

Magnit ta'sirlar va magnit maydoni

M a v z u r e j a s i

Magnit maydoni. Magnit maydonida harakatlanuvchi zaryadga va tokli o'tkazgichlarga ta'sir etuvchi kuchlar. Amper qonuni. Magnit maydon induksiya vektori. Magnit maydonidagi tokli kontur.

Magnit momenti. Magnit induksiya oqimi. Zaryadlangan zarralarning elektr va magnit maydonidagi harakati.

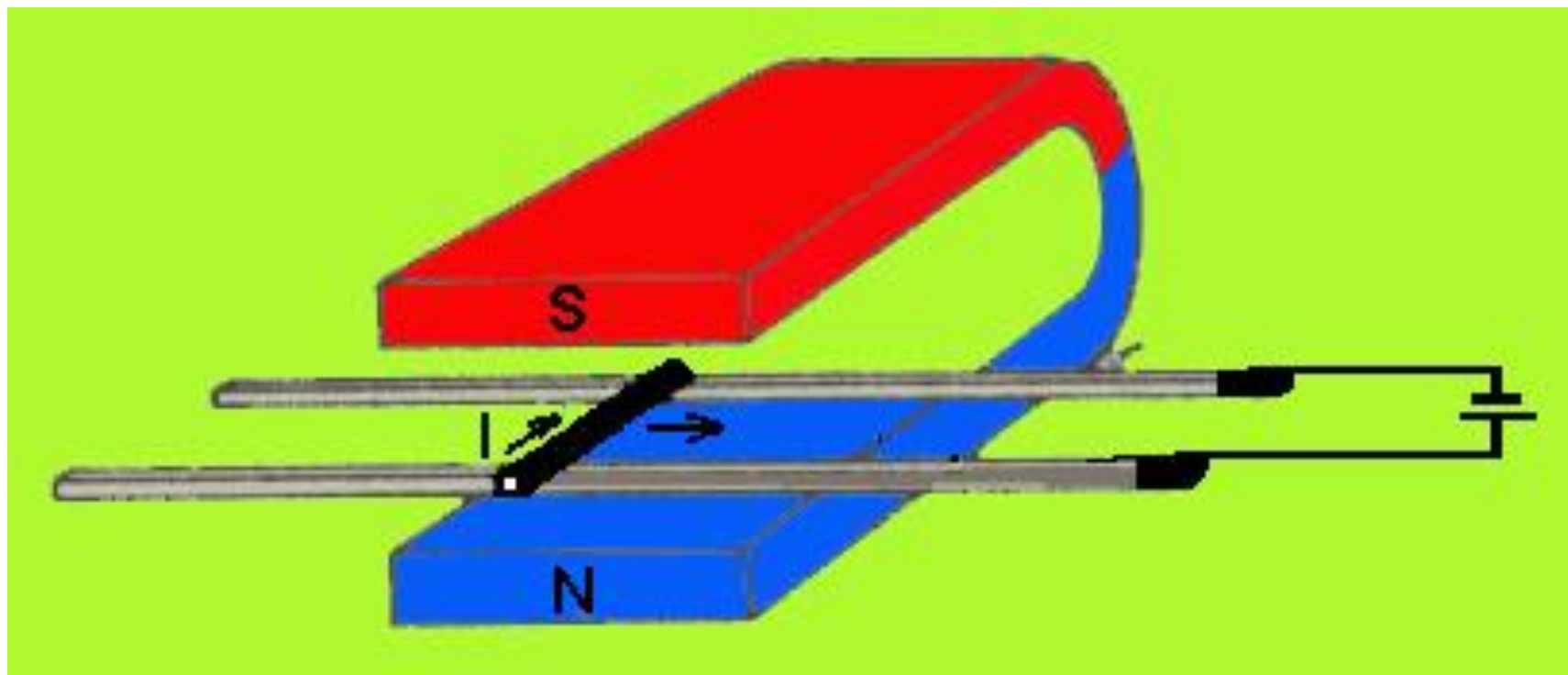
Xoll effekti(mustaqil tayyorlash uchun)

Magnitlarning va toklarning o'zaro ta'sirini uchta tajriba orqali ko'rsatamiz:

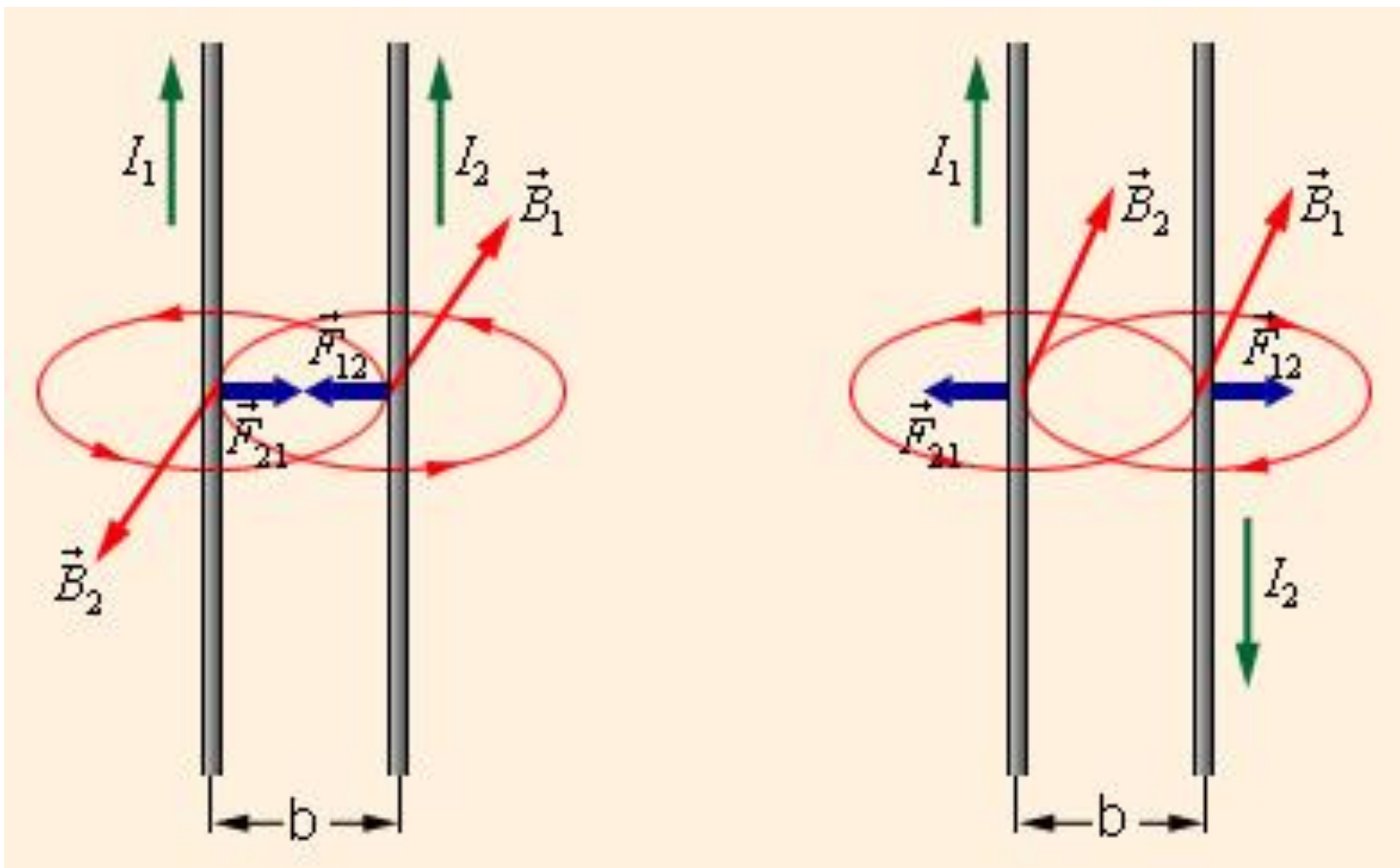
1. Tok magnet strelkasi ustida joylashgan to'g'ri o'tkazgich bo'ylab o'tayotgan bo'lsin. Bunda magnet strelkasiga tokning yo'nalishiga bog'liq bo'lgan juft kuchlar ta'sir etadi va magnet strelkalari tokli o'tkazgichga perpendikulyar holda joylashadi. (1820 y. Ersted)



2. Tok ikkita o'tkazgichni tutashtirib, uning ustida erkin dumalay oladigan silindr orqali o'tayotgan bo'lsin. Silindr magnet qutblari orasiga joylashtirilgan bo'lib, silindrni xarakatga keltiruvchi kuch tok yo'nalishiga va magnet qutblarining joylashishiga bog'liq bo'ladi.



3. Tok o'tayotgan ikkita parallel o'tkazgichlar, ulardagi tok yo'nalishlari bir xil bo'lganda tortishadi, tok yo'nalishlari qarama qarshi bo'lganda itarishadi.



Agar o'tkazgichlar juda uzun va bir - biridan b masofada joylashgan, ulardan I_1 va I_2 , tok o'tayotgan bo'lsa, o'tkazgichning l uzunlikdagi bo'lagiga ta'sir etuvchi kuchni XBT (xalqaro birliklar tizimi)da quyidagi formula orqali ifodalash mumkin

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2 l}{b}, \quad \mu_0 - \text{magnit doimiysi.}$$

Tok kuchi XBT da amperlarda o'lchanadi. **Amper**, miqdor jihatidan vakuumda bir-biridan 1 metr masofada joylashgan ikkita parallel tokli o'tkazgichlarning har bir metri orasidagi o'zaro ta'sir kuchi $2 \cdot 10^{-7}$ nyutonga teng bo'lgan o'tkazgichlardan o'tayotgan tok kuchini ifodalaydi.

Tok kuchi 1 amper bo'lganda, 1 sekund ichida o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan o'tayotgan zaryad miqdori 1 kulonga teng

Agar $I_1 = I_2 = 1A$, $l=b=1$ m, bo'lsa, u holda

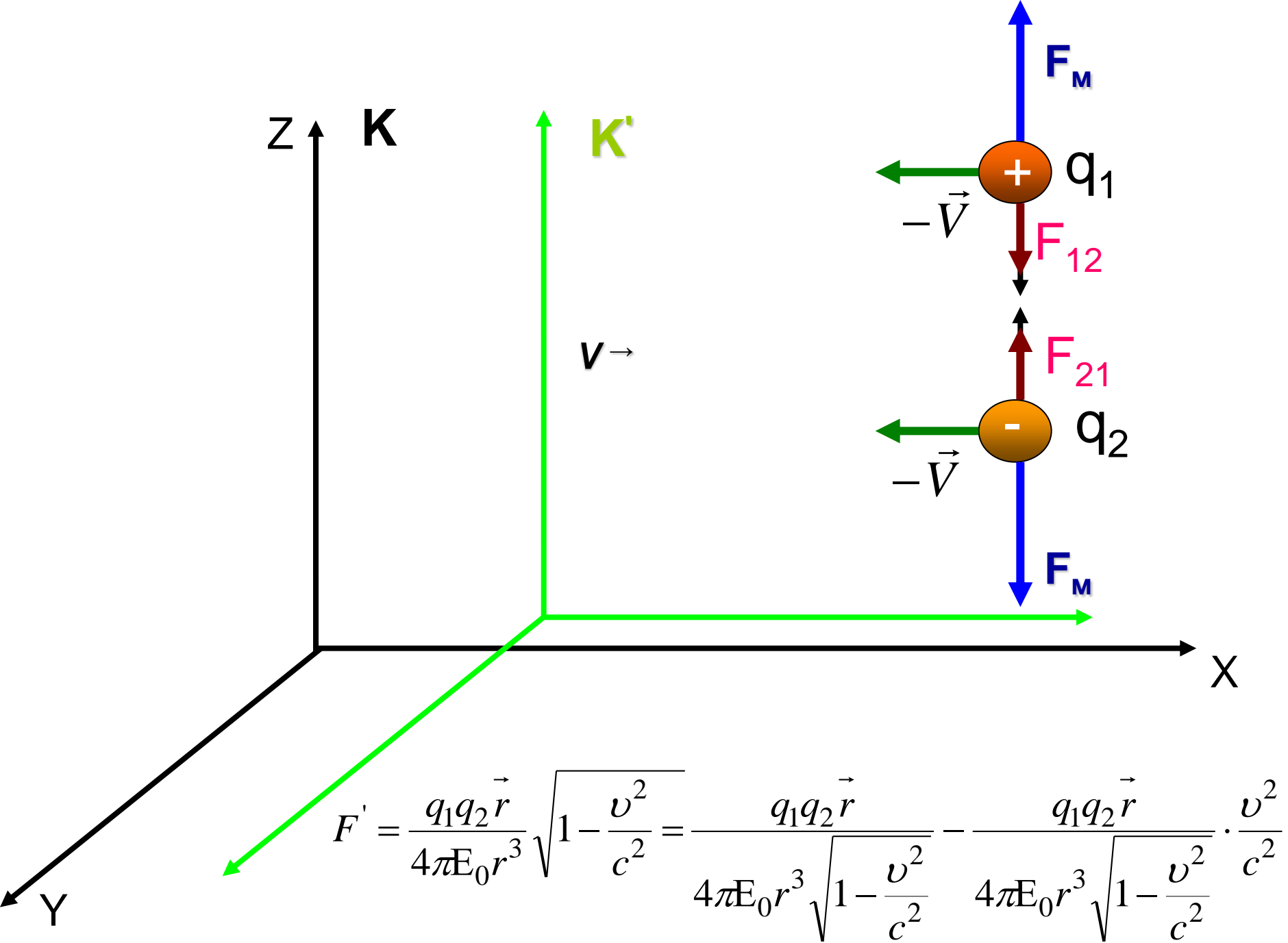
$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2 l}{b}$$

Ifodadan magnit doimiysini hisoblash mumkin

$$\mu_0 = \frac{4\pi b F}{2I_1 I_2 l} = \frac{12.56 \cdot 1.2 \cdot 10^{-7}}{2.1 \cdot 1.1} \frac{H}{A^2} = 12.56 \cdot 10^{-7} \frac{H}{A^2}$$

Yaqindan ta'sir nazariyasiga ko'ra, har qanday tokli o'tkazgich (yoki harakatlanuvchi zaryad) qo'shni nuqtalarda, ya'ni o'z atrofida magnit maydonini hosil qiladi. Magnit kuchlarining paydo bo'lishini quyidagicha tushuntirish mumkin: ikkita $+q_1$ i $-q_2$ zaryadlar bir biridan r masofada joylashgan bo'lsin. "**Qo'zg'almas**" K sanoq tizimida ular orasida, Kulon qonuniga ko'ra, o'zaro tortishish kuchlari ta'sir etadi:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} = \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$



O'ng tomondagi birinchi qo'shiluvchi – **elektr tortishish kuchlari**, ikkinchisi esa – ancha zaif bo'lib, harakatlanuvchi zaryadlar o'rtasidagi **magnit itarish kuchidan iborat**

$$\vec{F}_e' = \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \vec{F}_m' = - \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{v^2}{c^2}$$

$v \ll c$ bo'lganda **magnit kuchlarini**, **elektr** kuchlariga nisbatan hisobga olmasa ham bo'ladi. Agar elektronlar metall o'tkazgichda harakatlanayotgan bo'lsa, qo'shni o'tkazgichdagi elektronlar orasidagi o'zaro **elektr itarish kuchlari**, elektronlar va panjaralardagi musbat ionlarning o'zaro tortishish kuchlari bilan muvozanatlashadi, harakatlanuvchi elektronlar orasidagi magnit kuchlari esa qo'shiladi. Elektronlar sonining ko'pligi natijaviy magnit kuchlarini sezilarli darajada oshiradi.

$$\frac{1}{\epsilon_0 c^2} = \mu_0 \quad (\text{magnit doimiysi}) \text{ deb belgilab,} \quad v^2 = (-v')^2$$

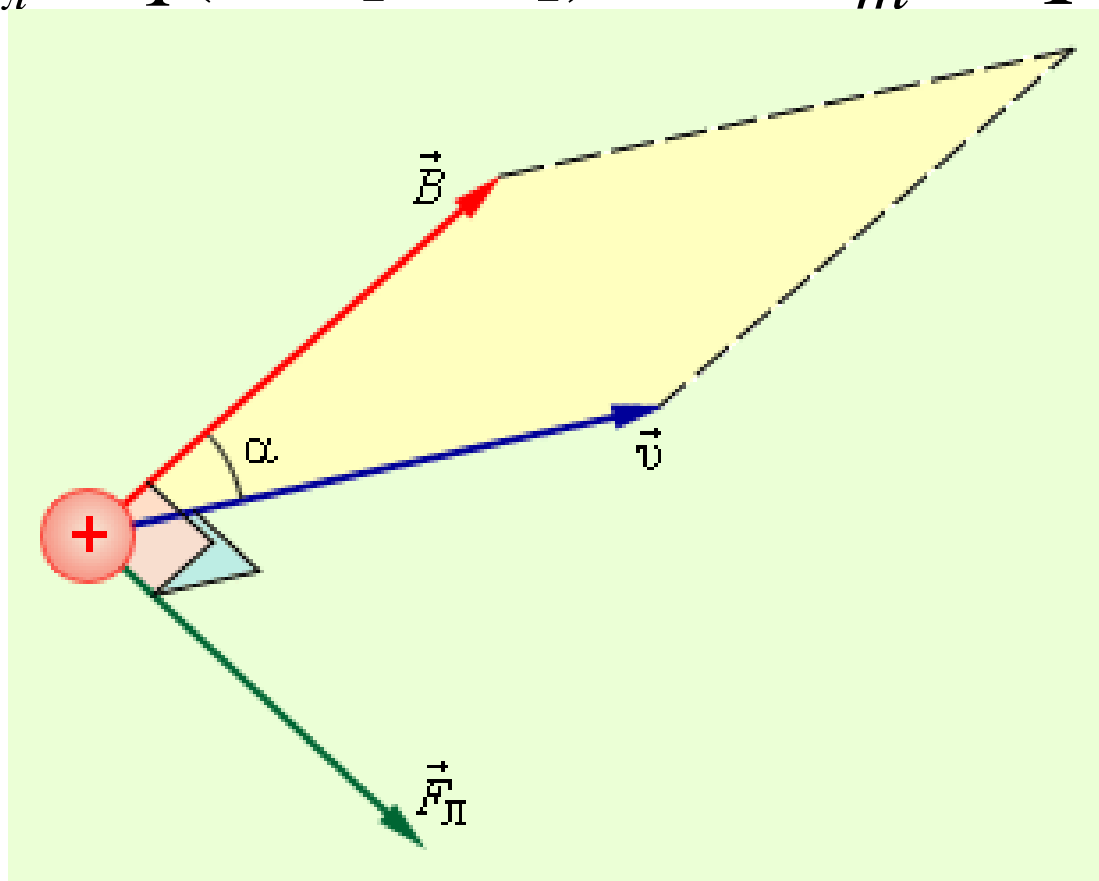
Ekanligini hisobga olib, magnit kuchini quyidagicha yozish mumkin:

$$\vec{F}_m' = q_1 \left[\vec{v}; \frac{\mu_0 q [\vec{v}; \vec{r}]}{4\pi r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right] = q_1 [\vec{v}'; \vec{B}]$$

Bu yerda, $\vec{B} = \frac{\mu_0 q [\vec{v}; \vec{r}]}{4\pi r^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ **- MAGNIT maydon induksiya vektori**

Elektr maydon kuchlanganligi E , magnit maydon induksiyasi B bo'lgan nuqtaga kiritilgan, tezlik bilan harakatlanuvchi q zaryadga ta'sir etuvchi kuch, umumlashgan Lorens kuchi deb ataladi.

$$\vec{F}_L = q(\vec{E} + [\vec{v}, \vec{B}]) \quad \vec{F}_m = q[\vec{v}, \vec{B}].$$

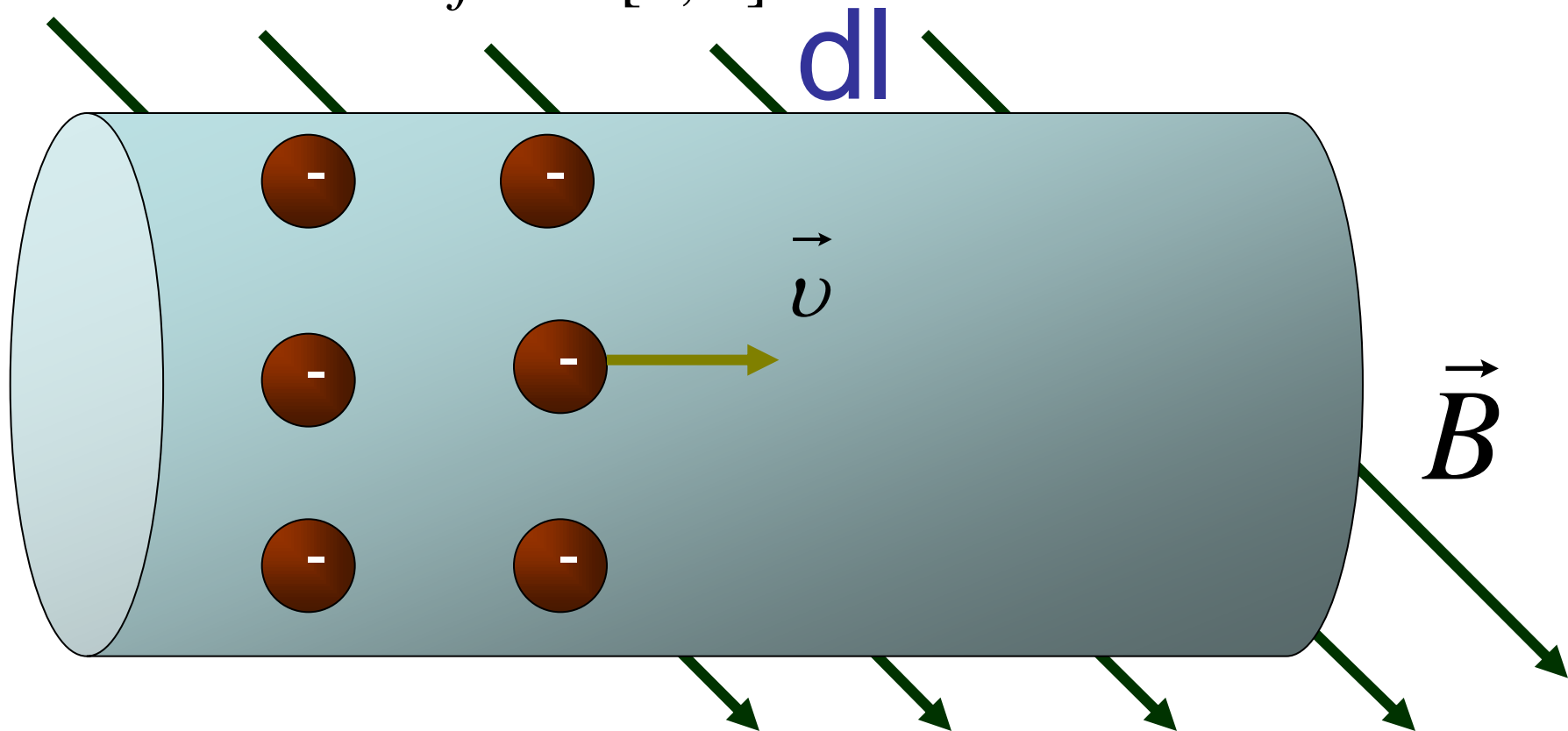


Amper qonuni.

Magnit maydon induksiyasi \vec{B} bo'lgan magnit maydoniga uzunligi dl , ko'ndalang kesim yuzasi S bo'lgan, I tok o'tayotgan o'tkazgich joylashtirilgan

O'tkazgichning hajm birligida n ta elektron mavjud bo'lib, ular o'rtacha tezlik bilan harakatlanmoqda, har bir elektronga quyidagi Lorens kuchi ta'sir qiladi:

$$\vec{f} = -e[\vec{v}, \vec{B}].$$



Barcha $N=nSdl$ elektronlarga esa, $d\vec{F} = -nSdl[\vec{v}, \vec{B}]e$.
 kuch taʼsir etadi $d\vec{l}$ ni \vec{v} ga teskari yoʻnalgan vektor dtb, v ni skalyar
 deb hisoblasak, unda $d\vec{F} = -nSve[d\vec{l}, \vec{B}]$.

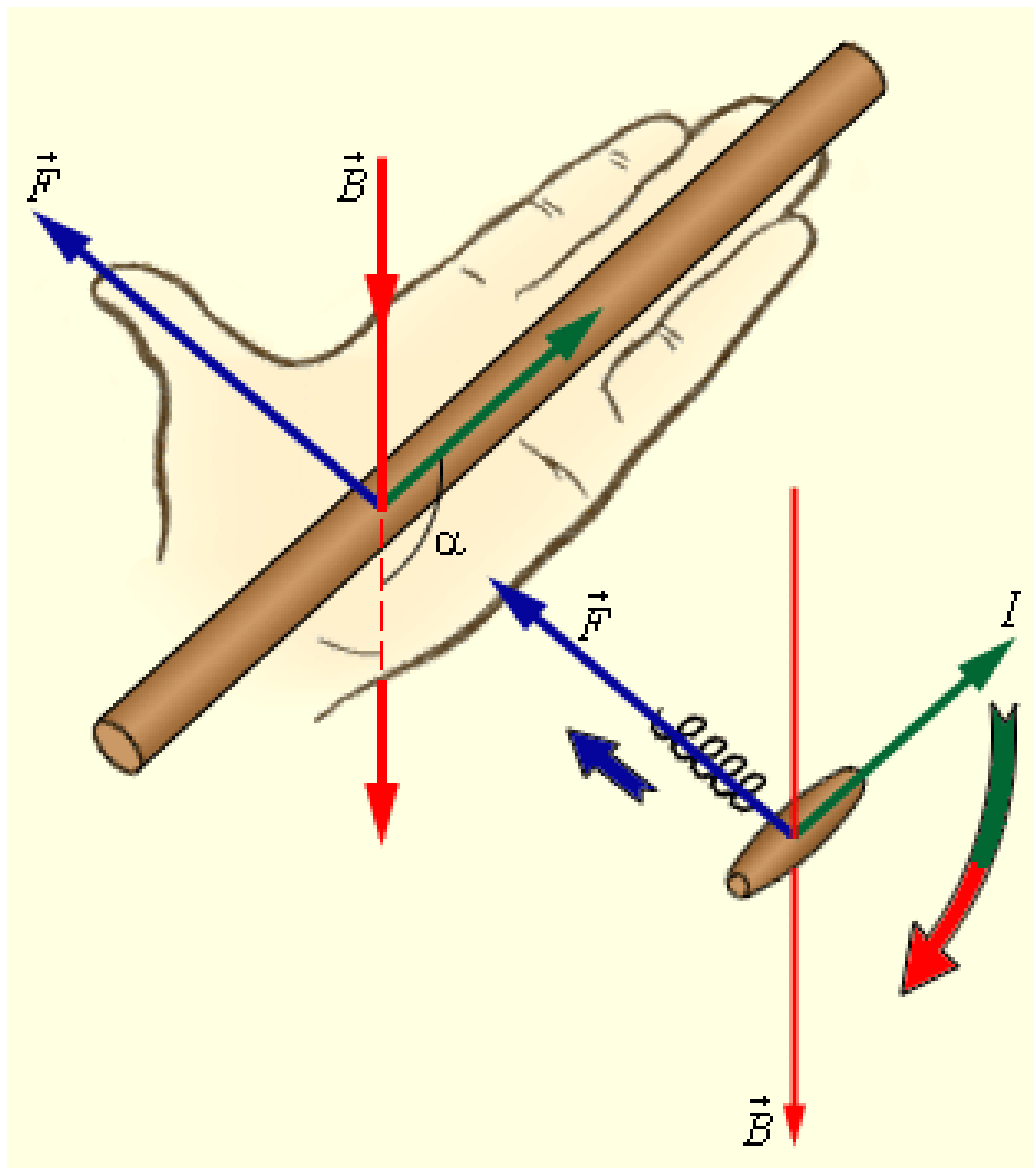
Agar $nSve = I$, ekanligini hisobga olsak,

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

Bu – Amper qonunining differensial koʻrinishidir. Agar oʻtkazgich toʻgʻri,
 chiziqli. uzunligi l va oʻtkazgichning butun uzunligiboʻyicha $B=\text{const}$
 boʻlsa, shu uzunlikka taʼsir etuvchi kuch quyidagicha shu uzunlikka
 taʼsir etuvchi kuch quyidagicha ifodalanadi:

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

Bu Amper qonunining integral ifodasi boʻladi.

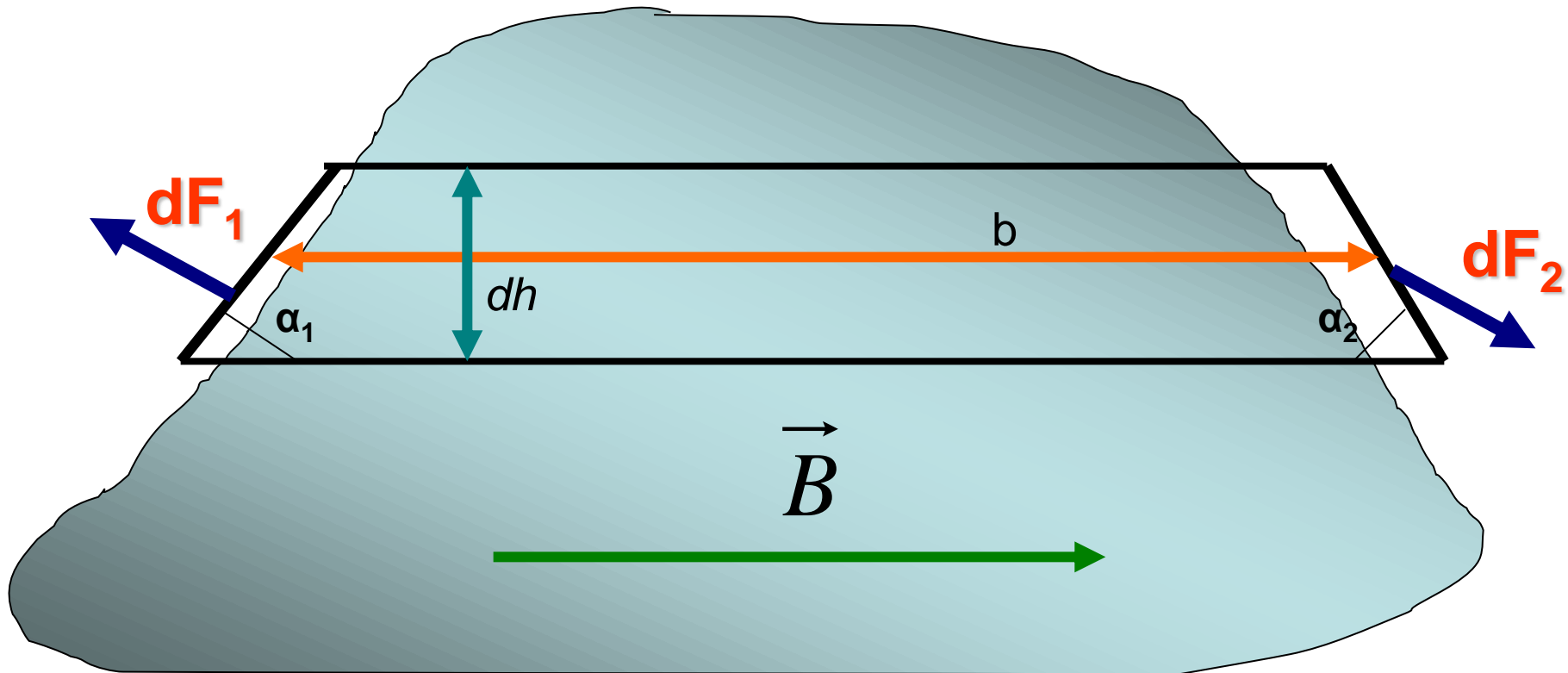


Chap qo'l qoidasi va parma qoidasi.

Magnit maydonidagi tokli kontur

Induksiya vektori \vec{B} Bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga I tokli yassi kontur joylashtirilgan.

1-hol. Magnit induksiya vektori \vec{B} o'tkazgich tekisligiga parallel. O'tkazgichning $d\mathbf{l}_1$ va $d\mathbf{l}_2$ kesmalar bilan ajratilgan dh , qismini ajratib olaylik, Amper qonuniga binoan ularga qarama – qarshi yo'nalgan ikki juft kuchlar ta'sir etadi.



Amper qonuniga ko'ra, kesimlarga ta'sir etuvchi kuchlar

$$dF_1 = IBdl_1 \sin \alpha_1 = IBdh$$

va

$$dF_2 = IBdl_2 \sin \alpha_2 = IBdh$$

$$dM = dF_1 \cdot b = IBbdh = IBdS,$$

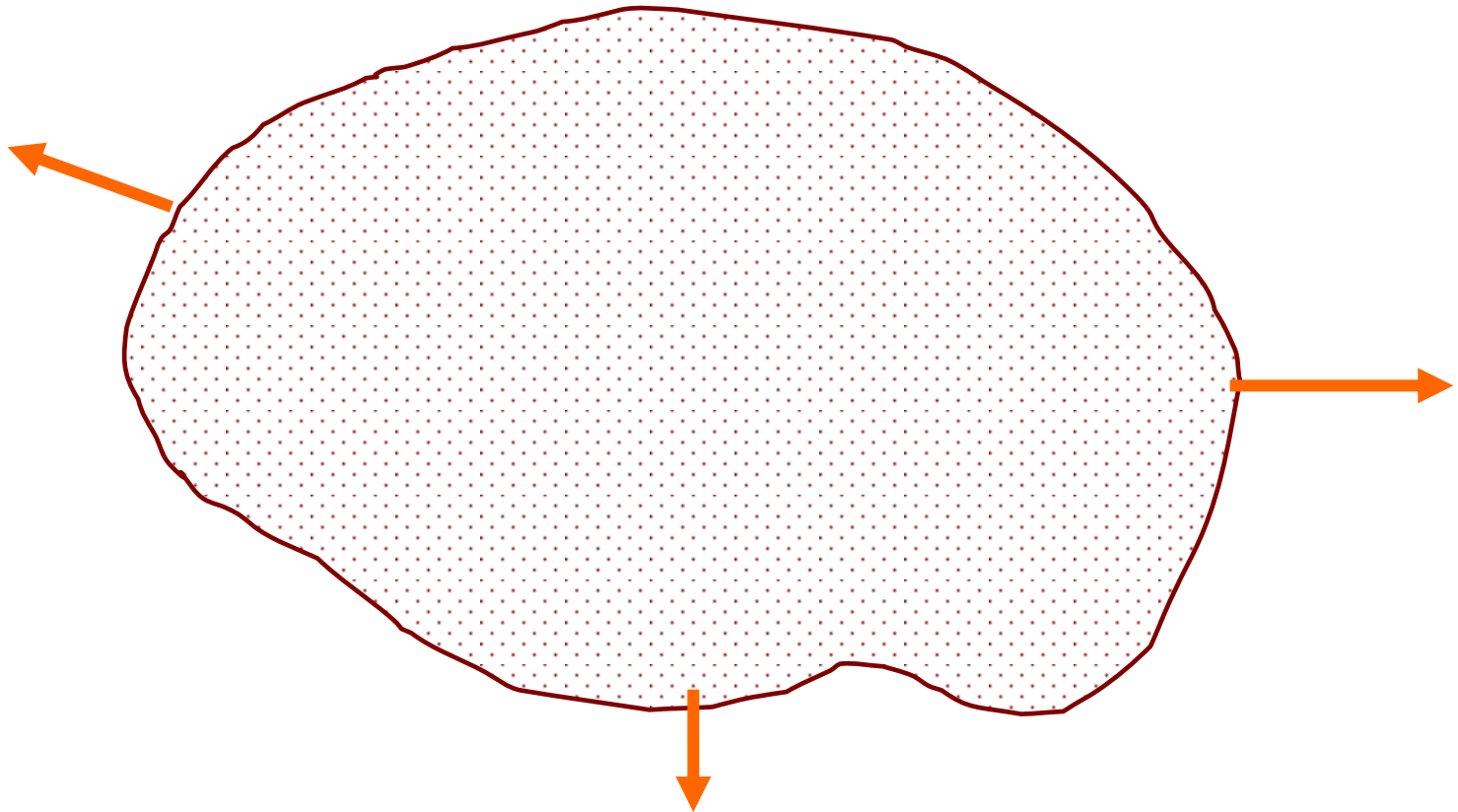
bu yerda b bo'lakning uzunligi, dS – esa uning yuzasi. Agar butun kontur yuzani parallel bo'laklarga bo'lib, ularga ta'sir etuvchi juft kuchlarning kuch momentlarini yig'ib chiqib, butun konturga qo'yilgan natijaviy momentni olamiz :

$$M = \int IBdS = IB \int dS = IB S.$$

2-ХОЛ. \vec{B} kontur tekisligiga perpendikulyar joylashgan.

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

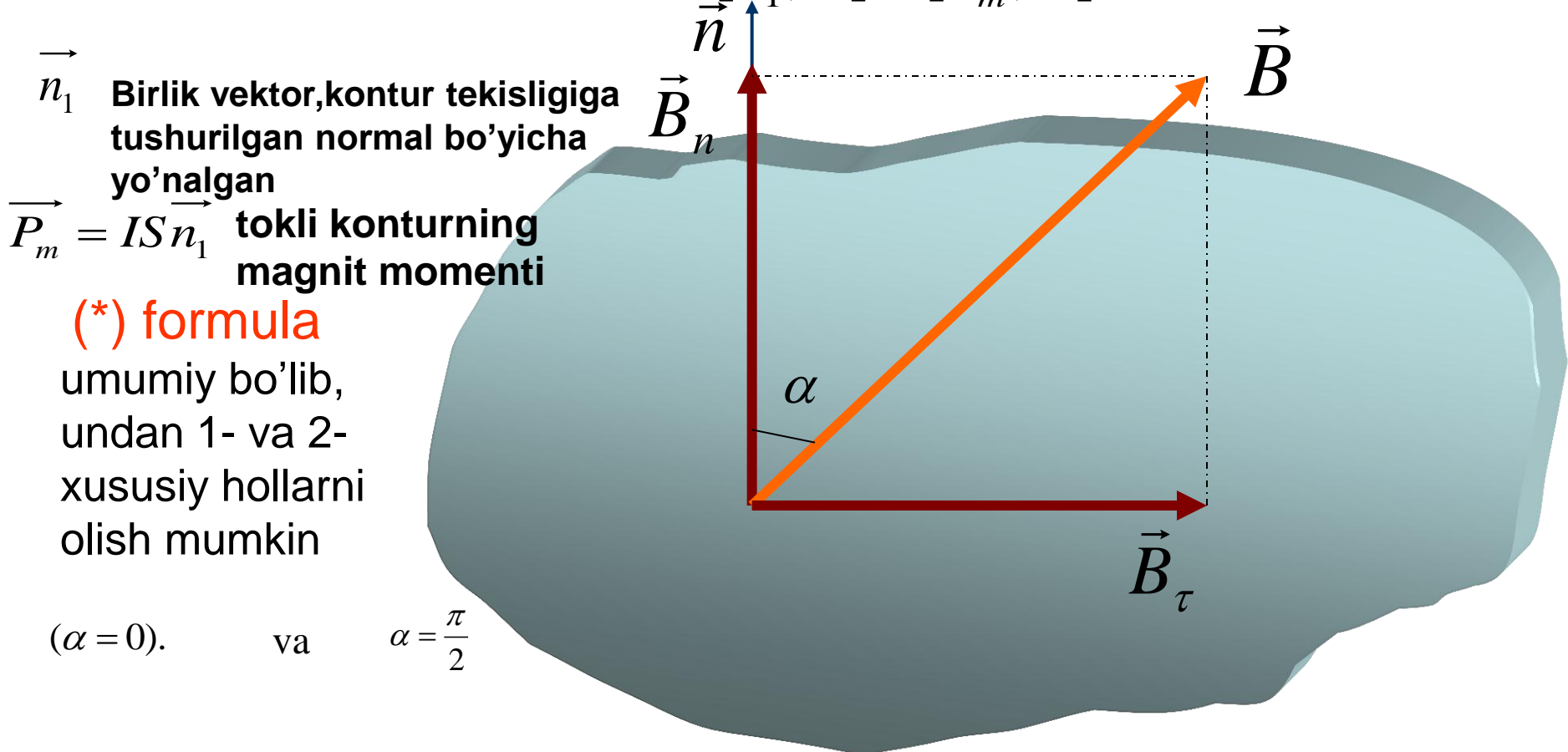
formulaga asosan o'tkazgichning ixtiyoriy kichik kesimiga qo'yilgan kuchlar kontur yuzasidagi shu kesimlarga normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi va konturni faqat cho'zadi. Agar tok kuchi yoki magnit maydon yo'nalishi teskariga o'zgartirilsa, bu kuchlar yo'nalishi o'zgarib konturni siqadi



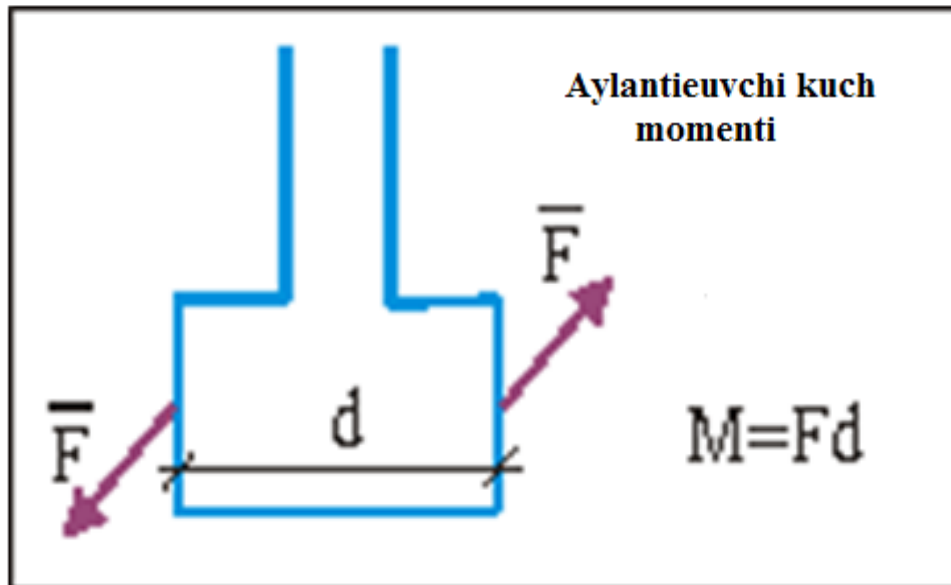
Umumiy hol. \vec{B} vektor konturga tushirilgan normal bilan α burchak tashkil qilsa, \vec{B} ni ikkita tashkil etuvchiga ajratamiz $B_n = B \cos \alpha$

Konturni cho'zuvchi yoki siquvchi normal va konturga ta'sir etuvchi aylanma momentni hosil qiluvchi tangensial $B_r = B \sin \alpha$ $M = IB \sin \alpha$

Vektor ko'rinishda $\vec{M} = IS[\vec{n}_1, \vec{B}] = [\vec{P}_m, \vec{B}] (*)$



Magnit momenti bo'lgan kichik tokli konturni, muvozanat holatida magnit maydonidagi nuqtaga joylashtiramiz va kontur tekisligida yotuvchi ixtiyoriy o'q atrofida 900 C burchakka buramiz. Bu holda unga ta'sir etuvchi aylantiruvchi moment maksimal bo'ladi. $M_{max}=PmB$, bundan magnet induksiyasini aniqlaymiz. Muvozanat holatda uning yo'nalishi kontur tekisligi normal bo'yicha yo'nalgan.



Induksiya – magnit maydonining asosiy xarakteristikasidir; xuddi elektr maydon kuchlanganligi singaridir.

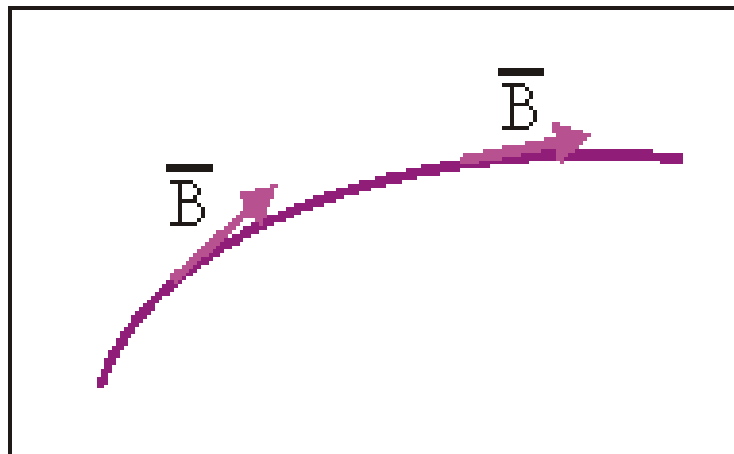
Magnit maydonini grafik usulda tasvirlanishi ham elektr maydoniga uxshash bo'lib, induksiya chiziqlari orqali ifodalanadi. Magnit induksiya vektori esa har bir nuqtada induksiya chiziqlariga urinma bo'yicha yo'naladi. Magnit maydon kattaligi sifatida magnit induksiya oqimi tushunchasi ham kiritiladi.

Elementar dS yuzadan o'tuvchi oqim quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$d\Phi = B dS \cos \alpha = B_n dS = (\vec{B} \cdot d\vec{S} \cdot \vec{n}_1)$$

S yuzadan chiqaruvchi to'liq oqim esa

$$\Phi = \int_{(S)} B dS \cos \alpha = \int_{(S)} B_n dS = \int_{(S)} (\vec{B} \cdot d\vec{S} \cdot \vec{n}_1)$$

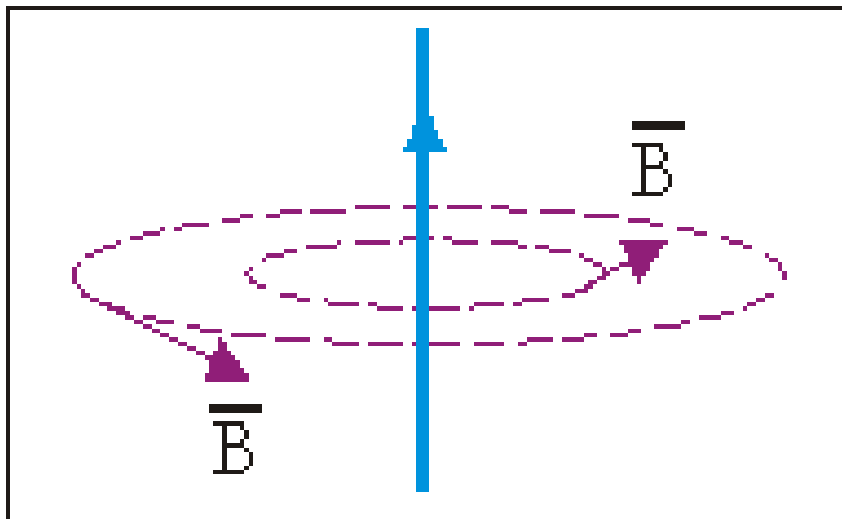


Elektr kuch chiziqlaridan farqli magnit induksiya chiziqlari doimo berk bo'ladi, uning na oxiri na boshi bor, chunki tabiatda magnit zaryadlari yo'q.

Shu sababli berk sirt bo'yicha magnit induksiya oqimi doim nolga teng.

$$\oint_{(S)} B_n dS = 0$$

Bu magnit induksiyasi uchun Gauss teoremasidir. Magnit induksiyasi XBT da veberlarda o'lchanadi, $1 \text{ Vb} = 1 \text{ Tl.m}^2 = 1 \text{ H.m/A}$.



Цилиндр шаклидаги ℓ узунлик (I) токли ўтказгич B индукцияга эга бўлган магнит майдонида иккита параллел ўтказгич устида (b) масофага ампер кучи таъсирида силжисин.

$$F = I \cdot \ell \cdot B$$

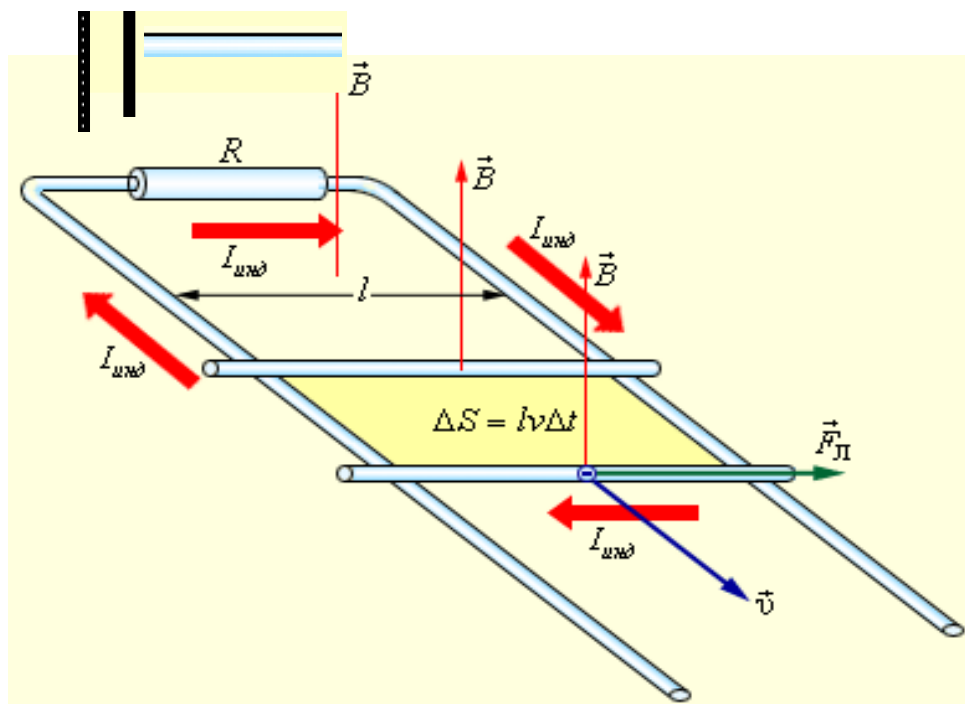
Бу кучнинг бажарган иши

$$A = F \cdot b = I \cdot \ell \cdot B \cdot b = I \cdot B \cdot \Delta S = I \cdot \Delta \Phi$$

ΔS – куч чизиқларининг кесиб ўтган ўтказгич юзаси.

$\Delta \Phi$ – токнинг берк занжирини сизиб ўтувчи магнит оқимининг ўзгариши.

Бу формула ҳар қандай занжирда магнит оқими ўзгариши натижасида содир бўладиган ўзгаришлар учун ўринлидир.



Andre-Mari AMPER

André Marie Ampère, 1775–1836

Frantsuzskiy fizik. Rodilsya v Lione v seme

torgovtsa. Poluchil domashneye

obrazovaniye, imeya dostup k prekrasnoy

semeynoy biblioteke. (V chastnosti,

samostoyatelno viuchil latin, chtobi v

podlinnike chitat trudi vidnix matematikov.)

Sdelal zametnuyu kareru vo frantsuzskoy

sisteme obrazovaniya, poluchiv pri

Napoleone Bonaparte naznachenije na post

generalnogo inspektora vsej sistemi

universitetskogo obrazovaniya Frantsii. V

1827 godu opublikovana yego samaya

izvestnaya rabota «Teoriya

elektrodinamicheskix yavleniy, vivedennaya

isklyuchitelno iz opita», v kotoroy Amper

poditojil svoi elektrodinamicheskiye

issledovaniya i dal tochnie matematicheskiye

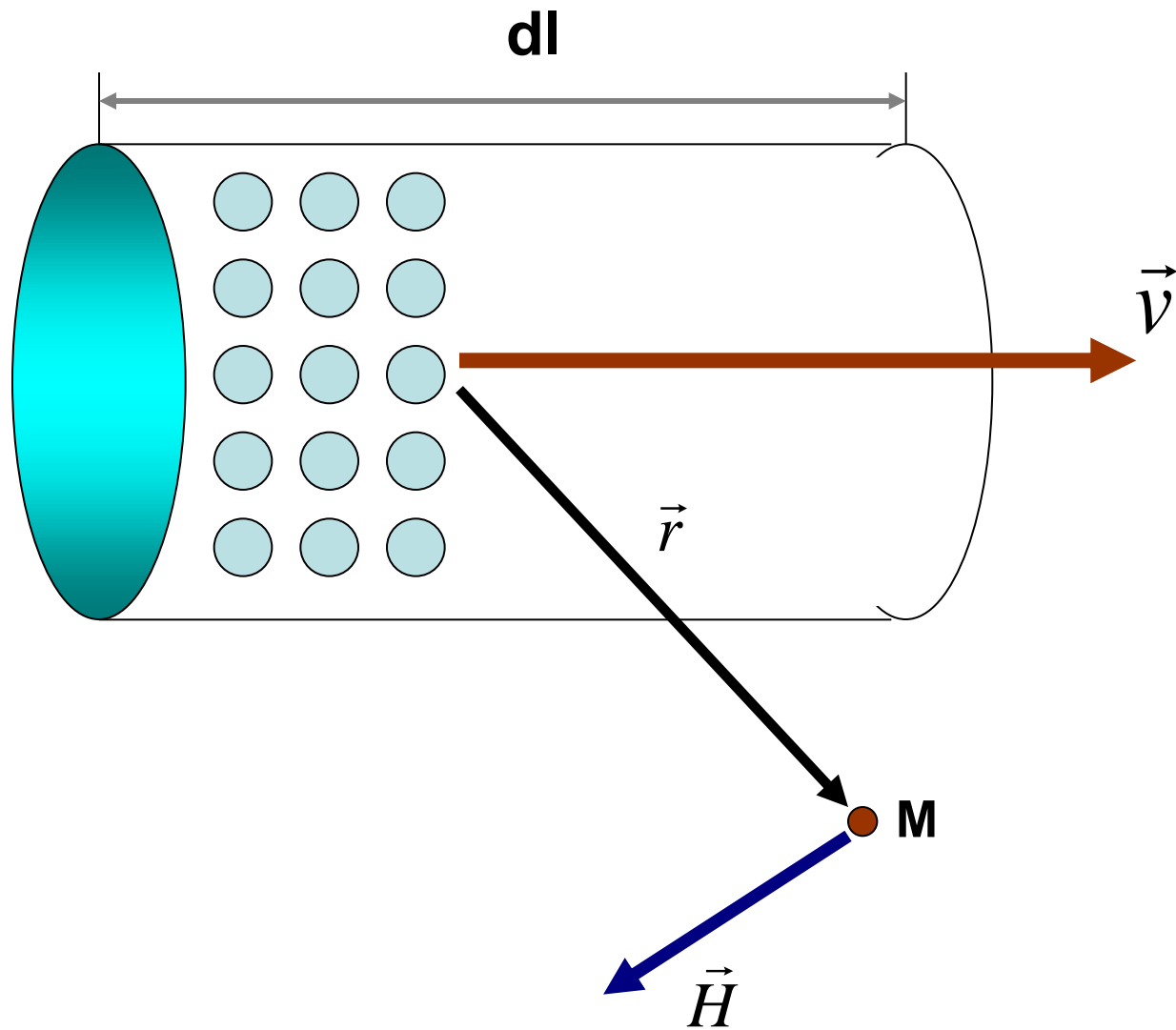
formulirovki.

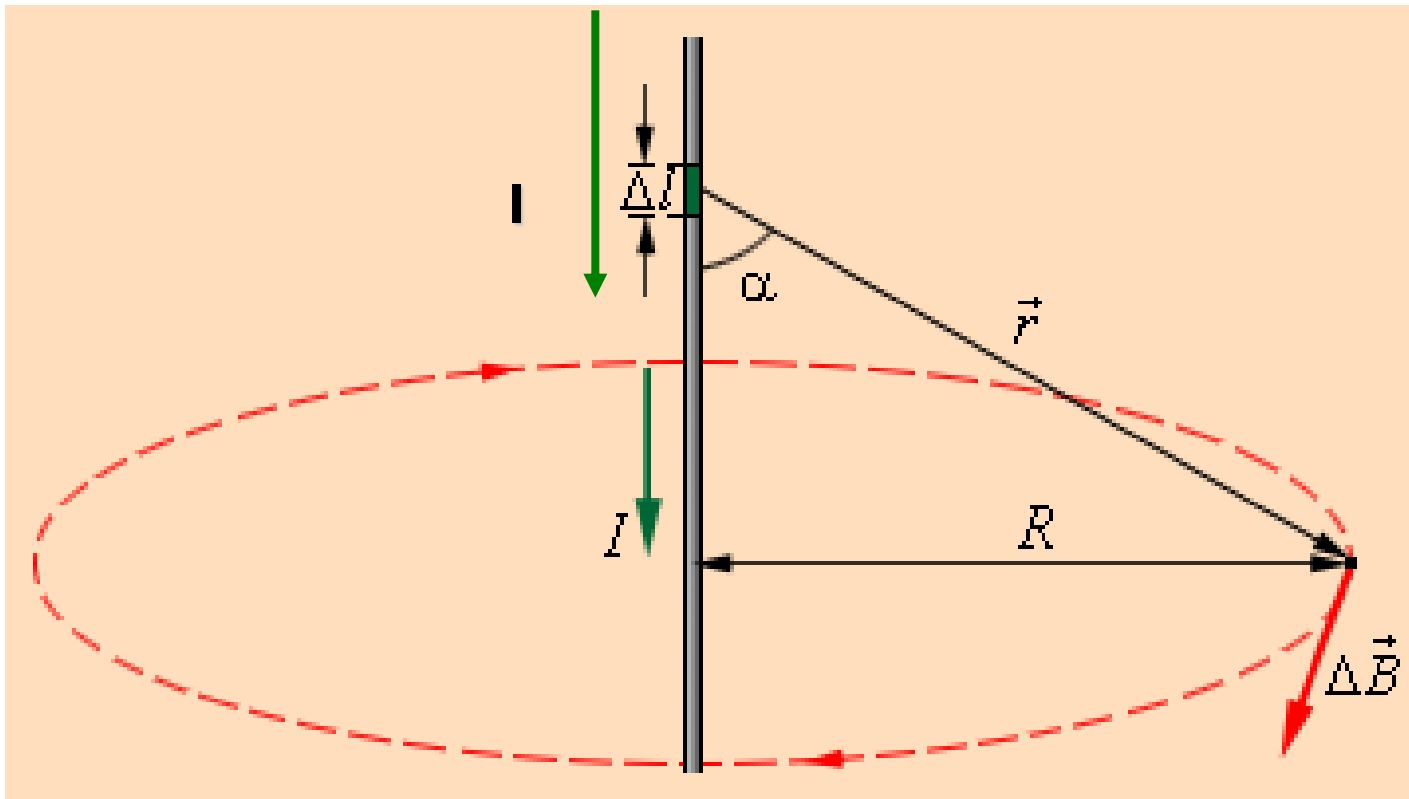


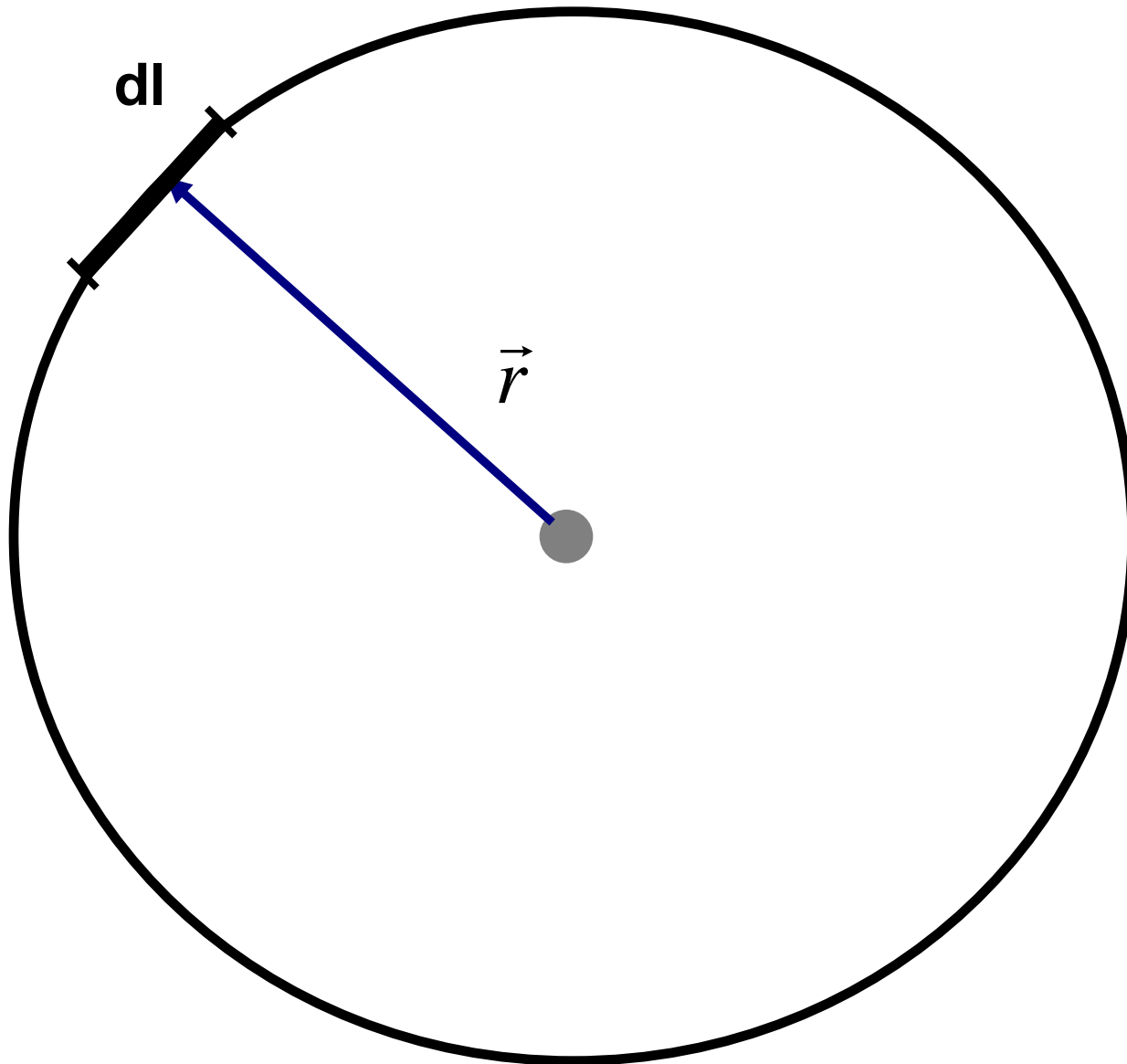
Ma'ruzani tayyorlashda foydalanilgan dasturlar, linklar va adabiyotlar

- ❑ Microsoft Power Point
 - ❑ Macromedia Flash MX Professional 2004
 - ❑ "Otkritaya fizika" ch.1. kompaniya «Fizikon»
 - ❑ Savelev I. V. Kurs fiziki. M.: Nauka 1989 t.2
-

- 1785 • Закон Кулона
- 1820 • Открытие Эрстеда
- 1820 • Закон Ампера
- 1820 • **Закон Био—
Савара**
- 1831 • Законы
электромагнитной
индукции
Фарадея
- 1833 • Правило Ленца











(Félix Savart, 1791–1841)



Jean-Baptiste Biot, 1774–1862