

2. ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ. КОНДЕНСАТОРЫ

2.1. Плоские воздушные конденсаторы с емкостями $C_1=2$ мкФ, $C_2=5$ мкФ, $C_3=10$ мкФ соединены как показано на рисунке 2.1 и находятся под напряжением $U=800$ В. Не отключая батареи от источника напряжения, в первый конденсатор вдвинули пластинку стекла с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon=7$ так, что она заняла весь объем конденсатора. Определить, на сколько в результате этого изменится емкость, заряд и энергия батареи конденсаторов. Ответ: 2,5 мкФ; 2 мКл; 0,8 Дж.

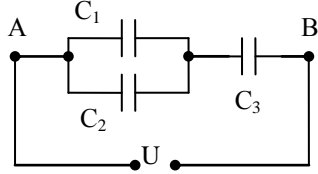


Рис. 2.1.

2.2. Решить задачу 2.1 при условии, что емкости конденсаторов в цепи, изображенной на рисунке равны $C_1=1$ мкФ, $C_2=3$ мкФ, $C_3=4$ мкФ, а стеклянная пластина вдвигается в первый конденсатор на половину его объема. Ответ: 0,54 мкФ; 0,44 мКл; 0,17 Дж.

2.3. Три плоских воздушных конденсатора с емкостями соответственно 3, 1, и 6 мкФ присоединены к источнику постоянного тока с напряжением 220 В как показано на рисунке 2.3. Не отключая батарею конденсаторов от источника, в первый конденсатор поместили стеклянную пластину (диэлектрическая проницаемость равна 7) толщиной, равной половине расстояния между пластинами первого конденсатора так, что она прижалась к одной из пластин конденсатора. Найти, на сколько в результате такой операции изменилась емкость батареи конденсаторов, ее заряд и энергия. Ответ: 0,66 мкФ; 146 мКл; 16 мДж.

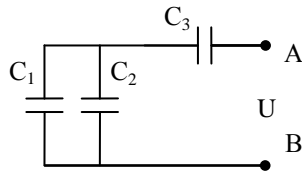


Рис. 2.3.

2.4. На рисунке 2.4 показана батарея конденсаторов с емкостями $C_1=4$ мкФ, $C_2=2$ мкФ, $C_3=1$ мкФ, которую зарядили от источника тока с напряжением 400 В, присоединив его к точкам А и В. Затем источник отключили и пространство между пластинами второго конденсатора заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon=2,7$. Определить, как в результате этого изменится емкость и энергия батареи конденсаторов. Ответ: 0,97 мкФ; 55 мДж.

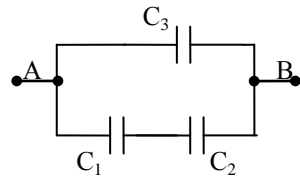


Рис. 2.4.

2.5. Батарея конденсаторов с вертикально расположенными пластинами и с емкостями соответственно 5, 8 и 1 мкФ, изображенная на рисунке 2.4, была заряжена от источника с напряжением 250В, который подключался к точкам А и В. Затем второй конденсатор вертикально на половину погрузили в трансформаторное масло с диэлектрической проницаемостью 2. Определить, как в результате изменится напряжение на батарее конденсаторов, ее емкость и полная энергия. Ответ: 23 В; 0,42 мкФ; 11,5 мДж.

2.6. Плоские воздушные конденсаторы с емкостями $C_1=5$ мкФ, $C_2=6$ мкФ, $C_3=2$ мкФ соединены как показано на рисунке задачи 2.4. Напряжение между точками А и В 200 В. Как изменится емкость этой батареи и запасенная в ней энергия, если внутреннюю поверхность второго конденсатора покрыть слоем диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=2,7$ и толщиной равной $1/3$ расстояния между пластинами конденсатора? Ответ: 0,3 мкФ; 6 мДж.

2.7. Плоский воздушный конденсатор с емкостью $C_1=2 \cdot 10^{-6}$ Ф и конденсатор с фарфоровым диэлектриком ($\epsilon=6$) между пластинами с емкостью $C_2=8 \cdot 10^{-6}$ Ф соединены параллельно и подключены к источнику тока с напряжением 100 В. Не отключая источника, из второго конденсатора вынимают пластину диэлектрика. Найти изменение емкости, заряда и энергии батареи конденсаторов в результате этой операции. Ответ: 6,7 мкФ; $6,7 \cdot 10^{-4}$ Кл; 33,3 мДж.

2.8. Два конденсатора с емкостями соответственно 8 и 4 мкФ соединены последовательно и подключены к источнику постоянного тока с напряжением 150 В. Из второго конденсатора извлекается диэлектрик, который находился между пластинами (его диэлектрическая проницаемость равна 6). При этом источник тока от конденсаторов не отключался. Определить заряды конденсаторов, энергию второго конденсатора до и после извлечения диэлектрика. Ответ: 400 и 93 мкКл; 20 и 13 мДж.

2.9. Три плоских воздушных конденсатора с емкостями $C_1=1,5$ мкФ, $C_2=7$ мкФ, $C_3=2$ мкФ соединены последовательно и присоединены к источнику тока. При этом заряд второго конденсатора равен $14 \cdot 10^{-4}$ Кл. Не отключая источника тока от батареи конденсаторов, раздвигают пластины третьего конденсатора, увеличивая расстояние между ними в 2 раза. Найти изменение емкости, заряда батареи и энергии третьего конденсатора. Ответ: 0,21 мкФ; 0,4 мКл; 23 мДж.

2.10. Конденсаторы с емкостями соответственно $2,5 \cdot 10^{-6}$ Ф, $4 \cdot 10^{-6}$ Ф и $9 \cdot 10^{-6}$ Ф соединили последовательно и присоединили к источнику постоянного тока. При этом оказалось, что напряжение на первом конденсаторе стало равным 100 В. После этого, расстояние между пластинами второго конденсатора увеличили в 1,5 раза. Как в результате этого изменились емкость батареи, ее заряд и энергия? Ответ: 0,18 мкФ; 34 мКл; 3,2 мДж.

2.11. Решить предыдущую задачу при условии, что раздвижение пластин второго конденсатора осуществлялось после отключения источника тока. Ответ: 0,17 мкФ; 0, 3,7 мДж.

2.12. Три плоских воздушных конденсатора $C_1=8,5$ мкФ, $C_2=4,2$ мкФ, $C_3=1$ мкФ соединены параллельно и присоединены к источнику тока. В такой цепи заряд первого конденсатора равен $8,5 \cdot 10^{-4}$ Кл. Не отключая источника тока от этой батареи конденсаторов, расстояние между пластинами второго конденсатора уменьшили в 1,5 раза. Как в результате этого изменились емкость и заряд батареи? На сколько изменилась энергия второго конденсатора? Ответ: 2,1 мкФ; $2,1 \cdot 10^{-4}$ Кл; 0,01 Дж.

2.13. Решить задачу 2.12 при условии, что расстояние между пластинами второго конденсатора уменьшают после отключения источника тока. Ответ: 2,1 мкФ; 0; 2,7 мДж.

2.14. В схеме на рисунке к задаче 2.1 $C_1=2$ пФ, $C_2=10$ пФ, $C_3=6$ пФ, $U=120$ В. Источник тока U отключили от заряженной батареи и к точкам А и В присоединили незаряженный конденсатор с емкостью $C_4=6$ пФ. Найти, каким будет заряд четвертого конденсатора и изменение энергии всей батареи конденсаторов в результате присоединения C_4 . Ответ: 288 нКл; 17,3 нДж.

2.15. Напряжение на заряженном конденсаторе $C_1=4$ мкФ равно $U_1=50$ В, а на другом конденсаторе $C_2=6$ мкФ равно $U_2=20$ В. Одноименно заряженные пластины этих конденсаторов соединили проводами. Каким в результате этого стало напряжение на конденсаторах, и на сколько изменилась их суммарная энергия. Ответ: 32 В; 1,1 мДж.

2.16. Конденсатор с емкостью 4 мкФ зарядили от источника тока с напряжением 36 В и присоединили в точках А и В с батареей незаряженных конденсаторов, изображенной на рисунке к задаче 2.3. Причем $C_1=3$ мкФ, $C_2=5$ мкФ, $C_3=24$ мкФ. Найти заряд, который после этого будет иметь конденсатор C_3 , и изменение общей энергии всех четырех конденсаторов. Ответ: 86,4 мКл; 1,56 мДж.

2.17. Батарея образована двумя незаряженными конденсаторами с емкостями $C_1=2$ пФ и $C_2=3$ пФ, соединенных последовательно. К ней присоединяют конденсатор $C_3=0,8$ пФ, который предварительно был заряжен до напряжения 200 В. Какой заряд стечет с последнего конденсатора на батарею? Изменится ли при этом полная энергия всех конденсаторов? Ответ: 96 пКл; 9,6 нДж.

2.18. Из трех незаряженных конденсаторов с емкостями $C_1=3$ мкФ, $C_2=6$ мкФ, $C_3=3$ мкФ собрана батарея, схема которой показана на рисунке к задаче 2.4. Каким должно быть начальное напряжение на четвертом конденсаторе с $C_4=15$ мкФ, чтобы после его присоединения к батарее напряжение между точками А и В стало равным 150 В? Проверить, выполняется ли закон сохранения энергии при перераспределении

начального заряда конденсатора C_4 между всеми четырьмя конденсаторами. Ответ: 200 В; 0,075 Дж.

2.19. На рисунке к задаче 2.3 соединенные в батарею конденсаторы имеют емкости: $C_1=7$ мкФ, $C_2=8$ мкФ, $C_3=7,5$ мкФ. Батарея была подключена точками А и В к источнику тока с напряжением 60 В. Затем источник отключили, а к точкам А и В присоединили незаряженный конденсатор с емкостью $C_4=15$ мкФ. Найти, какой заряд перетечет на четвертый конденсатор и на сколько изменится общая энергия всех конденсаторов в результате присоединения C_4 . Ответ: 225 мкКл; $6,75 \cdot 10^{-3}$ Дж.

2.20. Конденсатор емкостью $C_1=0,2$ мкФ был заряжен до разности потенциалов $U_1=320$ В. После того как его соединили параллельно со вторым конденсатором, заряженным до разности потенциалов $U_2=450$ В, напряжение на нем изменилось до $U=400$ В. Вычислить емкость второго конденсатора и изменение его энергии в результате присоединения к первому. Ответ: 0,32 мкФ; 6,8 мДж.

2.21. Батарею последовательно соединенных конденсаторов $C_1=4$ мкФ, $C_2=5$ мкФ, $C_3=20$ мкФ присоединили сначала к аккумулятору с э.д.с. $\varepsilon=12$ В, а затем к незаряженному конденсатору $C_4=8$ мкФ. Какое напряжение установится на конденсаторе C_4 и на сколько изменится энергия всей батареи конденсаторов? Ответ: 2,4 В; 0,12 мДж.

2.22. Батарею конденсаторов, изображенную на рисунке у задаче 2.4, сначала зарядили от источника тока с напряжением 50 В, присоединив источник к точкам А и В, а затем после отсоединения источника к этим же точкам присоединили незаряженный конденсатор $C_0=2$ пФ. Какими станут напряжение, заряд и энергия этого конденсатора, если $C_1=9$ пФ, $C_2=4,5$ пФ, $C_3=5$ пФ? Ответ: 40 В; 80 пКл; 1,6 нДж.

2.23. В схеме, приведенной на рисунке 2.23, $C_1=10$ нФ, $C_2=14$ нФ, $C_3=8$ нФ, $C_4=4$ нФ, э.д.с. источника $\varepsilon=12$ В. Ключ К сначала был переведен в положение 1, а затем в положение 2. Каким в результате этого станет заряд конденсатора C_3 и напряжение на конденсаторе C_4 ? Ответ: 43,2 нКл; 7,2 В.

2.24. В схеме, изображенной на рис. 2.24, от источника тока с Э.Д.С. $\varepsilon=36$ В заряжается батарея конденсаторов $C_1=4$ мкФ, $C_2=5$ мкФ, $C_3=2,78$ мкФ, $C_4=20$ мкФ при разомкнутом ключе К. Какой заряд протечет от источника, если замкнуть ключ К? На сколько изменится при этом энергия конденсатора C_4 ? Ответ: 72 мкКл; 0,39 мДж.

2.25. Как изменится общая энергия батареи конденсаторов, изображенной на рисунке 2.25 ($C_1=10$ мкФ, $C_2=2$ мкФ, $C_3=6$ мкФ, $C_4=4$ мкФ,

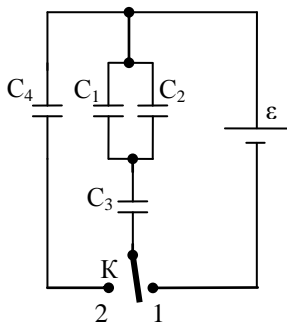


Рис. 2.23.

$\varepsilon=12$ В) и какой заряд протечет через гальванометр G , если не отключая источника тока, точки A и B замкнуть медным проводом? Ответ: 144 мкДж ; 24 мкКл .

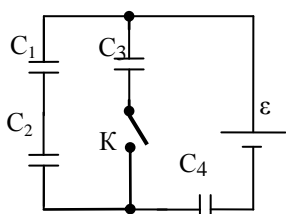


Рис. 2.24.

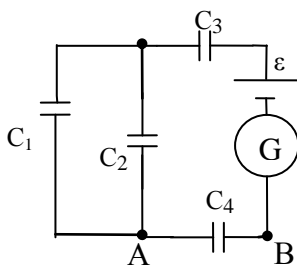


Рис. 2.25.