

При этом давление насыщенных паров увеличится от 1 атм до 1,01 атм, и «лишнее» количество пара в объеме 0,1 л составит

$$\Delta m_1 = \frac{MV\Delta p}{RT} = \frac{0,018 \text{ кг/моль} \cdot 0,0001 \text{ м}^3 \cdot 1000 \text{ Н/м}^2}{8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)} \cdot 373 \text{ К}} \approx 6 \cdot 10^{-7} \text{ кг}.$$

А если бы все тепло ушло на испарение, то испарилось бы

$$\Delta m_2 = \frac{Q}{r} = \frac{10^3 \text{ Дж}}{2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}} \approx 4 \cdot 10^{-4} \text{ кг},$$

что во много раз больше дополнительного количества испарившейся воды, определяемого насыщением пара. Очевидно, что только очень небольшая часть тепла пойдет на испарение – «лишнее» количество воды не может испариться, так как очень быстро наступит насыщение пара в свободной части объема. Можно теперь вычестить количество теплоты, необходимое для испарения массы воды  $\Delta m_1$ , и уточнить величину  $\Delta T$ , т.е. найти  $\Delta T_1 = (Q - r\Delta m_1)/cm$ . Однако поправка получится совсем малой:  $r\Delta m_1/Q = \Delta m_1/\Delta m_2 \approx 0,015 = 0,15\%$ , и ею вполне можно пренебречь.

Итак, первая оценка выглядит вполне разумной, и количество испарившейся воды чуть меньше  $\Delta m_1 \approx 0,6$  мг.

*Р.Александров*

**Ф1678.** К выводам источника подключают последовательно амперметр и вольтметр, который показывает при этом напряжение 6 В. Когда параллельно ему подключили еще один такой же вольтметр, они в сумме показали 10 В. Подключим параллельно еще очень много таких же вольтметров. Сколько они в сумме покажут? Во сколько раз при этом возрастут показания амперметра?

Обозначим сопротивление амперметра буквой  $r$  (если источник не идеальный, используем это обозначение для суммы сопротивления амперметра и внутреннего сопротивления источника). Для случая, когда вольтметр показывает напряжение  $U_1 = 6$  В, можно записать

$$rI = U - U_1,$$

где  $U$  – напряжение на источнике. Во втором случае, когда вольтметры показывают по  $U_2 = 5$  В, полный ток через амперметр увеличится в  $(5+5)/6$  раз и составит  $I \cdot 10/6$ . Тогда получим

$$r \cdot \frac{10}{6} I = U - U_2.$$

У нас теперь есть два уравнения с тремя неизвестными – но нам вовсе не обязательно находить все неизвестные величины  $r$ ,  $I$  и  $U$ . Нас интересует, во сколько раз ток, который будет течь через амперметр при большом количестве соединенных параллельно вольтметров, превышает величину  $I$ , тогда мы легко найдем и сумму показаний вольтметров.

Итак, при большом количестве вольтметров напряжение на каждом из них должно получиться совсем малым, и для тока  $kI$  запишем соотношение

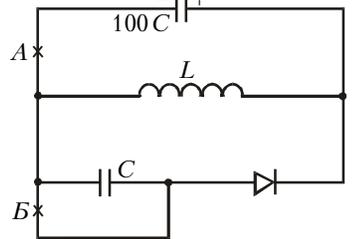
$$r \cdot kI = U.$$

Из полученных уравнений находим  $k = 5$ . Следовательно, суммарный ток (сумма токов через все вольтметры) в 5 раз больше, чем в самом первом случае, когда один вольтметр показывал 6 В. А это означает, что сумма показаний вольтметров возрастет тоже в 5 раз, т.е. будет равна 30 В.

*А.Простов*

**Ф1679.** В вашем распоряжении есть незаряженный конденсатор емкостью  $C$ , заряженный до напряжения  $U$  конденсатор емкостью  $100C$ , катушка индуктивности и полупроводниковый диод (никаких других элементов у вас нет). До какого максимального напряжения можно было бы зарядить конденсатор малой емкости, если бы все эти элементы были идеальными? Как для этого нужно было бы действовать? Можете ли вы придумать больше одного способа?

Мы можем придумывать самые разные схемы «перекачки» зарядов, но если у нас нет источников дополнительной энергии, то в лучшем случае вся начальная энергия без потерь будет перенесена в конденсатор емкостью  $C$ , при этом его напряжение окажется в 10 раз больше величины  $U$ . Одна из возможных схем приведена на рисунке. После подключения конденсатора емкостью  $100C$ , заряженного в показанной на рисунке полярности, к остальной части схемы по катушке начнет течь ток (диод не дает заряжаться конденсатору емкостью  $C$ ). Подождя некоторое время (больше чем  $T/4 = 0,5\pi\sqrt{L \cdot 100C}$ ), перережем провод в точке  $A$  – к этому моменту конденсатор емкостью  $100C$  окажется разряженным, а по замкнутому контуру катушка–диод будет течь неизменный по величине ток, т.е. вся энергия конденсатора перейдет в энергию катушки (по условию элементы цепи можно считать идеальными). Осталось перерезать провод в точке  $B$  – тогда начнет заряжаться конденсатор емкостью  $C$ . Когда ток через катушку уменьшится до нуля и вся энергия катушки перейдет в энергию заряжаемого конденсатора, процесс прекратится – диод не позволит зарядам покинуть конденсатор, в котором и окажется вся энергия. В этом случае напряжение конденсатора емкостью  $C$  станет равным максимально возможному, и условие задачи будет выполнено.



Есть еще несколько способов добиться такого же результата (если бы мы могли мгновенно и в нужный момент подключать и отключать конденсаторы, мы смогли бы даже обойтись без диода!). Однако идеальную катушку нельзя «отрывать» от внешней цепи даже на очень короткое время, поэтому не всякая схема пригодна. Обсудим, например, такой вариант – подключим к заряженному конденсатору емкостью  $100C$  последовательную цепь из катушки, пропускающей в данной полярности диода и незаряженного конденсатора емкостью  $C$ . По цепи протечет некоторый заряд, и процесс прекратится. Теперь поменяем местами выводы конденсатора емкостью  $C$  – процесс продолжится, и заряд этого конденсатора возрастет. Повторим такие переключения несколько раз – после очередного переключения конденсатор емко-