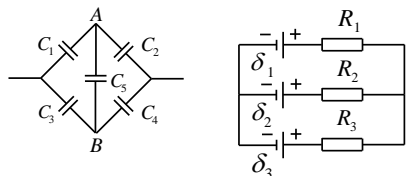


ВАРИАНТ 1

1. Определить силу взаимодействия двух точечных зарядов $Q_1 = Q_2 = 1 \text{ нКл}$, находящихся в вакууме на расстоянии $r = 1 \text{ м}$ друг от друга.
2. Четыре одинаковых заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40 \text{ нКл}$ закреплены в вершинах квадрата со стороной $a = 10 \text{ см}$. Найти силу F , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.
3. Сила тока I в металлическом проводнике равна $0,8 \text{ А}$. сечение S проводника 4 мм^2 . Принимая, что в каждом кубическом сантиметре металла содержится $n = 2,5 \cdot 10^{22}$ свободных электронов, определить среднюю скорость $\langle v \rangle$ их упорядоченного движения.
4. Прямоугольная плоская площадка со сторонами, длины a и b которых равны 3 и 2 см соответственно, находится на расстоянии $R = 1 \text{ м}$ от точечного заряда $Q = 1 \text{ мКл}$. Площадка ориентирована так, что линии напряженности составляют угол $\alpha = 30^\circ$ с ее поверхностью. Найти поток Φ_E вектора напряженности через площадку.
5. Протон, начальная скорость v которого равна 100 км/с , влетел в однородное электрическое поле ($E = 300 \text{ В/см}$) так, что вектор скорости совпал с направлением линий напряженности. Какой путь L должен пройти протон в направлении линий поля, чтобы его скорость удвоилась?
6. Между пластинами плоского конденсатора находится точечный заряд $Q = 30 \text{ нКл}$. Поле конденсатора действует на заряд с силой $F_1 = 10 \text{ мН}$. Определить силу F_2 взаимного притяжения пластин, если площадь S каждой пластины равна 100 см^2 .
7. Конденсаторы электроемкостями $C_1 = 0,2 \text{ мкФ}$, $C_2 = 0,1 \text{ мкФ}$, $C_3 = 0,3 \text{ мкФ}$, $C_4 = 0,5 \text{ мкФ}$ соединены так, как это указано на рисунке. Разность потенциалов U между точками А и В равна 320 В . Определить разность потенциалов U , и заряд Q ; на пластинах каждого конденсатора.
8. Три источника тока с Э. Д. С $\xi_1 = 11 \text{ В}$, $\xi_2 = 4 \text{ В}$ и $\xi_3 = 6 \text{ В}$ и три реостата с сопротивлениями $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$ и $R_3 = 2 \text{ Ом}$ соединены, как показано на рис. Определить силы токов I в реостатах. Внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало.
9. Три источника тока с ЭДС $\varepsilon_1 = 1,8 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 1,4 \text{ В}$, $\varepsilon_3 = 1,1 \text{ В}$ соединены накоротко одноименными полюсами. Внутреннее сопротивление первого источника $r_1 = 0,4 \text{ Ом}$, второго – $r_2 = 0,6 \text{ Ом}$. Определить внутреннее сопротивление третьего источника, если через

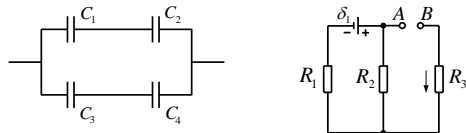


первый источник идет ток $I_1 = 13 \text{ А}$.

10. Напряженность H магнитного поля равна $79,6 \text{ кА/м}$. Определить магнитную индукцию B_0 этого поля в вакууме.
11. Проволочный виток радиусом $r = 4 \text{ см}$, имеющий сопротивление $R = 0,01 \text{ Ом}$, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04 \text{ Тл}$. Плоскость витка составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями индукции поля. Какое количество электричества Q протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?
12. По проволочной рамке, имеющей форму правильного шестиугольника, идет ток $I = 2 \text{ А}$. При этом в центре рамки образуется магнитное поле напряженностью $H = 33 \text{ А/м}$. Найти длину L проволоки, из которой сделана рамка.
13. Электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой орбите некоторого радиуса. Найти отношение магнитного момента p_m эквивалентного кругового тока к моменту импульса L орбитального движения электрона. Заряд электрона и его массу считать известными. Указать направления векторов p_m и L .
14. Перпендикулярно магнитному полю с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ возбуждено электрическое поле напряженностью $E = 100 \text{ кВ/м}$. Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Вычислить скорость v частицы.
15. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью $v = 10^6 \text{ м/с}$. Индукция магнитного поля $B = 0,3 \text{ Тл}$. Радиус окружности $R = 4 \text{ см}$. Найти заряд q частицы, если известно, что ее энергия $W = 12 \text{ кэВ}$.
16. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,35 \text{ Тл}$ равномерно с частотой $n = 480 \text{ мин}^{-1}$ вращается рамка, содержащая $N = 1500$ витков площадью $S = 50 \text{ см}^2$. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную э. д. с. индукции ξ_{max} возникающую в рамке.
17. По обмотке соленоида индуктивностью $L = 0,2 \text{ Гн}$ течет ток силой $I = 10 \text{ А}$. Определить энергию W магнитного поля соленоида.

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 $\alpha = 60^\circ$. Найти 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. Электрическое поле создано точечным зарядом $Q = 0,1$ мкКл. Определить поток ψ электрического смещения через круглую площадку радиусом $R = 30$ см. Заряд равноудален от краев площадки и находится на расстоянии $a = 40$ см от ее центра.
4. Определить среднюю скорость $\langle v \rangle$ упорядоченного движения электронов в медном проводнике при силе тока $I = 10$ А и сечении S проводника, равном 1 мм^2 . Принять, что на каждый атом меди приходится два электрона проводимости.
5. 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 $S = 50 \text{ см}^2$.
6. Конденсаторы электроемкостями $C_1 = 10$ нФ, $C_2 = 40$ нФ, $C_3 = 32$ нФ и $C_4 = 30$ нФ соединены так, как это показано на рисунке. Определить электроемкость C соединения конденсаторов.
7. Три сопротивления $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом и $R_3 = 3$ Ом, а также



источник тока с Э. Д. С. $\epsilon_1 = 1,4$ В соединены, как показано на рис. Определить Э. Д. С. ϵ источника тока, который надо подключить в цепь между точками A и B , чтобы в сопротивлении R_3 шел ток силой $I = 1$ А в направлении, указанном стрелкой. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

8. 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.

9. 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?
10. Катушка с железным сердечником имеет площадь поперечного сечения $S = 20 \text{ см}^2$ и число витков $N = 500$. Индуктивность катушки с сердечником $L = 0,28$ Гн при токе через обмотку $I = 5$ А. Определить магнитную проницаемость μ железного сердечника.
11. Магнитная индукция B поля в вакууме равна 10 мТл. Найти напряженность H магнитного поля.
12. 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. Найти механический момент M , действующий на виток.
13. Заряженная частица, двигаясь перпендикулярно скрещенным под прямым углом электрическому ($E = 400$ кВ/м) и магнитному ($B = 0,25$ Тл) полям, не испытывает отклонения. Определить скорость v частицы.
14. Рамка площадью $S = 100 \text{ см}^2$ 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 $n = 8 \text{ с}^{-1}$. Определить максимальную мощность P_{max} , переменного тока в цепи.
15. Индуктивность L катушки (без сердечника) равна $0,1$ мГн. При какой силе тока энергия W магнитного поля равна 100 мкДж?
16. Бесконечно длинный провод образует круговой виток, касательный к проводу. По проводу идет ток $I = 5$ А. Найти радиус R витка, если напряженность магнитного поля в центре витка $H = 41$ А/м.
17. Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле, направление которого перпендикулярно к направлению их движения. Во сколько раз период обращения T_1 протона в магнитном поле больше периода обращения T_2 α -частицы?.

ВАРИАНТ 3

1. Два одинаковых заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарик погружается в масло плотностью $\rho_0 = 8 \cdot 10^2 \text{ кг/м}^3$. Определить диэлектрическую проницаемость ϵ масла, если угол расхождения нитей при погружении шариков в масло остается неизменным. Плотность материала шариков $\rho_{\text{ш}} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.
2. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 1 \text{ нКл/м}^2$ и $\sigma_2 = 3 \text{ нКл/м}^2$. Определить напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин.
3. Вдоль силовой линии однородного электрического поля движется протон. В точке поля с потенциалом ϕ_1 протон имел скорость $v_1 = 0,1 \text{ Мм/с}$. Определить потенциал ϕ_2 точки поля, в которой скорость протона возрастает в $n = 2$ раза. Отношение заряда протона к его массе $e/m = 96 \text{ МКл/кг}$.
4. Два металлических шара радиусами $R_1 = 2 \text{ см}$ и $R_2 = 6 \text{ см}$ соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд $Q = 1 \text{ нКл}$. Определить поверхностную плотность σ зарядов на шарах.
5. Электрическое поле создано бесконечной прямой равномерно заряженной нитью ($\tau = 0,3 \text{ мКл/м}$). Определить поток ψ электрического смещения через прямоугольную площадку, две большие стороны которой параллельны заряженной нити и одинаково удалены от нее на расстояние $z = 20 \text{ см}$. Стороны площадки имеют размеры $a = 20 \text{ см}$, $b = 40 \text{ см}$.
6. Конденсатору, емкость C которого равна 10 пФ , сообщен заряд $Q = 1 \text{ нКл}$. Определить энергию W конденсатора.
7. Плотность тока j в алюминиевом проводе равна 1 А/мм^2 . Найти среднюю скорость $\langle v \rangle$ упорядоченного движения электронов, предполагая, что число свободных электронов в 1 см^3 алюминия равно числу атомов.
8. Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В , сопротивление R реостата равно 10 Ом . Внешняя цепь потребляет мощность $P = 120 \text{ Вт}$. Найти силу тока I в цепи.
9. Вычислить напряженность H магнитного поля, если его индукция в вакууме $B_0 = 0,05 \text{ Тл}$.

10. 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?
11. Прямоугольная рамка с током $I = 1,5 \text{ мА}$ расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом с током так, что длинные стороны рамки параллельны проводу. Сила тока в проводе $I_1 = 2 \text{ мА}$, расстояние от него до ближней стороны рамки $a = 10 \text{ см}$. Длины сторон рамки $l_1 = 30 \text{ см}$, $l_2 = 18 \text{ см}$. Определить силы, действующие на каждую из сторон рамки.
12. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 104 \text{ В}$ и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое ($E = 10 \text{ кВ/м}$) и магнитное ($B = 0,1 \text{ Тл}$) поля. Найти отношение Q/m заряда частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.
13. Проволочный виток радиусом $R = 20 \text{ см}$ расположен в плоскости магнитного меридиана. В центре витка установлен компас. Какой силы I ток течет по витку, если магнитная стрелка компаса отклонена на угол $\alpha = 9^\circ$ от плоскости магнитного меридиана?
14. α -частица, кинетическая энергия которой $W_k = 500 \text{ эВ}$, влетает в однородное магнитное поле, перпендикулярное к направлению ее движения. Индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$. Найти силу F , действующую на α -частицу, радиус R окружности, по которой движется α -частица, и период обращения T α -частицы.
15. Магнитная индукция B поля между полюсами двухполюсного генератора равна $0,8 \text{ Тл}$. Ротор имеет $N = 100$ витков площадью $S = 400 \text{ см}^2$. Определить частоту n вращения якоря, если максимальное значение э. д. с. индукции $\xi = 200 \text{ В}$.
16. Соленоид содержит $N = 1000$ витков. Сила тока I в его обмотке равна 1 А , магнитный поток Φ через поперечное сечение соленоида равен $0,1 \text{ мВб}$. Вычислить энергию W магнитного поля.
17. Катушка длиной $l = 30 \text{ см}$ имеет $N = 1000$ витков. Найти напряженность H магнитного поля катушки, если по катушке проходит ток $I = 2 \text{ А}$. Диаметр катушки считать малым по сравнению с её длиной.

ВАРИАНТ 4

1. Даны два шарика массой $m = 1$ г каждый. Какой заряд Q нужно сообщить каждому шарiku, чтобы сила взаимного отталкивания зарядов уравновесила силу взаимного притяжения шариков по закону тяготения Ньютона? Рассматривать шарики как материальные точки.
2. Точечный заряд $Q = 10$ нКл, находясь в некоторой точке поля, обладает потенциальной энергией $W = 10$ мкДж. Найти потенциал ϕ этой точки поля.
3. Металлический шарик диаметром $d = 2$ см заряжен отрицательно до потенциала $\phi = 150$ В. Сколько электронов находится на поверхности шарика?
4. 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) $r_3 = \infty$?
5. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 1$ кВ/м влетает вдоль силовой линии электрон со скоростью $v_0 = 1$ Мм/с. Определить расстояние L , пройденное электроном до точки, в которой его скорость v_1 будет равна половине начальной.
6. 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.
7. Э. Д. С. батареи аккумуляторов $\epsilon = 12$ В, сила тока I короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?
8. Плотность тока j в медном проводнике равна 3 А/мм². Найти напряженность E электрического поля в проводнике
9. Найти магнитную индукцию в центре тонкого кольца, по которому идет ток силой $I = 10$ А. Радиус r кольца равен 5 см.
10. Длинный прямой соленоид, содержащий $n = 5$ витков на каждый сантиметр длины, расположен перпендикулярно к плоскости магнитного меридиана. Внутри соленоида, в его средней части, находится магнитная стрелка, установившаяся в магнитном поле Земли. Когда по соленоиду пустили ток, стрелка отклонилась на угол $\alpha = 60^\circ$. Найти силу тока.
11. Протон, влетает со скоростью $v = 100$ км/с в область пространства, где имеются электрическое ($E = 210$ В/м) и магнитное ($B =$

3,3 мТл) поля. Напряженность E электрического поля и магнитная индукция B совпадают по направлению. Определить ускорение протона для начального момента движения в поле, если направление вектора его скорости v перпендикулярно направлению векторов E и B .

12. 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.

13. 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 э.д.с., индуцируемую в катушке.

14. 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.

15. Обмотка катушки сделана из проволоки диаметром $d = 0,8$ мм. Витки плотно прилегают друг к другу. Считая катушку достаточно длинной, найти напряженность H магнитного поля внутри катушки при токе $I = 1$ А.

16. α -частица движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией $B = 25$ мТл. Момент импульса частицы относительно центра окружности $W = 1,33 \cdot 10^{-22}$ кг·м²/с. Найти кинетическую энергию W_k α -частицы.

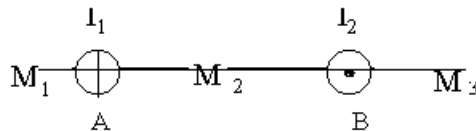
ВАРИАНТ 5

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. В элементарной теории атома водорода принимают, что электрон обращается вокруг ядра по круговой орбите. Определить скорость v электрона, если радиус орбиты $r = 53$ пм, а также частоту вращения электрона.
3. 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.
4. Два конденсатора электроемкостями $C_1 = 3$ мкФ и $C_2 = 6$ мкФ соединены между собой и присоединены к батарее с э. д. с. $= 120$ 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.
5. В медном проводнике длиной $L = 2$ м и площадью S поперечного сечения, равной $0,4$ мм², идет ток. При этом каждую секунду выделяется количество теплоты $Q = 0,35$ Дж. Сколько электронов N проходит за 1 с через поперечное сечение этого проводника?
6. Какой минимальной скоростью v_{\min} должен обладать протон, чтобы он мог достигнуть поверхности заряженного до потенциала $\phi = 400$ В металлического шара?
7. Какое количество теплоты Q выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов U между пластинами равна 15 кВ, расстояние $d = 1$ мм, диэлектрик - слюда и площадь S каждой пластины равна 300 см²?
8. К батарее аккумуляторов, Э. Д. С. ξ , которой равна 2 В и внутреннее сопротивление $r = 0,5$ Ом, присоединен проводник. Определить: 1) сопротивление R проводника, при котором мощность, выделяемая в нем, максимальна; 2) мощность P , которая при этом выделяется в проводнике.
9. 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?

10. По обмотке очень короткой катушки радиусом $r = 16$ см течет ток силой $I = 5$ А. Сколько витков N проволоки намотано на катушку, если напряженность H магнитного поля в ее центре равна 800 А/м?
11. Определить силу Лоренца F , действующую на электрон, влетевший со скоростью $v = 200$ км/с в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям индукции. Магнитная индукция B поля равна $0,2$ Тл.
12. Протон влетает со скоростью $v = 100$ км/с в область пространства, где имеются электрическое ($E = 210$ В/м) и магнитное ($B = 3,3$ мТл) поля. Векторы напряженности \mathbf{E} электрического поля и магнитной индукции \mathbf{B} совпадают по направлению. Определить ускорение протона для начального момента движения в поле, если направление вектора его скорости \mathbf{v} совпадает с общим направлением векторов \mathbf{E} и \mathbf{B} .
13. Проволочный виток радиусом $r = 4$ см, имеющий сопротивление $R = 0,01$ Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04$ Тл. Плоскость рамки составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями индукции поля. Какое количество электричества Q протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?
14. По обмотке тороида течет ток силой $I = 0,6$ А. Витки провода диаметром $d = 0,4$ мм плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Найти энергию W магнитного поля в стальном сердечнике тороида, если площадь S сечения его равна 4 см², диаметр D средней линии равен 30 см.
15. Требуется получить напряжённость магнитного поля $H = 1$ кА/м в соленоиде длиной $l = 20$ см и диаметром $D = 5$ см. Найти число ампер-витков, необходимое для соленоида, и разность потенциалов U , которую необходимо приложить к концам обмотки из медной проволоки $d = 0,5$ мм. Считать поле соленоида однородным.
16. Однозарядные ионы изотопов калия с относительными атомными массами 39 и 41 ускоряются разностью потенциалов $U = 300$ В; затем они попадают в однородное магнитное поле, перпендикулярное направлению их движения. Индукция магнитного поля $B = 0,08$ Тл. Найти радиусы кривизны R_1 и R_2 траекторий этих ионов.
17. Кольцо из алюминиевого провода ($\rho = 26$ нОм·м) помещено в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Диаметр кольца 20 см, диаметр провода 1 мм. Определить скорость изменения магнитного поля, если сила тока в кольце $0,5$ А.

ВАРИАНТ 6

1. Расстояние между двумя точечными зарядами $Q_1 = 5 \text{ мкКл}$ и $Q_2 = -10 \text{ мкКл}$ равно 10 см . Определить силу F , действующую на точечный заряд $Q = 0,1 \text{ мкКл}$, удаленный на $r_1 = 6 \text{ см}$ от первого и на $r_2 = 8 \text{ см}$ от второго зарядов.
2. Электрическое поле создано точечным положительным зарядом $Q_1 = 6 \text{ нКл}$. Положительный заряд Q_2 переносится вдоль прямой из точки A этого поля в точку B . Каково изменение потенциальной энергии ΔW , приходящееся на единицу переносимого заряда, если расстояния от точек до заряда равны соответственно $r_A = 20 \text{ см}$ и $r_B = 50 \text{ см}$?
3. Электрон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом $\varphi_1 = 100 \text{ В}$ электрон имел скорость $v_1 = 6 \text{ Мм/с}$. Определить потенциал φ_2 точки поля, в которой скорость v_2 электрона будет равна $0,5 v_1$.
4. Сила F притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна 50 мН . Площадь S каждой пластины равна 200 см^2 . Найти плотность энергии w поля конденсатора.
5. В медном проводнике объемом $V = 6 \text{ см}^3$ при прохождении по нему постоянного тока за время $t = 1 \text{ мин}$ выделилось количество теплоты $Q = 216 \text{ Дж}$. Вычислить напряженность E электрического поля в проводнике.
6. Э. Д. С. ξ батареи равна 20 В . Сопротивление R внешней цепи равно 2 Ом , сила тока $I = 4 \text{ А}$. Найти к. п. д. батареи. При каком значении внешнего сопротивления R к. п. д. будет равен 99% ?
7. Напряженность H магнитного поля в центре кругового витка радиусом $r = 8 \text{ см}$ равна 30 А/м . Определить напряженность H_1 на оси витка в точке, расположенной на расстоянии $d = 6 \text{ см}$ от центра витка.
8. Сколько витков проволоки диаметром $d = 0,4 \text{ мм}$ с изоляцией ничтожной толщины нужно намотать на картонный цилиндр диаметром $D = 2 \text{ см}$, чтобы получить однослойную катушку с индуктивностью $L = 1 \text{ мГн}$? Витки вплотную прилегают друг к другу.
9. На рис. изображены сечения двух прямолинейных бесконечно длинных проводников с токами. Расстояние между



- проводниками $AB = 10 \text{ см}$, токи $I_1 = 20 \text{ А}$ и $I_2 = 30 \text{ А}$. Найти напряженности H магнитного поля, вызванного токами I_1 и I_2 в точках M_1 , M_2 и M_3 . Расстояния $M_1A = 2 \text{ см}$, $AM_2 = 4 \text{ см}$ и $BM_3 = 3 \text{ см}$.
10. Вдоль двух длинных прямых параллельных проводников, расположенных на расстоянии $d = 5 \text{ см}$ друг от друга, в одинаковом направлении текут токи силами $I_1 = 5 \text{ А}$ и $I_2 = 10 \text{ А}$. Определить магнитную индукцию B поля в точке, которая отстоит на $r_1 = 3 \text{ см}$ от первого проводника и на $r_2 = 4 \text{ см}$ от второго.
11. Вычислить радиус R дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией $B = 15 \text{ мТл}$, если скорость протона равна 2 Мм/с .
12. Двукратно ионизированный атом гелия (α -частица) движется в однородном магнитном поле напряженностью $H = 100 \text{ кА/м}$ по окружности радиусом $R = 100 \text{ см}$. Найти скорость α -частицы.
13. Проволочное кольцо радиусом $r = 10 \text{ см}$ лежит на столе. Какое количество электричества Q протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление R кольца равно 1 Ом . Вертикальная составляющая индукции B магнитного поля Земли равна 50 мкТл .
14. При индукции B поля, равной 1 Тл , плотность энергии w магнитного поля в железе равна 200 Дж/м^3 . Определить магнитную проницаемость μ железа в этих условиях.
15. Сколько ампер-витков потребуется для создания магнитного потока $\Phi = 0,42 \text{ мВб}$ в соленоиде с железным сердечником длиной $l = 120 \text{ см}$ и площадью поперечного сечения $S = 3 \text{ см}^2$?
16. Ток, который изменяется по закону $I = 3 \cos 2t$ (время – в секундах, ток – в амперах), проходит по катушке индуктивностью $L = 40 \text{ мГн}$. Установить закон изменения и максимальное значение Э. Д. С. самоиндукции.
17. Найти отношение q/m для заряженной частицы, если она, влетая со скоростью $v = 10^6 \text{ м/с}$ в однородное магнитное поле напряженностью $H = 200 \text{ кА/м}$, движется по дуге окружности радиусом $R = 8,3 \text{ см}$. Направление скорости движения частицы перпендикулярно к направлению магнитного поля. Сравнить найденное значение со значением q/m для электрона, протона и α -частицы.

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). Найти силу F , действующую на точечный заряд Q , лежащий в плоскости шестиугольника и равноудаленный от его вершин.
2. Поле создано точечным зарядом $Q = 1$ нКл. Определить потенциал φ поля в точке, удаленной от заряда на расстояние $r = 20$ см.
3. Из точки 1 на поверхности бесконечно длинного отрицательно заряженного цилиндра ($\tau = 20$ нКл/м) вылетает электрон ($v_0 = 0$). Определить кинетическую энергию T электрона в точке 2, находящейся на расстоянии $9R$ от поверхности цилиндра, где R — его радиус.
4. 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?
5. 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.
6. Электроемкость C плоского конденсатора равна 1,5 мкФ. Расстояние d между пластинами равно 5 мм. Какова будет электроемкость C_1 конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной $d_1 = 3$ мм?
7. К источнику тока с Э. Д. С. $\xi = 1,5$ В присоединили катушку с сопротивлением $R = 0,1$ Ом. Амперметр показал силу тока, равную $I_1 = 0,5$ А. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же Э. Д. С., то сила тока I в той же катушке оказалась равной 0,4 А. Определить внутренние сопротивления r_1 и r_2 первого и второго источников тока.
8. К зажимам батареи аккумуляторов присоединен нагреватель. Э. Д. С. ε 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 К. П. Д. нагревателя.
9. Два параллельных прямых длинных проводника, по которым в одном направлении текут токи $I_1 = 4$ А и $I_2 = 6$ А, расположены на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Определить магнитную индукцию

поля в точке, которая отстоит от первого проводника на $r_1 = 5$ см и от второго — на $r_2 = 12$ см.

10. По тонкому проводящему кольцу радиусом $R = 10$ см течет ток силой $I = 80$ А. Найти магнитную индукцию в точке, равноудаленной от всех точек кольца на $r = 20$ см.
11. 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. Найти радиус R и шаг h винтовой траектории.
12. Ион, несущий один элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,015$ Тл по окружности радиусом $R = 10$ см. Определить импульс p иона.
13. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. По цепи протекло количество электричества $Q = 10$ мкКл. Определить изменение $\Delta\Phi$ магнитного потока через площадь кольца, если сопротивление R цепи гальванометра равно 30 Ом.
14. Определить объемную плотность энергии w магнитного поля в стальном сердечнике, если индукция B магнитного поля равна 0,5 Тл.
15. Найти энергию W уединенной сферы радиусом $R = 4$ см, заряженной до потенциала $\varphi = 500$ В.
16. Вычислить циркуляцию вектора индукции вдоль контура, охватывающего токи $I_1 = 10$ А, $I_2 = 15$ А, текущие в одном направлении, и ток $I_3 = 20$ А, текущий в противоположном направлении.
17. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл движется равномерно проводник длиной $l = 10$ см. По проводнику течет ток $I = 2$ А. Скорость движения проводника $v = 20$ см/с и направлена перпендикулярно к направлению магнитного поля. Найти работу A перемещения проводника за время $t = 10$ с и мощность P , затраченную на это перемещение.

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 друг 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. Электрон с начальной скоростью $v_0 = 3$ Мм/с влетел в однородное электрическое поле напряженностью $E = 150$ В/м. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Найти: 1) силу F , действующую на электрон. 2) ускорение a , приобретаемое электроном; 3) скорость v электрона через $t = 0,1$ мкс.
3. Определить потенциал ϕ электрического поля в точке, удаленной от зарядов $Q_1 = -0,2$ мкКл и $Q_2 = 0,5$ мкКл соответственно на $r_1 = 15$ см и $r_2 = 25$ см.
4. Конденсаторы электроемкостями $C_1 = 1$ 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.
5. Плоский воздушный конденсатор электроемкостью $C = 1,11$ нФ заряжен до разности потенциалов $U = 300$ В. После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в пять раз. Определить: 1) разность потенциалов U_1 на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу A внешних сил по раздвижению пластин.
6. Вычислить энергию W электростатического поля металлического шара, которому сообщен заряд $Q = 100$ нКл, если диаметр d шара равен 20 см.
7. От генератора с ЭДС $\xi = 110$ В требуется передать энергию на расстояние $l = 250$ м. Потребляемая мощность $P = 1$ кВт. Найти минимальное сечение S медных подводящих проводов, если потери мощности в сети не должны превышать 1% .
8. Напряженность H магнитного поля в центре кругового витка равна 200 А/м. Магнитный момент p_m витка равен 1 А·м². Вычислить силу тока I в витке и радиус R витка.
9. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл. Определить момент

- импульса L , которым обладала частица при движении в магнитном поле, если ее траектория представляла дугу окружности радиусом $R = 0,1$ см.
10. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01$ Тл находится прямой провод длиной $l = 8$ см, расположенный перпендикулярно линиям индукции. По проводу течет ток силой $I = 2$ А. Под действием сил поля провод переместился на расстояние $s = 5$ см. Найти работу A сил поля.
 11. Рамка из провода сопротивлением $R = 0,01$ Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05$ Тл. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь S рамки равна 100 см². Найти, какое количество электричества Q протечет через рамку за время поворота ее на угол $\alpha = 30^\circ$ от $\alpha_0 = 0$ до $\alpha_1 = 30^\circ$.
 12. Катушка длиной $l = 20$ см содержит $N = 100$ витков. По обмотке катушки идет ток силой $I = 5$ А. Диаметр d катушки равен 20 см. Определить магнитную индукцию B в точке, лежащей на оси катушки на расстоянии $a = 10$ см от ее конца.
 13. По сечению проводника равномерно распределен ток плотностью $j = 2$ МА/м². Найти циркуляцию вектора напряженности вдоль окружности радиусом $R = 5$ мм, проходящей внутри проводника и ориентированной так, что ее плоскость составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с вектором плотности тока.
 14. Индукция магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от $B_1 = 0,5$ Тл до $B_2 = 1$ Тл. Найти, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии w магнитного поля.
 15. Длина железного сердечника тороида $l_1 = 1$ м, длина воздушного зазора $l_2 = 1$ см. Площадь поперечного сечения сердечника $S = 25$ см². Сколько ампер-витков потребуется для создания магнитного потока $\Phi = 1,4$ мВб, если магнитная проницаемость материала сердечника $\mu = 800$? (Зависимость B от H для железа неизвестна.)
 16. Протон влетает в однородное магнитное поле под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению поля и движется по винтовой линии радиусом $R = 1,5$ см. Индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл. Найти кинетическую энергию T протона.

ВАРИАНТ 9

1. В вершинах правильного треугольника со стороной $a = 10$ см находятся заряды $Q_1 = 10$ мкКл, $Q_2 = 20$ мкКл и $Q_3 = 30$ мкКл. Определить силу F , действующую на заряд Q_1 со стороны двух других зарядов.
2. Заряды $Q_1 = 1$ мкКл и $Q_2 = -1$ мкКл находятся на расстоянии $d = 10$ см. Определить напряженность E и потенциал φ поля в точке, удаленной на расстояние $r = 10$ см от первого заряда и лежащей на линии, проходящей через первый заряд перпендикулярно направлению от Q_1 к Q_2 .
3. Большая металлическая пластина несет равномерно распределенный по поверхности заряд ($\sigma = 10$ нКл/м²). На малом расстоянии от пластины находится точечный заряд $Q = 100$ нКл. Найти силу F действующую на заряд.
4. Конденсатор электроемкостью $C_1 = 0,6$ мкФ был заряжен до разности потенциалов $U_1 = 300$ В и соединен со вторым конденсатором электроемкостью $C_2 = 0,4$ мкФ, заряженным до разности потенциалов $U_2 = 150$ В. Найти заряд ΔQ , перетекший с пластин первого конденсатора на второй.
5. Определить плотность тока j в железном проводнике длиной $l = 10$ м, если проводник находится под напряжением $U = 6$ В.
6. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно, Э. Д. С. ξ , каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление $r = 0,2$ Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление $R = 1,5$ Ом. Найти силу тока I во внешней цепи.
7. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 10$ Ом равномерно убывает от $I_0 = 3$ А до $I = 0$ за 30 с. Определить выделившееся за это время в проводнике количество теплоты Q .
8. Длинный прямой соленоид из проволоки диаметром $d = 0,5$ мм намотан так, что витки плотно прилегают друг к другу. Какова магнитная индукция B внутри соленоида при силе тока $I = 4$ А? Толщиной изоляции пренебречь.
9. Плоский контур, площадь S которого равна 300 см², находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01$ Тл. Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток силой $I = 10$ А. Определить работу A внешних сил по

перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в которой отсутствует.

10. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B = 0,02$ Тл по окружности радиусом $R = 1$ см. Определить кинетическую энергию электрона (в джоулях и электрон-вольтах).
11. Магнитный поток $\Phi = 40$ мВб пронизывает замкнутый контур. Определить среднее значение Э. Д. С. индукции $\langle \xi_i \rangle$, возникающей в контуре, если магнитный поток изменится до нуля за время $\Delta t = 2$ мс.
12. Найти напряженность H магнитного поля на оси кругового контура на расстоянии $a = 3$ см от его плоскости. Радиус контура $R = 4$ см, ток в контуре $I = 2$ А.
13. Найти магнитный поток Φ , создаваемый соленоидом сечением $S = 10$ см², если он имеет $n = 10$ витков на каждый сантиметр его длины при силе тока $I = 20$ А.
14. Рамка из провода сопротивлением $R = 0,01$ Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05$ Тл. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь S рамки равна 100 см². Найти, какое количество электричества Q протечет через рамку за время поворота ее на угол $\alpha = 30^\circ$ от $\alpha_1 = 30^\circ$ до $\alpha_2 = 60^\circ$.
15. Вычислить плотность энергии ω магнитного поля в железном сердечнике замкнутого соленоида, если напряженность H намагничивающего поля равна 1,2 кА/м.
16. Найти магнитную индукцию B в замкнутом железном сердечнике тороида длиной $l = 20,9$ см, если число ампер-витков обмотки тороида $IN = 1500$ АВ. Какова магнитная проницаемость μ материала сердечника при этих условиях?
17. Электрон влетает в плоский горизонтальный конденсатор параллельно его пластинам со скоростью $v = 10^7$ м/с. Длина конденсатора $l = 5$ см. Напряженность электрического поля конденсатора $E = 10$ кВ/м. При вылете из конденсатора электрон попадает в магнитное поле, перпендикулярное к электрическому полю. Индукция магнитного поля $B = 10$ мТл. Найти радиус R и шаг h винтовой траектории электрона в магнитном поле.

ВАРИАНТ 10

1. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого точечным зарядом $Q = 10$ нКл на расстоянии $r = 10$ см от него. Диэлектрик масло.
2. Вычислить потенциальную энергию системы двух точечных зарядов $Q_1 = 100$ нКл и $Q_2 = 10$ нКл, находящихся на расстоянии $d = 10$ см друг от друга.
3. Какая ускоряющая разность потенциалов U требуется для того, чтобы сообщить скорость $v = 30$ Мм/с: 1) электрону; 2) протону?
4. Плоский воздушный конденсатор электроемкостью $C = 1,11$ нФ заряжен до разности потенциалов $U = 300$ В. После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в пять раз. Определить: 1) разность потенциалов U_1 на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу A внешних сил по раздвижению пластин.
5. Конденсаторы электроемкостями $C_1 = 1$ 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.
6. 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?
7. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток силой $I = 50$ А, Определить магнитную индукцию B в точке, удаленной на расстояние $r = 5$ см от проводника.
8. По двум параллельным прямым проводникам длиной $l = 1$ м каждый текут токи одинаковой силы. Расстояние d между проводниками равно 1 см. Проводники взаимодействуют с силой $F = 1$ мН. Найти силу тока I в проводниках.
9. 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?
10. 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.

11. Протон, имеющий скорость 300 км/с, сближается с неподвижной α -частицей. Определить минимальное расстояние R_{\min} , на которое подойдет протон к α -частице. Заряд α -частицы равен двум элементарным положительным зарядам, а массу m_1 ее можно считать в четыре раза большей, чем масса m_2 протона.
12. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток силой $I = 50$ А. Определить магнитную индукцию B в точке, удаленной на расстояние $r = 5$ см от проводника.
13. Плоский контур, площадь S которого равна 25 см², находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04$ Тл. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\beta = 30^\circ$ с линиями индукции.
14. Рамка из провода сопротивлением $R = 0,01$ Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05$ Тл. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь S рамки равна 100 см². Найти, какое количество электричества Q протечет через рамку за время поворота ее на угол $\alpha = 30^\circ$ от $\alpha_1 = 60^\circ$ до $\alpha_2 = 90^\circ$.
15. Напряженность магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от $H_1 = 200$ А/м до $H_2 = 800$ А/м. Определить, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии w магнитного поля.
16. Магнитный поток сквозь соленоид (без сердечника) $\Phi = 5$ мкВб. Найти магнитный момент p соленоида, если его длина $l = 25$ см.
17. Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 3$ кВ, влетает в магнитное поле соленоида под углом $\alpha = 30^\circ$ к его оси. Число ампер-витков соленоида $IN = 5000$ А·В. Длина соленоида $l = 25$ см. Найти шаг h винтовой траектории электрона в магнитном поле.