

Mavzu: Solenoid va toroidning magnit maydoni

Reja:

1. Magnit maydon
2. Solenoidning magnit maydoni
3. Toroidning magnit maydoni

Tabiatda shunday tabiiy metall birikmalari mavjudki, ular ba'zi bir jismlarni o'ziga tortish xususiyatiga ega. Jismlarning bunday xossasi ular atrofida maydon mavjudligini bildiradi. Bunday maydonni **magnit maydon** deb atash qabul qilingan. O'z atrofida magnit maydonni uzoq vaqt yo'qotmaydigan jismlarni **doimiy magnit** yoki oddiygina **magnit** deb ataymiz. To'g'ri shakldagi magnitni mayda temir bo'lakchalariga yaqinlashtiraylik. Bunda temir bo'lakchalari magnitning faqat ikki uchiga yopishganligiga guvoh bo'lamiz. Doimiy magnitning magnit ta'siri eng kuchli bo'lgan joyini **magnit qutbi** deyiladi. Har qanday magnitda ikkita: **shimoliy (N)** va **janubiy (S)** qutblari mavjud bo'ladi.

Ikkita magnit strelkasi bir-biriga yaqinlashtirilsa, ularning ikkalasi ham burilib, qarama-qarshi qutblari bir-biriga ro'para kelib to'xtaydi. Bu hol magnitlangan jismlar orasida o'zaro ta'sir kuchlari mavjudligini anglatadi. Ta'sir kuchlari esa, maydon kuch chiziqlari orqali tafsiflanadi.

Magnit maydon kuch chiziqlarini to'g'ridan to'g'ri ko'ra olmaymiz. Ammo, quyidagi tajriba yordamida biz magnit kuch chiziqlarining joylashuvi (yo'nalishi) haqida tasavvurga ega bo'la olamiz. Buning uchun karton qog'ozga temir kukunlarini bir tekis sepib, uni yassi magnit o'zagining ustiga qo'yamiz. Qog'oz varag'ini bir-ikki chertib yuborsak, temir kukunlari. Karton ustidagi temir kukunlari magnit uchlariga yaqin joylarda zich, qutblar orasida siyrakroq joylashganligini ko'rish mumkin. Temir kukunlarining egallagan o'rni, magnit qutblarini bir-biriga bog'lovchi kuch chiziqlarini o'zida aks ettiradi. Magnit maydon kuch chiziqlarining yo'nalishi shartli ravishda magnitning shimoliy qutbidan chiqib, uning janubiy qutbiga kiruvchi yopiq chiziqlardan iborat deb qabul qilingan. Kuch chiziqlari berk (yopiq) bo'lgan maydonlar uyurmaviy maydonlar deyiladi. Demak, magnit maydon uyurmaviy maydon ekan. Shu xususiyati bilan magnit maydon kuch chiziqlari elektr maydon kuch chiziqlaridan farq qiladi. Magnit maydonning chiziqlari kuch xarakteristikasini tafsiflovchi fizik kattalik magnit maydon induksiyasi deb ataladi. Magnit maydon induksiyasi vektor kattalik bo'lib, u harfi bilan belgilanadi.

Magnit maydon induksiyasining birligi qilib XBSda Serbiya fizigi **Nikola Teslaning** sharafiga Tesla (T) deb atash qabul qilingan.

Magnit maydon modda emas, balki alohida zarralardan mujassamlangan moddadan tamomila farqli ravishda, materiyaning fazoda uzluksiz mavjud bo'lgan turidir.

Tokli o'tkazgichlarning magnit maydoni cheksizlikkacha yoyiladi, biroq masofa ortishi bilan magnit kuchlari juda tez zaiflashadi. Shu sababli amalda magnit kuchlarining ta'sirini tokli o'tkazgichga yaqin masafalardagina sezish mumkin.

Tinch turgan elektr zaryadlari atrofidagi fazoda elektr maydon hosil bo'lgani kabi, toklar atrofidagi fazoda tokli o'tkazgichga ta'sir etuvchi, materiyaning maxsus ko'rinishi bo'lgan magnit maydon hosil bo'ladi. Mana shu magnit maydon kuchlarining manbayidir. Tabiiy magnit uzoq vaqt ta'sir ettirilganda magnitlangan po'lat bo'laklari sun'iy magnitlar deyiladi.

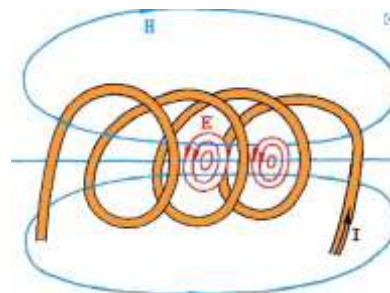
Solenoid (yunoncha: solen — naycha va eidos — ko'rinish) — spiral ko'rinishida o'ralgan va o'zidan elektr toki o'tkazayotgan izolyasiyalangan o'tkazgich. Agar Solenoidning uzunligi o'ramlar diametridan juda katta bo'lsa, cheksiz uzun Solenoid hisoblanadi. Cheksiz uzun Solenoid maydonining magnit induksiya V si Solenoid tashqarisida nolga teng va ichida bir jinsli bo'lib, u quyidagi formula bilan ifodalanadi: $V = \mu_0 n I$, bunda i — magnit doimiysi, p — Solenoidning o'ramlar soni, $/$ — Solenoiddagi tok kuchi. Solenoid, odatda, kichik faol qarshilikka va elektr sig'imiga hamda yetarli darajada katta induktivlikka ega bo'ladi. Ichida temir o'zak bo'lgan Solenoid elektromagnit vazifasini bajaradi. Solenoidning magnit maydoni (solenoid tashqarisidagi maydon) bilan doimiy magnit maydon orasida o'xshashlik bor. Shartli ravishda kuch chiziqlari g'altakning bir uchidan chiqib ikkinchi uchiga kiradi, deb hisoblash mumkin.

Solenoid radiotexnika, elektrotexnika va xususan, o'lchov asboblari keng ko'lamda ishlatiladi.

Agar elektromagnit solenoidning uzunligi uning diametridan ancha katta bo'lsa va magnit material ishlatilmasa, g'altakning ichi orqali tok o'tganda, o'q bo'ylab yo'naltirilgan magnit maydon hosil bo'ladi, u bir xil va o'zgarmas tok uchun:

$$B = \mu_0 n I \text{ (SI)} \quad (1),$$

$$B = \frac{4\pi}{c} n I \text{ (GHS)} \quad (2),$$



bu yerda

μ_0 vakuumning magnit o'tkazuvchanligi,

$n=N/l$ — solenoid uzunligi birligiga burilishlar soni,

N — burilishlar soni,

l solenoid uzunligi,

I o'rashdagi oqimdir.

Ulanish nuqtasidagi cheksiz solenoidning ikki yarmi magnit maydonga bir xil hissa qo'shishi sababli(simmetrik), yarim cheksiz solenoidning magnit induksiyasi uning chetidagi hajmning yarmiga teng. Xuddi shu narsani chekli, lekin ancha uzun solenoid chetidagi maydon haqida ham aytish mumkin bo'ladi:

$$B_{KP} = \frac{1}{2} \mu_0 n I \text{ (SI)}$$

Tok oqayotganda, solenoid tok oqimini o'rnatish uchun bajarilishi kerak bo'lgan ishlarga teng energiyani saqlaydi. Bu energiyaning qiymati

$$E_{\text{соxp}} = \frac{\Psi I}{2} = \frac{LI^2}{2}$$

bu yerda

$\Psi = N\Phi$ — oqim aloqasi,

Φ solenoiddagi magnit oqim,

L solenoidning induktivligidir.

Solenoiddagi tok o'zgarganda, o'z-o'zidan induksiyon EYK paydo bo'ladi, uning qiymati

$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

Soleniod induktivligi

$$L = \mu_0 n^2 V = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{z^2}{l} \text{ (SI)}$$

$$L = 4\pi n^2 V = \frac{z^2}{l} \text{ (GHS)}$$

bu yerda

μ_0 vakuumning magnit o'tkazuvchanligi

$n = N/l$ — solenoid uzunligi birligiga burilishlar soni,

N — burilishlar soni,

$V = SI$ solenoid hajmi,

$Z = \pi dN$ — solenoid atrofida o'ralgan o'tkazgichning uzunligi,

$S = \pi d^2/4$ solenoidning ko'ndalang kesimi maydoni,

l solenoid uzunligi,

d — lasan diametri.

Magnit materialdan foydalanmasdan magnit induksiya solenoid ichida aslida doimiy va quyidagiga tengdir:

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I = \mu_0 n I$$

bu yerda I — tok kuchi. Solenoidning uchlaridagi chekka effektlarni e'tiborsiz qoldirib, biz oqim aloqasini olamiz Ψ orqali B magnit induksiya ga maydonga ko'paytiriladi va N marta burilganda:

$$\Psi = BSN = \mu_0 N^2 IS/l = \mu_0 n^2 VI = LI$$

Bu solenoidning induktivligi uchun formuladir.

$$L = \mu_0 N^2 S/l = \mu_0 n^2 V$$

oldingi ikkita formuladan kelib chiqqan.

O'zgaruvchan tok solenoidi

O'zgaruvchan tok bilan solenoid o'zgaruvchan magnit maydon hosil qiladi. Agar solenoid elektromagnit modda sifatida ishlatilsa, u holda o'zgaruvchan tokda tortishish kuchining kattaligi o'zgaradi. Yumshoq magnit materialdan yasalgan armatura holatida kuchning yo'nalishi o'zgarmaydi. Magnit armatura holatida kuchning yo'nalishi o'zgaradi. O'zgaruvchan tokda solenoid mavjud murakkab qarshilik, uning faol komponenti o'rashning faol qarshiligi bilan belgilanadi va reaktiv komponent o'rashning induktivligi bilan belgilanadi.

O'zgaruvchan tok solenoidlari, induksion tigelli pechlarda induksion isitish uchun induktor sifatida ishlatiladi.

Toroidning magnit maydoni, toroid shakli yoki yaxshi deb ataladigan silindr shakli yoki doira formasidagi magnit maydonni ifodalaydi. Toroid, qo'lini silindr shaklidagi bor bo'ylab yezilgan engil bo'ylab o'rganilgan magnit miqdorining miqdorini o'lchash uchun juda mos turadi.

Toroidning magnit maydoni, silindrning o'rta yuzasiga ko'rsatilgan magnitning kuchli qismi, ya'ni "qizil maydon" mavjud bo'ladi. Bu maydon toroidning o'rta bo'lagida magnitizatsiya miqdorining yoqimli tarzda ko'rsatilgan bo'lishi bilan aniqlanadi. Toroidning magnit maydoni magnitning qizil maydonining shakli va intensivligi (kuchli chiziqlashlari) bilan belgilanadi.

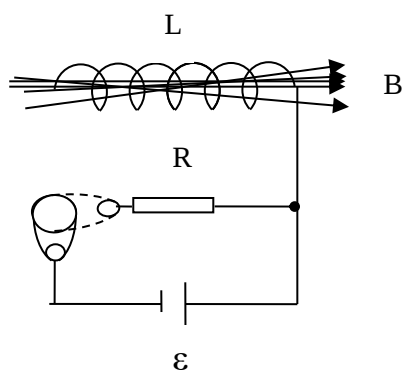
Toroidning magnit maydoni o'rtacha ko'rsatkichlar qabul qiladi va uning yuqori unchaliklari miqdorini o'lchashda yaxshi yechim sifatida foydalaniladi. Bu, qizil maydonning uzunligi va radiusi bo'ylab magnitizatsiya miqdorini aniqlashda juda foydalanishli bo'lishi mumkinligi bilan bog'liq. Toroidning magnit maydoni, elektr va elektronika, texnika, o'quv materiallari va boshqa sohalarda magnit miqdorini o'lchash uchun keng qo'llaniladi.

Solenoid va toroidning magnit maydoni elektrik stroki yo'qligi va magnit maydoni yo'l yo'qligi natijasida aniqlanadi. Solenoid, uzun, o'rta yo'li bor elektrik qurilma hisoblanadi. Elektr tezligi o'zgarishida, uning magnit maydoni ta'siri o'zgaradi. Toroid esa shaklida doirasimon bo'lib, magnit miqdorining to'g'ri miqdorini aniqlashda juda foydalanishli bo'lishi mumkin. Bu magnit maydonlarining bir-biriga nisbatan afzal bo'lishi uchun uchun kelajakda foydalanishini o'ngaytiradi.

Magnit maydon energiyassi

Rasmda ko'rsatilgan zanjirni qarab chiqaylik. Avval solenoid L ni batareya ε ga ulaymiz; zanjirda i tok hosil bo'lib, solenoid o'ramlari bilan tutingan magnit maydon yuzaga keladi. Agar solenoidni bataeyadan uzib, unga R qarshilik orqali ulasak, hosil bo'lgan zanjirdan bir qancha vaqt davomida kamayib boruvchi tok o'tib turadi. Bu tok dt vaqt ichida bajarigan ish quyidagiga teng $dA = \varepsilon i dt = -\frac{d\varphi}{dt} \cdot i dt = -i d\varphi$ (4.)

Agar solenoidning induktivligi t ga bo'g'liq bo'lmasa ($\alpha = \text{const}$), uholda $d\varphi = L di$ va (4.) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi: $dA = -L di$ (5.).



Bu ifodani i bo'yicha i ning dastlabki qiymatidan nol gacha chegaralarda integrallasak, zanjirda magnit maydoni yo'qalayotgan vaqt davomida bajarilgan ishni topamiz: $A = -\int_i^0 L di = \frac{Li^2}{2}$ (6.). Bu ish o'tkazgichlarning ichki energiyasini orttirishga, ya'ni ularni qizdirishga sarflanadi. Bu ish bajarilgan vaqtda solenoid atrofida

fazoda mavjud bo'lib turgan magnit maydon yo'qoladi. Elektr zanjirini o'rab turgan jismlarda hech qanday o'zgarish ro'y bermagani uchun, magnit maydon energiya tashuvchi bo'lib, ish shu energiya hisobiga bajariladi degan xulosaga kelimiz. shunday qilib, biz induktivligi L ga eng bo'lgan va i tok o'tayotgan o'tkazgich quyidagiga energiyaga ega: $w = \frac{Li^2}{2}$ (7.) va bu

energiya tok vujudga keltirgan magnit maydonida to'plangan degan xulosaga kelimiz. (6.) ifodani tok 0 dan i gacha ortayotganda o'zinduksiya E.Yu.K. ga qarshi bajarilgan va (7.) energiyaga ega bo'lgan magnit maydonni paydo qilishga sarflangan ish deb tushuntirish mumkin. Haqiqatan, o'zinduksiya

E.Yu.K. ga qarshi bajarilgan ish $A' = \int_0^i (-\varepsilon s) dt$ ga teng. Biz (5.) ifodaga keltirgan

o'zgartirishlarga o'xshash o'zgartirishlarni bajarib quyidagiga erishamiz

$$A' = \int_0^i L di = \frac{Li^2}{2} \quad (8.)$$

Magnit maydon energiyasini shu maydonni xarakterlovchi kattaliklar orqali ifodalaymiz. Cheksiz uzun solenoidda $L = \mu \mu_0 n^2 V$; $H = n \cdot i$. Bundan $i = \frac{H}{n}$.

Cheksiz uzun solenoidning magnit maydoni bir jinsli va faqat solenoid ichida noldan farq qiladi. Demak energiya solenoid atrofida yig'ilgan va hajmi bo'yicha doimiy w zichlik bilan taqsimlangan, bu zichlikni W ni V ga taqsimlab topishimiz mumkin, shunday amalni bajarib, quyidagini topamiz;
 $w = \frac{\mu_0 \mu H^2}{2} \cdot V$ (9.)

Magnit maydon energiyasi zichligiformulasini quyidagicha yozish mumkin: $w = \frac{BH}{2} = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu}$ (10.)

Magnit maydonni energiyasi zichligi uchun biz keltirib chiqargan ifoda elektr maydon energiyasi zichligi uchun bo'lib, faqat elektr kattaliklari magnit kattaliklar bilan almashtirilgan. Agar magnit maydon bir jinsli bo'lmasa, energiya zichligi H va μ qayerda katta bo'lsa shu yerda katta bo'ladi. Ma'lum V hajim ichidagi magnit maydon energiyasini topish uchun quyidagi integralni hisoblash kerak: $w = \int_V w dV = \int_V \frac{\mu \mu_0 H^2}{2} \cdot dV$ (11.)

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. <https://uz.wikipedia.org/wiki/>
2. <https://fayllar.org/>
3. Kalashnikov S.G Oliy O'quv yurtlarining fizika ixtisosi bo'yicha darslik. O'qituvchi, Toshkent-1979, 615 bet.
4. Sivuxin D.V. Elektrichestvo, Uchebnoe posobie dlya studentov fizicheskix spetsialnostey visshix uchebnix zavedeniy. Nauka, M.-1977, 687 str.
5. Saxarov D.I. Oliy O'quv yurtlari uchun qo'llanma. O'qituvchi, Toshkent-1965, 365 bet.