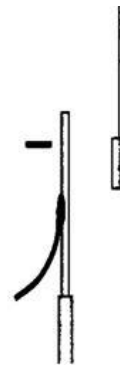


**С1.1.** Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шелковой нити легкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на нее отрицательный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



**С1.2.** Если любое проводящее тело, в том числе и человеческое, изолировать от земли, то его можно зарядить до большого потенциала. Так, с помощью электростатической машины тело человека можно зарядить до потенциала в десятки тысяч вольт. Оказывает ли электрический заряд, размещенный в таком случае на теле человека, влияние на нервную систему?

**Ответ:**  $m = 2,7 \text{ г}$

**С4.1.** Полый металлический шарик массой  $3 \text{ г}$  подвешен на шелковой нити над положительно заряженной плоскостью, создающей однородное постоянное электрическое поле напряженностью  $2 \cdot 10^6 \text{ В/м}$ . Электрический заряд шарика отрицателен и по модулю равен  $3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ . Циклическая частота свободных гармонических колебаний данного маятника оказалась равной  $10 \text{ с}^{-1}$ . Определите длину нити.

**Ответ:**  $0,3 \text{ м}$

**С4.2.** В вакууме, вдали от других тел, расположены параллельно друг над другом на расстоянии  $d = 1 \text{ см}$  две одинаковые металлические пластины площадью  $S = 1 \text{ м}^2$ . Одна из них заряжена зарядом  $q = +1 \text{ мкКл}$ , а другая – зарядом  $2q = +2 \text{ мкКл}$ . Чему равна разность потенциалов между ними?

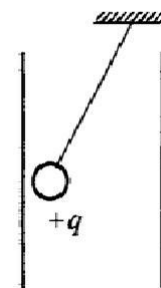
**Ответ:**  $V \approx 565 \text{ В}$ .

**С4.3.** Маленький заряженный шарик массой  $50 \text{ г}$ , имеющий заряд  $1 \text{ мкКл}$ , движется с высоты  $0,5 \text{ м}$  по наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$ . В вершине прямого угла, образованного высотой и горизонталью, находится неподвижный заряд  $7,4 \text{ мкКл}$ . Какова скорость шарика у основания наклонной плоскости, если его начальная скорость равна нулю? Трением пренебречь.

$v = 3,5 \text{ м/с}$ .

**С4.4.** Маленький шарик с зарядом  $q = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$  и массой  $3 \text{ г}$ , подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости  $100 \text{ Н/м}$ , находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора —  $5 \text{ см}$ . Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити —  $0,5 \text{ мм}$ ?

**Ответ:**  $500 \text{ кВ}$ .



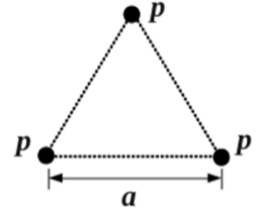
**С4.5.** Маленький шарик с зарядом  $q = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$  и массой  $3 \text{ г}$ , подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости  $100 \text{ Н/м}$ , находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора —  $5 \text{ см}$ . Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити —  $0,5 \text{ мм}$ ?

**Ответ:**  $50 \text{ кВ}$ .

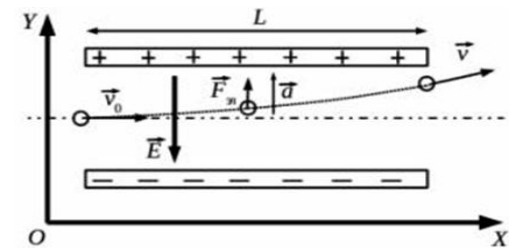
**С4.6.** Две параллельные неподвижные диэлектрические пластины расположены вертикально и заряжены разноименно. Пластины находятся на расстоянии  $d = 2 \text{ см}$  друг от друга. Напряженность поля в пространстве внутри пластин равна  $E = 4 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ . Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик с зарядом  $q = 10^{-10} \text{ Кл}$  и массой  $m = 20 \text{ мг}$ . После того как шарик отпустили, он начинает падать и ударяется об одну из пластин. Насколько уменьшится высота местонахождения шарика  $\Delta h$  к моменту его удара об одну из пластин?

$$\Delta h = 0,05 \text{ м.}$$

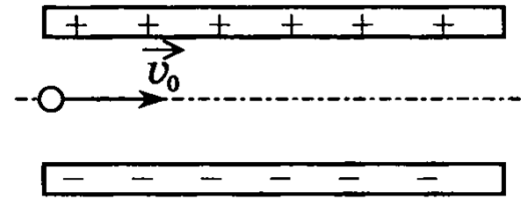
**С4.7.** В некоторый момент образовалась система из трёх неподвижных протонов, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 10^{-3} \text{ см}$  (см. рисунок). Под действием электрических сил протоны симметрично разлетаются. Определите скорости протонов, когда они окажутся на большом расстоянии друг от друга. Отношение заряда к массе для протона  $e/m = 9,6 \cdot 10^7 \text{ Кл/кг}$ .



**С4.8.** Электрон влетает в пространство между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью  $v_0$  ( $v_0 \ll c$ ) параллельно пластинам (см. рисунок). Расстояние между пластинами  $d$ , длина пластин  $L$  ( $L < d$ ), разность потенциалов между пластинами  $\Delta\phi$ . Определите скорость электрона при вылете из конденсатора.

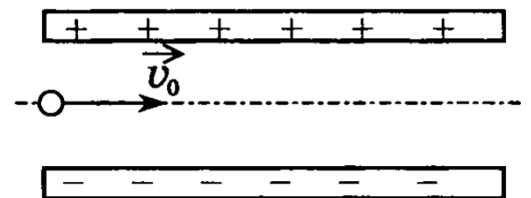


**С4.9.** Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью  $v_0$  ( $v_0 \ll c$ ) параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми  $d$ . На какой угол отклонится при вылете из конденсатора вектор скорости электрона от первоначального направления, если конденсатор заряжен до разности потенциалов  $\Delta\phi$ ? Длина пластин  $L$  ( $L \gg d$ ).



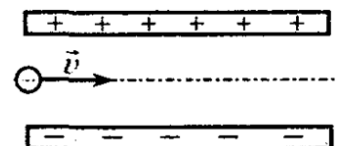
Ответ: 
$$\alpha = \text{arctg} \left( \frac{e\Delta\phi L}{mdv_0^2} \right).$$

**С4.10.** Электрон влетает в плоский конденсатор со скоростью  $\vec{v}_0$  ( $v_0 \ll c$ ) параллельно пластинам (см. рисунок), расстояние между которыми  $d$ . Какова разность потенциалов между пластинами конденсатора, если при вылете из конденсатора вектор скорости электрона отклоняется от первоначального направления на угол  $\alpha$ ? Длина пластин  $L$  ( $L \gg d$ ).



Ответ: 
$$\Delta\phi = \frac{mdv_0^2 \text{tg} \alpha}{eL}.$$

**С4.11.** Пылинка, имеющая массу  $10^{-8} \text{ г}$  и заряд  $(-1,8) \cdot 10^{-14} \text{ Кл}$ , влетает в электрическое поле конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Чему должна быть равна минимальная скорость, с которой пылинка влетает в

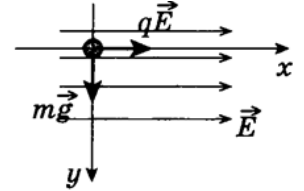


конденсатор, чтобы она смогла пролететь его насквозь? Длина пластин конденсатора  $10\text{ см}$ , расстояние между пластинами  $1\text{ см}$ , напряжение на пластинах конденсатора  $5000\text{ В}$ . Силой тяжести пренебречь. Система находится в вакууме.

**Ответ:**  $30\text{ м/с}$ .

**С4.12.** Полый шарик массой  $m = 0,4\text{ г}$  с зарядом  $q = 8\text{ нКл}$  движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол  $\alpha = 45^\circ$ . Чему равен модуль напряжённости электрического поля  $E$ ?

**Ответ:**  $E = 0,5 \cdot 10^6\text{ В/м} = 500\text{ кВ/м}$ .



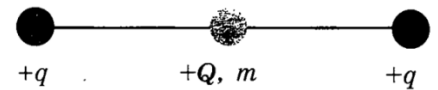
**С4.13.** Полый шарик массой  $m = 0,4\text{ г}$  движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Модуль напряжённости электрического поля  $E = 500\text{ кВ/м}$ . Траектория шарика образует с вертикалью угол  $\alpha = 45^\circ$ . Чему равен заряд  $q$  шарика?

**Ответ:**  $q = 8 \cdot 10^{-9}\text{ Кл} = 8\text{ нКл}$ .

**С4.14.** Электрическое поле образовано двумя неподвижными, вертикально расположенными, параллельными, разноименно заряженными непроводящими пластинами. Пластины расположены на расстоянии  $d = 5\text{ см}$  друг от друга. Напряженность поля между пластинами  $E = 10^4\text{ В/м}$ . Между пластинами на равном расстоянии от них помещен шарик с зарядом  $q = 10^{-5}\text{ Кл}$  и массой  $m = 10\text{ г}$ . После того как шарик отпустили, он начинает падать. Какую скорость будет иметь шарик, когда коснется одной из пластин?

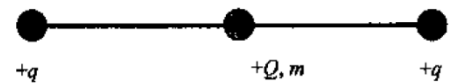
**Ответ:**  $1\text{ м/с}$ .

**С4.15.** По гладкой горизонтальной направляющей длины  $2l$  свободно скользит бусинка с положительным зарядом  $Q > 0$  и массой  $m$ . На концах направляющей находятся положительные заряды  $q > 0$  (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен  $T$ . Чему будет равен период колебаний бусинки, если заряды направляющей увеличить в 2 раза?



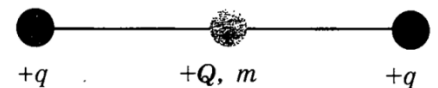
**Ответ:**  $\frac{T_1}{T} = \sqrt{2}$ .

**С4.16.** По гладкой горизонтальной направляющей длины  $2l$  скользит бусинка с положительным зарядом  $Q > 0$  и массой  $m$ . На концах направляющей находятся положительные заряды  $q > 0$  (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен  $T$ . Чему будет равен период колебаний бусинки, если ее заряд увеличить в 2 раза?



**Ответ:**  $T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}$

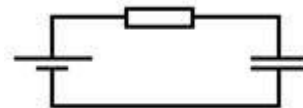
**С4.17.** По гладкой горизонтальной направляющей длины  $2l$  свободно скользит бусинка с положительным зарядом  $Q > 0$  и массой  $m$ . На концах направляющей находятся положительные заряды  $q > 0$  (см. рисунок). Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен  $T$ . Во сколько раз следует уменьшить заряд бусинки, чтобы период ее колебаний увеличился в 3 раза?



**Ответ:** уменьшится в 9 раз.

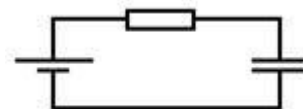
**С4.18.** Металлический шар установлен на тонком проводящем стержне, соединяющем его с Землёй. Шар окружен незаряженной металлической сферой, радиусом  $r_2 = 10 \text{ см}$ , изолированной от Земли, центр сферы совпадает с центром шара. При передаче сфере электрического заряда  $q = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$  между шаром и сферой возникла разность потенциалов  $\Delta\phi = \phi_{\text{сф}} - \phi_{\text{ш}} = 90 \text{ В}$ . Определите радиус  $r$  шара.

**С4.19.** Источник постоянного напряжения с ЭДС  $100 \text{ В}$  подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины медленно раздвинули. Какая работа была совершена против сил притяжения пластин, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты  $10 \text{ мкДж}$ , и заряд конденсатора изменился на  $1 \text{ мкКл}$ ?



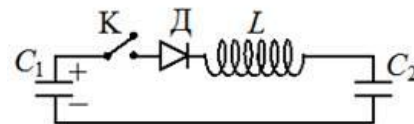
**Ответ:**  $A = 60 \text{ мкДж}$ .

**С4.20.** Источник постоянного напряжения с ЭДС  $100 \text{ В}$  подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины медленно раздвинули. Какая работа была совершена против сил притяжения пластин, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты  $10 \text{ мкДж}$ , и заряд конденсатора изменился на  $1 \text{ мкКл}$ ?



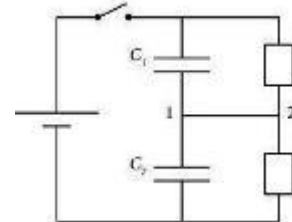
**Ответ:**  $A = 60 \text{ мкДж}$ .

**С4.21.** К конденсатору  $C_1$  через диод и катушку индуктивности  $L$  подключён конденсатор ёмкостью  $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ . До замыкания ключа  $K$  конденсатор  $C_1$  был заряжен до напряжения  $U = 50 \text{ В}$ , а конденсатор  $C_2$  не заряжен. После замыкания ключа система перешла в новое состояние равновесия, в котором напряжение на конденсаторе  $C_2$  оказалось равным  $U_2 = 20 \text{ В}$ . Какова ёмкость конденсатора  $C_1$ ? (Активное сопротивление цепи пренебрежимо мало.)

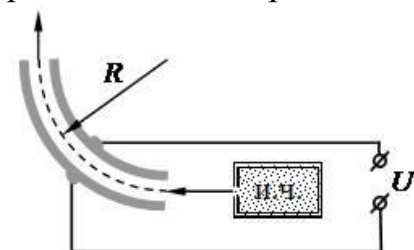


**Ответ:**  $C_1 = 0,5 \text{ мкФ}$ .

**С4.22.** Конденсаторы  $C_1 = 10 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 20 \text{ мкФ}$  соединены последовательно. Параллельно получившейся цепочке подключают последовательно соединённые одинаковые резисторы  $R = 100 \text{ кОм}$ . Точки соединения конденсаторов и резисторов замыкают проводником  $1-2$  (см. рисунок). Всю цепь подключают к батарейке  $\varepsilon = 10 \text{ В}$ , конденсаторы практически мгновенно заряжаются. Какой заряд протечет по проводнику  $1-2$  за достаточно большое время после замыкания? Элементы цепи считать идеальными.



**С4.23.** На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц с целью последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса  $R \approx 50 \text{ см}$ . Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетают,



как показано на рисунке, ионы с зарядом  $e$ . Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна  $50 \text{ кВ/м}$ . При каком значении кинетической энергии ионы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

**Ответ:**  $E_k = 2 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}$ .