

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 3

ВАРИАНТ 1

1. Четыре одинаковых заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40$ нКл закреплены в вершинах квадрата со стороной $a = 10$ см. Определить силу F , действующую на каждый из этих зарядов со стороны трех остальных.

2. Между пластинами плоского конденсатора находится точечный заряд $Q = 30$ нКл. Поле конденсатора действует на заряд с силой $F_1 = 10$ мН. Определить силу F взаимного притяжения пластин, если площадь S каждой пластины равна 100 см².

3. Протон, начальная скорость v которого равна 100 км/с, влетел в однородное электрическое поле ($E = 300$ В/см) вдоль линий напряженности. Какой путь l должен пройти протон в направлении линий поля чтобы его скорость удвоилась?

4. Три источника тока с ЭДС $\xi_1 = 1,8$ В, $\xi_2 = 1,4$ В, $\xi_3 = 1,1$ В соединены накоротко одноименными полюсами. Внутреннее сопротивление первого источника $r_1 = 0,4$ Ом, второго $r_2 = 0,6$ Ом. Определить внутреннее сопротивление третьего источника, если через первый источник идет ток $I_1 = 13$ А.

5. По проволочной рамке, имеющей форму правильного шестиугольника, идет ток $I = 2$ А. При этом в центре рамки образуется магнитное поле напряженностью $H = 33$ А/м. Определить длину l проволоки, из которой сделана рамка.

6. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью $v = 10^6$ м/с. Индукция магнитного поля $B = 0,3$ Тл. Радиус окружности $R = 4$ см. Определить заряд q частицы, если известно, что ее кинетическая энергия $T = 12$ кэВ.

7. Проволочный виток радиусом $r = 4$ см, имеющий сопротивление $R = 0,01$ Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04$ Тл. Плоскость витка составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями индукции поля. Какое количество электричества Q протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

8. Индуктивность L соленоида при длине $l = 1$ м и площади поперечного сечения $S = 20$ см² равна $0,4$ мГн. Определить силу тока в соленоиде, при которой объемная плотность энергии w магнитного поля внутри соленоида равна $0,1$ Дж/м³.

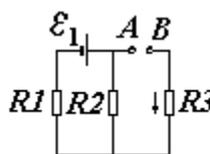
ВАРИАНТ 2

1. Два шарика массой $m = 0,1$ г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной $l = 20$ см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол $\alpha = 60^\circ$. Определить заряд каждого шарика.

2. Электрон находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 200$ кВ/м. Какой путь пройдет электрон за время $t = 1$ нс, если его начальная скорость была равна нулю? Какую скорость будет иметь электрон в конце этого промежутка времени?

3. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом ($\epsilon = 7$). Расстояние между пластинами $d = 5$ мм, разность потенциалов $U = 500$ В. Определить энергию поляризованной стеклянной пластины, если площадь ее $S = 50$ см².

4. Три сопротивления $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом и $R_3 = 3$ Ом, а также источник тока с ЭДС $\epsilon_1 = 1,4$ В показано на рис. Определить Э. Д. С ϵ который надо подключить в цепь между чтобы в сопротивлении R_3 шел ток направлении, указанном стрелкой. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.



1 Ом и $R_3 = 3$ Ом, а соединены, как источника тока, точками A и B , силой $I = 1$ А в

5. Проволочный виток радиусом $R = 5$ см находится в однородном магнитном поле напряженностью $H = 2$ кА/м. Плоскость витка образует угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением поля. По витку течет ток силой $I = 4$ А. Определить механический момент M , действующий на виток.

6. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле, перпендикулярное к скорости. Во сколько раз радиус кривизны R_1 траектории протона больше радиуса кривизны R_2 траектории электрона? Масса электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, масса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

7. На картонный каркас длиной $l = 0,6$ м и площадью поперечного сечения $S = 20$ см² намотан в один слой провод диаметром $d = 1,2$ мм так, что витки плотно прилегают друг к другу. Индуктивность катушки с железным сердечником $L = 0,28$ Гн при токе через обмотку $I = 5$ А. Определить магнитную проницаемость μ железного сердечника.

8. Рамка площадью $S = 100$ см² содержит $N = 10^3$ витков провода сопротивлением $R_1 = 12$ Ом. К концам обмотки подключено внешнее сопротивление $R_2 = 20$ Ом. Рамка равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 0,1$ Тл) с частотой $n = 8$ с⁻¹. Определить максимальную мощность P_{\max} , переменного тока в цепи.

ВАРИАНТ 3

1. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 1$ нКл/м² и $\sigma_2 = 3$ нКл/м². Определить напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин.

2. Вдоль силовой линии однородного электрического поля движется протон. В точке поля с потенциалом ϕ_1 протон имел скорость $v_1 = 0,1$ Мм/с. Определить потенциал ϕ_2 точки поля, в которой скорость протона возрастает в $n = 2$ раза. Отношение заряда протона к его массе $e/m = 96$ МКл/кг.

3. Два металлических шара радиусами $R_1 = 2$ см и $R_2 = 6$ см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд $Q = 1$ нКл. Определить поверхностную плотность σ зарядов на шарах.

4. Плотность тока j в алюминиевом проводе равна 1 А/мм². Найти среднюю скорость $\langle v \rangle$ упорядоченного движения электронов, предполагая, что число свободных электронов в 1 см³ алюминия равно числу атомов. Плотность алюминия $= 2,7 \cdot 10^3$ кг/м³.

5. По тонкому проволочному кольцу течет ток. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась магнитная индукция в центре контура?

6. Прямоугольная рамка с током $I = 1,5$ мА расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом с током так, что длинные стороны рамки параллельны проводу. Сила тока в проводе $I_1 = 2$ мА, расстояние от него до ближней стороны рамки $a = 10$ см. Длины сторон рамки $l_1 = 30$ см, $l_2 = 18$ см. Определить силы, действующие на каждую из сторон рамки.

7. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 104$ В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое ($E = 10$ кВ/м) и магнитное ($B = 0,1$ Тл) поля. Найти отношение Q/m заряда частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

8. Соленоид содержит $N = 1\,000$ витков. Сила тока I в его обмотке равна 1 А, магнитный поток Φ через поперечное сечение соленоида равен $0,1$ мВб. Определить энергию W магнитного поля.

ВАРИАНТ 4

1. Металлический шарик диаметром $d = 2$ см заряжен отрицательно до потенциала $\phi = 150$ В. Сколько электронов находится на поверхности шарика?

2. Точечные заряды $Q_1 = 1$ мкКл и $Q_2 = 0,1$ мкКл находятся на расстоянии $r_1 = 10$ см друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние; 1) $r_2 = 10$ м; 2) $r_3 = \infty$?

3. Расстояние d между пластинами плоского конденсатора равно 2 см, разность потенциалов $U = 6$ кВ. Заряд каждой пластины $Q = 10$ нКл. Вычислить энергию W поля конденсатора и силу F взаимного притяжения пластин.

4. ЭДС батареи аккумуляторов $\xi = 12$ В, сила тока I короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

5. Два однозарядных иона, пройдя одинаковую ускоряющую разность потенциалов, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Один ион, масса m_1 которого равна 12 а. е. м., описал дугу окружности радиусом $R_1 = 4$ см. Определить массу m_2 другого иона, который описал дугу окружности радиусом $R_2 = 6$ см.

6. Тороид с воздушным сердечником содержит 20 витков на 1 см. Определить объемную плотность энергии в тороиде, если по его обмотке протекает ток 3 А.

7. В однородном магнитном поле, индукция которого $B = 0,5$ Тл, равномерно с частотой $n = 300$ мин⁻¹ вращается катушка, содержащая $N = 200$ витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь поперечного сечения катушки $S = 100$ см². Ось вращения перпендикулярна оси катушки и направлению магнитного поля. Определить максимальную ЭДС, индуцируемую в катушке.

8. На железное кольцо намотано в один слой $N = 200$ витков. Определить энергию W магнитного поля, если при токе силой $I = 2,5$ А магнитный поток Φ в железе равен 0,5 мВб.

ВАРИАНТ 5

1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $Q_1 = 40$ нКл и $Q_2 = -10$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Определить напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1 = 12$ см и от второго на $r_2 = 6$ см.

2. При перемещении заряда $Q = 20$ нКл между двумя точками поля внешними силами была совершена работа $A = 4$ мкДж. Определить разность $\Delta\phi$ потенциалов этих точек поля.

3. Два конденсатора электроемкостями $C_1 = 3$ мкФ и $C_2 = 6$ мкФ соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС = 120 В. Определить заряды Q_1 и Q_2 конденсаторов и разности потенциалов U_1 и U_2 между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно; 2) последовательно.

4. Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от $I_0 = 0$ до некоторого максимального значения в течение времени $t = 10$ с. За это время в проводнике выделилось количество теплоты $Q = 1$ кДж. Определить скорость нарастания тока в проводнике, если сопротивление R его равно 3 Ом.

5. Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на расстоянии $d_1 = 10$ см друг от друга. По проводникам в одном направлении текут токи $I_1 = 20$ А и $I_2 = 30$ А. Какую работу A надо совершить (на единицу длины проводников), чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния $d_2 = 20$ см?

6. Определить частоту n вращения электрона по круговой орбите в магнитном поле, индукция B которого равна 0,2 Тл.

7. Соленоид длиной $l = 0,5$ м содержит $N = 1000$ витков. Определить магнитную индукцию B поля внутри соленоида, если сопротивление его обмотки $R = 120$ Ом, а напряжение на ее концах $U = 60$ В.

8. Кольцо из алюминиевого провода ($\rho = 26$ нОм·м) помещено в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Диаметр

кольца $D = 20$ см, диаметр провода $d = 1$ мм. Определить скорость изменения магнитного поля, если сила тока в кольце $I = 0,5$ А.

ВАРИАНТ 6

1. Расстояние между двумя точечными зарядами $Q_1 = 5$ мкКл и $Q_2 = -10$ мкКл равно 10 см. Определить силу F , действующую на точечный заряд $Q = 0,1$ мкКл, удаленный на $r_1 = 6$ см от первого и на $r_2 = 8$ см от второго зарядов.

2. Сила F притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна 50 мН. Площадь каждой пластины $S = 200$ см². Определить плотность энергии w поля конденсатора.

3. В медном проводнике объемом $V = 6$ см³ при прохождении по нему постоянного тока за время $t = 1$ мин выделилось количество теплоты $Q = 216$ Дж. Определить напряженность E электрического поля в проводнике.

4. ЭДС батареи $\xi = 20$ В. Сопротивление R внешней цепи равно 2 Ом, сила тока $I = 4$ А. Определить КПД батареи. При каком значении внешнего сопротивления R КПД будет равен 99 %?

5. Вдоль двух длинных прямых параллельных проводников, расположенных на расстоянии $d = 5$ см друг от друга, в одном направлении текут токи силами $I_1 = 5$ А и $I_2 = 10$ А. Определить магнитную индукцию B поля в точке, которая отстоит на $r_1 = 3$ см от первого проводника и на $r_2 = 4$ см от второго.

6. Вычислить радиус R окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией $B = 15$ мТл, если скорость протона $v = 2$ Мм/с. Масса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

7. Внутри соленоида с числом витков $N = 200$ с никелевым сердечником ($\mu = 200$) напряженность однородного магнитного поля $H = 10$ кА/м. Площадь поперечного сечения сердечника $S = 10$ см². Определить: 1) магнитную индукцию поля внутри соленоида; 2) потокосцепление.

8. Ток, который изменяется по закону $I = 3 \cos 2t$ (время – в секундах, ток – в амперах), проходит по катушке индуктивностью $L = 40$ мГн. Установить закон изменения и максимальное значение ЭДС самоиндукции.

ВАРИАНТ 7

1. В вершинах правильного шестиугольника со стороной $a = 10$ см расположены точечные заряды $Q, 2Q, 3Q, 4Q, 5Q, 6Q$ ($Q = 0,1$ мкКл). Определить силу F , действующую на точечный заряд Q , лежащий в плоскости шестиугольника и равноудаленный от его вершин.

2. Плоский воздушный конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом $r = 10$ см каждая. Расстояние d_1 между пластинами равно 1 см. Конденсатор зарядили до разности потенциалов $U = 1,2$ кВ и отключили от источника тока. Какую работу A нужно совершить, чтобы, удаляя пластины друг от друга, увеличить расстояние между ними до $d_2 = 3,5$ см?

3. В центре сферы радиусом $R = 20$ см находится точечный заряд $Q = 10$ нКл. Определить поток Φ_E вектора напряженности через часть сферической поверхности площадью $S = 20$ см².

4. К зажимам батареи аккумуляторов присоединен нагреватель. ЭДС ξ батареи равна 24 В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Нагреватель, включенный в цепь, потребляет мощность $P = 80$ Вт. Вычислить силу тока I в цепи и КПД нагревателя.

5. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого отрезком бесконечно длинного провода, в точке, равноудаленной от концов отрезка и находящейся на расстоянии $R = 4$ см от его середины. Длина отрезка провода $l = 20$ см, а сила тока в проводе $I = 10$ А.

6. Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 6$ кВ, влетает в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению поля и движется по винтовой траектории. Индукция магнитного поля $B = 13$ мТл. Определить радиус R и шаг h винтовой траектории.

7. Сила тока в катушке без сердечника равномерно увеличивается на 0,1 А за 1 с. Катушка длиной $l = 0,5$ м и диаметром поперечного сечения $D = 0,1$ м имеет $N = 1\,000$ витков. На катушку плотно надето кольцо из медного провода площадью поперечного сечения $S = 2$ мм². Определить силу тока в кольце, если магнитные потоки, которые пересекают катушку и кольцо, одинаковы.

8. Определить энергию магнитного поля соленоида, который содержит $N = 300$ витков, намотанных на картонный каркас радиуса $r = 3$ см и длиной $l = 6$ см, если по нему проходит ток $I = 4$ А.

ВАРИАНТ 8

1. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии $r = 60$ см. Сила отталкивания F_1 шаров равна 70 мкН. После того, как шары привели в соприкосновение и удалили друга от друга на прежнее расстояние, сила отталкивания возросла и стала равной $F_2 = 160$ мкН. Вычислить заряды Q_1 и Q_2 , которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.

2. Заряженная частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 600$ кВ, приобрела скорость $v = 5,4$ Мм/с. Определить удельный заряд частицы (отношение заряда к массе).

3. Конденсаторы емкостями $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ включены в цепь с напряжением $U = 1,1$ кВ. Определить энергию каждого конденсатора в случаях: 1) последовательного их включения; 2) параллельного включения.

4. При силе тока $I_1 = 3$ А во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность $P_1 = 18$ Вт, при силе тока $I_2 = 1$ А – соответственно $P_2 = 10$ Вт. Определить ЭДС ξ и внутреннее сопротивление r батареи.

5. Напряженность H магнитного поля в центре кругового витка равна 200 А/м. Магнитный момент p_m витка равен $1 \text{ А}\cdot\text{м}^2$. Вычислить силу тока I в витке и радиус R витка.

6. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$. Определить момент импульса L , которым обладала частица при движении в магнитном поле, если ее траектория представляла дугу окружности радиусом $R = 0,1 \text{ см}$.

7. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01 \text{ Тл}$ находится прямой провод длиной $l = 8 \text{ см}$, расположенный перпендикулярно линиям индукции. По проводу течет ток силой $I = 2 \text{ А}$. Под действием сил поля провод переместился на расстояние $s = 5 \text{ см}$. Найти работу A сил поля.

8. Рамка из провода сопротивлением $R = 0,01 \text{ Ом}$ равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05 \text{ Тл}$. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь S рамки равна 100 см^2 . Найти, какое количество электричества Q протечет через рамку за время поворота ее на угол $\alpha = 30^\circ$ от $\alpha_0 = 0$ до $\alpha_1 = 30^\circ$.

ВАРИАНТ 9

1. В вершинах правильного треугольника со стороной $a = 10 \text{ см}$ находятся заряды $Q_1 = 10 \text{ мкКл}$, $Q_2 = 20 \text{ мкКл}$ и $Q_3 = 30 \text{ мкКл}$. Определить силу F , действующую на заряд Q_1 со стороны двух других зарядов.

2. Конденсатор емкостью $C_1 = 0,6 \text{ мкФ}$ был заряжен до разности потенциалов $U_1 = 300 \text{ В}$ и соединен со вторым конденсатором емкостью $C_2 = 0,4 \text{ мкФ}$, заряженным до разности потенциалов $U_2 = 150 \text{ В}$. Определить заряд ΔQ , перетекший с пластин первого конденсатора на второй.

3. Определить плотность тока j в железном проводнике длиной $l = 10 \text{ м}$, если проводник находится под напряжением $U = 6 \text{ В}$.

4. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$ равномерно убывает от $I_0 = 3 \text{ А}$ до $I = 0$ за 30 с. Определить выделившееся за это время в проводнике количество теплоты Q .

5. Длинный прямой соленоид из проволоки диаметром $d = 0,5 \text{ мм}$ намотан так, что витки плотно прилегают друг к другу. Какова магнитная индукция B внутри соленоида при силе тока $I = 4 \text{ А}$? Толщиной изоляции пренебречь.

6. Плоский контур, площадь S которого равна 300 см^2 , находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01 \text{ Тл}$. Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток силой $I = 10 \text{ А}$. Определить работу A внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.

7. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B = 0,02 \text{ Тл}$ по окружности радиусом $R = 1 \text{ см}$. Определить кинетическую энергию электрона (в джоулях и электрон-вольтах).

8. Какова индукция магнитного поля, если при удалении из него кругового медного проводника длиной $l = 20$ см и поперечным сечением $S = 1 \text{ мм}^2$ по нему протекает заряд $Q = 1$ мКл?

ВАРИАНТ 10

1. Определить потенциальную энергию системы двух точечных зарядов $Q_1 = 100$ нКл и $Q_2 = 10$ нКл, находящихся на расстоянии $d = 10$ см друг от друга.

2. Какая ускоряющая разность потенциалов U требуется для того, чтобы сообщить скорость $v = 30$ Мм/с: 1) электрону; 2) протону? Масса электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, масса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

3. . Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 100$ Ом равномерно нарастает от $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 10$ А в течение времени $t = 10$ с. Какое количество теплоты Q выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?

4. Три источника тока с ЭДС $\xi_1 = 1,8$ В, $\xi_2 = 1,4$ В и $\xi_3 = 1,1$ В соединены накоротко одноименными полюсами. Внутреннее сопротивление первого источника $r_1 = 0,4$ Ом, второго $r_2 = 0,6$ Ом. Определить внутреннее сопротивление третьего источника, если через первый источник идет ток $I_1 = 1,13$ А.

5. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводникам, расположенным на расстоянии $d = 15$ см друг от друга, в противоположных направлениях текут токи $I_1 = 70$ А и $I_2 = 50$ А. Определить магнитную индукцию B в точке, которая отстоит на $r_1 = 20$ см от первого проводника и на $r_2 = 30$ см от второго.

6. Какая мощность необходима для того, чтобы проводник длиной $l = 40$ см перемещать со скоростью $v = 5$ мс перпендикулярно магнитному полю индукцией $B = 10$ мТл, если по проводнику идет ток $I = 20$ А

7. Заряженная частица влетела перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, созданное в среде. В результате взаимодействия с веществом частица, находясь в поле, потеряла половину своей первоначальной энергии. Во сколько раз будут отличаться радиусы кривизны R траектории начала и конца пути?

8. В однородном магнитном поле равномерно вращается прямоугольная рамка с частотой $n = 600 \text{ мин}^{-1}$. Амплитуда индуцируемой в рамке ЭДС $\xi_0 = 3$ В. Определить максимальный магнитный поток через рамку.