

# Mavzu: Elektromagnit induktsiya

## Reja:

Elektromagnit induktsiya xodisasi

Induktsion tok

Lents qoidasi

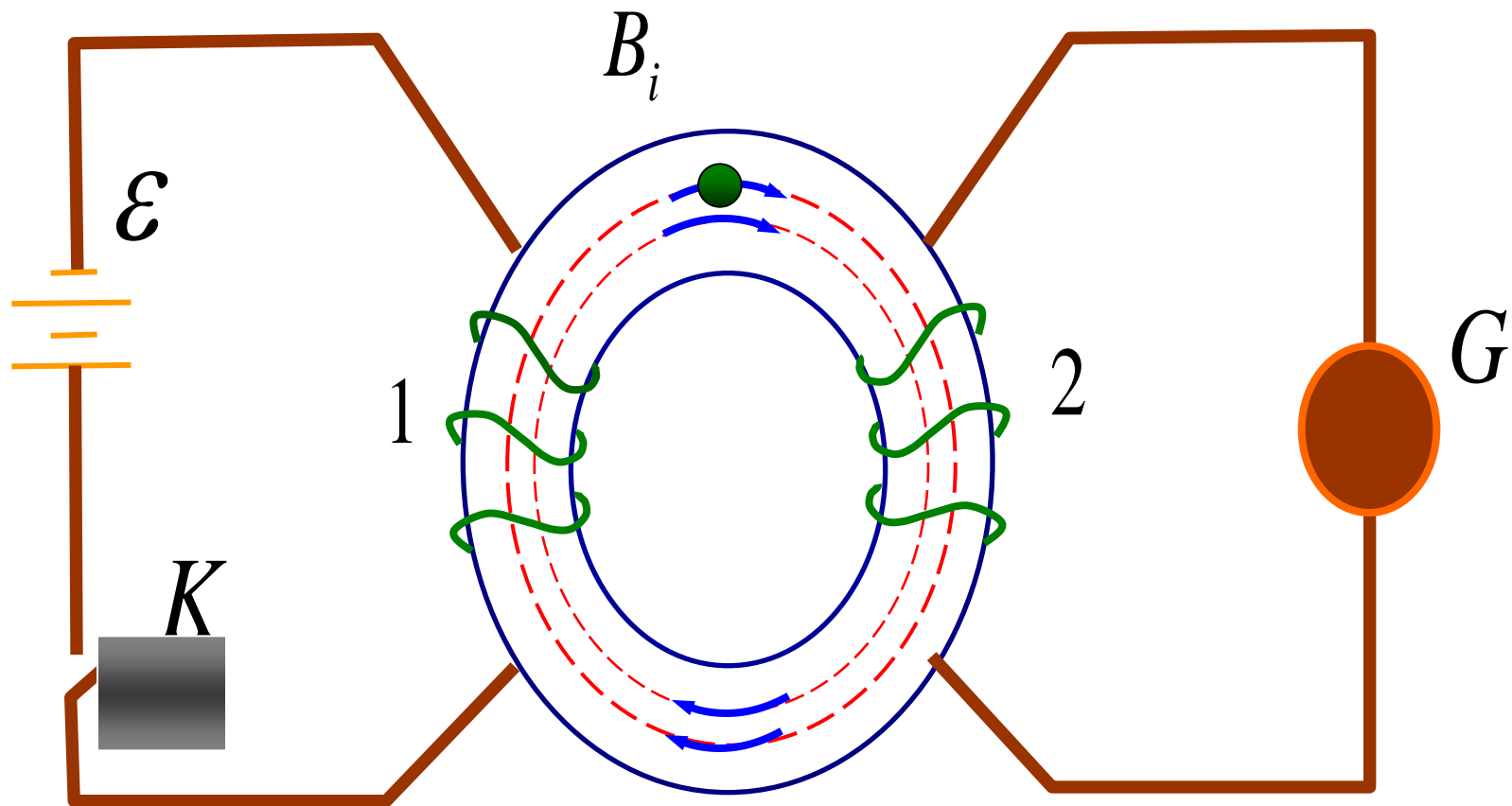
Induktsion elektr yurituvchi kuch

Uzinduktsiya xodisasi

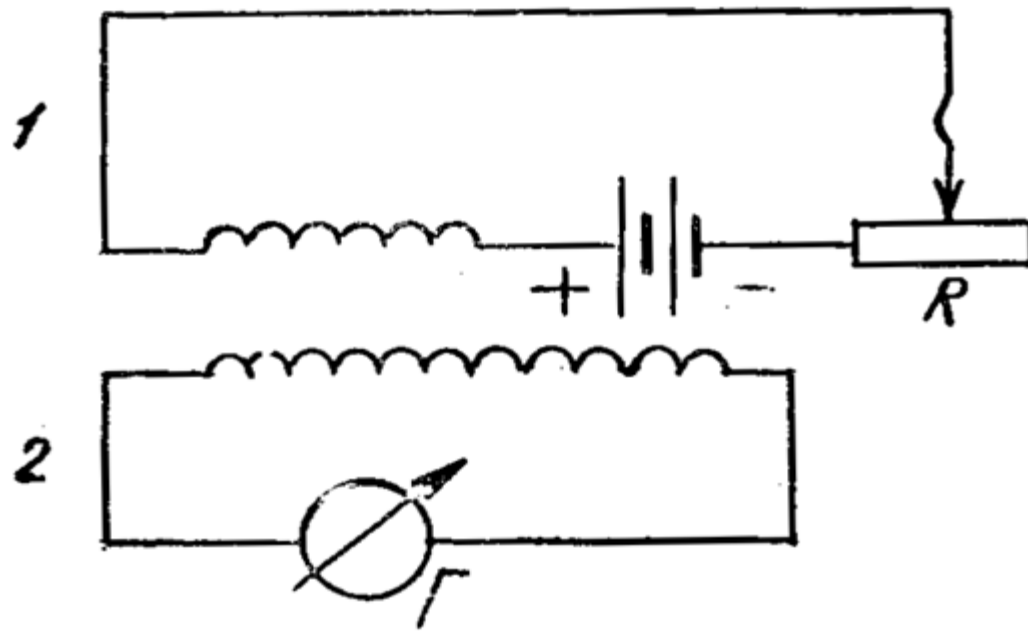
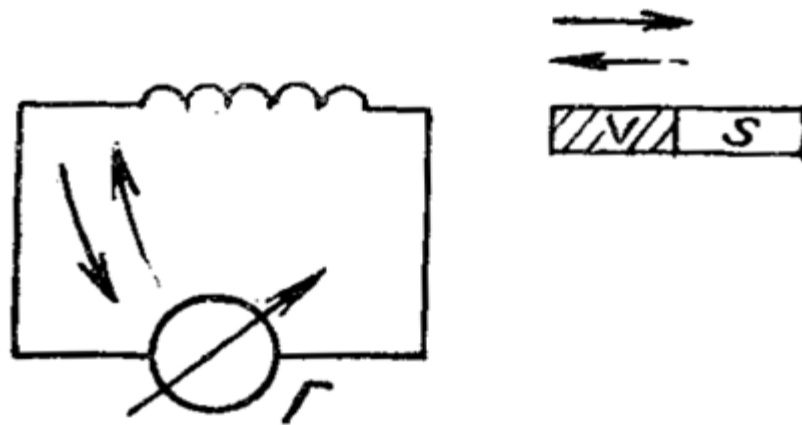
Induktivlik

Elektromagnit induksiya xodisasi hozirgi zamon fizikasi va texnikasining eng muhim hodisalaridan biri bo'lib, u Faradey tomonidan 1831 yilda ochilgan. Faradey o'tkazgan tajribalaridan birida temir halqa olib, unga ko'p o'ramalardan iborat bo'lgan ikkita mis cho'lg'am o'radi: 1 cho'lg'am uchlariga tok manbai bilan K kalit ulangan bo'lib, ikkinchisiga galvanometr ulangan (1-rasm).

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 boshqa tarafga og'ib, yana juda tez nolga qaytgan.



(1-rasm).



Ko'p sonli tajribalarda quyidagi qonuniyatlar aniqlangan:

Vaqt bo'yicha o'zgaradigan tashqi manit maydonida joylashgan o'zkazgichda elektr yurituvchi kuch paydo bo'ladi.

Agarda o'tkazgich yopiq bo'lsa, unda induktsion tok hosil bo'ladi. O'tkazgichda induktsiya hisobiga hosil bo'lgan EYUK kattaligi shu o'zkazgichni sizib o'tuvchi magnit induktsiyasi oqimining o'zgarish tezligiga proporsionaldir.

$$\varepsilon_U = - \frac{d\Phi}{dt}, \quad (1)$$

Bu ifoda Faraydey-Maksvell qonuni deb ataladi.

YOpiq zanjirni sizib o'tuvchi magnit oqimining o'zgarishini shu zanjir atrofidagi magnit maydonini o'zgartirish yoki yopiq o'tkazgichni vaqt bo'yicha o'zgarimas magnit maydonda siljitish hisobiga hosil qilish mumkin.

Birinchi holda, elektr va magnit maydonlarining Maksvell kashf etgan o'zaro ta'siriga asosan, magnit maydonining istalgan o'zgarish elektr maydonini hosil bo'lishiga olib keladi.

Ikkinchi holda esa, o'tkazgichdagi erkin elektronlar harakatga kelib induktsiyaviy elektr toki hosil qiladi.

Elektromagnit induksiya qonunini energiyaning saqlanish qonuniga asoslanib keltirib chiqarish mumkin.

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

$$dA = \varepsilon I \cdot dt, \quad (2)$$

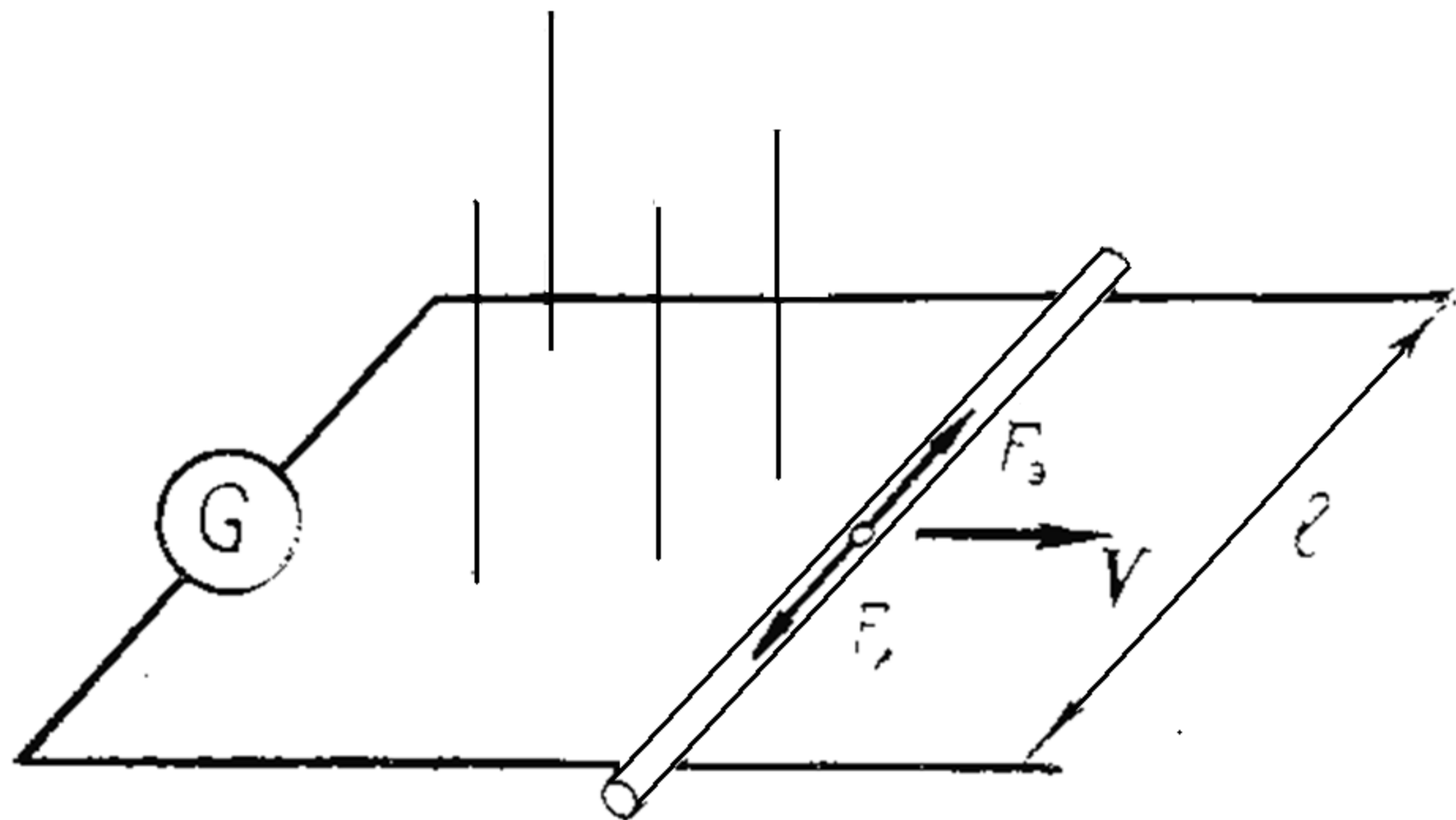
ga teng bo'ladi. Boshqa tarafdin sarflagan energiya ikki qismdan iborat bo'ladi:

a) Djoul-Lents qonuniga asosan o'zkazgichda issiqlik ajralishiga

$$I^2 R \cdot dt, \quad (3)$$

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

$$F \cdot b = I \ell b \cdot B = I \cdot B \cdot dS = I \cdot d\Phi \quad (4)$$



bu yerda, R - zanjir qarshiligi.

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan

$$\varepsilon \cdot I \cdot dt = RI^2 \cdot dt + I \cdot d\Phi \quad (5)$$

bu ifodaning ikki tarafini I dt ga bo'lsak,

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

ga ega bo'lamiz. Buyerdan

$$I = \frac{\varepsilon - \frac{d\Phi}{dt}}{R} = \frac{\varepsilon + \varepsilon_U}{R} \quad (6)$$

Manbaining  $\varepsilon$  EYUK dan tashqari induktsiyaning EYUK deb ataluvchi qo'shimcha  $\varepsilon_U$  EYUK ta'sir etadi:

$$\varepsilon_U = - \frac{d\Phi}{dt}, \quad (7)$$

va yana **(1)** - ifodaga ega bo'ldik.

Buyerda, minus ishora, yopiq zanjirni sizuvchi  $\left( \frac{d\Phi}{dt} > 0 \right)$  oqim oshishi bilan Induktsiya EYUK manba' EYUK ga teskari yo'nalgan bo'ladi,  $\varphi$  - oqim kamayganda ikkala EYUK yo'nalishi bir xil bo'ladi.

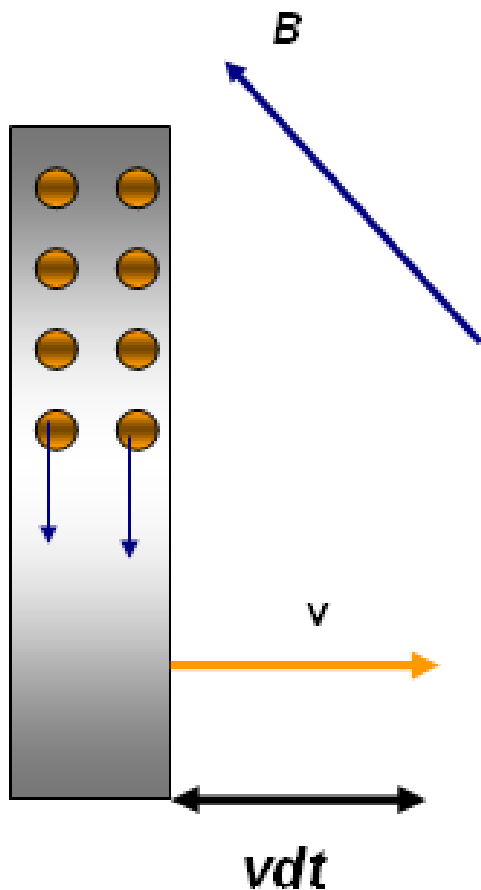


Lents qoidasiga asoslanib induksiya EYUK yo'nalishini aniqlash mumkin: induktsiyalangan EYUK va tokning doimo shunday yo'nalishga ega bo'ladiki, bunda tokning hosil qilgan magnit maydoni shu tokni hosil qilgan harakatga qarshilik qiladi.

### Misol-1

O'tkazgichdan iborat xalqaga magnitning shimoliy qutbini yaqinlashtiramiz (2=rasm) halqada tok hosil bo'ladi, uning magnit maydoni magnitning shimoliy qutbini itarishga harakat qiladi, ya'ni yana yaqinlashishiga to'sqinlik qiladi. Natijada, bu tokning kuch chiziqlari halqada o'ngdan chapga tomon harakat qiladi, ya'ni biz tarafda pastdan yuqoriga qarab harakatlanadi.

## Misol 2



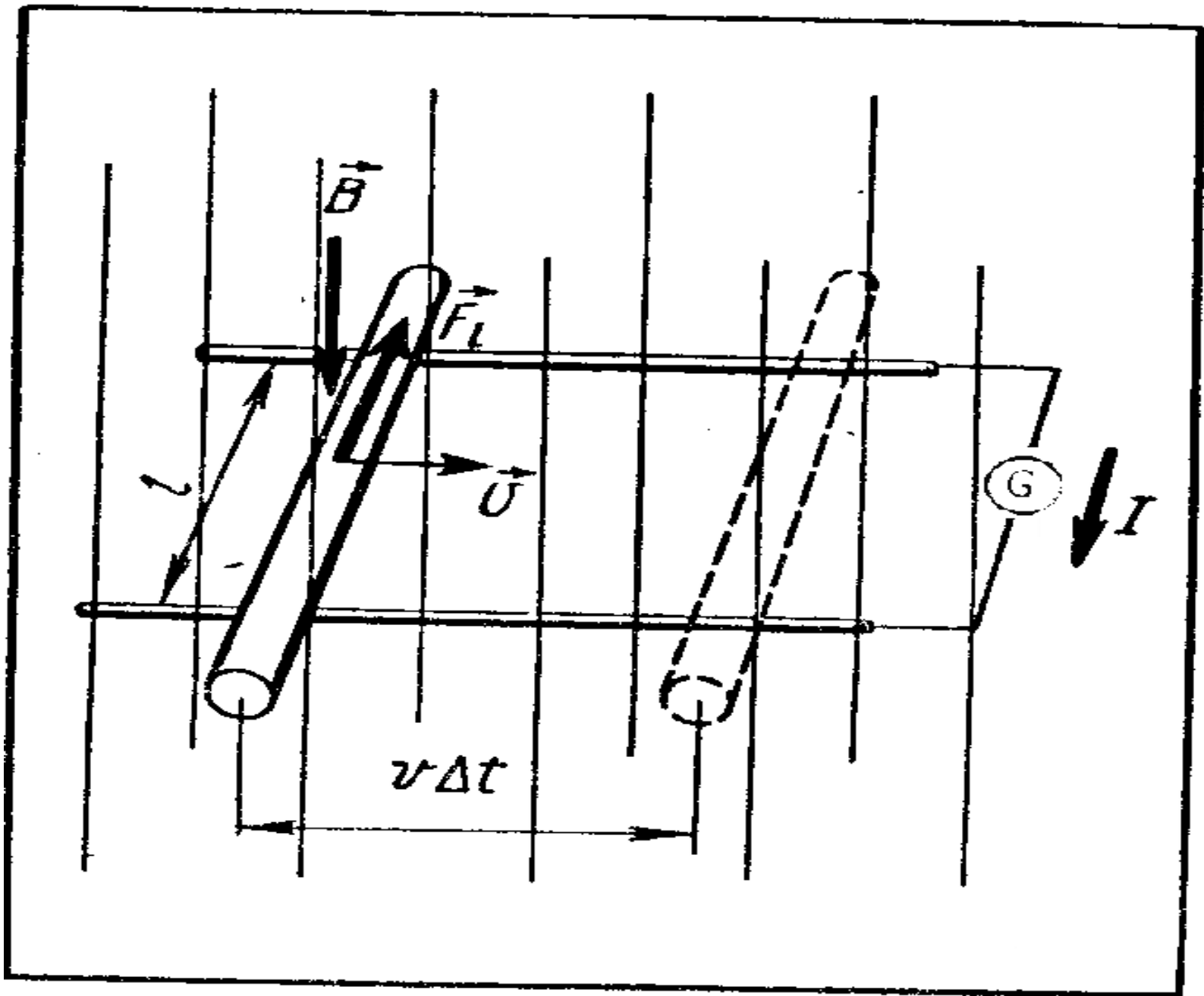
$l$  uzunlikdagi o'tkazgich, uning uzunligiga perpendikulyar bo'lgan yo'nalishda  $v$  tezlik bilan harakatlansin.  $V$  induktsiyali magnit maydon harakat yo'nalishi va o'tkazgich uzunligiga perpendikulyar bo'lsin. O'tkazgichdagi zaryadli erkin elektronlarning har biri o'tkazgich bilan  $v$  tezlikda harakatlanadilar. Ularning har biriga  $f=e\upsilon B$  Lorents kuchi ta'sir kiladi. Fikran Lorents kuchini unga teng  $eE = e\upsilon B$  elektr kuchi bilan almashtiramiz.

$E=v \cdot V$  kattalikni Lorents kuchi maydonining kuchlanganligi deb ataymiz. Bu kuchlanganlik xuddi o'tkazgichning  $l$  uzunligiga teng kesmasiga

$$\Delta\varphi = \varepsilon l = vBl$$

potentsiallar farqi qo'yilganda hosil bo'lar edi va u induksiya elektr yurituvchi kuchiga tengdir.

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



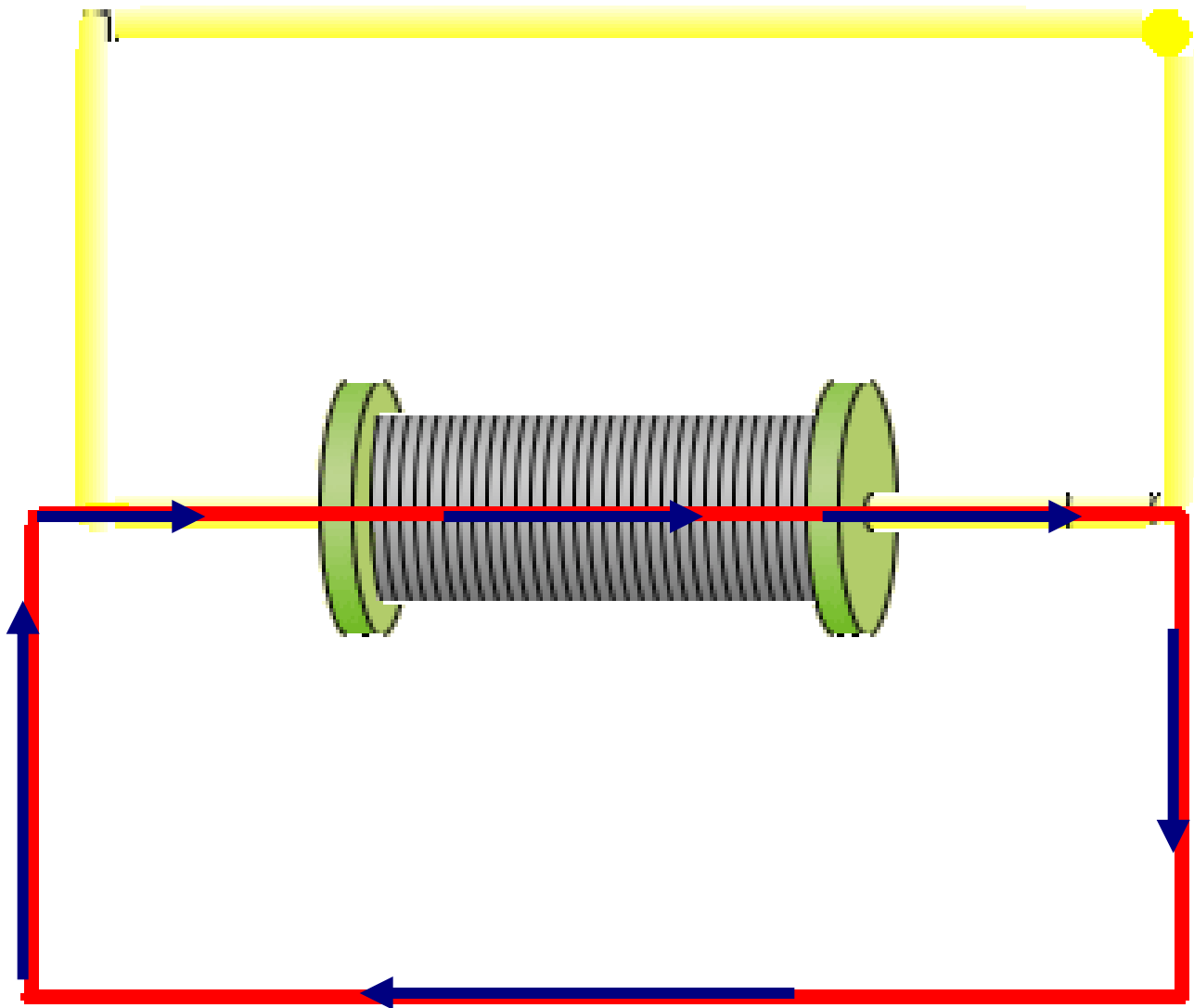
SHunday qilib o'tkazgichda harakat qilayotgan erkin elektronlarga Lorents kuchining ta'siri **(1)** - ifodaga olib keladi.

Agarda yopiq zanjir N-ta o'ramlardan iborat bo'lsa va magnit oqimining kuch chiziqlarining har biri shu o'ramlarni sizib o'tsa (4-rasm), u holda bu oqimning o'zgarishi zanjirda induktsiyalanadigan EYUK quyidagiga teng bo'ladi.

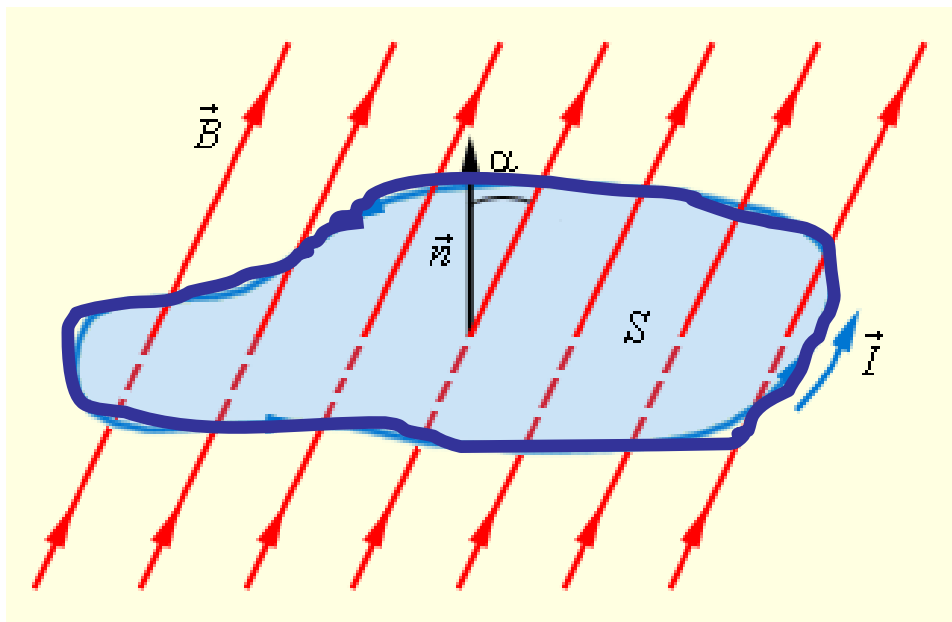
$$\mathcal{E}_U = -N \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\varphi}{dt} \quad (8)$$

bu yerda,  $\varphi = NF$  - oqim tutilishi deb ataladi.

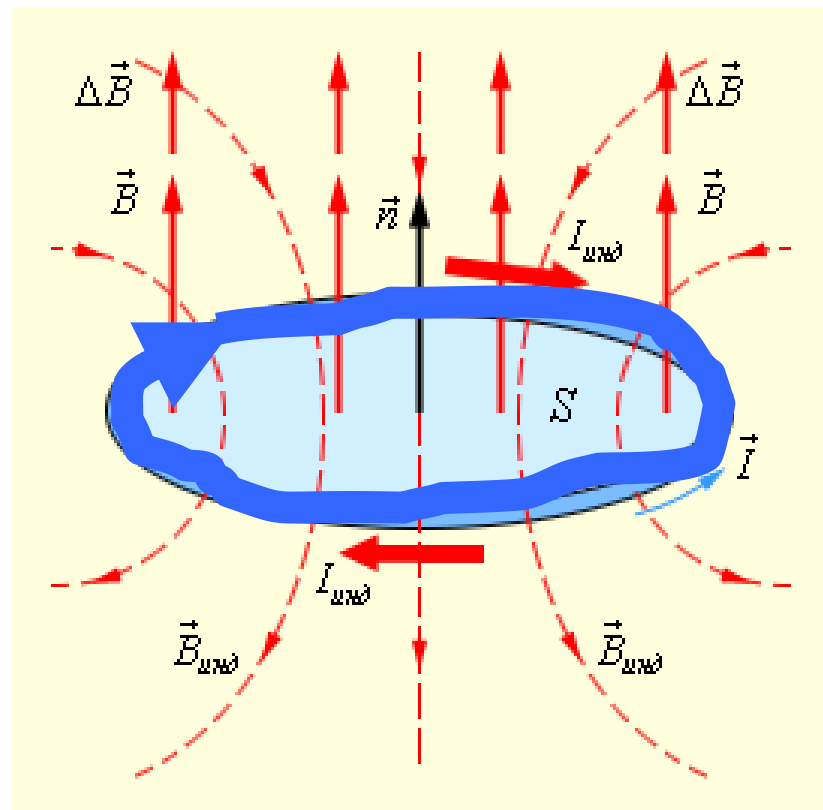
Kuch chiziqlariga perpendikulyar bo'lgan o'q atrofida, V induktsiyali bir jinsli magnit maydonida  $\omega$  doimiy burchak tezlik bilan aylanayotgan, har bir S yuzaga ega bo'lgan N o'ramlardan iborat ramkaning elektromagnit induktsiyasini ko'rib chiqamiz (5-rasm)



4-rasm



$$\Phi = BS \cdot \cos \alpha$$



$$\Phi_0 = BS$$

5-rasm

Boshlang'ich momentda ( $t=0$ ) ramka tekisligi  $V$  yo'nalishga perpendikulyar bo'lsin. Bu ramkani sizib o'tuvchi magnit oqimi

$$F_0 = BS \text{ dan}$$

iborat.  $t$  momentda esa, u

$$F = BS \cdot \cos \alpha$$

ga teng bo'ladi. Ramkadagi oqim tutilishi

$$\psi = NBS \cdot \cos \alpha$$

ga teng. Induktsiyalangan EYUK esa, quyidagiga teng bo'ladi:

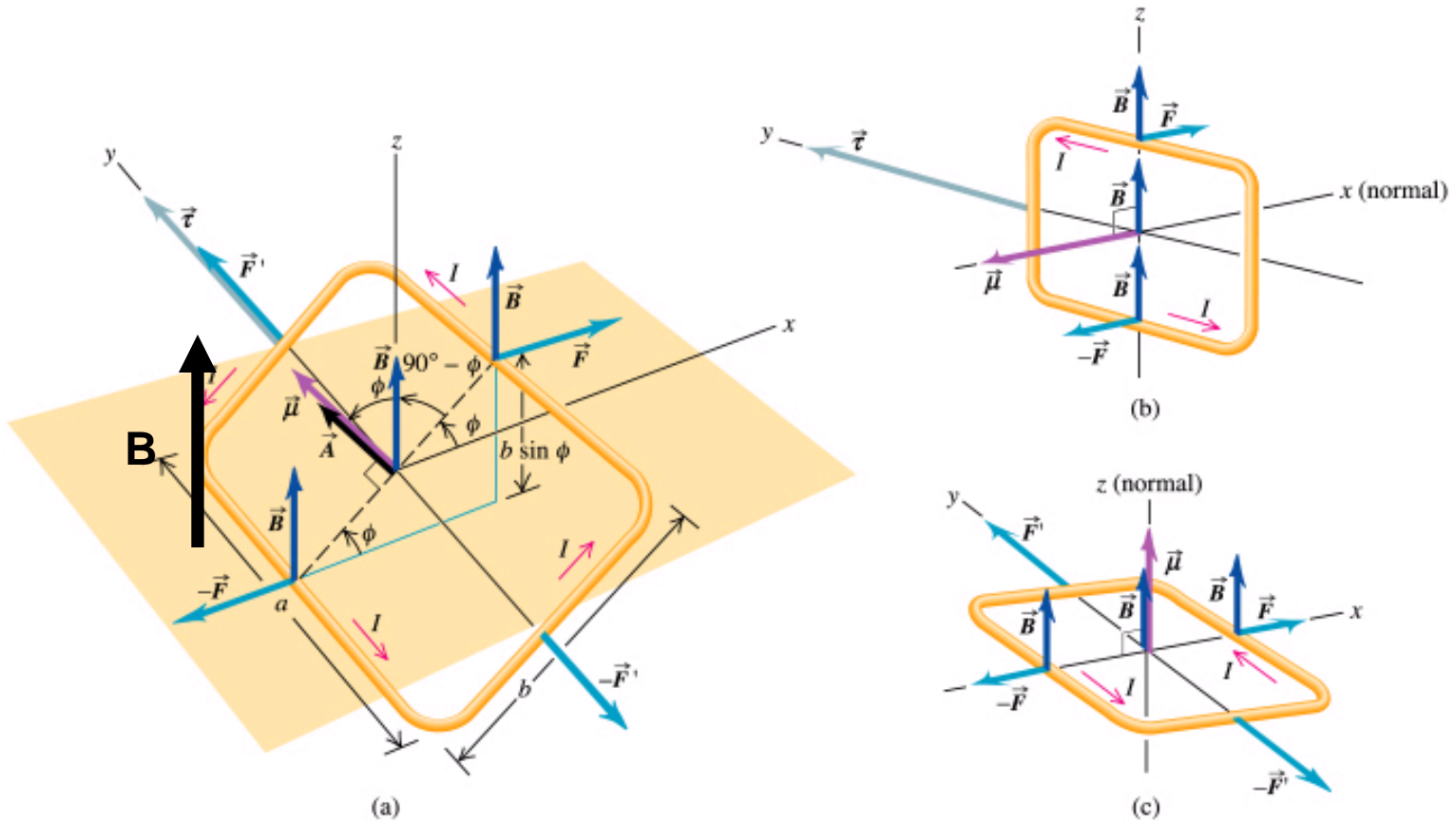
$$\varepsilon_U = \frac{d\psi}{dt} = NBS \cdot \omega \cdot \sin \omega t = \varepsilon_0 \sin \omega t$$

Zanjir qarshiligi  $R$  bo'lsa, ramkadagi tok

$$I = \frac{\varepsilon_0}{R} \sin \omega t = I_0 \cdot \sin \omega t \quad (10)$$

ga teng bo'ladi.

# Diagram





Bu yerda,  $\varepsilon_0$  va  $I_0$  - EYUK va tokning maksimal qiymatlaridir.

**(10)** - ifoda bo'yicha o'zgaruvchi tok, sinusoidal o'zgaruvchan tok deb ataladi.

Oqim tuilishi  $\psi_1$  dan  $\psi_2$  qiymatga o'zgarishi uchun ketgan vaqtda zanjir orqali oqib o'tgan Q zaryad miqdorini hisoblab ko'ramiz.

t - vaqt momentida induktsiyaviy tok

$$I = \frac{\varepsilon_U}{R} = -\frac{I}{R} \frac{d\psi}{dt}$$

ga teng. dt kichik vaqt ichida zanjir orqali  $d\varphi$  zaryad oqib o'tadi:

$$dQ = -\frac{I}{R} \frac{d\psi}{dt} \cdot dt = \frac{I}{R} d\psi \quad (11)$$

$\psi_1$  +  $\psi_2$  intervalda **(11)** - ifodani integrallasak quyidagiga ega bo'lamiz:

$$Q = -\frac{I}{R} \int_{\psi_1}^{\psi_2} d\psi = \frac{\psi_1 - \psi_2}{R} \quad (12)$$

Magnit maydonining o'zgarishi hisobiga hosil bo'lgan elektr maydon kuch chiziqlari magnit kuch chiziqlarini chirmab oladi.

V induksiya vaqt bo'yicha o'zgargani uchun

$$\frac{\partial B}{\partial t} \neq 0$$

va  $\vec{E}$  tsirkulyatsiya vektori, elektrostatik maydon induksiya vektoridan farqi ravishda nolga teng emas.

SHuning uchun bunday elektr maydon potentsial maydon emas, u uyurmali bo'ladi va u maydonning nuqtasida potentsial bir qiymatga ega bo'lmaydi. Kuch chiziqlarini bosh va oxiri bo'lmay, ular yopiq chiziqlardan iborat.

