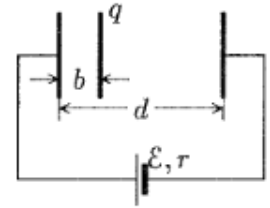


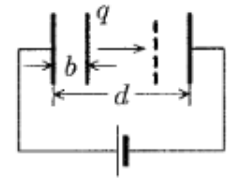
Подвижная пластина

ЗАДАЧА 1. (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 успеваеет 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 ($b < d/2$).



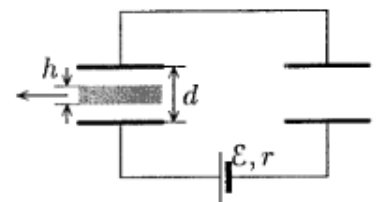
$$\text{овыган ваявщ} \cdot \frac{S \cdot \mathcal{E} \cdot \varepsilon_0}{(q - p) b} = I$$

ЗАДАЧА 2. (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 .



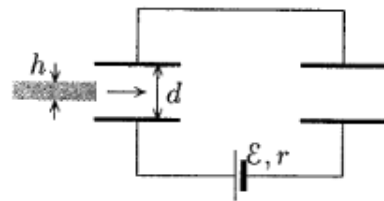
$$\text{овыган ваявщ} \cdot \frac{S \cdot \mathcal{E} \cdot \varepsilon_0}{(q - p) b} = I$$

ЗАДАЧА 3. (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.



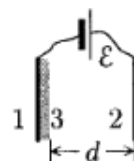
$$\text{овыган ваявщ} \cdot \frac{S \cdot \mathcal{E} \cdot \varepsilon_0 \cdot (\varepsilon - 1) \cdot h}{d \cdot (1 - \varepsilon)} = I$$

Задача 4. (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.



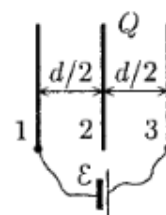
$$\frac{\varepsilon p \tau}{\mathcal{E} \tau (1 - \varepsilon)} = I$$

Задача 5. (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.



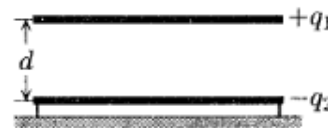
$$\frac{p}{\varepsilon \mathcal{E} S^2} = V$$

Задача 6. (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.



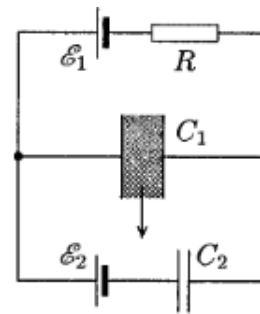
$$\left(\frac{p}{\mathcal{E} S^2} + \frac{\tau}{\mathcal{E}} \right) \mathcal{E} = V$$

Задача 7. (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 ?



$$\frac{S M^2 \mathcal{E}^2}{p} \sqrt{\frac{\tau}{\varepsilon b + 1 b}} = v$$

ЗАДАЧА 8. (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:

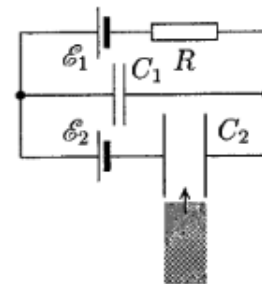


- 1) напряжение на конденсаторе C_2 ;
- 2) скорость перемещения пластины.

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.

$$\frac{(\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2) C_1 \varepsilon (1 - \varepsilon)}{I R^2} = a \left(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_2 = \Omega (I \right.$$

ЗАДАЧА 9. (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:

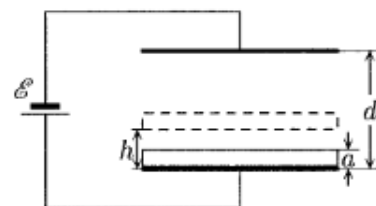


- 1) ток через батарею с ЭДС \mathcal{E}_1 ;
- 2) скорость перемещения пластины.

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.

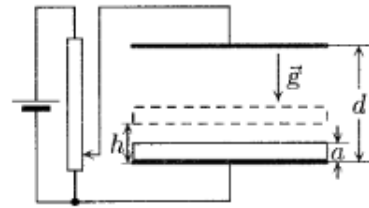
$$\frac{(\mathcal{E}_2 - U) C_2 \varepsilon U (1 - \varepsilon)}{I (\Omega - \mathcal{E}_2)} = a \left(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_2 = \Omega (I \right.$$

ЗАДАЧА 10. (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 . Горизонтальные размеры пластины равны аналогичным размерам обкладок. 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 не заряжена.



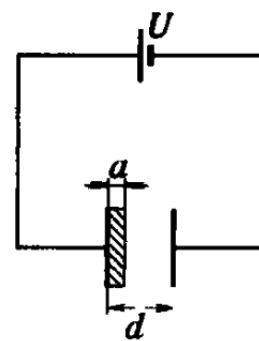
$$\frac{\mathcal{E}}{(\varepsilon - p + q) \mathcal{E} \tau} = b$$

Задача 11. (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?



$$\frac{v-p}{0 \Omega S^0 \varepsilon - b u S^0 \varepsilon \zeta \wedge (y-v-p)} = b$$

Задача 12. (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.



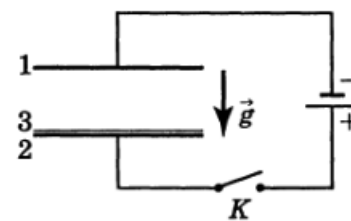
1) Чему будет равно ускорение w пластины в тот момент, когда она будет занимать симметричное положение относительно обкладок конденсатора?

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 .

$$\frac{(v-p)u}{S^0 \varepsilon \zeta} \wedge \Omega = a \left(\zeta : \frac{\varepsilon(v-p)u}{\zeta \Omega S^0 \varepsilon} = m \right) \text{ (I)}$$

Задача 13. (Всеросс., 1997, финал, 11) Горизонтально расположенные неподвижные пластины 1 и 2 плоского конденсатора, расстояние между которыми равно d , подключены к источнику регулируемого напряжения (рис.). На пластине 2 лежит тонкая проводящая незаряженная пластина 3 массой M , имеющая хороший электрический контакт с пластиной 2. Все пластины имеют одинаковые размеры, а площадь каждой равна S , причём $d \ll \sqrt{S}$. Конденсатор находится в вакуумированной камере. Ключ K замыкают.

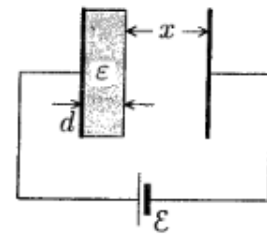


1) При каком минимальном напряжении источника пластина 3 сможет оторваться от пластины 2 и достигнуть пластины 1?

2) Чему будет равна скорость пластины 3 в момент касания пластины 1?

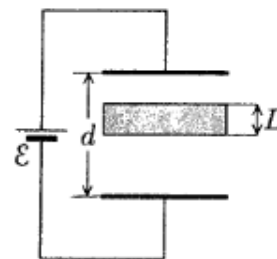
$$p b \zeta \wedge = a \left(\zeta : \frac{S^0 \varepsilon}{\zeta p b \Omega \zeta} \wedge = \text{тип} \Omega \text{ (I)} \right)$$

Задача 14. (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.



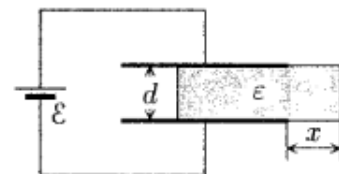
$$\frac{\left(1 - \frac{\mathcal{E} p \varepsilon}{\varepsilon_0 S^2 d}\right)^2}{p} = x$$

Задача 15. (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.



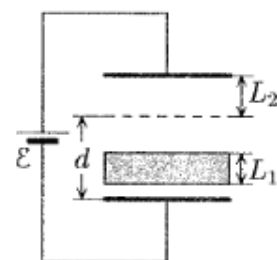
$$\frac{(\mathcal{E} - p) p \varepsilon}{\varepsilon_0 \mathcal{E} S^2 d} = \mathcal{V}$$

Задача 16. (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.



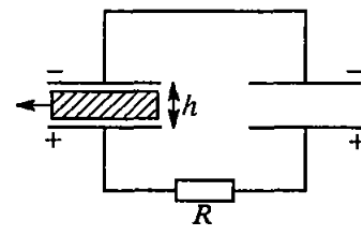
$$\frac{\varepsilon_0 (1 - \varepsilon) S^2 d^2}{p \mathcal{V} \varepsilon} = x$$

Задача 17. (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.



$$\frac{(\varepsilon \mathcal{E} + \mathcal{E} - p)(\mathcal{E} - p) \varepsilon}{\varepsilon_0 \mathcal{E} S^2 d} = \mathcal{V}$$

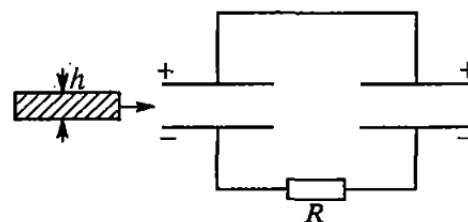
Задача 18. (МФТИ, 1995) Два плоских конденсатора с пластинами площадью S и расстоянием между ними d включены в цепь через резистор R . В левом конденсаторе (см. рисунок) расположена диэлектрическая пластина толщиной h ($h < d$), площадью S и проницаемостью ε . Конденсаторы заряжены до напряжения U . 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.

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

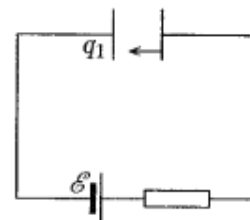
Задача 19. (МФТИ, 1995) Два одинаковых плоских конденсатора с площадью пластин S и расстоянием между ними d включены в цепь через резистор сопротивлением R . Конденсаторы заряжены до напряжения U . В левый конденсатор (см. рисунок) быстро вводят параллельно обкладкам пластину с диэлектрической проницаемостью 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.

$$\frac{U^2 \varepsilon}{\Omega U(1-\varepsilon)} = I \quad (2) \quad \frac{z^2 p^2 \varepsilon}{z \Omega S^2 \varepsilon^2 (1-\varepsilon)} = V \quad (1)$$

Задача 20. (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).

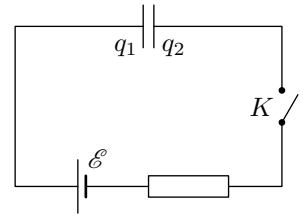


- 1) Найти заряды пластин после установления равновесия.
- 2) Какое количество теплоты выделится в цепи после перемещения пластины к моменту установления равновесного состояния?

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

$$\frac{p^2}{z \Omega S^2 \varepsilon} = \mathcal{E} \quad (2) \quad \frac{p^2}{z \Omega S^2 \varepsilon} + \mathcal{E} = \mathcal{E} \quad (1)$$

Задача 21. (МФТИ, 2004) В схеме, представленной на рисунке, две одинаковые проводящие пластины с площадью S расположены на малом расстоянии d . Пластины положительно заряжены: на левой — заряд q_1 , на правой — заряд q_2 . Ключ K замыкают.



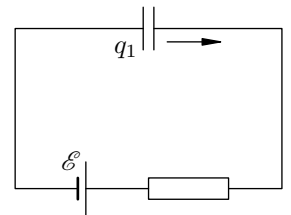
1) Найти заряды на пластинах после установления равновесного состояния.

2) Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа K ?

ЭДС батареи равна \mathcal{E} . Считать, что до и после замыкания ключа заряды (по модулю) проводов, резистора и источника пренебрежимо малы.

$$\frac{pS^0 \varepsilon \mathcal{E}}{\varepsilon((1b - \varepsilon b)p + \mathcal{E}S^0 \varepsilon \varepsilon)} = \mathcal{D} \left(\varepsilon : \frac{p}{\mathcal{E}S^0 \varepsilon} - \frac{\varepsilon}{\varepsilon b + 1b} = \varepsilon b : \frac{p}{\mathcal{E}S^0 \varepsilon} + \frac{\varepsilon}{\varepsilon b + 1b} = 1b \right) (1)$$

Задача 22. (МФТИ, 2004) В схеме, представленной на рисунке, батарея с постоянной ЭДС \mathcal{E} подключена через резистор к двум одинаковым проводящим пластинам площадью S и малым расстоянием d между ними. Обе пластины положительно заряжены, причём на левой пластине находится заряд q_1 , а на правой — некоторый неизвестный заряд. Правую пластину быстро смещают на расстояние d вправо (заряды пластин за время перемещения не изменяются).



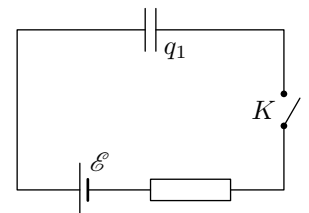
1) Найти заряды пластин после установления равновесия.

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.

$$\frac{p \mathcal{E}}{\varepsilon \mathcal{E} S^0 \varepsilon} = \mathcal{D} \left(\varepsilon : \frac{p \mathcal{E}}{\mathcal{E} S^0 \varepsilon} + 1b = \varepsilon b : \frac{p \mathcal{E}}{\mathcal{E} S^0 \varepsilon} + 1b = 1b \right) (1)$$

Задача 23. (МФТИ, 2004) В электрической схеме, представленной на рисунке, две одинаковые проводящие пластины с площадью S расположены на малом расстоянии d друг от друга. Обе пластины заряжены, причём на правой находится положительный заряд q_1 . Ключ K замыкают.



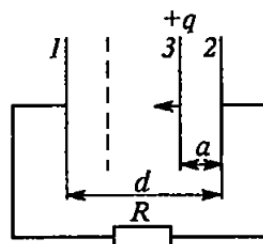
1) Найти начальный заряд левой пластины, если после замыкания ключа K батарея совершила работу A .

2) Какое количество теплоты выделилось в цепи после замыкания ключа K ?

ЭДС батареи равна \mathcal{E} . Считать, что до и после замыкания ключа заряды (по модулю) проводов, резистора и источника пренебрежимо малы.

$$\frac{\varepsilon \mathcal{E} S^0 \varepsilon}{p \varepsilon V} = \mathcal{D} \left(\varepsilon : \frac{p}{\mathcal{E} S^0 \varepsilon} + \frac{\mathcal{E}}{V \varepsilon} - 1b = \varepsilon b \right) (1)$$

Задача 24. (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:

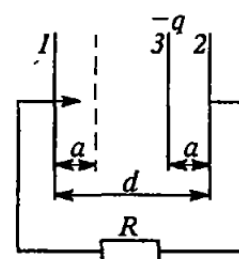


- 1) величину и направление тока через резистор R сразу после перемещения пластины 3;
- 2) количество теплоты, выделившееся на резисторе после перемещения пластины.

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

$$\frac{pS^0 \varepsilon \tau}{z(vz-p)z^b} = \varnothing (z; \varnothing \text{ эннлсвнп к } I \text{ гннлсвнп лс} ; \frac{yS^0 \varepsilon}{(vz-p)^b} = I (I$$

Задача 25. (МФТИ, 1995) Между двумя проводящими плоскопараллельными незаряженными пластинами 1 и 2, закороченными 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 .

$$I \text{ эннлсвнп к } \varnothing \text{ гннлсвнп лс} ; \frac{yS^0 p^0 \varepsilon}{z^b} = I (z ; \frac{yS^0 \varepsilon \tau}{(vz-p)^b} = V (I$$