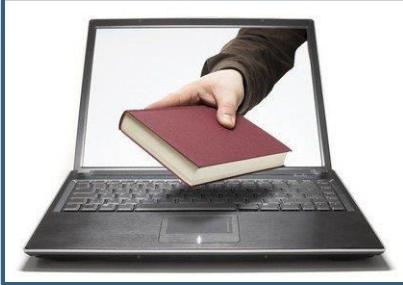




FIZIKA KAFEDRASI



Fizika I

2018

ELEKTROMAGNETIZM

14 – ma’ruza

K.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov



TÁBIYIY HÁM
GUMANITAR
PÁNLER
KAFEDRASÍ



Fizika I

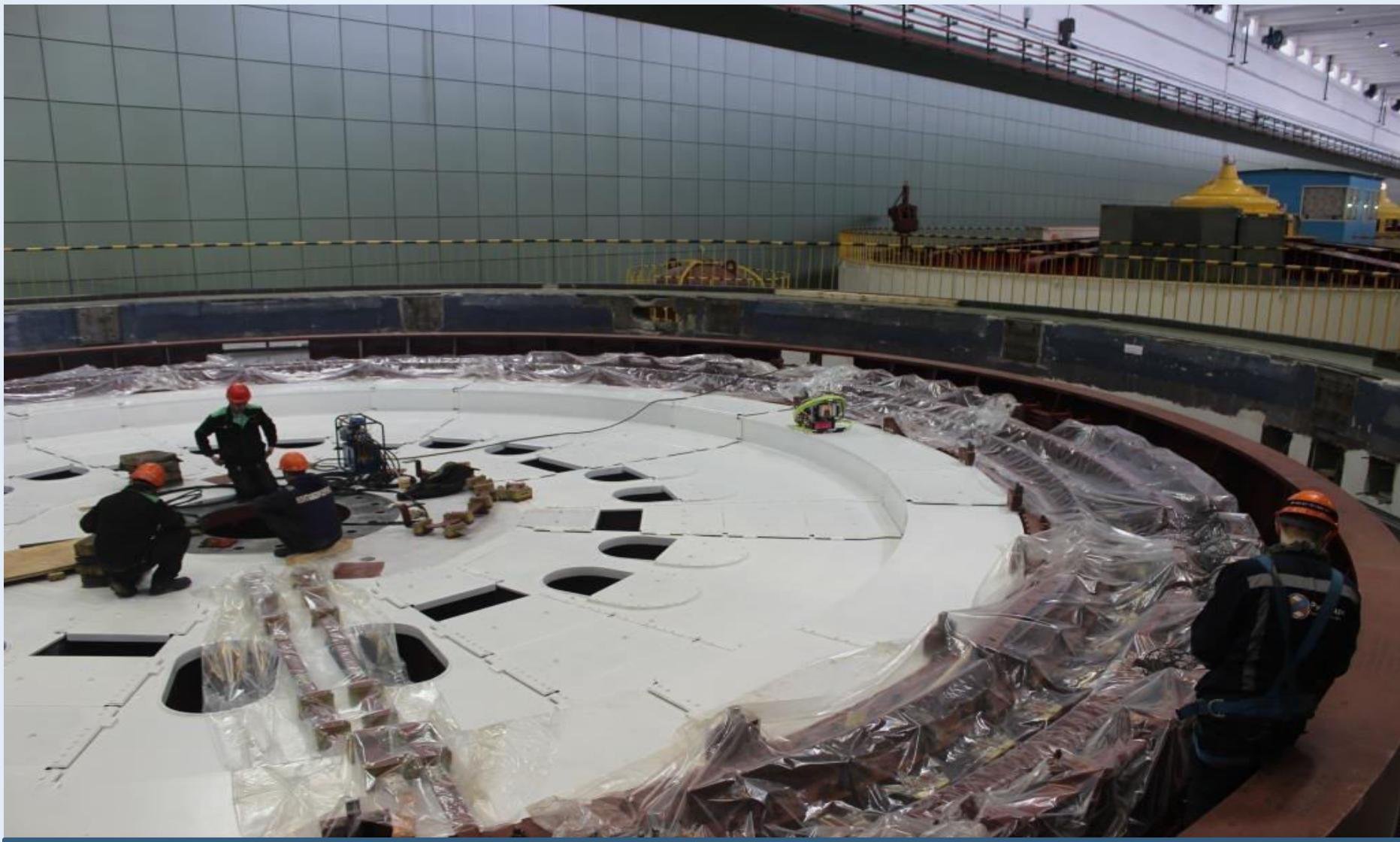
2020

ELEKTROMAGNETIZM

14 – lekciya

Qaraqalpaq tiline awdarmalaǵan

S.G. Kaypnazarov



**7 – sanlı Votkin GEStiń turbinalı modernizaciyalanǵan gidroagregatınıń generatorı
rotorınıń jalǵanıwi**

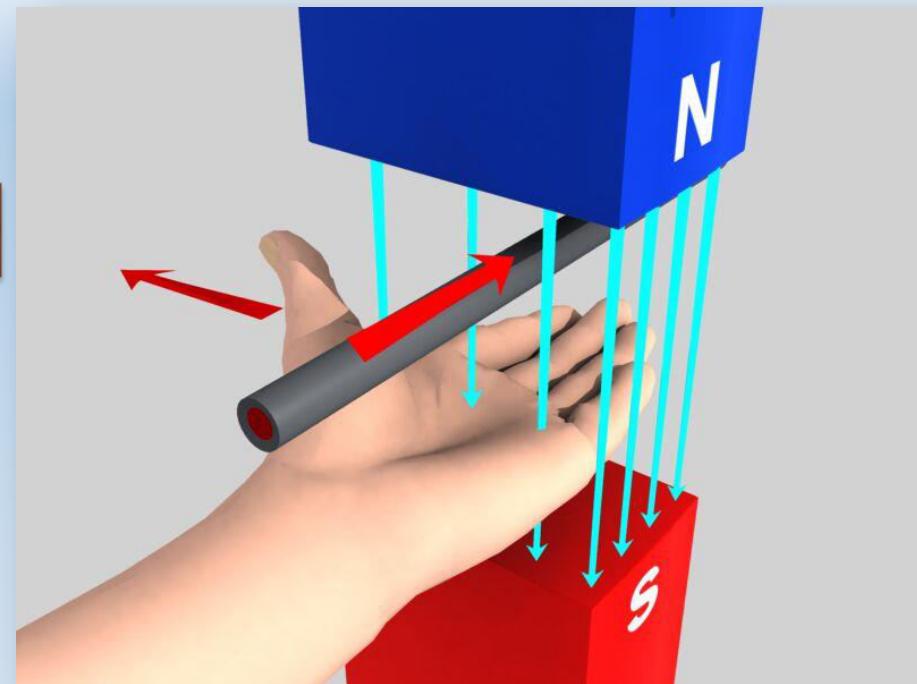
Lekciya rejesi

- Amper nızamı. Toklardıń ózara tásiri.
- Magnit maydanında toklı kontur. Magnit momenti.
- Elektr hám magnit maydanlarında zaryadlanǵan bólekshelerdiń háreketi. Lorenc kúshi.
- Magnit aǵımı.
- Magnit maydan ushın Gauss teoreması.
- Magnit maydanda toklı ótkizgishti kóshiriwde atqarılǵan jumıs.

Amper nızamı

Shep qol qádesi

Magnit maydan indukciyası shep qoldıń alaqańına tik baǵıtlanǵan, zaryadtıń häreket baǵıtı kórsetkish barmaq baǵıtında bolsa, zaryadqa tásir etiwshi Lorenc kúshi bas barmaq baǵıtında boladı.



Amper nızamı

B birtekli magnit maydanına jaylasqan toklı ótkizgishke tásir etiwshi F kúsh ótkizgishtegi I tok kúshine, onıń l uzınlığına, B magnit indukciyasına hám ótkizgishtegi tok baǵıtı menen B vektor arasındagi mýyeshtiń sinusına tuwrı proporcional:

$$F = IB l \sin \alpha$$

Amper nızamı

$$dF = IBdl \sin \alpha$$

Qálegen kórinistegi ótkizgishtiń dI sheksiz kishi elementi hám birtekli bolmaǵan magnit maydanı ushın ulıwma ańlatpa.

Amper nızamınıń vektor
kórinisi

$$d\vec{F} = I[d\vec{l}] \vec{B}$$

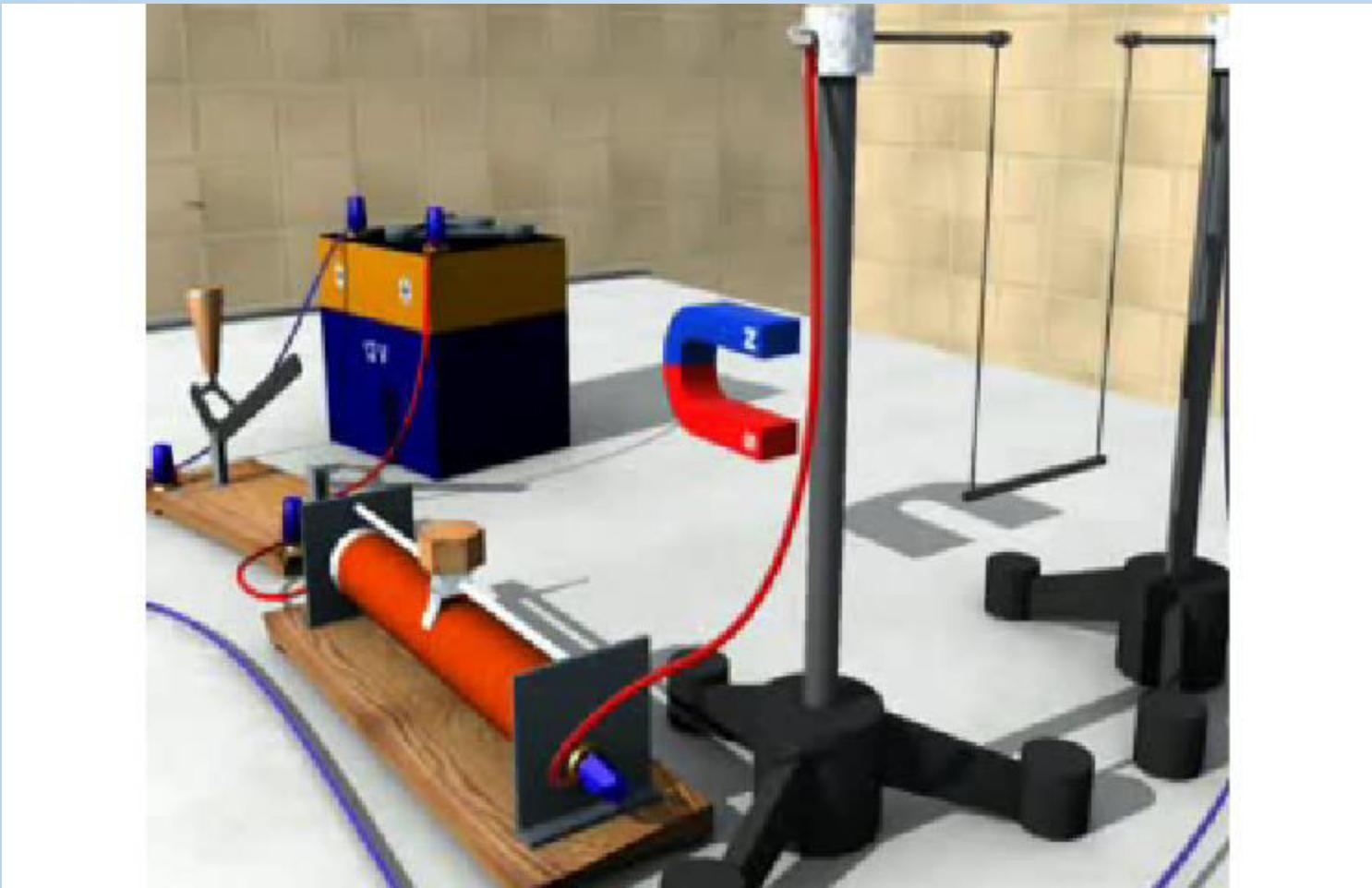
$dF - dI$ uzınlıqtaǵı ótkizgish elementine tásir etiwshi kúsh;
 $\alpha - dI$ hám B vektorlar arasındaǵı mýyesh.

Magnit indukciyası vektorı moduli toklı tuwrı ótkizgishke tásir etiwshi Amper kúshiniń maksimal mánisin ótkizgishtegi tok kúshi hám onıń uzınlıǵına qatnasına teń:

$$[B] = [T]$$
$$1 T = 1 \frac{N}{A \cdot m}$$

$$B = \frac{F_{\max}}{I \Delta l}$$

Amper kúshiniń toklı ótkizgishke tásiri



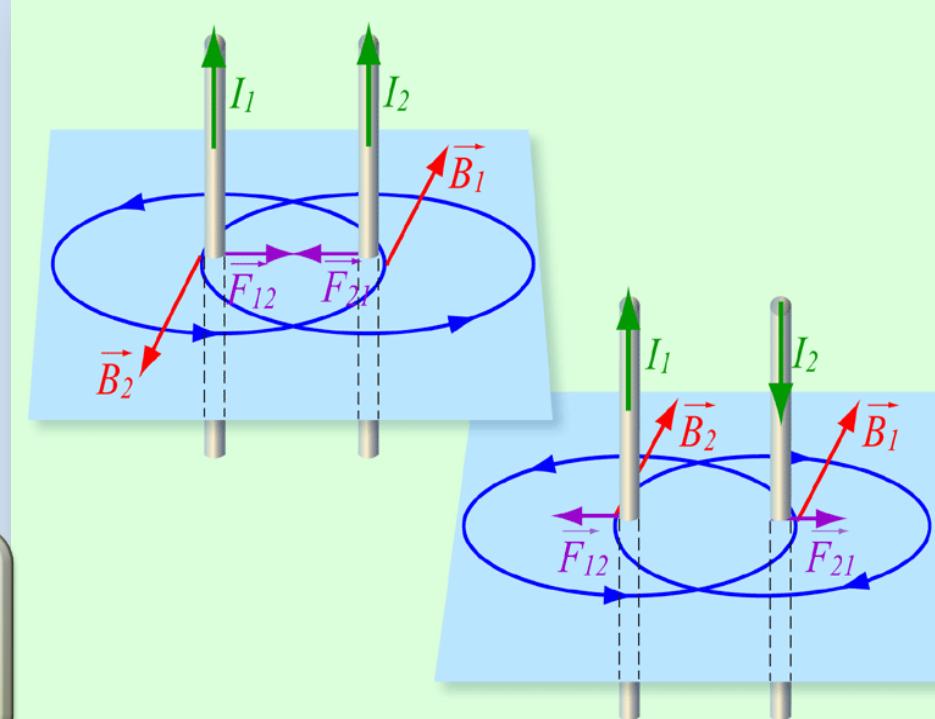
Toklardıń ózara tásiri

Eki parallel ótkizgishlerde elektr tokları bir baǵıtta aqqan halda ótkizgishlerdiń ózara tartısıwı baqlanadı.

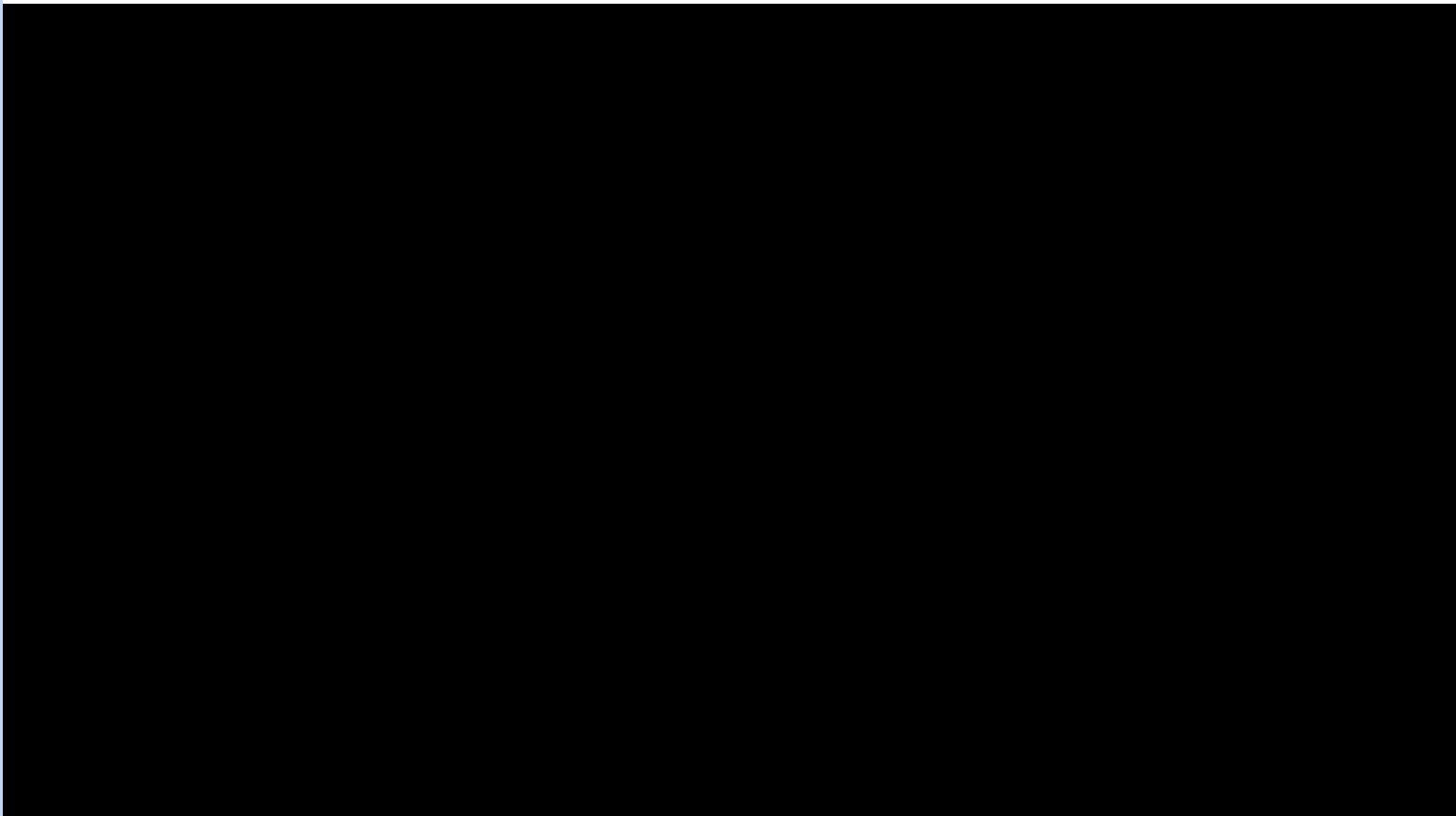
Toklar qarama qarsı baǵıtlarda aqqan halda, ótkizgishler arasında iyterisiw kúshleri payda boladı.

Toklardıń ózara tásiri olardıń magnit maydanları arqalı júzege keledi: bir toktın magnit maydanı ekinshi tokqa Amper kúshi *menen tásir etedi hám onıń kerisi.*

$$F = k \frac{I_1 I_2 \Delta l}{d} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2 \Delta l}{d}$$



Toklardıń ózara tásiri



Tuwri sızıqlı toklı ótkizgishtiń magnit maydanı indukciyası

$$F = k \frac{I_1 I_2 \Delta l}{d} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2 \Delta l}{d}$$

Magnit turaqlısı

$$\begin{aligned}\mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} \approx \\ &\approx 1,26 \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} = \\ &= 1,26 \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}\end{aligned}$$

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I \Delta l}{d}$$

TEŃLESTIRSEK

$$F = F_A = I_1 B L$$

I tuwri sızıqlı toklı ótkizgishtiń
d aralıqta payda qılǵan magnit
maydanı indukciyası *B*

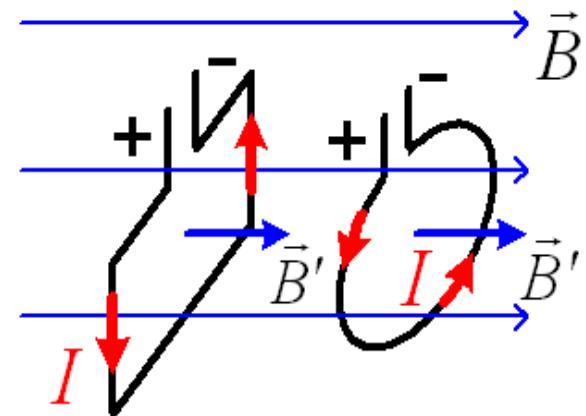
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

iyе bolamız

Magnit maydanda toklı kontur

Magnit maydanındağı toklı kontur burılıwı hám magnit strelkasına uqsas sırtqı magnit maydanı boylap jaylasıwı baqlanadı.

Kúshler momenti kontur oramlarında ağıp atırǵan tok kúshine tuwrı proporcional

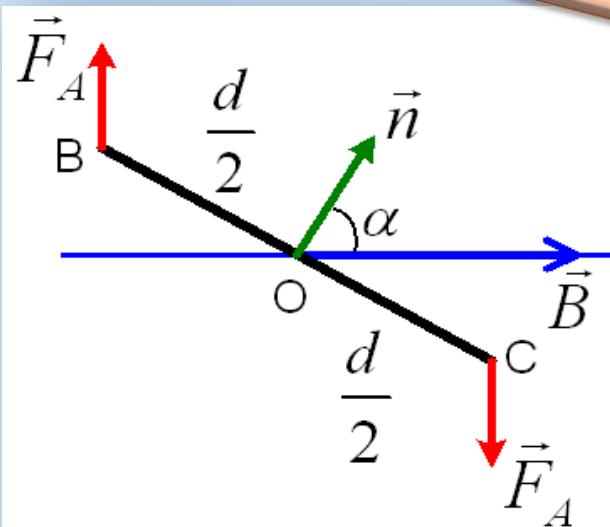


Toklı ramkaǵa tásir etiwshi juwmaqlawshı aylanbalı moment

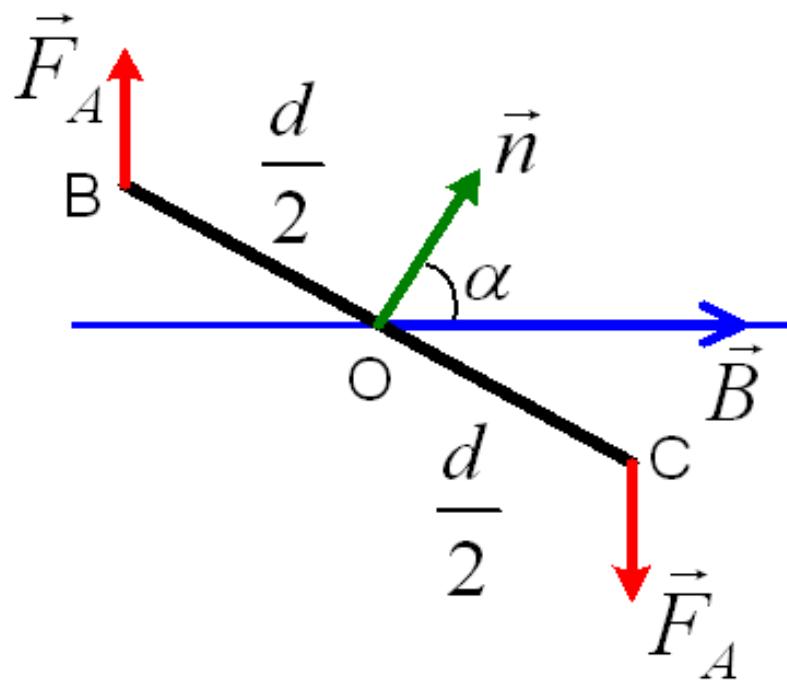
$$M = 2M_1 = IBS \sin \alpha$$

Maksimal moment

$$M_m = IBS$$



Aylanbalı moment ańlatpasi



Kúsh iyini

$$\frac{d}{2} \sin \alpha$$

Juwmaqlawshı kúsh

Kúsh momentiniń aniqlanıwı

$$M = F \cdot d$$

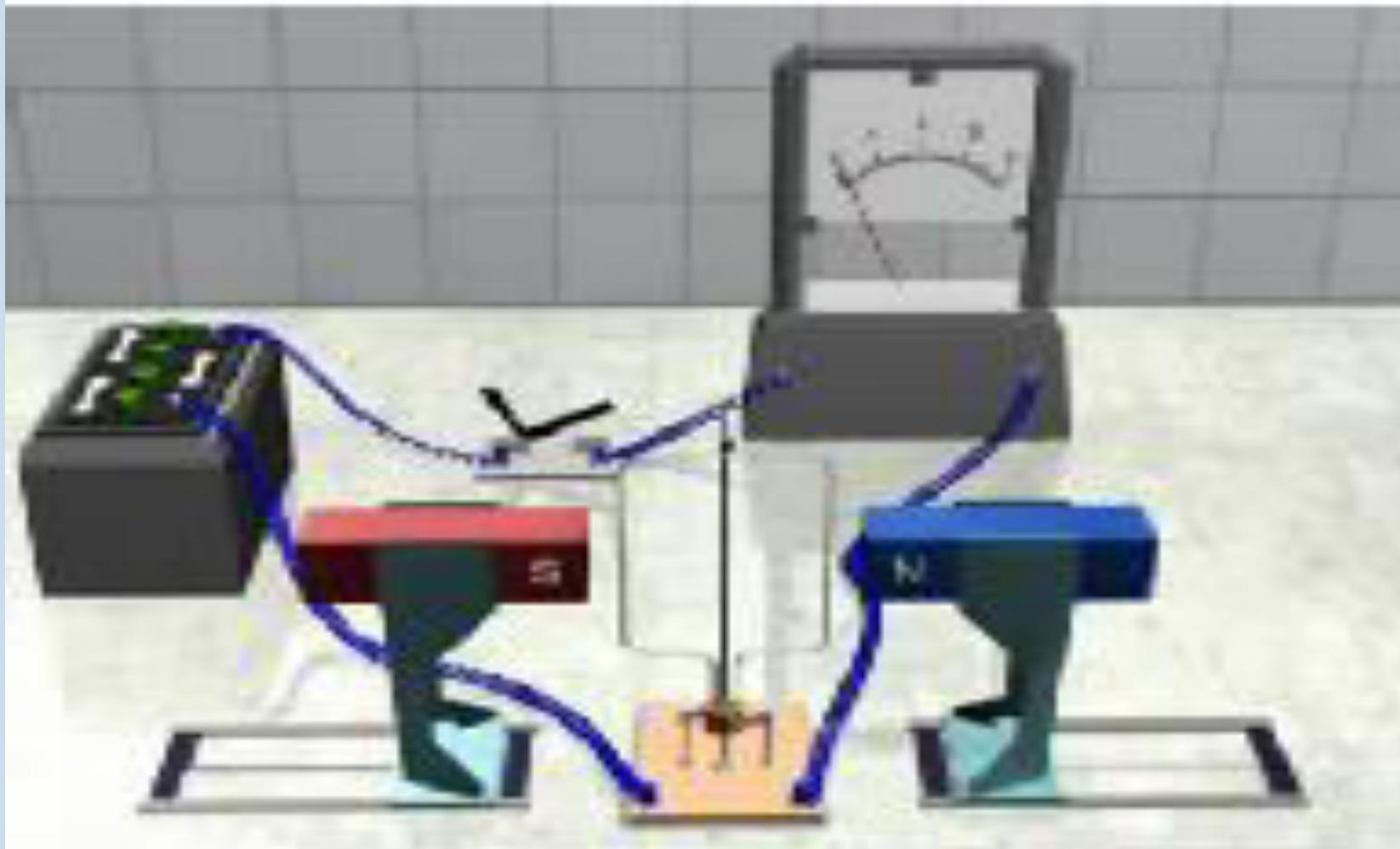
Tásir etiwshi kúsh – Amper kúshi

$$F_A = IB\Delta l$$

Hár bir kúshtiń momenti

$$M_1 = F_A \frac{d}{2} \sin \alpha$$

$$M = 2M_1 = 2F_A \frac{d}{2} \sin \alpha = \\ = IBld \sin \alpha = IBS \sin \alpha$$



Aylandırıwshı moment

Kúshtiń aylandırıwshı momenti berilgen noqattaǵı maydannıń hám toklı ramkanıń qásiyetlerine baylanıslı hám tómendegi vektorlıq kóbeyme menen aniqlanadı:

$$M = p_m B \sin \alpha$$

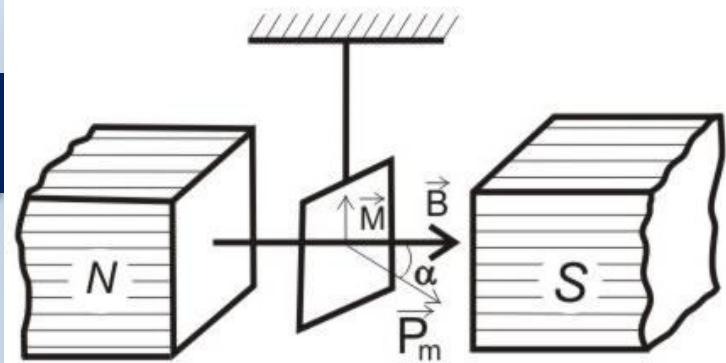
$$\vec{M} = [\vec{p}_m, \vec{B}]$$

Toklı tegis kontur ushın magnit momenti tómendegishe aniqlanadı:

$$\vec{p}_m = IB\vec{n}$$

Tegis konturdıń aylandırıwshı momenti

$$\vec{M} = IS[\vec{n}, \vec{B}]$$



S — kontur betiniń maydanı, n — ramka betine júrgizilgen normaldıń birlik vektorı, α — n hám B vektorlar arasındaǵı mýyesh.

Magnit maydanında zaryadlanğan bólekshelerdiń häreketi. Lorenc kúshi

Toklı ótkizgish ishindegi häreketlenip atırǵan bólekshelerge magnit maydanı tásir etedi.

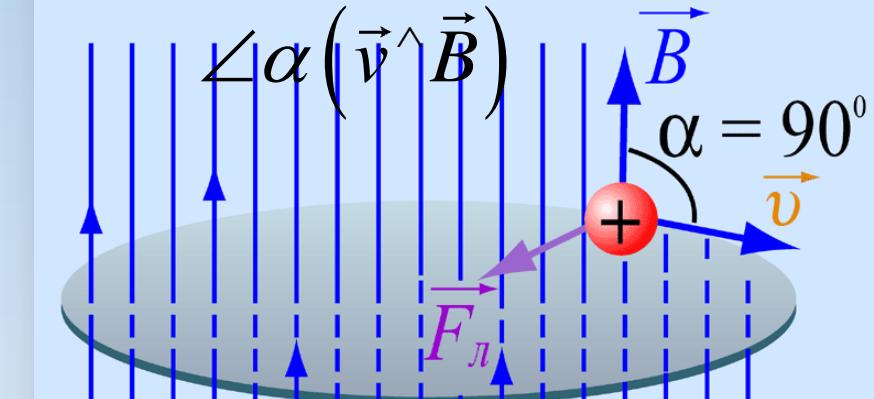
Kóndelein kesim maydanı S bolǵan ótkizgishten ótip atırǵan tok kúshi

$$I = qnvS$$

B magnit maydanına jaylasqan / toklı, uzınlığı Δl bolǵan ótkizgish bólegine tásir etiwshi Amper kúshi

$$F_A = IB\Delta l \sin \alpha$$

$$F = qnvSB\Delta l \sin \alpha$$



Uzınlığı Δl hám kóndelein kesim maydanı S bolǵan ótkizgishtegi erkin zaryadlardıń ulıwma sanı

Lorenc kúshi – bir zaryadlanğan bólekshege magnit maydanınıń tásir kúshi

$$N = nS\Delta l$$

$$F_L = qvB \sin \alpha$$

$$F_L = q [\vec{v}, \vec{B}]$$

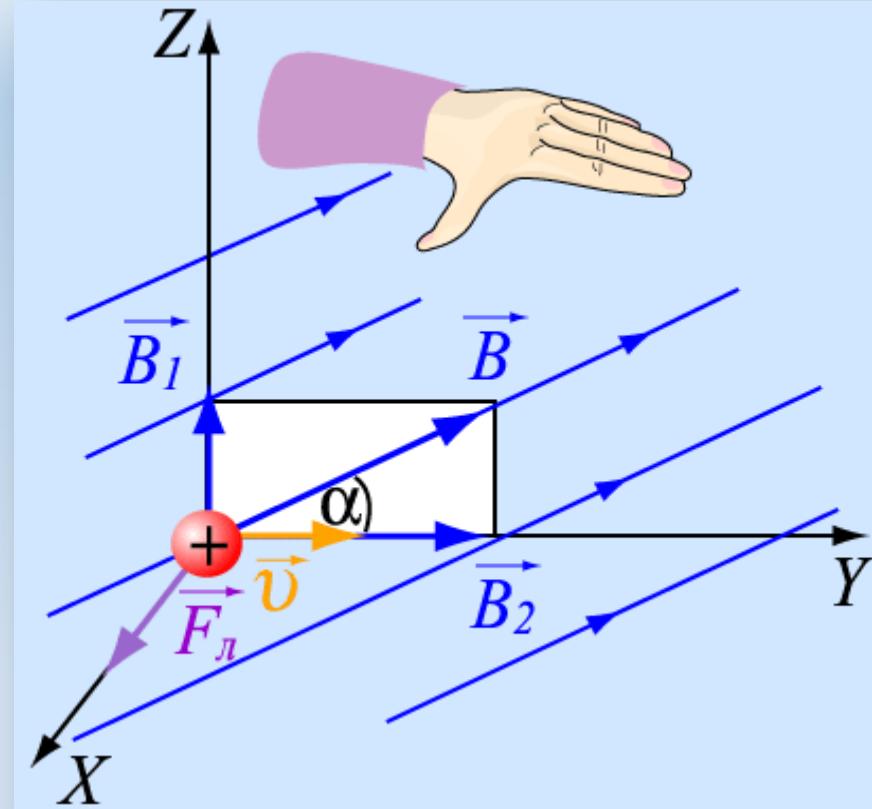
Lorenc kúshi

Shep qol qádesi

Magnit maydan indukciyası shep qoldıń alaqańına tik baǵıtlangan, zaryadtıń häreket baǵıtı kórsetkish barmaq baǵıtında bolsa, zaryadqa tásir etiwshi Lorenc kúshi bas barmaq baǵıtında boladı.

Lorenc kúshi bárhama zaryadlanǵan bólekshe häreketi tezligine perpendikulyar, sol sebepli, ol tek tezlik baǵıtın ózgertedi.

$$\vec{F}_L \perp \vec{v}$$



Turaqlı magnit maydanı onda häreketlenip atırǵan zaryadlanǵan bólekshe ústinen jumıs atqarmaydı, sol sebepli, bólekshelerdiń kinetikalıq energiyası ózgermesten qaladı.

Elektr hám magnit maydanlarında bölekshelerdiń háreketi

Zaryadqa B indukciyalı magnit maydanının
tısqarı E kernewlilikke iye bolǵan elektr
maydanı tásır etkende zaryadtıń háreketi
tómendegı Lorenc teńlemesi menen
ańlatılıdı

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

Zaryadlanǵan bólekshelerdiń magnit maydanındaǵı háreketi

Zaryadlanǵan bólekshe magnit maydanında magnit indukciya sıziqları boylap háreketlenedi (v hám B vektorları arasındaǵı mýyesh π ge teń).

$$\vec{v} \times \vec{B}$$

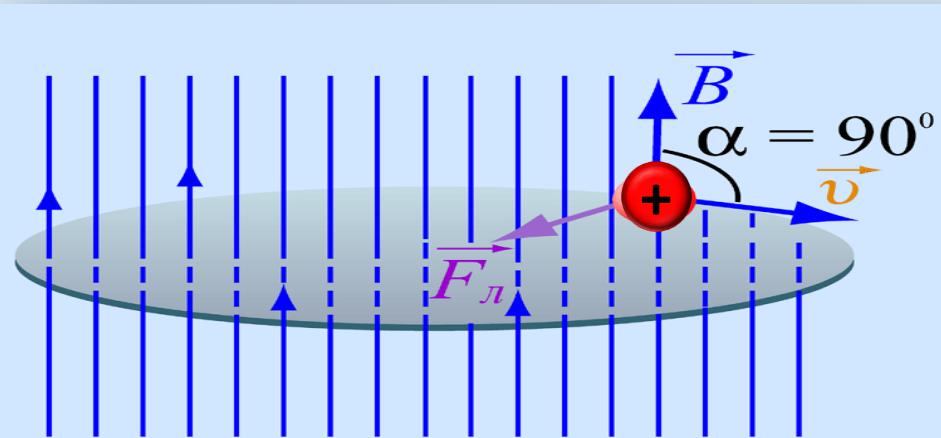
Lorenc kúshi nolge teń. Magnit maydanı bólekshege tásir etpegenligi ushın ol teń ólshewli hám tuwrı sıziqlı háreketin dawam ettiredi.



Zaryadlanǵan bólekshelerdiń magnit maydanında háreketi

Zaryadlanǵan bólekshe magnit maydanında magnit indukciyası sıziqlarına perpendikulyar türde háreketlenedi (v hám B vektorları arasındağı α mýyesh $\pi/2$ ge teń).

$$\vec{v} \perp \vec{B}$$



Lorenc kúshi bólekshe traektoriyasına perpendikulyar hám moduli boyınsha ózgermeydi.

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

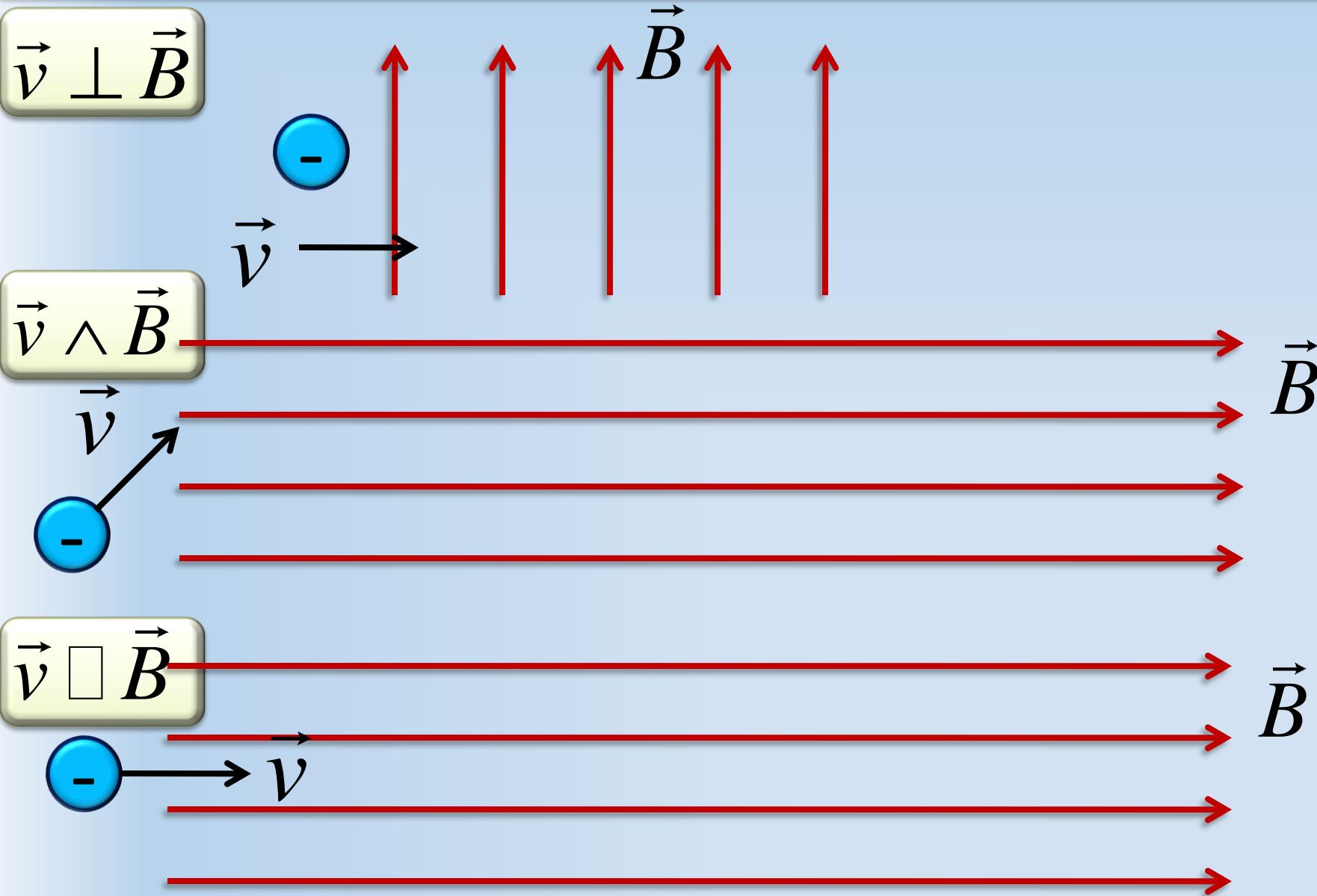
Bólekshe orayǵa umtılıwshı tezleniw menen R radiuslı aylanba boylap háreketlenedi.

Aylanba radiusı
Aylanıw dáwiri

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

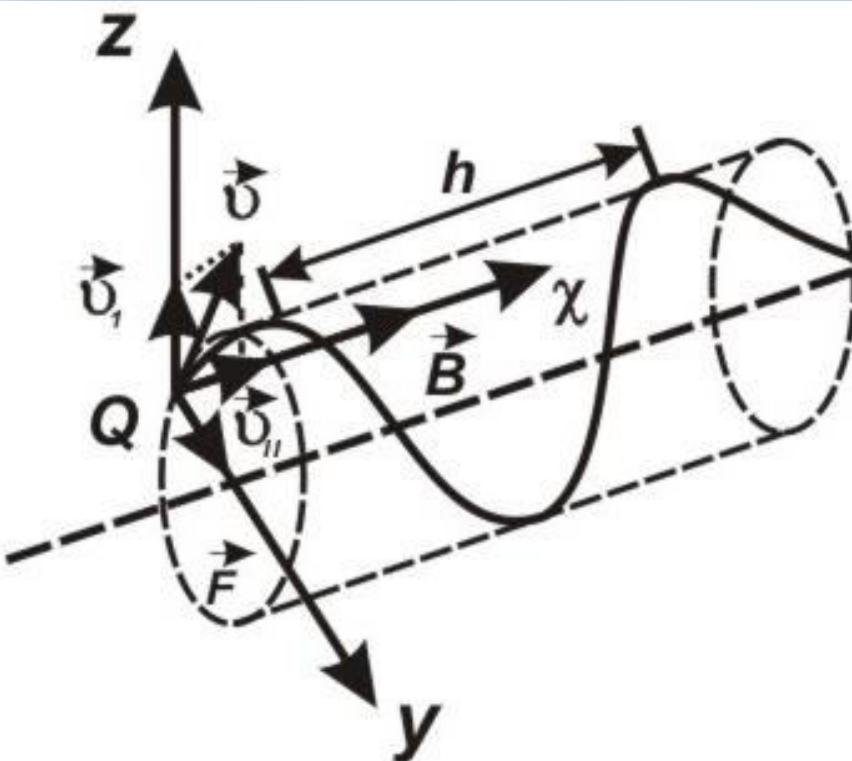
Zaryadlangan bólekshelerdiń magnit maydanındaǵı háreketi



Zaryadlangan bólekshelerdiń magnit maydanındaǵı háreketi

Zaryadlangan bólekshe magnit indukciya sızıqlarına α müyesh astında háreketlenedi.

Bólekshe háreketin eki háreket jiyindisi kórinisinde súwretlew mumkin:

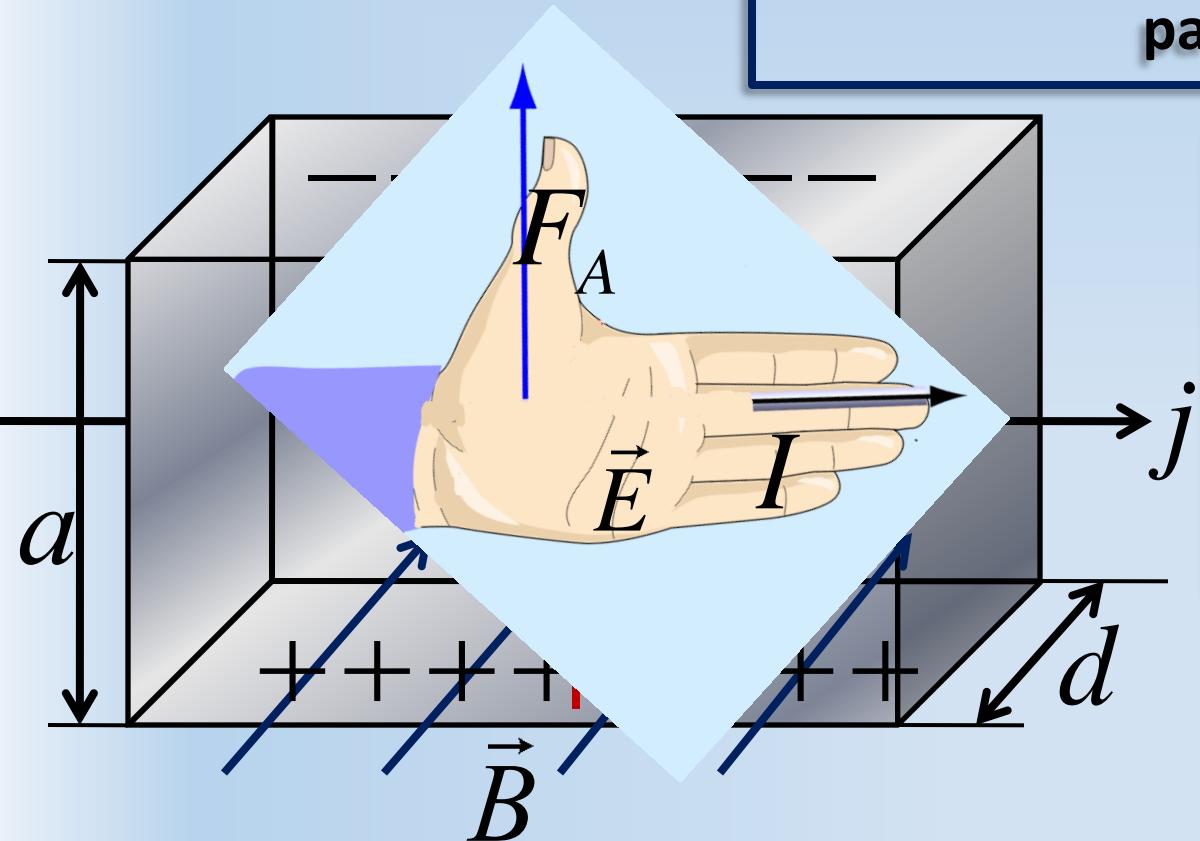


- 1) Bólekshe maydan boylap tuwrı sızıqlı teń ólshewli háreketlenedi. $v_\perp = v \cos \alpha$
- 2) Maydanǵa perpendikulyar bolǵan tegislikte bólekshelerdiń háreketi spiral kósherine parallel baǵitta boladı.

$$h = v_\perp T = v T \cos \alpha$$

Xoll effekti

Xoll effekti – bul toklı ótkizgish yaki yarım ótkizgish magnit maydanına jaylastırılıǵanda qosımsha elektr maydanı payda bolıwı.



Xoll effekti — Lorenc kúshiniń tok tasıwshılar háreketine tásiri nátiyjesi.

R — Xoll turaqlısı

Magnit maydanında ótkizgishten j tígızlıqtaǵı tok ağıp ótkende tómendegi kernewlilikke iye bolǵan elektr maydanı payda boladı.

$$\vec{E} = R [\vec{B}, \vec{j}]$$

Xoll effekti

a — plastina keňligi,
 e — elektron zaryadı,
 d — plastina qalınlığı,
 $S = a \cdot d$ — plastina maydanı
 n — elektronlar konsentrasiyası,
 v — elektronlar tártipli háraketiniń ortasha tezligi.

Zaryadlardıń stacionar bólistiriliwi elektr maydanı kúshi Lorenc kúshine teńleskende ornatılıdı.

$$eE = e \frac{\Delta\varphi}{a} = evB \rightarrow \Delta\varphi = vBa$$

Kóndeleń potenciallar ayırması álatpasına iye bolamız — Xoll álatpası

$$\Delta\varphi = U = vBa$$

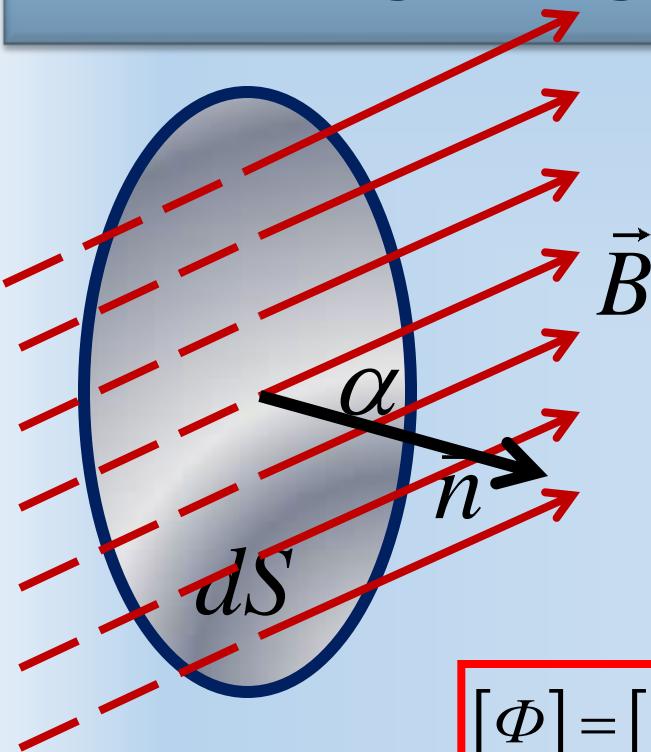
$$v = \frac{I}{neS} = \frac{I}{nead}$$

$$I = jS = nevS$$

$$\Delta\varphi = U = \frac{I}{nead} Ba = \frac{1}{en} \frac{IB}{d} = R \frac{IB}{d} = \frac{djB}{nq}$$

$$R = \frac{1}{en}$$

Magnit aǵımı



Bettegi toklı kontur
payda qılǵan magnit
aǵımı bárhama oń.

dS maydannan B magnit
indukciyası vektorı
(magnit aǵımı) tómendegige teń
bolǵan skalyar fizikalıq shama

$$d\Phi_B = \vec{B} d\vec{S} = B_n dS$$

dS maydan normalı baǵıtına vektordıń
proekciyası

$$B_n = B \cos \alpha$$

$$[\Phi] = [Vb] = [T \cdot m^2]$$

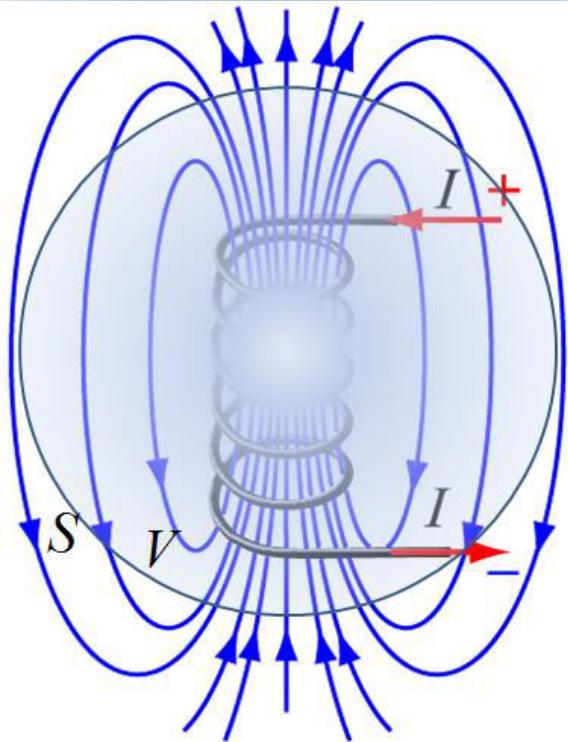
α – n hám B vektorlar
arasındaǵı mýyesh

Qálegen S maydannan ótip atırǵan
magnit indukciyası vektorı aǵımı

$$\Phi_B = \int_S \vec{B} d\vec{S} = \int_S B_n dS$$

Magnit maydanlar ushın Gauss teoreması

B vektor aǵımı tek konturdıń ishinen ótetugın sızıqlar sanı menen anıqlanǵanlıǵı ushın bet formasına baylanıslı bolmaydı. Tuyıq betke kiriwshi hám onnan shıǵıwshi kúsh sızıqları sanı birdey.

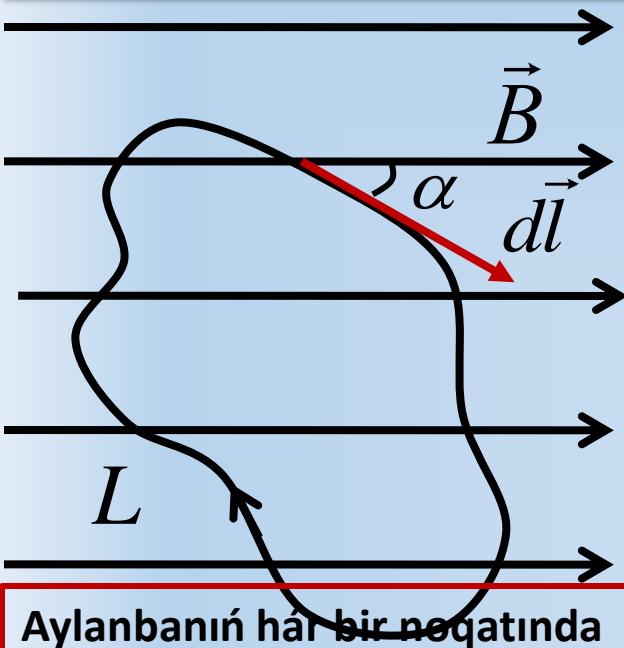


Magnit maydan ushın Gauss teoreması:
*qálegen tuyıq betten shıǵıwshi
B vektor aǵımı bárhama nolge teń.*

$$\Phi_B = \iint B dS = 0$$

Magnit maydanı ushın Gauss teoreması
tábiyatta *B* vektor sızıqları baslanatuǵın
hám tamamlanatuǵın magnit zaryadları
joqlığın bildiredi.

Magnit maydan indukciyası vektorınıń cirkulyaciysi



Berilgen tuyıq L kontur ushın B vektordıń cirkulyaciysi sol konturdan alıńǵan tómendegi integralǵa aytıladı:

$$\int_L \vec{B} d\vec{l} = \int_L B_l dl$$

dl – aylanıw baǵıtındaǵı kontur uzınlığınıń elementi ;
 α — B hám dl vektorlar arasındaǵı mýyesh

Konturdı aylanıp ótiw baǵıtındaǵı kontur ürünbasınıń qurawshısı

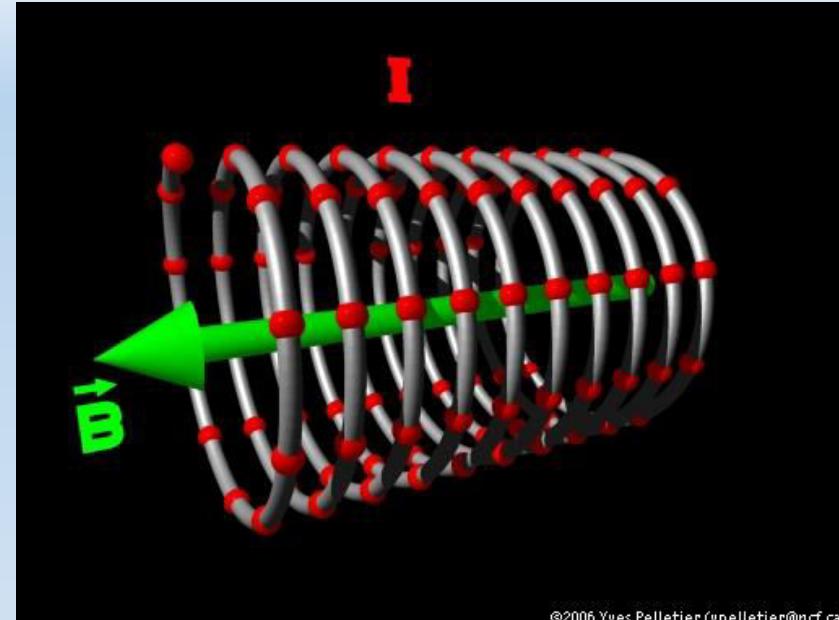
$$B_l = B \cos \alpha$$

$$\int B dl = \frac{\mu_0 I}{2\pi r \int dl} = \mu_0 I$$

Tuyıq kontur boylap B magnit maydan vektorınıń cirkulyaciysi konturdı orap alıwshı ótkizgishtegi tok kúshine bárhama teń.

Magnit aǵımınıń tutılıwı

Tuyıq kontur menen
shegaralangan betten ótiwshi
magnit aǵımı sol konturdıń ψ
magnit aǵımının tutıwı dep ataladı



©2006 Yves Pelletier (ypelletier@ncf.ca)

Konturdaǵı tok magnit maydanı payda qılǵan konturdıń aǵım
tutılıwı, ózlik indukciyanıń aǵımdı tutıwı dep ataladı.

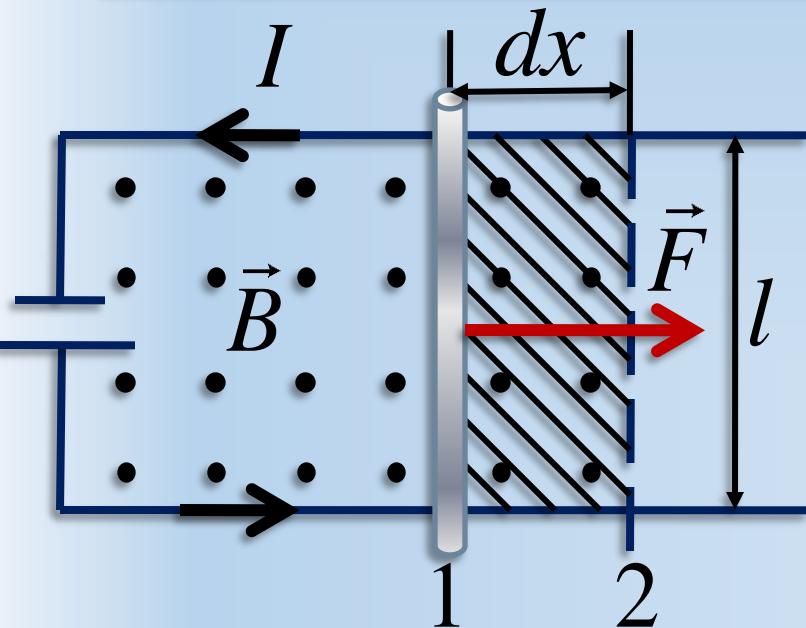
Solenoidtiń bir oramı ushın

$$\Phi_1 = BS$$

Bárshe oram aǵımı
ushın

$$\psi = \Phi_1 N = BSN = \frac{\mu\mu_0 NI}{l} SN = \frac{\mu\mu_0 N^2 I}{l} S$$

Magnit maydanında toklı ótkizgishtiń kóshiwinde atqarılıǵan jumıs



Toklı ótkizgish magnit maydanında tómendegi Amper kúshi tásirinde kóshedi

$$F = IBdl$$

I toklı ótkizgishtiń dl elementi kóshiwinde atqarılıtuǵın elementar jumıs

$$dA = Fdx = IBdldx = Id\Phi_B$$

$$d\Phi_B = BdS$$

- S maydannan ótiwshi magnit aǵımı

$$S = dl dx$$

Magnit maydanındaǵı toklı ótkizgishti kóshiriwde Amper kúshiniń atqarǵan jumısı tok kúshin ótkizgish oraǵan maydannan ótiwshi magnit indukciyası aǵımına kóbeymesine teń.

Magnit maydanında toklı ótkizgishtiń kóshiwinde atqarılǵan jumıs

$I = \text{const}$ bolǵan toklı tuyıq kontur magnit maydanındaǵı qálegen kóshiwinde atqarılǵan jumıs

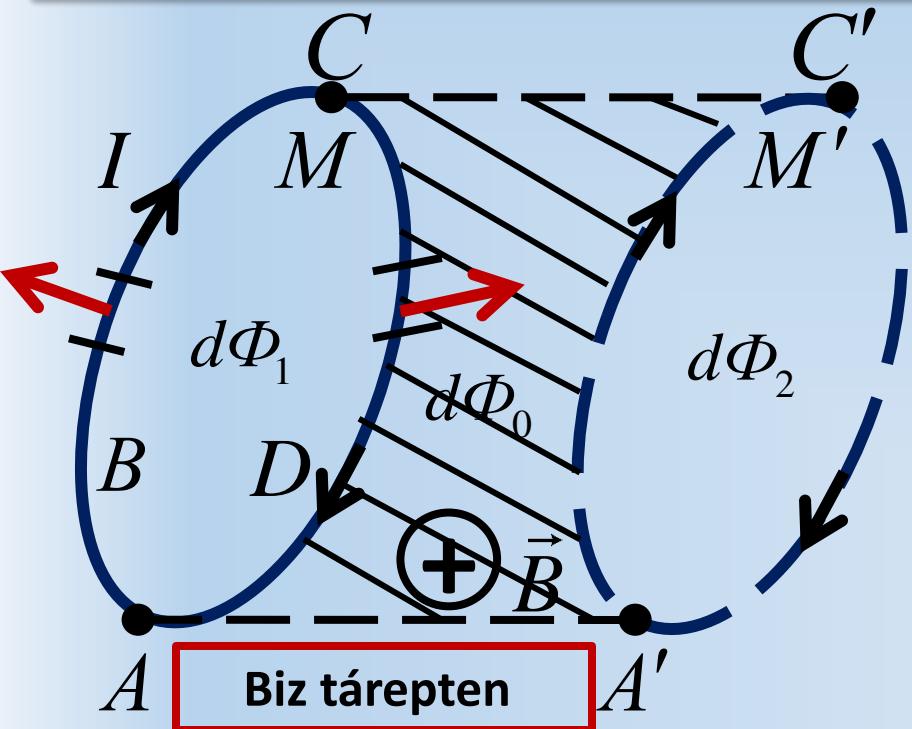
$$A = I\Delta\Phi_B = I(\Phi_2 - \Phi_1)$$

$$\Delta\Phi_B = \Phi_2 - \Phi_1$$

– tuyıq konturǵa tartılǵan maydannan ótiwshi magnit aǵımınıń ózgeriwi

$I = \text{const}$ toklı ótkizgish yaki tuyıq konturduń magnit maydanında kóshiwinde atqarılıtuǵın jumıs tok deregi sarplaytuǵın energiya esabına ámelge asırıladı.

Magnit maydanında toklı ótkizgish kóshiwinde atqarılıǵan jumıs



CDA bóliminiń kóshiwinde Amper kúshi kóshiw taman baǵıtlanǵan. $dA_2 > 0$

$$dA_2 = I(d\Phi_0 + d\Phi_2)$$

$ABCDA$ konturdıń magnit maydanında kóshiwinde Amper kúshiniń atqaratugın jumısı dA ótkizgishlerdi kóshiriwde atqarılıatuǵın jumıslar jiyındısına teń:

$$\begin{aligned} ABC(dA_1) \text{ u } CDA(dA_2) \\ \Rightarrow dA = dA_1 + dA_2 \end{aligned}$$

ABC bóliminiń kóshiwinde Amper kúshi kóshiwge keri taman baǵıtlanǵan $dA_1 < 0$

$$dA_1 = -I(d\Phi_0 + d\Phi_1)$$

Magnit maydanında toklı ótkizgishtiń kóshiwinde atqarılǵan jumıs

$$dA = I(d\Phi_2 - d\Phi_1) \quad \text{yaki} \quad A = I\Delta\Phi$$

Toklı tuyıq konturđı magnit maydanında kóshiriwde atqarılıtuǵın jumıs konturdaǵı tok kúshin kontur menen baylanısqan magnit aǵımınıń ózgeriwine kóbeymesine teń.

$$A = I(\psi_2 - \psi_1)$$

PAYDALANÍLĞAN ÁDEBIYATLAR

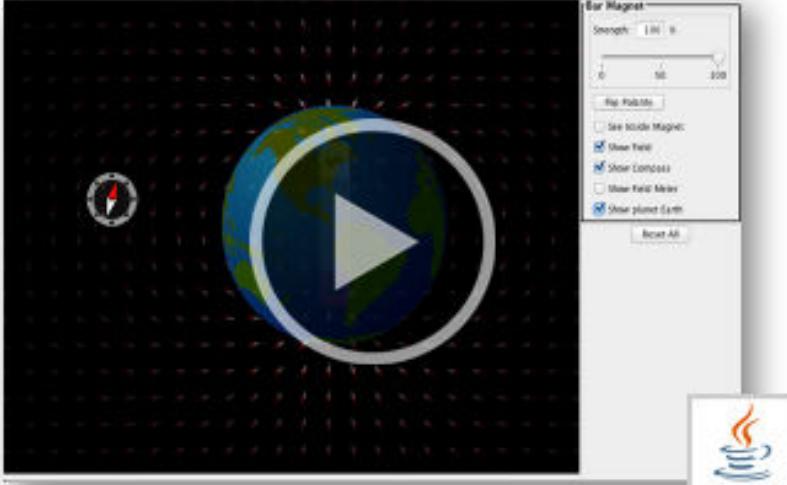
1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. “Aloqachi nashriyoti”. 2018 y. O’zR OO’MTV 2017.24.08 dagi “603”-sonli buyrug‘i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. “FIZIKA”. Oqıwlıq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O’.Egamov. “FIZIKA”. Darslik. Toshkent. O’quv-ta’lim metodika” 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

Bar Magnet Electromagnet

Bar Magnet

Strength: 5 / 100

Play button

See Inside Magnet
Magnetic Field
Show Compass
Show Field Lines
Reset All

DOWNLOAD EMBED

DONATE

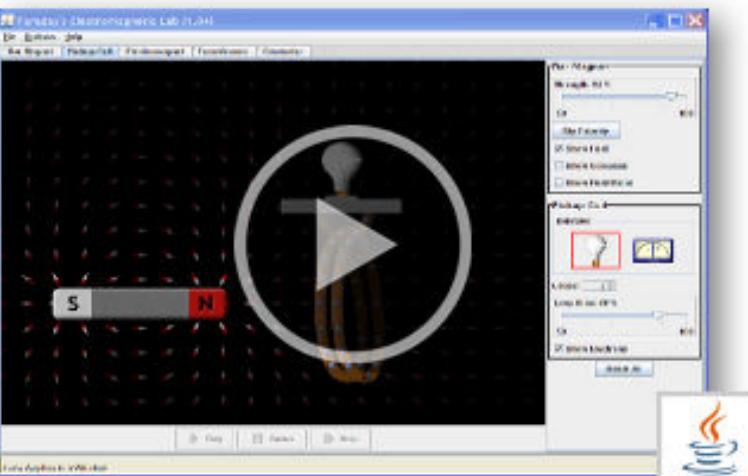
PhET is supported by

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

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.

[!\[\]\(d09d5ba786eda48d77eb00e19fd6366b_img.jpg\) DOWNLOAD](#) [!\[\]\(b1ea00f539f58b9ccee429dee091aabc_img.jpg\) EMBED](#)