

批阅人	班级	学号	姓名	得分

## 一、选择题

6.1.1. 三个密闭容器 A、B、C 中装有温度相同的理想气体，气体分子数密度之比为： $n_A:n_B:n_C=1:2:4$ ，则其压强之比  $p_A:p_B:p_C$  为：（ ）。

- (A)  $p_A:p_B:p_C=1:2:4$ ； (B)  $p_A:p_B:p_C=4:2:1$ ；  
(C)  $p_A:p_B:p_C=1:1:1$ ； (D)  $p_A:p_B:p_C=16:4:1$ 。

6.1.2. 若理想气体的体积  $V$ ，压强为  $p$ ，温度为  $T$ ，一个分子的质量为  $m_0$ ， $k$  为玻尔兹曼常数， $R$  为摩尔气体质量常数，则该理想气体的分子数为：（ ）。

- (A)  $\frac{pV}{m_0}$ ； (B)  $\frac{pV}{kT}$ ； (C)  $\frac{pV}{RT}$ ； (D)  $\frac{pV}{m_0T}$ 。

6.1.3. 对于一定量的理想气体，下面表述正确的是（ ）。

- (A) 如果体积减小，气体分子在单位时间内作用于容器器壁单位面积的总冲量一定增大；  
(B) 如果压强增大，气体分子在单位时间内作用于容器器壁单位面积的总冲量一定增大；  
(C) 如果温度不变，气体分子在单位时间内作用于容器器壁单位面积的总冲量一定不变；  
(D) 如果密度不变，气体分子在单位时间内作用于容器器壁单位面积的总冲量一定不变。

6.1.4. 对于理想气体，下列说法正确的是：（ ）。

- (A) 如果气体的温度升高，则气体中每个分子的动能都增大；  
(B) 温度是大量分子的平均平动动能的量度；  
(C) 压强  $p$  与分子平均平动动能  $\bar{\epsilon}_k$  的关系式  $p=2n\cdot\bar{\epsilon}_k/3$  是一个统计规律，能用实验直接验证；  
(D) 容器内分子数越多，则压强就越大。

6.1.5. 关于温度的意义，有下列几种说法：

- (1) 气体的温度是分子平均平动动能的量度  
(2) 气体的温度是大量气体分子热运动的集体表现，具有统计意义  
(3) 温度的高低反映物质内部分子运动剧烈程度的不同  
(4) 从微观上看，气体的温度表示每个气体分子的冷热程度

上述说法中正确的是：（ ）。

- (A) (1)，(2)，(4) (B) (1)，(2)，(3)  
(C) (2)，(3)，(4) (D) (1)，(3)，(4)

6.1.6. 三个容器 A、B、C 中装有同种理想气体，其分子数密度  $n$  相同，而方均根速率之比为  $(v_A^2)^{1/2}:(v_B^2)^{1/2}:(v_C^2)^{1/2}=1:2:4$ ，则其压强之比为  $p_A:p_B:p_C=$ （ ）。

- (A) 1:2:4 (B) 1:4:8 (C) 1:4:16 (D) 4:2:1

6.1.7. 处于平衡状态的一瓶氢气和一瓶氮气的分子数密度相同，分子的平均平动动能也相同，则它们（ ）。

- (A) 温度、压强均不相同  
(B) 温度相同，但氢气压强大于氮气的压强  
(C) 温度、压强都相同  
(D) 温度相同，但氢气压强小于氮气的压强

6.1.8. 两容积不等的容器内分别盛有可视为理想气体的氢气和氮气，如果它们的温度和压强相同，则两气体（ ）。

- (A) 单位体积内的分子数必相同； (B) 单位体积内的质量必相同  
(C) 分子的平均动能必相同； (D) 单位体积内气体的内能必相同

6.1.9. 两容器内分别盛有氢气和氮气，如果气体系统的温度和质量分别相等，则（ ）。

- (A) 两种气体分子的平均平动动能相等 (B) 两种气体分子的平均动能相等  
(C) 两种气体分子的平均速率相等 (D) 两种气体的内能相等

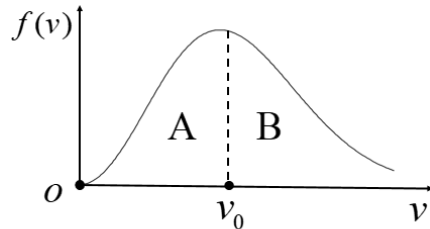
6.1.10. 分子总数为  $N$  的气体系统，如果速率分布函数为  $f(v)$ ，则  $\int_0^{v_0} Nf(v)dv$  表示（ ）

- (A) 速率在  $0 \sim v_0$  区间的分子数占总分子数的比率  
(B) 速率在  $0 \sim v_0$  区间的分子数  
(C) 速率在  $v_0 \sim \infty$  区间的分子数占总分子数的比率  
(D) 速率在  $0 \sim v_0$  区间的分子的平均速率

6.1.11. 某气体系统的速率分布曲线如作业

6.1.11 图所示，过速率为  $v_0$  且平行于  $f(v)$  轴的虚线将速率分布曲线与  $v$  轴所围的面积分为 A、B 两个部分，且 A、B 两部分面积相等，则：（ ）。

- (A)  $v_0$  为最可几速率；  
(B)  $v_0$  为平均速率；  
(C)  $v_0$  为方均根速率；  
(D) 速率大于和小于  $v_0$  的分子数各占一半。



作业 6.1.11图

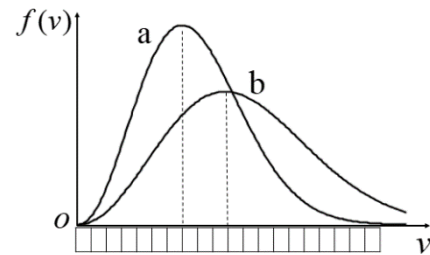
6.1.13. 如作业图 6.1.13 所示的两条曲线分别表示在相同温度下氧气和氢气分子的速率分布曲线。如果用  $(\bar{v})_{O_2}$  和  $(\bar{v})_{H_2}$ 、 $(\sqrt{v^2})_{O_2}$  和  $(\sqrt{v^2})_{H_2}$ 、 $(v_p)_{O_2}$  和  $(v_p)_{H_2}$  分别表示氧气和氢气分子的平均速率、方均根速率、最概然速率，则（ ）。

(A) 图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线，

$$\text{且 } \frac{(v_p)_{O_2}}{(v_p)_{H_2}} = \frac{(\bar{v})_{O_2}}{(\bar{v})_{H_2}} = \frac{(\sqrt{v^2})_{O_2}}{(\sqrt{v^2})_{H_2}} \approx \frac{10}{7}$$

(B) 图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线，

$$\text{且 } \frac{(v_p)_{O_2}}{(v_p)_{H_2}} = \frac{(\bar{v})_{O_2}}{(\bar{v})_{H_2}} = \frac{(\sqrt{v^2})_{O_2}}{(\sqrt{v^2})_{H_2}} \approx \frac{7}{10}$$



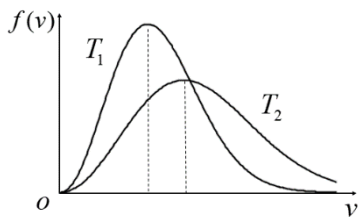
作业图6.1.13

(C) 图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线，且  $\frac{(v_p)_{O_2}}{(v_p)_{H_2}} = \frac{(\bar{v})_{O_2}}{(\bar{v})_{H_2}} = \frac{(\sqrt{v^2})_{O_2}}{(\sqrt{v^2})_{H_2}} \approx \frac{7}{10}$

(D) 图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线，且  $\frac{(v_p)_{O_2}}{(v_p)_{H_2}} = \frac{(\bar{v})_{O_2}}{(\bar{v})_{H_2}} = \frac{(\sqrt{v^2})_{O_2}}{(\sqrt{v^2})_{H_2}} \approx \frac{10}{7}$

6.1.12. 如作业图6.1.12所示为某气体分子系统在温度 $T_1$ 和 $T_2$ 时的速率分布曲线。如果用 $\bar{v}_1$ 和 $\bar{v}_2$ 、 $\sqrt{v_1^2}$ 和 $\sqrt{v_2^2}$ 、 $v_{p1}$ 和 $v_{p2}$ 分别表示 $T_1$ 和 $T_2$ 时的气体分子的平均速率、方均根速率、最概然速率, 则 ( )。

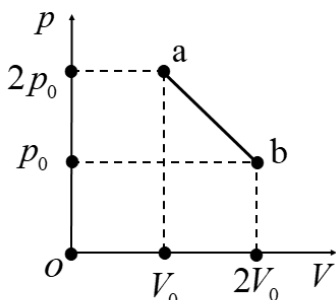
- (A)  $T_1 > T_2$ ,  $\bar{v}_1 > \bar{v}_2$ ,  $\sqrt{v_1^2} > \sqrt{v_2^2}$ ,  $v_{p1} > v_{p2}$   
 (B)  $T_1 > T_2$ ,  $\bar{v}_1 < \bar{v}_2$ ,  $\sqrt{v_1^2} < \sqrt{v_2^2}$ ,  $v_{p1} < v_{p2}$   
 (C)  $T_1 < T_2$ ,  $\bar{v}_1 > \bar{v}_2$ ,  $\sqrt{v_1^2} > \sqrt{v_2^2}$ ,  $v_{p1} > v_{p2}$   
 (D)  $T_1 < T_2$ ,  $\bar{v}_1 < \bar{v}_2$ ,  $\sqrt{v_1^2} < \sqrt{v_2^2}$ ,  $v_{p1} < v_{p2}$



作业图 6.1.12

6.1.14. 如作业图 6.1.14 所示, 在  $p-V$  图中, 1 mol 理想气体系统从状态 a ( $p_1 = 2p_0, V_1 = V_0$ ) 沿直线热力学过程到达状态 b ( $p_2 = p_0, V_2 = 2V_0$ ), 则此过程中气体系统对外所做的功  $A$ 、系统内能的变化  $\Delta E$  和系统吸收的热量  $Q$  应该满足的关系为: ( )。

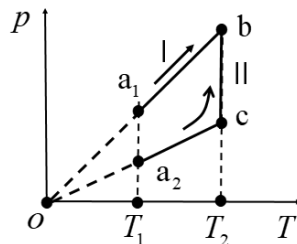
- (A)  $A > 0$ ,  $Q > 0$ ,  $\Delta E > 0$ ;  
 (B)  $A < 0$ ,  $Q < 0$ ,  $\Delta E < 0$ ;  
 (C)  $A > 0$ ,  $Q > 0$ ,  $\Delta E = 0$ ;  
 (D)  $A < 0$ ,  $Q < 0$ ,  $\Delta E = 0$ 。



作业图 6.1.14

6.1.15. 如作业图 6.1.15 所示, 一定量的理想气体, 在  $p-T$  图中分别从初态  $a_1$  经热力学过程 I 到达状态 b 和由初态  $a_2$  经热力学过程 II 先到达状态 c 再到达状态 b, 则热力学过程 I 和热力学过程 II 系统所吸收的热量: ( )。

- (A)  $Q_1 < 0, Q_1 < Q_2$ ;  
 (B)  $Q_1 > 0, Q_1 < Q_2$ ;  
 (C)  $Q_1 < 0, Q_1 > Q_2$ ;  
 (D)  $Q_1 > 0, Q_1 > Q_2$ 。



作业图 6.1.15

6.1.16. 有容积不同的 A (体积为 $V_1$ )、B (体积为 $V_2$ ) 两个容器, A 中装有单原子分子的理想气体, B 中装有双原子分子的理想气体。如果两种气体的压强相同, 那么这两种气体的单位体积内能  $E_1/V_1$  和  $E_2/V_2$  的关系是 ( )。

- (A)  $\frac{E_2}{V_2} < \frac{E_1}{V_1}$  (B)  $\frac{E_2}{V_2} > \frac{E_1}{V_1}$  (C)  $\frac{E_2}{V_2} = \frac{E_1}{V_1}$  (D) 不能确定

6.1.17. 如果氧气和水蒸气 (均视为理想气体) 的体积比为  $V_1/V_2 = 1/2$ , 在标准状态下 ( $p_1 = p_2 = 1 \text{ atm}$ ,  $T_1 = T_2 = 273.15 \text{ K}$ ), 则其内能之比  $E_1/E_2$  为 ( )。

- (A) 2:1 (B) 5:3 (C) 5:12 (D) 10:3

6.1.18. 内能增量的计算公式  $\Delta E = \nu C_{V,m} \Delta T = \frac{m}{M} C_{V,m} \Delta T = \frac{N}{N_A} C_{V,m} \Delta T$  的适用范围是: ( )。

- (A) 任何系统; (B) 等容过程; (C) 准静态过程;  
 (D) 理想气体从一个平衡态到另一个平衡态的过程。

6.1.19. 对于室温下的双原子分子理想气体，在等压膨胀的情况下，系统对外所作的功与从外界吸收的热量之比  $A/Q$  等于 ( )。

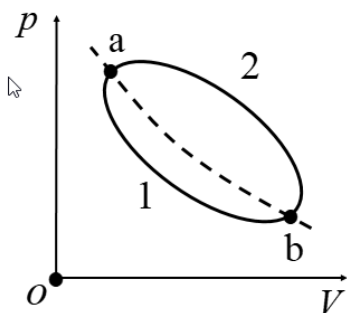
- (A)  $2/7$  (B)  $1/4$  (C)  $2/5$  (D)  $1/3$

6.1.20. 物质的量（摩尔数）相同的四种理想气体，氢、氧、氮和水蒸气，在相同的初态下进行等体吸热过程，如果吸热相同，则四种理想气体系统温度变化之间的关系为 ( )。

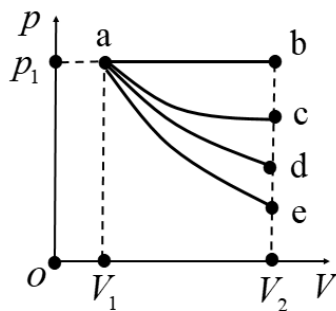
- (A)  $\Delta T_{\text{He}} > \Delta T_{\text{O}_2} > \Delta T_{\text{N}_2} > \Delta T_{\text{H}_2\text{O}}$  (B)  $\Delta T_{\text{He}} < \Delta T_{\text{O}_2} < \Delta T_{\text{N}_2} = \Delta T_{\text{H}_2\text{O}}$   
(C)  $\Delta T_{\text{He}} > \Delta T_{\text{O}_2} = \Delta T_{\text{N}_2} > \Delta T_{\text{H}_2\text{O}}$  (D)  $\Delta T_{\text{He}} = \Delta T_{\text{O}_2} = \Delta T_{\text{N}_2} < \Delta T_{\text{H}_2\text{O}}$

6.1.21. 如作业图 6.1.21 所示，一定质量的理想气体由初态 a 到达末态 b，可经历 2 个过程 1 或 2，虚线 ab 为绝热线，则：( )。

- (A) 1 过程吸热，2 过程放热；(B) 1 过程放热，2 过程吸热；  
(C) 两个过程都吸热；(D) 两个过程都放热。



作业图 6.1.21



作业图 6.1.22

6.1.22. 如作业图 6.1.22 所示，一定量理想气体从体积  $V_1$  膨胀到  $V_2$ ， $a \rightarrow b$  为等压过程， $a \rightarrow c$  为等温过程， $a \rightarrow d$  为某多方过程， $a \rightarrow e$  为绝热过程。如果用  $Q_{ab}$ 、 $Q_{ac}$ 、 $Q_{ad}$ 、 $Q_{ae}$  分别表示四个热力学过程吸收的热量，则吸收热量的关系为 ( )。

- (A)  $Q_{ab} < Q_{ac} < Q_{ad} < Q_{ae}$  (B)  $Q_{ab} > Q_{ac} > Q_{ad} > Q_{ae}$   
(C)  $Q_{ac} > Q_{ab} > Q_{ad} > Q_{ae}$  (D)  $Q_{ab} > Q_{ad} > Q_{ac} > Q_{ae}$

6.1.23. 隔板把绝热容器分为左右两部分。左室充以真实气体，右室为真空。现将隔板打开，气体充满整个容器，在此过程中，内能会 ( )。

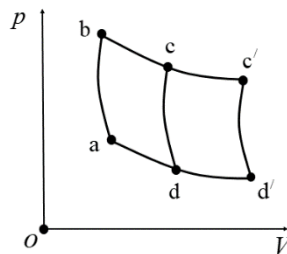
- (A) 增大 (B) 减小 (C) 不变 (D) 不确定

6.1.24. 设高温热源的热力学温度是低温热源的热力学温度的  $n$  倍，则在一次卡诺循环中，气体向低温热源放出的热量是从高温热源吸取的热量的 ( )。

- (A)  $n-1$  倍 (B)  $\frac{1}{n-1}$  倍  
(C)  $n$  倍 (D)  $\frac{1}{n}$  倍

6.1.25. 如作业图 6.1.25 表示的两个卡诺循环，第一个沿  $abcda$  进行，第二个沿  $abc'd'a$  进行，这两个循环的效率  $\eta_1$  和  $\eta_2$  的关系及这两个循环所作的净功  $A_1$  与  $A_2$  的关系是 ( )。

- (A)  $\eta_1 = \eta_2$ ,  $A_1 = A_2$  (B)  $\eta_1 = \eta_2$ ,  $A_1 < A_2$   
(C)  $\eta_1 = \eta_2$ ,  $A_1 > A_2$  (D)  $\eta_1 > \eta_2$ ,  $A_1 = A_2$



作业图 6.1.25

## 二、填空题

6.2.1. 理想气体分子的微观模型是:

\_\_\_\_\_;  
 \_\_\_\_\_;  
 \_\_\_\_\_。

6.2.2. 在一密闭容器中, 装有 A、B、C 三种理想气体, 且处于平衡态。已知 A 种气体的分子数密度为  $n_1$ , 它产生的压强为  $p_1$ , B 种气体的分子数密度为  $2n_1$ , C 种气体的分子数密度为  $3n_1$ , 则混合气体的压强为  $p = \underline{\hspace{2cm}} p_1$ 。

6.2.3. 一容器内储有温度为  $0^\circ\text{C}$ 、压强为  $1\text{atm}$  的氧气, 单位体积内的氧分子数为 \_\_\_\_\_; 氧气的质量密度  $\rho = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $1\text{mol}$  氧气的分子数为 \_\_\_\_\_。

6.2.4. 理想气体的压强  $p = \underline{\hspace{2cm}}$ , 表明压强是一个统计平均量, 由 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 两个微观量的统计平均值决定。

6.2.5. 理想气体分子的平均平动能与 \_\_\_\_\_ 成正比, 揭示了气体的温度是 \_\_\_\_\_。

6.2.6. 氢气和氩气装在两个完全相同的瓶子里, 这两种气体的气体密度不同, 分子的平均平动动能相同, 那么它们的压强 \_\_\_\_\_, 温度 \_\_\_\_\_, 摩尔数 \_\_\_\_\_。

6.2.7. 三个容器中皆装有理想气体, 它们的分子数密度之比为  $n_1:n_2:n_3=1:2:4$ , 而分子的平均平动动能之比为  $\overline{\varepsilon_{t1}}:\overline{\varepsilon_{t2}}:\overline{\varepsilon_{t3}}=4:2:1$ , 则它们的温度之比为  $T_1:T_2:T_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ , 它们的压强之比为  $p_1:p_2:p_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6.2.8. 已知  $f(v)$  是速率分布函数, 说明下列各式的意义:

- (1)  $f(v)dv$  表示 \_\_\_\_\_;
- (2)  $\int_{v_1}^{v_2} v f(v)dv$  表示 \_\_\_\_\_;
- (3)  $\int_{v_0}^{v_p} v^2 f(v)dv$  表示 \_\_\_\_\_;

6.2.9. 当理想气体处于平衡状态时, 气体分子速率分布函数为  $f(v)$ , 则分子速率大于  $v_0$  的分子数  $\Delta N = \underline{\hspace{2cm}}$ , 速率大于  $v_0$  的分子平均速率  $\overline{v_{v_0>0}} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6.2.10. 温度为  $27^\circ\text{C}$  时,  $1\text{mol}$  氧气具有的平动动能为 \_\_\_\_\_; 转动动能为 \_\_\_\_\_。

6.2.11.  $2\text{mol}$  温度为  $T$  的水蒸气气体 (视为刚性理想气体分子), 其分子的平均平动动能表示为 \_\_\_\_\_; 分子的平均转动动能表示为 \_\_\_\_\_; 分子的平均能量表示为 \_\_\_\_\_; 气体系统的内能表示为 \_\_\_\_\_。

6.2.12.  $1\text{mol}$  氧气和  $8\text{mol}$  氦气 (理想气体分子), 如果  $p$ 、 $V$  相同, 则两种气体分子的平均平动动能之比为 \_\_\_\_\_, 两种气体系统内能之比为 \_\_\_\_\_。

6.2.13. 已知氧气(刚性理想气体分子)系统气体的压强为  $p = 2.026 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 气体的体积为  $V = 3.00 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ , 则气体系统的内能为\_\_\_\_\_。

6.2.14. 在常压下, 把一定量的理想气体温度升高  $50^\circ\text{C}$ , 需要  $160 \text{ J}$  的热量。在体积不变的情况下, 把此气体温度降低  $100^\circ\text{C}$ , 将放出  $240 \text{ J}$  的热量, 则此气体分子的自由度为\_\_\_\_\_。

6.2.15. 一定量的某种理想气体, 在等压过程中对外做功为  $200 \text{ J}$ 。若此种气体为单原子分子气体, 则在该过程中需吸热\_\_\_\_\_; 若为刚性双原子分子气体, 则需吸热\_\_\_\_\_; 若为刚性非线性多原子分子气体, 则需吸热\_\_\_\_\_。

6.2.16.  $1 \text{ mol}$  的氧气(可视为刚性理想气体)装在一个有活塞的气缸里进行等温压缩过程, 气缸内的温度为  $T = 400 \text{ K}$ , 刚开始时气缸的体积为  $2.72 \text{ m}^3$ , 过程结束后气缸的体积为  $1.00 \text{ m}^3$ , 则氧气内能的增量为\_\_\_\_\_; 氧气对外做的功为\_\_\_\_\_; 氧气吸收的热量为\_\_\_\_\_。

6.2.17. 两个相同的刚性容器, 一个盛有氢气, 一个盛氦气(均视为刚性分子理想气体)。开始时它们的压强和温度都相同, 现将  $3 \text{ J}$  热量传给氦气, 使之升高到一定的温度。若使氢气也升高同样的温度, 则应向氢气传递的热量为\_\_\_\_\_J。

6.2.18. 汽缸中有一刚性双原子分子的理想气体, 若经过准静态的绝热膨胀后气体的压强减小了一半, 则变化前后气体的内能之比为\_\_\_\_\_。

6.2.19. 在内燃机发动机汽缸的绝热压缩过程中,  $0.1 \text{ mol}$  的空气从  $1 \text{ atm}$ 、 $27^\circ\text{C}$  压缩到起始体积的  $1/25$ 。假设空气的等体摩尔热容  $C_{V,m} = 2R$ , 则空气最终的压强  $p_1 = \underline{\hspace{1cm}}$ , 最终的体积  $V_1 = \underline{\hspace{1cm}}$ ; 外界对空气做的功  $A = \underline{\hspace{1cm}}$ ; 内能的增量  $\Delta E = \underline{\hspace{1cm}}$ 。

6.2.20. 一卡诺循环的热机, 高温热源温度是  $400 \text{ K}$ , 每一循环从此热源吸收  $100 \text{ J}$  热量并向一低温热源放出  $80 \text{ J}$  热量, 则低温热源的温度为\_\_\_\_\_; 热机的循环效率为\_\_\_\_\_。

6.2.21. 卡诺制冷机, 在一次循环中从低温热源吸收的热量是高温热源放出热量的  $1/2$ , 则制冷机的制冷系数  $\varepsilon = \underline{\hspace{1cm}}$ 。

### 三 计算题

6.3.1. 计算室温 ( $27^\circ\text{C}$ )  $1$  个大气压下,  $1$  升空气中包含的量(摩尔数)和分子数, 以及单位体积内的分子数(分子数密度)。

解:

6.3.2. 在湖面下 50m 深处 (温度为  $7.0^{\circ}\text{C}$ ), 有一个体积为  $1.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$  的空气泡缓慢地升到湖面上来, 如果湖面的温度为  $17.0^{\circ}\text{C}$ , 求气泡到达湖面时的体积。(设水的密度为  $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 重力加速度  $g = 9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ , 水面处的压强  $p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  )。

解:

6.3.3. 已知一由氧气分子组成的气体系统 (理想气体) 的压强为  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、质量为  $2 \text{ g}$ 、体积为  $1.51 \text{ L}$ 。求氧气分子的数密度, 分子的平均平动动能以及气体系统的温度。

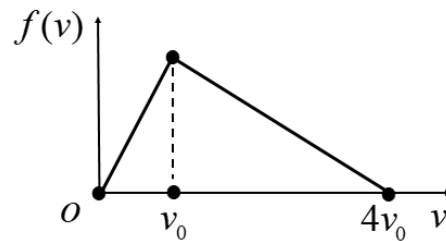
解:

6.3.4.  $1 \text{ mol}$  理想气体处于封闭容器中, 已知在  $p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  下, 气体分子的平均平动能为  $6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$ , 求气体系统的温度和单位体积内的气体分子数, 以及气体体积。

解:

6.3.5. 由  $N$  个气体分子组成的系统处于平衡态, 气体分子的速率分布函数曲线如作业图 6.3.5 所示, 求: (用  $v_0$  表示)

- (1) 归一化速率分布函数  $f(v)$ ;
- (2) 最概然速率;
- (3)  $N$  个气体分子的平均速率;
- (4)  $N$  个气体分子的方均根速率;
- (5) 速率分布在  $v_0$  和  $2v_0$  之间的分子数;
- (6) 速率分布在  $v_0$  和  $2v_0$  之间的平均速率。



作业图 6.3.5

解:



6.3.6. 在容积为  $30 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  的容器中, 储有  $20 \times 10^3 \text{ g}$  的气体, 压强为  $50.7 \times 10^3 \text{ Pa}$ 。求: 气体分子的最概然速率、平均速率及方均根速率。

解:

6.3.7. 在容积为  $2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  的容器中, 储存有内能为  $6.75 \times 10^2 \text{ J}$  的刚性双原子某理想气体, 分子总数为  $5.4 \times 10^{22}$  个, 求: (1) 气体的温度; (2) 气体的压强; (3) 气体分子的平均平动动能、气体分子的平均转动动能、气体分子的平均动能。

解:

6.3.8. 容器内储有氦气(视为理想气体), 气体系统压强  $p = 1\text{atm}$ , 温度为  $t = 127^\circ\text{C}$ 。求:

(1) 单位体积中的分子数; (2) 氦分子质量; (3) 单位体积的平均内能。

解:

6.3.9.  $0.1\text{mol}$  水蒸气气体 (视为刚性分子理想气体), 温度为  $127^\circ\text{C}$ , 求:

(1) 气体分子的平均平动动能; (2) 气体分子的平均转动动能; (3) 气体的内能。

解:

6.3.10. 一容器内某理想气体（视为刚性分子），气体温度为  $T = 273\text{ K}$ ，压强  $p = 101.3\text{ Pa}$ ，质量密度为  $\rho = 1.25\text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ ，问：

- (1) 气体分子运动的方均根速率？
- (2) 气体的摩尔质量是多少？是何种气体？
- (3) 气体分子的平均平动动能和转动动能是多少？
- (4) 单位体积内气体分子的总平动动能是多少？
- (5)  $0.3\text{ mol}$  该气体的内能是多少？

解：

6.3.11. 容器内贮有  $2\text{ mol}$  的某种理想气体，如果从外界输入  $Q = 415.5\text{ J}$  的热量，测得系统温度升高  $\Delta T = 10\text{ K}$ ，求：气体的定体摩尔热容和定压摩尔热容；气体分子的自由度。

解：

6.3.12. 将  $Q = 500 \text{ J}$  的热量传给标准状态下  $2 \text{ mol}$  的氢气（刚性分子，理想气体）系统，

- （1）如果体积不变，问这热量变为什么？氢气系统的温度和压强各变为多少？
- （2）如果温度不变，问这热量变为什么？氢气系统的压强和体积各变为多少？
- （3）如果压强不变，问这热量变为多少？氢气系统的温度和体积各变为多少？

解：

6.3.13. 2 mol 氦气组成的理想气体系统, 压强为  $p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 温度为  $20^\circ\text{C}$ 。今使气体系统经历以下两种过程到同一状态, 试分别计算上述两种过程中气体吸收的热量、对外做的功和气体内能的增量:

(1) 先保持体积不变加热使系统温度升高到  $80^\circ\text{C}$ , 然后等温膨胀体积变为原来的两倍;

(2) 先使系统等温膨胀至原来的两倍, 然后保持体积不变, 加热到  $80^\circ\text{C}$ 。

解:

6.3.14. 1 mol 水蒸气气体 (刚性分子, 理想气体), 温度为  $300 \text{ K}$  时体积为  $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ,

试计算下列三个过程中水蒸气气体所做的功、系统内能的增量和系统吸收的热量:

(1) 绝热膨胀至体积为  $20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ;

(2) 等温膨胀至体积为  $20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ;

(3) 等压膨胀至体积为  $20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 。

解:

**6. 3. 15.** 理想气体由初态  $(p_0, V_0)$  经绝热膨胀至末态  $(p_1, V_1)$ , 设该理想气体的比热容比为  $\gamma$ 。

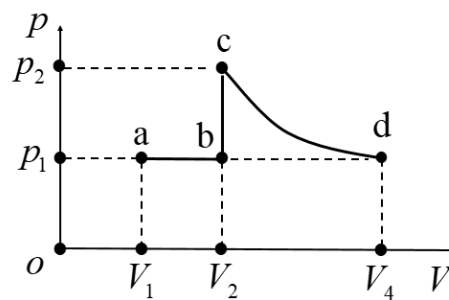
试证明这一过程中气体所做的功为

$$A = \frac{p_0 V_0 - p_1 V_1}{\gamma - 1}$$

证明:

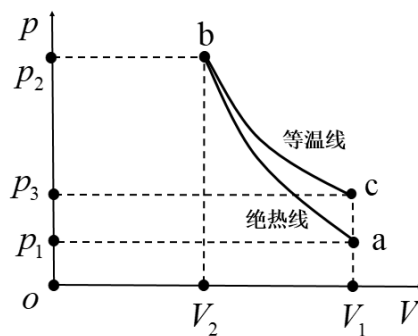
6.3.16. 如作业图 6.3.16 所示, 质量为  $2.8\text{ g}$  的氮气, 由初态  $a$  (温度为  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , 压强为  $p_1 = 1.013 \times 10^5\text{ Pa}$ ), 先经等压膨胀至体积加倍到达状态  $b$  ( $V_2 = 2V_1$ ), 由状态  $b$  再经等体过程至压强加倍到达状态  $c$  ( $p_3 = 2p_1$ ), 最后由状态  $c$  经等温过程到达状态  $d$ , 使其压强恢复至初态 ( $p_4 = p_1$ )。试求气体在全过程中所做的功、吸收的热量和内能的改变量。

解:



作业图 6.3.16

6.3.17. 如作业图 6.3.17 所示, 3 mol 氦气在压强为  $p_1 = 2.0 \text{ atm} = 2.026 \times 10^5 \text{ Pa}$  时体积为  $V_1 = 40 \text{ L} = 40 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  (状态 a)。先由状态 a 出发绝热压缩到一半体积到达状态 b ( $V_2 = V_1 / 2 = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ), 再等温膨胀到原体积到达状态 c ( $V_3 = V_1$ )。求:



作业图 6.3.17

- (1) 状态 a 的温度  $T_1$ ;
- (2) 状态 b 的压强  $p_2$  和温度  $T_2$ ;
- (3) 状态 c 的压强  $p_3$  和温度  $T_3$ ;
- (4) a  $\rightarrow$  b 过程氦气吸收的热量、所做的功以及内能的变化;
- (5) b  $\rightarrow$  c 过程氦气吸收的热量、所做的功以及内能的变化;
- (6) 整个过程中氦气吸收的热量、所做的功以及内能的变化。

解:



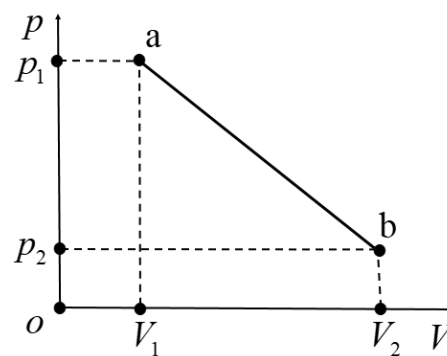
**6.3.18.**如作业图 6.3.18 所示，2 mol 水蒸气气体

（刚性非线性分子，理想气体）由初状态 a 出发，经图示的直线过程到达终状态 b；已知状态 a 的状态参量为： $p_1 = 5 \times 10^5 \text{ Pa}$ ， $V_1 = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ；

状态 b 的状态参量为： $p_2 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，

$V_2 = 20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 。求：

- （1）状态 a 和状态 b 的温度；
- （2）a b 过程的过程方程；
- （3）气体内能的增量  $\Delta E$ ；
- （4）气体对外作的功  $A$ ；
- （5）气体吸收的热量  $Q$ 。



作业图 6.3.18

解：

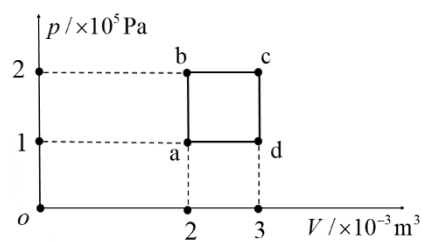
6.3.19. 有一定量的理想气体（刚性双原子分子），经历压强按  $pV^2 = a$ （ $a$  是个常量）的规律变化的热力学过程，气体体积由  $V_1$  增加到  $V_2$ 。求该过程气体所做的功、气体内能的增量、气体所吸收的热量、该过程的摩尔热容。

解：

6.3.20. 如作业图 6.3.20 所示为  $1\text{ mol}$  单原子理想气体的循环过程  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ ，求：

- (1) 循环过程中气体从外界吸收的热量；
- (2) 经历一次循环过程，系统对外做的净功；
- (3) 循环效率。

解：

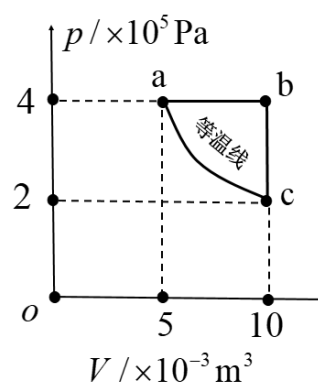


作业图 6.3.20

6.3.21. 如作业图 6.3.21 所示, 2 mol 氮气作  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow a$  的循环过程, 其中  $c \rightarrow a$  为等温线,  $a \rightarrow b$  为等压过程,  $b \rightarrow c$  为等体过程。试求:

- (1) 气体在  $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow a$  过程中分别所做的功;
- (2) 气体在  $a \rightarrow b$ 、 $b \rightarrow c$ 、 $c \rightarrow a$  过程中分别传递的热量;
- (3) 该循环的效率。

解:

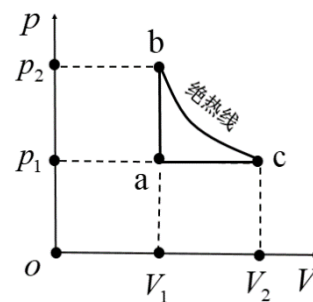


作业图 6.3.21

6.3.22. 如作业图 6.3.22 所示,以理想气体为工作物质的热机循环,由  $a \rightarrow b$  (等体过程)、 $b \rightarrow c$  (绝热过程)、 $c \rightarrow a$  (等压过程) 组成。证明循环效率为 ( $\gamma$  为比热容比)

$$\eta = 1 - \gamma \frac{V_2/V_1 - 1}{p_2/p_1 - 1}$$

证明：

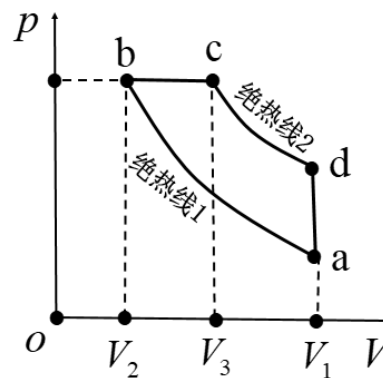


作业图 6.3.22

6.3.23. 如作业图 6.3.23 所示为理想的狄赛尔内燃机循环过程，它由两绝热线 ab、cd，等压线 bc 及等体线 da 组成。试证此内燃机的效率为（ $\gamma$  为工质的比热容比）

$$\eta = 1 - \frac{(V_3/V_2)^\gamma - 1}{\gamma(V_1/V_2)^{\gamma-1}(V_3/V_2 - 1)}$$

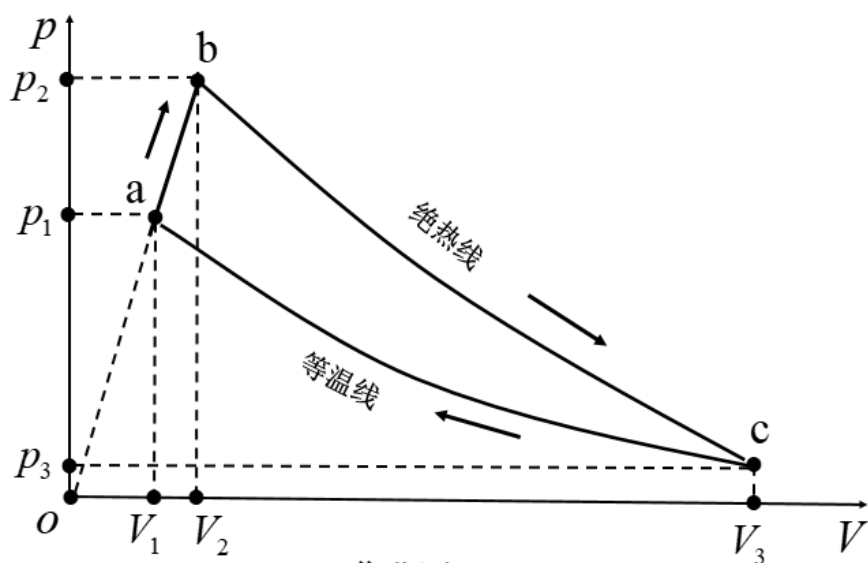
证：



作业图 6.3.23

6.3.24.  $\nu$  mol 氧气（刚性双原子分子理想气体）进行如作业图 6.3.24 所示的可逆循环过程，其中  $a \rightarrow b$  为直线， $b \rightarrow c$  为绝热线， $c \rightarrow a$  为等温线。如果已知状态  $a$  的状态参量（温度和体积） $T_1$  和  $V_1$ ，并且状态  $b$  的温度  $T_2 = 2T_1$ 。试求：

- (1) 状态  $a$  的压强  $p_1$ ；
- (2) 状态  $b$  的体积和压强  $V_2$ 、 $p_2$ ；
- (3) 状态  $c$  的体积和压强  $V_3$ 、 $p_3$ ；
- (4)  $a \rightarrow b$  过程内能的变化、气体所做的功、传递的热量；
- (5)  $b \rightarrow c$  过程内能的变化、气体所做的功、传递的热量；
- (6)  $c \rightarrow a$  过程内能的变化、气体所做的功、传递的热量；
- (7) 此循环的效率  $\eta$ 。



作业图 6.3.24

解：

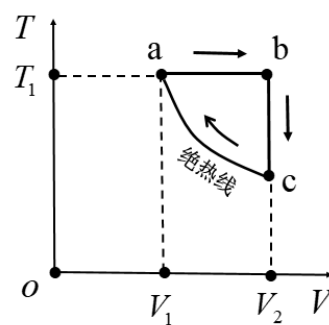




6.3.25. 如作业图 6.3.25 所示为一循环过程的  $T-V$  曲线。该循环的工质为  $\nu$  mol 的水蒸气（刚性非线性分子，理想气体）。已知状态 a 的温度为  $T_1$ ，体积为  $V_1$ ，状态 b 的体积为  $V_2$ ，ca 为绝热过程。求：

- (1) 状态 c 的温度；
- (2) 循环的效率。

解：



作业图 6.3.25