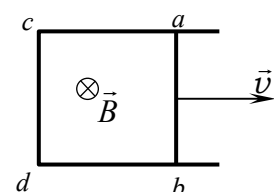
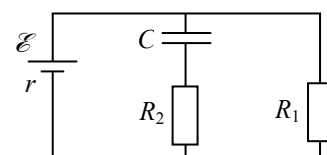
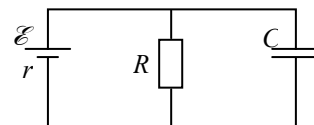
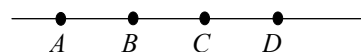
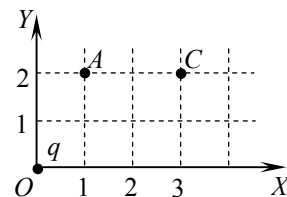


С3. Электрические и магнитные явления

- Медный тонкий диск диаметра $D = 0,1$ м скользит по столу с постоянной скоростью $v = 100$ м/с, касаясь стола одной из плоских поверхностей. Магнитное поле $B = 0,5$ Тл направлено вдоль поверхности стола и перпендикулярно вектору скорости диска. Найдите модуль вектора напряженности электрического поля, возникающего внутри металла, и разность потенциалов между центром и окружностью, ограничивающей диск. Ответ: $E = vB = 50$ В/м, $U = 0$
- Медный куб с длиной ребра $a = 0,1$ м скользит по столу с постоянной скоростью $v = 10$ м/с, касаясь стола одной из плоских поверхностей. Вектор индукции магнитного поля $B = 0,2$ Тл направлен вдоль поверхности стола и перпендикулярно вектору скорости куба. Найдите модуль вектора напряженности электрического поля, возникающего внутри металла, и разность потенциалов между центром куба и одной из его вершин. Ответ: $E = vB = 2$ В/м, $U = Ea/2 = 0,1$ В
- Заряженный шарик влетает в область магнитного поля $B = 0,2$ Тл, имея скорость $v = 1000$ м/с, перпендикулярно вектору магнитной индукции. Какой путь он пройдет к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1° ? Масса шарика $m = 0,01$ г, заряд $q = 500$ мкКл. Ответ: $S = \pi mv / (Bq \cdot 180) = 1,75$ м
- Электрон влетает в область магнитного поля индукцией $B = 0,01$ Тл со скоростью $v = 1000$ км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Какой путь он пройдет к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1° ? Ответ: $S = \pi mv / (Be \cdot 180) = 0,01$ м
- В двух вершинах (точках 1 и 2) равностороннего треугольника со стороной L помещены заряды q и $-2q$. Каковы направление и модуль вектора напряженности электрического поля в точке 3, являющейся третьей вершиной этого треугольника? Известно, что точечный заряд q создает на расстоянии L электрическое поле напряженностью $E = 10$ мВ/м. Ответ: $E_3 = \sqrt{3} E = 17$ мВ/м.
- Точечный заряд q , помещенный в начало координат, создает в точке A (см. рисунок) электростатическое поле напряженностью $E_1 = 65$ В/м. Какова напряженность поля E_2 в точке C ? Ответ: $E_2 = E_1(r_{OA}/r_{OC})^2 = 5E_1/13 = 25$ В/м
- Точки A, B, C и D расположены на прямой и разделены равными промежутками L (см. рисунок). В точке A помещен заряд $q_1 = 8 \cdot 10^{-12}$ Кл, в точке B — заряд $q_2 = -5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Какой заряд q_3 надо поместить в точку D , чтобы напряженность поля в точке C была равна нулю? Ответ: $q_3 = q_2 + (q_1/4) = -3 \cdot 10^{-12}$ Кл
- Горизонтально расположенная, неподвижная, положительно заряженная пластина из диэлектрика создает электрическое поле напряженностью $E = 10^4$ В/м. На нее с высоты $h = 10$ см падает шарик массой $m = 20$ г, имеющий заряд $q = +10^{-5}$ Кл и начальную скорость $v_0 = 1$ м/с, направленную вертикально вниз. Какая энергия выделяется при абсолютно неупругом ударе шарика о пластину? Ответ: $Q = (mg - qE)h + (mv_0^2/2) = 0,02$ Дж
- Горизонтально расположенная, неподвижная, отрицательно заряженная диэлектрическая пластина создает однородное электрическое поле напряженностью $E = 10^4$ В/м. На нее с высоты $h = 10$ см падает шарик массой $m = 20$ г, имеющий положительный заряд $q = 10^{-5}$ Кл и начальную скорость $v_0 = 1$ м/с, направленную вертикально вниз. Какая энергия выделяется при абсолютно неупругом ударе шарика о пластину? Ответ: $Q = (mg + qE)h + (mv_0^2/2) = 0,04$ Дж
- Отрицательно заряженная диэлектрическая пластина, создающая однородное электрическое поле напряженностью $E = 10^4$ В/м, укреплена на горизонтальной плоскости. На нее с высоты $h = 10$ см начинает падать шарик массой $m = 20$ г, имеющий положительный заряд $q = 10^{-5}$ Кл. Какой импульс передаст шарик пластине при абсолютно упругом ударе? Ответ: $\Delta p = 2\sqrt{2mh(mg + qE)} = 0,07$ кг·м/с
- Положительно заряженная диэлектрическая пластина, создающая однородное электрическое поле напряженностью $E = 10^4$ В/м, укреплена на горизонтальной плоскости. На нее с высоты $h = 10$ см падает с нулевой начальной скоростью шарик массой $m = 20$ г, имеющий положительный заряд $q = 10^{-5}$ Кл. Какой импульс передаст шарик пластине при абсолютно неупругом ударе? Ответ: $\Delta p = \sqrt{2mh(mg - qE)} = 0,02$ кг·м/с
- Положительно заряженная диэлектрическая пластина, создающая однородное электрическое поле, укреплена на горизонтальной плоскости. На нее с высоты $h = 10$ см падает с нулевой начальной скоростью шарик массой $m = 20$ г, имеющий положительный заряд $q = 10^{-5}$ Кл. При абсолютно неупругом ударе шарик передал пластине импульс $p = 0,028$ кг·м/с. Какова напряженность электрического поля? Ответ: $E = (2m^2hg - p^2)/(2qmh) = 400$ В/м
- Какой должна быть ЭДС источника тока, чтобы напряженность E электрического поля в плоском конденсаторе была равна 2 кВ/м, если внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом, сопротивление резистора $R = 10$ Ом, расстояние между пластинами конденсатора $d = 2$ см? Ответ: $\mathcal{E} = Ed(R + r)/R$; $\mathcal{E} = 48$ В
- Чему равен электрический заряд конденсатора емкостью $C = 1000$ мкФ (см. рисунок к задаче 13), если внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом, ЭДС его равна $\mathcal{E} = 24$ В, сопротивление резистора $R = 10$ Ом. Ответ: $q = \mathcal{E}RC/(R + r)$; $q = 2 \cdot 10^{-2}$ Кл.
- Чему равна напряженность электрического поля внутри плоского конденсатора (см. рисунок), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 10$ Ом, ЭДС его равна $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивление резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом? Расстояние между обкладками конденсатора $d = 1$ мм. Ответ: $E = \mathcal{E}R_1/[(R_1 + r)d] = 20$ кВ/м.
- Чему равен электрический заряд конденсатора емкостью $C = 1000$ мкФ (см. рисунок к задаче 15), если внутреннее сопротивление источника $r = 10$ Ом, ЭДС его равна $\mathcal{E} = 30$ В, сопротивление резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом? Ответ: $q = \mathcal{E}R_1C/(R_1 + r)$; $q = 20$ мКл.
- По П-образному проводнику $acdb$ постоянного сечения со скоростью $\vec{v}$ скользит проводящая перемычка ab такого же сечения, длиной l . Проводники помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок). Определите разность потенциалов $U = \phi_a - \phi_b$ между точками a и b в тот момент, когда $ab = ac$. Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало. Ответ: $U = 3Blv/4$



18. По П-образному проводнику $acdb$ постоянного сечения со скоростью $\vec{v}$ скользит проводящая перемычка ab такого же сечения, длиной l . Проводники помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок к задаче 17). Определите напряженность электрического поля в перемычке в тот момент, когда $ab = ac$. Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало. Ответ: $E = 3Bv/4$
19. По П-образному медному проводнику $acdb$ постоянного сечения со скоростью $\vec{v}$ скользит медная перемычка ab такого же сечения, длиной l . Проводники помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого $\vec{B}$ направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок к задаче 17). Определите напряженность электрического поля в проводнике cd в тот момент, когда $ab = ac$. Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало. Ответ: $E = Bv/4$
20. Квадратная проволочная рамка $abcd$ со стороной $ab = l$ движется равномерно со скоростью $\vec{v}$ вдоль оси OX системы отсчета, связанной с магнитами, и попадает в область магнитного поля с индукцией $\vec{B}$, отмеченную на рисунке. Сопротивление проводников рамки равно R . Определить работу силы Ампера, действующей на рамку, за то время, когда она войдет в область, занятую полем, если в начальный момент рамка находилась полностью вне поля. Ответ: $A = -B^2 l^3 v/R$
21. Квадратная проволочная рамка $abcd$ со стороной $ab = l$ движется равномерно со скоростью $\vec{v}$ вдоль оси OX системы отсчета, связанной с магнитами, и попадает в область магнитного поля с индукцией $\vec{B}$, отмеченную на рисунке. Сопротивление рамки равно R . Определить работу силы Ампера, действующей на рамку, за то время, когда рамка полностью войдет в область, занятую полем, и затем выйдет из нее. В начальный момент рамка находилась полностью вне поля. Ответ: $A = -2B^2 l^3 v/R$
22. В идеальном колебательном контуре амплитуда силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5$ мА, а амплитуда колебаний заряда конденсатора $q_m = 2,5$ нКл. В момент t заряд конденсатора $q = 1,5$ нКл. Найдите силу тока в катушке в этот момент.
 Ответ: $I = I_m \sqrt{1 - \frac{q^2}{q_m^2}} = 4$ мА
23. Точечный заряд $q = 10$ пКл создает на расстоянии R электрическое поле с потенциалом $\varphi_1 = 1$ В. Три концентрические сферы с радиусами R , $2R$ и $3R$ несут равномерно распределенные по их поверхностям заряды $q_1 = +2q$, q_2 и $q_3 = -2q$ соответственно (см. рисунок). Значение потенциала поля в точке A , отстоящей на расстояние $R_A = 2,5R$ от центра сфер, равно $\varphi_2 = 2,6$ В. Чему равна величина заряда q_2 ? Ответ: $q_2 = q(7,5\varphi_2 - \varphi_1)/(3\varphi_1)$; $q_2 = 62$ пКл
24. Точечный заряд q создает на расстоянии R электрическое поле с напряженностью $E_1 = 63$ В/м. Три концентрические сферы с радиусами R , $2R$ и $3R$ несут равномерно распределенные по их поверхностям заряды $q_1 = +2q$, $q_2 = -q$ и $q_3 = +q$ соответственно (см. рисунок к задаче 23). Чему равно значение напряженности поля в точке A , отстоящей на расстояние $R_A = 2,5R$ от центра сфер? Ответ: $E = E_1/(2,5)^2 \approx 10$ В/м
25. Четыре одинаковых заряда q расположены на плоскости в вершинах квадрата со стороной l и удерживаются в равновесии связывающими их попарно нитями (см. рис.). Сила отталкивания соседних зарядов равна $F_0 = 20 \cdot 10^{-3}$ Н. Чему равно натяжение каждой из нитей?
 Ответ: $T = F_0 \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) = 2,7 \cdot 10^{-2}$ Н
26. Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1$ м², ограниченная проводящим контуром с сопротивлением $R = 5$ Ом, находится в однородном магнитном поле. Пока проекция магнитной индукции на вертикальную ось OZ равномерно убывает от $B_{1z} = 6$ Тл до конечного значения B_{2z} , по контуру протекает заряд $q = 0,08$ Кл. Найдите B_{2z} . Ответ: $B_{2z} = B_{1z} - (Rq/S) = 2$ Тл
27. (С5) Электрон влетает в однородное магнитное поле со скоростью $\vec{v}$ под острым углом α к параллельно направленным векторам $\vec{E}$ и $\vec{B}$. Определите, сколько оборотов успеет сделать электрон до того, как начнет движение в направлении, обратном направлению векторов $\vec{E}$ и $\vec{B}$. Величины E и B считать известными. Ответ: $N = Bv \cos \alpha / (2\pi E)$
28. (С5) α -частица влетает по нормали к границе в область поперечного однородного магнитного поля индукцией $B = 0,2$ Тл, имеющую форму плоского слоя толщиной $h = 0,2$ м. Чему была равна скорость частицы, если после прохождения магнитного поля она отклонилась на угол $\varphi = 30^\circ$ от первоначального направления? Удельный заряд частицы $\gamma = 0,5 \cdot 10^8$ Кл/кг. Ответ: $v = \gamma h B / \sin \varphi$
29. Два тонких медных проводника одинаковой длины соединены последовательно. Диаметр первого d_1 , второго — d_2 . Определите отношение напряженностей электростатических полей в этих проводниках E_1/E_2 при протекании по ним тока. Ответ: $E_1/E_2 = (d_2/d_1)^2$
30. Конденсаторы емкостями 2 мкФ и 10 мкФ заряжают до напряжения 5 В каждый, а затем «плюс» одного из них подключают к «минусу» другого и соединяют свободные выводы резистором 1000 Ом. Какое количество теплоты выделится в резисторе? Ответ: 83 мкДж.
31. Имеются два конденсатора: один емкостью 5 мкФ заряжен до напряжения 120 В, а другой емкостью 7 мкФ, заряжен до напряжения 240 В. Одноименные пластины конденсаторов попарно соединяют проводами. Какое напряжение установится на конденсаторах? Ответ: 190 В.
32. Плоский контур с источником постоянного тока находится во внешнем однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен плоскости контура (см. рисунок). На сколько процентов изменится мощность тока в контуре после того, как поле начнет уменьшаться со скоростью 0,01 Тл/с? Площадь контура 0,1 м², ЭДС источника 10 мВ. Ответ: уменьшится на 19 %.

