

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

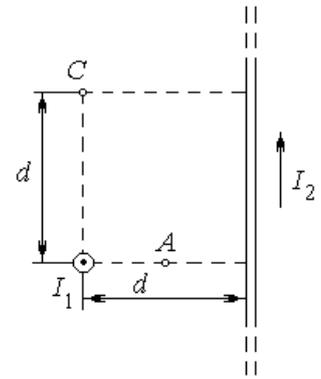
**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДОМАШНИХ РАБОТ**

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.

<b>вариант</b>	<b>Фамилия</b>
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

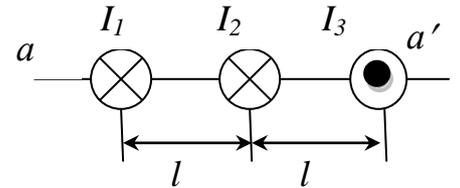
1. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом (рис.). По проводам текут токи силой  $I_1 = 80$  А и  $I_2 = 60$  А. Расстояние между проводами  $d = 10$  см. Определите магнитную индукцию  $B$  в точке  $A$ , одинаково удаленной от обоих проводников.



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/м<sup>2</sup>. Определите 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·м<sup>2</sup>.

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/см<sup>3</sup>.

Ответ:  $S = 7,6 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>.

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  $\nu$  на концах стержня возникнет разность потенциалов  $U = 0,10$  В?

Ответ:  $\nu = 6,4$  м<sup>-1</sup>.

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  $\varepsilon_m$  в катушке, если период ее обращения  $T = 0,20$  с и площадь поперечного сечения  $S = 4$  см<sup>2</sup>.

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.

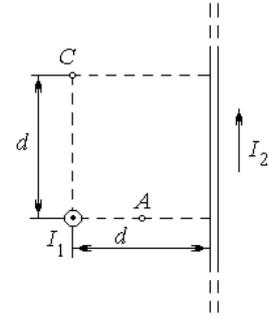
9. Электрический осциллятор содержит конденсатор, соленоид с активным сопротивлением и генератор синусоидального напряжения постоянной амплитуды. При циклических частотах  $\omega_1 = 400$  рад/с и  $\omega_2 = 600$  рад/с установившаяся амплитуда силы тока в цепи одинакова. Определить резонансную частоту  $\omega_{рез}$  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/с<sup>2</sup>.

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  $\varepsilon$  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  $\Phi_m$  через один виток соленоида.

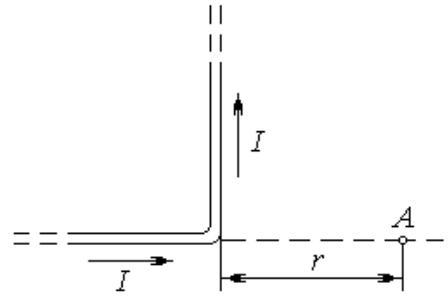
Ответ:  $\Phi_m = 0,10$  мкВб.

10. В случае эффекта Холла для натриевого проводника при плотности тока  $j = 150$  А/см<sup>2</sup> 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/м<sup>3</sup>.

### 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  $S = 3$  мм<sup>2</sup>. 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.

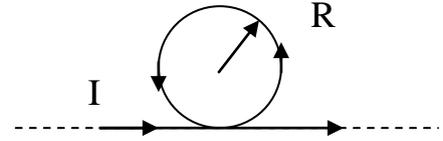
Ответ:  $A = 18$  мм.

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/м<sup>3</sup>.

### 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  $\Phi$ , 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  $S = 1$  мм<sup>2</sup>, 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  $S = 1$  мм<sup>2</sup>, 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  $S = 25$  см<sup>2</sup>.

Ответ:  $q = 78$  мКл.

8. Доска с лежащим на ней бруском совершает горизонтальные гармонические колебания с амплитудой  $A = 10$  см. Определить коэффициент трения  $\mu$  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  $\beta$  и частоту  $\nu_0$  собственных колебаний осциллятора. Если период колебаний  $T = 0,5$  с.

Ответ:  $\beta = 1,8$  с<sup>-1</sup>;  $\nu_0 = 2$  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/м<sup>3</sup>?  
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<sup>-1</sup>. Определить ЭДС  $\varepsilon$  индукции, возникающей в рамке в момент времени  $t = 5$  с.  
Ответ:  $\varepsilon = 64$  мВ.
7. Плотность витков в катушке  $n = 20$  см<sup>-1</sup>. Определить объемную плотность энергии  $w$  магнитного поля в катушке при токе  $I = 3$  А.  
Ответ:  $w = 23$  Дж/м<sup>3</sup>.
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  $S = 155$  см<sup>2</sup> 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  $90^\circ$  вокруг оси, лежащей в плоскости контура?  
Ответ:  $A = 99$  мкДж.
6. Катушка длиной  $l = 10$  см и площадью поперечного сечения  $S = 3$  см<sup>2</sup> 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  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Длина соленоида  $l = 5$  см, число витков  $N = 500$ , площадь поперечного сечения  $S_1 = 1,5$  см<sup>2</sup>. Определить частоту  $\omega_0$  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/мм<sup>2</sup>. 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<sup>-1</sup>. 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  $S = 1$  мм<sup>2</sup>. 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  $S = 10,0$  см<sup>2</sup>. Определите: 1) магнитную индукцию  $B$  поля внутри соленоида; 2) потокосцепление  $\Psi$ .

### 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  $\Phi$ , 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  $\nu$  на концах стержня возникнет разность потенциалов  $U = 0,10$  В?

Ответ:  $\nu = 6,4$  м<sup>-1</sup>.

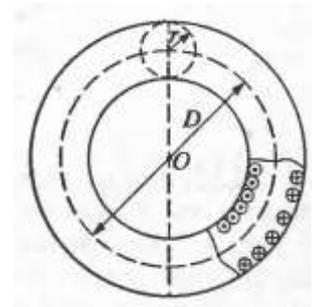
7. Ток  $I$ , идущий через катушку индуктивности  $L = 21$  мГн, меняется со временем  $t$  по закону  $I = I_m \sin \omega t$ . Максимальное значение тока  $I_m = 5$  А, его период  $T = 20$  мс. Найти зависимости от времени ЭДС  $\mathcal{E}$  самоиндукции и энергии  $W$  магнитного поля катушки.

8. Доска с лежащим на ней бруском совершает горизонтальные гармонические колебания с амплитудой  $A = 10$  см. Определить коэффициент трения  $\mu$  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/м<sup>2</sup>. 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·м<sup>2</sup>.
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  $S = 1$  мм<sup>2</sup>. 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  $S = 1$  мм<sup>2</sup>. 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  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Длина соленоида  $l = 5$  см, число витков  $N = 500$ , площадь поперечного сечения  $S_1 = 1,5$  см<sup>2</sup>. Определить частоту  $\omega_0$  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.

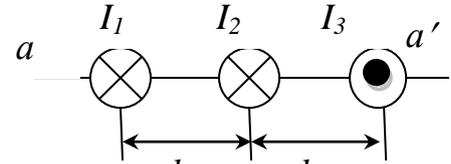
### Вариант №10

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  $90^\circ$  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  $S_{np} = 1$  мм<sup>2</sup>, 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  $S = 25$  см<sup>2</sup>.  
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  $S = 25$  см<sup>2</sup>, 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/с<sup>2</sup>.

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/см<sup>3</sup>.

Ответ:  $S = 7,6 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>.

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  $S = 3$  мм<sup>2</sup>. 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  $S = 50$  см<sup>2</sup> 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.

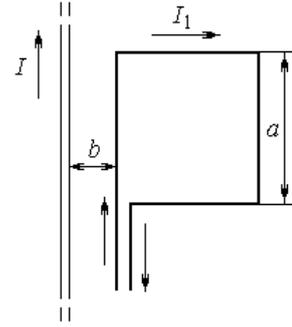
9. При совершении осциллятором двух последовательных колебаний амплитуда уменьшилась на 60 %. Определить коэффициент затухания  $\beta$  и частоту  $\nu_0$  собственных колебаний осциллятора. Если период колебаний  $T = 0,5$  с.

Ответ:  $\beta = 1,8$  с<sup>-1</sup>;  $\nu_0 = 2$  Гц.

10. В однородном магнитном поле ( $B = 0,200$  Тл) равномерно вращается прямоугольная рамка, содержащая  $N = 200$  витков. Площадь рамки  $S = 100$  см<sup>2</sup>. 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  $S = 100$  см<sup>2</sup> и сопротивлением  $R = 5$  Ом расположен в однородном магнитном поле напряженностью  $H = 10$  кА/м перпендикулярно силовым линиям. При повороте контура на угол  $\alpha$  вокруг оси, лежащей в плоскости витка, отсчет баллистического гальванометра, подключенного к контуру, составил  $Q = 12,5$  мкКл. Определить угол поворота  $\alpha$ .  
 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  $S = 1$  мм<sup>2</sup>, 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  $\Phi_m$  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/м<sup>3</sup>?  
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  $\alpha = 45^0$  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<sup>-1</sup>. Определить объемную плотность энергии  $w$  магнитного поля в катушке при токе  $I = 3$  А.  
Ответ:  $w = 23$  Дж/м<sup>3</sup>.
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  $\varepsilon_m$  в катушке, если период ее обращения  $T = 0,20$  с и площадь поперечного сечения  $S = 4$  см<sup>2</sup>.  
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  $S = 155$  см<sup>2</sup> 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  $S = 5$  см<sup>2</sup>, 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. Определить ЭДС  $\varepsilon$  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<sup>-1</sup> 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·м<sup>2</sup>;  $p_m/L = 0,25$  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?  

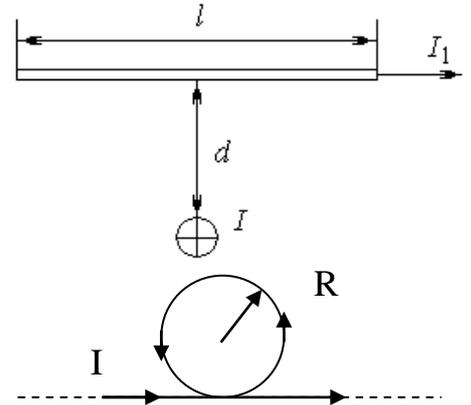
Ответ:  $A = 99$  мкДж.
6. По длинному сверхпроводящему соленоиду течет ток  $I_0 = 1,9$  А. Каким станет ток  $I$  в соленоиде, если соленоид растянуть на 5 %. Полный магнитный поток, пронизывающий соленоид, остается неизменным.  

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  $\mu$  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  $S = 155$  см<sup>2</sup> 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.  

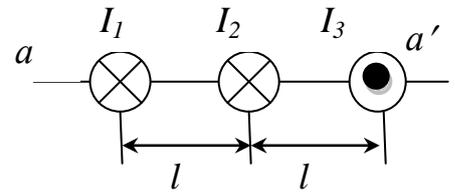
Ответ:  $\varepsilon = 6,1$ .
10. По кольцу, сделанному из тонкого гибкого провода радиусом  $R = 10$  см, течет ток  $I = 100$  А. Перпендикулярно плоскости кольца возбуждено магнитное поле с индукцией  $B = 100$  мТл, по направлению совпадающей с индукцией  $B_1$  собственного магнитного поля кольца. 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/см<sup>3</sup>.

Ответ:  $S = 7,6 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>.

6. Катушка длиной  $l = 10$  см и площадью поперечного сечения  $S = 3$  см<sup>2</sup> 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  $\Phi_m$  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/с<sup>2</sup>.
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  $\Phi$ , пронизывающий рамку.  
Ответ:  $\Phi = 0,44$  мкВб.
6. Плоский замкнутый контур площадью  $S = 100$  см<sup>2</sup> и сопротивлением  $R = 5$  Ом расположен в однородном магнитном поле напряженностью  $H = 10$  кА/м перпендикулярно силовым линиям. При повороте контура на угол  $\alpha$  вокруг оси, лежащей в плоскости витка, отсчет баллистического гальванометра, подключенного к контуру, составил  $Q = 12,5$  мкКл. Определить угол поворота  $\alpha$ .  
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  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Длина соленоида  $l = 5$  см, число витков  $N = 500$ , площадь поперечного сечения  $S_1 = 1,5$  см<sup>2</sup>. Определить частоту  $\omega_0$  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<sup>-1</sup>. 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  $\varepsilon_m$  в катушке, если период ее обращения  $T = 0,20$  с и площадь поперечного сечения  $S = 4$  см<sup>2</sup>.  
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  $S = 155$  см<sup>2</sup> 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  $S = 50$  см<sup>2</sup> 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  $S_{np} = 1$  мм<sup>2</sup>, 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  $S = 25$  см<sup>2</sup>.  
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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> 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·м<sup>2</sup>;  $p_m/L = 0,25$  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  $S = 1$  мм<sup>2</sup>. 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  $\beta$  и частоту  $\nu_0$  собственных колебаний осциллятора. Если период колебаний  $T = 0,5$  с.

Ответ:  $\beta = 1,8$  с<sup>-1</sup>;  $\nu_0 = 2$  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.