

Электромагнитные колебания и волны

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре:

$$\begin{cases} q(t) = q_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0) \\ I(t) = q'_t = \omega q_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) = I_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) \end{cases}$$

Формула Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, откуда $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре:

$$q_{\max} = \frac{I_{\max}}{\omega}$$

Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре:

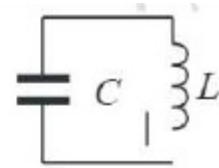
$$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2} = \text{const.}$$

Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс

Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии

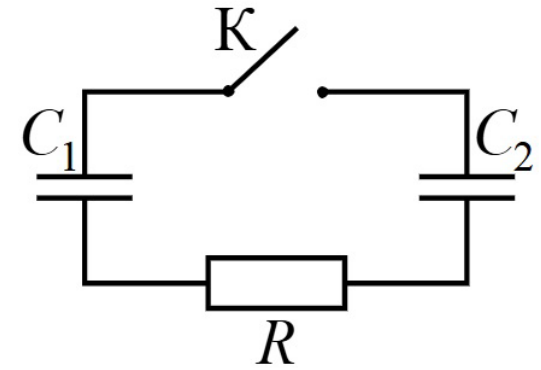
Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{c}$

Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту



Критерий оценивания 3 Балла

Конденсатор $C_1=1$ мкФ заряжен до напряжения $U=300$ В и включён в последовательную цепь из резистора $R=300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2=2$ мкФ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



Возможное решение

1. Первоначальный заряд конденсатора C_1 : $q=C_2 \cdot U$.
2. В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать **соединёнными параллельно**. Тогда их общая ёмкость $C_0=C_1+C_2$.
3. По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 \cdot U$.
4. По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 \cdot U^2}{2} - \frac{(C_1 + C_2) \cdot U^2}{2}$$

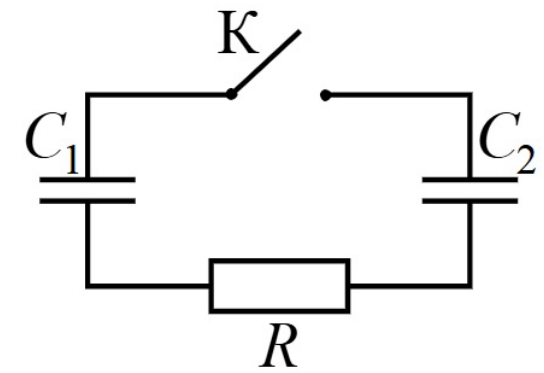
Откуда получим : $Q = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot U^2}{2 \cdot (C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2 \cdot (10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03$ Дж

Ответ: $Q=30$ мДж.

- Приведено полное решение, включающее следующие элементы:
 - I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: **формула для заряда конденсатора, закон сохранения заряда, выражение для энергии конденсатора, ёмкость параллельно соединённых конденсаторов, закон сохранения энергии**);
 - II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);
 - III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);
 - IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.

Критерий оценивания 2 Балла

Конденсатор $C_1=1$ мкФ заряжен до напряжения $U=300$ В и включён в последовательную цепь из резистора $R=300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2=2$ мкФ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



Возможное решение

1. ~~Первоначальный заряд конденсатора $C_1 = q = C_2 \cdot U$.~~

2. В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать соединёнными параллельно. Тогда их общая ёмкость $C_0 = C_1 + C_2$.

$$q = A \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

3. По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 \cdot U$.

4. По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 \cdot U^2}{2} - \frac{(C_1 \cdot U)^2}{2 \cdot (C_1 + C_2)}$$

$$\text{Откуда получим : } Q = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot U^2}{2 \cdot (C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2 \cdot (10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,3 \text{ Дж}$$

Ответ: $Q=30$ мДж.

- Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков:

- **Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.**

и (или)

- В решении имеются **лишние записи**, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

и (или)

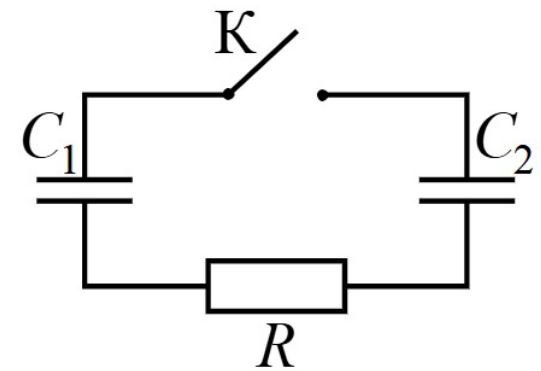
- **В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки**, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.

и (или)

- **Отсутствует пункт IV**, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)

Критерий оценивания 1 Балл

Конденсатор $C_1=1$ мкФ заряжен до напряжения $U=300$ В и включён в последовательную цепь из резистора $R=300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2=2$ мкФ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



Возможное решение

1. Первоначальный заряд конденсатора C_1 : $q=C_1 \cdot U$.
2. В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать соединёнными параллельно. Тогда их общая ёмкость $C_0=C_1+C_2$.
3. ~~По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 \cdot U$.~~
4. По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 \cdot U^2}{2} - \frac{(C_1 + C_2) \cdot U^2}{2}$$

Откуда получим: $Q = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot U^2}{2 \cdot (C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2 \cdot (10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03$ Дж

Ответ: $Q=30$ мДж.

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

- Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, **без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.**

или

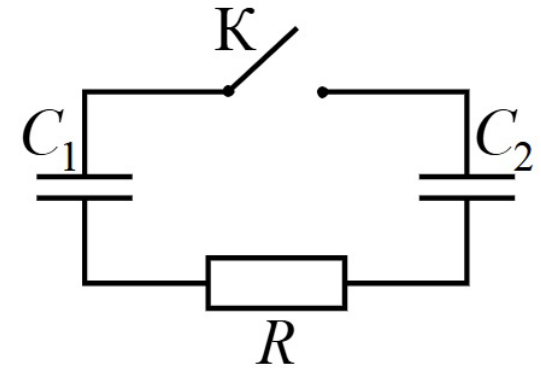
- **В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи** (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

или

- **В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка**, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

Критерий оценивания 0 Баллов

Конденсатор $C_1=1$ мкФ заряжен до напряжения $U=300$ В и включён в последовательную цепь из резистора $R=300$ Ом, незаряженного конденсатора $C_2=2$ мкФ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



Возможное решение

1. Первоначальный заряд конденсатора C_1 : $q=C_2 \cdot U$.
2. В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать соединёнными параллельно. Тогда их общая ёмкость $C_0=C_1+C_2$.
3. По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 \cdot U$.
4. По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 \cdot U^2}{2} - \frac{(C_1 \cdot U)^2}{2 \cdot (C_1 + C_2)}$$

$$\text{Откуда получим : } Q = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot U^2}{2 \cdot (C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2 \cdot (10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03 \text{ Дж}$$

Ответ: $Q=30$ мДж.

- **Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.**

ДО ВСТРЕЧИ В СЕНТЯБРЕ

