откуда

$$\Delta p = p\left(\frac{\Delta T}{T} - \frac{\Delta V}{V}\right) =$$

$$= 0{,}5 \cdot 10^5\ \text{Па} \cdot \left(\frac{1}{350} - \frac{-0{,}83}{100}\right) \approx 560\ \text{Па}\,.$$

Итак, давление газа увеличилось на $\Delta p \approx 560$ Па. Заметим, что 560 Па действительно много меньше чем $0{,}5 \cdot 10^5$ Па.

А.Простов

Ф1866. *Заряд q находится на расстоянии h от бесконечной слабопроводящей плоскости. Заряд быстро перемещают параллельно плоскости на расстояние 2h, так что распределение зарядов не успевает измениться. Сколько тепла выделится, когда распределение зарядов снова установится? Сколько еще выделится тепла, если заряд быстро сдвинуть на h перпендикулярно плоскости?*

Поле, которое создают наведенные заряды на плоскости, эквивалентно полю точечного заряда величиной $-q$, расположенного на прямой, перпендикулярной плоскости, симметрично заряду q. Распределение зарядов на плоскости не изменяется во время перемещения заряда q на расстояние $2h$, поэтому работа, совершенная при перемещении заряда, будет равна

$$A = \frac{kq^2}{2h} - \frac{kq^2}{2\sqrt{2}h} = \frac{kq^2\left(\sqrt{2}-1\right)}{2\sqrt{2}h}\,,\ \text{где}\ k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\,.$$

Энергия системы в начале и в конце одна и та же; значит, вся совершенная работа перейдет в тепло:

$$Q = A = \frac{kq^2\left(\sqrt{2}-1\right)}{2\sqrt{2}h}\,.$$

Теперь рассмотрим второй случай, когда заряд q быстро смещают на h перпендикулярно плоскости. Пусть W_1 и W_2 – энергии электрического поля в начале и в конце. Каждая из них вдвое меньше соответствующей энергии взаимодействия двух зарядов q и $-q$, потому что электрическое поле занимает вдвое меньшую область (оно существует только с той стороны плоскости, где расположен заряд q). Закон сохранения энергии в этом случае дает

$$A^* = Q^* + W_2 - W_1\,,$$

или

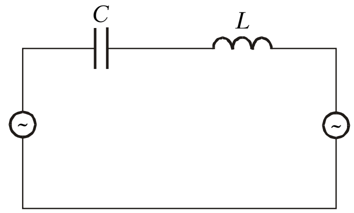
$$\frac{kq^2}{2h} - \frac{kq^2}{3h} = Q^* + \left(-\frac{1}{2}\frac{kq^2}{4h}\right) - \left(-\frac{1}{2}\frac{kq^2}{2h}\right).$$

Отсюда находим выделившееся количество теплоты:

$$Q^* = \frac{kq^2}{6h} - \frac{kq^2}{8h} = \frac{kq^2}{24h}\,.$$

Е.Антышев

Ф1867. *Два генератора гармонических колебаний с частотами 50 Гц и 400 Гц включены, как показано на рисунке: «общие» их выходы соединены непосредственно, а «сигнальные» – через последовательно соединенные катушку индуктивностью 1 Гн и конденсатор емкостью 1 мкФ. Амплитуда напряжения каждого генератора 10 В, сопротивление провода, которым намотана катушка, 1 Ом, в остальном элементы цепи можно считать идеальными. Найдите максимальный заряд конденсатора и среднюю мощность, переходящую в тепло.*



Для расчета тока в цепи воспользуемся принципом суперпозиции – найдем его как сумму токов каждого из источников. Для частоты $f_1 = 50$ Гц сопротивления конденсатора и катушки равны соответственно

$$X_{C1} = \frac{1}{2\pi f_1 C} \approx 3185\ \text{Ом}\ \text{и}\ X_{L1} = 2\pi f_1 L \approx 314\ \text{Ом}\,.$$

Видно, что для расчета силы тока сопротивление провода (1 Ом) можно не учитывать. Тогда амплитуда тока этой частоты равна

$$I_1 = \frac{U}{X_{C1} - X_{L1}} \approx 3{,}5\ \text{мА}\,.$$

Амплитуда напряжения этой частоты для конденсатора составит

$$U_{C1} = I_1 X_{C1} \approx 11{,}1\ \text{В}$$

(она и должно получиться больше амплитуды напряжения источника).

Для частоты $f_2 = 400$ Гц получим

$$X_{C2} = \frac{1}{8}X_{C1}\,,\ X_{L2} = 8X_{L1}\,,$$

$$I_2 = \frac{U}{\left|X_{C1}/8 - 8X_{L1}\right|} \approx 4{,}7\ \text{мА}\,.$$

Амплитуда напряжения этой частоты на конденсаторе составит

$$U_{C2} = I_2\frac{X_{C1}}{8} \approx 1{,}9\ \text{В}\,.$$

Частоты источников относятся приближенно (все же разные генераторы!) как 400:50 = 8:1. Тогда непременно настанет такой момент, когда оба напряжения на конденсаторе максимальны. Именно в этот момент конденсатор имеет максимальный заряд, равный

$$q = C\left(U_{C1} + U_{C2}\right) \approx 1{,}3 \cdot 10^{-5}\ \text{Кл}\,.$$

Среднюю тепловую мощность, выделяющуюся в проводе катушки (R = 1 Ом), найдем как среднее арифметическое:

$$P_{\text{ср}} = \frac{1}{2}\left(P_1 + P_2\right) = \frac{1}{2}\left(I_1^2 R + I_2^2 R\right) \approx 1{,}7 \cdot 10^{-5}\ \text{Вт}\,.$$

З.Рафаилов