

Рис. 9

турах, меньших максимальной T_m , газ может занимать два разных объема

$$V_{1,2} = \frac{p_0 + aV_0 \pm \sqrt{(p_0 + aV_0)^2 - 4aBT}}{2a},$$

величины которых стремятся друг к другу по мере приближения температуры газа к максимальной. Следовательно, искомая температура равна

$$T_m = \frac{(p_0 + aV_0)^2}{4aB}.$$

Учитывая, что в конечном состоянии давление газа в n раз меньше, а его объем во столько же раз больше, чем в исходном состоянии, получим $a = p_0/(nV_0)$. Подставляя это значение в предыдущее выражение и принимая $B = p_0V_0/T_0$, найдем

$$T_m = \frac{(n+1)^2 T_0}{4n} = \frac{9T_0}{8}.$$

5. После открытия крана сухой воздух начнет перетекать во второй баллон, а пары воды — в первый. При этом будет происходить и испарение воды. В состоянии термодинамического равновесия парциальные давления паров воды и воздуха в обоих баллонах должны быть одинаковыми. Предположим, что вся вода, находившаяся во втором баллоне, испарилась. Тогда, полагая, как обычно, что к ненасыщенным парам применимо уравнение Клапейрона — Менделеева, можно рассчитать парциальное давление паров воды в баллонах:

$$p_s = \frac{mRT}{2MV} \approx 51 \text{ мм рт.ст.}$$

Поскольку $p_s > p_n$, испариться может лишь часть находящейся в баллоне воды. Отсюда (по-прежнему пренебрегая объемом воды) получим, что в баллонах установится давление

$$p_* = \frac{p}{2} + p_n = 395 \text{ мм рт.ст.} \approx 53 \text{ кПа.}$$

6. Между проводящей пластиной и обращенной к ней поверхностью металлической плоскости при наличии разности потенциалов между ними должно существовать электрическое поле и, следовательно, на пластинах и указанных поверхностях плоскости должны находиться электрические заряды. Учитывая, что линии напряженности электростатического поля, создаваемого зарядами одной из пластин, не могут пройти через металлическую плоскость на другую пластину, для расчета величин этих зарядов пластины и плоскость можно рассматривать как два конденсатора, у которых одна обкладка является общей. Поскольку линейные размеры пластин много больше расстояния между ними, эти конденсаторы можно считать плоскими. Будем полагать (поскольку противное не оговорено в условии), что пластины и плоскость находятся в вакууме. Тогда емкость первого конденсатора равна $C_1 = \epsilon_0 S/a$, а второго — $C_2 = \epsilon_0 S/(d-a)$, где ϵ_0 — электрическая постоянная. Линии напряженности электрического поля, заканчивающиеся на первой пластине, могут начинаться только на обращенной к ней поверхности плоскости, а начинающиеся на второй пластине — заканчиваться на обращенной к ней поверхности плоскости. Следовательно, заряд плоскости $Q = q_1 - q_2$, где q_1 и q_2 — заряды

первого и второго конденсаторов. Окончательно

$$Q = q_1 - q_2 = \varphi(C_1 - C_2) = \varphi \epsilon_0 S \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{d-a} \right).$$

7. Коэффициент полезного действия системы по определению равен отношению полезной мощности (мощности, выделяющейся на резисторе) к затрачиваемой (мощности, развиваемой сторонними силами источника):

$$\eta = \frac{I^2 R}{I^2 (r + R)} = \frac{R}{r + R},$$

где I — ток, текущий в системе, r — внутреннее сопротивление источника, а R — сопротивление резистора. Выделяющаяся на резисторе мощность равна

$$P = \frac{\epsilon^2 R}{(r + R)^2} = \frac{\epsilon^2 \eta (1 - \eta)}{r},$$

где ϵ — ЭДС батареи. Из полученного выражения следует, что при подключении к данному источнику другого резистора отношения выделяющихся на резисторах мощностей и КПД систем должны удовлетворять соотношению

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\eta_2 (1 - \eta_2)}{\eta_1 (1 - \eta_1)}.$$

Отсюда находим искомый КПД:

$$\eta_2 = \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4P_2 \eta_1 (1 - \eta_1) / P_1}}{2}.$$

Подставляя в это выражение данные из условия, получим, что задача имеет два решения: КПД равен либо 0,75, либо 0,25. Отметим, что в первом случае сопротивление подключаемого резистора больше, а во втором случае — меньше внутреннего сопротивления источника.

8. Ясно, что решение задачи может зависеть от того, какой заряд имел конденсатор перед подключением источника. Поскольку противное не оговорено в условии, будем считать, что конденсатор первоначально не был заряжен. Тогда, если диод включен в цепь в непроводящем состоянии, ток в цепи будет отсутствовать. Следовательно, заряд конденсатора будет оставаться равным нулю. При противоположной полярности включения диода он будет некоторое время находиться в проводящем состоянии. Поскольку прямое сопротивление диода по условию можно считать равным нулю, законы изменения тока в данной цепи и в такой же цепи, но не содержащей диода, должны быть одинаковыми до тех пор, пока направление тока не начнет изменяться. Учитывая, что вплоть до этого момента заряд конденсатора монотонно увеличивается, а сила тока в цепи изменяется непрерывно и в момент изменения направления ток в цепи должен обратиться в нуль, можно утверждать, что в этот момент энергия магнитного поля станет равной нулю, а источник к этому моменту совершит работу, равную энергии, накопленной конденсатором (поскольку цепь не обладает омическим сопротивлением). При этом, как обычно, мы пренебрегаем и потерями на излучение электромагнитной энергии. Если обозначить величину протекшего к указанному моменту заряда q , а напряжение между обкладками конденсатора U , то получим $\xi q = Uq/2$. Таким образом, в указанный момент времени напряжение между обкладками конденсатора должно стать равным 2ξ . Итак, искомое напряжение между обкладками конденсатора равно либо нулю, либо 2ξ .

9. На рисунке 10 показан ход приосевого луча A , падающего на плоский торец стеклянной палочки, и луча B , падающего на

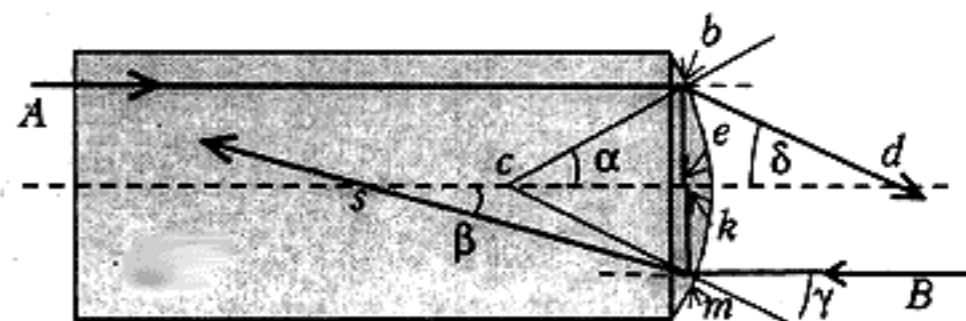


Рис. 10