

### 8.9. Графические задачи

**8.9.1.** На рисунке 8.9.1, *a—д* точки 1 и 2 соответствуют термодинамическим состояниям одной и той же массы газа. Каково отношение давлений, объемов и температур в этих состояниях?

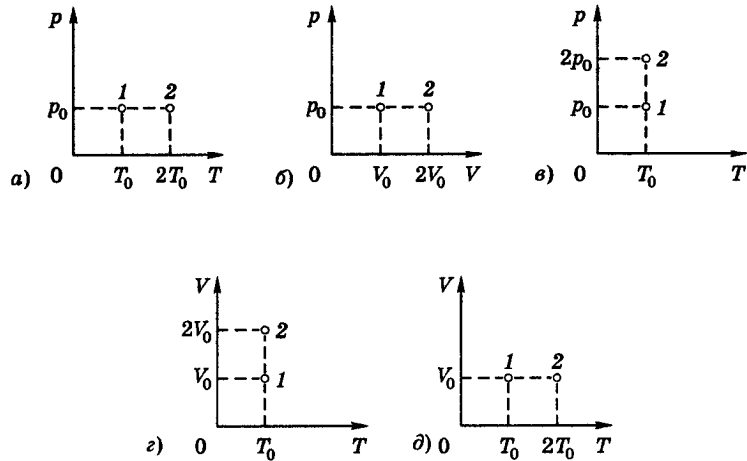


Рис. 8.9.1

**8.9.2.** Изобразите на  $p$ - $T$ - и  $V$ - $T$ -диаграммах процесс, проводимый с идеальным газом (рис. 8.9.2). Во сколько раз температура газа в состоянии 4 больше температуры в состоянии 1?

**8.9.3.** Изобразите на  $p$ - $V$ - и  $V$ - $T$ -диаграммах процесс, проводимый с идеальным газом (рис. 8.9.3). Найдите температуру газа в состоянии 4. В каком состоянии, 2 или 4, объем больше и во сколько раз?

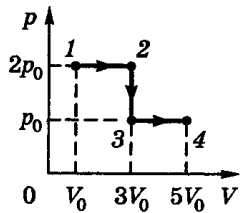


Рис. 8.9.2

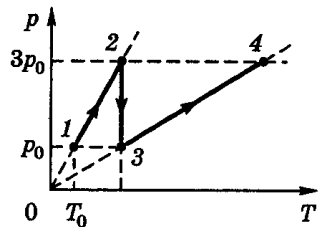


Рис. 8.9.3

**8.9.4.** С идеальным газом осуществляют цикл, приведенный на рисунке 8.9.4. Изобразите этот цикл в координатах  $p$ - $V$ ,  $p$ - $T$ .

**8.9.5.** На рисунке 8.9.5 дана диаграмма цикла, совершаемого идеальным газом, в координатах  $p$ - $V$ . Изобразите диаграмму цикла в координатах  $p$ - $T$  и  $V$ - $T$ .

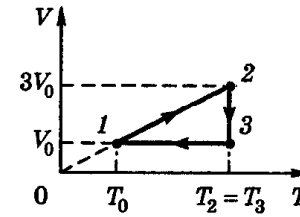


Рис. 8.9.4

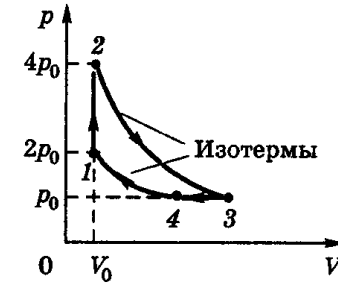


Рис. 8.9.5

**8.9.6.** На рисунке 8.9.6 дана диаграмма цикла, совершаемого идеальным газом, в координатах  $V$ - $T$ . Изобразите диаграмму этого цикла в координатах  $p$ - $V$ . Найдите отношение наибольшего объема газа в этом цикле к наименьшему.

**8.9.7.** На рисунке 8.9.7 дана диаграмма цикла, совершаемого идеальным газом, в координатах  $p$ - $T$ . Изобразите диаграмму этого цикла в координатах  $p$ - $V$ . Найдите отношение наибольшего объема газа в этом цикле к наименьшему.

**8.9.8.** Один моль идеального газа расширяется так, что его давление изменяется по закону  $p = \alpha V$ , где  $\alpha = 2 \cdot 10^7$  Па/м<sup>3</sup>. Изобразите на  $p$ - $V$ -,  $p$ - $T$ - и  $V$ - $T$ -диаграммах этот процесс, если температура газа изменилась от  $T_1 = 200$  К до  $T_2 = 500$  К.

**8.9.9.** Один моль идеального газа расширяется так, что его давление изменяется по закону  $p = \frac{\alpha}{T}$ , где  $\alpha = 10^7$  Па · К. Постройте графики этого процесса на  $p$ - $V$ -,  $p$ - $T$ - и  $V$ - $T$ -диаграммах, если объем газа изменяется от  $V_1 = 10$  л до  $V_2 = 40$  л.

**8.9.10.** Два моля идеального газа сжимают так, что объем газа изменяется по закону  $V = \alpha T^2$ , где  $\alpha = 2 \cdot 10^{-7}$  м<sup>3</sup>/К<sup>2</sup>. Изобразите этот процесс на  $p$ - $V$ -,  $p$ - $T$ - и  $V$ - $T$ -диаграммах, если давление газа изменяется от  $p_1 = 100$  кПа до  $p_2 = 400$  кПа.

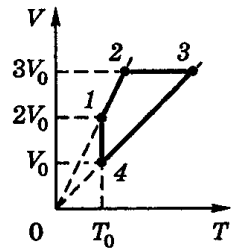


Рис. 8.9.6

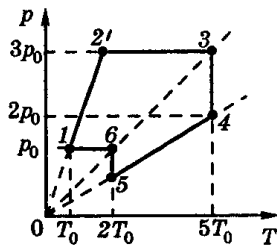


Рис. 8.9.7

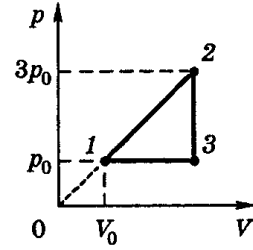


Рис. 8.9.8

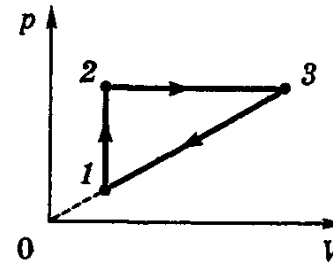


Рис. 8.9.11

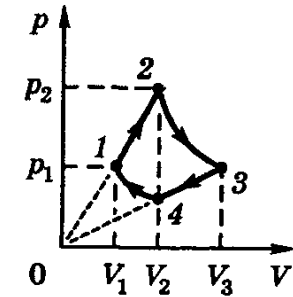


Рис. 8.9.12

**8.9.11.** Идеальный газ совершает цикл, график которого показан на рисунке 8.9.8. Постройте график этого процесса в координатах  $p$ - $T$ . Определите отношение наибольшей и наименьшей температур в этом процессе.

**8.9.12.** Идеальный газ совершает цикл, график которого показан на рисунке 8.9.9. Найдите температуру газа в состоянии  $T_3$ . Постройте график этого процесса в координатах  $p$ - $V$ .

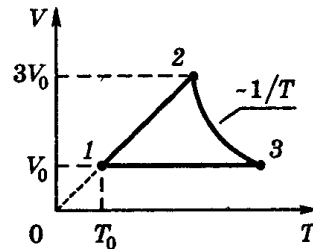


Рис. 8.9.9

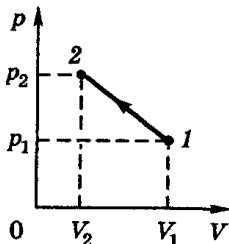


Рис. 8.9.10

**8.9.13.** Гелий массой  $m = 20$  г бесконечно медленно переводят из состояния 1 (объем  $V_1 = 32$  л и давление  $p_1 = 4,1 \cdot 10^5$  Па) в состояние 2 ( $V_2 = 9$  л и  $p_2 = 15,5 \cdot 10^5$  Па). Какой наибольшей температуры достигнет газ в этом процессе, если зависимость давления от объема линейная (рис. 8.9.10)?

**8.9.14.** Идеальный газ совершает циклический процесс 1-2-3, представленный на рисунке 8.9.11. Температуры газа в состояниях 1 и 3 равны соответственно  $T_1 = 300$  К и  $T_3 = 400$  К. Чему равна температура газа в состоянии 2?

**8.9.15.** Один моль газа участвует в процессе, график которого изображен на  $p$ - $V$ -диаграмме (рис. 8.9.12). Участки 4-1 и 2-3 — изотермы. Найдите объем  $V_3$ , если известны объемы  $V_1 = 2$  л,  $V_2 = V_4 = 3$  л.

Ответы:

8.9.1. См. в условии рис. 8.9.1, а—д:

а)  $\frac{V_2}{V_1} = 2, p_1 = p_2 = p_0, \frac{T_2}{T_1} = 2;$

б)  $p_1 = p_2 = p_0, \frac{V_2}{V_1} = 2, \frac{T_2}{T_1} = 2;$

в)  $\frac{p_2}{p_1} = 2, \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{2}, T_2 = T_1 = T_0;$

г)  $\frac{p_2}{p_1} = \frac{1}{2}, \frac{V_2}{V_1} = 2, T_2 = T_1 = T_0;$

д)  $\frac{p_2}{p_1} = 2, V_1 = V_2 = V_0, \frac{T_2}{T_1} = 2.$

8.9.2. Рис. 19, а, б;  $\frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}.$

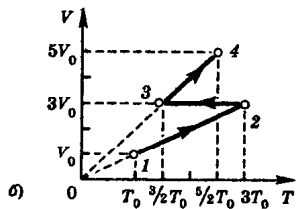
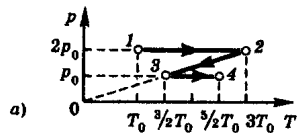


Рис. 19

8.9.3. Рис. 20, а, б;  $T_4 = 9T_0; \frac{V_4}{V_0} = 3.$

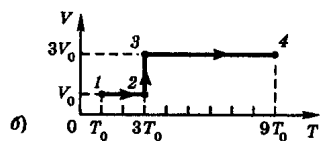
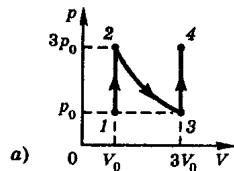


Рис. 20

8.9.4. Рис. 21, а, б.

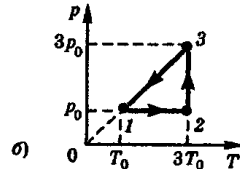
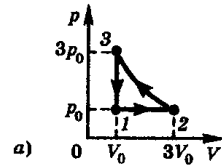


Рис. 21

8.9.5. Рис. 22, а, б.

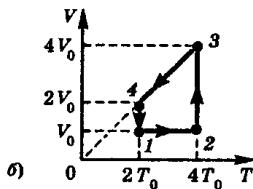
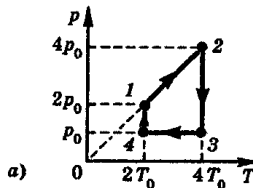


Рис. 22

8.9.6. Рис. 23;  $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 3.$

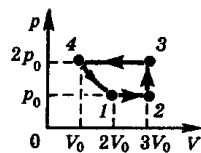


Рис. 23

8.9.7. Рис. 24;  $\frac{V_{\max}}{V_{\min}} = 2,5.$

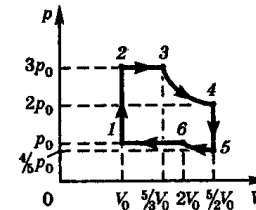
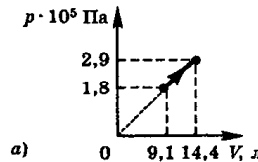


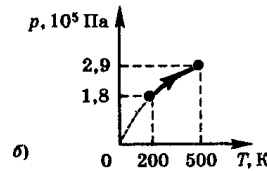
Рис. 24

8.9.8. Рис. 25, а, б, в; а)  $p = \alpha V$  — прямая; б)  $p^2 = \alpha RT$  — парабола;

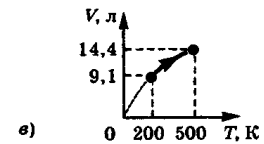
в)  $V^2 = \frac{RT}{\alpha}$  — парабола.



а) 0 9,1 14,4 V, л



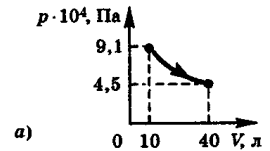
б) 0 200 500 T, К



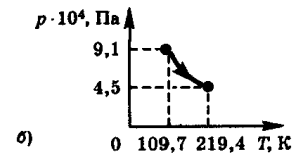
в) 0 200 500 T, К

Рис. 25

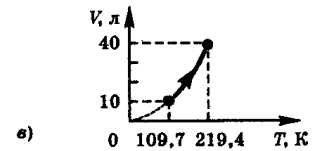
8.9.9. Рис. 26, а, б, в; а)  $p = \sqrt{\frac{\alpha R}{V}}$  — гипербола; б)  $p = \frac{\alpha}{T}$  — гипербола; в)  $V = \frac{RT^2}{\alpha}$  — парабола.



а) 0 10 40 V, л



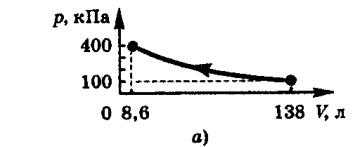
б) 0 109,7 219,4 T, К



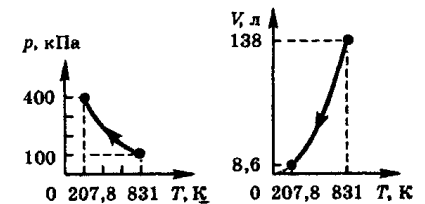
в) 0 109,7 219,4 T, К

Рис. 26

8.9.10. Рис. 27, а, б, в; а)  $p = \frac{2R}{\sqrt{\alpha V}}$  — гипербола; б)  $p = \frac{2R}{\alpha T}$  — гипербола; в)  $V = \alpha T^2$  — парабола.



а)



б) 0 207,8 831 T, К



в)

Рис. 27

8.9.11. Рис. 28;  $\frac{T_{\max}}{T_{\min}} = 9$ .

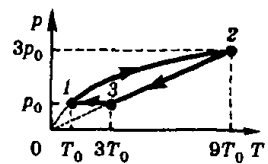


Рис. 28

8.9.12. Рис. 29;  $T_3 = 9T_0$ .

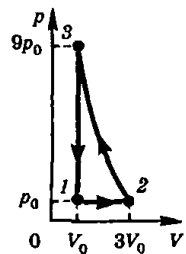


Рис. 29

8.9.13.  $T = \frac{Mp_0V_0}{mR} = 481 \text{ К.}$

8.9.14.  $T_2 = \sqrt{T_1T_3} \approx 346 \text{ К.}$