

# 大学物理热学试卷

## 一、选择题:

1、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  $(\overline{v_A^2})^{1/2} : (\overline{v_B^2})^{1/2} : (\overline{v_C^2})^{1/2} = 1 : 2 : 4$ ，则其压强之比  $p_A : p_B : p_C$  为：

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

[           ]

2、温度为  $T$  时，在方均根速率  $(\overline{v^2})^{1/2} \pm 50\text{m/s}$  的速率区间内，氢、氮两种气体分子数占总分子数的百分率相比较：则有（附：麦克斯韦速率分布定律：

$$\frac{\Delta N}{N} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left( \frac{m}{2kT} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right) \cdot v^2 \cdot \Delta v,$$

符号  $\exp(a)$ ，即  $e^a$ .)

- (A)  $(\Delta N/N)_{\text{H}_2} > (\Delta N/N)_{\text{N}_2}$   
(B)  $(\Delta N/N)_{\text{H}_2} = (\Delta N/N)_{\text{N}_2}$   
(C)  $(\Delta N/N)_{\text{H}_2} < (\Delta N/N)_{\text{N}_2}$   
(D) 温度较低时  $(\Delta N/N)_{\text{H}_2} > (\Delta N/N)_{\text{N}_2}$   
温度较高时  $(\Delta N/N)_{\text{H}_2} < (\Delta N/N)_{\text{N}_2}$

[           ]

3. 气体在状态变化过程中，可以保持体积不变或保持压强不变，这两种过程！

- (A) 一定都是平衡过程.  
(B) 不一定是平衡过程.  
(C) 前者是平衡过程，后者不是平衡过程.  
(D) 后者是平衡过程，前者不是平衡过程.

[           ]

4. 在下列说法

- (1) 可逆过程一定是平衡过程.  
(2) 平衡过程一定是可逆的.  
(3) 不可逆过程一定是非平衡过程.  
(4) 非平衡过程一定是不可逆的.

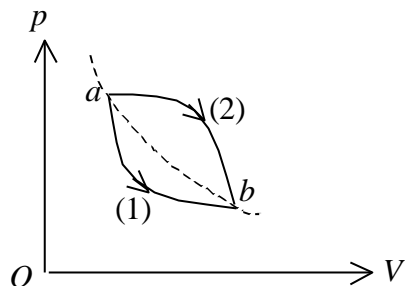
中，哪些是正确的？

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

[           ]

5. 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. [ ]

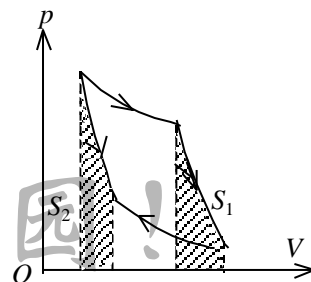


6. 有两个相同的容器, 容积固定不变, 一个盛有氦气, 另一个盛有氢气(看成刚性分子的理想气体), 它们的压强和温度都相等, 现将 5J 的热量传给氢气, 使氢气温度的升高, 如果使氦气也升高同样的温度, 则应向氦气传递热量是:

- (A) 6 J. (B) 5 J.  
 (C) 3 J. (D) 2 J. [ ]

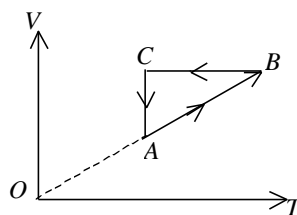
7. 理想气体卡诺循环过程的两条绝热线下的面积大小(图中阴影部分)分别为  $S_1$  和  $S_2$ , 则二者的大小关系是:

- (A)  $S_1 > S_2$ . (B)  $S_1 = S_2$ .  
 (C)  $S_1 < S_2$ . (D) 无法确定. [ ]



8. 一定量理想气体经历的循环过程用  $V-T$  曲线表示如图. 在此循环过程中, 气体从外界吸热的过程是

- (A)  $A \rightarrow B$ . (B)  $B \rightarrow C$ .  
 (C)  $C \rightarrow A$ . (D)  $B \rightarrow C$  和  $B \rightarrow A$ .  
 [ ]



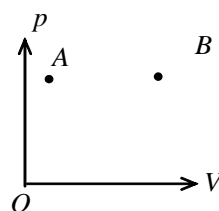
9. “理想气体和单一热源接触作等温膨胀时, 吸收的热量全部用来对外做功.” 对此说法, 有如下几种评论, 哪种是正确的?

- (A) 不违反热力学第一定律, 但违反热力学第二定律.  
 (B) 不违反热力学第二定律, 但违反热力学第一定律.  
 (C) 不违反热力学第一定律, 也不违反热力学第二定律.  
 (D) 违反热力学第一定律, 也违反热力学第二定律. [ ]

10、如图，一定量的理想气体，由平衡状态  $A$  变到平衡状态  $B$  ( $p_A = p_B$ )，则无论经过的是什么过程，系统必然

- (A) 对外作正功. (B) 内能增加.  
(C) 从外界吸热. (D) 向外界放热.

[ ]



## 二、填空题

11、某容器内分子数密度为  $10^{26} \text{ m}^{-3}$ ，每个分子的质量为  $3 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，设其中  $1/6$  分子数以速率  $v = 200 \text{ m/s}$  垂直地向容器的一壁运动，而其余  $5/6$  分子或者离开此壁、或者平行此壁方向运动，且分子与容器壁的碰撞为完全弹性的。则

(1) 每个分子作用于器壁的冲量  $\Delta P =$  \_\_\_\_\_;

(2) 每秒碰在器壁单位面积上的分子数  $n_0 =$  \_\_\_\_\_;

(3) 作用在器壁上的压强  $p =$  \_\_\_\_\_.

12、一气体分子的质量可以根据该气体的定体比热来计算。氩气的定体比热  $c_v$

$= 0.314 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ，则氩原子的质量  $m =$  \_\_\_\_\_。(波尔兹曼常量  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ )

13、在无外力场作用的条件下，处于平衡态的气体分子按速度分布的规律，可用

\_\_\_\_\_分布律来描述。

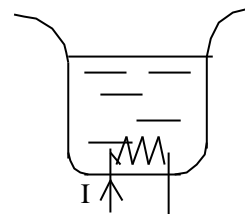
如果气体处于外力场中，气体分子在空间的分布规律，可用\_\_\_\_\_分布律来描述。

14、一定质量的理想气体，先经过等体过程使其热力学温度升高一倍，再经过等

温过程使其体积膨胀为原来的两倍，则分子的平均自由程变为原来的\_\_\_\_\_倍。

15、水的定压比热为  $4.2 \text{ J/g} \cdot \text{K}$ 。有  $1 \text{ kg}$  的水放在有电热丝的开口

桶内，如图所示。已知在通电使水从  $30^\circ \text{C}$  升高到  $80^\circ \text{C}$  的过程中，电流做功为  $4.2 \times 10^5 \text{ J}$ ，那么过程中系统从外界



吸收的热量  $Q =$  \_\_\_\_\_.

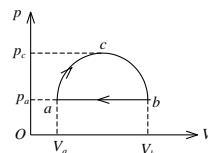
16、常温常压下，一定量的某种理想气体(其分子可视为刚性分子，自由度为  $i$ )，在等压过程中吸热为  $Q$ ，对外做功为  $W$ ，内能增加为  $\Delta E$ ，则

$$W/Q = \underline{\hspace{2cm}}. \quad \Delta E/Q = \underline{\hspace{2cm}}.$$

17、刚性双原子分子的理想气体在等压下膨胀所作的功为  $W$ ，则传递给气体的热量为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

18、有  $\nu$  摩尔理想气体，作如图所示的循环过程  $acba$ ，其中  $acb$  为半圆弧， $b-a$  为等压线， $p_c = 2p_a$ 。令气体进行  $a-b$  的等压过程时吸热  $Q_{ab}$ ，则在此循环过程中气体净吸热量

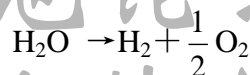
$Q \underline{\hspace{1cm}} Q_{ab}$ . (填入：>，<或=)



19、由绝热材料包围的容器被隔板隔为两半，左边是理想气体，右边真空。如果把隔板撤去，气体将进行自由膨胀过程，达到平衡后气体的温度  $\underline{\hspace{2cm}}$  (升高、降低或不变)，气体的熵  $\underline{\hspace{2cm}}$  (增加、减小或不变)。

### 三、计算题

20. 水蒸气分解为同温度  $T$  的氢气和氧气



时，1 摩尔的水蒸气可分解成 1 摩尔氢气和  $\frac{1}{2}$  摩尔氧气。当不计振动自由度时，求此过程中内能的增量。

21. 当氢气和氦气的压强、体积和温度都相等时，求它们的质量比  $\frac{M(\text{H}_2)}{M(\text{He})}$  和内能比  $\frac{E(\text{H}_2)}{E(\text{He})}$ 。(将氢气视为刚性双原子分子气体)

22. 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  $\overline{v_1}/\overline{v_2}$ 。

23. 有 1 mol 刚性多原子分子的理想气体，原来的压强为 1.0 atm，温度为 27°C，若经过一绝热过程，使其压强增加到 16 atm。试求：

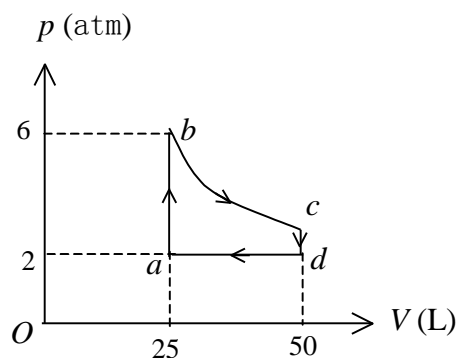
- (1) 气体内能的增量；
- (2) 在该过程中气体所作的功；
- (3) 终态时，气体的分子数密度。

( $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 玻尔兹曼常量  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ , 普适气体常量  $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )  
氮气的温度改变多少?

24. 气缸内贮有 36 g 水蒸汽(视为刚性分子理想气体), 经  $abcda$  循环过程如图所示. 其中  $a-b$ 、 $c-d$  为等体过程,  $b-c$  为等温过程,  $d-a$  为等压过程. 试求:

- (1)  $d-a$  过程中水蒸气作的功  $W_{da}$
- (2)  $a-b$  过程中水蒸气内能的增量  $\Delta E_{ab}$
- (3) 循环过程水蒸气作的净功  $W$
- (4) 循环效率  $\eta$

(注: 循环效率  $\eta = W/Q_1$ ,  $W$  为循环过程水蒸汽对外作的净功,  $Q_1$  为循环过程水蒸汽吸收的热量,  $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ )



www.bjcugb.com

## 大学物理热学答卷

一、 选择题: CCBABABACB

二、 填空题

11、  $1.2 \times 10^{-24} \text{ kg m/s}$

$\frac{1}{3} \times 10^{28} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

$4 \times 10^3 \text{ Pa}$

12、  $6.59 \times 10^{-26} \text{ kg}$

13、 麦克斯韦

玻尔兹曼

14、 2

15、  $-2.1 \times 10^5 \text{ J}$

参考解: 如果加热使水经历同样的等压升温过程, 应有

$$Q' = \Delta E + W' = mc(T_2 - T_1)$$

可知

$$\Delta E = mc(T_2 - T_1) - W'$$

现在通电使水经历等压升温过程, 则应有

$$\begin{aligned} \therefore Q &= \Delta E + W' - W_{\text{电}} \\ \therefore Q &= mc(T_2 - T_1) - W_{\text{电}} = -2.1 \times 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

$$16. \quad \frac{2}{i+2} \qquad \frac{i}{i+2}$$

$$17. \quad \frac{7}{2}W$$

$$18. \quad <$$

$$19. \quad \text{不变} \qquad \text{增加}$$

### 三、计算题

20. 解：当不计振动自由度时， $\text{H}_2\text{O}$  分子,  $\text{H}_2$  分子,  $\text{O}_2$  分子的自由度分别为 6, 5, 5. 1 分

$$\therefore 1 \text{ mol } \text{H}_2\text{O} \text{ 内能} \qquad E_1 = 3RT$$

$$1 \text{ mol } \text{H}_2 \text{ 或 } \text{O}_2 \text{ 的内能} \qquad E_2 = \frac{5}{2} RT. \qquad 2 \text{ 分}$$

$$\text{故内能增量} \quad \Delta E = \left(1 + \frac{1}{2}\right) \frac{5}{2} RT - 3RT = (3/4)RT. \qquad 2 \text{ 分}$$

$$21. \text{ 解： 由 } pV = \frac{M(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)_{\text{mol}}} RT \text{ 和 } pV = \frac{M(\text{He})}{M(\text{He})_{\text{mol}}} RT \qquad 2 \text{ 分}$$

$$\text{得} \quad \frac{M(\text{H}_2)}{M(\text{He})} = \frac{M(\text{H}_2)_{\text{mol}}}{M(\text{He})_{\text{mol}}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}. \qquad 2 \text{ 分}$$

$$\text{由} \quad E(\text{H}_2) = \frac{M(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)_{\text{mol}}} \frac{5}{2} RT \text{ 和 } E(\text{He}) = \frac{M(\text{He})}{M(\text{He})_{\text{mol}}} \frac{3}{2} RT \qquad 4 \text{ 分}$$

$$\text{得} \quad \frac{E(\text{H}_2)}{E(\text{He})} = \frac{5M(\text{H}_2)/M(\text{H}_2)_{\text{mol}}}{3M(\text{He})/M(\text{He})_{\text{mol}}}$$

$$\therefore \quad \frac{M(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)_{\text{mol}}} = \frac{M(\text{He})}{M(\text{He})_{\text{mol}}} \quad (p, V, T \text{ 均相同}),$$

$$\therefore \quad \frac{E(\text{H}_2)}{E(\text{He})} = \frac{5}{3}. \qquad 2 \text{ 分}$$

$$22. \text{ 解：} \qquad p_1 V = \nu RT_1 \qquad p_2 V = \frac{1}{2} \nu RT_2$$

$$\therefore \quad T_2 = 2 T_1 p_2 / p_1 \qquad 2 \text{ 分}$$

$$\frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{\frac{P_1}{2P_2}} \qquad 3 \text{ 分}$$

$$23. \text{ 解： (1) } \therefore \text{ 刚性多原子分子} \quad i = 6, \quad \gamma = \frac{i+2}{i} = 4/3 \qquad 1 \text{ 分}$$

$$\begin{aligned} \therefore T_2 &= T_1 (p_2 / p_1)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 600 \text{ K} & 2 \text{ 分} \\ \Delta E &= (M / M_{mol}) \frac{1}{2} i R (T_2 - T_1) = 7.48 \times 10^3 \text{ J} & 2 \text{ 分} \\ (2) \because \text{绝热} \quad W &= -\Delta E = -7.48 \times 10^3 \text{ J} \quad (\text{外界对气体做功}) & 2 \text{ 分} \\ (3) \because p_2 &= n k T_2 \\ \therefore n &= p_2 / (k T_2) = 1.96 \times 10^{26} \text{ 个/m}^3 & 3 \text{ 分} \end{aligned}$$

24. 解：水蒸汽的质量  $M = 36 \times 10^{-3} \text{ kg}$

水蒸汽的摩尔质量  $M_{mol} = 18 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ,  $i = 6$

$$\begin{aligned} (1) \quad W_{da} &= p_a (V_a - V_d) = -5.065 \times 10^3 \text{ J} & 2 \text{ 分} \\ (2) \quad \Delta E_{ab} &= (M / M_{mol}) (i/2) R (T_b - T_a) \\ &= (i/2) V_a (p_b - p_a) \\ &= 3.039 \times 10^4 \text{ J} & 2 \text{ 分} \\ (3) \quad T_b &= \frac{p_b V_a}{(M / M_{mol}) R} = 914 \text{ K} \\ W_{bc} &= (M / M_{mol}) R T_b \ln(V_c / V_b) = 1.05 \times 10^4 \text{ J} \\ \text{净功 } W &= W_{bc} + W_{da} = 5.47 \times 10^3 \text{ J} & 3 \text{ 分} \\ (4) \quad Q_1 &= Q_{ab} + Q_{bc} = \Delta E_{ab} + W_{bc} = 4.09 \times 10^4 \text{ J} \\ \eta &= W / Q_1 = 13\% & 3 \text{ 分} \end{aligned}$$

北地人的精神家园!