

**МАГНЕТИЗМ.
ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ЗА ВТОРОЙ
СЕМЕСТР**

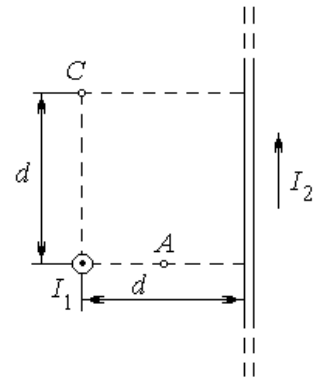
ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДОМАШНИХ РАБОТ

1. Домашние работы выполняются **каждая в отдельной тетради**.
2. **На обложке тетради** должны быть указаны **фамилия, имя и отчество, номер группы, название и номер домашней работы и номер варианта**.
3. **Задачи** с решениями должны следовать **строго по порядку**.
4. **Каждая задача** должна начинаться с **нового листа**.
5. **В начале листа** должно быть записано **полное условие задачи**, далее краткое условие и решение задачи. Решение должно быть с обязательным пояснением хода решения и обоснованием используемых законов.

вариант	Фамилия
1	Кривцун
2	Неприятель
3	Красильников
4	Сяо Чжэньян
5	Путинцев
6	Сидоров
7	Алейник
8	Латкин
9	Марченко
10	Картин
11	Белов
12	Ланшакова
13	Максименко
14	
15	
16	

Вариант №1

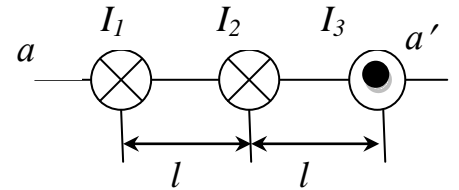
1. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом (рис.). По проводам текут токи силой $I_1 = 80$ А и $I_2 = 60$ А. Расстояние между проводами $d = 10$ см. Определите магнитную индукцию B в точке A , одинаково удаленной от обоих проводников.



2. Равномерно заряженный тонкий диск радиуса $R = 50$ мм вращается вокруг своей оси с угловой скоростью $\omega = 70$ рад/с. Поверхностная плотность заряда $\sigma = 10$ мкКл/м². Определить величину магнитной индукции B в центре диска и величину магнитного момента p_m диска.

Ответ: $B = 22$ пТл; $p_m = 3,4 \cdot 10^{-9}$ А·м².

3. Сечение системы трех прямых параллельных бесконечных проводов с токами $I_1 = I_2 = I$ и $I_3 = 2I$ изображено на рисунке. Расстояние между соседними проводами $l = 5$ см. С какой стороны и на каком расстоянии x от тока I_1 на прямой aa' напряженность магнитного поля равна нулю?



4. В магнитном поле с индукцией $B = 0,3$ Тл по окружности радиуса $R = 4$ см движется заряженная частица со скоростью $v = 1$ Мм/с. Найти заряд частицы q , если известно, что ее энергия $W = 12$ кэВ.

Ответ: $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл.

5. Под горизонтально расположенным прямым проводником с током $I_1 = 10$ А находится параллельный ему прямой алюминиевый провод с током $I_2 = 1,5$ А. При какой площади поперечного сечения S алюминиевого провода он удерживается незакрепленным? Плотность алюминия $\rho = 2,7$ г/см³.

Ответ: $S = 7,6 \cdot 10^{-9}$ м².

6. Проводящий стержень длиной $l = 0,50$ м равномерно вращается в горизонтальной плоскости в однородном магнитном поле. Силовые линии поля направлены вертикально, магнитная индукция $B = 20$ мТл. Ось вращения параллельна силовым линиям и проходит через конец стержня. При какой частоте вращения ν на концах стержня возникнет разность потенциалов $U = 0,10$ В?

Ответ: $\nu = 6,4$ м⁻¹.

7. Состоящая из $N = 200$ витков катушка равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Ось вращения перпендикулярна к оси катушки и направлению линий магнитной индукции. Найти максимальную ЭДС индукции ε_m в катушке, если период ее обращения $T = 0,20$ с и площадь поперечного сечения $S = 4$ см².

Ответ: $\varepsilon_m = 0,25$ В.

8. Механический осциллятор совершает гармонические колебания вдоль оси Ox . Его полная энергия $W = 10$ мкДж, максимальная сила $F_m = 0,5$ мН, период колебаний $T = 4$ с, начальная фаза $\varphi = \pi/6$. Написать уравнение колебаний осциллятора.

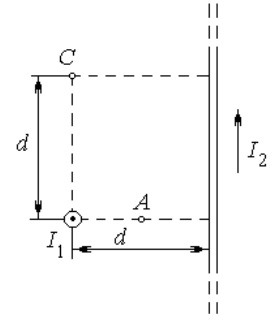
9. Электрический осциллятор содержит конденсатор, соленоид с активным сопротивлением и генератор синусоидального напряжения постоянной амплитуды. При циклических частотах $\omega_1 = 400$ рад/с и $\omega_2 = 600$ рад/с установившаяся амплитуда силы тока в цепи одинакова. Определить резонансную частоту $\omega_{рез}$ тока.

Ответ: $\omega_{рез} = 490$ рад/с.

10. Определите число N оборотов, которые должен сделать протон в магнитном поле циклотрона, чтобы приобрести кинетическую энергию $W_k = 10$ МэВ, если при каждом обороте протон проходит между дуантами разность потенциалов $U = 30$ кВ.

Вариант №2

1. По двум бесконечно длинным прямым проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи силой $I_1 = 30$ А и $I_2 = 40$ А. Расстояние между проводами равно $d = 20$ см. Определите индукцию магнитного поля B в точке C (рис.), одинаково удаленной от обоих проводов на расстояние, равное d .



2. Два бесконечных прямых параллельных проводника разделены расстоянием $d = 10$ см. По проводникам в противоположных направлениях текут токи $I_1 = I_2 = 5$ А. Найти величину напряженности магнитного поля H в точке, равноудаленной от обоих проводников на расстояние $a = 10$ см?

Ответ: $H = 8$ А/м.

3. Силовые линии однородного электрического и магнитного полей с напряженностями $E = 1,0$ кВ/м и $H = 8,0$ кА/м направлены в одну сторону. Определить ускорение a электрона в тот момент, когда он движется со скоростью $v = 0,1$ Мм/с перпендикулярно силовым линиям обоих полей.

Ответ: $a = 2,5 \cdot 10^{14}$ м/с².

4. Провод в форме квадрата со стороной $a = 0,50$ м и током $I_1 = 1,0$ А расположен в одной плоскости с бесконечным прямым проводником с током $I = 5,0$ А. Две стороны квадрата параллельны прямому проводнику, и ближайшая к нему сторона находится на расстоянии $b = 10$ см от проводника. Определить силу F , действующую на контур.

Ответ: $F = 4,2$ мкН.

5. Если предположить, что электрон в атоме водорода движется по круговой орбите, то радиус этой орбиты $R = 52,8$ пм. Найти магнитную индукцию B , создаваемую электроном в центре его круговой орбиты.

Ответ: $B = 12,6 \cdot 10^{-14}$ Тл.

6. Сопротивление $R_1 = 15$ Ом и катушка индуктивностью $L = 1,5$ Гн, обладающая сопротивлением $R_2 = 150$ Ом, соединены параллельно и подключены к источнику ЭДС $\varepsilon = 60$ В с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением. Определить напряжение U на зажимах катушки через время $t = 0,10$ с после отключения источника ЭДС.

Ответ: $U = 0,1$ мВ.

7. Ток I , идущий через катушку индуктивности $L = 21$ мГн, меняется со временем t по закону $I = I_m \sin \omega t$. Максимальное значение тока $I_m = 5$ А, его период $T = 20$ мс. Найти зависимости от времени ЭДС ε самоиндукции и энергии W магнитного поля катушки.

8. Однородный стержень длиной $L = 35$ см, закрепленный перпендикулярно горизонтальной оси, совершает малые колебания под действием силы тяжести. Определить, при каком расстоянии l от центра масс до оси подвеса частота колебаний максимальна, если силами трения можно пренебречь.

Ответ: $l = 10$ см.

9. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1,0$ нФ и соленоид индуктивностью $L = 10$ мкГн с числом витков $N = 50$. Максимальное напряжение на конденсаторе $U_m = 5,0$ В. Определить максимальное значение магнитного потока Φ_m через один виток соленоида.

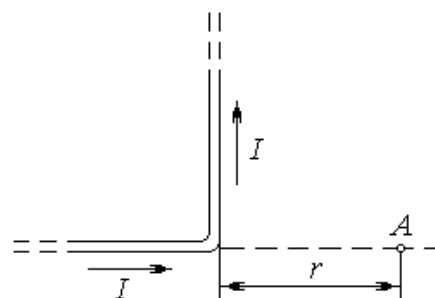
Ответ: $\Phi_m = 0,10$ мкВб.

10. В случае эффекта Холла для натриевого проводника при плотности тока $j = 150$ А/см² и магнитной индукции $B = 2$ Тл напряженность поперечного электрического поля $E = 750$ мкВ/м. Определите концентрацию n электронов проводимости, а также ее отношение к концентрации n_0 атомов в этом проводнике. Плотность натрия $\rho = 970$ кг/м³.

Вариант №3

1. Бесконечно длинный прямой провод согнут под прямым углом. По проводнику течет ток силой $I = 20$ А. Какова индукция магнитного поля B в точке A (рис.), если $r = 5$ см?

2. По квадратной рамке, сделанной из одного витка проволоки длиной $l = 1$ м, течет ток $I = 10$ А. Рассчитать напряженность H магнитного поля в центре рамки.



Ответ: $H = 36$ А/м.

3. Электрон со скоростью $v = 1$ Мм/с влетает в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению силовых линий и начинает двигаться по винтовой линии. Напряженность магнитного поля $H = 1,5$ кА/м. Определить а) шаг h винтовой линии; б) радиус R ее витка.

Ответ: $h = 9,5$ мм; $R = 2,6$ мм.

4. Напряженность магнитного поля в соленоиде $H = 1,5$ кА/м. Длина соленоида $l = 0,40$ м, диаметр $D = 5,0$ см. Определить разность потенциалов U на концах обмотки соленоида. Если для нее используется алюминиевый провод ($\rho = 26$ нОм·м) с диаметром $d = 1$ мм.

Ответ: $U = 3,1$ В.

5. Квадратный контур со стороной $l = 20$ см и током $I = 10$ А ориентирован в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,20$ Тл так, что его магнитный момент совпадает с направлением поля. Какую работу A необходимо совершить, чтобы повернуть контур на угол $\alpha = 180^\circ$ вокруг оси, перпендикулярной направлению магнитного поля? Ток в рамке поддерживается постоянным.

Ответ: $A = 0,16$ Дж.

6. Выполненное из алюминиевого провода ($\rho = 26$ нОм·м) кольцо расположено в переменном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Диаметр кольца $D = 30$ см, диаметр провода $D_1 = 2$ мм. Определить скорость dB/dt изменения магнитной индукции, если по кольцу течет ток $I = 1$ А.

Ответ: $dB/dt = 0,11$ Тл/с.

7. На катушку длиной $l = 0,50$ м, диаметром $D = 5$ см и числом витков $N = 1500$ плотно надето кольцо из медной проволоки ($\rho = 16$ нОм·м) сечением $S = 3$ мм². Ток в катушке равномерно возрастает со скоростью $dI/dt = 0,20$ А/с. Определить силу тока I_k в кольце.

Ответ: $I_k = 1,8$ мА.

8. Электромагнитный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1,2$ нФ и соленоид индуктивностью $L = 6$ мкГн. К контуру подводится средняя мощность $w = 0,20$ мВт для поддержания в нем незатухающих колебаний с амплитудой напряжения на конденсаторе $U_m = 2$ В. Определите добротность Q контура, считая затухания достаточно малыми.

Ответ: $Q = 141$.

9. Груз массой $m = 100$ г падает с высоты $h = 10$ см на чашку весов, подвешенную на пружине жесткостью $k = 600$ Н/м, и прилипает ко дну чашки. В результате падения груза чашка начинает совершать колебания. Определить их амплитуду A . Массы чашки и пружины пренебрежимо малы.

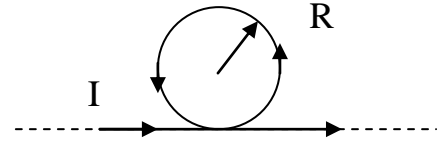
Ответ: $A = 18$ мм.

10. Определите постоянную Холла R_H для натрия, если для него отношение концентрации электронов проводимости к концентрации атомов составляет $n/n_0 = 0,984$. Плотность натрия $\rho = 970$ кг/м³.

Вариант №4

1. Бесконечно длинный прямой провод согнут под прямым углом. По проводу течет ток силой $I = 100$ А. Вычислите магнитную индукцию B в точках, лежащих на биссектрисе угла и удаленных от вершины угла на расстояние $a = 100$ см.

2. Бесконечный провод образует виток, касательный к проводу. По проводу идет ток $I = 5$ А. Найти радиус витка, при котором напряженность магнитного поля в центре витка $H = 41$ А/м.



3. Параллельно прямому длинному проводу на расстоянии $a = 4$ мм от него движется электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 300$ В. Какая сила действует на электрон. Если по проводнику течет ток $I = 5$ А.

Ответ: $F = 4,1 \cdot 10^{-16}$ Н.

4. Два параллельных бесконечных прямых проводника с одинаковыми токами, текущими в одном направлении, расположены на расстоянии a . Чтобы их раздвинуть до расстояния $2a$, на каждый сантиметр длины проводников затрачивается энергия $W = 138$ нДж. Определить силу тока в проводниках.

Ответ: $I = 10$ А.

5. Квадратная рамка со стороной $a = 10$ см расположена в одной плоскости с прямым бесконечным проводником с током $I = 20$ А. Две стороны рамки параллельны прямому проводнику, и ближайшая к нему сторона находится на расстоянии $b = 5$ см. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий рамку.

Ответ: $\Phi = 0,44$ мкВб.

6. В магнитное поле, индукция которого равномерно изменяется со скоростью $dB/dt = 1$ мТл/с, помещена катушка диаметром $D = 2$ см. Катушка имеет однослойную обмотку плотно прилегающих друг к другу $N = 500$ витков алюминиевого провода ($\rho = 26$ нОм·м) сечением $S = 1$ мм², и ее ось параллельна линиям индукции. Концы катушки замкнуты накоротко. Определить тепловую мощность w , выделяющуюся в катушке.

Ответ: $w = 30$ нВт.

7. Квадратная рамка, изготовленная из медного провода ($\rho = 16$ нОм·м) с площадью поперечного сечения $S = 1$ мм², помещена в магнитное поле с индукцией $B = 0,10$ Тл так, что ее плоскость перпендикулярна линиям магнитной индукции. Какой заряд q пройдет по рамке при исчезновении поля, если площадь рамки $S = 25$ см².

Ответ: $q = 78$ мКл.

8. Доска с лежащим на ней бруском совершает горизонтальные гармонические колебания с амплитудой $A = 10$ см. Определить коэффициент трения μ между доской и бруском. Если брусок начинает скользить по доске, когда ее период колебаний становится меньше $T = 1$ с.

Ответ: $\mu = 0,40$.

9. При совершении осциллятором двух последовательных колебаний амплитуда уменьшилась на 60 %. Определить коэффициент затухания β и частоту ν_0 собственных колебаний осциллятора. Если период колебаний $T = 0,5$ с.

Ответ: $\beta = 1,8$ с⁻¹; $\nu_0 = 2$ Гц.

10. Определите во сколько раз постоянная Холла у меди больше, чем у алюминия, если известно, что в алюминии на один атом в среднем приходится два свободных электрона, а в меди – 0,8 свободных электронов.

Вариант №5

1. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом $\beta = 120^\circ$, течет ток силой $I = 50$ А. Найдите магнитную индукцию B в точках, лежащих на биссектрисе угла и удаленных от вершины угла на расстояние $a = 5$ см.
2. Тонкий провод (с изоляцией) образует плоскую спираль из $N = 100$ плотно прилегающих витков, по которым течет ток $I = 8$ мА. Радиус внутреннего витка $a = 50$ мм, радиус внешнего витка $b = 100$ мм. Определить индукцию B магнитного поля в центре спирали.
Ответ: $B = 7$ мкТл .
3. В соленоиде малого диаметра длиной $L = 30$ см течет ток $I = 5$ А. При каком числе витков N объемная плотность энергии магнитного поля в соленоиде равна $w = 1,75$ Дж/м³?
Ответ: $N = 100$.
4. Квадратный и круговой контуры имеют одинаковый периметр $l = 20$ см, и по ним идет одинаковый ток $I = 2$ А. Контур помещены в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,10$ Тл, и плоскость каждого контура составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с направлением поля. Определить вращательные моменты $M_{\text{кв}}$ и $M_{\text{кр}}$, действующие на каждый из контуров.
Ответ: $M_{\text{кв}} = 3,5 \cdot 10^{-4}$ Н·м и $M_{\text{кр}} = 4,5 \cdot 10^{-4}$ Н·м.
5. Ускоренный разностью потенциалов $U = 6$ кВ электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 13$ мТл под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению силовых линий и начинает двигаться по винтовой линии. Найти радиус R и шаг h винтовой линии.
Ответ: $R = 1$ см и $h = 11$ см.
6. Квадратная рамка со стороной $a = 50$ см помещена в однородное магнитное поле так, что нормаль к рамке составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с направлением силовых линий. Магнитное поле меняется по закону $B = B_0 \cos \omega t$, где $B_0 = 0,10$ Тл, $\omega = 4$ с⁻¹. Определить ЭДС ε индукции, возникающей в рамке в момент времени $t = 5$ с.
Ответ: $\varepsilon = 64$ мВ.
7. Плотность витков в катушке $n = 20$ см⁻¹. Определить объемную плотность энергии w магнитного поля в катушке при токе $I = 3$ А.
Ответ: $w = 23$ Дж/м³.
8. Лежащее на столе тело массы $M = 4$ кг укреплено на горизонтальной пружине жесткостью $k = 900$ Н/м. Пуля массы $m = 10$ г, летящая вдоль направления оси пружины со скоростью $v = 600$ м/с, попадает в тело и застревает в нем. Пренебрегая массой пружины и силами трения, определить амплитуду A и период колебаний T тела.
Ответ: $A = 10$ см, $T = 0,42$ с.
9. Электромагнитный контур состоит из соленоида индуктивностью $L = 0,20$ Гн и плоского конденсатора с площадью пластин $S = 155$ см² и расстоянием между пластинами $d = 1,5$ мм. Определите диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора, если контур настроен на длину волны $\lambda = 630$ м.
Ответ: $\varepsilon = 6,1$.
10. Через сечение медной пластинки толщиной $d = 0,200$ мм пропускается ток $I = 6,00$ А. Пластинка помещается в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1,00$ Тл, перпендикулярное ребру пластинки и направлению тока. Считая концентрацию электронов проводимости равной концентрации атомов, определите возникающую в пластинке поперечную (холловскую) разность потенциалов.

Вариант №6

1. По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток силой $I = 40$ А. Длина a стороны треугольника равна 30 см. Определите магнитную индукцию B в точке пересечения высот.
2. Определить напряженность H магнитного поля на оси кругового контура радиусом $R = 4$ см на расстоянии $a = 3$ см от его плоскости при токе в контуре $I = 2$ А.
Ответ: $H = 12,7$ А/м.
3. В центре кругового проволочного витка создается магнитное поле напряженностью H при разности потенциалов $U_1 = 20$ В на концах витка. Какую надо приложить разность потенциалов U_2 , чтобы получить такую же напряженность магнитного поля в центре витка, сделанного из той же проволоки, но вдвое большего радиуса?
Ответ: $U_2 = 80$ В.
4. В однородное магнитное поле влетают протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов. Найти отношение радиусов кривизны траектории движения протона (R_1) и электрона (R_2).
Ответ: $R_1/R_2 = 42,9$ В.
5. Плоскость кругового контура радиусом $R = 5$ см и током $I = 1$ А перпендикулярна направлению однородного магнитного поля напряженностью $H = 10$ кА/м. Какую работу A необходимо совершить, чтобы повернуть контур на 90° вокруг оси, лежащей в плоскости контура?
Ответ: $A = 99$ мкДж.
6. Катушка длиной $l = 10$ см и площадью поперечного сечения $S = 3$ см² содержит $N = 1000$ витков. Определить силу тока I в катушке через время $t = 10$ мс после подключения к ней источника ЭДС $\varepsilon = 12$ В, если электрическое сопротивление катушки пренебрежимо мало.
Ответ: $I = 32$ А.
7. Источник тока с ЭДС $\varepsilon = 12$ В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением соединен с дросселем и вольтметром. Индуктивность дросселя $L = 2$ Гн. Сопротивление вольтметра $R = 11$ Ом. Через какое время t после подключения источника тока вольтметр покажет напряжение $U = 6$ В?
Ответ: $t = 0,13$ с.
8. Центр масс физического маятника установлен над точкой подвеса. Возвращаясь к положению устойчивого равновесия, маятник проходит его с угловой скоростью $\omega = 8$ рад/с. Найти период T малых колебаний этого маятника.
Ответ: $T = 1,6$ с.
9. Электромагнитный контур состоит из плоского конденсатора и соленоида. Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1,5$ мм, площадь пластин $S = 100$ см². Длина соленоида $l = 5$ см, число витков $N = 500$, площадь поперечного сечения $S_1 = 1,5$ см². Определить частоту ω_0 собственных колебаний контура.
Ответ: $\omega_0 = 4,2 \cdot 10^6$ рад/с.
10. Металлическая труба имеет внутренний диаметр $d_1 = 24$ мм, наружный диаметр $d_2 = 30$ мм. По стенкам трубы параллельно ее продольной оси течет постоянный ток, плотность которого одинакова во всех точках сечения металла и равна $j = 4$ А/мм². Вычислите напряженность H магнитного поля на внешней и внутренней поверхностях трубы.

Вариант №7

1. По контуру в виде квадрата идет ток силой $I = 50$ А. Длина a стороны квадрата равна 20 см. Определите магнитную индукцию B в точке пересечения диагоналей.
2. В параллельных плоскостях на расстоянии $d = 5$ см друг от друга расположены два соосных круговых витка радиусом $R = 4$ см каждый. По виткам в одном направлении текут токи $I_1 = I_2 = 4$ А. Найти напряженность H магнитного поля в центре одного из витков.
Ответ: $H = 62,3$ А/м.
3. Соленоид длиной $L = 20$ см и диаметром $D = 5$ см изготовлен из витков медной проволоки ($\rho = 16$ нОм·м) диаметром $d = 0,5$ мм, уложенных вплотную друг к другу в один слой. Какую разность потенциалов U необходимо приложить к концам соленоида, чтобы получить напряженность магнитного поля $H = 1$ кА/м в его центре? Поле соленоида вблизи центра считать однородным.
Ответ: $U = 2,6$ В.
4. Плоскость однородного проводящего диска массой $m = 0,35$ кг перпендикулярна направлению магнитного поля с индукцией $B = 24$ мТл. Между центром диска и его краем с помощью скользящих контактов подается постоянное напряжение. Диск начинает вращаться, и через промежуток времени $t = 30$ с достигает частоты вращения $\nu = 5$ с⁻¹. Определить ток I , проходящий через диск.
Ответ: $I = 15$ А.
5. Найти кинетическую энергию W (в эВ) протона, движущегося по дуге окружности радиусом $R = 60$ см в магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл.
Ответ: $W = 18$ МэВ.
6. По длинному сверхпроводящему соленоиду течет ток $I_0 = 1,9$ А. Каким станет ток I в соленоиде, если соленоид растянуть на 5 %. Полный магнитный поток, пронизывающий соленоид, остается неизменным.
Ответ: $I = 2$ А.
7. Катушка из медного провода ($\rho = 16$ нОм·м) имеет длину $l = 20$ см, диаметр $D = 2$ см и содержит $N = 200$ витков. Площадь поперечного сечения провода $S = 1$ мм². Катушка подключена к источнику ЭДС. Через какое время t после отключения источника ЭДС и замыкания катушки накоротко ток в ее цепи уменьшится вдвое?
Ответ: $t = 0,27$ мс.
8. Шарик массой $m = 40$ г закреплен на середине горизонтально натянутой струны длиной $l = 1$ м. Найти период T малых вертикальных колебаний шарика. Натяжение струны считать постоянным и равным $F = 10$ Н. Влиянием силы тяжести пренебречь.
Ответ: $T = 0,20$ с.
9. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 10$ нФ, соленоид индуктивностью $L = 0,10$ Гн и сопротивление $R = 3$ Ом. В контуре поддерживаются незатухающие колебания с амплитудой напряжения на конденсаторе $U_m = 2$ В. Определить среднюю мощность w , потребляемую контуром.
Ответ: $w = 0,60$ мВт.
10. Внутри соленоида с числом витков $N = 200$ с никелевым сердечником ($\mu = 200$) напряженность однородного магнитного поля $H = 10$ кА/м. Площадь поперечного сечения $S = 10,0$ см². Определите: 1) магнитную индукцию B поля внутри соленоида; 2) потокосцепление Ψ .

Вариант №8

1. По тонкому проводу, изогнутому в виде прямоугольника, течет ток силой $I = 60$ А. Длины сторон прямоугольника равны $a = 30$ см и $b = 40$ см. Определите магнитную индукцию B в точке пересечения диагоналей.
2. Два бесконечных прямых параллельных проводника разделены расстоянием $d = 10$ см. По проводникам в противоположных направлениях текут токи $I_1 = I_2 = 5$ А. Найти величину напряженности магнитного поля H в точке, равноудаленной от обоих проводников на расстояние $a = 10$ см?

Ответ: $H = 8$ А/м.

3. Ускоренный разностью потенциалов $U = 6$ кВ, электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 13$ мТл под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению силовых линий и начинает двигаться по винтовой линии. Найти радиус R и шаг h винтовой линии.

Ответ: $R = 1$ см, $h = 11$ см.

4. Два параллельных бесконечных прямых проводника с одинаковыми токами, текущими в одном направлении, расположены на расстоянии a . Чтобы их раздвинуть до расстояния $2a$, на каждый сантиметр длины проводников затрачивается энергия $W = 138$ нДж. Определить силу тока в проводниках.

Ответ: $I = 10$ А.

5. Квадратная рамка со стороной $a = 10$ см расположена в одной плоскости с прямым бесконечным проводником с током $I = 20$ А. Две стороны рамки параллельны прямому проводнику, и ближайшая к нему сторона находится на расстоянии $b = 5$ см. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий рамку.

Ответ: $\Phi = 0,44$ мкВб.

6. Проводящий стержень длиной $l = 0,50$ м равномерно вращается в горизонтальной плоскости в однородном магнитном поле. Силовые линии поля направлены вертикально, магнитная индукция $B = 20$ мТл. Ось вращения параллельна силовым линиям и проходит через конец стержня. При какой частоте вращения ν на концах стержня возникнет разность потенциалов $U = 0,10$ В?

Ответ: $\nu = 6,4$ м⁻¹.

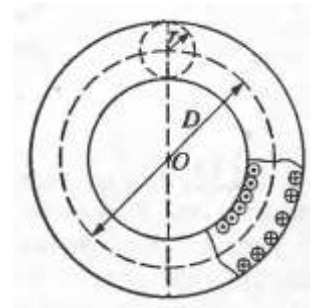
7. Ток I , идущий через катушку индуктивности $L = 21$ мГн, меняется со временем t по закону $I = I_m \sin \omega t$. Максимальное значение тока $I_m = 5$ А, его период $T = 20$ мс. Найти зависимости от времени ЭДС \mathcal{E} самоиндукции и энергии W магнитного поля катушки.

8. Доска с лежащим на ней бруском совершает горизонтальные гармонические колебания с амплитудой $A = 10$ см. Определить коэффициент трения μ между доской и бруском. Если брусок начинает скользить по доске, когда ее период колебаний становится меньше $T = 1$ с.

Ответ: $\mu = 0,40$.

9. Электрический осциллятор содержит конденсатор, соленоид с активным сопротивлением и генератор синусоидального напряжения постоянной амплитуды. При циклических частотах $\omega_1 = 400$ рад/с и $\omega_2 = 600$ рад/с установившаяся амплитуда силы тока в цепи одинакова. Определить резонансную частоту $\omega_{рез}$ тока.
Ответ: $\omega_{рез} = 490$ рад/с.

10. Диаметр тороида без сердечника по средней линии равен 30 см. В сечении тороид имеет круг радиусом $r = 5$ см. По обмотке тороида, содержащей $N = 2000$ витков, течет ток $I = 5,00$ А (рис.). Пользуясь законом полного тока, определите максимальное и минимальное значение магнитной индукции B в тороиде.



Вариант №9

1. Тонкий провод изогнут в виде правильного шестиугольника. Длина d стороны шестиугольника равна 10 см. Определите магнитную индукцию B в центре шестиугольника, если по проводу течет ток силой $I = 50$ А.
2. Равномерно заряженный тонкий диск радиуса $R = 50$ мм вращается вокруг своей оси с угловой скоростью $\omega = 70$ рад/с. Поверхностная плотность заряда $\sigma = 10$ мкКл/м². Определить величину магнитной индукции B в центре диска и величину магнитного момента p_m диска.
Ответ: $B = 22$ пТл; $p_m = 3,4 \cdot 10^{-9}$ А·м².
3. По квадратной рамке, сделанной из одного витка проволоки длиной $l = 1$ м, течет ток $I = 10$ А. Рассчитать напряженность H магнитного поля в центре рамки.
Ответ: $H = 36$ А/м.
4. В магнитном поле с индукцией $B = 0,3$ Тл по окружности радиуса $R = 4$ см движется заряженная частица со скоростью $v = 1$ Мм/с. Найти заряд частицы q , если известно, что ее энергия $W = 12$ кэВ.
Ответ: $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл.
5. Провод в форме квадрата со стороной $a = 0,50$ м и током $I_1 = 1$ А расположен в одной плоскости с бесконечным прямым проводником с током $I = 5$ А. Две стороны квадрата параллельны прямому проводнику, и ближайшая к нему сторона находится на расстоянии $b = 10$ см от проводника. Определите силу F , действующую на контур.
Ответ: $F = 4,2$ мкН.
6. Соленоид из медного провода ($\rho = 16$ нОм·м) имеет длину $l = 25$ см и сопротивление $R = 0,20$ Ом. Площадь поперечного сечения провода $S = 1$ мм². Определить индуктивность L соленоида.
Ответ: $L = 63$ мГн.
7. Катушка из медного провода ($\rho = 16$ нОм·м) имеет длину $l = 20$ см, диаметр $D = 2$ см и содержит $N = 200$ витков. Площадь поперечного сечения провода $S = 1$ мм². Катушка подключена к источнику ЭДС. Через какое время t после отключения источника ЭДС и замыкания катушки накоротко ток в ее цепи уменьшится вдвое?
Ответ: $t = 0,27$ мс.
8. Центр масс физического маятника установлен над точкой подвеса. Возвращаясь к положению устойчивого равновесия, маятник проходит его с угловой скоростью $\omega = 8$ рад/с. Найти период T малых колебаний этого маятника.
Ответ: $T = 1,6$ с.
9. Электромагнитный контур состоит из плоского конденсатора и соленоида. Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1,5$ мм, площадь пластин $S = 100$ см². Длина соленоида $l = 5$ см, число витков $N = 500$, площадь поперечного сечения $S_1 = 1,5$ см². Определить частоту ω_0 собственных колебаний контура.
Ответ: $\omega_0 = 4,2 \cdot 10^6$ рад/с.
10. Тороид квадратного сечения содержит $N = 100$ витков. Наружный диаметр D тороида равен 40 см, внутренний – $d = 20$ см. Найдите магнитный поток в тороиде, если сила тока I , протекающего по обмотке, равна 10 А.
Указание. Учсть, что магнитное поле тороида неоднородно.

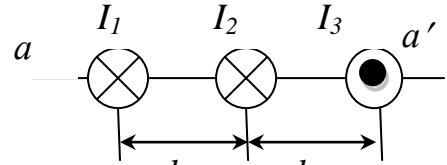
Вариант №10

1. Круговой виток радиусом $R = 15$ см расположен относительно бесконечно длинного провода так, что его плоскость параллельна проводу. Перпендикуляр, восстановленный на провод из центра витка, является нормалью к плоскости витка. Сила тока в проводе $I_1 = 1$ А, сила тока в витке $I_2 = 5$ А. Расстояние от центра витка до провода $d = 20$ см. Определите магнитную индукцию B в центре витка.
2. В параллельных плоскостях на расстоянии $d = 5$ см друг от друга расположены два соосных круговых витка радиусом $R = 4$ см каждый. По виткам в одном направлении текут токи $I_1 = I_2 = 4$ А. Найти напряженность H магнитного поля в центре одного из витков.
Ответ: $H = 62,3$ А/м.
3. Соленоид длиной $L = 20$ см и диаметром $D = 5$ см изготовлен из витков медной проволоки ($\rho = 16$ нОм·м) диаметром $d = 0,5$ мм, уложенных вплотную друг к другу в один слой. Какую разность потенциалов U необходимо приложить к концам соленоида, чтобы получить напряженность магнитного поля $H = 1$ кА/м в его центре? Поле соленоида вблизи центра считать однородным.
Ответ: $U = 2,6$ В.
4. Электрон со скоростью $v = 1$ Мм/с влетает в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению силовых линий и начинает двигаться по винтовой линии. Напряженность магнитного поля $H = 1,5$ кА/м. Определить а) шаг h винтовой линии; б) радиус R ее витка.
Ответ: $h = 9,5$ мм; $R = 2,6$ мм.
5. Плоскость кругового контура радиусом $R = 5$ см и током $I = 1$ А перпендикулярна направлению однородного магнитного поля напряженностью $H = 10$ кА/м. Какую работу A необходимо совершить, чтобы повернуть контур на 90° вокруг оси, лежащей в плоскости контура?
Ответ: $A = 99$ мкДж.
6. Сопротивление $R_1 = 15$ Ом и катушка индуктивностью $L = 1,5$ Гн, обладающая сопротивлением $R_2 = 150$ Ом, соединены параллельно и подключены к источнику ЭДС $\varepsilon = 60$ В с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением. Определить напряжение U на зажимах катушки через время $t = 0,10$ с после отключения источника ЭДС.
Ответ: $U = 0,1$ мВ.
7. Квадратная рамка, изготовленная из медного провода ($\rho = 16$ нОм·м) с площадью поперечного сечения $S_{np} = 1$ мм², помещена в магнитное поле с индукцией $B = 0,10$ Тл так, что ее плоскость перпендикулярна линиям магнитной индукции. Какой заряд q пройдет по рамке при исчезновении поля, если площадь рамки $S = 25$ см².
Ответ: $q = 78$ мКл.
8. Механический осциллятор совершает гармонические колебания вдоль оси Ox . Его полная энергия $W = 10$ мкДж, максимальная сила $F_m = 0,5$ мН, период колебаний $T = 4$ с, начальная фаза $\varphi = \pi/6$. Написать уравнение колебаний осциллятора.
9. Электромагнитный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1,2$ нФ и соленоид индуктивностью $L = 6$ мкГн. К контуру подводится средняя мощность $w = 0,20$ мВт для поддержания в нем незатухающих колебаний с амплитудой напряжения на конденсаторе $U_m = 2$ В. Определите добротность Q контура, считая затухания достаточно малыми.
Ответ: $Q = 141$.
10. Сколько витков провода нужно намотать на стальной сердечник площадью поперечного сечения $S = 25$ см², чтобы в этой обмотке при изменении магнитного поля от $B_1 = 0$ до $B_2 = 1,00$ Тл в течение времени $t = 5$ мс индуцировалась ЭДС, равная $\mathcal{E}_i = 50,0$ В?

Вариант №11

1. Два круговых витка радиусом $R = 4$ см каждый, расположены в параллельных плоскостях на расстоянии $d = 5$ см друг от друга. По виткам текут токи $I_1 = I_2 = 4$ А. Найдите индукцию магнитного поля B в центре одного из них, если токи в витках текут: 1) в одном направлении; 2) в противоположных направлениях.

2. Сечение системы трех прямых параллельных бесконечных проводов с токами $I_1 = I_2 = I$ и $I_3 = 2I$ изображено на рисунке. Расстояние между соседними проводами $l = 5$ см. С какой стороны и на каком расстоянии x от тока I_1 на прямой aa' напряженность магнитного поля равна нулю?



3. Силовые линии однородного электрического и магнитного полей с напряженностями $E = 1$ кВ/м и $H = 8$ кА/м направлены в одну сторону. Определить ускорение a электрона в тот момент, когда он движется со скоростью $v = 0,1$ Мм/с перпендикулярно силовым линиям обоих полей.

Ответ: $a = 2,5 \cdot 10^{14}$ м/с².

4. Под горизонтально расположенным прямым проводником с током $I_1 = 10$ А находится параллельный ему прямой алюминиевый провод с током $I_2 = 1,5$ А. При какой площади поперечного сечения S алюминиевого провода он удерживается незакрепленным? Плотность алюминия $\rho = 2,7$ г/см³.

Ответ: $S = 7,6 \cdot 10^{-9}$ м².

5. Если предположить, что электрон в атоме водорода движется по круговой орбите, то радиус этой орбиты $R = 52,8$ пм. Найти магнитную индукцию B , создаваемую электроном в центре его круговой орбиты.

Ответ: $B = 12,6 \cdot 10^{-14}$ Тл.

6. На катушку длиной $l = 0,50$ м, диаметром $D = 5$ см и числом витков $N = 1500$ плотно надето кольцо из медной проволоки ($\rho = 16$ нОм·м) сечением $S = 3$ мм². Ток в катушке равномерно возрастает со скоростью $dI/dt = 0,20$ А/с. Определить силу тока I_k в кольце.

Ответ: $I_k = 1,8$ мА.

7. Катушка длиной $l = 40$ см с поперечным сечением $S = 50$ см² состоит из одного ряда плотно прилегающих друг к другу витков провода диаметром $d = 0,50$ мм. Напряжение на зажимах катушки $U = 10$ В. Определить силу тока I в катушке, если за время $t = 0,50$ мс в проводе выделяется количество теплоты, равное энергии магнитного поля катушки. Поле внутри катушки считать однородным.

Ответ: $I = 1$ А.

8. Лежащее на столе тело массы $M = 4$ кг укреплено на горизонтальной пружине жесткостью $k = 900$ Н/м. Пуля массы $m = 10$ г, летящая вдоль направления оси пружины со скоростью $v = 600$ м/с, попадает в тело и застревает в нем. Пренебрегая массой пружины и силами трения, определить амплитуду A и период колебаний T тела.

Ответ: $A = 10$ см, $T = 0,42$ с.

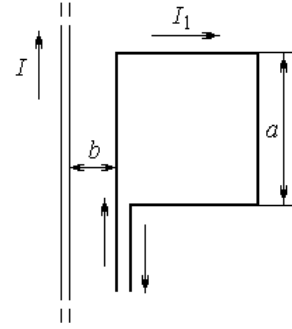
9. При совершении осциллятором двух последовательных колебаний амплитуда уменьшилась на 60 %. Определить коэффициент затухания β и частоту ν_0 собственных колебаний осциллятора. Если период колебаний $T = 0,5$ с.

Ответ: $\beta = 1,8$ с⁻¹; $\nu_0 = 2$ Гц.

10. В однородном магнитном поле ($B = 0,200$ Тл) равномерно вращается прямоугольная рамка, содержащая $N = 200$ витков. Площадь рамки $S = 100$ см². Определите частоту n вращения рамки, если максимальная ЭДС, индуцируемая в ней, $\mathcal{E}_{i_{\max}} = 12,6$ В.

Вариант №12

1. Контур из провода, изогнутого в форме квадрата (рис.) со стороной $a = 0,5$ м, расположен в одной плоскости с бесконечным прямолинейным проводом с током $I = 5$ А так, что две его стороны параллельны проводу. Сила тока в контуре $I_1 = 1$ А. Определите силу F , действующую на контур, если ближайшая к проводу сторона контура находится на расстоянии $b = 10$ см. Направления токов указаны на рисунке.



2. В параллельных плоскостях на расстоянии $d = 5$ см друг от друга расположены два соосных круговых витка радиусом $R = 4$ см каждый. По виткам в противоположных направлениях текут токи $I_1 = I_2 = 4$ А. Найти напряженность H магнитного поля в центре одного из витков.
 Ответ: $H = 37,7$ А/м.

3. В центре кругового проволочного витка создается магнитное поле напряженностью H при разности потенциалов $U_1 = 20$ В на концах витка. Какую надо приложить разность потенциалов U_2 , чтобы получить такую же напряженность магнитного поля в центре витка, сделанного из той же проволоки, но вдвое большего радиуса?
 Ответ: $U_2 = 80$ В.

4. В однородное магнитное поле влетают протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов. Найти отношение радиусов кривизны траектории движения протона (R_1) и электрона (R_2).
 Ответ: $R_1/R_2 = 42,9$ В.

5. Квадратный контур со стороной $l = 20$ см и током $I = 10$ А ориентирован в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,20$ Тл так, что его магнитный момент совпадает с направлением поля. Какую работу A необходимо совершить, чтобы повернуть контур на угол $\alpha = 180^\circ$ вокруг оси, перпендикулярной направлению магнитного поля? Ток в рамке поддерживается постоянным.
 Ответ: $A = 0,16$ Дж.

6. Плоский замкнутый контур площадью $S = 100$ см² и сопротивлением $R = 5$ Ом расположен в однородном магнитном поле напряженностью $H = 10$ кА/м перпендикулярно силовым линиям. При повороте контура на угол α вокруг оси, лежащей в плоскости витка, отсчет баллистического гальванометра, подключенного к контуру, составил $Q = 12,5$ мкКл. Определить угол поворота α .
 Ответ: $\alpha = 60^\circ$.

7. В магнитное поле, индукция которого равномерно изменяется со скоростью $dB/dt = 1$ мТл/с, помещена катушка диаметром $D = 2$ см. Катушка имеет однослойную обмотку плотно прилегающих друг к другу $N = 500$ витков алюминиевого провода ($\rho = 26$ нОм·м) сечением $S = 1$ мм², и ее ось параллельна линиям индукции. Концы катушки замкнуты накоротко. Определить тепловую мощность w , выделяющуюся в катушке.
 Ответ: $w = 30$ нВт.

8. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1,0$ нФ и соленоид индуктивностью $L = 10$ мкГн с числом витков $N = 50$. Максимальное напряжение на конденсаторе $U_m = 5,0$ В. Определить максимальное значение магнитного потока Φ_m через один виток соленоида.
 Ответ: $\Phi_m = 0,10$ мкВб.

9. Груз массой $m = 100$ г падает с высоты $h = 10$ см на чашку весов, подвешенную на пружине жесткостью $k = 600$ Н/м, и прилипает ко дну чашки. В результате падения груза чашка начинает совершать колебания. Определить их амплитуду A . Массы чашки и пружины пренебрежимо малы.
 Ответ: $A = 18$ мм.

10. Магнитный поток через замкнутый проводник сопротивлением $R = 500$ мОм равномерно увеличивается с $\Phi_1 = 200$ мкВб до $\Phi_2 = 1000$ мкВб. Какой заряд q прошел через поперечное сечение проводника?

Вариант №13

1. Прямоугольная рамка со сторонами $a = 40$ см и $b = 30$ см расположена в одной плоскости с бесконечным прямолинейным проводом с током $I = 6$ А так, что длинные стороны рамки параллельны проводу. Сила тока в рамке $I_1 = 1$ А. Определите силы, действующие на каждую из сторон рамки, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии $c = 10$ см, а ток в ней сонаправлен току I .
2. Определить напряженность H магнитного поля на оси кругового контура радиусом $R = 4$ см на расстоянии $a = 3$ см от его плоскости при токе в контуре $I = 2$ А .
Ответ: $H = 12,7$ А/м.
3. В соленоиде малого диаметра длиной $L = 30$ см течет ток $I = 5$ А. При каком числе витков N объемная плотность энергии магнитного поля в соленоиде равна $w = 1,75$ Дж/м³?
Ответ: $N = 100$.
4. Квадратный и круговой контуры имеют одинаковый периметр $l = 20$ см, и по ним идет одинаковый ток $I = 2$ А. Контур помещены в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,10$ Тл, и плоскость каждого контура составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с направлением поля. Определить вращательные моменты $M_{\text{кв}}$ и $M_{\text{кр}}$, действующие на каждый из контуров.
Ответ: $M_{\text{кв}} = 3,5 \cdot 10^{-4}$ Н·м и $M_{\text{кр}} = 4,5 \cdot 10^{-4}$ Н·м.
5. Найти кинетическую энергию W (в эВ) протона, движущегося по дуге окружности радиусом $R = 60$ см в магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл.
Ответ: $W = 18$ МэВ.
6. Плотность витков в катушке $n = 20$ см⁻¹. Определить объемную плотность энергии w магнитного поля в катушке при токе $I = 3$ А.
Ответ: $w = 23$ Дж/м³.
7. Состоящая из $N = 200$ витков катушка равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Ось вращения перпендикулярна к оси катушки и направлению линий магнитной индукции. Найти максимальную ЭДС индукции ε_m в катушке, если период ее обращения $T = 0,20$ с и площадь поперечного сечения $S = 4$ см².
Ответ: $\varepsilon_m = 0,25$ В.
8. Однородный стержень длиной $L = 35$ см, закрепленный перпендикулярно горизонтальной оси, совершает малые колебания под действием силы тяжести. Определить, при каком расстоянии l от центра масс до оси подвеса частота колебаний максимальна, если силами трения можно пренебречь.
Ответ: $l = 10$ см.
9. Электромагнитный контур состоит из соленоида индуктивностью $L = 0,20$ Гн и плоского конденсатора с площадью пластин $S = 155$ см² и расстоянием между пластинами $d = 1,5$ мм. Определите диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора, если контур настроен на длину волны $\lambda = 630$ м. Ответ: $\varepsilon = 6,1$.
10. Катушка сопротивлением $R = 100$ Ом и площадью сечения $S = 5$ см², состоящая из $N = 1000$ витков, внесена в однородное магнитное поле. В течение некоторого времени индукция магнитного поля уменьшилась от $B_1 = 800$ мТл до $B_2 = 300$ мТл. Какой заряд q индуцирован в проводнике за это время?

Вариант №14

1. По соленоиду длиной $l = 2$ м, имеющему $N = 1000$ витков, течет ток $I = 2$ А. В центре соленоида находится виток радиусом $R = 2$ см, по которому течет ток $I_1 = 0,2$ А. Плоскость витка параллельна линиям индукции магнитного поля B . Найдите направления и величины сил F , действующих на контур.
2. В параллельных плоскостях на расстоянии $d = 5$ см друг от друга расположены два соосных круговых витка радиусом $R = 4$ см каждый. По виткам в противоположных направлениях текут токи $I_1 = I_2 = 4$ А. Найти напряженность H магнитного поля в центре одного из витков.

Ответ: $H = 37,7$ А/м.

3. Плоскость однородного проводящего диска массой $m = 0,35$ кг перпендикулярна направлению магнитного поля с индукцией $B = 24$ мТл. Между центром диска и его краем с помощью скользящих контактов подается постоянное напряжение. Диск начинает вращаться, и через промежуток времени $t = 30$ с достигает частоты вращения $\nu = 5$ с⁻¹. Определить ток I , проходящий через диск.

Ответ: $I = 15$ А.

4. Параллельно прямому длинному проводу на расстоянии $a = 4$ мм от него движется электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 300$ В. Какая сила действует на электрон. Если по проводнику течет ток $I = 5$ А.

Ответ: $F = 4,1 \cdot 10^{-16}$ Н.

5. Напряженность магнитного поля в соленоиде $H = 1,5$ кА/м. Длина соленоида $l = 0,40$ м, диаметр $D = 5,0$ см. Определить разность потенциалов U на концах обмотки соленоида. Если для нее используется алюминиевый провод ($\rho = 26$ нОм·м) с диаметром $d = 1$ мм.

Ответ: $U = 3,1$ В.

6. Квадратная рамка со стороной $a = 50$ см помещена в однородное магнитное поле так, что нормаль к рамке составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с направлением силовых линий. Магнитное поле меняется по закону $B = B_0 \cos \omega t$, где $B_0 = 0,10$ Тл, $\omega = 4$ с⁻¹. Определить ЭДС ε индукции, возникающей в рамке в момент времени $t = 5$ с.

Ответ: $\varepsilon = 64$ мВ.

7. Выполненное из алюминиевого провода ($\rho = 26$ нОм·м) кольцо расположено в переменном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Диаметр кольца $D = 30$ см, диаметр провода $D_1 = 2$ мм. Определить скорость dB/dt изменения магнитной индукции, если по кольцу течет ток $I = 1$ А.

Ответ: $dB/dt = 0,11$ Тл/с.

8. Шарик массой $m = 40$ г закреплен на середине горизонтально натянутой струны длиной $l = 1$ м. Найти период T малых вертикальных колебаний шарика. Натяжение струны считать постоянным и равным $F = 10$ Н. Влиянием силы тяжести пренебречь.

Ответ: $T = 0,20$ с.

9. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 10$ нФ, соленоид индуктивностью $L = 0,10$ Гн и сопротивление $R = 3$ Ом. В контуре поддерживаются незатухающие колебания с амплитудой напряжения на конденсаторе $U_m = 2$ В. Определить среднюю мощность w , потребляемую контуром.

Ответ: $w = 0,60$ мВт.

10. В одной плоскости с очень длинным прямым проводом, по которому течет ток силой $I = 50$ А, лежит прямоугольный проволочный виток с длинами сторон $a = 10$ см и $b = 20$ см. Длинные стороны прямоугольника параллельны проводу. Ближайшая к проводу сторона прямоугольника находится на расстоянии $l = 5,00$ см от провода. Какой электрический заряд q протечет по витку, если его сдвинуть на $x = 10$ см в направлении, перпендикулярном проводу, в сторону удаления от него? Сопротивление витка равно $R = 0,1$ Ом.

Вариант №15

1. По длинному проводу сверху вниз течет ток $I = 2,00$ А. Перпендикулярно проводу расположен проводник длиной $l = 10$ см и током $I_1 = 0,5$ А (рис.). Расстояние от середины проводника до провода $d = 5$ см. Найдите величины и направления сил F , действующих на проводник со стороны магнитного поля провода с током.
2. Бесконечный провод образует виток, касательный к проводу. По проводу идет ток $I = 5$ А. Найти радиус витка, при котором напряженность магнитного поля в центре витка $H = 41$ А/м.
3. В однородное магнитное поле влетают протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов. Найти отношение радиусов кривизны траектории движения протона (R_1) и электрона (R_2). Ответ: $R_1/R_2 = 42,9$ В.
4. На тонком кольце массы $m = 10$ г и радиуса $R = 8$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. кольцо вращается с частотой $\nu = 15$ с⁻¹ относительно оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно его плоскости. Определите а) магнитный момент p_m кругового тока, создаваемого кольцом; б) отношение p_m/L магнитного момента к моменту импульса кольца.

Ответ: $p_m = 1,5$ нА·м²; $p_m/L = 0,25$ мкКл/кг.
5. Плоскость кругового контура радиусом $R = 5$ см и током $I = 1$ А перпендикулярна направлению однородного магнитного поля напряженностью $H = 10$ кА/м. Какую работу A необходимо совершить, чтобы повернуть контур на 90° вокруг оси, лежащей в плоскости контура?

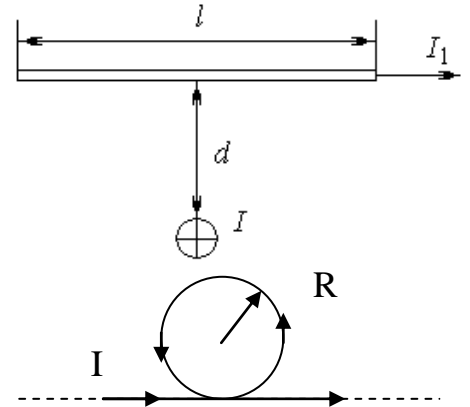
Ответ: $A = 99$ мкДж.
6. По длинному сверхпроводящему соленоиду течет ток $I_0 = 1,9$ А. Каким станет ток I в соленоиде, если соленоид растянуть на 5 %. Полный магнитный поток, пронизывающий соленоид, остается неизменным.

Ответ: $I = 2$ А.
7. Источник тока с ЭДС $\varepsilon = 12$ В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением соединен с дросселем и вольтметром. Индуктивность дросселя $L = 2$ Гн. Сопротивление вольтметра $R = 11$ Ом. Через какое время t после подключения источника тока вольтметр покажет напряжение $U = 6$ В?

Ответ: $t = 0,13$ с.
8. Доска с лежащим на ней бруском совершает горизонтальные гармонические колебания с амплитудой $A = 10$ см. Определить коэффициент трения μ между доской и бруском. Если брусок начинает скользить по доске, когда ее период колебаний становится меньше $T = 1$ с.

Ответ: $\mu = 0,40$.
9. Электромагнитный контур состоит из соленоида индуктивностью $L = 0,20$ Гн и плоского конденсатора с площадью пластин $S = 155$ см² и расстоянием между пластинами $d = 1,5$ мм. Определите диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора, если контур настроен на длину волны $\lambda = 630$ м.

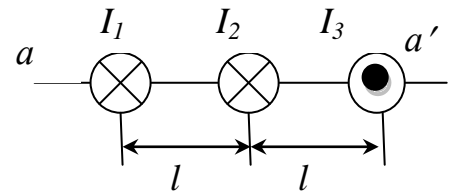
Ответ: $\varepsilon = 6,1$.
10. По кольцу, сделанному из тонкого гибкого провода радиусом $R = 10$ см, течет ток $I = 100$ А. Перпендикулярно плоскости кольца возбуждено магнитное поле с индукцией $B = 100$ мТл, по направлению совпадающей с индукцией B_1 собственного магнитного поля кольца. Определите работу A внешних сил, которые, действуя на провод, деформировали его и придали ему форму квадрата. Сила тока при этом поддерживалась неизменной. Работой против упругих сил пренебречь.



Вариант №16

1. Прямоугольная рамка со сторонами $a = 40$ см и $b = 30$ см расположена в одной плоскости с бесконечным прямолинейным проводом с током $I = 6$ А так, что длинные стороны рамки параллельны проводу. Сила тока в рамке $I_1 = 1$ А. Определите силы, действующие на каждую из сторон рамки, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии $c = 10$ см, а ток в ней сонаправлен току I .

2. Сечение системы трех прямых параллельных бесконечных проводов с токами $I_1 = I_2 = I$ и $I_3 = 2I$ изображено на рисунке. Расстояние между соседними проводами $l = 5$ см. С какой стороны и на каком расстоянии x от тока I_1 на прямой aa' напряженность магнитного поля равна нулю?



3. В центре кругового проволочного витка создается магнитное поле напряженностью H при разности потенциалов $U_1 = 20$ В на концах витка. Какую надо приложить разность потенциалов U_2 , чтобы получить такую же напряженность магнитного поля в центре витка, сделанного из той же проволоки, но вдвое большего радиуса?

Ответ: $U_2 = 80$ В.

4. В магнитном поле с индукцией $B = 0,3$ Тл по окружности радиуса $R = 4$ см движется заряженная частица со скоростью $v = 1$ Мм/с. Найти заряд частицы q , если известно, что ее энергия $W = 12$ кэВ.

Ответ: $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл.

5. Под горизонтально расположенным прямым проводником с током $I_1 = 10$ А находится параллельный ему прямой алюминиевый провод с током $I_2 = 1,5$ А. При какой площади поперечного сечения S алюминиевого провода он удерживается незакрепленным? Плотность алюминия $\rho = 2,7$ г/см³.

Ответ: $S = 7,6 \cdot 10^{-9}$ м².

6. Катушка длиной $l = 10$ см и площадью поперечного сечения $S = 3$ см² содержит $N = 1000$ витков. Определить силу тока I в катушке через время $t = 10$ мс после подключения к ней источника ЭДС $\varepsilon = 12$ В, если электрическое сопротивление катушки пренебрежимо мало.

Ответ: $I = 32$ А.

7. Катушка индуктивностью $L = 0,20$ Гн и сопротивлением $R = 1,6$ Ом подключена к источнику напряжения. Во сколько раз n уменьшится ток в катушке спустя время $t = 50$ мс после отключения источника напряжения и замыкания катушки накоротко?

Ответ: $n = 1,5$.

8. Шарик массой $m = 40$ г закреплен на середине горизонтально натянутой струны длиной $l = 1$ м. Найти период T малых вертикальных колебаний шарика. Натяжение струны считать постоянным и равным $F = 10$ Н. Влиянием силы тяжести пренебречь.

Ответ: $T = 0,20$ с.

9. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1,0$ нФ и соленоид индуктивностью $L = 10$ мкГн с числом витков $N = 50$. Максимальное напряжение на конденсаторе $U_m = 5,0$ В. Определить максимальное значение магнитного потока Φ_m через один виток соленоида.

Ответ: $\Phi_m = 0,10$ мкВб.

10. Проволочное кольцо радиусом $r = 10$ см лежит на столе. Какой заряд q протечет по кольцу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Сопротивление кольца равно $R = 1,00$ Ом. Вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $B_v = 50,0$ мкТл.

Вариант №17

1. В соленоиде длиной $l = 40$ см и диаметром $D = 5$ см создается магнитное поле, индукция которого $B = 1,884 \cdot 10^{-3}$ Тл. Определите разность потенциалов U на концах обмотки, если для нее используется алюминиевая проволока диаметром $d = 1$ мм.
2. Определить напряженность H магнитного поля на оси кругового контура радиусом $R = 4$ см на расстоянии $a = 3$ см от его плоскости при токе в контуре $I = 2$ А.
Ответ: $H = 12,7$ А/м.
3. Силовые линии однородных электрического и магнитного полей с напряженностями $E = 1,0$ кВ/м и $H = 8,0$ кА/м направлены в одну сторону. Определить ускорение a электрона в тот момент, когда он движется со скоростью $v = 0,1$ Мм/с перпендикулярно силовым линиям обоих полей.
Ответ: $a = 2,5 \cdot 10^{14}$ м/с².
4. Два параллельных бесконечных прямых проводника с одинаковыми токами, текущими в одном направлении, расположены на расстоянии a . Чтобы их раздвинуть до расстояния $2a$, на каждый сантиметр длины проводников затрачивается энергия $W = 138$ нДж. Определить силу тока в проводниках.
Ответ: $I = 10$ А.
5. Квадратная рамка со стороной $a = 10$ см расположена в одной плоскости с прямым бесконечным проводником с током $I = 20$ А. Две стороны рамки параллельны прямому проводнику, и ближайшая к нему сторона находится на расстоянии $b = 5$ см. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий рамку.
Ответ: $\Phi = 0,44$ мкВб.
6. Плоский замкнутый контур площадью $S = 100$ см² и сопротивлением $R = 5$ Ом расположен в однородном магнитном поле напряженность $H = 10$ кА/м перпендикулярно силовым линиям. При повороте контура на угол α вокруг оси, лежащей в плоскости витка, отсчет баллистического гальванометра, подключенного к контуру, составил $Q = 12,5$ мкКл. Определить угол поворота α .
Ответ: $\alpha = 60^\circ$.
7. В однородное магнитное поле с индукцией $B = 20$ мТл поместили сверхпроводящее кольцо радиуса $r = 50$ см с индуктивностью $L = 1,5$ Гн. Плоскость кольца параллельна вектору магнитной индукции, и начальный ток в кольце отсутствует. Кольцо повернули на угол $\alpha = 90^\circ$ так, что его плоскость стала перпендикулярной силовым линиям. Определить ток I в кольце после поворота и совершенную при повороте работу A .
Ответ: $I = 8$ мкА; $A = 82$ мкДж.
8. Механический осциллятор совершает гармонические колебания вдоль оси Ox . Его полная энергия $W = 10$ мкДж, максимальная сила $F_m = 0,5$ мН, период колебаний $T = 4$ с, начальная фаза $\varphi = \pi/6$. Написать уравнение колебаний осциллятора.
9. Электромагнитный контур состоит из плоского конденсатора и соленоида. Расстояние между пластинами конденсатора $d = 1,5$ мм, площадь пластин $S = 100$ см². Длина соленоида $l = 5$ см, число витков $N = 500$, площадь поперечного сечения $S_1 = 1,5$ см². Определить частоту ω_0 собственных колебаний контура.
Ответ: $\omega_0 = 4,2 \cdot 10^6$ рад/с.
10. Реактивный самолет, имеющий размах крыльев $l = 20$ м, летит горизонтально со скоростью $v = 900$ км/ч. Определите разность потенциалов $\Delta\varphi$, возникающую между концами крыльев, если вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $B_v = 50$ мкТл.

Вариант №18

1. В параллельных плоскостях на расстоянии $d = 5$ см друг от друга расположены два соосных круговых витка радиусом $R = 4$ см каждый. По виткам в противоположных направлениях текут токи $I_1 = I_2 = 4$ А. Найти напряженность H магнитного поля в центре одного из витков.
Ответ: $H = 37,7$ А/м.
2. Соленоид длиной $L = 20$ см и диаметром $D = 5$ см изготовлен из витков медной проволоки ($\rho = 16$ нОм·м) диаметром $d = 0,5$ мм, уложенных вплотную друг к другу в один слой. Какую разность потенциалов U необходимо приложить к концам соленоида, чтобы получить напряженность магнитного поля $H = 1$ кА/м в его центре? Поле соленоида вблизи центра считать однородным.
Ответ: $U = 2,6$ В.
3. Плоскость однородного проводящего диска массой $m = 0,35$ кг перпендикулярна направлению магнитного поля с индукцией $B = 24$ мТл. Между центром диска и его краем с помощью скользящих контактов подается постоянное напряжение. Диск начинает вращаться, и через промежуток времени $t = 30$ с достигает частоты вращения $\nu = 5$ с⁻¹. Определить ток I , проходящий через диск.
Ответ: $I = 15$ А.
4. Найти кинетическую энергию W (в эВ) протона, движущегося по дуге окружности радиусом $R = 60$ см в магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл.
Ответ: $W = 18$ МэВ.
5. В однородное магнитное поле с индукцией $B = 20$ мТл поместили сверхпроводящее кольцо радиуса $r = 50$ см с индуктивностью $L = 1,5$ Гн. Плоскость кольца параллельна вектору магнитной индукции, и начальный ток в кольце отсутствует. Кольцо повернули на угол $\alpha = 90^\circ$ так, что его плоскость стала перпендикулярной силовым линиям. Определить ток I в кольце после поворота и совершенную при повороте работу A .
Ответ: $I = 8$ мкА; $A = 82$ мкДж .
6. Состоящая из $N = 200$ витков катушка равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Ось вращения перпендикулярна к оси катушки и направлению линий магнитной индукции. Найти максимальную ЭДС индукции ε_m в катушке, если период ее обращения $T = 0,20$ с и площадь поперечного сечения $S = 4$ см².
Ответ: $\varepsilon_m = 0,25$ В.
7. Лежащее на столе тело массы $M = 4$ кг укреплено на горизонтальной пружине жесткостью $k = 900$ Н/м. Пуля массы $m = 10$ г, летящая вдоль направления оси пружины со скоростью $v = 600$ м/с, попадает в тело и застревает в нем. Пренебрегая массой пружины и силами трения, определить амплитуду A и период колебаний T тела.
Ответ: $A = 10$ см, $T = 0,42$ с.
8. Электромагнитный контур состоит из соленоида индуктивностью $L = 0,20$ Гн и плоского конденсатора с площадью пластин $S = 155$ см² и расстоянием между пластинами $d = 1,5$ мм. Определите диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора, если контур настроен на длину волны $\lambda = 630$ м.
Ответ: $\varepsilon = 6,1$.
9. Проволочный виток в виде окружности радиусом $r = 15,0$ см вращается вокруг оси, совпадающей с диаметром витка. Угловая скорость вращения равна $\omega = 100$ рад/с. Виток сделан из алюминиевой проволоки диаметром $d = 2$ мм. Вращение витка происходит в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл. Силовые линии магнитного поля перпендикулярны оси вращения. Вычислите максимальную плотность j_{\max} индукционного тока в витке.

Вариант №19

1. Тонкий провод (с изоляцией) образует плоскую спираль из $N = 100$ плотно прилегающих витков, по которым течет ток $I = 8$ мА. Радиус внутреннего витка $a = 50$ мм, радиус внешнего витка $b = 100$ мм. Определить индукцию B магнитного поля в центре спирали.
Ответ: $B = 7$ мкТл .
2. Параллельно прямому длинному проводу на расстоянии $a = 4$ мм от него движется электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 300$ В. Какая сила действует на электрон. Если по проводнику течет ток $I = 5$ А.
Ответ: $F = 4,1 \cdot 10^{-16}$ Н.
3. Провод в форме квадрата со стороной $a = 0,50$ м и током $I_1 = 1,0$ А расположен в одной плоскости с бесконечным прямым проводником с током $I = 5,0$ А. Две стороны квадрата параллельны прямому проводнику, и ближайшая к нему сторона находится на расстоянии $b = 10$ см от проводника. Определить силу F , действующую на контур.
Ответ: $F = 4,2$ мкН.
4. Если предположить, что электрон в атоме водорода движется по круговой орбите, то радиус этой орбиты $R = 52,8$ пм. Найти магнитную индукцию B , создаваемую электроном в центре его круговой орбиты.
Ответ: $B = 12,6 \cdot 10^{-14}$ Тл.
5. Катушка длиной $l = 40$ см с поперечным сечением $S = 50$ см² состоит из одного ряда плотно прилегающих друг к другу витков провода диаметром $d = 0,50$ мм. Напряжение на зажимах катушки $U = 10$ В. Определить силу тока I в катушке, если за время $t = 0,50$ мс в проводе выделяется количество теплоты, равное энергии магнитного поля катушки. Поле внутри катушки считать однородным.
Ответ: $I = 1$ А .
6. Квадратная рамка, изготовленная из медного провода ($\rho = 16$ нОм·м) с площадью поперечного сечения $S_{np} = 1$ мм², помещена в магнитное поле с индукцией $B = 0,10$ Тл так, что ее плоскость перпендикулярна линиям магнитной индукции. Какой заряд q пройдет по рамке при исчезновении поля, если площадь рамки $S = 25$ см².
Ответ: $q = 78$ мКл .
7. Шарик массой $m = 40$ г закреплен на середине горизонтально натянутой струны длиной $l = 1$ м. Найти период T малых вертикальных колебаний шарика. Натяжение струны считать постоянным и равным $F = 10$ Н. Влиянием силы тяжести пренебречь.
Ответ: $T = 0,20$ с.
8. Электромагнитный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1,2$ нФ и соленоид индуктивностью $L = 6$ мкГн. К контуру подводится средняя мощность $w = 0,20$ мВт для поддержания в нем незатухающих колебаний с амплитудой напряжения на конденсаторе $U_m = 2$ В. Определите добротность Q контура, считая затухания достаточно малыми.
Ответ: $Q = 141$.
9. Прямоугольная рамка размерами $a = 30$ см и $b = 16$ см, сделанная из алюминиевой проволоки диаметром $d = 4$ мм, вращается вокруг оси, проходящей через середины длинных сторон, с частотой $n = 60$ с⁻¹. Рамка находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,750$ Тл, вектор которой перпендикулярен оси вращения. Вычислите максимальную силу индукционного тока I_{\max} в рамке и максимальную объемную плотность тепловой мощности w_{\max} , выделяющейся в материале рамки.

Вариант №20

1. Два бесконечных прямых параллельных проводника разделены расстоянием $d = 10$ см. По проводникам в противоположных направлениях текут токи $I_1 = I_2 = 5$ А. Найти величину напряженности магнитного поля H в точке, равноудаленной от обоих проводников на расстояние $a = 10$ см?

Ответ: $H = 8$ А/м.

2. Ускоренный разностью потенциалов $U = 6$ кВ, электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 13$ мТл под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению силовых линий и начинает двигаться по винтовой линии. Найти радиус R и шаг h винтовой линии.

Ответ: $R = 1$ см, $h = 11$ см.

3. На тонком кольце массы $m = 10$ г и радиуса $R = 8$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. кольцо вращается с частотой $\nu = 15$ с⁻¹ относительно оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно его плоскости. Определите а) магнитный момент p_m кругового тока, создаваемого кольцом; б) отношение p_m/L магнитного момента к моменту импульса кольца.

Ответ: $p_m = 1,5$ нА·м²; $p_m/L = 0,25$ мкКл/кг.

4. Квадратный контур со стороной $l = 20$ см и током $I = 10$ А сориентирован в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,20$ Тл так, что его магнитный момент совпадает с направлением поля. Какую работу A необходимо совершить, чтобы повернуть контур на угол $\alpha = 180^\circ$ вокруг оси, перпендикулярной направлению магнитного поля? Ток в рамке поддерживается постоянным.

Ответ: $A = 0,16$ Дж.

5. Соленоид из медного провода ($\rho = 16$ нОм·м) имеет длину $l = 25$ см и сопротивление $R = 0,20$ Ом. Площадь поперечного сечения провода $S = 1$ мм². Определить индуктивность L соленоида.

Ответ: $L = 63$ мГн.

6. Источник тока с ЭДС $\varepsilon = 12$ В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением соединен с дросселем и вольтметром. Индуктивность дросселя $L = 2$ Гн. Сопротивление вольтметра $R = 11$ Ом. Через какое время t после подключения источника тока вольтметр покажет напряжение $U = 6$ В?

Ответ: $t = 0,13$ с.

7. Лежащее на столе тело массы $M = 4$ кг укреплено на горизонтальной пружине жесткостью $k = 900$ Н/м. Пуля массы $m = 10$ г, летящая вдоль направления оси пружины со скоростью $v = 600$ м/с, попадает в тело и застревает в нем. Пренебрегая массой пружины и силами трения, определить амплитуду A и период колебаний T тела.

Ответ: $A = 10$ см, $T = 0,42$ с.

8. При совершении осциллятором двух последовательных колебаний амплитуда уменьшилась на 60 %. Определить коэффициент затухания β и частоту ν_0 собственных колебаний осциллятора. Если период колебаний $T = 0,5$ с.

Ответ: $\beta = 1,8$ с⁻¹; $\nu_0 = 2$ Гц.

9. В катушке за время $t = 10$ мс ток возрос от $I_1 = 1,00$ А до $I_2 = 2,00$ А. При этом в ней возникает ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_S = 20,0$ В. Определите индуктивность L катушки.