



ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Физика-техникалық факультеті

Плазма физикасы, нанотехнология және компьютерлік физика кафедрасы



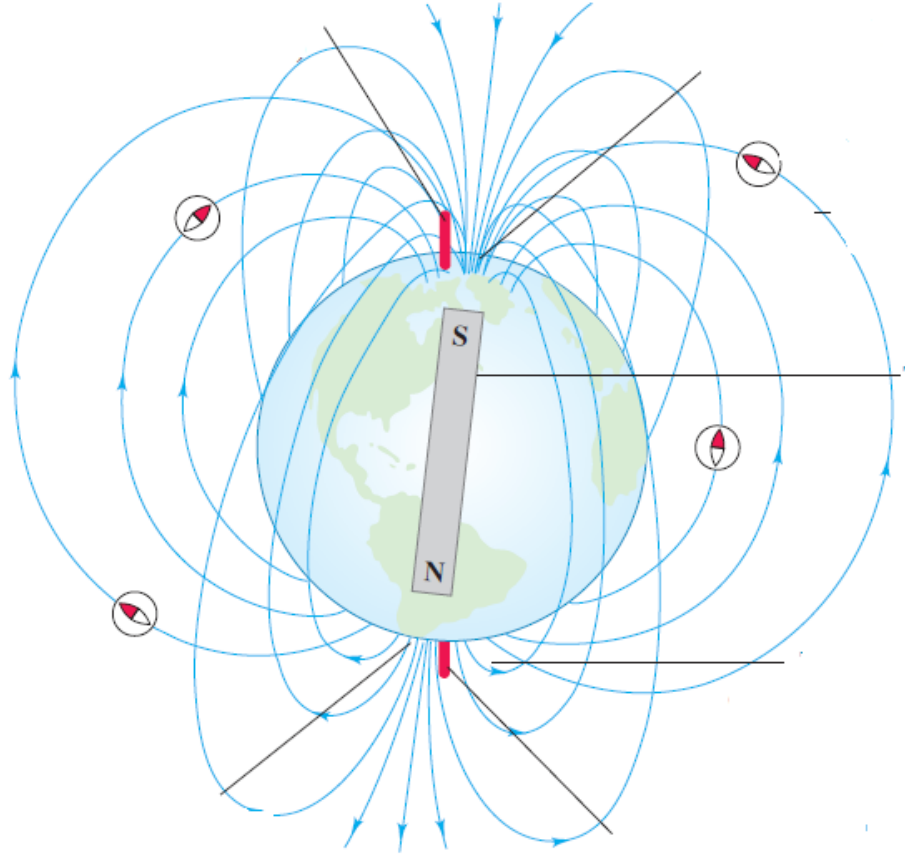
ЭЛЕКТР ЖӘНЕ МАГНЕТИЗМ

Дәріс 8.

Вакуумдағы магнит өрісі. Магнит өрісінің сипаттамалары. Ампер заңы. Лоренц күші. Био-Савар-Лаплас заңы. Магнит индукциясы векторының циркуляциясы туралы теорема.

қауымдастырылған профессор: Туреханова К.М.

e-mail: turekhanova.kunduz@kaznu.kz



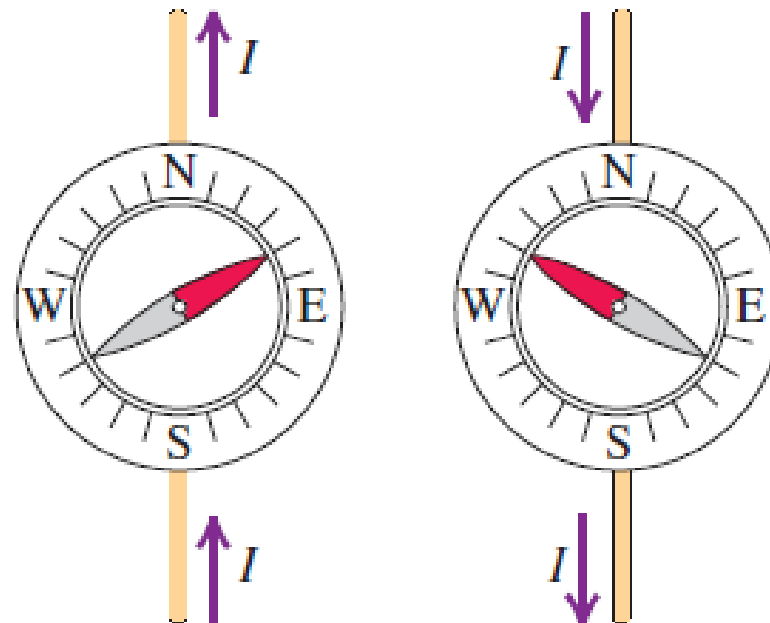
Дәріс мақсаты: Вакуумдағы магнит өрісінің физикалық табиғатын түсіндіру, магнит өрісін сипаттайтын негізгі шамаларды (магнит индукциясы, магнит ағыны, өріс сызықтары) енгізу; Лоренц күшін, Ампер заңын және Био–Савар–Лаплас заңын қолдана отырып, токтар жүйесінің тудырған магнит өрісін есептеуге үйрету

Қарастырылатын мәселелер: Магнит өрісі ұғымы және оның вакуумдағы қасиеттері; Магнит өрісінің сипаттамалары: магнит индукциясы векторы $\vec{B}$, магнит ағыны Φ , өріс сызықтары; Қозғалыстағы зарядқа және токқа әсер ететін Лоренц күші; Тұрақты ток тудыратын магнит өрісі. Био–Савар–Лаплас заңы. Ампер заңы.

Орстед тәжірибесінде компас горизонталь
сымға тікесінен орналастырады.



Сым бойымен әртүрлі бағытта ток жүреді

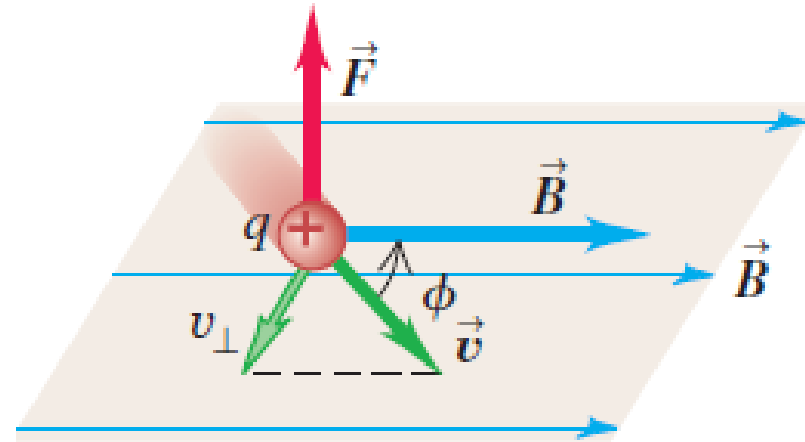
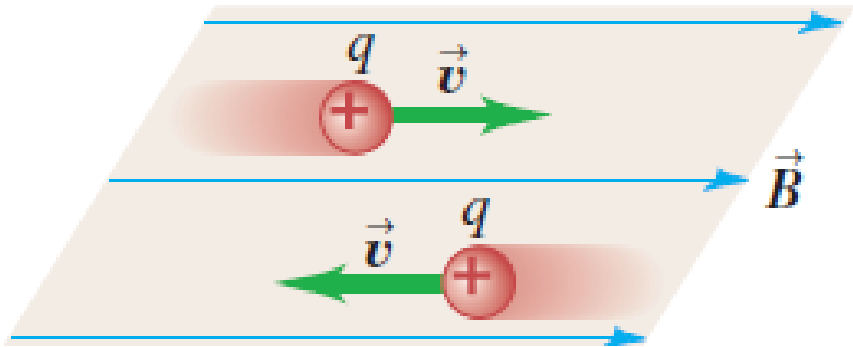


Алғаш рет зарядталған бөлшектердің магниттелуге байланысын 1820 жылы дат ғалымы Ханс Орстед ашты. Ол компас тілдеріне сым бойындағы токтар әсер ететінін тапты.

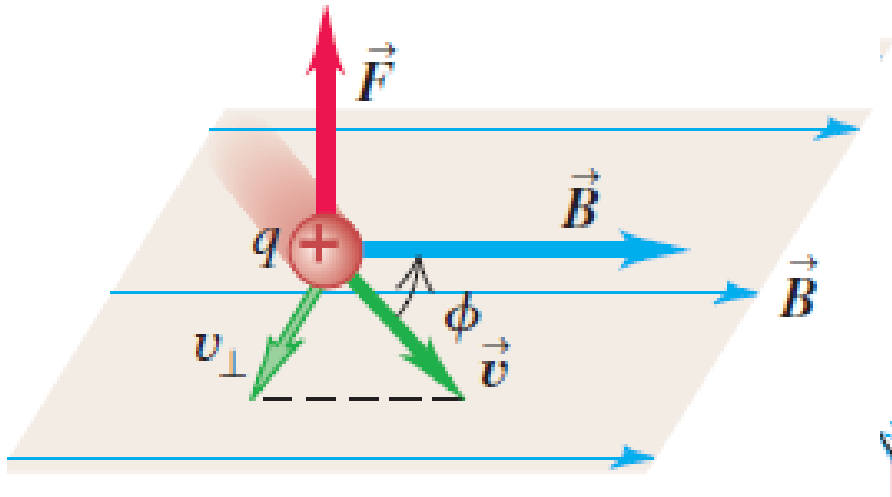
Магнит өрісі

- Зарядталған бөлшектерді қозғалысы немесе ток қоршаған ортасында магнит өрісін (электр өрісіне қосымша) тудырады.
- Магнит өрісі осы өрістегі зарядталған бөлшекке немесе токқа $\vec{F}$ күш тудырады.

Қозғалыстағы зарядталған бөлшектерге әсер ететін магнит күші

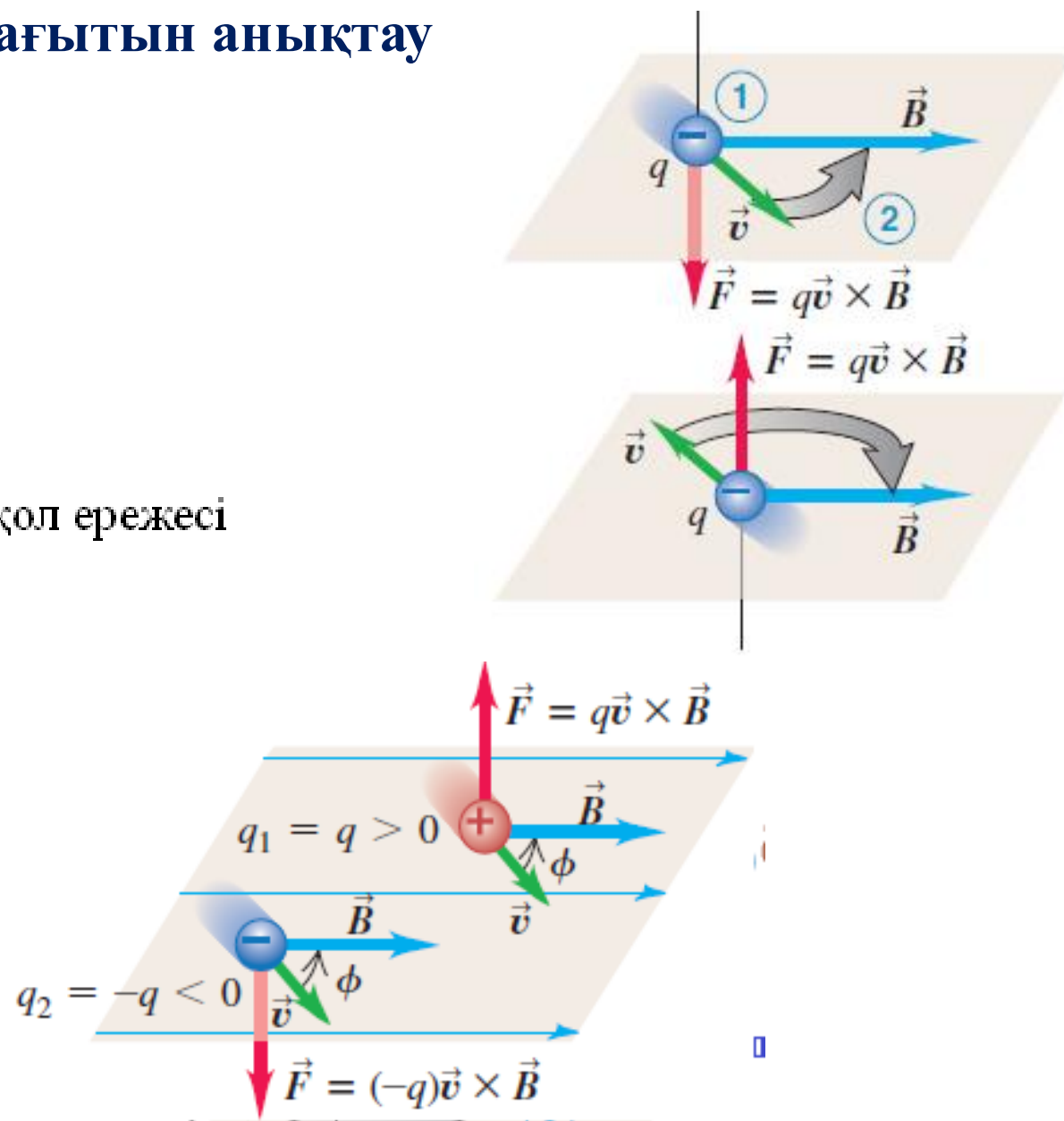
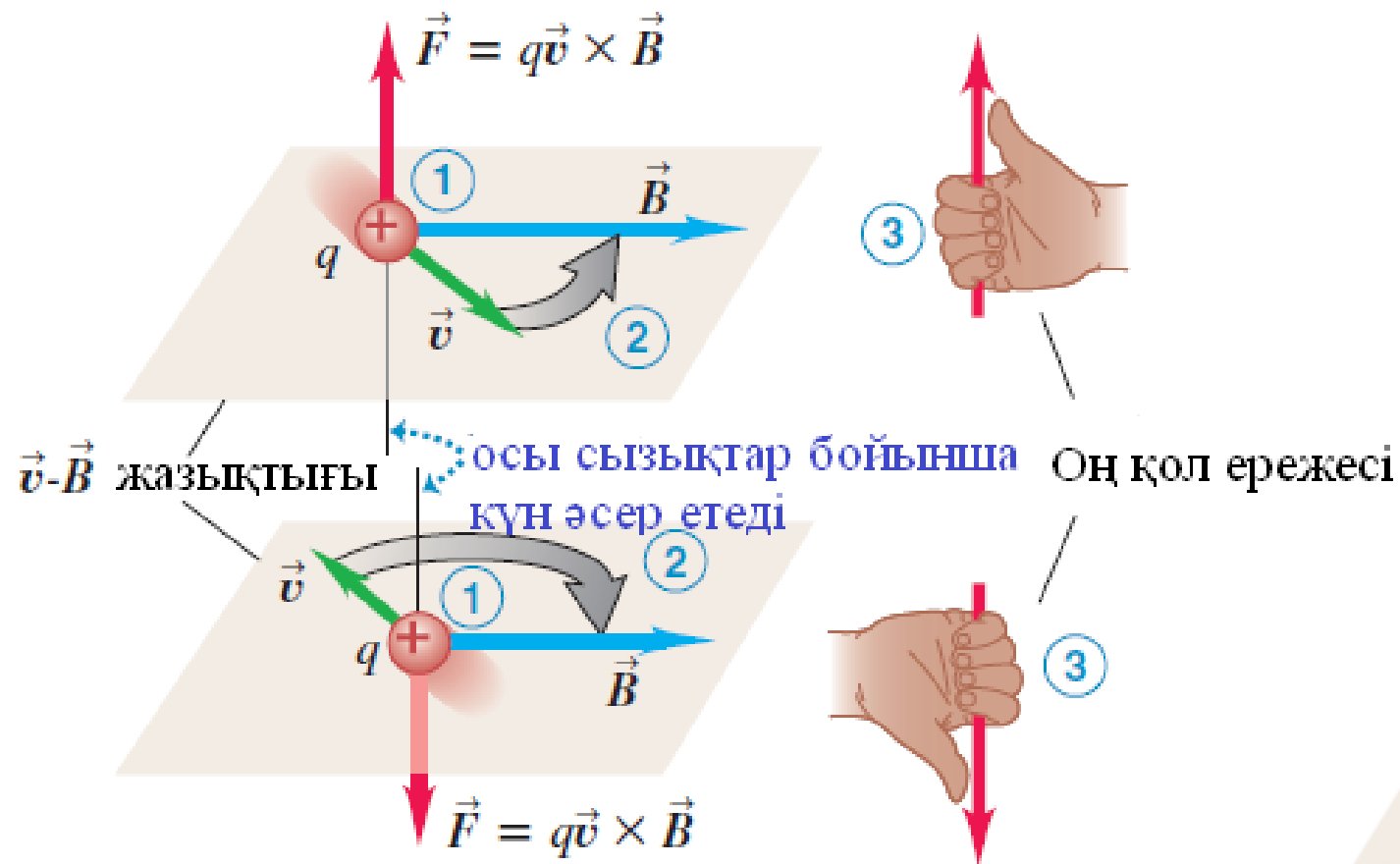


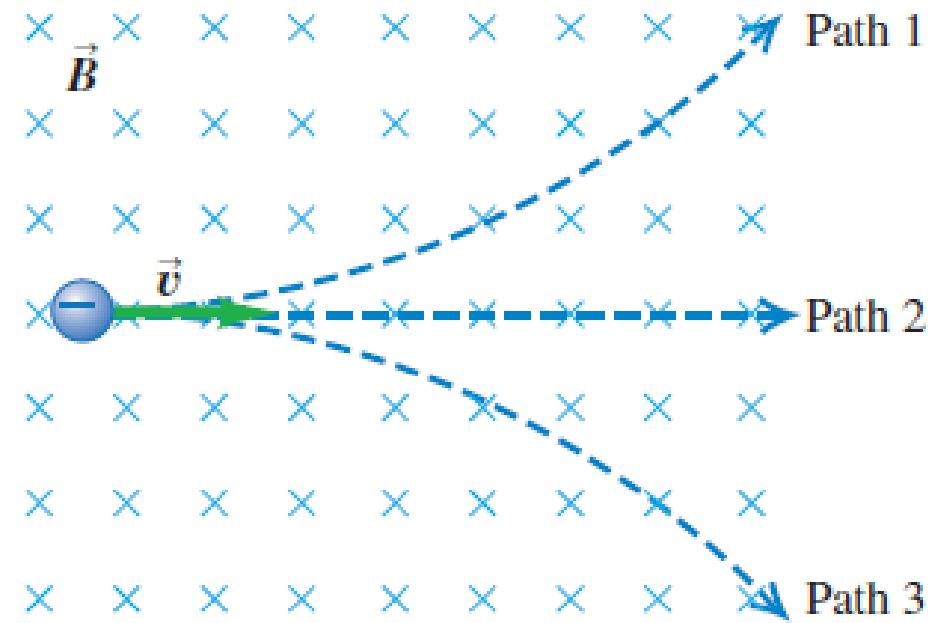
$$F = |q|v_{\perp}B = |q|vB \sin \phi$$



$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Қозғалатын зарядталған бөлшектерге әсер ететін магниткүштерінің бағытын анықтау





BIO Магнит өрісінің қолданысы

1 tesla = 1 T = 1 N/A · m the gauss (1 G = 10^{-4} T)

1. Суперпозиция принципі:

Көп токтар немесе зарядтар жүйесі туғызған магнит өрісі – жеке көздердің өрістерінің векторлық қосындысы:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots$$

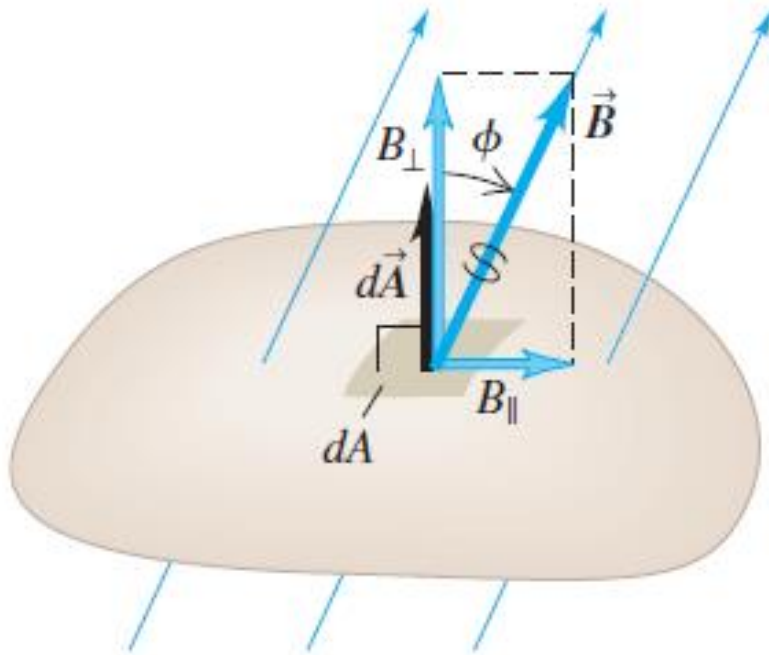
2. Вакуумда магнит өрісінің «индуктивтілігі» μ_0 – магнит тұрақты:

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Гн/м}$$

Ол токтардан туған магнит өрісті сипаттайтын формулаларда кездеседі.

3. Магнит өрісінің күш сызықтары **әрқашан тұйық, басталуы мен соңы жоқ (магниттік заряд жоқ).**

Магнит ағыны және Гаусс заңы



$$d\Phi_B = B_{\perp} dA = B \cos \phi dA = \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$\Phi_B = \int B \cos \phi dA = \int B_{\perp} dA = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$$

$$\Phi_B = B_{\perp} A = BA \cos \phi$$

Гаусс заңы

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

$$B = \frac{d\Phi_B}{dA_{\perp}}$$

Бірлік аудандағы ағын,
кейде **магниттік ағын тығыздығы** деп аталады

Магнит өрісінде ұзындығы $\vec{l}$ өткізгіш бойымен ток I жүріп тұр делік. Осы өткізгішке магнит өрісі әсерінен **Ампер күші** түседі:

Ток элементіне:

$$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$$

Түзу, біртекті өрістегі өткізгіш үшін (егер l бойында өріс біртекті болса):

$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}, \quad F = IlB \sin \alpha$$

мұндағы α – өткізгіштің бағыты мен $\vec{B}$ арасындағы бұрыш.

Ампер күші – магнит өрісінде өткізгіштер арасындағы тартылу/келу құбылыстарын түсіндіреді.

Токтардың өзара әрекеттесуі:

Екі параллель ток жүретін түзу өткізгіш бір–біріне магнит күштерімен әсер етеді – негізінде осыдан **ампер** бірлігі анықталады.

Био-Савар-Лаплас заңы

Тұрақты ток (магнитостатика) үшін магнит өрісінің элементар көзін қарастырамыз – **ток элементі** $I d\vec{l}$. Осы ток элементінен $\vec{r}$ векторымен бөлінген нүктедегі магнит индукциясының элементар векторы:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

мұнда:

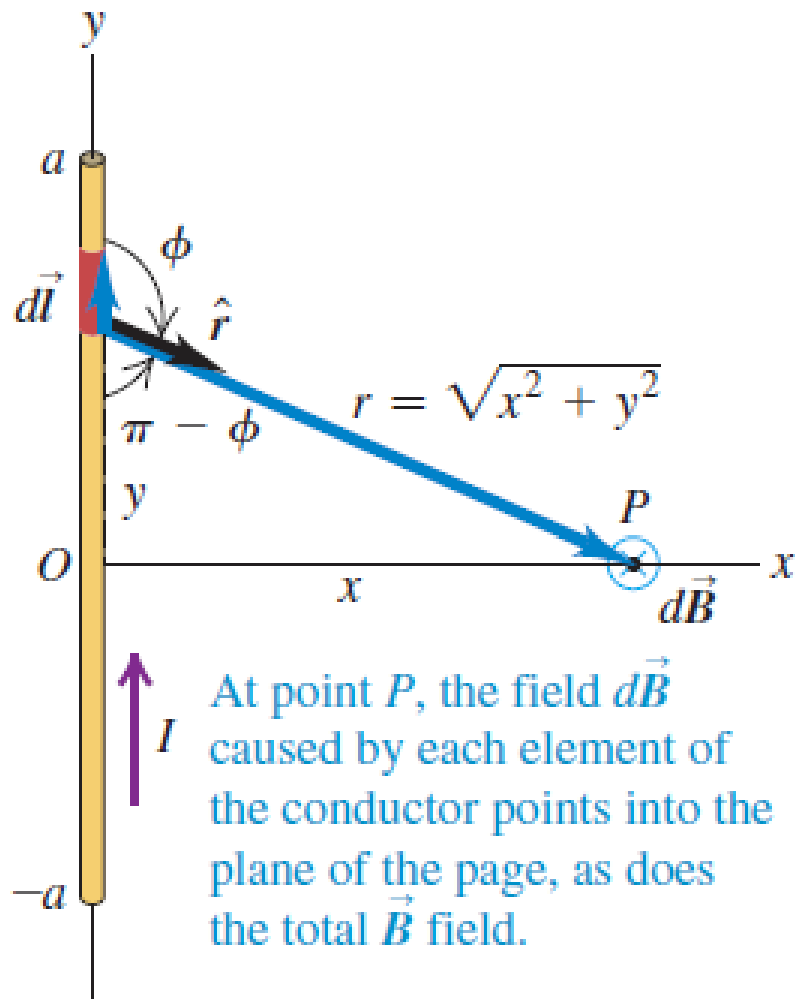
- I – ток күші,
- $d\vec{l}$ – ток бағытымен алынған вектор–элемент,
- $\vec{r}$ – ток элементінен өріс нүктесіне жүргізілген радиус–вектор,
- $r = |\vec{r}|$.

Суперпозиция: толық магнит өрісін алу үшін барлық ток элементтері бойынша интеграл аламыз:

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{\text{өткізгіш бойымен}} \frac{I d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

Ток өткізетін түзу сызықты өткізгіштің магнит өрісі

28.5 Magnetic field produced by a straight current-carrying conductor of length $2a$.



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{-a}^a \frac{x \, dy}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{2a}{x\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$a \rightarrow \infty,$$

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

Бақылау сұрақтары:

1. Магнит өрісінің табиғатын түсіндіріңіз.
2. Магнит өрісінің құйынды сипатын түсіндіріңіз.
3. Тогы бар өткізгішке магнит өрісі тарапынан әсер ететін күшті қорытыңыз..
4. Қозғалыстағы зарядталған бөлшекке әсер ететін күшті қорытыңыз.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Бәйімбетов Ф.Б., Рамазанов Т.С. Электр және магнетизм. – Алматы: Қазақ университеті, 2011. – 199 б.
2. Бәйімбетов Ф.Б., Аймауытов Д., Құрманбеков А. Физика есептері (Электр және магнетизм). – Алматы: Қазақ университеті, 2005. – 216 б.
3. Архипов Ю.В. Краткий конспект лекций по курсу "Электричество и магнетизм" : учеб.-методическое пособие КазНУ 2009
4. Габдуллина Г.Л., Қисан А., Абыканова Б.Т. Электр және магнетизм курсы бойынша қысқаша дәрістер мен есептер жинағы : оқу-әдістемелік құрал, Әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2017. - 161 б.
5. Туреханова К.М. Электр және магнетизм курсы бойынша есептер жинағы/ Оқу құралы, әл-Фараби атын. ҚазҰУ. - Алматы : Қазақ ун-ті, 2017. – 191 б.
6. Raymond A. Serway, John W. Jewett, Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics 9th ed. – Cengage Learning, 2014. – 1622 p.