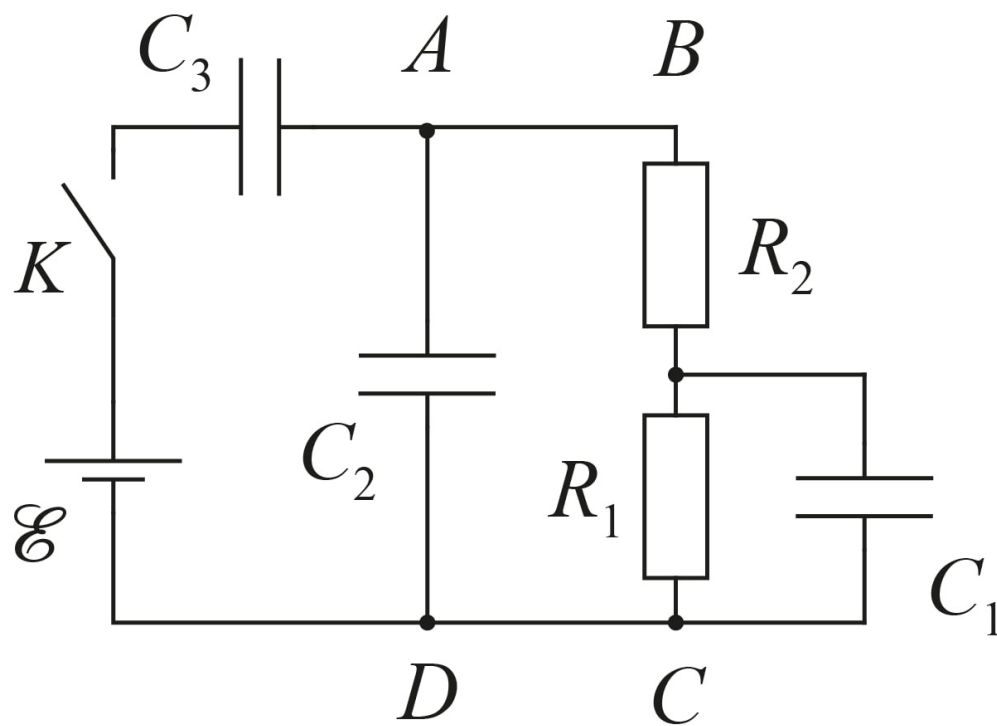




Электрическая цепь, представленная на рисунке, состоит из трёх конденсаторов $C_1 = C_2 = C_3 = C$, двух одинаковых резисторов $R_1 = R_2 = R$, источника постоянного напряжения $\mathcal{E}$ с нулевым внутренним сопротивлением и ключа K . Пока ключ был разомкнут, конденсаторы были не заряжены. Обозначим за t время после замыкания ключа, заряды конденсаторов за q_1 , q_2 и q_3 и силы тока в них ($I = dq/dt$) I_1 , I_2 и I_3 в соответствии с их номерами.



A1^{0.60} Найдите заряды конденсаторов q_{10} , q_{20} и q_{30} при $t \rightarrow 0$.

A2^{0.60} Найдите заряды конденсаторов $q_{1\infty}$, $q_{2\infty}$ и $q_{3\infty}$ при $t \rightarrow \infty$.

A3^{0.40} Найдите количество теплоты Q_0 , выделившееся в системе за время $t \rightarrow 0$.

A4^{0.40} Найдите количество теплоты Q_∞ , выделившееся в системе за время $t \rightarrow \infty$.

Перейдём к нахождению временной зависимости заряда первого конденсатора $q_1(t)$.

A5^{0.50} Из первого закона Кирхгофа, записанного для узла A , выразите I_2 через I_1 , q_1 , R и C .

A6^{0.50} Из второго закона Кирхгофа, записанного для контура $ABCD$, выразите q_2 через I_1 , q_1 , R и C .

Найдите также I_2 , дифференцируя q_2 по времени. Ответ выразите через $\frac{dI_1}{dt}$, I_1 , R и C .

A7^{0.40} Приравняв выражения для I_2 , полученные в пунктах A5 и A6, покажите, что дифференциальное уравнение, описывающее зависимость $q_1(t)$ имеет следующий вид

$$\alpha \frac{d^2 q_1}{dt^2} + \beta \frac{dq_1}{dt} + q_1 = 0.$$

Выразите также α и β через R и C .

Далее считайте известным, что решение данного дифференциального уравнения нужно искать в виде

$$q_1(t) = Ae^{\lambda t},$$

где λ зависит только от R и C , а A – от начальных условий.

A8^{0.50} Найдите λ_1 и λ_2 , удовлетворяющие уравнению, полученному в пункте A7. Ответы выразите через R и C .

В качестве λ_1 выберите большее из значений.

В действительности, зависимость $q_1(t)$ представляется в виде суммы найденных решений

$$q_1(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$$

A9^{0.80} Из начальных условий найдите A_1 и A_2 . Ответы выразите через C и $\mathcal{E}$.

A10^{1.30} Найдите количества теплоты Q_{R_1} и Q_{R_2} , выделившиеся в резисторах за время $t \rightarrow \infty$. Ответы выразите через C и $\mathcal{E}$.

Примечание: $\int e^{ax} dx = \frac{e^{ax}}{a} + C$

Т

Электричество

Цепи

Переходные процессы

RC-цепи

Сборы XY

W

2022

Теплота

