Постійне магнітне поле. Індукція магнітного поля. Магнітні властивості речовин

Практичне заняття №2

Сумський державний університет

- Відскануйте QR-код за допомогою смартфона, пройдіть тестування (0,3 б)

https://vseosvita.ua/test/start/dtw573

Повторіть теоретичний матеріал

Сила Ампера – сила, що діє на ділянку провідника довжиною $\mathrm{d}l$, по якій проходить струм I і яка знаходиться в магнітному полі з індукцією B:

$$\mathrm{d}\mathbf{F}_A = I[\mathbf{B} \times \mathrm{d}\mathbf{l}]; \quad \mathrm{d}F_A = IB\mathrm{d}l \sin\alpha,$$

де вектор $\mathrm{d}\mathbf{l}$ збігається з напрямом струму I; α – кут між векторами $\mathbf{B}$ і $\mathrm{d}\mathbf{l}$.

Повторіть теоретичний матеріал

Сила взаємодії двох прямих нескінченно довгих паралельних провідників зі струмами I_1 і I_2, що знаходяться на відстані r один від одного:

$$F = \frac{\mu_0 \mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 I_2}{r} l,$$

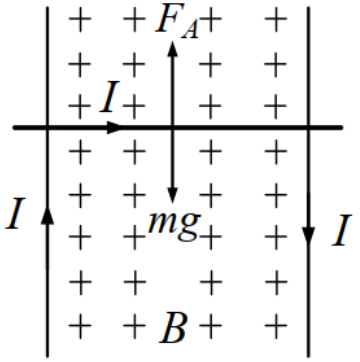
де l – довжина ділянки провідника, на яку діє сила F.

Розгляньте приклади розв’язування задач з теми:

16.1. В однорідному магнітному полі по двох вертикальних провідниках рухається вгору без тертя прямий провідник масою $m = 10$ г, по якому проходить струм силою $I = 3$ А. Індукція магнітного поля становить $B = 4 \cdot 10^{-2}$ Тл і спрямована горизонтально, як це показано на рис. 16.2. Через 5 с після початку руху швидкість провідника стала дорівнювати $v = 20$ м/с. Визначити довжину провідника.

$B = 4 \cdot 10^{-2}$ Тл, $\alpha = 90°$, $m = 10^{-2}$ кг, $I = 3$ А, $t = 5$ с, $v = 20$ м/с, $g = 9,8$ м/с^2
l–?

На провідник зі струмом, що знаходиться в магнітному полі, діє сила Ампера (16.1), напрямлена, як показано на рис.



$$F_A = IBl \sin \alpha,$$

де $\alpha = \pi/2$, тому

$$F_A = IBl.$$

Згідно з правилом лівої руки сила Ампера спрямована вгору. Сила тяжіння спрямована вниз. Рух

Приклади розв’язування задач з теми:

провідника відбувається у вертикальному напрямі. Прискорення знайдемо за другим законом Ньютона:

$$ma = F_A - mg; \quad ma = IBl - mg; \quad a = \frac{IBl}{m} - g.$$

У даному випадку прискорення a є сталою величиною. Тому швидкість руху провідника v можна знайти як

$$v = at = \frac{IBlt}{m} - gt,$$

звідки виразимо довжину l:

$$mv = IBlt - mgt; \quad IBlt = mv + mgt; \quad l = \frac{m(v + gt)}{IBt}.$$

Підставимо числові значення й отримаємо відповідь:

$$l = \frac{10^{-2} \cdot (20 + 9,8 \cdot 5)}{3 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 5} = 1,15 \text{ (м)}.$$

Приклади розв’язування задач з теми:

16.2. Прямий провідник довжиною $l = 10$ см, по якому проходить струм силою $I = 20$ А, знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,01$ Тл. Знайти кут α між напрямом вектора B та струмом, якщо на провідник діє сила $F = 10$ мН.

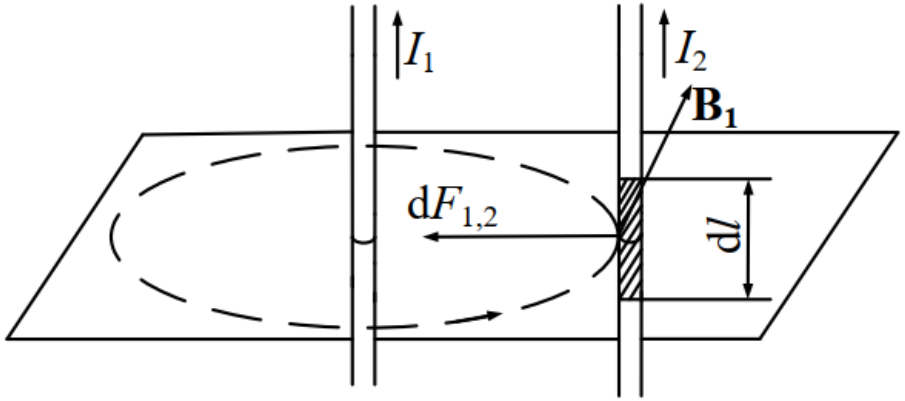
$l = 0,1$ м, $I = 20$ А, $B = 0,01$ Тл, $F = 10^{-2}$ Н
α–?

Згідно із законом Ампера (16.1)

$$F = I[\mathbf{B} \times \mathbf{l}].$$

Модуль вектора F визначається за формулою

$F = IBl \sin\alpha$, де α – кут між векторами $\mathbf{B}$ і $\mathbf{l}$, звідки



$$\sin\alpha = \frac{F}{IBl}; \quad \alpha = \arcsin\left(\frac{F}{IBl}\right).$$

Розрахуємо це значення:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{10^{-2}}{20 \cdot 0,01 \cdot 0,1}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{6} = 30°.$$

Задачі для розв’язування на занятті

16.17. По трьох паралельних прямих провідниках, що знаходяться на однаковій відстані $a = 10$ см один від одного, проходять однакові струми $I = 100$ А. У двох провідниках напрями струмів збігаються. Знайти силу, що діє на відрізок довжиною $l = 1$ м кожного провідника.

16.14. Провідник довжиною 20 см із силою струму 50 А знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією 40 мТл. Визначити роботу з переміщення провідника на відстань 10 см перпендикулярно до вектора магнітної індукції (вектор магнітної індукції перпендикулярний до напряму струму в провіднику).

16.28. Горизонтальні рейки знаходяться на відстані 1 м одна від одної. Перпендикулярно до рейок на них лежить стрижень. Яким буде прискорення руху стрижня, якщо по ньому пропускатимуть струм 50 А? Коефіцієнт тертя стрижня об рейки 0,2, маса стрижня 500 мг. Вектор магнітної індукції лежить у вертикальній площині, перпендикулярно до рейок, спрямований під кутом 30° до стрижня і дорівнює за модулем 100 мТл.