

MAGNIT MAYDONDAGI ZARYADLARNING HARA KATIGA DOIR MASALALAR YECHISH METODIKASI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20536901>

**Uzoqov Abdulla Abduraimovich¹, Umirxo'jayev Mehroj Muxiddin o'g'li²,
Avalboyeva Rayxona Abdumalik qizi³**

¹*O'zbekiston milliy pedagogika universiteti, Toshkent 100070, O'zbekiston, dotsent,
f.-m.f.n.*

²*O'zbekiston milliy pedagogika universiteti, Toshkent 100070, O'zbekiston, IV kurs
talabasi*

³*O'zbekiston milliy pedagogika universiteti, Toshkent 100070, O'zbekiston, II kurs
talabasi*

e-mail: uzoqov@gmail.com, mehrojxonumirxojayev@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqolada Lorens kuchiga oid bo'lgan masalalarni yechish metodikasi ko'rib chiqilgan. Ushbu masalalarni yechishda Lorens kuchining turli hollari bilan tanish bo'lish kerak.

Kalit so'zlar

Lorens kuchi, magnit maydon induksiyasi vektori, vintsimon chiziq, aylanish davri, aylanish chastotasi, zaryadlangan zarrai.

Аннотация

В данной статье рассмотрена методика решения задач на силу Лоренца. Для решения таких задач нужно знать применение силы Лоренца к различным частным случаям.

Ключевые слова

Сила Лоренца, вектор магнитной индукции, винтообразная линия, период вращения, частота вращения, заряженная частица.

Abstract

This article considers the methodology for solving problems involving the Lorentz force. Solving these types of problems requires understanding the application of the Lorentz force to different special cases.

Key words

Lorentz force, magnetic induction vector, helical line, period of rotation, frequency of rotation, charged particle.

1. KIRISH

Bugungi kunda ta'lim tizimida amalga oshirilayotgan islohotlar o'quvchilarning mustaqil fikrlashi, ijodiy yondashuvi hamda amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishga qaratilgan zamonaviy pedagogik texnologiyalarni ta'lim jarayoniga keng joriy etishni talab etmoqda. Ayniqsa, fizika fanini o'qitishda nazariy bilimlarni amaliy jarayonlar bilan bog'lash, murakkab fizik hodisalarni sodda va tushunarli usullarda izohlash muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan elektromagnetizm bo'limidagi "Magnit maydonda zaryadli zarraning harakati" mavzusi elektromagnetizmning muhim tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi.

Mazkur mavzuda magnit maydonning zaryadlangan zarrachalarga ta'siri, Lorens kuchining hosil bo'lishi, zarraning aylana va vintsimon trayektoriya bo'ylab harakati kabi fizik qonuniyatlar o'rganiladi. Ushbu jarayonlarni o'zlashtirish o'quvchilardan matematik formulalarni tushunish bilan bir qatorda fizik hodisalarning mohiyatini tasavvur qilishni ham talab qiladi. Shuning uchun mavzuni o'qitishda an'anaviy metodlar bilan birga zamonaviy interfaol metodlardan foydalanish samarali natija beradi.

Shuningdek, magnit maydonda zaryadli zarra harakatini tushuntirishda virtual laboratoriyalar, animatsiyalar, simulyatsiyalar va multimedia vositalaridan foydalanish mavzuning samaradorligini oshiradi. Chunki zaryadli zarrachalarning magnit maydondagi trayektoriyasini oddiy tasavvur qilish ayrim o'quvchilar uchun murakkab bo'lishi mumkin. Axborot texnologiyalari yordamida ushbu jarayonlarni vizual tarzda ko'rsatish esa fizik qonuniyatlarni chuqurroq anglash imkonini beradi.

2. ASOSIY QISM

Magnit maydonida v tezlik bilan harakatlanayotgan q elektr zaryadiga ta'sir etuvchi kuch **Lorens kuchi** deb ataladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\vec{F} = q[\vec{v}\vec{B}], \quad (1)$$

bu yerda \vec{B} - zaryad harakatlanayotgan magnit maydonining induksiyasi.

Lorens kuchining moduli quyidagiga teng:

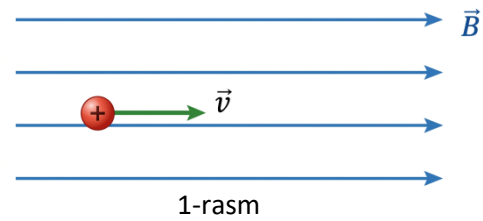
$$F=qvB\sin\alpha, \quad (2)$$

bu yerda α - \vec{v} va \vec{B} vektorlar orasidagi burchak.

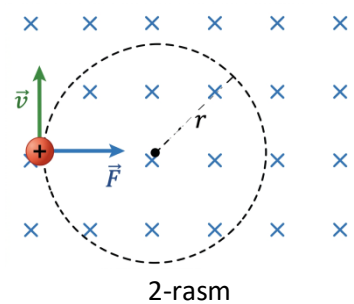
(2) ifoda magnit maydonida harakatlanayotgan zaryadlangan zarralarning bir qator qonuniyatlarini aniqlash imkonini beradi. Magnit maydonlarida harakatlanayotgan zarralarning zaryad belgisini aniqlash mana shu hodisaga asoslangan.

Umumiy qonuniyatlarni keltirib chiqarish uchun magnit maydonini *bir jinsli* deb hisoblaymiz va zarralarga elektr maydonlari ta'sir etmaydi deb olamiz. Quyidagi holatlarni ko'rib chiqamiz:

1. Zaryadlangan zarra magnet maydon chiziqlari bo'ylab harakatlanyapti (1-rasm). Bunda $\alpha=0$ yoki π ga teng bo'ladi. U holda (2) formulaga ko'ra Lorens kuchi nolga teng bo'ladi, ya'ni magnit maydoni zarraga ta'sir ko'rsatmaydi va u to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi.



2. Zaryadlangan zarra magnet maydonga perpendikulyar harakatlanyapti Bunda $\alpha=\pi/2$ ga teng bo'ladi. Bu holda Lorens kuchi moduli bo'yicha o'zgarmas va zarra traektoriyasiga perpendikulyar bo'ladi. Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan, bu kuch markazga intilma tezlanish hosil qiladi. Bundan kelib chiqadiki, zarra aylana bo'ylab tekis harakat qilar ekan (2-rasm). Bu aylana radiusi R quyidagi shartdan aniqlanadi:



$$qvB=mv^2/R,$$

bundan

$$R=(mv)/(qB). (3)$$

Zarraning *aylanish davri*, ya'ni uning bir marta to'liq aylanishi uchun ketgan vaqt quyidagiga teng:

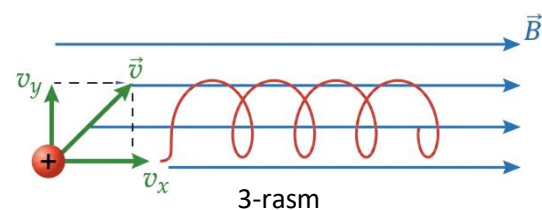
$$T=2\pi R/v.$$

Bu ifodaga (3) ifodani qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$T=(2\pi m)/(qB).(4)$$

Bundan ko'rinadiki bir jinsli magnit maydonidagi zaryadlangan zarraning aylanish davri faqat zarraning solishtirma zaryadiga (q/m) teskari bo'lgan kattalik va maydonning magnit induksiyasi bilan aniqlanadi va uning tezligiga bog'liq bo'lmaydi ($v \ll c$ bo'lganda). Zaryadlangan zarralarning siklik tezlatgichlarining ishlash prinsipi shunga asoslangan.

3. Zaryadlangan zarraning tezligi v magnit induksiya vektori B ga nisbatan biror α burchak ostida yo'nalgan (3-rasm). Bu holda zaryadlangan zarraning harakatini ikkita harakatning superpozitsiyasi ko'rinishida tasvirlash mumkin:



1) Magnit maydon bo'ylab $v_x=v\cos\alpha$ tezlik bilan harakatlanuvchi to'g'ri chiziqli

tekis harakat;

2) Magnit maydonga perpendikulyar tekislikda $v_y = v \sin \alpha$ tezlik bilan aylana bo'ylab harakatlanuvchi tekis harakat.

Aylana radiusi (3) formula bilan aniqlanadi (faqat bu holda v o'rniga v_y ni qo'yish kerak). Har ikkala harakatning qo'shilishi natijasida o'qi magnit maydoniga parallel bo'lgan vintsimon chiziq bo'ylab harakat hosil bo'ladi (3-rasm).

Vintsimon chiziqning qadami h quyidagicha topiladi:

$$h = v_{||} T = v T \cos \alpha.$$

Bu ifodaga (4) ifodani qo'yib, quyidagini olamiz:

$$h = 2\pi m v \cos \alpha / (qB). \quad (5)$$

Endi Lorens kuchiga misollar ko'rib chiqamiz.

1-masala. Proton kuchlanganligi $H = 5,22$ kA/m bo'lgan bir jinsli magnit maydonda aylana bo'ylab harakatlanmoqda. Protonning aylanish chastotasi ν hisoblansin.

Berilgan:

$$H = 5,22 \text{ kA/m} = 5,22 \cdot 10^3 \text{ A/m};$$

$$q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C};$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg};$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m};$$

$$\mu = 1.$$

Topish kerak: ν .

Yechish. Proton bir jinsli magnit maydonga uchib kirganda unga 2 ta kuch ta'sir etadi:

1. Lorens kuchi:

$$F_L = q_p v B \sin \alpha, \quad (1.1)$$

bu yerda, q_p - protonning zaryadi, v - protonning tezligi, B - magnit maydon induksiya vektori, α - protonning tezlik yo'nalishi va magnit induksiya vektori yo'nalishi orasidagi burchak. Bizning holda $\alpha = 90^\circ$.

2. Markazdan qochma kuch:

$$F_{mq} = m_p v^2 / R, \quad (1.2)$$

bu yerda, m_p - protonning massasi, R - proton harakatlanayotgan aylananing radiusi.

Bizning holda bu kuchlar o'zaro teng bo'ladi, ya'ni:

$$F_{mq} = F_L, \quad (1.3)$$

(1.1) va (1.2) ifodalarni (1.3) ga qo'yib quyidagi ifodani olamiz:

$$m_p v^2 / R = q_p v B,$$

bundan

$$v = \frac{q_p BR}{m_p} \quad (1.4)$$

kelib chiqadi.

Aylanma harakatdagi chiziqli tezlik va aylanish chastotasi orasidagi bog'lanish quyidagi ko'rinishga ega edi:

$$v = 2\pi\nu R. \quad (1.5)$$

(1.4) va (1.5) ifodalarni tenglashtirib so'ralayotgan protonning aylanish chastotasini topamiz, ya'ni:

$$\nu = \frac{q_p B}{2\pi m_p}. \quad (1.6)$$

Magnit maydon induksiya vektori va magnit maydon kuchlanganlik vektorlari orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$B = \mu_0 \mu H. \quad (1.7)$$

bu yerda, μ_0 - magnit doimiysi, μ - muhitning magnit singdiruvchanligi.

(1.7) ifodani (1.6) ifodaga qo'yib quyidagi ifodani olamiz:

$$\nu = \frac{q_p \mu_0 \mu H}{2\pi m_p}. \quad (1.8)$$

Berilgan son qiymatlarni (1.8) ifodaga qo'yib so'ralgan aylanish chastotasining qiymatini topamiz:

$$\nu = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 5,22 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}} = 100 \text{ kHz.}$$

Javob: $\nu = 100 \text{ kHz.}$

2-masala. Magnit induksiyasi $B = 5,34 \text{ T}$ bo'lgan bir jinsli magnit maydonda elektron harakatlanmoqda. Elektronning harakat traektoriyasi qadami $h = 50 \text{ cm}$ va radiusli $R = 11,8 \text{ cm}$ bo'lgan vintsimon chiziqdan iborat. Elektronning kinetik energiyasi E_k aniqlansin.

Berilgan:

$$B = 5,34 \text{ T};$$

$$h = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m};$$

$$R = 11,8 \text{ cm} = 0,118 \text{ m.}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C};$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg};$$

Topish kerak: E_k .

Yechish. Elektronning kinetik energiyasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$E_k = m_e v^2 / 2, \quad (2.1)$$

bu yerda, m_e - elektronning massasi, v - elektronning tezligi.

Masalani yechish uchun tezlikni ikkita tashkil etuvchilarga ajratamiz: vintsimon chiziqning o'qi bo'ylab yo'nalgan v_x tezlik va vintsimon chiziqning o'qiga perpendikulyar bo'lgan v_y tezlik. U holda natijaviy tezlik bu tezliklar orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2. \quad (2.2)$$

Tezlikning v_x tashkil etuvchisini vintsimon chiziqning qadami h va davri T orqali aniqlaymiz, ya'ni:

$$v_x = h/T. \quad (2.3)$$

Vintsimon chiziqning aylanish davri quyidagiga teng edi:

$$T = \frac{2\pi m_e}{eB}. \quad (2.4)$$

bu yerda, m_e - elektronning massasi, e - elektronning zaryadi, B - elektr maydon kuchlanganligi vektori.

(2.4) ifodani (2.3) ifodaga qo'yib quyidagi ifodani olamiz:

$$v_x = \frac{heB}{2\pi m_e}. \quad (2.5)$$

Tezlikning v_y tashkil etuvchisini vintsimon chiziqning radiusi R ifodasidan aniqlaymiz, ya'ni:

$$R = mv_y / (eB) \quad (2.6)$$

ifodadan.

(2.6) ifodadan

$$v_y = \frac{ReB}{m_e} \quad (2.7)$$

ekanligi kelib chiqadi.

(2.5) va (2.7) ifodalarni (2.2) ifodaga qo'yib quyidagi ifodani olamiz:

$$v^2 = \left(\frac{heB}{2\pi m_e} \right)^2 + \left(\frac{ReB}{m_e} \right)^2 = \left(\frac{eB}{m_e} \right)^2 \left(\frac{h^2}{4\pi^2} + R^2 \right). \quad (2.8)$$

Hosil bo'lgan (2.8) ifodani (2.1) ifodaga olib borib qo'yib quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$E_k = \frac{e^2 B^2}{2m_e} \left(\frac{h^2}{4\pi^2} + R^2 \right), \quad (2.9)$$

Berilgan son qiymatlarni (2.9) ifodaga qo'yib so'ralgan elektronning kinetic energiyasining qiymatini topamiz:

$$E_k = \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5,34)^2}{2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{0,5^2}{4 \cdot 3,14^2} + 0,118^2 \right) = 8,11 \text{ nJ}.$$

Javob: $E_k = 8,11 \text{ nJ}$.

XULOSA

Magnit maydonda zaryadli zarraning harakati mavzusi fizika fanining elektromagnetizm bo'limidagi eng muhim mavzulardan biri bo'lib, o'quvchilarda magnit maydon, Lorens kuchi hamda zaryadli zarrachalarning harakat qonuniyatlari haqidagi bilimlarni shakllantirishda muhim o'rin tutadi. Mazkur mavzuni o'qitishda nazariy bilimlarni amaliy misollar, formulalar va ko'rgazmali vositalar bilan uyg'unlashtirish o'quvchilarning mavzuni chuqurroq anglashiga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Qodirov B., Vaxobov A. Umumiy fizika kursi: Elektromagnetizm. - Toshkent: O'qituvchi, 2018.
- [2] Landsberg G.S. Fizika kursi. II jild: Elektr va magnetizm. - Toshkent: "O'qituvchi", 2011.
- [3] Uzoqov A.A., Xabibullayeva U. Turli shakldagi tokli o'tkazgichlarning magnit maydon kuchlanganligini hisoblash // American Journal of Education and Learning. - 2025. - T. 3. - №. 4. - C. 898-904..
- [4] Uzoqov A.A., Madraimov X.A. Yupqa linza formulasini hisoblash metodikasi // American Journal of Multidisciplinary Bulletin. - 2025. - T. 3. - №. 4. - C. 101-107.
- [5] Uzoqov Abdulla Abduraimovich, and Madraimov Xudaybergan Atabek o'g'li. "Yorug'likning yupqa plastinkada sinish va qaytish hodisalariga oid masalalar yechish metodikasi". American Journal of Multidisciplinary Bulletin 2.5 (2024): 251-260.
- [6] Uzoqov A.A., Madraimov X.A, Abdumalikova M. A. Methodology for Solving Problems Related to the Thin Lens Formula // American Journal of Education and Learning. - 2026. - T. 4. - №. 1. - C. 500-505.