

FIZIKA FANIDA LORENS KUCHI. AMPER QONUNI. XOLL EFFEKTI

Sirdaryo viloyati Xovos tumani 1-sonli matematika va fizika fanlariga ixtisoslashtirilgan davlat umumta'lim maktabining fizika fani o'qituvchisi

Esanov Mamanazar Bazarovich

Annatsiya: Ushbu maqolada Lorens kuchi va magnit maydondagi zaryadli zarralarning harakati, bunday harakat tufayli Yerdagi va koinotdagi hodisalar, Zarralar sistemasiga ta'sir etuvchi kuch – Amper kuchi va Xoll effekti haqida qisqacha ma'lumotlar bayon etilgan.

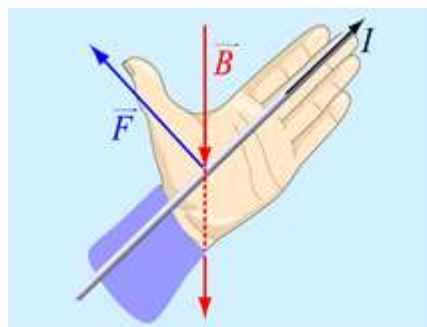
Kalit so'zlar: Magnit maydon, Amper kuchi, Lorens kuchi, zaryad, induksiya, vektor, Xoll effekti.

Magnit maydon tomonidan tokli o'tkazgichga ta'sir qiladigan kuch Amper kuchi deb ataladi. O'zidan I tok o'tkazayotgan o'tkazgichning dl elementiga ta'sir qiluvchi kuch $d\vec{F}$ va \vec{B} vektorlarning ko'paytmasiga to'g'ri proporsional $d\vec{F} = kI[d\vec{l} \times \vec{B}]$ (1) yoki $d\vec{F} = k[I d\vec{l} \times \vec{B}]$ (2) $dF = kI dlB \sin \alpha$ (3) $\alpha = (\vec{dl} \wedge \vec{B})$ (4) $k=1$ $dF = I dlB \sin \alpha$ (5) $F = \int dF = \int I dlB \sin \alpha$ (6)

1) agar $\alpha = 0$ yoki $\alpha = 180^\circ$ bo'lsa $dF = 0$ (7), ya'ni tokli o'tkazgichga Amper kuchi ta'sir etmaydi;

2) agar $\alpha = 90^\circ$ bo'lsa $dF = I dlB$ (8), ya'ni tokli o'tkazgichga ta'sir etadigan Amper kuchi eng katta bo'ladi;

Amper kuchining yo'nalishi chap qo'l qoidasi yordamida aniqlanadi. Magnit maydon induksiyasi qo'lning kaftiga tik yo'nalgan, tokning harakat yo'nalishi ko'rsatkich barmoq yo'nalishida bo'lsa, o'tkazgichga ta'sir qiluvchi Amper kuchi bosh barmoq yo'nalishida bo'ladi. Magnit maydonda



chap

tokli

harakatlanuvchi bitta zaryadlangan zarrachaga maydon tomonidan ta'sir etuvchi kuch Lorens kuchi deb ataladi.

$$\text{Amper kuchi } d\vec{F} = [Idl \vec{B}] \quad (9) \quad Idl^{\vec{P}} = \frac{dq}{dt} dl^{\vec{P}} = dq \vec{v} \quad (10) \quad d\vec{F} = dq [\vec{v} \vec{B}] \quad (11) \quad dq = qndV \quad (12)$$

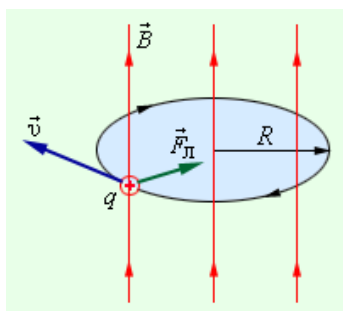
$$d\vec{F} = qndV [\vec{v} \vec{B}] \quad (13) \quad \vec{F}_L = \frac{d\vec{F}}{N} = \frac{qndV [\vec{v} \vec{B}]}{ndV} \quad (14) \quad \vec{F}_L = q [\vec{v} \vec{B}] \quad (15)$$

ifoda Lorens kuchi deb ataladi, uning son qiymati $F_L = qvB \sin \alpha$ (16) formula bilan aniqlanadi. Bu erda $\alpha = (\vec{v} \wedge \vec{B})$ (17) tezlik va magnit induksiya vektorlari yo'nalishlari orasidagi burchak.

Lorens kuchining yo'nalishi Chap qo'l qoidasi bilan aniqlanadi: Magnit maydon induksiyasi chap qo'lning 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.

3. Harakatlanuvchi zaryadga elektr maydon tomonidan $\vec{F} = q\vec{E}$ kuch ta'sir qiladi. Bu kuch zaryadga tezlanish beradi yoki uning yo'nalishini o'zgartiradi. Elektr maydonning zaryadga tezlanish berishidan elektron lampalarda, elektron nurli trubkalarda, tezlatkichlarda va hokazolarda foydalaniladi.

4. Zaryadli zarraning magnit maydondagi harakatini tavsiflab ko'raylik. Lorens kuchining qiymati $\vec{B} = const$, $\vec{v} = const$ bo'lganda, tezlik va magnit induksiya vektorlari yo'nalishlari orasidagi burchakka bog'li ravishda $F_L = 0$ dan $F_L = qvB$ gacha qiymatlarga ega bo'ladi. $\alpha = 0$ yoki $\alpha = \pi$ bo'lganda zarracha o'z inersiyasi bo'yicha to'g'ri chiziqli tekis harakat qiladi.

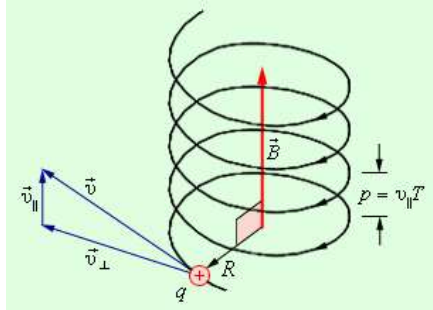


Agar zarracha bir jinsli magnit maydonga magnit induksiya chiziqlariga *perpendikulyar* ($\alpha = \frac{\pi}{2}$) ravishda kirib kelsa, u aylana bo'ylab harakatlana boshlaydi.

Ushbu holda Lorens kuchi eng katta $F_L = qvB$ (18) bo'ladi va zaryadga markazga intilma tezlanish beradi: $qvB = \frac{mv^2}{r}$. Bu ifodadan egri chiziqli traektoriya radiusini topish mumkin. Agar $\vec{B} = const$, $\vec{v} = const$, $r = const$ bo'lsa, traektoriya aylanadan iborat bo'ladi.

Zaryadli zarrachaning aylana bo‘ylab aylanish davri: $T = \frac{2\pi \cdot m}{qB}$. Aylanish chastotasi esa

$v = \left| \frac{q}{m} \right| \frac{B}{2\pi}$ Bu erda $\frac{q}{m}$ solishtirma zaryad deb ataladi.



Agar zarracha bir jinsli magnit maydonga ($\vec{B} = const$) magnit induksiya chiziqlariga burchak ostida ($0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$) kirib kelsa, u magnit induksiya chiziqlarini qamrab oluvchi spiralsimon traektoriya bo‘ylab harakatlana boshlaydi.

Zaryadning harakat tezligi vektorini perpendikulyar va parallel tashkil etuvchilarga ajratamiz: $v_{\perp} = v \sin \alpha$, $v_{\parallel} = v \cos \alpha$. Perpendikulyar tashkil etuvchi zaryadning harakat yo‘nalishini o‘zgartiradi $F_L = qv_{\perp}B = qvB \sin \alpha$, parallel tashkil etuvchi esa zaryadni p qadam bilan spiralsimon harakatlanishga majbur qiladi $p = v_{\parallel}T = v \cos \alpha \cdot \left| \frac{q}{m} \right| \frac{2\pi}{B}$

Magnit maydon fazoda asta-sekin o‘zgaruvchi bo‘lsin. Asta-sekin deganing ma’nosi – zarra trayektoriyasining bir halqasining o‘lchamlarida maydonning farqi juda kichik bo‘lsin. Notekis maydon kuch chiziqlari parallel bo‘lmay, bir-biriga yaqinlashib (yoki uzoqlashib) boruvchi chiziqlardan iborat bo‘ladi. Magnit kuch chiziqlarining bir-biriga yaqinlashuvi – maydon induksiyasining oshishini bildiradi. Bunday maydonda harakatlanuvchi zaryadli zarra spiralsimon trayektoriyaga ega bo‘lsada, bu spiralning radiusi maydonga mos ravishda o‘zgarib boradi: maydon kuchli bo‘lgan sohaga borgan sari aylanish radiusi kichrayadi, aylanish chastotasi esa oshib boradi.

Umumiy holda Lorens kuchi harakatlanuvchi zaryadga elektr va magnit maydonlar tomonidan ta’sir etuvchi kuchlar yig‘indisiga teng

$$\vec{F}_L = q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}]$$

1. Lorens kuchi zaryadning harakat tezligi yo‘nalishiga perpendikulyar yo‘nalganligi uchun ish bajarmaydi. Kinetik energiya to‘g‘risidagi teorema muvofiq Lorens kuchi zarrachaning kinetik energiyasini, shuningdek uning tezligi modulini o‘zgartirmaydi. Bu kuch ta’sirida zarrachaning harakat yo‘nalishi o‘zgaradi.

Xoll effekti va uning qo‘llanishi: Tokli o‘tkazgich magnit maydonga kiritilsa, tokni tashuvchi haraktdagi zaryadlarga Lorens kuchi ta’sir etadi. Buning oqibatini batafsil o‘rganish uchun o‘tkazgich muntazam (parallelopiped) shaklga ega deb hisoblaylik.

Xoll kuchlanishining ishorasi o‘tkazuvchanlik zaryadlarini ishorasi bilan bog‘liq bo‘lib, bu ishorani tajribada aniqlash imkonini beradi. Tajriba metallardan boshqa o‘tkazgichlar bilan o‘tkazilganda (yarimo‘tkazgichlar, eritmalar, gazlar), bu ham o‘tkazgich haqida muhim ma’lumotdir. Bundan tashqari Xoll kuchlanishigi qarab zarralarining o‘rtacha tartibli harakat tezligini aniqlash mumkin, bu esa mikroskopik ma’lumotdir.

Tezlikni tok zichligi orqali ifodalaylik:

$$j = nev, \quad v = \frac{j}{ne}, \text{ unda}$$

$$E_{\perp} = R_H jB, \quad R_H = 1/ne.$$

Bu yerdagi R_H - Xoll koeffitsienti deb ataladi. Xoll effekti bo‘yicha tajriba qo‘yilib, R_H o‘lchansa, o‘tkazuvchanlik zaryadlarining konsentratsiyasi n aniqlanar ekan. Shuning uchun Xoll effekti yangi materiallar bilan, yarimo‘tkazgichlar bilan ishlovchi olimlarning muhim ilmiy quroliga aylangan. Tajribada qo‘llanuvchi material Xoll koeffitsienti va magnit induksiya ma’lum bo‘lsa Xoll kuchlanishiga ko‘ra tok kuchini aniqlash mumkin. Aksinsa tok kuchi ma’lum bo‘lsa, unga ko‘ra magnit maydonni o‘lchash mumkin.

Xulosa qilib aytadigan bo‘lsak, fizikada Xollning kvant effekti ham ochilgan. Uning xossalari moddaning kvant xossalari bilan tushuntiriladi va bu hodisani kuzatilishi ham oson emas, kvant Xoll effekti atom fizikasida o‘rganiladi. Bundan tashqari fizikada turli kattalikdagi kuchlar bular jumlasiga Amper kuchi ham kiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. S. Orifjonov. Elektromagnetizm. Toshkent. 2011.
2. A. Detlaf, B. Yavorskiy. Kurs fiziki. 2 tom. Moskva.
3. <http://physicsleti.narod.ru/fiz>
4. <http://fizportal.ru/physics/task>