

Домашнее задание №12

Магнитное поле

Часть 2. Электромагнитная индукция. Электродвигатели.

Базовый уровень.



ЭМ индукция:

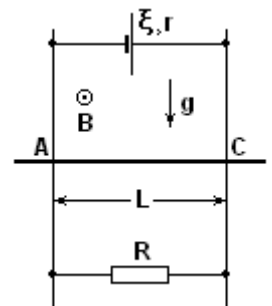
К. 3.171; 3.172; 3.176; 3.177; 3.179

Электродвигатели:

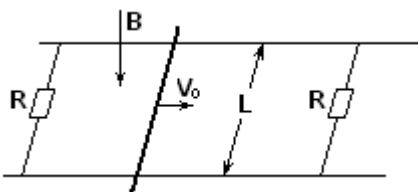
К. 3.188; 3.189; 3.191; 3.192; 3.195

Задача Б1. В магнитном поле с большой высоты падает кольцо радиуса a и массы m . Плоскость кольца все время горизонтальна. Найдите установившуюся скорость падения кольца, если вертикальная составляющая индукции магнитного поля изменяется с высотой по закону $B(h) = B_0(1 + k \cdot h)$. Сопротивление кольца R . Индуктивностью кольца пренебречь.

Задача Б2. Две вертикальные проводящие рейки, расстояние между которыми $L=25$ см, находятся в однородном магнитном поле, индукция которого $B=1$ Тл направлена перпендикулярно плоскости рисунка. Сверху рейки соединены через батарею с ЭДС $\xi=6$ В и внутренним сопротивлением $r=2$ Ом, а снизу через резистор с сопротивлением $R=6$ Ом. В начальный момент проводящую перемычку AC массой $m=100$ г удерживают неподвижной, а затем отпускают. Через некоторое время перемычка движется вниз с установившейся скоростью.



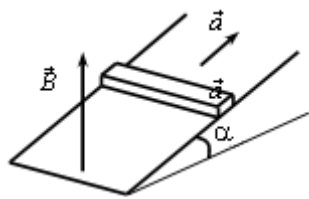
- 1) Найдите ток через перемычку при этой скорости.
 - 2) Найдите установившуюся скорость перемычки.
- Сопротивлением реек и перемычки пренебречь. При расчёте принять $g=10$ м/с².



Задача Б3. По двум горизонтальным проводящим рейкам, расстояние между которыми $L=1$ м, может скользить без трения перемычка, масса которой $m=50$ г, а омическое сопротивление $r=0,5$ Ом. Слева и справа концы реек соединены через резисторы с сопротивлением $R=1$ Ом. Система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B=0,1$ Тл.

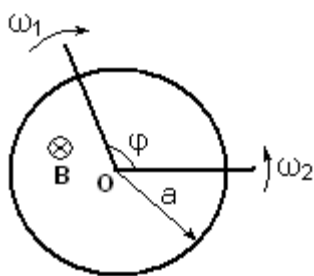
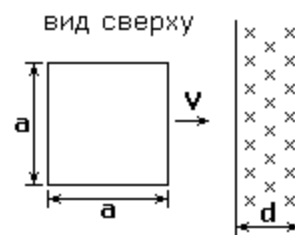
Неподвижной перемычке сообщают начальную скорость $V_0=50$ см/с вдоль реек.

- 1) Найдите зависимость тока через перемычку от её скорости.
 - 2) На какое расстояние сместится перемычка?
- Сопротивлением реек пренебречь. Перемычка расположена перпендикулярно рейкам.



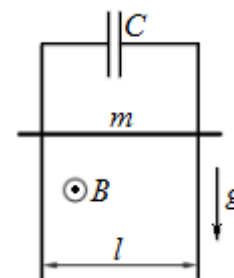
Задача Б4. Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле. По стержню протекает ток $I = 3 \text{ А}$. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $m/L = 0,1 \text{ кг/м}$. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2 \text{ Тл}$. Определите ускорение, с которым движется стержень.

Задача Б5. Рамка в форме квадрата со стороной $a = 80 \text{ см}$ сделана из проводника сопротивлением $R = 30 \text{ Ом}$. Двигаясь поступательно с постоянной скоростью $V = 3 \text{ м/с}$ по гладкому горизонтальному столу, она пересекает область однородного магнитного поля, линии индукции которого перпендикулярны столу. Протяженность области магнитного поля равна $d = 40 \text{ см}$. Определите величину магнитной индукции, если в рамке за время пролета через эту область выделилось $Q = 25 \text{ мДж}$ тепла.

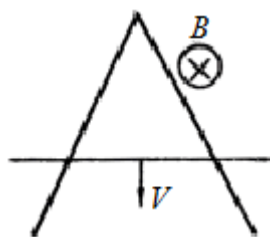


Задача Б6. Тонкое проволоочное кольцо радиусом a расположено в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярной плоскости кольца. По кольцу скользят в противоположных направлениях две перемычки с угловыми скоростями ω_1 и ω_2 . Перемычки и кольцо сделаны из одного куска провода, сопротивление единицы длины которого равно k . Определить величину и направление тока через перемычки, когда угол $\varphi = 90^\circ$. Между перемычками в точке O и между кольцом и перемычками хороший электрический контакт.

Задача Б7. По вертикальным очень длинным рельсам в поле тяжести может скользить без трения перемычка массой m и длиной l . Рельсы соединены конденсатором ёмкости C и находятся в горизонтальном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярной плоскости рисунка. Сопротивление рельсов и перемычки пренебрежимо мало, во время движения между ними сохраняется хороший электрический контакт.



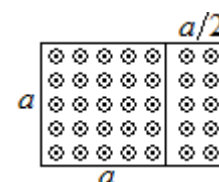
- 1) Описать движение перемычки. Ответ тщательно обосновать.
- 2) Какую скорость приобретёт перемычка за время τ ?
- 3) Какое расстояние пройдёт перемычка за время τ ?
- 4) Какой заряд протечёт через перемычку за время τ ?



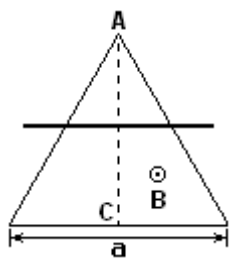
Задача Б8. Из идеального проводника изготовлен угол. По сторонам этого угла скользит стержень так, что он остаётся всё время перпендикулярным к биссектрисе. Сечение стержня $S = 1 \text{ мм}^2$, удельное сопротивление $\rho = 5 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Перпендикулярно плоскости угла направлено однородное магнитное поле $B = 1 \text{ Тл}$. Определить силу тока в цепи, если проводник двигают с постоянной скоростью $V = 5 \text{ м/с}$.

Задача Б9. Проволоочное кольцо радиуса r находится в однородном магнитном поле, индукция которого перпендикулярна плоскости кольца и меняется с течением времени по закону $B = k \cdot t$. Определить напряжённость электрического поля внутри кольца.

Задача Б10. Определить силу тока в проводниках цепи, изображённой на рисунке, если индукция однородного магнитного поля перпендикулярна плоскости чертежа и изменяется во времени по закону $B = k \cdot t$. Сопротивление единицы длины проводников равно ρ .



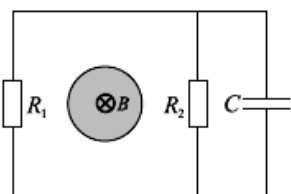
Задача Б11. Кольцо из сверхпроводника помещено в однородное магнитное поле, индукция которого нарастает от нуля до B_0 . Плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции магнитного поля. Определить силу индукционного тока, возникающего в кольце. Радиус кольца равен r , индуктивность равна L .



Задача Б12. На горизонтальной поверхности стола закреплена тонкая проводящая рамка в виде равностороннего треугольника со стороной a . На рамке лежит стержень, который параллелен основанию треугольника, а середина стержня находится на середине высоты AC . Рамка и стержень изготовлены из одного куска провода, омическое сопротивление единицы длины которого равно k . В некоторый момент включается однородное магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки. Какую скорость приобретет стержень за время установления магнитного поля, если установившееся значение индукции равно B_0 ? Смещением стержня за время установления магнитного поля пренебречь. Трение не учитывать. Масса стержня M .

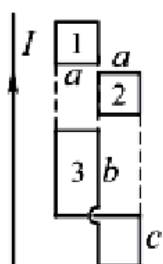
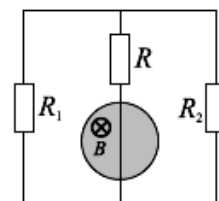
Задача Б13. На гладкой горизонтальной поверхности расположено тонкое непроводящее кольцо массой m , вдоль которого равномерно распределен заряд Q . Кольцо находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 , направленной перпендикулярно плоскости кольца. Внешнее магнитное поле выключают.

- 1) По какой причине (указать механизм) кольцо начнет вращаться?
- 2) Найти угловую скорость вращения кольца после выключения магнитного поля.



Задача Б14. Внутри длинного прямого соленоида радиуса a создано однородное магнитное поле, меняющееся со временем по закону $B = k \cdot t$, вне соленоида поле можно считать нулевым. Соленоид охватывает показанная на рисунке электрическая цепь. Найти заряд верхней пластины конденсатора.

Задача Б15. Внутри длинного прямого соленоида радиуса a создано однородное магнитное поле, меняющееся со временем по закону $B = k \cdot t$, вне соленоида поле можно считать нулевым. Соленоид охватывает показанная на рисунке электрическая цепь (пропущенный между витками провод проходит точно по диаметру соленоида). Найти ток через резистор R .



Задача Б16. По длинному прямолинейному проводу течёт переменный ток. В плоскости, проходящей через провод, расположены три проволочных контура, изготовленные из одного куска провода. Контур 1 и 2 являются квадратами с длиной сторон a , третий контур состоит из двух прямоугольников $a \times b$ и $a \times c$. В некоторый момент времени токи в контурах 1 и 2 равны, соответственно, I_1 и I_2 . Чему равен в этот момент ток в контуре 3? Пунктирные линии на рисунке параллельны проводу.

Задача Б17.

Трамвай массой $m = 15500$ кг движется со скоростью $v = 36$ км/ч в гору с небольшим уклоном $\alpha = 0,01$. Ротор двигателя трамвая потребляет постоянный ток $I = 80$ А. Сопротивление обмоток ротора $R = 1$ Ом. Трение в оси двигателя и передачах приводит к потере 15% потребляемой ротором мощности. Сила сопротивления движению трамвая составляет $k = 0,01$ от силы тяжести, действующей на трамвай. Принять $g = 10$ м/с².

- 1) Определить силу тяги, развиваемую двигателем трамвая.
- 2) Определить напряжение, подводимое к ротору двигателя.

Задача Б18.

Груз массой $m = 10$ кг висит на лёгком тросе, намотанном на вал. Вал через зубчатую передачу соединён с ротором генератора. Сопротивление обмоток ротора $R = 1$ Ом. К зажимам генератора подключён электроventильатор. Груз под действием силы тяжести опускается с постоянной скоростью $v = 1$ см/с, и через ventильатор идёт ток $I = 0,3$ А. Потери на трение в подшипниках и передаче равны 20% от энергии, потребляемой ventильатором. Считать, что ротор вращается между полюсами постоянного магнита. Принять $g = 10$ м/с².

- 1) Найти мощность тепловых потерь в обмотке генератора.
- 2) Найти напряжение на зажимах генератора.

