

热学复习题

一、选择题

1、4569

一个容器内贮有 1 摩尔氢气和 1 摩尔氦气，若两种气体各自对器壁产生的压强分别为 p_1 和 p_2 ，则两者的大小关系是：

- (A) $p_1 > p_2$. (B) $p_1 < p_2$.
(C) $p_1 = p_2$. (D) 不确定的. []

2、5601

一容器内装有 N_1 个单原子理想气体分子和 N_2 个刚性双原子理想气体分子，当该系统处在温度为 T 的平衡态时，其内能为

- (A) $(N_1 + N_2) \left(\frac{3}{2} kT + \frac{5}{2} kT \right)$. (B) $\frac{1}{2} (N_1 + N_2) \left(\frac{3}{2} kT + \frac{5}{2} kT \right)$.
(C) $N_1 \frac{3}{2} kT + N_2 \frac{5}{2} kT$. (D) $N_1 \frac{5}{2} kT + N_2 \frac{3}{2} kT$. []

3、4012

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。

这些说法中正确的是

- (A) (1)、(2)、(4). (B) (1)、(2)、(3).
(C) (2)、(3)、(4). (D) (1)、(3)、(4). []

4、4014

温度、压强相同的氢气和氧气，它们分子的平均动能 $\bar{\epsilon}$ 和平均平动动能 \bar{w} 有如下关系：

- (A) $\bar{\epsilon}$ 和 \bar{w} 都相等. (B) $\bar{\epsilon}$ 相等，而 \bar{w} 不相等。
(C) \bar{w} 相等，而 $\bar{\epsilon}$ 不相等. (D) $\bar{\epsilon}$ 和 \bar{w} 都不相等. []

5、4452

压强为 p 、体积为 V 的氢气（视为刚性分子理想气体）的内能为：

- (A) $\frac{5}{2} pV$. (B) $\frac{3}{2} pV$.
(C) pV . (D) $\frac{1}{2} pV$. []

6、4015

1 mol 刚性双原子分子理想气体，当温度为 T 时，其内能为

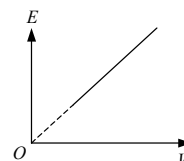
- (A) $\frac{3}{2} RT$. (B) $\frac{3}{2} kT$.
(C) $\frac{5}{2} RT$. (D) $\frac{5}{2} kT$. []

（式中 R 为普适气体常量， k 为玻尔兹曼常量）

7、5056

一定质量的理想气体的内能 E 随体积 V 的变化关系为一直线（其延长线过 $E \sim V$ 图的原点），则此直线表示的过程为：

- (A) 等温过程. (B) 等压过程。
(C) 等体过程. (D) 绝热过程. []



8、4013

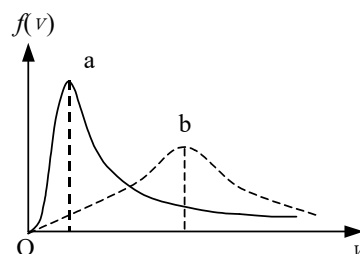
一瓶氦气和一瓶氮气密度相同，分子平均平动动能相同，而且它们都处于平衡状态，则它们

- (A) 温度相同、压强相同. (B) 温度、压强都不相同.
(C) 温度相同，但氦气的压强大于氮气的压强.
(D) 温度相同，但氦气的压强小于氮气的压强. []

9、4041

设图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；令 $(v_p)_{O_2}$ 和 $(v_p)_{H_2}$ 分别表示氧气和氢气的最概然速率，则

- (A) 图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线；
 $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 4$.
(B) 图中 a 表示氧气分子的速率分布曲线；
 $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 1/4$.
(C) 图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线； $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 1/4$.
(D) 图中 b 表示氧气分子的速率分布曲线； $(v_p)_{O_2} / (v_p)_{H_2} = 4$. []



10、4562

在一容积不变的封闭容器内理想气体分子的平均速率若提高为原来的 2 倍，则

- (A) 温度和压强都提高为原来的 2 倍.
(B) 温度为原来的 2 倍，压强为原来的 4 倍.
(C) 温度为原来的 4 倍，压强为原来的 2 倍.
(D) 温度和压强都为原来的 4 倍. []

11、4050

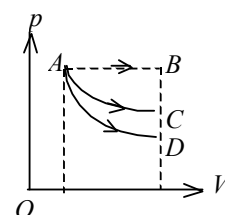
一定量的理想气体，在体积不变的条件下，当温度降低时，分子的平均碰撞频率 \bar{Z} 和平均自由程 $\bar{\lambda}$ 的变化情况是：

- (A) \bar{Z} 减小，但 $\bar{\lambda}$ 不变. (B) \bar{Z} 不变，但 $\bar{\lambda}$ 减小.
(C) \bar{Z} 和 $\bar{\lambda}$ 都减小. (D) \bar{Z} 和 $\bar{\lambda}$ 都不变. []

12、4091

如图所示，一定量理想气体从体积 V_1 ，膨胀到体积 V_2 分别经历的过程是： $A \rightarrow B$ 等压过程， $A \rightarrow C$ 等温过程； $A \rightarrow D$ 绝热过程，其中吸热量最多的过程

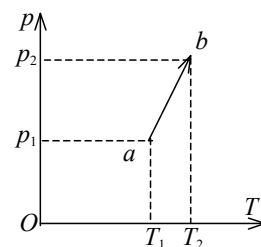
- (A) 是 $A \rightarrow B$. (B) 是 $A \rightarrow C$. (C) 是 $A \rightarrow D$.
(D) 既是 $A \rightarrow B$ 也是 $A \rightarrow C$ ，两过程吸热一样多. []



13、4310

一定量的理想气体，其状态改变在 $p-T$ 图上沿着一条直线从平衡态 a 到平衡态 b (如图).

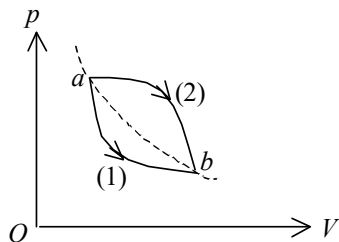
- (A) 这是一个膨胀过程.
(B) 这是一个等体过程.
(C) 这是一个压缩过程.
(D) 数据不足，不能判断这是那种过程. []



14、4313

一定量的理想气体,从 $p-V$ 图上初态 a 经历(1)或(2)过程到达末态 b , 已知 a 、 b 两态处于同一条绝热线上(图中虚线是绝热线), 则气体在

- (A) (1)过程中吸热, (2) 过程中放热.
 (B) (1)过程中放热, (2) 过程中吸热.
 (C) 两种过程中都吸热.
 (D) 两种过程中都放热. []



15、4579

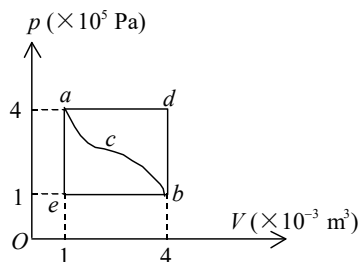
对于理想气体系统来说, 在下列过程中, 哪个过程系统所吸收的热量、内能的增量和对外作的功三者均为负值?

- (A) 等体降压过程. (B) 等温膨胀过程.
 (C) 绝热膨胀过程. (D) 等压压缩过程. []

16、4100

一定量的理想气体经历 acb 过程时吸热 500 J. 则经历 $acbda$ 过程时, 吸热为

- (A) -1200 J. (B) -700 J.
 (C) -400 J. (D) 700 J. []



17、4095

一定量的某种理想气体起始温度为 T , 体积为 V , 该气体在下面循环过程中经过三个平衡过程: (1) 绝热膨胀到体积为 $2V$, (2) 等体变化使温度恢复为 T , (3) 等温压缩到原来体积 V , 则此整个循环过程中

- (A) 气体向外界放热 (B) 气体对外界作正功
 (C) 气体内能增加 (D) 气体内能减少 []

18、4123

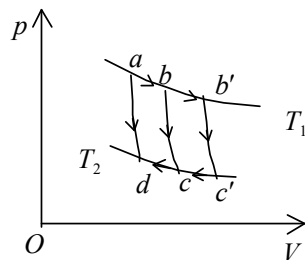
在温度分别为 327°C 和 27°C 的高温热源和低温热源之间工作的热机, 理论上的最大效率为

- (A) 25% (B) 50%
 (C) 75% (D) 91.74% []

19、4122

如果卡诺热机的循环曲线所包围的面积从图中的 $abcda$ 增大为 $ab'c'da$, 那么循环 $abcda$ 与 $ab'c'da$ 所作的净功和热机效率变化情况是:

- (A) 净功增大, 效率提高.
 (B) 净功增大, 效率降低.
 (C) 净功和效率都不变.
 (D) 净功增大, 效率不变. []



20、4340

气缸中有一定量的氮气(视为刚性分子理想气体), 经过绝热压缩, 使其压强变为原来的 2 倍, 问气体分子的平均速率变为原来的几倍?

- (A) $2^{2/5}$. (B) $2^{2/7}$.
 (C) $2^{1/5}$. (D) $2^{1/7}$. []

二、填空题

21、4016

三个容器内分别贮有 1 mol 氦(He)、1 mol 氢(H₂)和 1 mol 氨(NH₃)(均视为刚性分子的理想气体). 若它们的温度都升高 1 K, 则三种气体的内能的增加值分别为: (普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

氦: $\Delta E =$ _____;

氢: $\Delta E =$ _____;

氨: $\Delta E =$ _____.

22、4017

1 mol 氧气(视为刚性双原子分子的理想气体)贮于一氧气瓶中, 温度为 27°C, 这瓶氧气的内能为 _____ J; 分子的平均平动动能为 _____ J; 分子的平均总动能为 _____ J. (摩尔气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 玻尔兹曼常量 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$)

23、4273

一定量 H₂ 气(视为刚性分子的理想气体), 若温度每升高 1 K, 其内能增加 41.6 J, 则该 H₂ 气的质量为 _____. (普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

24、4454

1 mol 的单原子分子理想气体, 在 1 atm 的恒定压强下, 从 0°C 加热到 100°C, 则气体的内能改变了 _____ J. (普适气体常量 $R=8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

25、4072

2 g 氢气与 2 g 氦气分别装在两个容积相同的封闭容器内, 温度也相同. (氢气分子视为刚性双原子分子)

(1) 氢气分子与氦气分子的平均平动动能之比 $\bar{w}_{\text{H}_2} / \bar{w}_{\text{He}} =$ _____.

(2) 氢气与氦气压强之比 $p_{\text{H}_2} = p_{\text{He}} =$ _____.

(3) 氢气与氦气内能之比 $E_{\text{H}_2} / E_{\text{He}} =$ _____.

26、4034

在平衡状态下, 已知理想气体分子的麦克斯韦速率分布函数为 $f(v)$ 、分子质量为 m 、最概然速率为 v_p , 试说明下列各式的物理意义:

(1) $\int_{v_p}^{\infty} f(v) dv$ 表示 _____;

(2) $\int_0^{\infty} \frac{1}{2} m v^2 f(v) dv$ 表示 _____.

27、4042

某气体在温度为 $T=273 \text{ K}$ 时, 压强为 $p=1.0 \times 10^{-2} \text{ atm}$, 密度 $\rho=1.24 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3$, 则该气体分子的方均根速率为 _____. ($1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)

28、4283

当理想气体处于平衡态时, 若气体分子速率分布函数为 $f(v)$, 则分子速率处于最概然速率 v_p 至 ∞ 范围内的概率 $\Delta N / N =$ _____.

29、4082

在 p - V 图上

(1) 系统的某一平衡态用 _____ 来表示;

- (2) 系统的某一平衡过程用_____来表示;
 (3) 系统的某一平衡循环过程用_____来表示;

30、4090

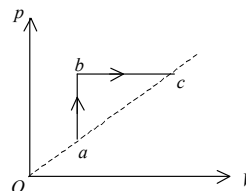
要使一热力学系统的内能增加, 可以通过_____或_____两种方式, 或者两种方式兼用来完成.

热力学系统的状态发生变化时, 其内能的改变量只决定于_____, 而与_____无关.

31、4108

如图所示, 一定量的理想气体经历 $a \rightarrow b \rightarrow c$ 过程, 在此过程中气体从外界吸收热量 Q , 系统内能变化 ΔE , 请在以下空格内填上 >0 或 <0 或 $=0$:

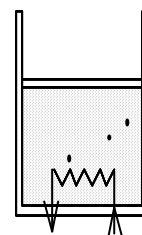
Q _____, ΔE _____.



32、4583

在大气中有一绝热气缸, 其中装有一定量的理想气体, 然后用电炉徐徐供热(如图所示), 使活塞(无摩擦地)缓慢上升. 在此过程中, 以下物理量将如何变化? (选用“变大”、“变小”、“不变”填空)

- (1) 气体压强_____;
 (2) 气体分子平均动能_____; (3) 气体内能_____.



33、4687

已知 1 mol 的某种理想气体(其分子可视为刚性分子), 在等压过程中温度上升 1 K , 内能增加了 20.78 J , 则气体对外做功为_____, 气体吸收热量为_____.

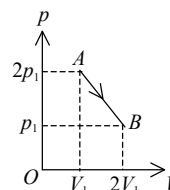
(普适气体常量 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

34、4319

有 1 mol 刚性双原子分子理想气体, 在等压膨胀过程中对外做功 W , 则其温度变化 $\Delta T =$ _____; 从外界吸取的热量 $Q_p =$ _____.

35、4472

一定量理想气体, 从 A 状态 ($2p_1, V_1$) 经历如图所示的直线过程变到 B 状态 (p_1, V_2), 则 AB 过程中系统做功 $W =$ _____; 内能改变 $\Delta E =$ _____.



36、4689

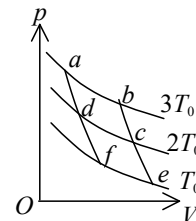
压强、体积和温度都相同的氢气和氦气(均视为刚性分子的理想气体), 它们的质量之比为 $m_1 : m_2 =$ _____, 它们的内能之比为 $E_1 : E_2 =$ _____, 如果它们分别在等压过程中吸收了相同的热量, 则它们对外做功之比为 $W_1 : W_2 =$ _____.

(各量下角标 1 表示氢气, 2 表示氦气)

37、4481

如图, 温度为 $T_0, 2T_0, 3T_0$ 三条等温线与两条绝热线围成三个卡诺循环: (1) $abcda$, (2) $dcefd$, (3) $abefa$, 其效率分别为

η_1 _____, η_2 _____, η_3 _____.



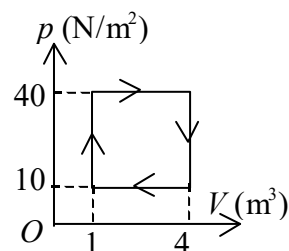
38、4127

一卡诺热机(可逆的), 低温热源的温度为 27°C , 热机效率为 40% , 其高温热源温度为

_____ K. 今欲将该热机效率提高到 50%，若低温热源保持不变，则高温热源的温度应增加 _____ K.

39、4580

气体经历如图所示的一个循环过程，在这个循环中，外界传给气体的净热量是_____.



40、4713

给定的理想气体(比热容比 γ 为已知)，从标准状态(p_0 、 V_0 、 T_0)开始，作绝热膨胀，体积增大到三倍，膨胀后的温度 $T=_____$ ，压强 $p=_____$.

三、计算题

41、4076

一密封房间的体积为 $5 \times 3 \times 3 \text{ m}^3$ ，室温为 20°C ，室内空气分子热运动的平均平动动能的总和是多少？如果气体的温度升高 1.0 K ，而体积不变，则气体的内能变化多少？气体分子的方均根速率增加多少？已知空气的密度 $\rho = 1.29 \text{ kg/m}^3$ ，摩尔质量 $M_{\text{mol}} = 29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$ ，且空气分子可认为是刚性双原子分子。(普适气体常量 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

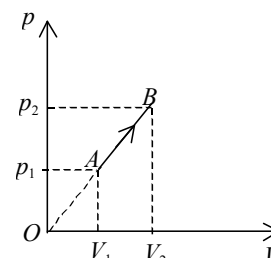
42、5604

一氧气瓶的容积为 V ，充了气未使用时压强为 p_1 ，温度为 T_1 ；使用后瓶内氧气的质量减少为原来的一半，其压强降为 p_2 ，试求此时瓶内氧气的温度 T_2 。及使用前后分子热运动平均速率之比 $\overline{v_1} / \overline{v_2}$ 。

43、4120

1 mol 双原子分子理想气体从状态 $A(p_1, V_1)$ 沿 $p-V$ 图所示直线变化到状态 $B(p_2, V_2)$ ，试求：

- (1) 气体的内能增量。
- (2) 气体对外界所作的功。
- (3) 气体吸收的热量。
- (4) 此过程的摩尔热容。



(摩尔热容 $C = \Delta Q / \Delta T$ ，其中 ΔQ 表示 1 mol 物质在过程中升

高温度 ΔT 时所吸收的热量。)

44、4114

一定量的某单原子分子理想气体装在封闭的汽缸里。此汽缸有可活动的活塞(活塞与汽缸壁之间无摩擦且无漏气)。已知气体的初压强 $p_1 = 1 \text{ atm}$ ，体积 $V_1 = 1 \text{ L}$ ，现将该气体在等压下加热直到体积为原来的两倍，然后在等体积下加热直到压强为原来的 2 倍，最后作绝热膨胀，直到温度下降到初温为止，

- (1) 在 $p-V$ 图上将整个过程表示出来。
- (2) 试求在整个过程中气体内能的改变。
- (3) 试求在整个过程中气体所吸收的热量。
- (4) 试求在整个过程中气体所作的功。

(1 atm = $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)

45、4324

3 mol 温度为 $T_0 = 273 \text{ K}$ 的理想气体，先经等温过程体积膨胀到原来的 5 倍，然后等体加热，使其末态的压强刚好等于初始压强，整个过程传给气体的热量为 $Q = 8 \times 10^4 \text{ J}$ 。试画出此过程的 $p-V$ 图，并求这种气体的比热容比 $\gamma = C_p / C_v$ 值。(普适气体常量 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

46、4102

温度为 25°C 、压强为 1 atm 的 1 mol 刚性双原子分子理想气体, 经等温过程体积膨胀至原来的 3 倍. (普适气体常量 $R=8.31\text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $\ln 3=1.0986$)

(1) 计算这个过程中气体对外所作的功.

(2) 假若气体经绝热过程体积膨胀为原来的 3 倍, 那么气体对外作的功又是多少?

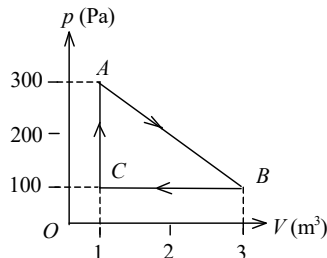
47、4104

一定量的某种理想气体进行如图所示的循环过程. 已知气体在状态 A 的温度为 $T_A=300\text{ K}$, 求

(1) 气体在状态 B 、 C 的温度;

(2) 各过程中气体对外所作的功;

(3) 经过整个循环过程, 气体从外界吸收的总热量(各过程吸热的代数和).

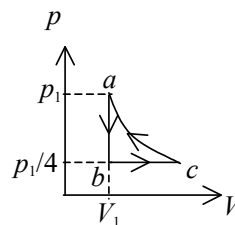


48、4332

设以氮气(视为刚性分子理想气体)为工作物质进行卡诺循环, 在绝热膨胀过程中气体的体积增大到原来的两倍, 求循环的效率.

49、4598

如图所示, 有一定量的理想气体, 从初状态 $a(p_1, V_1)$ 开始, 经过一个等体过程达到压强为 $p_1/4$ 的 b 态, 再经过一个等压过程达到状态 c , 最后经等温过程而完成一个循环. 求该循环过程中系统对外作的功 W 和所吸的热量 Q .



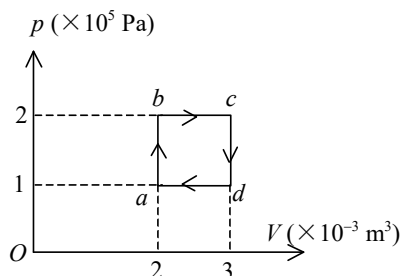
50、4110

如图所示, $abcda$ 为 1 mol 单原子分子理想气体的循环过程, 求:

(1) 气体循环一次, 在吸热过程中从外界共吸收的热量;

(2) 气体循环一次对外做的净功;

(3) 证明 在 $abcd$ 四态, 气体的温度有 $T_a T_c = T_b T_d$.



答案

一、选择题

- 1、C 2、C 3、B 4、C 5、A 6、C 7、B 8、C
9、B 10、D 11、A 12、A 13、C 14、B 15、D 16、B
17、A 18、B 19、D 20、D

二、填空题

- 21、 12.5 J ; 20.8 J ; 24.9 J
22、 6.23×10^3 ; 6.21×10^{-21} ; 1.035×10^{-21}
23、 $4.0 \times 10^{-3}\text{ kg}$
24、 1.25×10^3
25、1 ; 2 ; 10/3

26、分布在 $v_p \sim \infty$ 速率区间的分子数在总分子数中占的百分率;

分子平动动能的平均值.

27、 495 m/s

28、 $\int_{V_p}^{\infty} f(v) dv$

29、一个点； 一条曲线； 一条封闭曲线

30、外界对系统做功； 向系统传递热量
始末两个状态； 所经历的过程

31、 >0 ； >0

32、不变； 变大； 变大

33、8.31 J； 29.09 J

34、 W/R ； $\frac{7}{2}W$

35、 $\frac{3}{2}p_1V_1$ ； 0

36、1:2； 5:3； 5:7

37、33.3%； 50%； 66.7%

38、500； 100

39、90J

40、 $(\frac{1}{3})^{\gamma-1}T_0$ ； $(\frac{1}{3})^{\gamma}p_0$

三、计算题

41、4076

解：根据 铯 $\frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}kT$ ， 可得 $N\frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}NkT$ ，

$$\begin{aligned} \text{即 } N\frac{1}{2}m\overline{v^2} &= \frac{3}{2}RTNm/(N_d m) \\ &= \frac{3}{2}(M/M_{\text{mol}})RT = \frac{3}{2}(RT/M_{\text{mol}})\rho V = 7.31 \times 10^6 \text{ .} \end{aligned}$$

$$\text{又 } \Delta E = (M/M_{\text{mol}})\frac{1}{2}iR\Delta T = (\rho V/M_{\text{mol}})\frac{1}{2}iR\Delta T = 4.16 \times 10^4 \text{ J.}$$

$$\text{及 } \Delta(\overline{v^2})^{1/2} = (\overline{v_2^2})^{1/2} - (\overline{v_1^2})^{1/2} = (3R/M_{\text{mol}})^{1/2}(\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1}) = 0.856 \text{ m/s.}$$

42、5604

解： $p_1V = \nu RT_1$ $p_2V = \frac{1}{2}\nu RT_2$

\therefore

$$\frac{\overline{v_1}}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{\frac{P_1}{2P_2}}$$

43、4120

解：(1) $\Delta E = C_V(T_2 - T_1) = \frac{5}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)$

$$(2) \quad W = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1),$$

W 为梯形面积，根据相似三角形有 $p_1V_2 = p_2V_1$ ，则

$$W = \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1).$$

$$(3) \quad Q = \Delta E + W = 3(p_2V_2 - p_1V_1).$$

(4) 以上计算对于 $A \rightarrow B$ 过程中任一微小状态变化均成立, 故过程中

$$\Delta Q = 3 \Delta (pV).$$

由状态方程得

$$\Delta (pV) = R \Delta T,$$

故

$$\Delta Q = 3R \Delta T,$$

摩尔热容

$$C = \Delta Q / \Delta T = 3R.$$

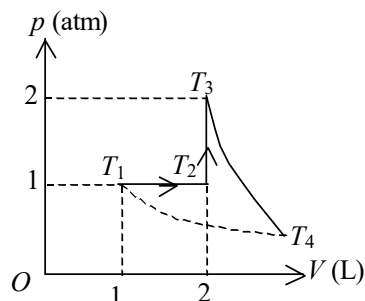
44、4114

解: (1) $p-V$ 图如右图.

$$(2) \quad T_4 = T_1 \quad \Delta E = 0$$

$$\begin{aligned} (3) \quad Q &= \frac{M}{M_{mol}} C_p (T_2 - T_1) + \frac{M}{M_{mol}} C_V (T_3 - T_2) \\ &= \frac{5}{2} p_1 (2V_1 - V_1) + \frac{3}{2} [2V_1 (2p_1 - p_1)] \\ &= \frac{11}{2} p_1 V_1 = 5.6 \times 10^2 \text{ J} \end{aligned}$$

$$(4) \quad W = Q = 5.6 \times 10^2 \text{ J}$$



45、4324

解: 初态参量 p_0 、 V_0 、 T_0 . 末态参量 p_0 、 $5V_0$ 、 T .

$$\text{由} \quad p_0 V_0 / T_0 = p_0 (5V_0) / T$$

$$\text{得} \quad T = 5T_0$$

$p-V$ 图如图所示

等温过程: $\Delta E = 0$

$$\begin{aligned} Q_T = W_T &= (M/M_{mol}) RT \ln(V_2/V_1) \\ &= 3RT_0 \ln 5 = 1.09 \times 10^4 \text{ J} \end{aligned}$$

等体过程: $W_V = 0$

$$\begin{aligned} Q_V = \Delta E_V &= (M/M_{mol}) C_V \Delta T \\ &= (M/M_{mol}) C_V (4T_0) = 3.28 \times 10^3 C_V \end{aligned}$$

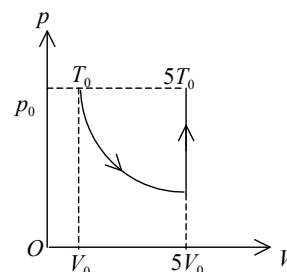
由

$$Q = Q_T + Q_V$$

得

$$C_V = (Q - Q_T) / (3.28 \times 10^3) = 21.0 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{C_V + R}{C_V} = 1.40$$



46、4102

解: (1) 等温过程气体对外做功为

$$\begin{aligned} W &= \int_{V_0}^{3V_0} p dV = \int_{V_0}^{3V_0} \frac{RT}{V} dV = RT \ln 3 \\ &= 8.31 \times 298 \times 1.0986 \text{ J} = 2.72 \times 10^3 \text{ J} \end{aligned}$$

(2) 绝热过程气体对外做功为

$$\begin{aligned} W &= \int_{V_0}^{3V_0} p dV = p_0 V_0^\gamma \int_{V_0}^{3V_0} V^{-\gamma} dV \\ &= \frac{3^{1-\gamma} - 1}{1-\gamma} p_0 V_0 = \frac{1 - 3^{1-\gamma}}{\gamma - 1} RT \\ &= 2.20 \times 10^3 \text{ J} \end{aligned}$$

47、4104

解: 由图, $p_A = 300 \text{ Pa}$, $p_B = p_C = 100 \text{ Pa}$; $V_A = V_C = 1 \text{ m}^3$, $V_B = 3 \text{ m}^3$.

(1) $C \rightarrow A$ 为等体过程, 据方程 $p_A/T_A = p_C/T_C$ 得

$$T_C = T_A p_C / p_A = 100 \text{ K}.$$

$B \rightarrow C$ 为等压过程, 据方程 $V_B/T_B = V_C/T_C$ 得

$$T_B = T_C V_B / V_C = 300 \text{ K}.$$

(2) 各过程中气体所作的功分别为

$$A \rightarrow B: \quad W_1 = \frac{1}{2}(p_A + p_B)(V_B - V_C) = 400 \text{ J}.$$

$$B \rightarrow C: \quad W_2 = p_B(V_C - V_B) = -200 \text{ J}.$$

$$C \rightarrow A: \quad W_3 = 0$$

(3) 整个循环过程中气体所作总功为

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = 200 \text{ J}.$$

因为循环过程气体内能增量为 $\Delta E = 0$, 因此该循环中气体总吸热

$$Q = W + \Delta E = 200 \text{ J}.$$

48、4332

解: 据绝热过程方程: $V^{\gamma-1}T = \text{恒量}$, 依题意得

$$V_1^{\gamma-1}T_1 = (2V_1)^{\gamma-1}T_2$$

$$\text{解得} \quad T_2 / T_1 = 2^{1-\gamma}$$

$$\text{循环效率} \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - 2^{1-\gamma}$$

$$\text{氮气:} \quad \gamma = \frac{i+2}{2}, \quad i = 5, \quad \gamma = 1.4$$

$$\therefore \quad \eta = 24\%$$

49、4598

解: 设 c 状态的体积为 V_2 , 则由于 a, c 两状态的温度相同, $p_1V_1 = p_1V_2/4$

$$\text{故} \quad V_2 = 4V_1$$

$$\text{循环过程} \quad \Delta E = 0, \quad Q = W.$$

$$\text{而在 } a \rightarrow b \text{ 等体过程中功} \quad W_1 = 0.$$

在 $b \rightarrow c$ 等压过程中功

$$W_2 = p_1(V_2 - V_1)/4 = p_1(4V_1 - V_1)/4 = 3p_1V_1/4$$

在 $c \rightarrow a$ 等温过程中功

$$W_3 = p_1V_1 \ln(V_2/V_1) = -p_1V_1 \ln 4$$

$$\therefore \quad W = W_1 + W_2 + W_3 = [(3/4) - \ln 4] p_1V_1$$

$$Q = W = [(3/4) - \ln 4] p_1V_1$$

50、4110

解: (1) 过程 ab 与 bc 为吸热过程,

$$\begin{aligned} \text{吸热总和为} \quad Q_1 &= C_V(T_b - T_a) + C_P(T_c - T_b) \\ &= \frac{3}{2}(p_bV_b - p_aV_a) + \frac{5}{2}(p_cV_c - p_bV_b) \\ &= 800 \text{ J} \end{aligned}$$

(2) 循环过程对外所作总功为图中矩形面积

$$W = p_b(V_c - V_b) - p_d(V_d - V_a) = 100 \text{ J}$$

$$(3) \quad T_a = p_aV_a/R, \quad T_c = p_cV_c/R, \quad T_b = p_bV_b/R, \quad T_d = p_dV_d/R,$$

$$T_aT_c = (p_aV_ap_cV_c)/R^2 = (12 \times 10^4)/R^2$$

$$T_bT_d = (p_bV_bp_dV_d)/R^2 = (12 \times 10^4)/R^2$$

$$\therefore \quad T_aT_c = T_bT_d$$