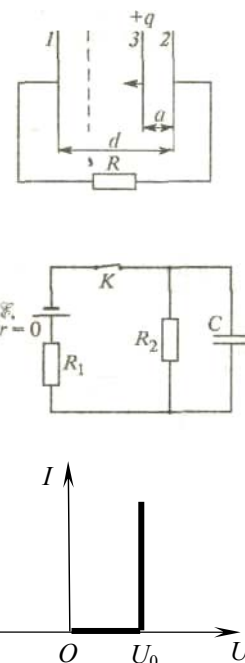


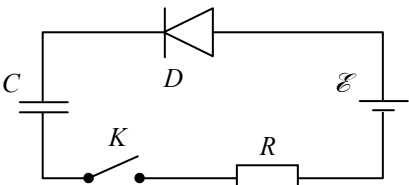
Занятие 7. Электростатика, постоянный ток

1. Между двумя неподвижными плоскопараллельными незаряженными пластинами 1 и 2, закороченными через резистор сопротивлением R , 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. (1995, 1)



2. Какое количество теплоты выделится в схеме (см. рис.) после размыкания ключа K ? (1995, 1)

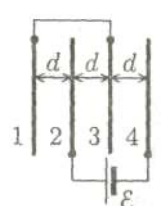
3. В схеме, изображенной на рисунке, в начальный момент ключ K разомкнут, а конденсатор C не заряжен. Вольт-амперная характеристика диода D изображена на следующем рисунке. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 3$ В, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В, $R = 2$ кОм. Ключ K замыкают. В установившемся режиме ток в цепи равен нулю. 1) Чему равен ток в цепи сразу после замыкания ключа? 2) Чему равна емкость конденсатора C , если известно, что после замыкания ключа через диод протек заряд $q = 4 \cdot 10^{-4}$ Кл?



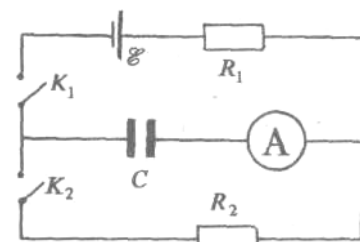
3) Какое, количество теплоты выделится на резисторе R после замыкания ключа? Внутренним

сопротивлением батареи пренебречь. (2000, 7)

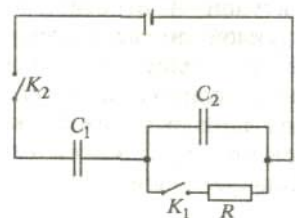
4. Сложный воздушный конденсатор состоит из четырех пластин, удерживаемых на равных расстояниях d друг от друга. Пластины 1 и 3 закорочены. Пластины 2 и 4 подсоединены к источнику с ЭДС $\mathcal{E}$. Определить силу, действующую со стороны электрического поля на пластину 3. Площадь каждой пластины — S , а расстояние между ними много меньше размеров пластин. (2000, 1)



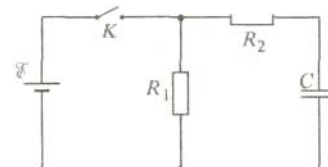
5. В схеме, изображенной на рисунке, в начальный момент времени ключи K_1 и K_2 разомкнуты, а конденсатор C (большой емкости) не заряжен. Через некоторое время после замыкания ключа K_1 амперметр A показывает величину силы тока $I_1 = 1$ мкА. В этот момент замыкают ключ K_2 . Какую величину силы тока покажет амперметр сразу после замыкания ключа K_2 , если известно, что $R_2 = 2R_1 = 10^8$ Ом, а э.д.с. батареи $\mathcal{E} = 100$ В? (1991, 1)



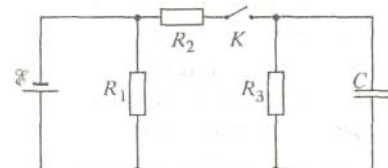
6. В схеме, изображенной на рис., при разомкнутых ключах K_1 и K_2 конденсаторы с емкостями C_1 и C_2 не заряжены. ЭДС батареи $\mathcal{E}$, внутреннее сопротивление — r . Сначала замыкают ключ K_1 , а после установления стационарного состояния в схеме замыкают ключ K_2 . 1) Чему равен ток через источник сразу после замыкания ключа K_1 2) Какое количество теплоты выделится во всей схеме после замыкания ключа K_2 ? (1999, 1)



7. В электрической схеме, состоящей из батареи с ЭДС $\mathcal{E} = 15$ В, резисторов $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 30$ Ом, (см. рис.)

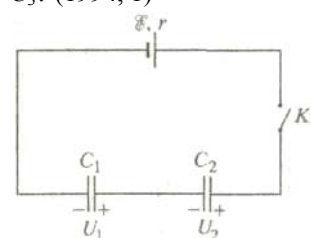
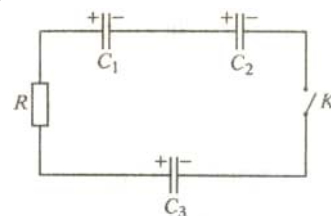


замыкают ключ K . Найти ток через резистор R_2 сразу после замыкания ключа. Найти ток через батарею в тот момент, когда напряжение на конденсаторе равно $\mathcal{E}/3$. Внутренним сопротивлением пренебречь. (1999, 5)

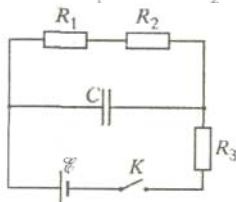


8. В электрической схеме, состоящей из батареи с ЭДС $\mathcal{E} = 30$ В, резисторов $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 30$ Ом и конденсатора, замыкают ключ K . Найти ток через резистор R_2 сразу после замыкания ключа K . Найти ток через батарею в тот момент времени, когда ток через резистор R_3 равен $I = 0,3$ А. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь. (1999, 6)

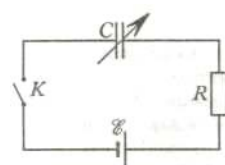
9. Три конденсатора с емкостями $C_1 = C_0$, $C_2 = 2C_0$, $C_3 = 3C_0$, каждый из которых заряжен от батареи с ЭДС $\mathcal{E}$, и резистор с сопротивлением R включены в схему, изображенную на рисунке. Чему равен ток в цепи сразу после замыкания ключа? Какая разность потенциалов установится на конденсаторе C_3 ? (1994, 1)



10. В схеме, изображенной на рисунке, при разомкнутом ключе K конденсатор C , емкостью C_0 заряжен до напряжения $U_1 = 2\mathcal{E}$, а конденсатор C_2 емкостью $2C_0$ — до напряжения $U_2 = 3\mathcal{E}$, где $\mathcal{E}$ — ЭДС батареи, внутреннее сопротивление которой равно r . Чему будет равен ток в цепи сразу после замыкания ключа K ? Какая разность потенциалов установится на конденсаторе C_1 ? (1994, 2)



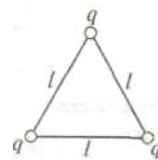
11. Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС $\mathcal{E}$, сопротивления R и конденсатора переменной емкости, начальное значение которой равно C_0 (см. рис.). Через некоторое время после замыкания ключа K в цепи течет ток I_0 . Начиная с этого момента времени, емкость конденсатора изменяется таким образом, что ток в цепи остается постоянным и равным I_0 . Определить ток в цепи сразу после замыкания ключа K . Найти зависимость емкости конденсатора от времени. Внутреннее сопротивление батареи не учитывать. (1997, 1)



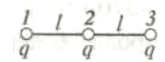
12. В электрической схеме (см. рис.) в начальный момент ключ K замкнут. Какое количество тепла

выделится в цепи после размыкания ключа? Какое количество тепла выделится на резисторах R_1, R_2, R_3 ? Сопротивления R_1, R_2, R_3 , емкость конденсатора C и ЭДС батареи $\mathcal{E}$ считать заданными. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь. (1997, 6)

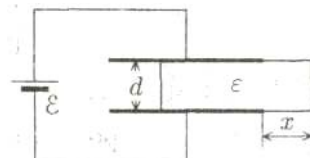
13. Три маленьких одинаковых шарика, каждый массой m и зарядом q , расположены на гладкой горизонтальной поверхности. Шарiki связаны друг с другом тремя нерастяжимыми и непроводящими нитями, каждая длиной l (см. рис.). Все три нити одновременно пережигают. Пренебрегая силой тяжести, определить: ускорения шариков сразу после пережигания нитей; импульс каждого шарика после разлета на большие расстояния друг от друга. (1997, 6)



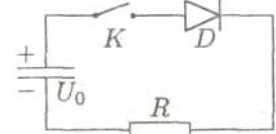
14. Три маленьких одинаковых шарика, каждый массой m и зарядом q , расположены на гладкой горизонтальной поверхности. Шарiki связаны друг с другом двумя нерастяжимыми и непроводящими нитями, каждая длиной l (см. рис.). Обе нити одновременно пережигают. Пренебрегая силой тяжести, определить: 1) ускорения шариков сразу после пережигания нитей; 2) импульс каждого шарика после разлета на большие расстояния друг от друга. (1997, 8)



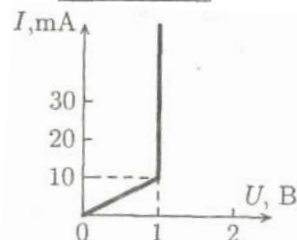
15. Плоский конденсатор, квадратные пластины которого имеют площадь S и расположены на расстоянии d , полностью заполнен твердым диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ (см. рис.). Конденсатор подсоединен к батарее, ЭДС которой равна $\mathcal{E}$. Диэлектрическую пластину выдвигают из конденсатора.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



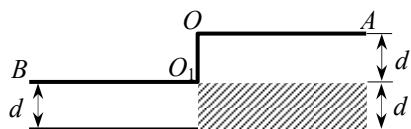
16. В схеме, изображенной на рисунке, конденсатор емкостью $C = 100$ мкФ, заряженный до напряжения $U_0 = 5$ В, подключается через диод D к резистору с сопротивлением $R = 100$ Ом.



Вольтамперная характеристика диода изображена на следующем рисунке. В начальный момент ключ K разомкнут. Затем ключ замыкают. Чему равен ток в цепи сразу после замыкания ключа? Чему равно напряжение на конденсаторе, когда ток в цепи будет равен 10 мА? Какое количество теплоты выделится на диоде после замыкания ключа?

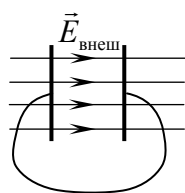
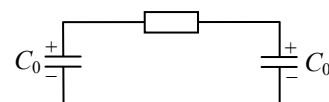


17. Конденсатор имеет в основании тонкий металлический диск радиуса 5 см, на который



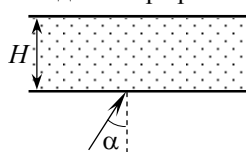
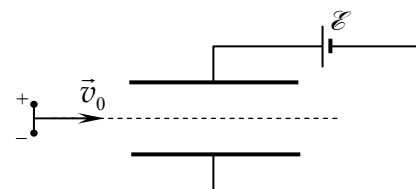
наклеен полудиск из диэлектрика толщиной 1 мм. Над незаклеенной частью основания и диэлектриком находятся проводящие тонкие полудиски OA и O_1B , соединенные проводящей осью OO_1 (см. рисунок). Определите диэлектрическую проницаемость диэлектрика, если емкость конденсатора оказалась равной 66 пФ ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м).

18. Два конденсатора емкостью C_0 заряжены до напряжения U_0 и соединены резистором (см. рис.). Пластины одного из них быстро сближают, так что заряд на пластинах за время их перемещения не меняется. Во сколько раз изменилось расстояние между пластинами конденсатора, если в последовавшем затем процессе перезарядки конденсаторов на резисторе выделилось количество теплоты, равное $1/12$ энергии, запасенной в конденсаторах до перемещения пластин? (1986, 12)



19. Две соединенные проводником пластины плоского конденсатора площадью S находятся на расстоянии d друг от друга в однородном электрическом поле $\vec{E}_{\text{внеш}}$. Расстояние между пластинами мало по сравнению с размерами пластин. Определите напряженность внешнего электрического поля $E_{\text{внеш}}$, если известно, что при медленном сближении пластин до расстояния $d/3$, необходимо совершить работу A .

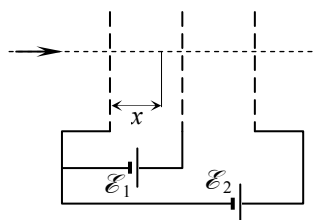
20. Электрический диполь из двух жестко связанных точечных зарядов $+q$ и $-q$, расположенных на расстоянии l друг от друга, пролетает плоский конденсатор, пластины которого подключены к источнику с постоянной ЭДС $\mathcal{E}$. Определите скорость диполя в центре конденсатора, если известно, что его скорость вдали от конденсатора равна v_0 . Расстояние между пластинами конденсатора d , масса диполя m .



21. На плоский слой толщины H с положительным объемным зарядом плотностью ρ падают положительно заряженные частицы под углом падения α . При какой кинетической энергии частица сможет пролететь через заряженный слой? Заряд частицы равен q . Считать, что внутри слоя на частицу действует только электрическая сила со стороны объемного заряда слоя.

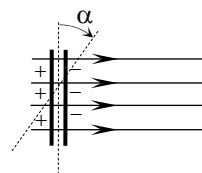
22. Через два последовательно соединенных проводника одинакового сечения S , но с разными удельными сопротивлениями ρ_1 и ρ_2 ($\rho_1 < \rho_2$) течет ток I . Определить знак и величину поверхностной плотности заряда, возникающего на границе раздела проводников.

ρ_1	ρ_2
ток $\rightarrow$	

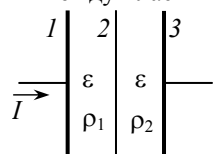


23. Положительно заряженная частица пролетает через три плоские металлические сетки, между которыми с помощью двух источников $\mathcal{E}_1 = 250$ В и $\mathcal{E}_2 = 200$ В поддерживают постоянные разности потенциалов. На каком расстоянии x от первой сетки скорость частицы будет равна скорости, которую она имела вдали от сеток? Расстояние d между сетками много меньше размеров сеток.

24. В область однородного электрического поля вносится система из двух жестко связанных одинаковых тонких диэлектрических пластин, равномерно заряженных равными по модулю и противоположными по знаку зарядами (см. рис.). При этом



совершается работа A_1 . Какую работу A_2 надо совершить, чтобы повернуть систему на угол α ? Расстояние между пластинами много меньше размеров пластин.



25. Между пластинами 1 и 3 плоского конденсатора помещена тонкая металлическая пластина 2 параллельно обкладкам конденсатора. Образовавшиеся объемы заполнены жидкостями с одинаковой диэлектрической проницаемостью ϵ , но с разными удельными сопротивлениями ρ_1 и ρ_2 ($\rho_1 < \rho_2$). Найти модуль и направление силы, действующей на пластину 2 со стороны электрического поля, когда через конденсатор течет постоянный ток I . Площади всех трех пластин одинаковы и равны S .

Занятие 7. Ответы

18. В 2 раза.

$$19. E_{\text{внеш}} = \sqrt{\frac{3A}{\epsilon_0 S d}}$$

$$20. v = \sqrt{v_0^2 - \frac{2ql\mathcal{E}}{md}}$$

$$21. E_k \geq \frac{\pi q \rho H^2}{2 \cos^2 \alpha}$$

$$22. \sigma = \frac{\epsilon_0 I (\rho_2 - \rho_1)}{S} > 0$$

$$23. x = 2d/5$$

$$24. A_2 = A_1 \cdot (\cos \alpha - 1) < 0$$

$$25. F = \frac{\epsilon \epsilon_0 I^2}{2S} (\rho_2^2 - \rho_1^2)$$