

Рис. 9

родном электрическом поле, напряженность которого равна  $E_0$  (рис. 9). Какую работу нужно совершить, чтобы медленно сблизить пластины до расстояния  $d/2$ ?

Так как пластины конденсатора замкнуты проводником, напряженность электрического поля между ними равна нулю. Пусть начальная энергия электрического поля вне конденсатора равна  $W_0$ . После того как пластины сблизилась на расстояние  $d/2$ , в объеме  $V = Sd/2$  появилось поле, энергия которого равна

$$W_1 = w \frac{Sd}{2} = \frac{\epsilon_0 E_0^2 Sd}{2},$$

где  $w = \epsilon_0 E_0^2 / 2$  – плотность энергии электрического поля. Тогда изменение энергии поля во всем пространстве равно

$$\Delta W = (W_1 + W_0) - W_0 = \frac{\epsilon_0 E_0^2 Sd}{4}.$$

Это увеличение энергии произошло за счет совершенной работы; таким образом, работа, которую нужно совершить, равна

$$A = \frac{\epsilon_0 E_0^2 Sd}{4}.$$

**Задача 6.** Внутри плоского конденсатора, между обкладками которого с помощью источника напряжения поддерживается постоянная разность потенциалов  $U$ , расположена плоскопараллельная металлическая пластина толщиной  $a$  и массой  $m$  (рис. 10). В

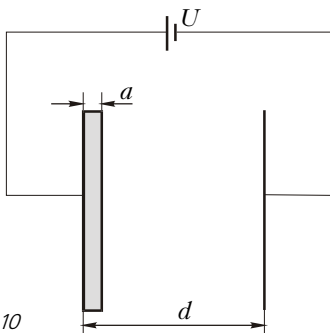


Рис. 10

начальный момент пластина прижата к левой обкладке конденсатора, а затем она отпускается. Чему будет равна скорость пластины в тот момент, когда она достигнет правой обкладки конденсатора? Площадь каждой пластины  $S$ , расстояние между обкладками  $d$ .

Так как разность потенциалов  $U$  на конденсаторе задана, заряд пластины в начальный момент времени равен

$$q = U \frac{\epsilon_0 S}{d - a}$$

и во время движения пластины между обкладками конденсатора будет сохраняться. В начальный момент левая обкладка конденсатора не заряжена, при этом правая обкладка конденсатора заряжена зарядом  $-q$ . По мере продвижения пластины заряды на обкладках будут изменяться, обеспечивая постоянно разности потенциалов между ними. Батарея зарядов не создает, следовательно, суммарный заряд обкладок конденсатора сохраняется. Найдем заряды обкладок в тот момент, когда пластина приблизится к правой обкладке. Пусть эти заряды равны  $Q_1$  и  $Q_2$ . Тогда, по закону сохранения заряда,

$$Q_1 + Q_2 = -q.$$

Если в некоторый момент времени пластина находится на расстоянии  $x$  от левой обкладки (рис. 11), то из

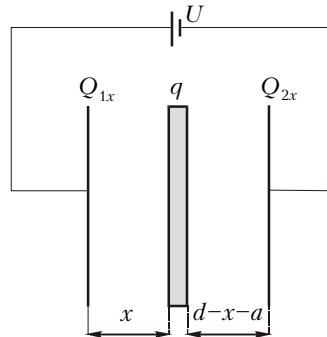


Рис. 11

постоянства разности потенциалов между обкладками получаем

$$\left( \frac{Q_{1x}}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_{2x}}{2\epsilon_0 S} - \frac{q}{2\epsilon_0 S} \right) x + \left( \frac{q}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q_{1x}}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q_{2x}}{2\epsilon_0 S} \right) (d - x - a) = U,$$

где  $Q_{1x}$  – заряд на левой обкладке конденсатора, а  $Q_{2x}$  – на правой. Устремляя  $x$  к  $(d - a)$  и учитывая связь между величинами зарядов, на-

ходим

$$Q_2 = -2q.$$

Таким образом, при достижении пластиной правой обкладки ее заряд будет  $-2q$ , а левой  $+q$ . Работа батареи  $A = Uq$  идет на изменение кинетической энергии пластины. Следовательно,

$$Uq = \frac{mv^2}{2},$$

откуда скорость пластины равна

$$v = \sqrt{\frac{2\epsilon_0 S U^2}{m(d - a)}}.$$

**Задача 7.** Две тонкостенные металлические сферы, радиусы которых  $R_1 = 20$  см и  $R_2 = 40$  см, образуют сферический конденсатор (рис. 12).

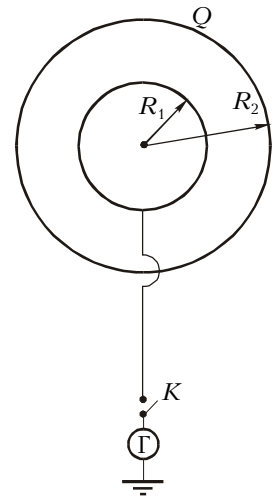


Рис. 12

На внешней сфере находится заряд  $Q = 10^{-8}$  Кл. Внутренняя сфера не заряжена. Какой заряд протечет через гальванометр  $G$ , если замкнуть ключ  $K$ ?

Потенциал внешней сферы равен

$$\phi_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2}.$$

Так как внутренняя сфера не заряжена, во всем внутреннем пространстве внешней сферы потенциал остается постоянным и равным  $\phi_2$ . После того как внутреннюю сферу заземлили, ее потенциал стал равен нулю. Чтобы обеспечить нулевой потенциал внутренней сферы, требуется поместить на нее соответствующий заряд  $q$ . Согласно принципу суперпозиции,

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_1} = 0,$$