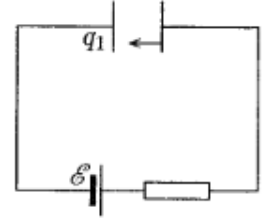


Подвижная пластина

ЗАДАЧА 1. (МФТИ, 2004) В схеме, представленной на рисунке, батарея с постоянной ЭДС \mathcal{E} подключена через резистор к двум проводящим одинаковым пластинам площадью S с малым расстоянием $2d$ между ними. Обе пластины заряжены, причём на левой пластине находится положительный заряд q_1 , а на правой — некоторый неизвестный заряд. Правую пластину быстро смещают по направлению к левой пластине на расстояние d (заряды пластин за время перемещения не изменяются).



- 1) Найти заряды пластин после установления равновесия.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после перемещения пластины к моменту установления равновесного состояния?

Считать, что до и после смещения пластины заряды (по модулю) проводов, резистора и источника пренебрежимо малы

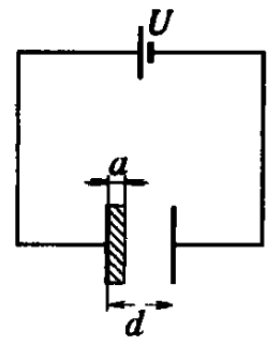
$$\frac{pS}{\varepsilon_0 S^2} = \partial \left(\varepsilon : \frac{p\varepsilon}{\varepsilon_0 S^2} + \varepsilon b = \varepsilon b : \frac{p\varepsilon}{\varepsilon_0 S^2} - \varepsilon b = \varepsilon b \right) \quad (1)$$

ЗАДАЧА 2. (МФТИ, 1993) Внутри плоского конденсатора, между обкладками которого с помощью источника напряжения поддерживается постоянная разность потенциалов U , расположена плоскопараллельная металлическая пластина толщиной a и массой m . В начальный момент пластина прижата к левой обкладке конденсатора (см. рисунок), а затем отпускается.

- 1) Чему будет равно ускорение w пластины в тот момент, когда она будет занимать симметричное положение относительно обкладок конденсатора?

- 2) Чему будет равна скорость пластины в тот момент, когда она достигнет правой обкладки конденсатора?

Площадь каждой пластины равна S , а расстояние между обкладками d .

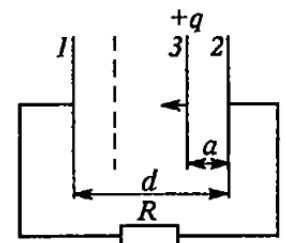


$$\frac{(v-p)uw}{S^2 \varepsilon_0} \wedge \Omega = a \left(\varepsilon : \frac{(v-p)uw}{\varepsilon_0 S^2} = m \right) \quad (1)$$

ЗАДАЧА 3. (МФТИ, 1995) Между двумя неподвижными плоскопараллельными пластинами 1 и 2, закороченными через резистор сопротивлением R (см. рисунок), помещают аналогичную проводящую пластину 3 с положительным зарядом q на расстоянии a от пластины 2 ($a < d/2$, где d — расстояние между пластинами 1 и 2). После установления равновесного состояния пластину 3 быстро перемещают в симметричное положение (на расстояние a от пластины 1). Полагая, что за время перемещения пластины 3 заряд на пластинах 1 и 2 не успевает измениться, определить:

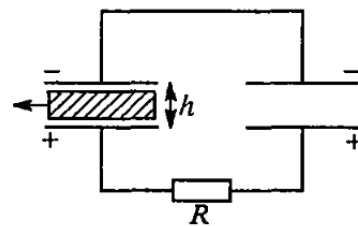
- 1) величину и направление тока через резистор R сразу после перемещения пластины 3;
- 2) количество теплоты, выделившееся на резисторе после перемещения пластины.

Площадь каждой пластины S , расстояние между пластинами мало по сравнению с линейными размерами пластин.



$$\frac{pS^2 \varepsilon_0}{\varepsilon_0 (v^2 - p^2) \varepsilon_0} = \partial \left(\varepsilon : \varepsilon \text{ единицы к } I \text{ единицы по } \frac{pS^2 \varepsilon_0}{(v^2 - p^2) \varepsilon_0} = I \right) \quad (1)$$

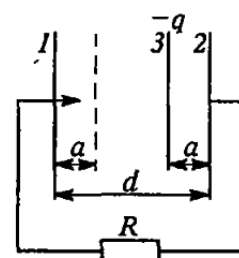
ЗАДАЧА 4. (МФТИ, 1995) Два плоских конденсатора с пластинами площадью S и расстоянием между ними d включены в цепь через резистор R . В левом конденсаторе (см. рисунок) расположена диэлектрическая пластина толщиной h ($h < d$), площадью S и проницаемостью ε . Конденсаторы заряжены до напряжения U . Пластину быстро выдвигают из конденсатора. Пренебрегая изменением зарядов на пластинах конденсаторов за время удаления диэлектрика, определить:



- 1) какую работу пришлось совершить при этом;
- 2) чему равен и куда направлен ток через резистор сразу после удаления диэлектрика.

$$I = \frac{U[q + \varepsilon(q-p)]}{\pi q(1-\varepsilon)} = I \quad (2) \quad \frac{\varepsilon[q + \varepsilon(q-p)]\varepsilon}{\pi S q \varepsilon \varepsilon (1-\varepsilon)} = V \quad (1)$$

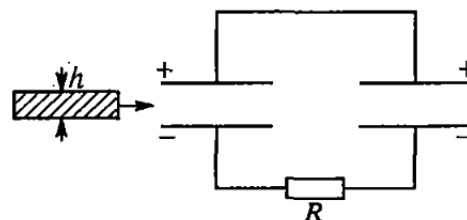
ЗАДАЧА 5. (МФТИ, 1995) Между двумя проводящими плоскопараллельными незаряженными пластинами 1 и 2, замкнутыми через резистор сопротивлением R , помещают пластину 3 с отрицательным зарядом q на расстоянии a от пластины 2 ($a < d/2$, где d — расстояние между пластинами 1 и 2). После того, как система пришла в стационарное состояние, пластину 1 быстро перемещают на расстояние a по направлению к неподвижным пластинам 2, 3 (см. рисунок). Полагая, что за время перемещения пластины 1 заряд на пластинах 1 и 2 не успевает измениться, определить:



- 1) какая работа была совершена при перемещении пластины;
 - 2) величину и направление тока через резистор R сразу после перемещения пластины 1.
- Площадь пластин равна S .

$$I = \frac{qS\varepsilon_0\varepsilon}{2ab} = I \quad (2) \quad \frac{\varepsilon p S \varepsilon_0 \varepsilon}{2ab} = V \quad (1)$$

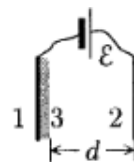
ЗАДАЧА 6. (МФТИ, 1995) Два одинаковых плоских конденсатора с площадью пластин S и расстоянием между ними d включены в цепь через резистор сопротивлением R . Конденсаторы заряжены до напряжения U . В левый конденсатор (см. рисунок) быстро вводят параллельно обкладкам пластину с диэлектрической проницаемостью ε , площадью S и толщиной h ($h < d$). Пренебрегая изменением зарядов на пластинах конденсатора за время введения пластины, определить:



- 1) какую работу пришлось совершить при этом;
- 2) чему равен и куда направлен ток через резистор сразу после введения пластины.

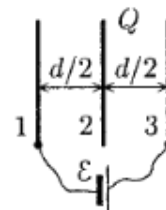
$$I = \frac{\varepsilon p h}{\pi q(1-\varepsilon)} = I \quad (2) \quad \frac{\varepsilon p S \varepsilon_0 \varepsilon}{2ab} = V \quad (1)$$

Задача 7. (МФТИ, 2001) К неподвижным пластинам 1 и 2 плоского конденсатора подключена батарея с ЭДС \mathcal{E} . К пластине 1 прижата проводящая пластина 3 (см. рисунок). Пластина 3 отпускают, и она начинает двигаться к пластине 2. Какую работу совершит батарея за время перемещения пластины 3 от пластины 1 к пластине 2, если площадь каждой пластины равна S , а начальное расстояние между пластинами 2 и 3 равно d ? Силой тяжести пренебречь.



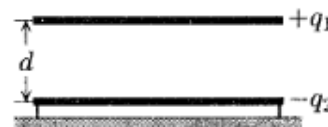
$$\frac{p}{\varepsilon \mathcal{E} S^2} = V$$

Задача 8. (МФТИ, 2001) Батарея с ЭДС \mathcal{E} подключена к удерживаемым неподвижно пластинам 1 и 3 плоского конденсатора. Площадь пластин S , расстояние между ними d . Посередине между этими пластинами расположена закреплённая неподвижно металлическая пластина 2, на которой находится заряд Q (см. рисунок). Пластина 1 отпускают. Какую работу совершит батарея к моменту соударения пластин 1 и 2? Силой тяжести и внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



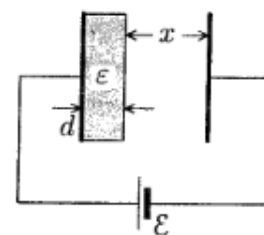
$$\mathcal{E} \left(\frac{p}{\mathcal{E}^2 S^2} + \frac{\varepsilon}{\mathcal{E}} \right) = V$$

Задача 9. (МФТИ, 2001) Одну из пластин плоского конденсатора, заряженную положительным зарядом q_1 , удерживают на расстоянии d от другой закреплённой пластины с отрицательным зарядом q_2 . Площадь каждой пластины S (см. рисунок). Верхнюю пластину массой M отпускают. Чему будет равна её скорость после абсолютно упругого отскока на прежнее расстояние d ?



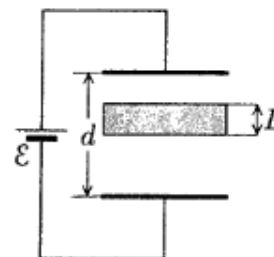
$$\frac{S M v^2}{p} \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon_b + 1 \varepsilon}} = a$$

Задача 10. (МФТИ, 2002) Плоский конденсатор, пластины которого имеют площадь S и расположены на расстоянии d , заполнен твёрдым диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε (см. рисунок). Конденсатор присоединён к батарее постоянного тока, ЭДС которой равна \mathcal{E} . Правую пластину конденсатора отодвигают так, что образуется воздушный зазор. На какое расстояние x отодвинута пластина, если при этом внешними силами была совершена работа A ? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



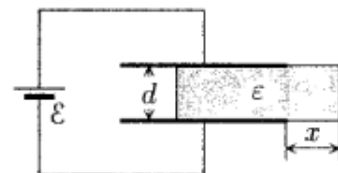
$$\left(1 - \frac{V p \varepsilon}{\varepsilon \mathcal{E} S^2} \right)^2 = x$$

Задача 11. (МФТИ, 2002) Плоский конденсатор с площадью пластин S и расстоянием между ними d подключён к источнику с постоянной ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы в пространство между пластинами конденсатора ввести металлическую пластину толщиной L ($L < d$). Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



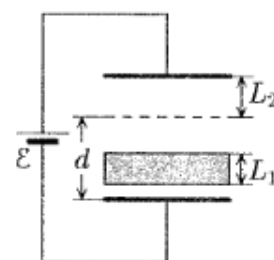
$$\frac{(1-p)p\varepsilon}{\varepsilon \mathcal{E} T S^2} = V$$

Задача 12. (МФТИ, 2002) Плоский конденсатор, квадратные пластины которого имеют площадь S и расположены на расстоянии d , полностью заполнен твёрдым диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε (см. рисунок). Конденсатор подсоединён к батарее, ЭДС которой равна \mathcal{E} . Диэлектрическую пластину выдвигают из конденсатора. На какое расстояние x выдвинута пластина, если при этом внешними силами совершена работа A ? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



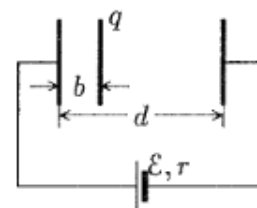
$$\frac{\varepsilon \mathcal{E} (1 - \varepsilon) S \wedge^{03}}{\rho V \zeta} = x$$

Задача 13. (МФТИ, 2002) В плоском конденсаторе с площадью пластин S и расстоянием между ними d расположена металлическая пластина толщиной L_1 . Конденсатор подключён к источнику с постоянной ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы передвинуть верхнюю обкладку конденсатора на расстояние L_2 ? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



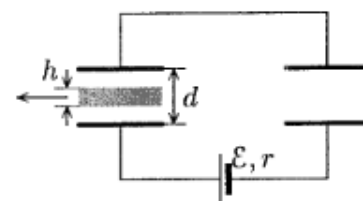
$$\frac{(\varepsilon \zeta + \zeta - p)(\zeta - p) \zeta}{\varepsilon \zeta \mathcal{E} S^{03}} = V$$

Задача 14. (МФТИ, 2003) Плоский воздушный конденсатор подключён к батарее с постоянной ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r . Между обкладками конденсатора вставлена проводящая пластина с зарядом $q > 0$ (см. рисунок). После установления стационарного состояния пластину с зарядом q быстро удаляют из конденсатора так, что его заряд не успевает измениться. Определить величину и направление тока через батарею сразу после удаления пластины. Площадь обкладок и пластины равна S , расстояние между обкладками конденсатора — d , а расстояние между пластиной с зарядом q и левой обкладкой конденсатора равно b ($b < d/2$).



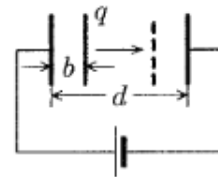
$$\frac{S \wedge^{03}}{(q - 2b)} = I \text{ , справа налево}$$

Задача 15. (МФТИ, 2003) Два одинаковых плоских конденсатора с расстоянием между обкладками d подключены к батарее с постоянной ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). В левом конденсаторе расположена диэлектрическая пластина толщиной h ($h < d$) с диэлектрической проницаемостью ε . После установления стационарного состояния пластину быстро выдвигают из конденсатора так, что заряды на обкладках этого конденсатора не успевают измениться. Определить величину и направление тока через батарею сразу после удаления пластины.



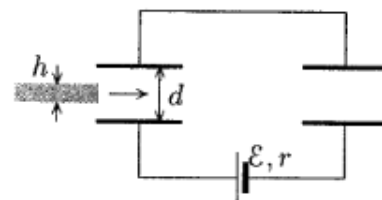
$$\frac{[\varepsilon - 1] \zeta + \varepsilon + h}{\mathcal{E} \zeta (1 - \varepsilon)} = I \text{ , слева направо}$$

Задача 16. (МФТИ, 2003) Между обкладками плоского конденсатора, подключённого к батарее с постоянной ЭДС и внутренним сопротивлением r , помещена проводящая пластина с зарядом $q > 0$ на расстоянии b ($b < d/2$) от левой обкладки конденсатора (см. рисунок). Здесь d — расстояние между обкладками конденсатора. После установления стационарного состояния пластину с зарядом q быстро перемещают в положение, находящееся на расстоянии b от правой обкладки. Полагая, что заряд на конденсаторе не изменяется за время перемещения пластины, определить величину и направление тока через батарею сразу после перемещения пластины. Площадь обкладок и пластины равна S .



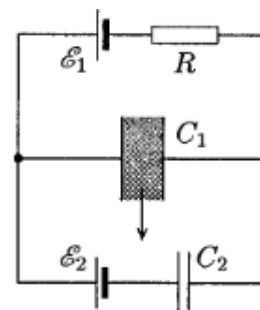
$$\text{справа налево, } \frac{S \Delta \varphi}{q(d-2b)} = I$$

Задача 17. (МФТИ, 2003) Два одинаковых плоских конденсатора подключены к батарее с постоянной ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Расстояние между обкладками конденсаторов равно d . После установления стационарного состояния в левый конденсатор быстро вводят пластину с диэлектрической проницаемостью ε и толщиной h ($h < d$). Пренебрегая изменением зарядов на обкладках левого конденсатора за время введения пластины, определить величину и направление тока через батарею сразу после введения пластины. Площадь пластины равна площади обкладок конденсатора.



$$\text{справа налево, } \frac{\varepsilon p d}{2 \mathcal{E} (1-\varepsilon)} = I$$

Задача 18. (МФТИ, 2004) В схеме, изображённой на рисунке, в начальный момент всё пространство между обкладками плоского конденсатора полностью заполнено пластиной с диэлектрической проницаемостью ε . Ёмкость такого конденсатора C_1 . Пластину начинают медленно с постоянной скоростью выдвигать из конденсатора. Через некоторое время через батарею с ЭДС \mathcal{E}_1 устанавливается постоянный ток, направленный против ЭДС этой батареи и равный I . Для этого установившегося режима определить:

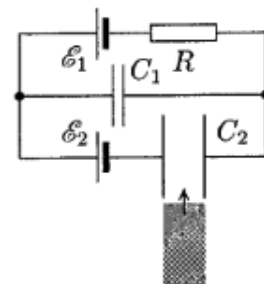


- 1) напряжение на конденсаторе C_2 ;
- 2) скорость перемещения пластины.

Размер обкладок конденсатора с начальной ёмкостью C_1 в направлении перемещения пластины равен L . Внутренними сопротивлениями батарей пренебречь. Величины ε , I , L , \mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 , C_1 и R считать известными. Обкладки конденсаторов и пластина имеют прямоугольную форму.

$$\frac{(\mathcal{E}_1 + I R) C_1 \varepsilon (1-\varepsilon)}{I L^2} = a \quad (2) \quad \mathcal{E}_1 - I R - \mathcal{E}_2 = U \quad (1)$$

ЗАДАЧА 19. (МФТИ, 2004) В схеме, изображённой на рисунке, в начальный момент плоский конденсатор ёмкостью C_2 — воздушный. В него медленно с постоянной скоростью начинают вводить пластину с диэлектрической проницаемостью ε . Через некоторое время, когда пластина частично заполняет конденсатор, на конденсаторе C_1 устанавливается постоянное напряжение U ($\mathcal{E}_2 < U < \mathcal{E}_1$) с положительным зарядом на левой обкладке. Для этого установившегося режима определить:

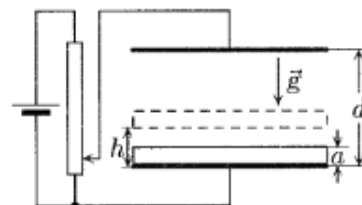


- 1) ток через батарею с ЭДС \mathcal{E}_1 ;
- 2) скорость перемещения пластины.

Размер обкладок конденсатора C_2 в направлении перемещения пластины равен L . Внутренними сопротивлениями батарей пренебречь. Величины ε , U , L , \mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 , C_2 и R считать известными. Обкладки конденсаторов и пластина имеют прямоугольную форму.

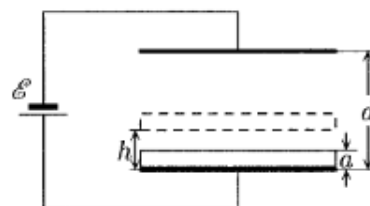
$$\frac{(\mathcal{E}_2 - U) \varepsilon_0 S (1 - \varepsilon)}{L(1 - \varepsilon)^2} = a \left(\varepsilon \frac{U}{L - \varepsilon L} = I \right)$$

ЗАДАЧА 20. (МФТИ, 2006) Плоский воздушный конденсатор с площадью пластин S и расстоянием между неподвижными обкладками d подключён к источнику постоянного напряжения через реостат (см. рисунок). На нижней обкладке расположена проводящая незаряженная пластина толщиной a и массой m , имеющая хороший электрический контакт с обкладкой конденсатора. Горизонтальные размеры пластины равны аналогичным размерам обкладок. В исходном состоянии напряжение на конденсаторе равно нулю. Затем напряжение начинают медленно увеличивать, и при некотором напряжении пластина отрывается и движется вверх, оставаясь всё время горизонтальной. Через некоторое время она оказывается на высоте h от нижней обкладки, а напряжение на конденсаторе в этот момент равно U_0 . Какой заряд будет на нижней обкладке конденсатора в этот момент времени?



$$\frac{v - p}{0.05 S^2 \varepsilon_0 - b m S^2 \varepsilon_0 \varepsilon \wedge (q - v - p)} = b$$

ЗАДАЧА 21. (МФТИ, 2006) Плоский воздушный незаряженный конденсатор с расстоянием между неподвижными обкладками d подключён к батарее с ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). На нижней обкладке удерживают проводящую пластину толщиной a , имеющую хороший электрический контакт с обкладкой конденсатора, при этом минимальная сила, которой ещё можно удержать пластину на месте, равна F . Пластину отпускают, она движется вверх, оставаясь всё время горизонтальной, и через некоторое время оказывается на высоте h от нижней обкладки конденсатора. Чему равен заряд на верхней обкладке в этот момент времени? Омическое сопротивление цепи настолько мало, что в любой момент времени напряжение на конденсаторе равно ЭДС батареи. Силу тяжести не учитывать. До контакта с обкладкой пластина была незаряжена.



$$\frac{\mathcal{E}}{(v - p + q) \mathcal{E} \tau} = b$$