

8.7. Объединенный газовый закон

8.7.1. При сгорании бензина в двигателе легкового автомобиля образуется сильно нагретый газ. Объем камеры сгорания $V_1 = 0,2$ л, а температура газа $t_1 = 1527$ °С. Газ расширяется до объема $V_2 = 1,4$ л и давления $p_2 = 2,5$ атм, а температура газа понижается до $t_2 = 627$ °С. Определите начальное давление газа.

8.7.2. Если температуру газа увеличить на $\eta_1 = 10\%$, а давление увеличить на $\eta_2 = 20\%$, то объем газа уменьшится на $\Delta V = 1$ л. Найдите начальный объем газа.

8.7.3. Если давление газа увеличить на $\eta_1 = 20\%$, а объем уменьшить на $\eta_2 = 10\%$, то температура газа изменится на $\Delta T = 24$ К. Найдите начальную и конечную температуры газа.

8.7.4. Сколько баллонов водорода емкостью $V_0 = 50$ л при давлении $p_0 = 40,5$ МПа и температуре $T_0 = 300$ К потребуется для наполнения аэростата объемом $V = 1000$ м³, если давление в нем при температуре $T = 280$ К должно быть $p = 98$ кПа? Изменится ли ответ, если водород выпускать не сразу из всех баллонов, а поочередно — сначала из одного баллона, потом из другого и т. д.?

8.7.5. Тонкая горизонтальная трубка с воздухом запаяна с обоих концов. В трубке находится капелька ртути, делящая объем трубки на равные части. 1. Во сколько раз нужно увеличить температуру воздуха в одной части трубки, чтобы отношение объемов частей стало равным двум? 2. Во сколько раз при этом изменится давление воздуха?

8.7.6. Два одинаковых баллона, содержащих газ при температуре $t = 0$ °С, соединены узкой горизонтальной трубкой диаметром $d = 5$ мм, посередине которой находится капелька ртути. Капелька делит весь сосуд на два объема по $V = 200$ см³. На какое расстояние переместится капелька, если один баллон нагреть на $\Delta t = 2$ °С, а другой на столько же охладить?

8.7.7. Посередине закрытой с обоих концов трубки длиной $l = 1$ м, расположенной горизонтально, находится в равновесии капелька ртути. Слева от нее температура газа $t_1 = 100$ °С, справа — температура того же газа $t_2 = 0$ °С. На каком расстоянии от левого конца трубки установится капелька, когда температура в обеих частях трубки станет одинаковой?

• **8.7.8.** На гладком столе лежит прямоугольный сосуд длиной $l = 1$ м. Внутри сосуда находится тонкий поршень, делящий объем сосуда на равные части (рис. 8.7.1), в каждой из которых содержится воздух при температуре $t = 27$ °С. Насколько переместится сосуд, если воздух в одной части сосуда нагреть на $\Delta T = 60$ К, а в другой охладить на $\Delta T = 60$ К? Трения между поршнем и сосудом нет. Массами сосуда и поршня пренебречь.

8.7.9. Открытый с одного торца сосуд прямоугольного сечения лежит на горизонтальном столе. Площадь поперечного сечения сосуда $S = 100$ см², коэффициент трения между сосудом и столом $\mu = 0,6$. Внутри сосуда находится поршень, расположенный на расстоянии $l = 30$ см от закрытого торца. Поршень отделяет от внешнего пространства воздух при температуре $T_0 = 250$ К и атмосферном давлении $p_0 = 10^5$ Па. К поршню прикреплена пружина жесткостью $k = 100$ Н/м, другой конец которой соединен с вертикальной стенкой (рис. 8.7.2). До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух слева от поршня, чтобы сосуд начал двигаться? Масса сосуда с поршнем $m = 10$ кг, трения между поршнем и стенками сосуда нет.

8.7.10. В середине смежных баллонов, размеры которых указаны на рисунке 8.7.3, находятся поршни, соединенные легким стержнем. Между вертикальными стенками баллонов и поршнями находится воздух при атмосферном давлении и температуре T , пространство между поршнями сообщается с атмосферой. Определите расстояние, на которое сместятся поршни, если воздух за большим поршнем нагреть на ΔT , а за меньшим на столько же охладить.

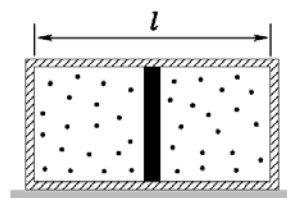


Рис. 8.7.1

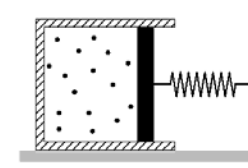


Рис. 8.7.2

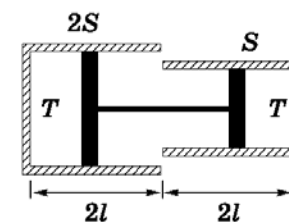


Рис. 8.7.3

$$8.7.1. p_1 = \frac{p_2 V_2 T_1}{V_1 T_2} = 35 \text{ атм.}$$

$$8.7.2. V = \frac{1 + \eta_2}{\eta_2 - \eta_1} \Delta V = 12 \text{ л.}$$

$$8.7.3. T_0 = \frac{\Delta T}{\eta_1 - \eta_2 - \eta_1 \eta_2} = 300 \text{ К;}$$

$$T = T_0 + \Delta T = 324 \text{ К.}$$

$$8.7.4. n = \frac{pVT_0}{p_0V_0T} = 51,85 \approx 52.$$

8.7.5. 1. Увеличить в 2 раза. 2. Увеличится в 1,5 раза.

$$8.7.6. l = 4V \frac{\Delta T}{\pi d^2 T} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

$$8.7.7. x = \frac{lT_2}{T_1 + T_2} = 0,42 \text{ м.}$$

$$8.7.9. T = T_0 \left(1 + \frac{\mu mg}{p_0 S}\right) \left(1 + \frac{\mu mg}{kl}\right) \approx 795 \text{ К.}$$

$$8.7.10. x = \frac{l}{2T} \left(\Delta T - T + \sqrt{(T - \Delta T)^2 - 12 \Delta T} \right).$$