkil etish va bajarish // Xalqaro ilmiy forum. Ko'p tarmoqli ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Toshkent. 2023-yil. 13-yanvar. 962-965 bet.

[20] Xushvaqtov O'.N., Jalolov S.E., Yakka plastina usuli bilan issiqlik o'tkazuvchanlikni aniqlash// Xalqaro ilmiy forum. Ko'p tarmoqli ilmiy-amaliy anjuman materiallari. Toshkent. 2023-yil. 13-yanvar. 966-968 bet.