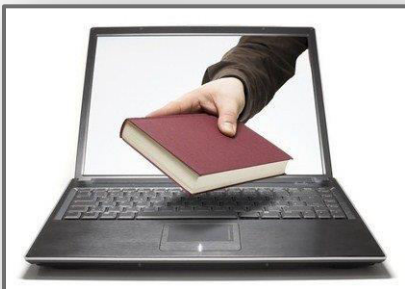




**FIZIKA KAFEDRASI**



**Fizika I**

**2018**

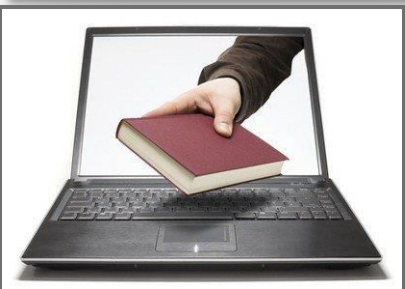
# **ELEKTROMAGNETIZM**

**15 – ma'ruza**

**K.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov**



**TÁBIYIY HÁM  
GUMANITAR  
PÁNLER  
KAFEDRASÍ**



**Fizika I**

**2020**

# **ELEKTROMAGNETIZM**

**15 – lekciya**

**Qaraqalpaq tiline awdarmalağan**

**S.G. Kaypnazarov**



# Lekciya rejesi

- Ózlikindukciya. Induktivlik. Ózlikindukciya EQK.
- Solenoidtın induktivligi. Ózlikindukciya ekstratokları.
- Ózara indukciya hádiyesi.
- Magnit maydan energiyası hám onıń tıgızlıǵı.
- Elektromagnit indukciya hádiyesi. Faradey nızamı.
- Lenc qádesi.
- Ózgermeli elektr tokınıń payda bolıwı.
- Iyirimli elektr maydanı.

# Ózlikindukciya

Ózlikindukciya – konturda tok kúshiniń ózgeriwi nátiyjesinde, sol konturda EQKtiń payda bolıw hádiysesi.

Ózlikindukciya EQKtiń bağıtı Lenc qádesi menen anıqlanadı: ózlikindukciya EQK bárhama onı keltirip shıǵarǵan tok bağıtına kerı.



Shınjırda tok kemeygende  
- ózlikindukciya EQK tok  
bağıtında boladı – onıń  
kemeyiwine qarsılıq etedi



Shınjırda tok artqanda –  
ózlikindukciya EQK tokqa  
qarsı bağıtlangan bolıp –  
toktıń artıwına qarsılıq  
etedi

# Induktivlik

**Toklı kontur yaki katushkadan sırqılıp ótiwshi menshikli magnit aǵımı tok kúshine tuwrı proporcional**

$$\Phi = LI$$

**$L$  induktivlik  $1A$  tok kúshine iye bolǵan kontur qorshap alǵan maydannan sırqılıp ótiwshi magnit aǵımın kórsetedi. Konturdıń induktivligi, ulıwma halda, konturdıń geometriyalıq forması, ólshemleri hám ortalıqtıń magnit sıńırıwshiligine baylanıslı.**

$$[L] = \left[ \frac{Vb}{A} \right] = [H]$$

# Ózlikindukciya EQK

Elektromagnit indukciya  
nizami

Magnit ağımanı

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Phi = LI$$

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(LI)}{dt}$$

$$\mathcal{E}_i = -L\frac{dI}{dt}$$



# Uzun solenoidtiń induktivligi

Uzun solenoidtiń magnit  
maydanı magnit indukciyası

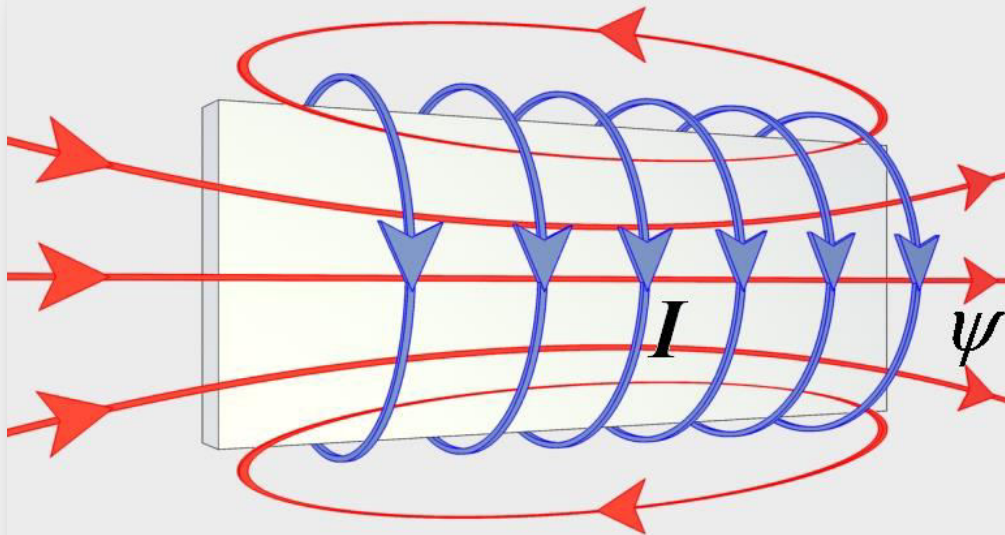
$$B = \frac{\mu_0 \mu N I}{2}$$

Solenoidtan ótiwshi tolıq  
magnit aǵımı yaqı solenoidtiń  
aǵım tutıwı

$$\psi = B S N = \frac{\mu_0 \mu N^2 I}{2} S$$

$$\Phi = L I$$

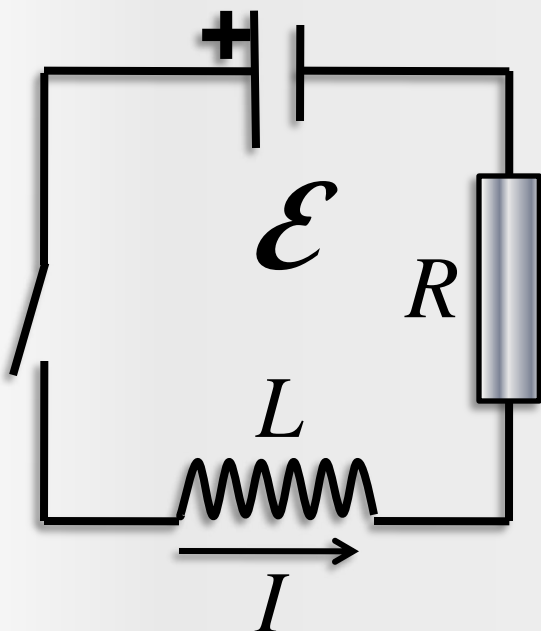
$$L = \frac{\mu_0 \mu N^2}{2} S$$





# Shinjirdi jalğaw hám úziwdegi tok

Ótkiziwshi konturda tok kúshiniń qálegen ózgeriwinde EQK payda boladı, nátiyjede konturda qosımsha toklar, *ózlikindukciya ekstratokları payda boladı.*



Qarsılıǵı  $R$  hám induktivligi  $L$  bolǵan шинjirdi alamız. Sırtqı EQK tásirinde turaqlı tok aǵa baslaydı

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$t = 0$  waqıtta tok deregin územiz. Tok kemeyiwine qarsılıq kórsetiwshi ózlikindukciya EQK payda boladı.

$$\mathcal{E}_{o'z} = -L \frac{dI}{dt}$$

# Shinjirdi úziwdegi toklar

Ózlikindukciya tokı  $IR = \mathcal{E}_{o'z}$  yaki  $IR = -L \frac{dI}{dt}$   
Ózgeriwshi shamalardı qısqartsaq hám

integrallasaq

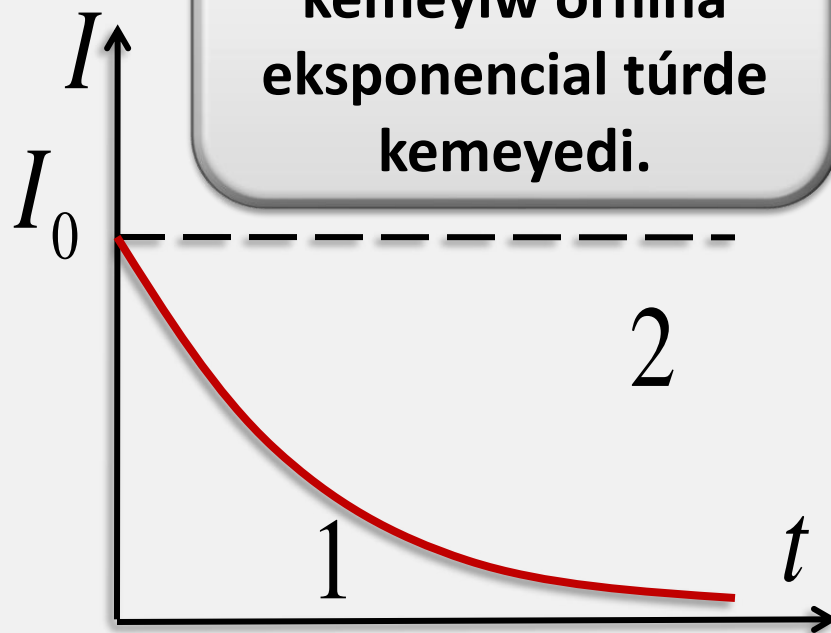
$$\frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} dt$$

$$\int_{I_0}^I \frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} \int_0^t dt \Rightarrow \ln \frac{I}{I_0} = -\frac{Rt}{L}$$

$$I = I_0 \exp\left(-\frac{Rt}{L}\right)$$

$$I = I_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

Tok deregin úzgende  
tok kúshi birden  
kemeyiw ornına  
eksponencial túrde  
kemeyedi.



# Shinjirdi jalǵawdaǵı toklar

Om nızamına

tiykarlanıp

$$IR = \mathcal{E}_{o'z} + \mathcal{E} \quad \text{yaki} \quad IR = \mathcal{E} - L \frac{dI}{dt}$$

Shinjirdi jalǵaǵanda, sırtqı EQKten tısqarı tok

artıwına qarsılıq kórsetiwshi ózlikindukciya EQK

payda boladı. Onıń sheshimi

$$\mathcal{E}_{o'z} = -L \frac{dI}{dt}$$

$$I = I_0 \left( 1 - \exp \left( -\frac{t}{\tau} \right) \right)$$

Ornatılǵan tok

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

- relaksaciya waqtı -  
tok kúshi e márte  
asatuǵın waqıt.

Tok deregin jalǵaǵanda  
tok kúshi eksponencial  
túrde artadı.



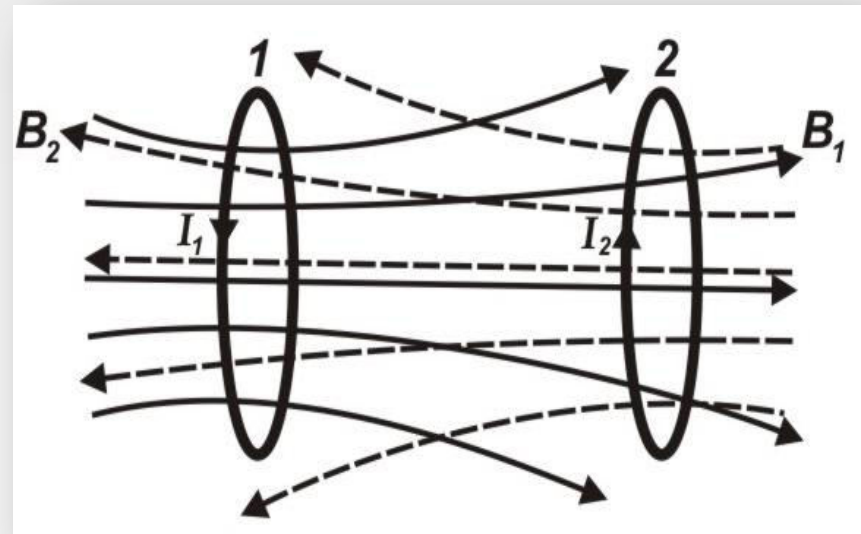
# Ózara indukciya hádiyesi

*Ózara indukciya* dep, basqa shıńjırdagı tok kúshiniń ózgeriwi yaki eki shıńjırlardıń bir – birine salıstırǵanda jaylasıwı ózgergende, elektromagnit indukciyası EQK qozdırılıwına aytıladı.

1 konturda  $I_1$  tok aqqanda magnit aǵımı basqa konturda sırqılıp ótedi yaki kerisi júz beredi

$$\Phi_{12} = L_{12}I_2$$

$$\Phi_{21} = L_{21}I_1$$



Proporcionallıq koefficientlerin *konturdıń ózara induktivligi* dep ataladı.

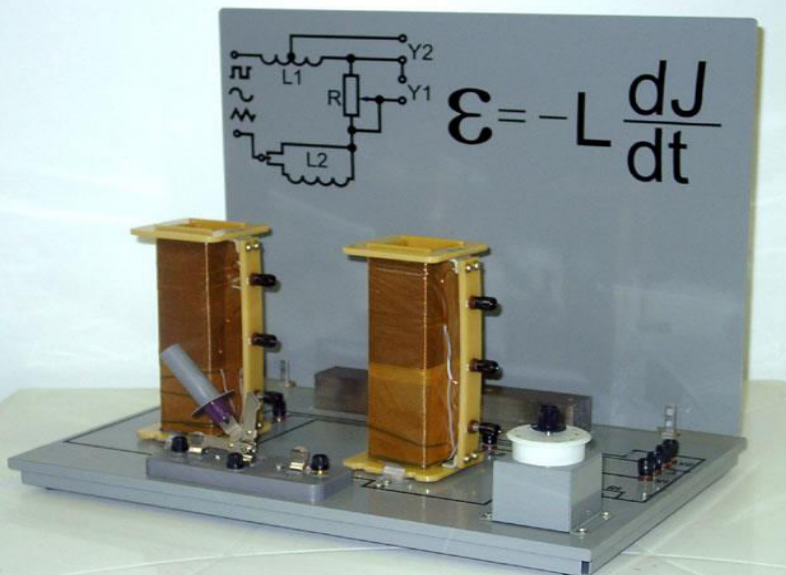
$$L_{21} = L_{12} = L$$

# Ózara indukciya hádiyesi

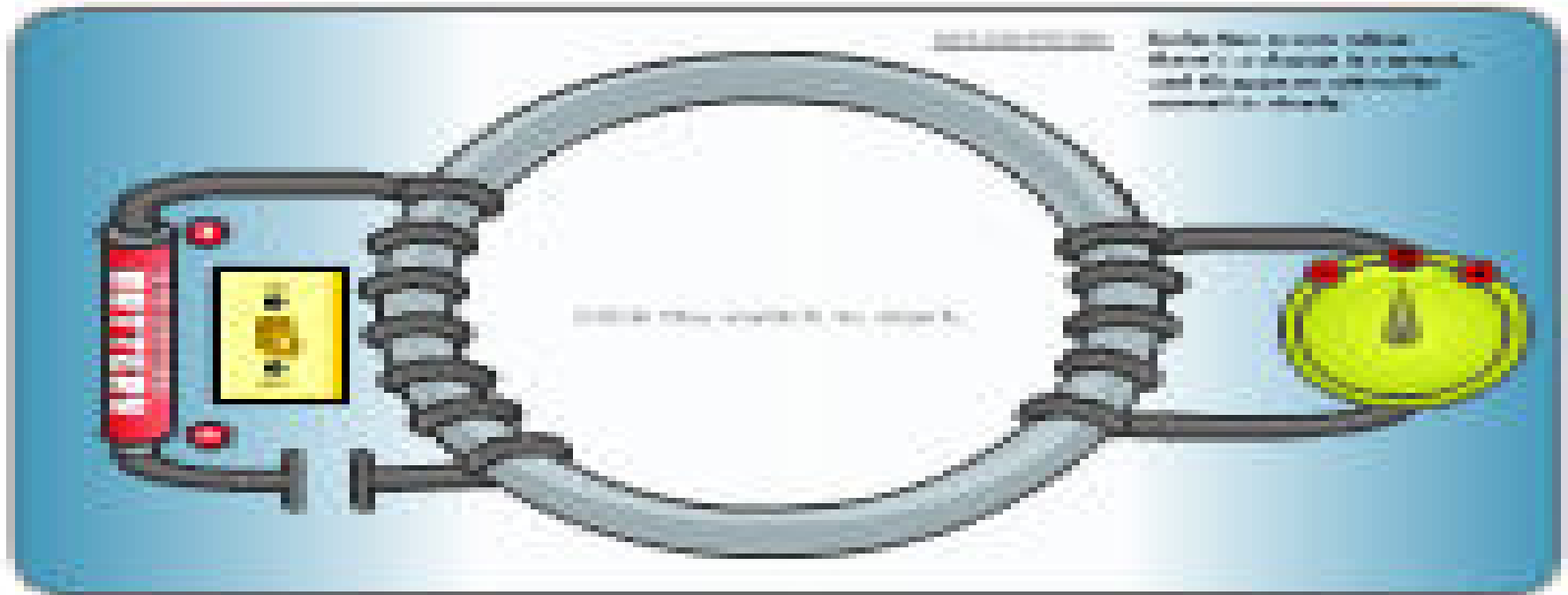
Konturlardıń birinde tok kúshiniń ózgeriwi, basqasında EQKti indukciyalaydı

$$\mathcal{E}_{i1} = -\frac{d\Phi_{12}}{dt} = -\frac{L_{12}dI_2}{dt} = -L\frac{dI_2}{dt}$$

$$\mathcal{E}_{i2} = -\frac{d\Phi_{21}}{dt} = -\frac{L_{21}dI_1}{dt} = -L\frac{dI_1}{dt}$$



*Konturlardıń ózara induktivligi konturlardıń geometriyalıq forması, ólshemleri, olardıń ózara jaylasıwı hám ortalıqtıń magnit sińiriwshiligine baylanıslı boladı.*



# Uliwma toroidal ózekke oralǵan eki katushkanıń ózara induktivligi

**Toktı payda etiwshi magnet indukciyası**

$$B = \frac{\mu\mu_0 N_1 I_1}{l}$$

**Ekinshi katushkanıń bir oramınan ótiwshi magnet aǵımı**

$$\Phi_2 = BS = \frac{\mu\mu_0 N_1 I_1 S}{l}$$

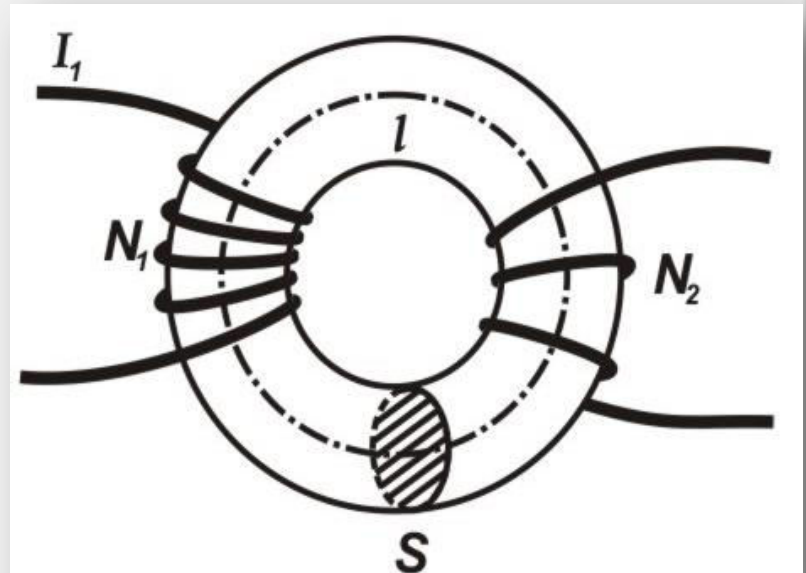
**$N_2$  oramlardan ótiwshi tolıq magnet aǵımı (aǵım tutılıwı)**

$$\Psi = \Phi_2 N_2 = \frac{\mu\mu_0 N_1 N_2 I_1 S}{l}$$

**$\psi$  aǵım  $I_1$  toktı payda etedi, sol sebepli,**

$$L_{21} = \frac{\Psi}{I_1} = \frac{\mu\mu_0 N_1 N_2 S}{l}$$

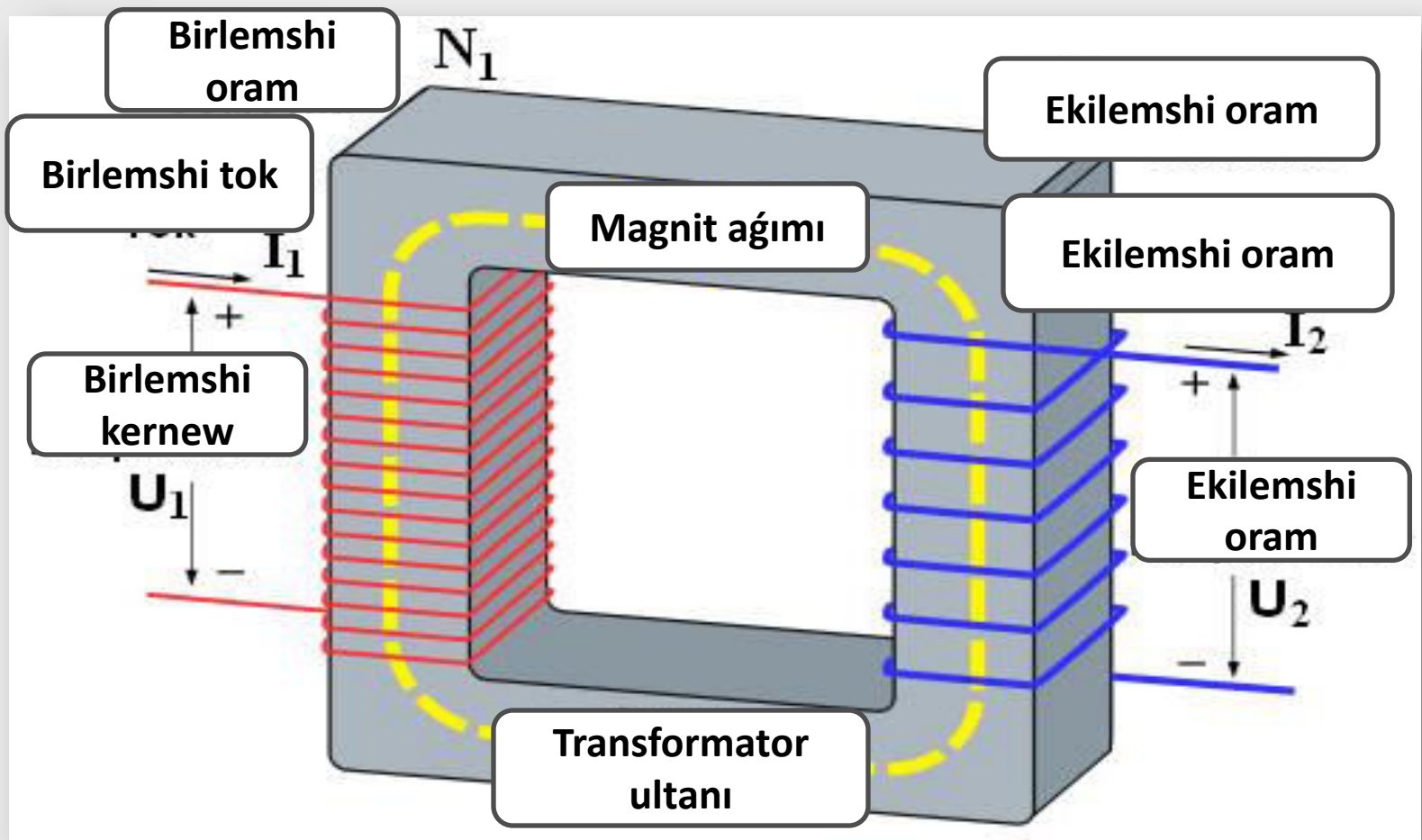
$$L_{12} = L_{21} = \frac{\mu\mu_0 N_1 N_2 I_1 S}{l}$$





# Transformator

*Transformator* – bul keń diapazonda ózgeriwshi kernewdi (toktı) kúsheytiwshi yaki páseytiwshi qurılma.



# Transformatorдің islew principi

Transformatorдың islew principi ózara indukciya hádiysesine tiykarlangan.  $I_1$  ózgermeli tok biremshy oramda ózgeriwshi magnit maydanı payda etedi. Bul bolsa, ekilemshy oramda ózara indukciya EQKti payda etedi.

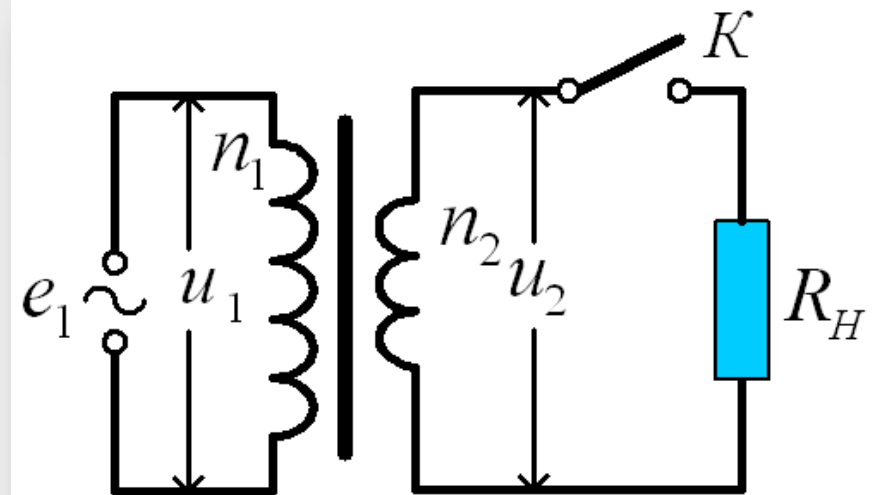
$$\mathcal{E}_2 = -\frac{N_2}{N_1} \mathcal{E}_1$$

Transformatorдың ekilemshy oramında biremshy oramına salıstırғanda EQK neshe márte úlken yaki kishiligin kórsetetuǵın koefficient *ózgertiw koefficienti* dep ataladı.

$K > 1$  de – kúsheytiwshi transformator.

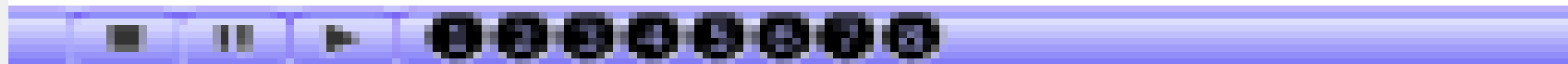
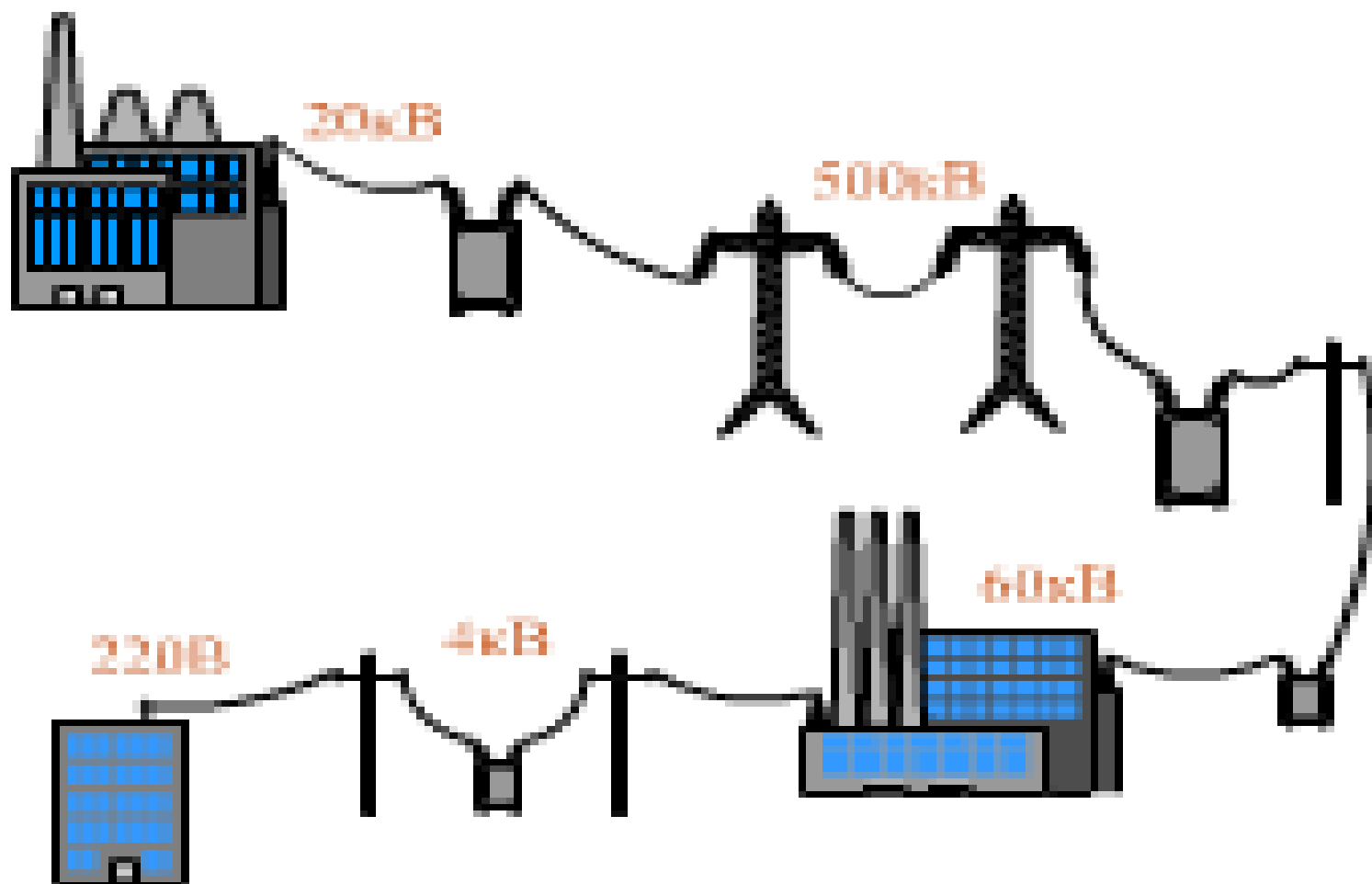
$K < 1$  de – páseytiwshi transformator.

$$K = \frac{N_2}{N_1}$$



**Ideal transformator ushın**

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = K$$



# Magnit maydan energiyası

Magnit maydan energiyası sol maydandı payda etiwshi toktıń atqarǵan jumısına teń.

Tok aǵıp atırǵan kontur menen baylanısqa magnit aǵımı

$$\Phi = LI$$

Tok kúshi ózgergende magnit aǵımınıń ózgeriwi

$$d\Phi = LdI$$

Magnit aǵımı ózgergende atqarılǵan jumıs

$$dA = Id\Phi = LI dI$$

*$\Phi$  magnit aǵımın payda etiwdegi atqarılǵan tolıq jumıs*

Kontur menen baylanısqa magnit maydan energiyası

$$A = \int_0^I LI dI = \frac{LI^2}{2}$$

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

# Magnit maydan energiyası tıǵızlıǵı

Birlik kólemdegi magnit maydan energiyasına teń fizikalıq shama *magnit energiyasınıń kólemlik tıǵızlıǵı* dep ataladı.

The diagram illustrates the derivation of magnetic energy density through a series of equations connected by arrows:

- Top left:  $L = \frac{\mu_0 \mu N^2}{l} S$
- Top middle:  $W = \frac{LI^2}{2}$
- Top right:  $B = \frac{\mu_0 \mu NI}{l}$
- Bottom left:  $W = \frac{\mu_0 \mu N^2 I^2}{2} V = \frac{B^2}{2\mu_0 \mu} V$
- Bottom right:  $w = \frac{W}{V} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} = \frac{BH}{2}$

Bul ańlatpa magnit energiyası katushkanıń oramlarında emes, bálkim magnit maydan payda bolǵan bárshe kólemde tarqalǵanın bildiredi.

# FARADEY nızamı(1831j.)

Indukcion toklardıń payda bolıwı shınjırda, elektromagnit indukciyası elektr qozǵawshı kúshi dep atalatuǵın, elektr qozǵawshı kúsh bolatuǵınlıǵın bildiredi.

Faradey nızamı: konturdaǵı elektromagnit indukciyası EQK, kontur menen shegaralanǵan maydan ótip atırǵan magnit aǵımı ózgeriw tezligine muǵdar jaǵınan teń hám belgisine qarama qarsı boladı.

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Magnit indukciyası aǵımı ózgeriwiniń XBS daǵı birligi Veber esaplanadı:

$$1\text{Vb} = \text{Tl} \cdot \text{m}^2.$$

Indukciya aǵımı 1Vb/s qa teń tezlik penen ózgergende, konturda 1V qa teń EQK indukciyalanadı.

$$\begin{aligned} [\mathcal{E}_i] &= \left[ \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right] = \left[ \frac{B\delta}{c} \right] = \\ &= \left[ \frac{T\text{l} \cdot \text{m}^2}{c} \right] = [B] \end{aligned}$$

## Lenc qádesi(1833j.)

Lenc qádesi tuyıq konturda indukcion toktıń jónelisin anıqlawğa imkan beredi.

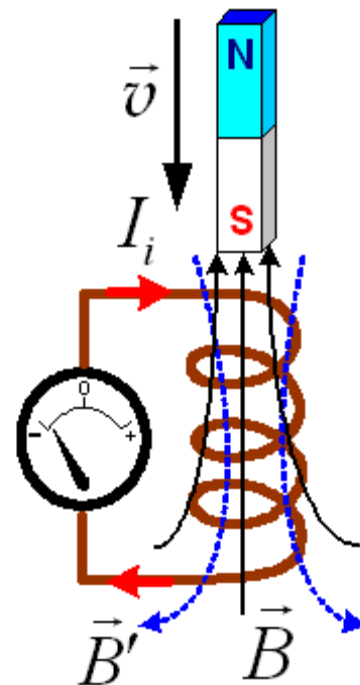
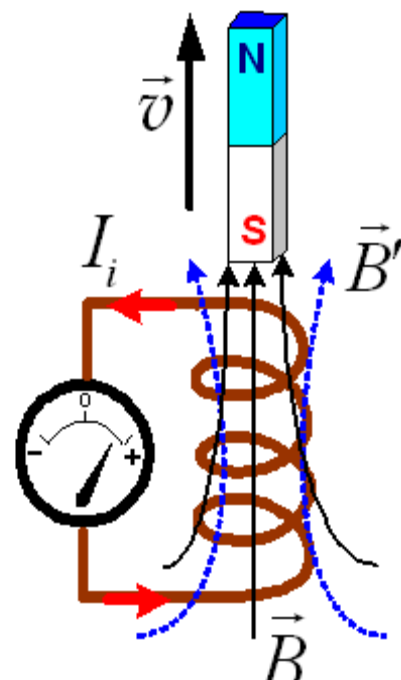
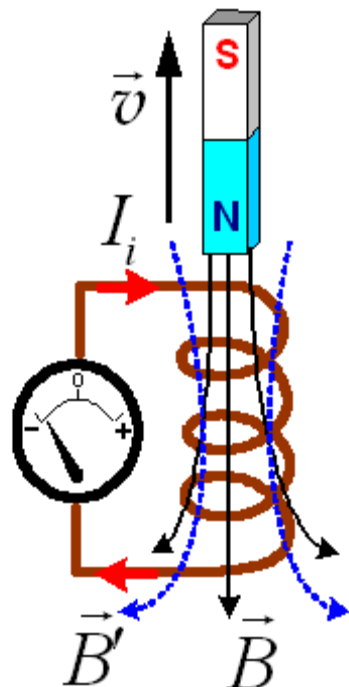
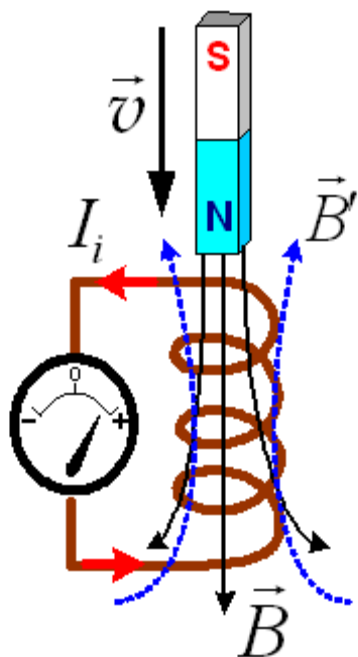
Lenc qádesi: tuyıq konturda magnit aǵımınıń ózgeriwi esabına indukcion toktıń júzege keliwinde payda bolatuǵın magnit maydanı indukcion toktı qozdıratuǵın maydan ózgerisine qarsılıq etedi.

Lenc qádesiniń qollanılıwı:

1.  *$B$  sırtqı magnit maydanniń magnit indukciyası sızıqları jónelisin anıqlaw.*
2. Magnit indukciyası aǵımınıń, kontur maydanınan ótkende kóbeyiwi( $\Delta\Phi>0$ ) yaki kemeyiwin ( $\Delta\Phi<0$ )anıqlaw.
3. Indukcion tok magnit maydanınıń magnit indukciyası vektori  $B$  sızıqlarınıń jónelisin ornatiw. Lenc qádesine muwapıq, bul sızıqlar  $\Delta\Phi>0$  bolǵanda  $B$  sızıqlarına qarama qarsı,  $\Delta\Phi<0$  bolǵanda  $B$  sızıqları boylap baǵıtlanǵan boladı .
4.  $B'$  magnit indukciyası sızıqları jónelisin bilgen halda,  $I$  indukcion tok jónelisin anıqlaw.



# Lenc qádesi



$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} > 0$$

$$\mathcal{E}_i < 0$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} < 0$$

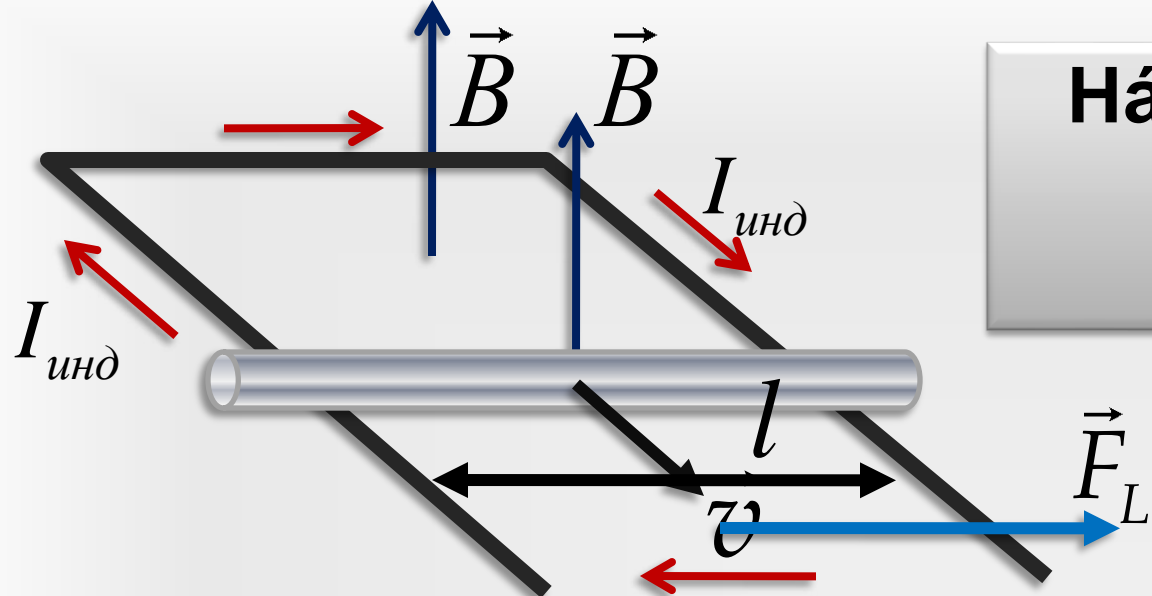
$$\mathcal{E}_i > 0$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} > 0$$

$$\mathcal{E}_i < 0$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} < 0$$

$$\mathcal{E}_i > 0$$



# Háreketlenip atırǵan ótkizgishlerde indukcion EQK

Konturdıń / bólegindegi erkin zaryadlarǵa tásir etiwshi Lorenc kushi

$$F_L = qvB$$

$$\alpha (\vec{B} \wedge \vec{v})$$

Konturdıń / bóleginde Lorenc kúshiniń islegen jumısı

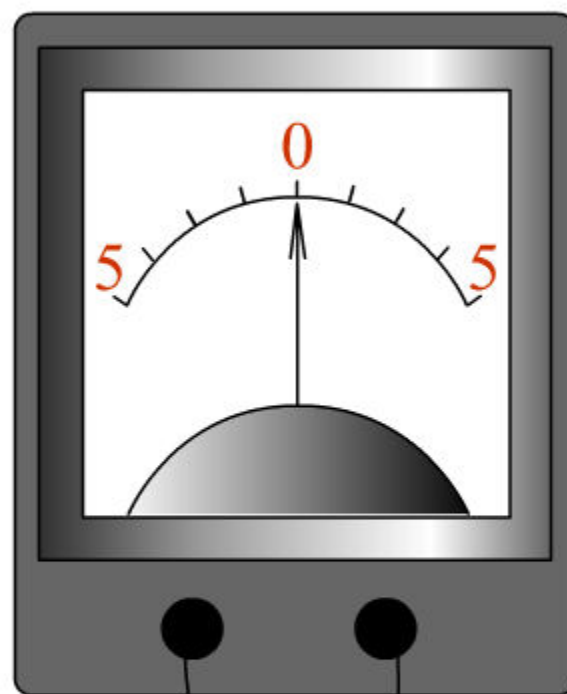
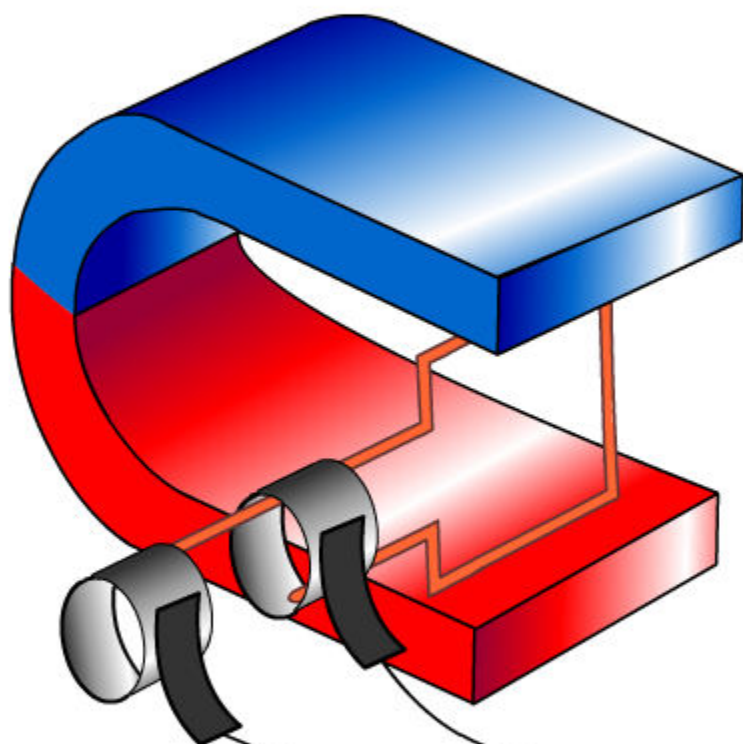
$$A = F_L l = qvBl$$

EQK

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q}$$

Ulıwma hal – háreketlenip atırǵan ótkizgishlerde indukcion EQK

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -Blv \sin \alpha$$

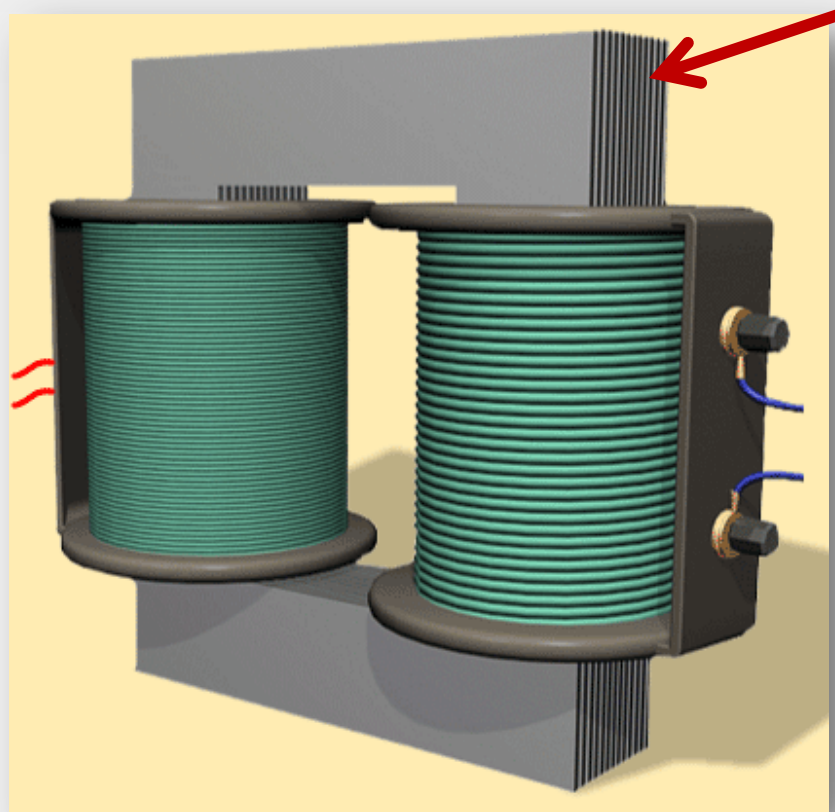


# Iyirimli toklar. Fuko toklari

Ózgermeli magnit maydanına jaylastırılğan massiv qatań ótkizgishlerde payda bolatuǵın indukcion toklar iyirimli yaki Fuko toklar dep ataladı.

Indukcion toklar tómendegi tásirlerdi kórsetedi:

1. Magnit maydanda ótkizgishlerdiń háreketine qarsılıq kórsetedi.
2. Massiv ótkizgishlerin ısıtadı.
3. Ózgermeli tok aǵatuǵın sımlarda iyirimli toklar payda bolıwı sebepli Skin-effekt hádiysesi baqlanadı.



# PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR

1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. “Aloqachi nashriyoti”. 2018 y. O‘zR OO‘MTV 2017.24.08 dagi “603”-sonli buyrug‘i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. “FIZIKA”. Oqiwliq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O‘.Egamov. “FIZIKA”. Darslik. Toshkent. O‘quv-ta’lim metodika” bosmaxonasi. 2015 y. O‘zROO‘MTV 2009.26.02. dagi “51”-sonli buyrug‘i.
4. Douglas C. Giancoli. Physics. Principles with Applicathions. 2004 USA ISBN-13 978-0-321-62592-2.
5. Physics for Scientists and Engineers, Raymond A. Serway, John W. Jewett. 9th Edition, 2012.
6. “Umumiy Fizika fani bo‘yicha taqdimot multimediali ma’ruzalar to‘plami”. Elektron o‘quv qo‘llanma. Toshkent. 2012 y. O‘zR OO‘MTV 2012.15.08 dagi “332/1”-sonli buyrug‘i.
7. “Fizika-1 kursi bo‘yicha taqdimot multimediali ma’ruzalar to‘plami”. Elektron o‘quv qo‘llanma. Toshkent. 2019 y. O‘zR OO‘MTV 2019.04.10 dagi “892”-sonli buyrug‘i.



# PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/magnet-and-compass>

**Magnet and Compass**

- Magnetic Field
- Magnets
- Compass

**DONATE**

PhET is supported by

**SMART SPARROW**

and educators like you.

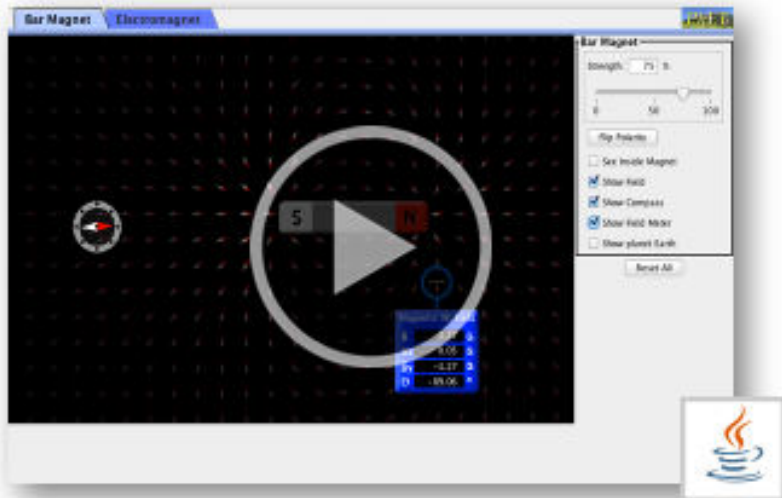
**DOWNLOAD** **EMBED**



# PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets>

**Magnets and Electromagnets**



- Magnetic Field
- Magnets
- Electromagnets

**DONATE**

PhET is supported by

**You?**  
(support PhET today and help education worldwide.)

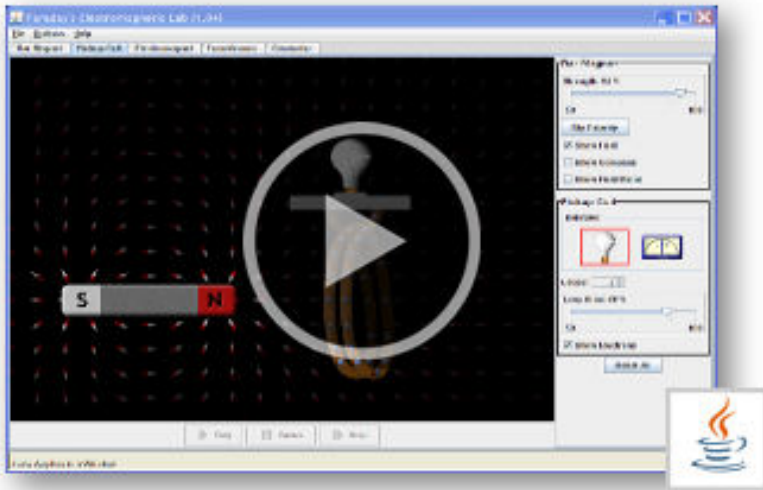
Facebook, Twitter, Pinterest icons

ABOUT

# PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/faraday>


## Faraday's Electromagnetic Lab



- Faraday's Law
- Magnetic Field
- Magnets

**DONATE**

PhET is supported by



and educators like you.

Facebook, Twitter, and Pinterest icons are also present.