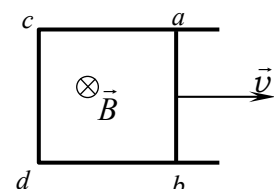
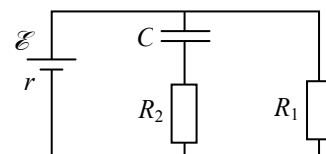
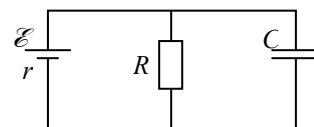
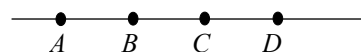
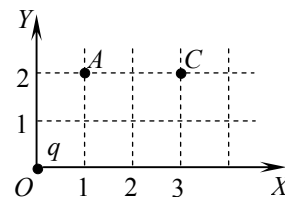


### 3. Электрические и магнитные явления.

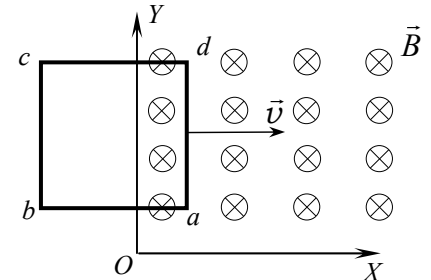
- Медный тонкий диск диаметра  $D = 0,1$  м скользит по столу с постоянной скоростью  $v = 100$  м/с, касаясь стола одной из плоских поверхностей. Магнитное поле  $B = 0,5$  Тл направлено вдоль поверхности стола и перпендикулярно вектору скорости диска. Найдите модуль вектора напряженности электрического 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 перпендикулярен 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  $1^\circ$ ? 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  $1^\circ$ ? 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 электроемкостью  $C = 1000$  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 электроемкостью  $C = 1000$  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 и длиной  $l$ . Проводники помещены в постоянное однородное магнитное поле, вектор индукции которого  $\vec{B}$  направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок). Определите разность потенциалов  $U = \varphi_a - \varphi_b$  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 и 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 и 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:  $E = Bv/4$ .

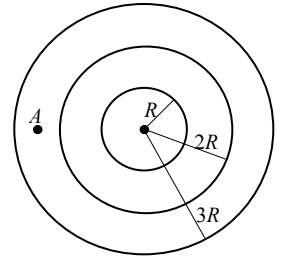
20. Квадратная проволочная рамка  $abcd$  со стороной  $ab = l$  движется равномерно со скоростью  $\vec{v}$  вдоль оси  $OX$  системы отсчета, связанной с магнитами, и попадает в область магнитного поля с индукцией  $\vec{B}$ , отмеченную на рисунке. Сопротивление проводников рамки равно  $R$ . Определить 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. 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:

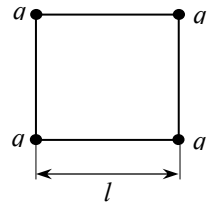
$$I = I_m \sqrt{1 - \frac{q^2}{q_m^2}} = 4 \text{ мА}.$$

22. Точечный заряд  $q = 10$  пКл создает на расстоянии  $R$  электрическое поле с потенциалом  $\phi_1 = 1$  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  $\phi_2 = 2,6$  В. Чему равна величина заряда  $q_2$ ? Ответ:  $q_2 = q(7,5\phi_2 - \phi_1)/(3\phi_1)$ ;  $q_2 = 62$  пКл.



23. 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.

24. 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.

25. Плоская горизонтальная фигура площадью  $S = 0,1$  м<sup>2</sup>, 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.

26. Электрон влетает в однородное магнитное поле со скоростью  $\vec{v}$  под острым углом  $\alpha$  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:  $N = Bv \cos \alpha / (2\pi E)$ .

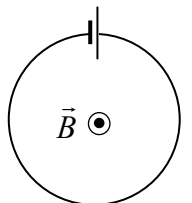
27.  $\alpha$ -частица влетает по нормали к границе в область поперечного однородного магнитного поля индукцией  $B = 0,2$  Тл, имеющую форму плоского слоя толщиной  $h = 0,2$  м. Чему была равна скорость частицы, если после прохождения магнитного поля она отклонилась на угол  $\phi = 30^\circ$  от первоначального направления? Удельный заряд частицы  $\gamma = 0,5 \cdot 10^8$  Кл/кг. Ответ:  $v = \gamma h B / \sin \phi$ .

28. 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:  $E_1/E_2 = (d_2/d_1)^2$ .

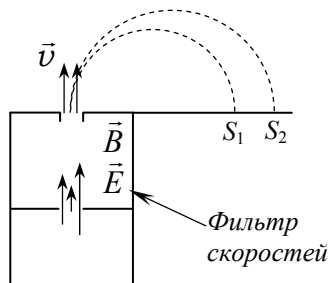
29. Конденсаторы емкостями 2 мкФ и 10 мкФ заряжают до напряжения 5 В каждый, а затем «плюс» одного из них подключают к «минусу» другого и соединяют свободные выводы резистором 1000 Ом. Какое количество теплоты выделится в резисторе? Ответ: 83 мкДж.

30. 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.

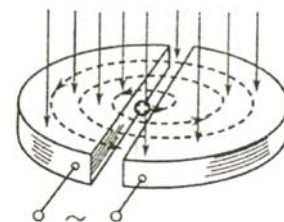
31. Плоский контур с источником постоянного тока находится во внешнем однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен плоскости контура (см. рисунок). На сколько процентов изменится мощность тока в контуре после того, как поле начнет уменьшаться со скоростью 0,01 Тл/с? Площадь контура 0,1 м<sup>2</sup>, ЭДС источника 10 мВ. Ответ: уменьшится на 19 %.



32. Из электронной пушки, ускоряющее напряжение которой  $U = 2400$  В, вылетает электрон и попадает в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,24$  Тл. Направление скорости составляет с направлением линий магнитной индукции угол  $\alpha = 30^\circ$ . Найдите ускорение электрона в магнитном поле. Ответ:  $a = \gamma B \cdot \sqrt{2\gamma U} \cdot \sin \alpha = 6,13 \cdot 10^{17}$  м/с<sup>2</sup>.



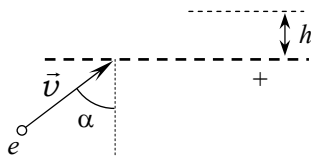
33. В масс-спектрограф влетают однократно ионизированные ионы неона с одинаковыми зарядами, но разными массами  $m_1 = 20$  а.е.м. и  $m_2 = 22$  а.е.м., предварительно пройдя «фильтр скоростей», выделяющий ионы с одинаковой скоростью  $v$ . Фильтр создан электрическим полем напряженностью  $E$  и магнитным полем индукцией  $B$ , причем векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  взаимно перпендикулярны. Отклоняющее магнитное поле, перпендикулярное пучку ионов, имеет индукцию  $B_0$ . Ионы совершают половину оборота в отклоняющем магнитном поле. Чему равно расстояние между точками  $S_1$  и  $S_2$  (см. рисунок)?
- Ответ:  $S_1 S_2 = 2E(m_2 - m_1)/(eBB_0)$ .



34. В циклотроне поддерживается разность потенциалов между дуантами  $U = 500$  В. Чему равен радиус конечной орбиты иона  $\text{Be}^{++}$ , если ион, двигаясь в магнитном поле с индукцией  $B = 1,53$  Тл, успел совершить  $N = 50000$  оборотов? Масса иона бериллия  $m = 1,5 \cdot 10^{-26}$  кг.

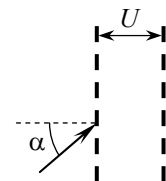
Ответ:  $R = \sqrt{\frac{2mNU}{B^2 e}} \approx 1,4$  м.

35. Электрон со скоростью  $v = 5 \cdot 10^6$  м/с влетает в пространство между пластинами плоского конденсатора, между которыми поддерживается разность потенциалов  $U = 500$  В (см. рисунок). Каково максимальное удаление электрона  $h$  от нижней пластины конденсатора? Отношение заряда электрона к его массе равно  $\gamma = -1,76 \cdot 10^{11}$  Кл/кг, угол падения электрона  $\alpha = 60^\circ$ . Расстояние между пластинами конденсатора равно  $d = 5$  см.



Ответ:  $h = (v \cos \alpha)^2 d / (2U\gamma) = 0,0018$  м.

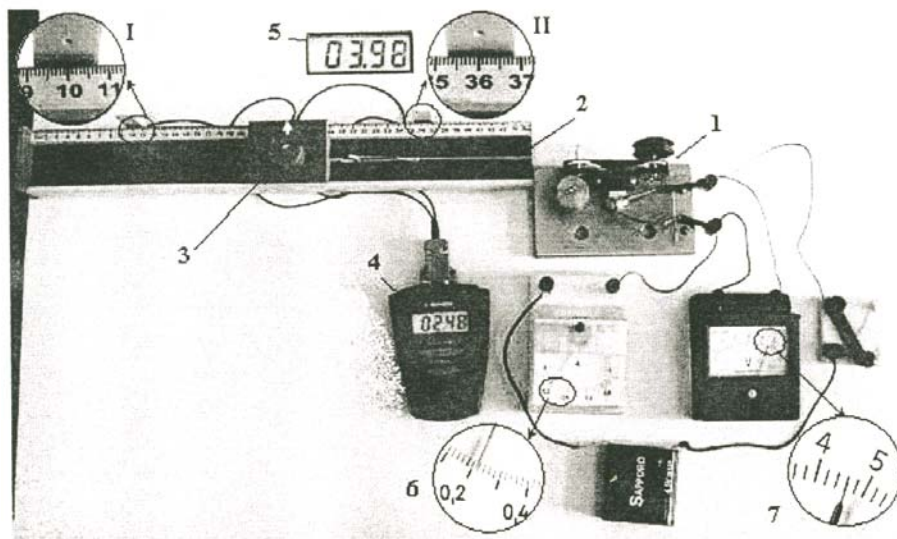
36. На две пластины конденсатора в виде проводящих сеток падает параллельный пучок электронов под углом  $\alpha = 45^\circ$  (см. рисунок). Между пластинами поддерживается разность потенциалов  $U = 400$  В.



При какой минимальной кинетической энергии электроны смогут пройти через сетки? Напряженность электрического поля между обкладками конденсатора сонаправлена с горизонтальной составляющей скорости электронов. Ответ:  $E_k = eU/\cos^2 \alpha = 1,28 \cdot 10^{-16}$  Дж.

37. Электроны, ускоренные до энергии  $W = 1000$  эВ, влетают в середину зазора между пластинами плоского конденсатора параллельно пластинам. Расстояние между пластинами конденсатора  $d = 1$  см, их длина  $L = 10$  см. Какое наименьшее напряжение  $U_{\min}$  надо приложить к пластинам конденсатора, чтобы электроны не вылетели из него? Ответ:  $U_{\min} = 20$  В.
38. Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью  $v = 5 \cdot 10^7$  м/с параллельно пластинам. Расстояние между пластинами конденсатора  $d = 1$  см, его длина  $L = 10$  см, разность потенциалов между обкладками конденсатора  $U = 100$  В. Каково вертикальное смещение электрона на выходе из конденсатора? Ответ:  $x = eUL^2/(2dmv^2) = 3,5 \cdot 10^{-3}$  м.
39. Электрон влетает в однородное электрическое поле напряженностью  $E = 200$  В/м со скоростью  $v_0 = 10^7$  м/с по направлению силовых линий поля. Через какое время электрон окажется в той же точке, где он влетел в поле? Ответ:  $t = 0,57$  мкс.
40. Две вертикально расположенные параллельные заряженные пластины находятся на расстоянии  $d = 5$  см друг от друга. Напряженность поля между ними  $E = 10^4$  В/м. Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик, имеющий заряд  $q = 10^{-5}$  Кл и массу  $m = 20$  г. После того, как шарик отпустили, он начал падать. Через какое время шарик ударится об одну из пластин? На сколько шарик сместится вниз за время полета? Ответ:  $t = (dm/(qE))^{1/2} = 1$  с,  $h = 5$  см.
41. Шарик массой  $m = 20$  г подвешен на шелковой нити и помещен над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное вертикальное электрическое поле напряженностью  $E = 10^4$  В/м. Шарик имеет положительный заряд  $q = 10^{-5}$  Кл. Период малых колебаний шарика  $T = 1$  с. Какова длина нити? Ответ:  $l = T^2(g - (qE/m))/(4\pi^2) = 0,127$  м.
42. Шарик массой  $m = 20$  г подвешен на шелковой нити длиной  $l = 10$  см. Шарик имеет положительный заряд  $q = 10^{-5}$  Кл и находится в однородном электрическом поле напряженностью  $E = 10^4$  В/м, направленном вертикально вниз. Каков период малых колебаний шарика? Ответ:  $T = 0,5$  с,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + \frac{qE}{m}}}$ .

43. Для выполнения исследования преобразования электрической энергии в механическую используются электродвигатель и редуктор (1), увеличивающий силу тяги. При сборке измерительной установки нить (2) от каретки (3) с грузом прикрепляется к валу редуктора, и при вращении вала каретка перемещается по направляющей. При прохождении каретки мимо датчика I секундомер (4) включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается. Дисплей (5) секундомера в этот момент показан слева от датчика. После измерения силы тока (6), напряжения (7) и времени ученик измерил с помощью динамометра силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равна 0,4 Н. В данной установке за счет



энергии электрического тока совершается работа силой упругости нити, нагреваются якорь электродвигателя и детали редуктора. Рассчитайте сопротивление якоря двигателя, если на нагревание деталей редуктора расходуется 80% энергии электрического тока. Ответ:  $R = (0,2UIt - FS)/(I^2t) \approx 3,7 \text{ Ом}$  ( $U = 4,6 \text{ В}$ ,  $I = 0,22 \text{ А}$ ,  $F = 0,4 \text{ Н}$ ,  $S = 0,26 \text{ м}$ ,  $t = 3,98 \text{ с}$ ).

44. Для выполнения исследования преобразования электрической энергии в механическую используются электродвигатель и редуктор (1), увеличивающий силу тяги (см. рисунок к предыдущей задаче). Сопротивление якоря электродвигателя 3 Ом. При сборке измерительной установки нить (2) от каретки (3) с грузом прикрепляется к валу редуктора, и при вращении вала каретка перемещается по направляющей. При прохождении каретки мимо датчика I секундомер (4) включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается. Дисплей (5) секундомера в этот момент показан слева от датчика. После измерения силы тока (6), напряжения (7) и времени ученик измерил с помощью динамометра силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равна 0,4 Н. В данной установке за счет энергии электрического тока совершается работа силой упругости нити, нагреваются якорь электродвигателя и детали редуктора. Рассчитайте количество теплоты, выделившейся в редукторе. Ответ:  $Q = UIt - I^2Rt - FS \approx 3,3 \text{ Дж}$  ( $U = 4,6 \text{ В}$ ,  $I = 0,22 \text{ А}$ ,  $F = 0,4 \text{ Н}$ ,  $S = 0,26 \text{ м}$ ,  $t = 3,98 \text{ с}$ ,  $R = 3 \text{ Ом}$ ).

45. Лампочки поочередно подключают к источнику постоянного тока. Сопротивления лампочек равны 3 Ом и 12 Ом. Мощность тока в лампочках одинакова. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Ответ:  $r = 6 \text{ Ом}$ .

46. Электрическая цепь состоит из источника тока, амперметра и реостата, сопротивление которого изменяют. При силе тока в цепи 30 А мощность тока в реостате равна 180 Вт, а при силе тока 10 А она равна 100 Вт. Каковы внутреннее сопротивление и ЭДС источника тока? Ответ:  $r = 0,2 \text{ Ом}$ ,  $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ .

47. Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 7 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 3 \text{ Ом}$ . Чему равно напряжение между обкладками конденсатора? Каков заряд на верхней обкладке конденсатора? Ответ:  $U = \mathcal{E}R_3/(r + R_1 + R_3) = 1,35 \text{ В}$ ,  $q = 2,7 \text{ мкКл}$ .

48. Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключен через резистор к конденсатору переменной емкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины медленно сблизили, при этом силы притяжения пластин совершили работу 10 мкДж. Какое количество теплоты выделилось в электрической цепи с момента начала движения пластин до полного затухания возникших при этом переходных процессов, если заряд конденсатора в итоге изменился на 1 мкКл? Ответ:  $Q = 40 \text{ мкДж}$ .

49. К источнику постоянного тока с внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор сопротивлением 6 Ом. Напряжение на полюсах источника равно 12 В. Какое количество теплоты выделяется во всей цепи в единицу времени? Ответ: 32 Вт.

50. Два последовательно соединенных гальванических элемента с одинаковыми ЭДС замкнуты на параллельно соединенные резисторы  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ . Внутреннее сопротивление первого элемента  $r_1 = 1,2 \text{ Ом}$ . Чему равно суммарное внутреннее сопротивление источников тока, если напряжение на зажимах второго источника равно нулю? Ответ: 4,8 Ом.

51. Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5). После этого он провел измерения напряжения на полюсах и силы тока в цепи при двух положениях ползунка реостата. (Из фотографий видно, что при одном положении движка реостата (2) вольтметр показывает 3,2 В, а амперметр 0,5 А. При другом положении движка реостата вольтметр показывает 2,6 В, а амперметр 1 А.)

Определите: а) количество теплоты, выделяющееся в батарейке за 1 минуту в первом и во втором опытах. Ответ: 18 Дж и 72 Дж;

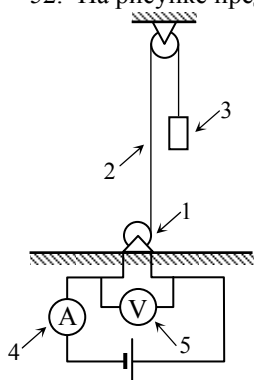
б) КПД источника тока в первом и во втором опытах. Ответ: 84 % и 68 % ;

в) силу тока короткого замыкания батарейки. Ответ:  $\approx 3,2 \text{ А}$ ;

г) ЭДС и внутреннее сопротивление батарейки. Ответ: 3,8 В; 1,2 Ом;

д) работу, которая совершается за 1 минуту внутри источника в первом опыте. Ответ: 18 Дж.

52. На рисунке представлена установка для изучения преобразования электрической энергии в механическую с помощью электродвигателя и редуктора, увеличивающего силу тяги (1). Один конец нити (2) укреплен на валу редуктора, а другой перекинут через неподвижный блок, и к нему привязан груз (3) массой  $m = 0,1 \text{ кг}$ . Измерения показали, что на высоту  $h = 40 \text{ см}$  груз равномерно поднимается за время  $t = 10 \text{ с}$ . При этом зарегистрировали показания амперметра (4) и вольтметра (5)  $I = 0,24 \text{ А}$ ;  $U = 3,6 \text{ В}$ . Считая полезную работу равной изменению потенциальной энергии груза, рассчитайте КПД данного устройства. Ответ: 4,6 %.



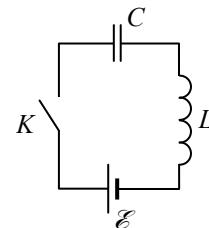
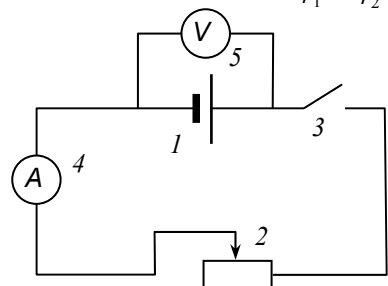
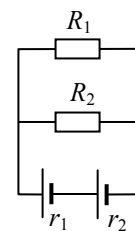
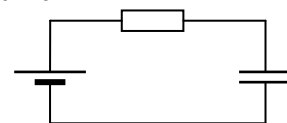
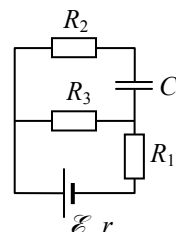
53. В изображенной на рисунке схеме ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 24 \text{ В}$ , емкость конденсатора  $C = 1 \text{ мкФ}$ , индуктивность катушки  $L = 40 \text{ мГн}$ . При разомкнутом ключе  $K$  конденсатор не заряжен. Пренебрегая сопротивлением цепи, определить максимальную силу тока после замыкания ключа. Ответ: 0,12 А.

54. В изображенной на рисунке схеме (см. рисунок к предыдущей задаче) ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$ , емкость конденсатора  $C = 2 \text{ мкФ}$ , индуктивность катушки  $L$  неизвестна. При разомкнутом ключе  $K$  конденсатор заряжен до напряжения

$U_0 = 0,5\mathcal{E}$  (на правой пластине положительный заряд, на левой — отрицательный). Пренебрегая омическим сопротивлением цепи, определить максимальный заряд на конденсаторе после замыкания ключа. Ответ: 30 мкКл.

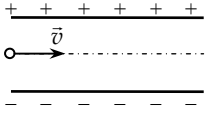
55. В колебательном контуре, состоящем из катушки с индуктивностью  $L$  и воздушного конденсатора емкостью  $C$ , происходят гармонические колебания силы тока с амплитудой  $I_0$ . В тот момент, когда сила тока в катушке равна нулю, пространство между пластинами быстро заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 1,5$ . На сколько изменится полная энергия контура? Ответ:  $\Delta W = -LI_0^2/6$ .

56. Электрон влетает в электрическое поле, созданное двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора, со скоростью  $v$  ( $v \ll c$ ) на равном расстоянии от них (см. рисунок к задаче 57). Расстояние между пластинами  $d$ , длина пластин



$L (L \gg d)$ . При какой минимальной разности потенциалов между пластинами конденсатора электрон не вылетит из него?  
 Ответ:  $U = md^2v^2/(eL^2)$ .

57. Электрон влетает в электрическое поле, созданное двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора, со скоростью  $v_0$  ( $v_0 \ll c$ ) (см. рисунок). Расстояние между пластинами  $d$ , длина пластин  $L$  ( $L \gg d$ ), разность потенциалов между пластинами  $\Delta\phi$ . Определите скорость электрона при вылете из конденсатора.



Ответ:  $v = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{e\Delta\phi L}{mdv_0}\right)^2}$ .

58. Электрон влетает в электрическое поле, созданное двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора, со скоростью  $v$  ( $v \ll c$ ) (см. рисунок к задаче 57). Расстояние между пластинами  $d$ , длина пластин  $L$  ( $L \gg d$ ), разность потенциалов между пластинами  $\Delta\phi$ . Определите смещение электрона от первоначального направления при вылете из конденсатора. Ответ:  $y = e\Delta\phi L^2/(2mdv^2)$ .

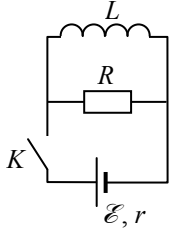
59. Шарик массой  $m = 20$  г подвешен на шелковой нити и помещен над положительно заряженной плоскостью, создающей вертикальное однородное электрическое поле напряженностью  $E = 10^4$  В/м. Шарик имеет положительный заряд  $q = 10^{-5}$  Кл, период малых колебаний шарика  $T = 1$  с. Какова длина нити? Ответ:  $l = T^2(mg - qE)/(4\pi^2 m) \approx 0,13$  м.

60. В колебательном контуре, состоящем из катушки с индуктивностью  $L$  и воздушного конденсатора емкостью  $C$ , происходят гармонические колебания силы тока с амплитудой  $I_0$ . В тот момент, когда сила тока в катушке равна нулю, быстро (по сравнению с периодом колебаний) раздвигают пластины конденсатора, так что его емкость меняется на  $\Delta C = 0,01C$ . На сколько изменится полная энергия контура?

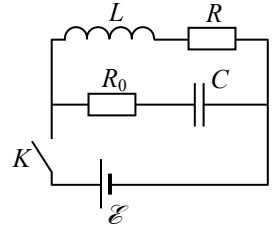
Ответ:  $\Delta W = LI_0^2 \Delta C / (2(C - \Delta C)) \approx 0,005 LI_0^2$ .

61. В сосуде с небольшой трещиной находится воздух, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление воздуха в сосуде уменьшилось в 2 раза, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объеме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.) Ответ: уменьшилась в 2 раза.

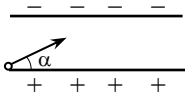
62. Ключ в схеме, показанной на рисунке, в начальный момент был замкнут. Определить количество теплоты, выделившееся на резисторе  $R$  после размыкания ключа. Индуктивность катушки  $L = 0,2$  Гн, сопротивление резистора  $R = 100$  Ом, величина ЭДС источника  $\mathcal{E} = 9$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 3$  Ом. Ответ:  $Q = L\mathcal{E}^2/(2r^2) = 0,9$  Дж.



63. Ключ  $K$  в схеме, показанной на рисунке, в начальный момент был замкнут. Определить количество теплоты, выделившееся на резисторе  $R$  после размыкания ключа. Индуктивность катушки  $L = 4 \cdot 10^{-6}$  Гн, емкость конденсатора  $C = 7 \cdot 10^{-5}$  Ф, сопротивление резисторов  $R_0 = 10$  Ом,  $R = 15$  Ом, величина ЭДС источника  $\mathcal{E} = 450$  В. Ответ:  $Q = 0,5 \cdot CR\mathcal{E}^2/(R + R_0) = 4,25$  Дж.

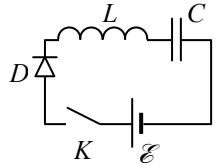


64. В плоский конденсатор длиной  $L = 5$  см влетает электрон под углом  $\alpha = 15^\circ$  к пластинам. Энергия электрона  $W = 2,4 \cdot 10^{-16}$  Дж. Расстояние между пластинами  $d = 1$  см. Определите разность потенциалов между пластинами конденсатора  $U$ , при которой электрон на выходе из конденсатора будет двигаться параллельно его пластинам. Модуль заряда электрона  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.



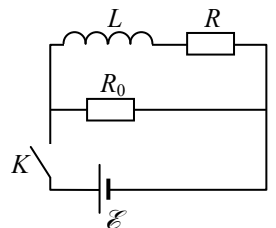
Ответ:  $U = (Wd \cdot \sin 2\alpha)/(eL) = 150$  В.

65. В цепи, состоящей из источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}$ , конденсатора емкости  $C$ , катушки индуктивности  $L$  и идеального диода  $D$ , ключ  $K$  первоначально разомкнут. Определите напряжение, до которого зарядится конденсатор после замыкания ключа. Диод считается идеальным, если его сопротивление в прямом направлении бесконечно мало, а в обратном направлении — бесконечно велико. Внутреннее сопротивление источника тока равно нулю. Ответ:  $2\mathcal{E}$ .



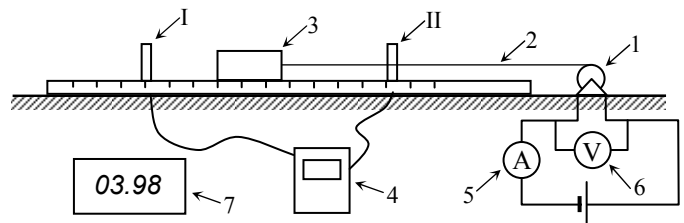
66. Электрическое поле образовано двумя неподвижными, вертикально расположенными, параллельными, разноименно заряженными пластинами, расстояние между которыми  $d = 9$  см. Напряженность электрического поля между пластинами  $E = 10^4$  В/м. Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик с зарядом  $q = 2$  мкКл и массой  $m = 1$  г. После того, как шарик отпустили, он начинает падать. Какую скорость будет иметь шарик, когда коснется одной из пластин? Ответ:  $1,5$  м/с.

67. Ключ в схеме, показанной на рисунке, в начальный момент был замкнут. Определить количество теплоты, выделившееся на резисторе  $R$  после размыкания ключа. Индуктивность катушки  $L = 7 \cdot 10^{-4}$  Гн, сопротивление резисторов  $R_0 = 1,8$  Ом,  $R = 1,2$  Ом, величина ЭДС источника  $\mathcal{E} = 50$  В. Ответ:  $Q = L\mathcal{E}^2/(2R(R + R_0)) = 0,243$  Дж.



68. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. Каким будет изменение температуры проводника  $\Delta T$  через 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м, удельная теплоемкость меди 390 Дж/(кг·К), плотность меди 8900 кг/м<sup>3</sup>) Ответ:  $\approx 16$  К.

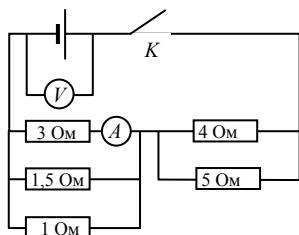
69. На рисунке представлена установка, в которой электродвигатель (1) с помощью нити (2) равномерно перемещает каретку (3) вдоль направляющей горизонтальной линейки. При прохождении каретки (3) мимо датчика I секундомер (4) включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается. После измерения силы тока амперметром (5), напряжения вольтметром (6) и времени (дисплей 7) ученик измерил с помощью динамометра силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равна  $F = 0,4$  Н. Рассчитайте отношение работы силы упругости нити к работе электрического тока во внешней цепи. Показания амперметра и вольтметра на фотографии  $I = 0,22$  А;  $U = 4,6$  В. Расстояние от датчика I до датчика II по шкале на фотографии  $S = 0,26$  м. Ответ:  $\approx 3\%$ .



70. К источнику тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением 8 Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого 0,002 м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора? Ответ: 4 кВ/м.

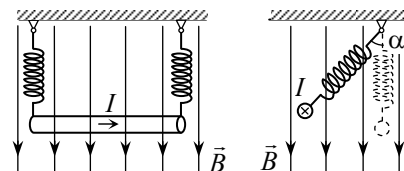
71. До замыкания ключа  $K$  на схеме (см. рисунок) идеальный вольтметр  $V$  показывал напряжение 6 В. После замыкания ключа идеальный амперметр  $A$  показывает силу тока 0,6 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника? Сопротивления резисторов указаны на рисунке. Ответ:  $\approx 0,23$  Ом

72. До замыкания ключа  $K$  на схеме (см. рисунок) идеальный вольтметр  $V$  показывал напряжение 32 В.



Внутреннее сопротивление источника 0,5 Ом. Что показывает идеальный амперметр  $A$  после замыкания ключа? Сопротивления резисторов указаны на рисунке. Ответ:  $\approx 1,7$  А.

73. По прямому горизонтальному проводнику длиной 1 м с площадью поперечного сечения  $12,5 \text{ мм}^2$ , подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок с коэффициентами упругости 100 Н/м, течет электрический ток  $I$ . При включении вертикального магнитного поля с индукцией  $B = 0,1$  Тл проводник

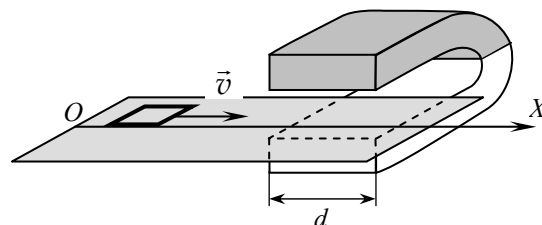


отклонился от исходного положения так, что оси пружинок составляют с вертикалью угол  $\alpha$  (см. рисунок). Абсолютное удлинение каждой из пружинок при этом составляет 7 мм. Найдите силу тока  $I$  в проводе. Плотность материала проводника  $\rho = 8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Ответ: 10 А.

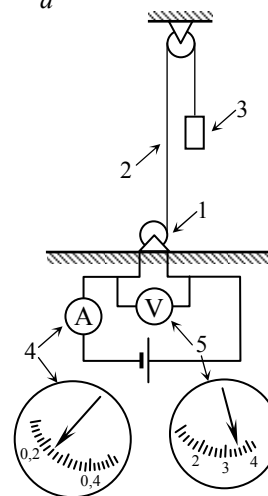
74. По прямому горизонтальному проводнику длиной 1 м, подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок с коэффициентами упругости 100 Н/м, течет электрический ток  $I = 10$  А. При включении вертикального магнитного поля с индукцией  $B = 0,1$  Тл проводник отклонился от исходного положения так, что оси пружинок составляют с вертикалью угол  $\alpha$  (см. рисунок). Абсолютное удлинение каждой из пружинок при этом составляет 7 мм. Какова площадь поперечного сечения провода? Плотность материала проводника  $\rho = 8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Ответ:  $12 \text{ мм}^2$ .

75. Квадратную рамку из медной проволоки со стороной  $b = 5$  см и сопротивлением  $R = 0,1$  Ом перемещают вдоль оси  $OX$  по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью  $v$ .

Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита  $d = 20$  см, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами, а его индукция  $B = 1$  Тл. Возникающие в рамке индукционные токи нагревают проволоку. Чему равна скорость движения рамки, если за время движения в ней выделяется количество теплоты  $Q = 2,5 \cdot 10^{-3}$  Дж? Ответ:  $v = QR/(2B^2b^3) = 1 \text{ м/с}$ .



76. Для исследования преобразования электрической энергии в механическую была собрана установка, представленная на фотографии (см. рис.): один конец нити (2) укреплен на валу электродвигателя (1), другой перекинут через неподвижный блок и к нему привязан груз (3) массой 0,1 кг. За какое время этот груз поднимается на высоту 0,4 м, если при силе тока, проходящего через двигатель, зафиксированной амперметром (4), и напряжении, зафиксированном вольтметром (5), КПД устройства равен 5 %? Увеличенные фрагменты шкал амперметра и вольтметра приведены на рисунке. Ответ:  $\approx 9,3$  с.



77. Полый металлический шарик массой 3 г подвешен на шелковой нити длиной 50 см над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное электрическое поле напряженностью  $2 \cdot 10^6$  В/м. Электрический заряд шарика отрицателен и по модулю равен  $3 \cdot 10^{-8}$  Кл. Определите период свободных гармонических колебаний данного маятника. Ответ:  $\approx 0,81$  с.

78. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно  $R$ , сопротивление амперметра  $0,01R$ ,

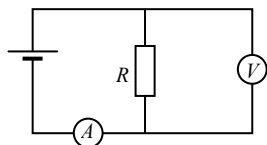


Схема 1

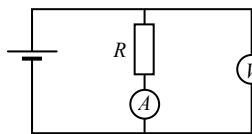


Схема 2

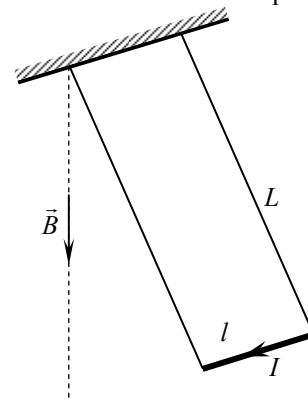
сопротивление вольтметра  $9R$ . Найдите отношение  $I_2/I_1$  показаний амперметра в схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь. Ответ:  $I_2/I_1 = 91/101 \approx 0,9$ .

79. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок к предыдущей задаче). Сопротивление резистора равно  $R$ , сопротивление амперметра  $0,1R$ , сопротивление вольтметра  $9R$ . В первой схеме показания вольтметра

$U_1$ . Каковы его показания во второй схеме? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь. Ответ:  $(10/9)U_1 \approx 1,11U_1$ .

80. Заряженная частица ускоряется постоянным электрическим полем конденсатора, напряжение на обкладках которого 1280 В. Затем она влетает в однородное магнитное поле, модуль вектора магнитной индукции которого равен 200 мкТл, и движется по дуге окружности радиусом 60 см в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции. Определите отношение заряда частицы к ее массе. Ответ:  $\approx 1,77 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$ .

81. Металлический стержень длиной  $l = 0,1$  м и массой  $m = 10$  г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной  $L = 1$  м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. На какую максимальную высоту (от положения равновесия) поднимется стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал. Ответ: 5 см.





82. Маленький шарик с зарядом  $q = 4 \cdot 10^{-7}$  Кл и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм? Ответ: 5000 В.

83. В некоторый момент времени заряд конденсатора в идеальном колебательном контуре равен  $4 \cdot 10^{-9}$  Кл, а сила тока в катушке равна 3 мА. Период колебаний  $6,3 \cdot 10^{-6}$  с. Найдите амплитуду силы тока. Ответ:  $\approx 5$  мА. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности  $I_m = 5$  мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_m = 2,0$  В. В момент времени  $t$  напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент. (4 мА)

84. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости его движения, равной нулю, проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Каково ускорение проводника? Ответ:  $8 \text{ м/с}^2$ .

85. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В; емкость конденсатора 2 мФ; индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь. Ответ: 0,115 Дж.

86. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 4,5 В; емкость конденсатора 2 мФ; индуктивность катушки 20 мГн и сопротивление лампы 5 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь. Ответ: 0,028 Дж.

87. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока соответственно равны 12 В и 1 Ом; индуктивность катушки  $L$  равна 10 мГн. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Сопротивлением катушки и проводов пренебречь. Ответ: 0,72 Дж.

88. Положительно заряженная пылинка, имеющая массу  $10^{-8}$  г и заряд  $1,8 \cdot 10^{-14}$  Кл, влетает в электрическое поле конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой пылинка должна влететь в конденсатор, чтобы затем пролететь его насквозь, равна 30 м/с. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, напряженность электрического поля внутри конденсатора 500 кВ/м. Чему равна длина пластин конденсатора? Силой тяжести пренебречь. Система находится в вакууме. Ответ: 0,1 м.

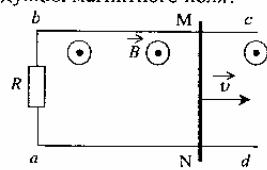
89. Плоская горизонтальная фигура площадью  $S = 0,1 \text{ м}^2$ , ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление  $R = 5$  Ом, находится в однородном магнитном поле. Какой заряд протечет по контуру за большой промежуток времени, пока проекция магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с  $B_{1z} = 0,2$  Тл до  $B_{2z} = -0,2$  Тл? Ответ: 8 мКл.

90. Схема электрической цепи показана на рисунке. Внутреннее сопротивление источника тока равно 0,5 Ом, а сопротивление резистора 3,5 Ом. Когда цепь разомкнута, вольтметр показывает 8 В. Какое значение напряжения показывает вольтметр при замкнутой цепи? Ответ: 7 В.

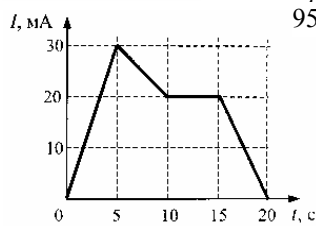
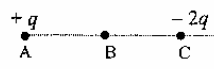
91. Пучок ионов попадает в камеру масс-спектрометра через отверстие в точке А со скоростью  $v = 3 \cdot 10^4$  м/с, направленной перпендикулярно стенке АС. В камере создается однородное магнитное поле, индукция которого  $B = 0,2$  Тл, а линии вектора индукции перпендикулярны вектору скорости ионов. Двигаясь в этом поле, ионы попадают на мишень, расположенную в точке С на расстоянии 12 см от точки А (см. рисунок). Чему равно отношение массы иона к его заряду? Ответ умножьте на  $10^7$  и округлите до целых. Ответ: 4.

92. При коротком замыкании выводов гальванической батареи сила тока в цепи 0,45 А. При подключении к выводам батареи электрической лампы сила тока в цепи 0,225 А, а напряжение на лампе 4,5 В. Найдите внутреннее сопротивление гальванической батареи. Ответ: 20 Ом.

93. По параллельным проводникам  $bc$  и  $ad$ , находящимся в магнитном поле с индукцией  $B$ , со скоростью  $v = 1$  м/с скользит проводящий стержень  $MN$ , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками  $l = 20$  см. Между проводниками подключен резистор сопротивлением  $R = 2$  Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня по резистору  $R$  течет ток  $I = 40$  мА. Какова индукция магнитного поля? Ответ: 0,4 Тл.

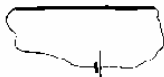


94. Гочка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды  $+q$  и  $-2q$  расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку С взамен заряда  $-2q$ , чтобы напряженность электрического поля в точке В увеличилась в 2 раза? Ответ:  $-5q$  или  $7q$ .



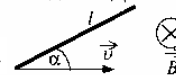
95. На рисунке приведен график зависимости силы тока в катушке индуктивностью 1 мГн от времени. Определите максимальное (по модулю) напряжение на катушке, если ее активное сопротивление пренебрежимо мало. (6 мкВ)

96. В электрическую цепь включена медная проволока длиной 20 см. При напряженности электрического поля 50 В/м сила тока в проволоке равна 2 А. К концам проволоки приложено напряжение

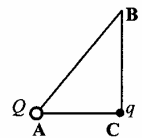


- 1) 10 В      2) 20 В      3) 40 В      4) 50 В

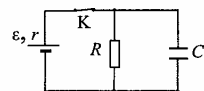
97. Проводящий стержень длиной  $l = 20$  см движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл со скоростью  $v = 1$  м/с так, что угол между стержнем и вектором скорости  $\alpha = 30^\circ$  (см. рисунок). Найдите ЭДС индукции, возникающую в стержне. Ответ: 0,05 В.



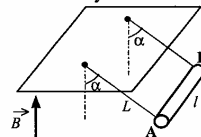
98. В треугольнике ABC угол С – прямой,  $AC = 0,6$  м,  $BC = 0,8$  м. В вершине А находится точечный заряд  $Q$ . Он действует с силой  $2,5 \cdot 10^{-8}$  Н на точечный заряд  $q$ , помещенный в вершину С. С какой силой будут взаимодействовать эти заряды, если заряд  $q$  перенести в вершину В? Ответ выразите в наноньютонах ( $10^{-9}$  Н) и округлите до целых. Ответ: 9 нН.



99. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 12$  В, емкость конденсатора  $C = 0,2$  мкФ. Отношение внутреннего сопротивления батареи к сопротивлению резистора  $k = \frac{r}{R} = 0,2$ . Найдите количество теплоты, которое выделится на резисторе после размыкания ключа К в результате разряда конденсатора. Ответ: 10 мкДж.



100. Медный стержень АВ длиной  $l = 0,4$  м качается на одинаковых тонких шелковых нитях длиной  $L = 0,9$  м в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл (см. рисунок). При этом стержень движется поступательно, а его скорость всегда перпендикулярна АВ. Найдите максимальную ЭДС индукции на концах стержня в процессе движения, если максимальный угол отклонения нитей от вертикали  $\alpha = 60^\circ$ . Ответ: 0,12 В.



101. Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину  $L = 0,5$  м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией  $B = 0,1$  Тл (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок спустится по наклонной плоскости на высоту  $h = 0,8$  м. Ответ:  $\approx 0,17$  В.

