

Задание №12

Магнитное поле. Электромагнитная индукция

1. При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного потока $\Delta\Phi$ пронизывающего замкнутый проволочный контур, и заряд Δq протекший в результате этого по контуру. Ниже приведена таблица, полученная в результате этих опытов. Чему равно сопротивление контура? (Ответ дать в омах.)

$\Delta\Phi$, Вб	0,01	0,02	0,03	0,04
Δq , мКл	5	10	15	20

По закону электромагнитной индукции: $\varepsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$

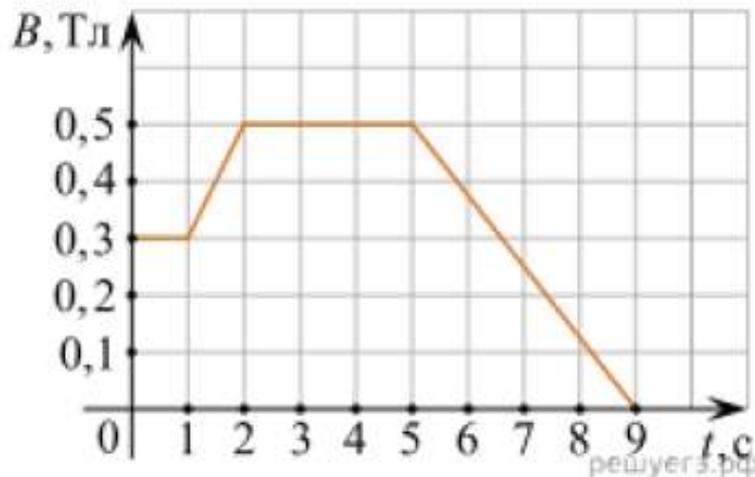
По закону Ома, ЭДС индукции приводит к появлению в контуре тока:

$$\varepsilon = IR = \frac{\Delta q}{\Delta t} R$$

Отсюда, сопротивление контура: $R = \frac{\Delta\Phi}{\Delta q} = \frac{0,03}{0,015} = 2 \text{ Ом}$

Ответ: 2

2. На рисунке приведен график зависимости модуля индукции B магнитного поля от времени t . В это поле перпендикулярно линиям магнитной индукции помещен проводящий прямоугольный контур сопротивлением $R = 0,25 \text{ Ом}$. Длина прямоугольника равна 5 см , а ширина — 2 см . Найдите величину индукционного тока, протекающего по этому контуру в интервале времени от 5 с до 9 с . Ответ выразите в миллиамперах.



По закону электромагнитной индукции, ЭДС индукции, возникающая в контуре: $\varepsilon = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{S\Delta B}{\Delta t} \right|$

Из закона Ома индукционный ток:

$$I = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{S|\Delta B|}{R\Delta t} = \frac{0,02 * 0,05 * 0,5}{0,25 * 4} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ А} = 0,5 \text{ мА}$$

Ответ: 0,5

3. По проволочной катушке протекает постоянный электрический ток силой 2 А. При этом поток вектора магнитной индукции через контур, ограниченный витками катушки, равен 4 мВб. Электрический ток какой силы должен протекать по катушке для того, чтобы поток вектора магнитной индукции через указанный контур был равен 6 мВб?

При протекании тока через катушку индуктивности возникает магнитный поток: $\Phi = LI$

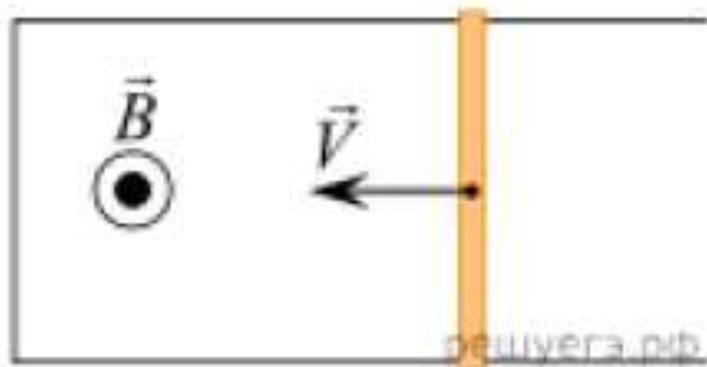
$$\text{Отсюда: } L = \frac{\Phi}{I} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

Для достижения магнитного потоков значения 6 мВб:

$$I = \frac{\Phi}{L} = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 3 \text{ А}$$

Ответ: 3

4. По гладким горизонтальным проводящим рельсам, находящимся в однородном вертикальном магнитном поле, движется прямая медная перемычка (см. рис. — вид сверху). Концы рельсов соединены проводом. Определите, как направлен внутри контура, образованного рельсами, проводом и перемычкой, вектор индукции магнитного поля, создаваемого индуцированным током. Направление определите относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя). Ответ запишите словом (словами).

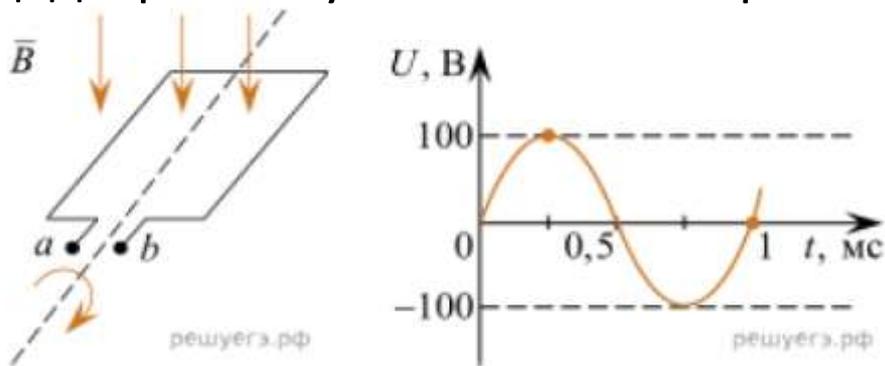


По условию задачи магнитный поток через рамку уменьшается за счет уменьшения площади контура.

Отсюда, по правилу Ленца в контуре возникнет индукционный ток и индукционное поле, создаваемое этим током, будет сонаправлено с внешним полем.

Ответ: к наблюдателю

5. Прямоугольная рамка вращается в однородном магнитном поле с индукцией магнитного поля $B = 0,1$ Тл. При этом с выводов a и b рамки снимается напряжение, зависимость которого от времени приведена на графике. Какой станет амплитуда напряжения, если индукцию магнитного поля увеличить до $0,4$ Тл, частоту вращения рамки не изменять, а площадь рамки уменьшить в 2 раза? Ответ запишите в вольтах.



Магнитный поток через рамку: $\Phi = BS \cos \omega t$

При вращении рамки в ней появляется ЭДС индукции, равная производной от магнитного потока:

$$\varepsilon = -BS \sin \omega t$$

При неизменной частоте вращения, увеличении индукции магнитного потока в 4 раза, а площади в 2 раза максимальное ЭДС индукции увеличится в 2 раза.

Из графика следует, что максимальное значение напряжения равно 100 В.

Отсюда, амплитуда напряжения равна 200 В.

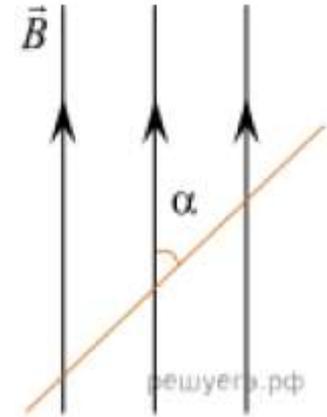
Ответ: 200

6. Прямолинейный проводник длиной 0,2 м находится в однородном магнитном поле с индукцией 4 Тл и расположен под углом к вектору индукции. Чему равен модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля при силе тока в нем 2 А? (Ответ дать в ньютонах.)

Сила Ампера, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током:

$$F_A = IBL \sin \alpha = 2 * 4 * 0,2 \sin 30^\circ = 0,8 \text{ Н}$$

Ответ: 0,8



7. Прямой проводник длиной 50 см равномерно поступательно движется в однородном постоянном магнитном поле, направление которого совпадает с направлением вертикальной оси Y (на рисунке эта ось направлена «на нас»). Скорость проводника направлена перпендикулярно ему, и составляет угол 30° с горизонтальной осью X , как показано на рисунке. Разность потенциалов между концами проводника равна 25 мВ, модуль индукции магнитного поля 0,1 Тл. Определите модуль скорости движения этого проводника. (Ответ дать в метрах в секунду.)

Примечание: вектор скорости лежит в плоскости рисунка.

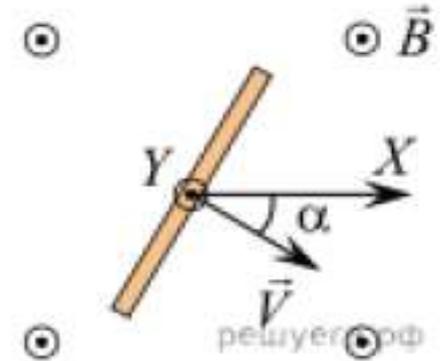
При движении проводника в магнитном поле, на электрические заряды в проводнике действует сила Лоренца:

$$F_L = qvB$$

$$\text{ЭДС индукции: } \varepsilon = \frac{A}{q} = \frac{F_L l}{q} = \frac{qvBl}{q} = vBl$$

$$\text{Скорость проводника: } v = \frac{\varepsilon}{Bl} = 0,5 \text{ м/с}$$

Ответ: 0,5



8. На рисунке приведен график зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени. Индуктивность катушки равна 20 мГн. Чему равен максимальный модуль ЭДС самоиндукции? (Ответ выразите в мВ.)

$$\text{ЭДС самоиндукции: } \varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

ЭДС для разных участков графика:

$$|\varepsilon_1| = 20 * \frac{1}{0,5} = 40 \text{ мВ}$$

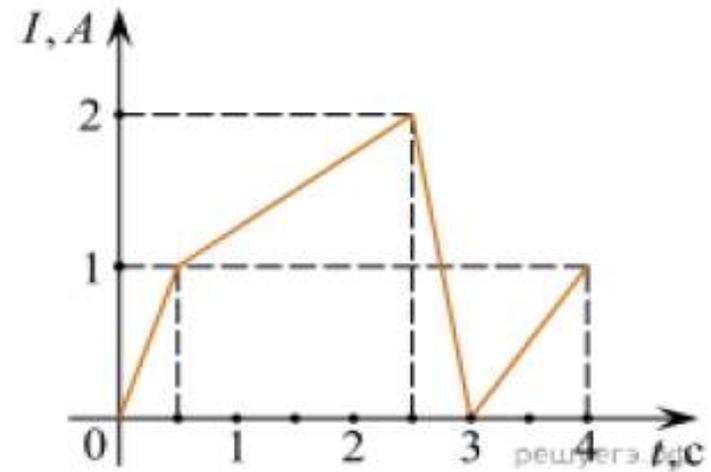
$$|\varepsilon_2| = 20 * \frac{1}{2} = 10 \text{ мВ}$$

$$|\varepsilon_3| = 20 * \frac{2}{0,5} = 80 \text{ мВ}$$

$$|\varepsilon_4| = 20 * \frac{1}{1} = 20 \text{ мВ}$$

Максимальное значение равно 80 мВ

Ответ: 80



9. Какая энергия запасена в катушке индуктивности, если известно, что при протекании через нее тока силой 0,5 А поток, пронизывающий витки ее обмотки, равен 6 Вб? Ответ выразите в джоулях.

Магнитный поток: $\Phi = LI$

Отсюда: $L = \frac{\Phi}{I}$

Энергия, запасенная в катушке: $E = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi I}{2} = \frac{6 \cdot 0,5}{2} = 1,5 \text{ Дж}$

Ответ: 1,5

10. Катушка сопротивлением 5 Ом подключена к идеальной батарее с ЭДС 10 В. При этом через катушку протекает постоянный ток, и в ней запасена энергия 10 мДж. Чему равна индуктивность катушки? Ответ дайте в миллигенри.

По закону Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R}$

Энергия магнитного поля катушки: $W = \frac{LI^2}{2}$

Отсюда: $L = \frac{2WR^2}{\varepsilon^2} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 25}{100} = 5 \cdot 10^{-3} = 5 \text{ мГн}$

Ответ: 5