

**MAGNIT MAYDON INDUKSIYASI.
MAGNIT MAYDONI HOSIL QILISH.**

Xasanova Mavjuda Esanovna

Toshkent viloyati Bo'ka tuman poletexnikomi

Fizika- astranomiya o'qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada magnit maydon induksiya va magnit maydon hosil qilish haqida bayon qilinadi.

Kalit so'zlar: Ikki cho'lg'amli transformator, galvanometr, EYuK, Faradey-Maksvell qonuni, magnit maydon, Joul-Lens qonuni, o'tkazgichning induktivligi, O'zaroinduksiya, tokning magnit maydon energiyasi, solenoid hajm

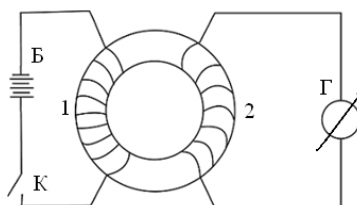
Аннотация: В данной статье описаны индукция магнитного поля и генерация магнитного поля.

Ключевые слова: двухполюсный трансформатор, гальванометр, ЭКуб, закон Фарадея-Максвелла, магнитное поле, закон Джоуля-Линза, индуктивность проводника, взаимная индукция, текущая энергия магнитного поля, объем соленоида.

Abstract: This article describes the induction of a magnetic field and the generation of a magnetic field.

Key words: two-pole transformer, galvanometer, EKuB, Faraday-Maxwell law, magnetic field, Joule-Lens law, conductor inductance, mutual induction, current magnetic field energy, solenoid volume.

Elektromagnit induksiya hodisasi hozirgi zamon fizikasi va texnikasining eng muhim hodisalaridan biri bo'lib, u Faradey tomonidan 1831 yilda ochilgan. Faradey o'tkazgan tajriba-laridan birida temir halqa olib, unga ko'p o'ramlardan iborat bo'lgan ikkita mis cho'lg'am o'radi: 1 - cho'lg'am uchlariga tok manbai bilan K kalit ulangan bo'lib, ikkinchisiga galvano-metr ulangan.



Ikki cho'lg'amli transformator

Birinchi cho'lg'amda kalit ulanib, tok hosil bo'lganda, ikkinchi cho'lg'amda tok impulsi hosil bo'lgan va galvanometr mili bir tomonga og'a boshlagan va juda tez

nolga qaytgan. Birinchi cho'lg'am kaliti uzilganda ham ikkinchi cho'lg'amda tok impulsi hosil bo'lib, galvanometr mili teskari tarafga og'ib, yana juda tez nolga qaytgan.

Ko'p sonli tajribalardan quyidagi qonuniyatlar aniqlangan:

Vaqt bo'yicha o'zgaradigan tashqi magnit maydonida joylashgan o'tkazgichda **elektr yurituvchi kuch** paydo bo'ladi.

Agar o'tkazgich yopiq bo'lsa, unda induksion tok hosil bo'ladi. O'tkazgichda **induksiya hisobiga** hosil bo'lgan *EYuK kattaligi* shu o'zkazgichni kesib o'tuvchi magnit induksiyasi oqimining o'zgarish tezligiga proporsionaldir:

$$\varepsilon_v = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Bu ifoda **Faradey-Maksvell qonuni** deb ataladi.

Yopiq zanjirni kesib o'tuvchi magnit induksiyasi oqimining o'zgarishini, shu zanjir atrofidagi magnit maydonini o'zgartirish yoki yopiq o'tkazgichni vaqt bo'yicha o'zgarmas magnit maydonida siljitish hisobiga hosil qilish mumkin.

Birinchi holda, elektr va magnit maydonlarining, Maksvell kashf etgan o'zaro ta'sirga asosan, ya'ni, magnit maydonining istalgancha o'zgarishi, elektr maydonining hosil bo'lishiga olib keladi va aksincha.

Ikkinchi holda esa, o'tkazgichdagi erkin elektronlar harakatga kelib induksiyaviy elektr tokini hosil qiladi.

Elektromagnit induksiya qonunini energiyaning saqlanish qonuniga asoslanib keltirib chiqarish mumkin.

ℓ uzunlikdagi o'tkazgich qisqa vaqt ichida, magnit maydon ta'sirida, db kichik masofaga siljigan bo'lsin. Bu holda tok manbai bajargan ish

$$dA = \varepsilon I \cdot dt$$

ga teng bo'ladi. Boshqa tarafdin sarflangan energiya ikki qismdan iborat bo'ladi:

a) Joule-Lens qonuniga asosan o'zkazgichda issiqlik ajralishiga

$$I^2 R \cdot dt$$

b) magnit maydonida $F = I\ell B$ kuch ta'sirida o'tkazgichni siljitishda bajarilgan ishdan iborat bo'ladi.

$$F \cdot db = I\ell \cdot db \cdot B = I \cdot B \cdot dS = I \cdot d\Phi$$

bu yerda R - zanjir qarshiligi.
Energiyaning saqlanish qonuniga asosan

$$\varepsilon \cdot I \cdot dt = RI^2 \cdot dt + I \cdot d\Phi$$

bu ifodaning ikki tarafini Idt ga bo'lsak,

$$\varepsilon = RI + \frac{d\Phi}{dt}$$

ga ega bo'lamiz. Bu yerdan

$$I = \frac{\varepsilon - \frac{d\Phi}{dt}}{R} = \frac{\varepsilon + \varepsilon_U}{R}$$

Manbaning ε *EYuK* dan tashqari **induksiyaviy *EYuK*** deb ataluvchi qo'shimcha *EYuK* ham ta'sir etadi:

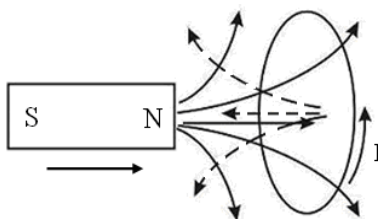
$$\varepsilon_U = -\frac{d\Phi}{dt}$$

va yana 1 - ifodaga ega bo'ldik.

Bu yerda minus ishora, yopiq zanjirni kesib o'tuvchi $\left(\frac{d\Phi}{dt} > 0\right)$ oqim oshishi bilan induksiyaviy *EYuK* manba *EYuK* ga teskari yo'nalgan bo'ladi, oqim kamayganda $\left(\frac{d\Phi}{dt} < 0\right)$ ikkala *EYuK* lar yo'nalishi bir xil bo'ladi.

Lens qoidasiga asoslanib induksiyaviy *EYuK* yo'nalishini aniqlash mumkin: **induksiyaviy *EYuK* va tok doimo shunday yo'nalishga ega bo'ladiki, u hosil qilgan magnit maydoni shu tokni vujudga keltiruvchi magnit oqimining o'zgarishiga qarshilik qiladi.**

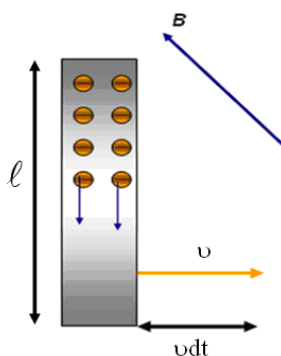
1-misol. O'tkazgichdan yasalgan halqaga magnitning shimoliy qutbini yaqinlashtirsak,



Doimiy magnitning xalqali o'tkazgichda induksion tok hosil qilishi

halqada I induksion tok hosil bo'ladi, uning magnit maydoni magnitning shimoliy qutbini itarishga harakat qiladi, ya'ni uni yana yaqinlashishiga to'sqinlik qiladi. Natijada, bu induksion tokning magnit kuch chiziqlari halqada o'ngdan chapga tomon yo'nalgan bo'ladi, ya'ni biz tarafda pastdan yuqoriga qarab yo'nalgandir.

2-misol. ℓ uzunlikdagi o'tkazgich, uning uzunligiga perpendikulyar yo'nalishda v tezlik bilan harakatlansin. B induksiyali magnit maydon harakat yo'nalishi o'tkazgich uzunligiga perpendikulyar bo'lsin.



Harakat yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan magnit maydonining o'tkazgich elektronlariga ta'siri

O'tkazgichdagi e zaryadli erkin elektronlarning har biri o'tkazgich bilan v tezlikda harakatlanadi. Ularning har biriga $f = e v B$ Lorens kuchi ta'sir qiladi. Fikran, Lorens kuchini unga teng $eE = e v B$ elektr kuchi bilan almashtiramiz.

$E = v \cdot B$ kattalikni Lorens kuchi maydonining kuchlanganligi deb ataymiz. Bu kuchlanganlik xuddi o'tkazgichning ℓ uzunlikka teng kesmasiga

$$\Delta\varphi = E\ell = vB\ell$$

potensiallar farqi qo'yilganday tasavvur etamiz va u induksiyaviy elektr yurituvchi kuchga teng-dir.

$$\varepsilon_v = -\frac{d\Phi}{dt} = -vB\ell$$

Shunday qilib, o'tkazgichda harakat qilayotgan erkin elektronlarga Lorens kuchining ta'siri 1- ifodasiga olib keladi.

O'tkazgichning induktivligi. Zanjirni uzish va ulashdagi o'zinduksiya hodisalari

Elektr toki oqayotgan har bir o'tkazgich o'zining xususiy magnit maydoni ta'sirida bo'ladi. Tok hosil qilgan magnit oqimi yoki oqim tutilishi, barcha sharoitlarda tok kuchiga proporsionaldir:

$$\psi = LI$$

bu yerda L - proporsionallik koeffitsiyenti - **o'tkazgichning induktivligi** deb ataladi. O'tkazgichning induktivligi uning shakli, o'lchami va magnit singdiruvchanlikka bog'liqdir.

O'tkazgichda magnit maydonining o'zgarishi unda induksiya elektr yurituvchi kuchini qo'zg'atadi va u **o'zinduksiya EYuK** deb ataladi.

Tepadagi ifodadan ko'rinib turibdiki, o'zinduksiya EYuK ni vujudga kelishi o'tkazgichda tok kuchining yoki o'tkazgichning induktivligini o'zgarishi hisobiga sodir bo'ladi. Bu o'zgarish-larda, konturda hosil bo'ladigan o'zinduksiya EYuK ε quyidagiga tengdir:

$$\varepsilon_{y3} = -\frac{d\psi}{dt} = -\frac{d(IL)}{dt} = -\left(L\frac{dI}{dt} + I\frac{dL}{dt}\right)$$

Agarda tok kuchi o'zgarishida induktivlik o'zgarmasdan qolsa ($L = const$, bu hol faqat moddada ferromagnit xususiyati yo'qligida yuz berishi mumkin), u holda

$$\varepsilon_{y3} = -L\frac{dI}{dt}$$

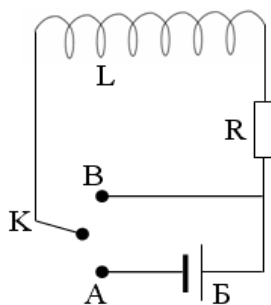
Bu ifodadagi minus ishora Lens qoidasiga asosan paydo bo'lgan va induksion tok uni vujudga keltiruvchi sabablarga doimo qarshilik qilish tarfiga yo'nalganligini bildiradi.

XBT da o'tkazgich induktivligining birligi sifatida, o'tkazgichdagi tok kuchi har sekunda 1 A ga o'zgarganda 1 Vb ga teng ψ - magnit oqimi tutilishini hosil qilaoladigan induktivlik qabul qilingan va u bir Genri (Gn) ga tengdir.

$$1Gn = 1\frac{B\delta}{A}\left(\frac{Be\delta ep}{Amnep}\right)$$

(2.3) - ifodadan $1Gn = 1 V.sek/Amper$ ga teng bo'ladi.

Katta induktivlikka ega bo'lgan zanjirni tok manbaidan uzishda vujudga keladigan o'zinduksiya hodisasini ko'rib chiqamiz.



Katta induktivli elektr zanjiri

K kalit A kontaktga ulanganda, zanjirdan miqdori Om qonuni bilan aniqlanadigan I_0 o'zgarmas tok oqaboshlaydi.

$t = 0$ momentda kalitni tok manбайдan uzib, B kontaktga ulaymiz va yopiq zanjir hosil qilamiz. Tok o'zgarib, kamaya boshlaydi va zanjirning induktivlik qismida o'zinduksiya E_{YuK} hosil bo'ladi va tokning kamayishiga qarshilik qilib, uni ma'lum vaqtgacha saqlab qolishga intiladi. Om qonuniga asosan:

$$IR = \varepsilon_{y3} = -L \frac{dI}{dt} \quad \text{yoki} \quad \frac{dI}{dt} = -\frac{R}{L} I ,$$

o'zgaruvchilarni alohida guruhlasak

$$\frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} dt$$

ga ega bo'lamiz.

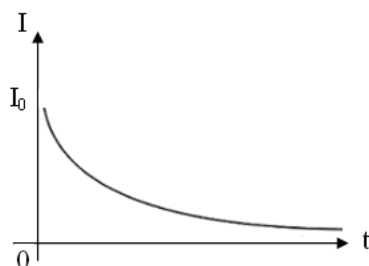
Bu differensial tenglamaning chap tarafini I_0 dan I gacha, o'ng tomonini 0 dan t gacha integrallasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} \int_0^t dt \quad \text{yoki} \quad \ln \frac{I}{I_0} = -\frac{R}{L} t .$$

Bu ifodani potentsiallasak

$$I = I_0 e^{-\frac{R}{L} t}$$

ga ega bo'lamiz.



Induktivli elektr zanjirida induksion tokning vaqtga bog'liq o'zgarishi

Zanjir manбайдan uzilib, yopiq zanjir hosil qilingandan so'ng tokning vaqt bo'yicha o'zgarishi eksponenta bilan xarakterlanadi.

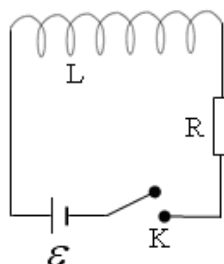
Tok qiymatining nolga tenglashish vaqti $\frac{R}{L}$ nisbatga bog'liq, L induktivlik qancha katta bo'lsa, u vaqt shuncha katta bo'ladi.

Boshlang'ich momentda zanjir ochiq va zanjirdagi tok qiymati nolga teng.

$t = 0$ vaqt momentida zanjirni manbaga ulasak, undagi tok 0 dan I_0 qiymatgacha osha boradi.

Tokning o'sishi (o'zgarishi) qo'shimcha o'zinduksiya E_{YuK} ni vujudga keltiradi. Om qonuniga asosan, quyidagi ifodani yozishimiz mumkin:

$$IR = \varepsilon + \varepsilon_{y3} = \varepsilon - L \frac{dI}{dt}$$



Induktivlik va qarshilikdan iborat elektr zanjiri

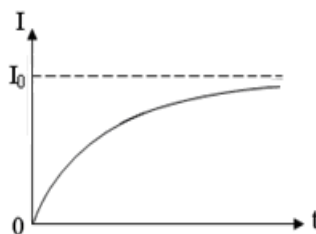
Ifodaning barcha qismlarini L ga bo'lsak

$$\frac{dI}{dt} + \frac{R}{L}I - \frac{\varepsilon}{L} = 0$$

ga ega bo'lamiz. Bu birjinsli bo'lmagan differensial tenglamaning yechimi ($t = 0$ da $I = I_0$ ga teng bo'lganda)

$$I = I_0 \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

dan iboratdir.

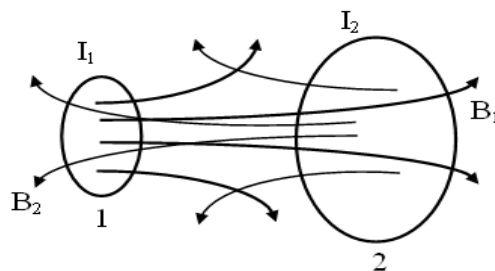


Zanjirni tok manbaiga ulashda hosil bo'lgan induksion tokning vaqtga bog'liq o'zgarishi

Tok qiymati eksponensial ko'rinishda oshib boradi va bunga tegishli vaqt $\frac{R}{L}$ nisbatga kuchli bog'liqdir.

O'zaroiduksiya

rasmda bir-biriga yaqin joylashgan ikkita konturni olamiz.



Ikkita yopiq kontur orasidagi o'zaro induksiya

1 - konturda qandaydir manba' orqali I_1 tok oqadi.

Bu tok $\psi_1 = L_1 I_1$ magnit oqimini hosil qiladi va uning ψ_{12} qismi 2 - konturni sizib o'tadi.

$$\psi_{12} = L_{12} \cdot I_1 ,$$

dt vaqt ichida I_1 tokni dI_1 qiymatga o'zgartirsak, 2 - konturda o'z induksiya EYuK ni hosil qilamiz

$$\varepsilon_{12} = -\frac{d\psi_{12}}{dt} = -L_{12} \frac{dI_1}{dt}$$

Endi esa, konturlar holatini o'zgartirmasdan, 2 - konturga tok manbaini ulab, unda I_2 tok hosil qilamiz. O'z navbatida I_2 tok $\psi_2 = L_2 I_2$ magnit oqimini vujudga keltiradi. Bu oqimning

$$\psi_{21} = L_{21} I_2$$

qismi birinchi konturni kesib o'tadi.

I_2 tok qiymatini o'zgartirsak, 1 - konturda ε_{21} - o'z induksiya EYuK hosil bo'ladi:

$$\varepsilon_{21} = -\frac{d\psi_{21}}{dt} = -L_{21} \frac{dI_2}{dt}$$

Agarda konturlarning o'lchamlari va holatlari o'zgarmas saqlansa L_{12} , L_{21} ga teng bo'ladi.

$$L_{21} = L_{12} = M ,$$

bu yerda M - ikki konturning o'zaro induksiya koeffitsiyentidir va uning qiymati ikkita konturning o'zaro bog'lanish darajasini bildiradi.

Bir konturda tokning o'zgarishi ikkinchisida induksiya EYuK ni hosil qilish hodisasi - **o'zaro induksiya** hodisasi deb ataladi.

L_{12} va L_{21} koeffitsiyentlar qiymatlari konturlarning shakli, o'lchamlari va o'zaro joylashishiga bog'liqdir, undan tashqari atrof muhitning magnit singdiruvchanligiga ham bog'liqdir.

Shunday qilib, ikkinchi zanjirda induksiyalangan EYuK qiymati o'zaro induksiya koeffitsiyenti va birinchi zanjirdagi tokning o'zgarish tezligiga proporsionaldir.

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

Bunday induksiya EYuK ning paydo bo'lishi, odatda **transformatorlarda** kuzatiladi.

Tokning magnit maydon energiyasi

6 - rasmda keltirilgan chizma (sxema) ni ko'rib chiqamiz. I_0 boshlang'ich tok L induktivlikli g'altakda magnit maydoni hosil qiladi. K kalitni V kontaktga ulanganda zanjirda vaqt bo'yicha so'nuvchi, $\varepsilon_{o'z}$ - o'zinduksiya EYuK ni tiklab turuvchi I tok oqaboshlaydi.

dt vaqt ichida bu tokning bajargan ishi quyidagiga tengdir:

$$dA = \varepsilon_{y3} \cdot I \cdot dt = -\frac{d\psi}{dt} \cdot I \cdot dt = -I \cdot d\psi$$

Agarda solenoid induktivligi I tokka bog'liq bo'lmasa ($L = const$), u holda

$$d\psi = L \cdot dI$$

ga teng bo'ladi.

$$dA = -L \cdot I \cdot dI$$

ifodani I dan 0 qiymatgacha integrallasak, magnit maydon yo'qolguncha ketgan vaqt ichida tokning bajargan ishini baholay olamiz:

$$A = -\int_{I_0}^0 LI dI = \frac{LI^2}{2}$$

Magnit maydoni butunlay yo'qolganda, tok oqimi to'xtaydi, bajarilgan ish zanjirda ajralgan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi.

$$W_m = \frac{LI^2}{2}$$

bu yerda, W_m - magnit maydon energiyasidir. Bu ifoda magnit maydon energiyasi o'tkazgichda (induktivlikda) joylashgan bo'ladi va tokka bog'liqdir (L - o'tkazgich induktivligi, I - tok).

Magnit maydon energiyasini

$$I = \frac{H}{n}$$

ifoda yordamida maydon bilan bog'liq bo'lgan kattalik orqali ham ifodalashimiz mumkin:

$$L = \mu_0 \mu n^2 \cdot V \quad , \quad H = nI \quad , \quad I = \frac{H}{n}$$

Shuning uchun:

$$W_M = \frac{\mu_0 \mu H^2}{2} \cdot V$$

ga teng bo'ladi. Bu yerda, μ va N - muhitning magnit sindiruvchanligi va solenoid ichidagi maydon kuchlanganligi, V - solenoid hajmi.

$$\delta_M = \frac{\mu_0 \mu H^2}{2} \text{-kattalik, magnit maydon energiyasi o'zgarmas zichlik bilan}$$

taqsimlan-ganligini ko'rsatadi.

Magnetiklar magnit maydonlari

Tashqi magnit maydonida magnitlanish xususiyatiga ega bo'lgan va atrof - muhitdagi natijaviy magnit maydonning o'zgartira oladigan moddalar – **magnetiklar** deb ataladi.

Magnetiklarning magnitlanishini Amperning molekulyar toklar to'g'risidagi gipotezasi orqali tushunish mumkin. Klassik fizika tushunchasiga asosan, atomlardagi elektronlar aylana shaklidagi trayektoriya – orbita bo'ylab harakatlanadi va orbital tokni hosil qiladilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Ya.I.Perelman "Qiziqarli fizika" Toshkent-2009y 6 bet.
2. K.Tursunmetov "Ma'lumotnoma" Toshkent-2007 y 13-15 betlar .
3. 4. L.S.Landsberg "Optika". Moskva. 1976 y. 5-bet