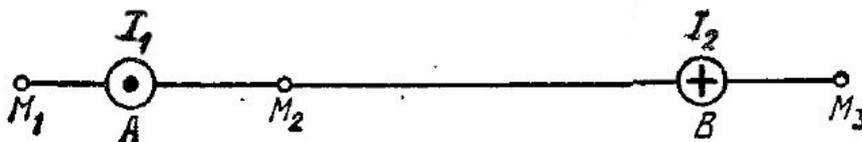


Задания к экзамену по физике.

1

На рис. изображены сечения двух прямолинейных бесконечно длинных проводников с токами. Расстояние



между проводниками $AB=10$ см, токи $I_1=20$ А и $I_2=30$ А. Найти напряженности H магнитного поля, вызванного токами I_1 и I_2 в точках M_1 , M_2 и M_3 . Расстояния $M_1A=2$ см, $AM_2=4$ см и $BM_3=3$ см.

2

Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U=300$ В, движется параллельно прямолинейному длинному проводу на расстоянии $a=4$ мм от него. Какая сила F действует на электрон, если по проводнику пустить ток $I=5$ А?

3

В магнитном поле, индукция которого $B=0,05$ Тл, вращается стержень длиной $l=1$ м с угловой скоростью $\omega=20$ рад/с. Ось вращения проходит через конец стержня и параллельна магнитному полю. Найти э. д. с. индукции \mathcal{E} , возникающую на концах стержня.

4

Уравнение изменения со временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре имеет вид $U=50 \cos 10^4 \pi t$ В. Емкость конденсатора $C=0,1$ мкФ. Найти период T колебаний, индуктивность L контура, закон изменения со временем t тока I в цепи и длину волны λ , соответствующую этому контуру.

5

Найти энергию ϵ , массу m и импульс p фотона, если соответствующая ему длина волны $\lambda = 1,6$ пм.

1. Задача.

Решение: Согласно принципу суперпозиции напряженности H_1 , H_2 и H_3 магнитного поля в точках M_1 , M_2 и M_3 складываются из напряженностей, создаваемых токами I_1 и I_2 .

$$H_1 = H_1^A + H_1^B;$$

$$H_2 = H_2^A + H_2^B;$$

$$H_3 = H_3^A + H_3^B.$$

$$\text{Напряженность } H = \frac{I}{2\pi a}.$$

где a - расстояние от проводника с током до точки, в которой определяется напряженность.

Тогда

$$H_1^A = \frac{I_1}{2\pi \cdot M_2 A} = 159,2 \text{ А/м};$$

$$H_1^B = \frac{I_2}{2\pi \cdot (AB + M_1 A)} = 39,8 \text{ А/м};$$

$$H_2^A = \frac{I_1}{2\pi \cdot M_2 A} = 79,6 \text{ А/м};$$

$$H_2^B = \frac{I_2}{2\pi \cdot (AB - M_2 A)} = 79,6 \text{ А/м};$$

$$H_3^A = \frac{I_1}{2\pi \cdot (AB + M_3 B)} = 24,5 \text{ А/м};$$

$$H_3^B = \frac{I_2}{2\pi \cdot M_3 B} = 159,2 \text{ А/м};$$

Отсюда,

$$H_1 = H_1^A - H_1^B = 119,4 \text{ А/м};$$

$$H_1 = H_2^A + H_2^B = 159,2 \text{ А/м};$$

$$H_3 = H_3^B - H_3^A = 134,7 \text{ А/м.}$$

2 Задача.

Дано:

$$U = 300 \text{ В}$$

$$I = 5 \text{ А}$$

$$a = 4 \text{ мм} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Найти:

F-?

Решение:

На электрон, движущийся в магнитном поле проводника, действует сила Лоренца

$$F_L = eVB \sin \alpha$$

Силовая линия вектора В перпендикулярная скорости, т.е.

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\sin \alpha = 1$$

Скорость найдём из закона сохранения энергии

$$eU = \frac{mV^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

Магнитная индукция бесконечно длинного прямого провода

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

Сила Лоренца после подстановки всех величин равна

$$F_{Л} = e \sqrt{\frac{2eU}{m} \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi a}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 300}{9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 5}{2 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}} = 4 \cdot 10^{-16} \text{ Н}$$

Ответ: $F_{Л} = 4 \cdot 10^{-16} \text{ Н}$

3 Задача

Дано:

$$B = 0,05 \text{ Тл}$$

$$e = 1 \text{ м}$$

$$\omega = 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Найти:

$$E_i - ?$$

Решение:

ЭДС индукции равна скорости изменения магнитного потока

$$E_i = \frac{-d\Phi}{dt}$$

Изменение магнитного потока

$$d\Phi = B \cdot dS$$

Площадь сечения

$$dS = \pi i^2 \frac{\omega}{2\pi} \cdot dt = i^2 \frac{\omega}{2} \cdot dt.$$

Таким образом, искомая ЭДС индукции будет равна

$$E_i = \frac{-d\Phi}{dt} = \frac{-B \cdot dS}{dt} = \frac{-B \cdot i^2 \omega \cdot dt}{2 dt} = -B i^2 \frac{\omega}{2} = 0,05 \cdot 1^2 \cdot \frac{20}{2} = -5 \text{ В}$$

Ответ: $-0,5 \text{ В}$

Задача 4.

Дано:

$$U = 50 \cos 10^4 \pi t \text{ В}$$

$$C = 0,1 \text{ мкФ} = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$L = 1,015 \text{ Гн}$$

$$q = 2,5 \text{ мкКл} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$t = T/8, T/4 \text{ и } T/2$$

Решение: Закон изменения напряжения на обкладках конденсатора

$$U = U_0 \sin \omega t$$

Амплитуда напряжения

$$U_0 = \frac{q_0}{C}$$

Период колебаний находим по формуле Томсона

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

Уравнение колебания напряжения запишется в виде

$$U = \frac{q}{C} \sin \omega t$$

Тогда период колебаний

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10^4 \pi} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

Индуктивность катушки

$$L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{\dot{\omega} \dot{C}}$$

Амплитуда заряда на обкладках конденсатора

$$q_0 = U_0 C = 50 \cdot 0,1 \cdot 10^{-5} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

Аналогично можно записать уравнение изменения заряда на обкладках конденсатора

$$q = q_0 \sin \omega t$$

Ток в контуре – первая производная от заряда по времени

$$I = \frac{q_0}{\sqrt{LC}} \cos \frac{t}{\sqrt{LC}} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{\sqrt{1,01 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \cdot 10^{-5}}} \cos \omega t = 0,157 \cos 10^4 \pi t$$

Длина волны, создаваемая контуром

$$\gamma = cT = 2\pi c \sqrt{LC} = 2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^8 \sqrt{\frac{1,01 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \cdot 10^{-5}}{6 \cdot 10^4}} \text{ м}$$

Ответ:

$$T = 2 \cdot 10^{-4} \text{ с};$$

$$L = 1,01 \cdot 10^{-2} \text{ Гн};$$

$$I = 0,157 \cos 10^4 \pi t;$$

$$\gamma = 6 \cdot 10^4 \text{ м}$$

Задача 5.

Дано:

$$\gamma = 1,6 \text{ нм} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

Решение:

Энергия фотона

$$E = \frac{hc}{\gamma} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-12}} = 1,24 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

Масса фотона

$$m = \frac{h}{\gamma c} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{1,6 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,38 \cdot 10^{-30} \text{ кг}.$$

Импульс фотона

$$p = mc = 1,38 \cdot 10^{-30} \cdot 3 \cdot 10^8 = 4,14 \cdot 10^{-22} \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:

$$E = 1,24 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$m = 1,38 \cdot 10^{-30} \text{ кг}.$$