

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ №3 МАГНЕТИЗМ

1-1. Определить величину индукции магнитного поля, создаваемого горизонтальным отрезком проводника длиной  $l = 10$  см с током  $i = 10$  А в точке над ним на высоте 5 м. Найти угол между направлениями проводника и вектора магнитной индукции в этой точке.

1-2. Электрон движется в магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл перпендикулярно его силовым линиям со скоростью  $3 \cdot 10^7$  м/с. Определить силу, действующую на электрон. Изобразите на рисунке векторы  $B$ ,  $v$ ,  $F$ .

1-3. Виток, по которому течет ток 20 А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 0,016 Тл. Диаметр витка 10 см. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы повернуть виток на угол  $90^\circ$  относительно оси, совпадающей с диаметром.

1-4. Виток из проволоки площадью  $1 \text{ м}^2$  расположен перпендикулярно магнитному полю, индукция которого меняется по закону  $B = 0,5(1 + e^{-t})$  Тл. Определить ЭДС индукции в момент времени 10 с.

1-5. Обмотка соленоида с немагнитным сердечником имеет 10 витков на каждый сантиметр длины. Определить плотность энергии поля, если по обмотке течет ток 16 А.

2-1. Найти ток в горизонтальном отрезке проводника длиной 1 см, если индукция магнитного поля, создаваемого в точке на высоте 1 м над отрезком, равна  $1 \cdot 10^{-6}$  Тл.

2-2. Электрон движется в магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл перпендикулярно его силовым линиям со скоростью  $3 \cdot 10^7$  м/с. Определить радиус кривизны траектории электрона.

2-3. Найти магнитный поток, создаваемый соленоидом сечением  $10 \text{ см}^2$ , если он имеет 10 витков на каждый сантиметр его длины при силе тока 20 А.

2-4. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл вращается квадратная рамка со стороной 20 см, состоящая из 100 витков провода. Минимальное значение напряжения, измеряемое на выводах рамки, равно 10 В. Определить число оборотов рамки в секунду.

2-5. Соленоид содержит 1000 витков. Сила тока в обмотке равна 1 А, магнитный поток через поперечное сечение равен 0,1 мВб. Вычислить энергию магнитного поля.

3-1. Чему равен ток в проводнике трамвайной сети, если индукция магнитного поля на расстоянии от проводника 1 м равна  $10^{-3}$  Тл?

3-2. Электрон движется в магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл перпендикулярно его силовым линиям со скоростью  $3 \cdot 10^7$  м/с. Определить круговую частоту вращения электрона на орбите.

3-3. Соленоид длиной 1 м и сечением  $16 \text{ см}^2$  содержит 2000 витков. Вычислить потокосцепление при силе тока в обмотке 10 А.

3-4. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл вращается круглая рамка диаметром 20 см, состоящая из 100 витков провода с частотой 100 об/с. Найти напряжение на выводах рамки.

3-5. Какова энергия магнитного поля в катушке длиной 50 см, имеющей 10000 витков диаметром 50 см, без железного сердечника, если по ней идет ток 2 мА?

4-1. Найти индукцию и направление магнитного поля, создаваемого тонким длинным проводником с током 100 А на расстоянии от него 10 см.

4-2. Электрон движется по круговой траектории с радиусом  $R = 1$  см в магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл. определить его скорость.

4-3. Найти магнитный поток, проходящий через круглую рамку диаметром 10 см, если индукция магнитного поля 0,5 Тл и силовые линии поля проходят плоскость рамки под углом  $30^\circ$  к плоскости.

4-4. В однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл поступательно и равномерно движется проводник длиной 4 см со скоростью 2 м/с. Вектор скорости направлен под углом  $30^\circ$  к вектору индукции. Проводник при своем движении остается перпендикулярным направлению поля. Найти разность потенциалов на концах проводника.

4-5. Индуктивность катушки 0,2 Гн, ток через катушку равен 1 А. Какая энергия запасена в катушке?

5-1. Длина силовой линии магнитного поля проводника, соответствующей индукции  $10^{-3}$  Тл, равна 1 м. Чему равен ток в проводнике?

5-2. Электрон движется по круговой траектории с радиусом  $R = 1$  см и скоростью  $v = 3 \cdot 10^7$  м/с в магнитном поле. Найти индукцию поля.

5-3. Квадратный контур со стороной 10 см, в котором течет ток силой 6 А, находится в магнитном поле с индукцией 0,8 Тл под углом  $50^\circ$  к линиям индукции. Какую работу нужно совершить, чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму до окружности?

5-4. На длинный прямой соленоид, имеющий диаметр сечения 5 см и содержащий 20 витков на 1 см длины, плотно надет круговой виток из медного провода сечением  $1 \text{ мм}^2$ . Найти ток в витке, если ток в обмотке соленоида увеличивается с постоянной скоростью 100 А/с.

5-5. При некоторой силе тока плотность энергии магнитного поля соленоида (без сердечника) равна  $0,2 \text{ Дж/м}^3$ . Во сколько раз увеличится плотность энергии поля при той же силе тока, если в соленоид вставить железный сердечник?

6-1. Определить длину силовой линии магнитного поля проводника с током 100 А, если индукция в точках силовой линии составляет  $10^{-3}$  Тл.

6-2. Электрон движется в магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл по винтовой траектории под углом  $\alpha = 30^\circ$  к силовой линии со скоростью  $v = 3 \cdot 10^7$  м/с. Найти радиус траектории.

6-3. Поток магнитного поля через круглую рамку диаметром 10 см, находящуюся в магнитном поле 1,0 Тл, равен 5 мВб. Чему равен угол между плоскостью рамки и силовыми линиями?

6-4. Кольцо из проволоки сопротивлением 1,5 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл. Плоскость кольца составляет с линиями индукции угол  $90^\circ$ . Определить заряд, который протечет по кольцу, если его выдернуть из поля. Площадь кольца  $10 \text{ см}^2$ .

6-5. При каком напряжении электрического поля в вакууме объемная плотность энергии этого поля будет такой же, как у магнитного поля с индукцией 1 Тл (тоже в вакууме)?

7-1. Найти индукцию и направление магнитного поля в центре круглой петли из тонкого провода, если диаметр петли 1 м, величина тока в проводе 10 А.

7-2. Электрон движется в магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл по винтовой траектории под углом  $\alpha = 30^\circ$  к силовой линии, радиус траектории  $R = 1$  см. Найти скорость электрона.

7-3. Плоский контур с током свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл. Площадь контура  $200 \text{ см}^2$ . Поддерживая ток в контуре неизменным, его

повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол  $40^\circ$ . Определить совершенную при этом работу.

7-4. Проволочная рамка расположена перпендикулярно магнитному полю, индукция которого изменяется по закону:  $B = B_0 (1 + e^{-x})$ , где  $B_0 = 0,5$  Тл,  $x = 1$  с<sup>-1</sup>. Определить величину ЭДС, индуцируемой в момент времени 2,3 с. Площадь рамки  $0,04$  м<sup>2</sup>.

7-5. Определить плотность энергии магнитного поля соленоида, если соленоид длиной 60 см и диаметром 5 см имеет 1000 витков. Ток в обмотке равен 1 А.

8-1. Индукция магнитного поля в центре круглой петли с током 1 А составляет  $10^{-3}$  Тл. Найти диаметр петли.

8-2. Электрон движется в магнитном поле по винтовой траектории с радиусом  $R = 1$  см под углом  $\alpha = 30^\circ$  к силовой линии со скоростью  $v = 10^7$  м/с. Найти индукцию магнитного поля.

8-3. Сколько витков проволоки диаметром 0,4 мм нужно намотать на картонный цилиндр диаметром 2 см, чтобы получить однослойную катушку с индуктивностью 1 мГн?

8-4. Рамка, содержащая 1000 витков, площадью  $100$  см<sup>2</sup> равномерно вращается с частотой  $10$  с<sup>-1</sup> в магнитном поле напряженностью  $10^4$  А/м. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям напряженности. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке.

8-5. Определить энергию в объеме  $400$  см<sup>3</sup>, если индукция в нем равна 1,2 Тл.

9-1. Найти индукцию и направление магнитного поля, создаваемого в центре кругового контура диаметром 0,1 м током 10 А.

9-2. Винтовая линия, по которой движется электрон в однородном магнитном поле, имеет диаметр 8 см и шаг 20 см. Индукция поля 5 мТл. Определить скорость электрона.

9-3. Нужно изготовить соленоид из медного провода диаметром 0,6 мм. Длина соленоида 20 см. Какое должно быть поперечное сечение соленоида, если индуктивность соленоида должна быть 0,01 мГн?

9-4. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл равномерно с частотой  $5$  с<sup>-1</sup> вращается стержень длиной 50 см так, что плоскость его вращения перпендикулярна индукции, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов.

9-5. На кольцо намотано в один слой 200 витков. Определить энергию магнитного поля, если при силе тока 2,5 А магнитный поток в сечении кольца равен 0,5 мВб.

10-1. По двум длинным тонким параллельным проводникам протекают в одном направлении токи по 10 А. Найти индукцию и направление магнитного поля на оси одного проводника, если расстояние между проводниками 10 см, а также силу, действующую на проводник с током.

10-2. Первоначально  $\alpha$ -частица движется со скоростью  $3,5 \cdot 10^6$  м/с. В некоторый момент времени в окрестности частицы создается перпендикулярно к ее скорости однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл. Найти радиус траектории частицы. Заряд частицы  $q = 2e$ , масса  $m = 6,65 \cdot 10^{-27}$  кг.

10-3. Виток, в котором поддерживается постоянный ток 60 А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл. Диаметр витка 10 см. Какую работу нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол  $60^\circ$ ?

10-4. Силу тока в катушке равномерно увеличивают с помощью реостата на 0,6 А в секунду. Индуктивность катушки 5 мГн. Найти значение ЭДС в катушке.

10-5. По обмотке соленоида индуктивностью 0,2 Гн течет ток 10 А. Определить энергию магнитного поля соленоида.

11-1. Найти направление и величину индукции  $B$  результирующего магнитного поля, являющегося суперпозицией двух взаимно-перпендикулярных полей  $B_1 = 10^{-1}$  Тл и  $B_2 = 2 \cdot 10^{-1}$  Тл.

11-2. Траектория пучка электронов, движущихся в вакууме в магнитном поле с напряженностью  $5,56 \cdot 10^3$  А/м, окружность радиусом 3 см. Определить скорость и энергию электрона, период обращения и момент импульса.

11-3. Длинный прямой соленоид, намотанный на немагнитный каркас, имеет 1000 витков и индуктивность 3 мГн. Какой магнитный поток и какое потокоцепление создает соленоид при силе тока 1 А?

11-4. Рамка площадью  $200 \text{ см}^2$  равномерно вращается с частотой  $10 \text{ с}^{-1}$  относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля 0,2 Тл. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающей в рамке.

11-5. Найти плотность энергии магнитного поля в железном сердечнике соленоида, если напряженность магнитного поля равна 1,6 кА/м.

12-1. Найти направление и величину индукции результирующего магнитного поля, являющегося суперпозицией двух взаимно-перпендикулярных равных  $10^{-1}$  Тл полей.

12-2. Однородное электрическое ( $E = 300 \text{ В/м}$ ) и магнитное ( $B = 10^{-4}$  Тл) поля взаимно перпендикулярны. какой должна быть скорость электрона по величине и направлению, чтобы его движение было прямолинейным и равномерным?

12-3. Соленоид индуктивностью 4 мГн содержит 600 витков. Определить магнитный поток и потокоцепление, если сила, протекающего по обмотке, равна 12 А.

12-4. Проволочное кольцо радиусом 10 см лежит на столе. какой заряд протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление кольца равно 1,8 Ом. Вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли равна 50 мкТл.

12-5. Плотность энергии магнитного поля в некотором объеме равна  $2 \text{ Дж/м}^3$ . Определить значение напряженности магнитного поля в объеме.

13-1. В некоторой точке магнитное поле является суперпозицией двух направленных под углом  $30^\circ$  друг к другу полей, равными 1 Тл. Найти это поле.

13-2. Каковы нормальное и тангенциальное ускорения электрона, движущегося в совпадающих по направлению электрическом и магнитном полях? Рассмотрите случаи: а) скорость электрона направлена вдоль силовых линий полей; б) скорость электрона перпендикулярна силовым линиям.

13-3. Индуктивность соленоида длиной 2 м, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна 1,6 мГн. Площадь сечения соленоида равна  $20 \text{ см}^2$ . Определить число витков на каждом сантиметре длины соленоида.

13-4. Прямой провод длиной 40 см движется в однородном магнитном поле со скоростью 5 м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов между концами проводника равна 0,6 В. Вычислить индукцию магнитного поля.

13-5. Соленоид имеет длину 20 см и сечение  $30 \text{ см}^2$ . Чему равна энергия магнитного поля соленоида, если в нем создан магнитный поток 180 мкВб?

14-1. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под углом (рис.1). По проводам текут токи 80 А и 60 А. Расстояние между проводами  $a = 10$  см. Определить магнитную индукцию в точке А, одинаково удаленной от обоих проводников на расстояние, равное  $a$ .

14-2. Заряженная частица движется в скрещенных под прямым углом электрическом ( $E = 400$  В/м) и магнитном ( $B = 0,2$  Тл) полях. Определить скорость частицы, если, двигаясь перпендикулярно полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории. Отношение заряда к массе частицы  $q/m = 9,64 \cdot 10^7$  Кл/кг.

14-3. В однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции, расположена круглая плоская рамка, состоящая из 10 витков площадью  $100 \text{ см}^2$  каждый. В ней течет ток 3 А, индукция поля  $1,8 \cdot 10^{-5}$  Тл. Какая будет совершена работа при повороте рамки на  $180^\circ$  вокруг одного из диаметров?

14-4. Рамка из провода сопротивлением 0,04 Ом, расположенная в магнитном поле с индукцией 0,5 Тл перпендикулярно силовым линиям, повернулась на  $30^\circ$ . Определить заряд, который протечет по рамке при повороте.

14-5. На каком расстоянии от бесконечно длинного проводника, по которому течет ток 10 А, объемная плотность энергии магнитного поля равна  $0,32 \text{ мДж/м}^3$ ?

15-1. По длинному вертикальному проводу сверху вниз идет ток 10 А. На каком расстоянии от него индукция магнитного поля, получающаяся от сложения земного магнитного поля и поля тока, направлена вертикально вверх? Горизонтальная составляющая земного поля равна 20 мкТл.

15-2. В магнитном поле с индукцией 1,2 Тл по круговой орбите радиусом  $R = 0,1$  см движется  $\alpha$ -частица. Найти ее энергию.

15-3. Сколько витков надо намотать на картонный цилиндр длиной 60 см и диаметром 5 см, чтобы получить катушку с индуктивностью  $6 \cdot 10^{-1}$  мГн?

15-4. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд 50 мкКл. Определить изменение магнитного потока через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра 10 Ом.

15-5. Магнитный поток в соленоиде, содержащем 2000 витков, равен 0,6 мВб. Определить энергию магнитного поля соленоида, если сила тока, протекающего по виткам соленоида, 5 А. Сердечник отсутствует.

16-1. Два прямолинейных бесконечно длинных проводника расположены перпендикулярно друг другу и находятся во взаимно перпендикулярных плоскостях (рис.2). Найти индукцию магнитного поля в точках А и В, если  $I_1 = 5$  А,  $I_2 = 4$  А,  $CA = AD = 2$  см,  $DB = 4$  см.

16-2. Ион, несущий один элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,015 Тл по окружности радиусом 10 см. Определить импульс иона.

16-3. По длинному соленоиду с немагнитным сердечником сечением 5 см, содержащему 1200 витков, течет ток силой 2 А. Индукция магнитного поля в центре соленоида 10 мТл. Определить его индуктивность.

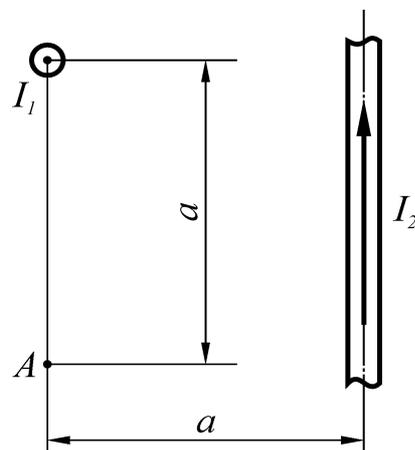


Рисунок 1

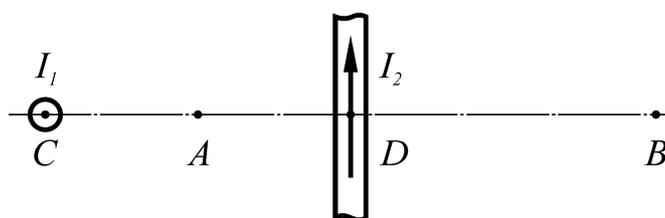


Рисунок 2

16-4. Магнитная индукция между полюсами двухполюсного генератора равна 0,8 Тл. Ротор имеет 100 витков площадью 400 см<sup>2</sup>. Определить частоту вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции 200 В.

16-5. При какой силе тока в прямолинейном проводе бесконечной длины на расстоянии 15 см объемная плотность энергии магнитного поля будет 1 мДж/м<sup>3</sup>?

17-1. Четыре бесконечно длинных проводника идут параллельно друг другу, причем центры их поперечных сечений образуют квадрат со стороной 40 см. По каждому проводу течет ток 100 А в направлениях, показанных на рис.3. Определить вектор магнитной индукции в центре квадрата.

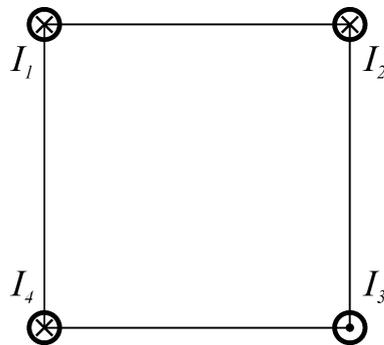


Рисунок 3

17-2. По медному стержню с массой 0,14 кг, лежащему поперек двух рельсов, расположенных друг от друга на расстоянии 0,3 м, проходит ток 50 А. Коэффициент трения скольжения по рельсам 0,6. Определить минимальную индукцию магнитного поля, при которой проводник начнет скользить по рельсам.

17-3. Каков магнитный поток, создаваемый катушкой из 1000 витков, имеющий индуктивность 5 Гн, если по катушке идет ток 0,6 А?

17-4. Соленоид содержит 10<sup>3</sup> витков. Площадь сечения сердечника равна 10 см<sup>2</sup>. По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией 1,5 Тл. Найти среднее значение ЭДС индукции, возникающей в соленоиде, если ток уменьшился до нуля за время 500 мкс.

17-5. По проводнику, изогнутому в виде кольца радиусом 20 см, содержащему 500 витков, течет ток силой 1 А. Определить объемную плотность энергии магнитного поля в центре кольца.

18-1. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии 5 см один от другого. По проводам текут токи 10 А в одинаковых направлениях. Найти напряженность магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от одного и 3 см от другого провода.

18-2. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 9 мТл по винтовой линии, радиус которой 1 см и шаг 7,8 см. Определить энергию электрона.

18-3. Квадратный контур со стороной 20 см, в котором течет ток силой 0,5 А, находится в магнитном поле с индукцией 0,4 Тл под углом 60° к линиям индукции. Какую работу нужно совершить, чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму на окружность?

18-4. Квадратная рамка со стороной 20 см расположена в магнитном поле так, что нормаль к рамке образует угол 60° с линиями поля. Магнитное поле изменяется с течением времени по закону  $B=B_0 \cos \omega t$ , где  $B_0=0,2$  Тл,  $\omega=314$  мин<sup>-1</sup>. Определить величину ЭДС индукции в рамке в момент времени 4 с.

18-5. Соленоид длиной 20 см и площадью поперечного сечения 2 см<sup>2</sup> имеет индуктивность  $2 \cdot 10^{-2}$  Гн. При какой силе тока объемная плотность энергии магнитного поля внутри соленоида равна 10<sup>3</sup> Дж/м<sup>3</sup>?

19-1. Найти величину индукции магнитного поля соленоида с числом витков на единицу длины 1000 и током 1 А.

19-2. Электрон со скоростью  $3 \cdot 10^7$  м/с движется параллельно длинному проводу на расстоянии 9 мм от него. Какая сила действует на электрон, если ток в проводе 10 А?

19-3. Катушка с железным сердечником имеет площадь поперечного сечения  $20 \text{ см}^2$  и число витков, равное 500. Индуктивность катушки с сердечником равна  $0,28 \text{ Гн}$  при силе тока в обмотке в  $5 \text{ А}$ . Найти магнитную проницаемость железного сердечника в этих условиях.

19-4. Через катушку, индуктивность которой равна  $0,021 \text{ Гн}$ , течет ток, изменяющийся со временем по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ , где  $I_0 = 5 \text{ А}$ ,  $\omega = 2\pi$ ,  $T = 0,02 \text{ с}$ . Найти зависимость от времени ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке.

19-5. На кольцо намотано в один слой 400 витков. Чему равна энергия магнитного поля, если при силе тока  $2 \text{ А}$  магнитный поток в кольце  $0,75 \text{ мВб}$ ?

20-1. Найти величину индукции магнитного поля соленоида, имеющего длину  $10 \text{ см}$  и число витков  $100$  при токе  $1 \text{ А}$ .

20-2. По двум параллельным проводникам протекают в одном направлении токи  $10 \text{ А}$  и  $20 \text{ А}$ . Найти силу взаимодействия между проводниками на единицу их длины и ее направление, если расстояние между осевыми линиями равно  $2 \text{ см}$ .

20-3. В магнитном поле, индукция которого равна  $0,05 \text{ Тл}$ , вращается стержень длиной  $1 \text{ м}$ . Ось вращения, проходящая через один из концов стержня, параллельна силовым линиям магнитного поля. Найти поток магнитной индукции, пересекаемый стержнем при каждом обороте.

20-4. В однородном магнитном поле с индукцией  $0,15 \text{ Тл}$  расположен плоский проволочный виток радиусом  $4 \text{ см}$  и сопротивлением  $2 \text{ Ом}$  таким образом, что его плоскость перпендикулярна силовым линиям. Виток замкнут на гальванометр. Полный заряд, протекающий через гальванометр при повороте витка  $7,5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ . На какой угол повернули виток?

20-5. Обмотка тороида имеет  $20$  витков на каждый сантиметр длины (по средней линии тороида). Вычислить объемную плотность энергии магнитного поля при силе тока  $25 \text{ А}$ . Сердечник выполнен из немагнитного материала.

21-1. Индукция магнитного поля соленоида  $0,01 \text{ Тл}$ . Найти ток через обмотку соленоида, если число витков  $100$ , длина соленоида  $10 \text{ см}$ .

21-2. По двум параллельным проводникам встречно протекают токи  $20 \text{ А}$  и  $30 \text{ А}$ . Найти силу взаимодействия между проводниками на единицу их длины и ее направление, если расстояние между их осевыми линиями равно  $2 \text{ см}$ .

21-3. В однородном магнитном поле, напряженность которого  $41 \text{ А/м}$ , помещена квадратная рамка. Ее плоскость составляет с направлением магнитного поля угол  $30^\circ$ . Сторона рамки  $4 \text{ см}$ . Определить магнитный поток, пронизывающий рамку.

21-4. В катушке без железного сердечника, имеющей  $1000$  витков, диаметр сечения  $10 \text{ см}$  и длину  $50 \text{ см}$ , сила тока равномерно увеличивается на  $0,1 \text{ А}$  за  $1 \text{ с}$ . На катушку надет виток, концы которого подсоединены к вольтметру. Считая, что магнитные потоки, пронизывающие катушку и виток, равны, определить напряжение на витке.

21-5. Через катушку, индуктивность которой равна  $0,02 \text{ Гн}$ , течет ток, изменяющийся со временем по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ , где  $I_0 = 10 \text{ А}$ ,  $\omega = 2\pi/T$  и  $T = 0,02 \text{ с}$ . Найти зависимость от времени энергии магнитного поля.

22-1. Индукция магнитного поля соленоида  $0,01 \text{ Тл}$ , ток через обмотку  $1 \text{ А}$ . Найти число витков соленоида, если его длина  $10 \text{ см}$ .

22-2. Сила взаимодействия между двумя параллельными проводниками длиной  $1 \text{ м}$  с током в каждом  $20 \text{ А}$  равна  $0,001 \text{ Н}$ . Найти расстояние между проводниками.

22-3. Катушка длиной 20 см и диаметром 3 см имеет 400 витков. По катушке идет ток 2 А. Найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий площадь ее поперечного сечения.

22-4. Плоская прямоугольная катушка со сторонами  $a = 15$  см и  $b = 30$  см имеет 100 витков. Катушка вращается вокруг одной из средних линий прямоугольника в однородном магнитном поле с индукцией 20 мТл, совершая 40 об/с. Определить max значение ЭДС в катушке, если ее ось вращения перпендикулярна направлению поля.

22-5. На тор из немагнитного материала намотано 500 витков. Найти энергию магнитного поля, если при силе тока 2 А магнитный поток через поперечное сечение тора 1 мВб.

23-1. Найти величину индукции магнитного поля тороида, если число витков на единицу длины катушки тороида 1000, ток 1 А, а радиус тороида много больше радиуса витка катушки.

23-2. На проводник с током, подвешенный перпендикулярно силовым линиям в магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл действует сила 1 Н на каждый метр длины проводника. Найти величину тока.

23-3. Найти механический момент, действующий на рамку площадью  $2$  см<sup>2</sup>, помещенную в магнитное поле с индукцией  $B = 1$  Тл, если плоскость рамки совпадает с направлением магнитного поля, ток через рамку равен 0,1 А.

23-4. На соленоид длиной 1,5 м и диаметром 2 см надет проволочный виток. Обмотка соленоида имеет 2000 витков и по ней течет ток 5 А. Соленоид имеет железный сердечник. Какая средняя ЭДС индуцируется в надетом на соленоид витке, когда ток в соленоиде выключается в течении 0,002 с?

23-5. Обмотка соленоида с немагнитным сердечником имеет 15 витков на каждый сантиметр длины. Определить плотность энергии поля, если по обмотке течет ток 10 А.

24-1. Найти величину индукции магнитного поля тороида, если длина осевой силовой линии магнитного поля его катушки 30 см, число витков 300, ток 1 А, радиус витков много меньше радиуса силовой линии.

24-2. Угол между направлением силовых линий магнитного поля с индукцией 1 Тл и проводником с током 10 А равен 45°. Найти значение силы, действующей на единицу длины проводника, и ее направление.

24-3. Механический момент, вращающий рамку с током 0,1 А, равен  $2 \cdot 10^{-3}$  Н м. Найти площадь рамки, если ее плоскость расположена под углом 30° к направлению магнитного поля, а индукция магнитного поля  $B = 1$  Тл.

24-4. Скорость изменения магнитного потока через рамку из проволоки, содержащую 20 витков, составляет 10 Вб/с. Найти ЭДС, индуцируемую в рамке.

24-5. При какой силе тока в проводнике, имеющем форму кольца радиусом 10 см и содержащему 100 витков, объемная плотность энергии магнитного поля в центре кольца равна 0,1 мДж/м<sup>3</sup>?

25-1. По длинному вертикальному проводу сверху вниз течет ток 10 А. С севера на расстоянии 10 см установлен компас. Определить направление его стрелки, если горизонтальная составляющая земного магнитного поля 20 мкТл.

25-2. Проводник с током  $i$  расположен в магнитном поле с индукцией  $B$  вдоль его силовых линий. Найти численное значение силы, действующей на проводник.

25-3. Чему равна индукция магнитного поля, если квадратная рамка со стороной 1 см испытывает вращающий момент  $10^{-3}$  Н м, располагаясь своей плоскостью под углом 20° к силовым линиям магнитного поля. Ток через рамку равен 1 А.

25-4. ЭДС, индуцируемая в рамке, составляет 1 В. Найти скорость изменения магнитного потока через рамку.

25-5. Какова энергия магнитного поля тороида длиной 40 см, имеющего 200 витков диаметром 12 см, если по нему идет ток 4 А?

26-1. По длинному вертикальному проводу сверху вниз течет ток 10 А. С юга на расстоянии 10 см установлен компас. Определить направление его стрелки, если горизонтальная составляющая земного магнитного поля 20 мкТл.

26-2. Проводник расположен на экваторе горизонтально по направлению запад-восток. Найти силу, действующую на единицу длины проводника, если величина тока 10 А, магнитное поле Земли 15 А/м.

26-3. Найти ток через круглую рамку диаметром 1 см, помещенную в магнитное поле с индукцией 1 Тл параллельно силовым линиям, если рамка испытывает вращающий момент  $10^{-4}$  Н·м.

26-4. Через катушку с индуктивностью 1 Гн проходит ток 1 А. Произошел разрыв провода, и ток за 1 мс прекратился. Найти среднее значение ЭДС самоиндукции, возникшее в катушке при разрыве провода.

26-5. Определить объемную плотность энергии магнитного поля на расстоянии 1 см от длинного тонкого прямого проводника с током 10 А.

27-1. По длинному вертикальному проводу сверху вниз идет ток 10 А. Определить значение горизонтальной составляющей результирующего магнитного поля в точке на расстоянии 10 см на запад от провода (горизонтальная составляющая земного магнитного поля 20 мкТл).

27-2. Найти период обращения по круговой орбите протона в магнитном поле  $B = 1$  Тл.

27-3. Циркуляция вектора  $B$  через некоторый контур, охватывающий два проводника, равна нулю. Ток через один проводник равен 1 А. Найти значение и направление тока в другом проводнике.

27-4. Самолет с размахом крыльев 20 м летит горизонтально со скоростью 1000 км/ч, пересекая силовые линии земного магнитного поля. Если вертикальная составляющая напряженности магнитного поля Земли равна 10 А/м, чему равно значение ЭДС между концами крыльев самолета?

27-5. Определить энергию магнитного поля в немагнитном сердечнике объемом  $10 \text{ см}^3$ , если магнитная индукция равна 0,8 Тл.

28-1. По длинному вертикальному проводу сверху вниз течет ток 10 А. Определить значение горизонтальной составляющей результирующего магнитного поля в точке на расстоянии 10 см на восток от провода (горизонтальная составляющая земного магнитного поля 20 мкТл).

28-2. Найти частоту обращения по круговой орбите протона в магнитном поле  $B = 10$  Тл.

28-3. Циркуляция вектора  $B$  по длине магнитной силовой линии, имеющей форму окружности, равна  $10^{-4}$  Тл·м. Каким током создано магнитное поле? Как расположен провод?

28-4. Лопасти винта вертолета, вращаясь, пересекают силовые линии земного магнитного поля. Диаметр винта равен 10 м, частота его вращения 5 об/с. Если вертикальная составляющая напряженности магнитного поля Земли 10 А/м, то чему равно значение ЭДС, возникающей между центром винта и краем лопасти.

28-5. Найти силу кругового тока, если плотность энергии магнитного поля в центре кольца равна  $0,3 \text{ мДж/м}^3$ , радиус кольца 5 см.

29-1. Магнитное поле длинного горизонтального провода с током, складываясь с горизонтальной составляющей земного магнитного поля, равной 20 мкТл, в точках на высоте 10 см над проводом компенсирует эту составляющую. Указать, как нужно расположить провод и найти величину тока.

29-2. Найти напряженность магнитного поля, в котором частота обращения электрона по круговой орбите равна  $10^{10}$  Гц.

29-3. Найти циркуляцию вектора магнитной индукции, создаваемую током 100 А.

29-4. Найти скорость вращения винта вертолета, если ЭДС, возникающая между центром винта и краем лопасти при пересечении силовых линий магнитного поля Земли, равна  $10^{-2}$  В, длина лопасти 5 м, вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли 10 мкТл.

29-5. Соленоид содержит 500 витков. Сила тока в обмотке равна 0,5 А, магнитный поток через поперечное сечение равен 0,2 мВб. Вычислить энергию магнитного поля.

30-1. Магнитное поле длинного горизонтального провода с током 10 А, складываясь с горизонтальной составляющей земного магнитного поля, равной 20 мкТл, его компенсирует в точках на некоторой высоте над проводом. Найти расположение провода и высоту точек.

30-2. Какую массу должна иметь заряженная частица, чтобы могла двигаться по круговой орбите в магнитном поле 10 Тл с периодом обращения  $T=10^{-9}$  с, если ее заряд  $q = 10^{-10}$  Кл.

30-3. Найти индукцию магнитного поля в точке, отстоящей от создающего это поле провода на расстоянии 10 см, если циркуляция магнитного поля по силовой линии, проходящей через эту точку, равна 0,628 Тл м.

30-4. Пуля со скоростью 500 м/с пролетает зазор между полюсами магнита. Индукция магнитного поля 2 Тл, диаметр пули 6 мм. Найти ЭДС, генерируемую на направление пули при пролете зазора.

30-5. Найти плотность энергии магнитного поля в немагнитном сердечнике соленоида, если напряженность магнитного поля равна 2 кА/м.