第六章 理想气体系统 作业答案

一、选择题

6.1.1.（A） 6.1.2.（B） 6.1.3.（B） 6.1.4.（B） 6.1.5.（B）
6.1.6.（C） 6.1.7.（C） 6.1.8.（A） 6.1.9.（A） 6.1.10.（B）
6.1.11.（D） 6.1.12.（D） 6.1.14.（C） 6.1.15.（D） 6.1.16.（B）
6.1.17.（B） 6.1.18.（D） 6.1.19.（A）
6.1.20.（C）【将题中的二氧化碳更改为水蒸气】
6.1.21.（B）
6.1.22.（B） 6.1.23.（C） 6.1.24.（D） 6.1.25.（B）

二、填空题

6.2.1. 答：不考虑气体分子的内部结构并且忽略气体分子的大小；气体分子除了与其他气体分子碰撞的瞬间以及与容器壁碰撞瞬间外，其他时间气体分子是自由运动的；气体分子与气体分子的碰撞和气体分子与容器壁之间的碰撞是完全弹性碰撞。

6.2.2. 答：6

6.2.3. 答：$0.269\times10^{26}\,\mathrm{m^{-3}}$；$1.431\,\mathrm{kg\cdot m^{-3}}$；$6.023\times10^{23}$

6.2.4. 答：$p=\dfrac{2}{3}n\left(\dfrac{1}{2}m_0\overline{v^2}\right)=\dfrac{2}{3}n\overline{\varepsilon}_t$；气体分子的数密度$n$；气体分子的平均平动动能$\overline{\varepsilon}_t$；

6.2.5. 答：气体分子系统的热力学温度；分子平均平动动能的量度

6.2.6. 答：不同；相同；不同

6.2.7. 答：$4:2:1$；$1:1:1$

6.2.8. 答：速率在$v\sim v+\mathrm{d}v$区间的分子数占总分子数的百分比；
速率在$v_1\sim v_2$区间的分子的速率总和；
速率在$v_0\sim v_p$区间的分子的速率平方总和。

6.2.9. 答：$\Delta N=\int_{v_0}^{\infty}Nf(v)\mathrm{d}v$；$\overline{v_{v_0>0}}=\dfrac{\int_{v_0}^{\infty}vf(v)\mathrm{d}v}{\int_{v_0}^{\infty}f(v)\mathrm{d}v}$

6.2.10. 答：$3739.5\,\mathrm{J}$；$2493\,\mathrm{J}$

6.2.11. 答：$\overline{\varepsilon}_t=\dfrac{3}{2}kT$；$\overline{\varepsilon}_r=kT$；$\overline{\varepsilon}_k=\dfrac{5}{2}kT$；$E=5RT$

6.2.12. 答：8；5/3

6.2.13. 答：15195J

6.2.14. 答：6

6.2.15. 答：500 J；$700\,\mathrm{J}$；$800\,\mathrm{J}$

6.2.16. 答：0；$-3324\,\mathrm{J}$；$-3324\,\mathrm{J}$

6.2.17. 答：$5\,\mathrm{J}$

6.2.18. 答：1.22

6.2.19. 答：$p_1=1.266\times10^7\,\mathrm{Pa}$；$V_1=9.8\times10^{-5}\,\mathrm{m^3}$；$A=-1983\,\mathrm{J}$；$\Delta E=1983\,\mathrm{J}$

6.2.20. 答：$320\,\mathrm{K}$；20%

6.2.21. 答：1

三 计算题

6.3.1. $\nu=0.0406\,\mathrm{mol}$；$N=2.447\times10^{22}$；$n=2.447\times10^{25}\,\mathrm{m^{-3}}$

6.3.2. $V_2=6.05\times10^{-5}\mathrm{m^3}$

6.3.3. $n=2.5\times10^{25}\,\mathrm{m^{-3}}$；$\overline{\varepsilon}_t=6.078\times10^{-21}\mathrm{J}$；$T=294\,\mathrm{K}$

6.3.4. $T=300\ \mathrm{K}$； $n=2.3845\times10^{25}\ \mathrm{m^{-3}}$； $V=2.461\times10^{-2}\ \mathrm{m^3}$

6.3.5.

（1） $0\sim v_0$： $f(v)=\dfrac{1}{2v_0^{\ 2}}v$； $v_0\sim 4v_0$： $f(v)=\dfrac{2}{3v_0}-\dfrac{1}{6v_0^{\ 2}}v$； $v_0\sim\infty$： $f(v)=0$。

（2） $v_{\mathrm{p}}=v_0$　　（3） $\bar{v}=\dfrac{5}{3}v_0$

（4） $\overline{v^2}=\dfrac{7}{2}v_0^{\ 2}$； $\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\dfrac{7}{2}}v_0$

（5） $\Delta N=\dfrac{5}{12}N$　　（6） $\overline{v_{v_0\to 2v_0}}=\dfrac{22}{15}v_0$

6.3.6. $v_{\mathrm{p}}=0.39\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$； $\bar{v}=0.44\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$； $v_{\mathrm{rms}}=0.48\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$

6.3.7.

（1） $T=362.3\ \mathrm{K}$　　（2） $p=1.35\times10^5\ \mathrm{Pa}$

（3） $\bar{\varepsilon}_{\mathrm{t}}=7.5\times10^{-21}\ \mathrm{J}$； $\bar{\varepsilon}_{\mathrm{r}}=5.0\times10^{-21}\ \mathrm{J}$； $\bar{\varepsilon}_{\mathrm{k}}=1.25\times10^{-20}\ \mathrm{J}$

6.3.8.

（1） $n=0.1835\times10^{26}\ \mathrm{m^{-3}}$　　（2） $m_0=0.6643\times10^{-26}\ \mathrm{kg}$

（3） $\dfrac{E}{V}=1.5195\times10^5\ \mathrm{J\cdot m^{-3}}$

6.3.9.（1） $\bar{\varepsilon}_{\mathrm{t}}=8.28\times10^{-21}\ \mathrm{J}$　（2） $\bar{\varepsilon}_{\mathrm{r}}=5.52\times10^{-21}\ \mathrm{J}$　（3） $E=831.2\ \mathrm{J}$

6.3.10.

（1） $v_{\mathrm{rms}}=493\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$　　（2） $M=28\times10^{-3}\ \mathrm{kg\cdot mol^{-1}}$。

（3） $\bar{\varepsilon}_{\mathrm{t}}=5.65\times10^{-21}\ \mathrm{J}$； $\bar{\varepsilon}_{\mathrm{r}}=3.77\times10^{-21}\ \mathrm{J}$

（4） $\dfrac{E_{\mathrm{t}}}{V}=151.95\ \mathrm{J\cdot m^{-3}}$　　（5） $E=1702\ \mathrm{J}$

6.3.11. $C_{V,\mathrm{m}}=20.775\ \mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}$； $C_{p,\mathrm{m}}=29.085\ \mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}$； $i=5$

6.3.12.

（1）系统吸收的热量变为内能（内能的增量）

$T_1=285\ \mathrm{K}$； $p_1=1.057\times10^5\ \mathrm{Pa}$

（2）吸收的热量全部用来对外做功

$p_2=9.1\times10^4\ \mathrm{Pa}$； $V_2=5.0\times10^{-2}\mathrm{m^3}$

（3）吸收热量一部分用来内能增加，另一部分用来对外做功。

$T_3=281.6\ \mathrm{K}$； $V_3=4.62\times10^{-2}\mathrm{m^3}$

6.3.13.

（1） $Q_1=5564.1\ \mathrm{J}$； $A_1=4068.3\ \mathrm{J}$； $\Delta E_1=1495.8\ \mathrm{J}$

（2） $Q_2=4872.9\ \mathrm{J}$； $A_2=3377.1\ \mathrm{J}$； $\Delta E_2=1495.8\ \mathrm{J}$

6.3.14. 【将题中的二氧化碳分子更改为水蒸气】

（1） $\Delta E_1=-4008.7\ \mathrm{J}$； $Q_1=0$； $A_1=4008.7\ \mathrm{J}$

（2） $\Delta E_2=0$； $Q_2=A_2=5740.3\ \mathrm{J}$

（3） $Q_3=89748\ \mathrm{J}$； $\Delta E_3=67311\ \mathrm{J}$； $A_3=22437\ \mathrm{J}$

6.3.15. 略。

6.3.16. $\Delta E=1869.75\ \mathrm{J}$； $A=940.4\ \mathrm{J}$； $Q=2810.15\ \mathrm{J}$

6.3.17.

(1) $T_1 = 325\text{ K}$

(2) $p_2 = 6.432\times10^5\text{ Pa}$, $T_2 = 516\text{ K}$

(3) $p_3 = 3.216\times10^5\text{ Pa}$, $T_3 = 516\text{ K}$

(4) $Q_{\text{ab}} = 0$; $A_{\text{ab}} = -7142.4\text{ J}$; $\Delta E_{\text{ab}} = 7142.4\text{ J}$

(5) $\Delta E_{\text{bc}} = 0$; $Q_{\text{bc}} = A_{\text{bc}} = 8916.6\text{ J}$

(6) $Q = 8916.6\text{ J}$; $A = 1774.2\text{ J}$; $E = 7142.4\text{ J}$

6.3.18.

(1) $T_1 = 150.4\text{ K}$; $T_2 = 120.3\text{ K}$ (2) $p = \frac{19}{3}\times10^5 - \frac{4}{15}\times10^8 V$ Pa

(3) $\Delta E = -1250.7\text{ J}$ (4) $A = 4500\text{ J}$ (5) $Q = 3249.3\text{ J}$

6.3.19.

$$A = \frac{a}{V_1} - \frac{a}{V_2} \qquad \Delta E = \frac{5a}{2}\left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1}\right) \qquad Q = \frac{3a}{2}\left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1}\right) \qquad C_{\text{m}} = \frac{3}{2}R$$

6.3.20.

(1) $Q_1 = 800\text{ J}$ (2) $A = 100\text{ J}$ (3) $\eta = 12.5\%$

6.3.21.

(1) $A_{\text{a}\to\text{b}} = 2000\text{ J}$ $A_{\text{b}\to\text{c}} = 0$ $A_{\text{c}\to\text{a}} = -1382\text{ J}$

(2) $Q_{\text{a}\to\text{b}} = 6980\text{ J}$ $Q_{\text{b}\to\text{c}} = -4986\text{ J}$ $Q_{\text{c}\to\text{a}} = -1382\text{ J}$

(3) $\eta = 8.85\%$

6.3.22. 略。

6.3.23. 略。

6.3.24.

(1) $p_1 = \nu R\frac{T_1}{V_1}$ (2) $V_2 = \sqrt{2}V_1$; $p_2 = \sqrt{2}p_1$ (3) $V_3 = 8V_1$; $p_3 = \frac{1}{8}p_1$

(4) $A_{\text{a}\to\text{b}} = \frac{1}{2}\nu RT_1$; $\Delta E_{\text{a}\to\text{b}} = \frac{5}{2}\nu RT_1$; $Q_{\text{a}\to\text{b}} = 3\nu RT_1$

(5) $Q_{\text{b}\to\text{c}} = 0$; $\Delta E_{\text{b}\to\text{c}} = -\frac{5}{2}\nu RT_1$; $A_{\text{b}\to\text{c}} = \frac{5}{2}\nu RT_1$

(6) $\Delta E_{\text{c}\to\text{a}} = 0$; $A_{\text{c}\to\text{a}} = -3\nu RT_1\ln 2$; $Q_{\text{c}\to\text{a}} = -3\nu RT_1\ln 2$

(7) $\eta = 30.67\%$

6.3.25. 【将题中的二氧化碳分子更改为水蒸气】

(1) $T_3 = T_1\sqrt[3]{V_1/V_2}$

(2) $\eta = 1 - \dfrac{3 - 3\sqrt[3]{V_1/V_2}}{\ln(V_2/V_1)}$