

## 第9章 温度和气体动理论 作业

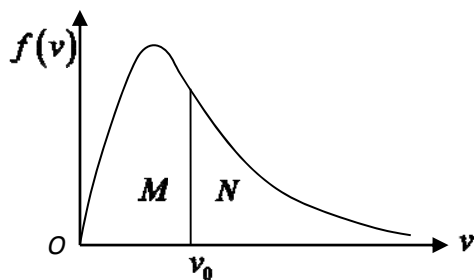
班级: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_ 成绩: \_\_\_\_\_

$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}, \quad R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \quad 1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

### 一、选择题

- 关于平衡态的说法, 下列说法正确的是: [ ]  
A. 对于任何热力学系统, 只要其宏观性质不随时间变化, 就必定处于平衡态;  
B. 系统内各处均匀一致的状态就是平衡态;  
C. 当系统处于平衡态时, 组成系统的分子仍在不停地运动, 只是分子运动的平均效果不随时间改变;  
D. 人能保持一定的温度, 表明人体处于平衡态.
- 一容器内储有 1 摩尔氢气和 1 摩尔氦气 (均可视为理想气体), 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.
- 根据理想气体状态方程  $pV/T = \text{常量}$  的物理意义, 下面说法正确的是: [ ]  
A. 对质量相同而摩尔质量不同的理想气体, 此常量相同;  
B. 对质量不同的同种理想气体, 此常量相同;  
C. 物质的量相同但种类不同的理想气体, 此常量相同;  
D. 上述三种情况, 此常量都不同.
- 质量相等的氢气和氧气被密封在一粗细均匀的细玻璃管内, 并由一水银滴所隔开, 当玻璃管放平时, 氢气柱与氧气柱的长度比是: [ ]  
A. 16:1;      B. 1:1;      C. 1:16;      D. 32:1.
- 一定量某理想气体按  $pV^2 = \text{恒量}$  的规律膨胀, 则膨胀后理想气体的温度: [ ]  
A. 将升高;      B. 将降低;  
C. 不变;      D. 升高还是降低, 不能确定.
- 两瓶不同种类的理想气体, 若其分子的平均平动动能相同, 但分子数密度不同, 则两瓶气体: [ ]  
A. 温度相同, 压强相同;      B. 温度不同, 压强相同;  
C. 温度相同, 压强不同;      D. 温度不同, 压强不同.
- 设  $f(v)$  为麦克斯韦速率分布函数, 则  $\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$  表示 [ ]  
A. 速率在  $v_1 - v_2$  区间内的分子数;  
B. 速率在  $v_1 - v_2$  区间内的分子数占总分子数的比率;  
C. 速率在  $v_1 - v_2$  区间内的分子的平均速率;  
D. 速率在  $v_1 - v_2$  区间内的最概然速率.
- 一定量的某种理想气体, 在温度为  $T_1$  与  $T_2$  时的分子最概然速率分别为  $v_{p1}$  和  $v_{p2}$ , 分子速率分布函数的最大值分别为  $f(v_{p1})$  和  $f(v_{p2})$ , 若  $T_1 > T_2$ , 则: [ ]  
A.  $v_{p1} > v_{p2}$ ,  $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$ ;      B.  $v_{p1} > v_{p2}$ ,  $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$ ;  
C.  $v_{p1} < v_{p2}$ ,  $f(v_{p1}) > f(v_{p2})$ ;      D.  $v_{p1} < v_{p2}$ ,  $f(v_{p1}) < f(v_{p2})$ .

9、若某理想气体分子的速率分布曲线如图，图中  $M$ 、 $N$  两部分面积相等，则图中的  $v_0$  表示气体分子的： [ ]



- A. 最概然速率；
- B. 平均速率；
- C. 方均根速率；
- D. 大于和小于速率  $v_0$  的分子数各占一半.

10、设某种气体分子速率分布函数为  $f(v)$ ，则速率在  $v_1$ — $v_2$  间隔内分子的平均速率为： [ ]

- A.  $\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv$ ；
- B.  $v \int_{v_1}^{v_2} f(v) dv$ ；
- C.  $\frac{\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv}{\int_0^{\infty} f(v) dv}$ ；
- D.  $\frac{\int_{v_1}^{v_2} v f(v) dv}{\int_{v_1}^{v_2} f(v) dv}$ .

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

- A.  $\bar{\epsilon}_k$  和  $\bar{\epsilon}_{\text{平}}$  都相等；
- B.  $\bar{\epsilon}_k$  相等，而  $\bar{\epsilon}_{\text{平}}$  不相等；
- C.  $\bar{\epsilon}_{\text{平}}$  相等，而  $\bar{\epsilon}_k$  不相等；
- D.  $\bar{\epsilon}_k$  和  $\bar{\epsilon}_{\text{平}}$  都不相等.

12、已知氢气与氧气的温度相同，请判断下列说法哪个是正确的： [ ]

- A. 氧分子的质量比氢分子大，所以氧气的压强一定大于氢气的压强；
- B. 氧分子的质量比氢分子大，所以氧气的密度一定大于氢气的密度；
- C. 氧分子的质量比氢分子大，所以氢分子的速率一定比氧分子的速率大；
- D. 氧分子的质量比氢分子大，所以氢分子的方均根速率一定比氧分子的方均根速率大.

13、在一容积不变的密闭容器内理想气体分子的平均速率若增大为原来的 2 倍，则 [ ]

- A. 温度和压强都增大为原来的 2 倍；
- B. 温度为原来 2 倍，压强为原来的 4 倍；
- C. 温度为原来 4 倍，压强为原来的 2 倍；
- D. 温度和压强都为原来的 4 倍.

14、把温度为  $T_1$  的 1 摩尔氢气（其分子视为刚性分子）和温度为  $T_2$  的 1 摩尔氦气相混合，在混合过程中与外界不发生任何能量交换，若这两种气体视为理想气体，那么达到平衡后混合气体的温度为： [ ]

- A.  $\frac{1}{2}(T_1 + T_2)$ ；
- B.  $\frac{1}{3}(T_1 + T_2)$ ；
- C.  $\frac{1}{8}(5T_1 + 3T_2)$ ；
- D. 条件不足，难以确定.

15、当一定量理想气体的压强保持不变时，其分子的平均碰撞频率  $\bar{Z}$  与温度  $T$  的关系是： [ ]

- A.  $\bar{Z}$  与  $T$  成反比；
- B.  $\bar{Z}$  与  $T$  成正比；
- C.  $\bar{Z}$  与  $\sqrt{T}$  成正比；
- D.  $\bar{Z}$  与  $\sqrt{T}$  成反比.

16、一定量的理想气体，在温度不变的条件下，当体积增大时，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： [ ]

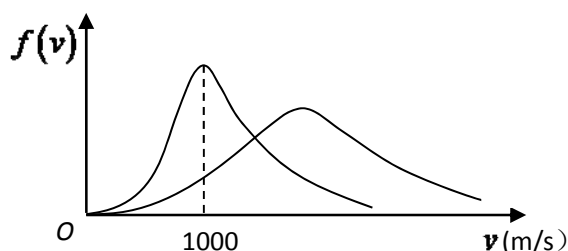
- A.  $\bar{Z}$  和  $\bar{\lambda}$  都增大；
- B.  $\bar{Z}$  和  $\bar{\lambda}$  都减小；
- C.  $\bar{Z}$  增大而  $\bar{\lambda}$  减小；
- D.  $\bar{Z}$  减小而  $\bar{\lambda}$  增大.

## 二、填空题

17、屋内生起火炉后，温度从  $15^{\circ}\text{C}$  升高到  $27^{\circ}\text{C}$ ，由于窗户敞开，屋内压强不变，则此屋内由于温度升高分子数将减少的百分比为\_\_\_\_\_。

18、有一瓶摩尔质量为  $\mu$ ，质量为  $M$  的刚性双原子分子的理想气体，温度为  $T$ ，则气体分子的平均平动动能为\_\_\_\_\_，气体分子的平均动能为\_\_\_\_\_，该瓶气体的内能为\_\_\_\_\_。

19、（本题 4 分）图示的曲线分别表示了氢气和氦气在同一温度下的分子速率的分布情况。由图可知，氦分子的最概然速率为\_\_\_\_\_m/s，氢气分子的最概然速率为\_\_\_\_\_m/s。（ $\mu_{\text{H}_2} = 2 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\mu_{\text{He}} = 4 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ ）



20、（本题 3 分）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到原来的两倍，则分子的平均自由程变为原来的\_\_\_\_\_倍。

21、（本题 4 分）装有一定量理想气体的容器以速率  $v$  运动着，今容器突然停止，而气体的全部动能都变为内能（设传给容器壁的热可不计）。如果气体分子是单原子的，则气体分子速率平方的平均值增加了\_\_\_\_\_；如果气体分子是刚性双原子的，则气体分子速率平方的平均值增加了\_\_\_\_\_。

### 三、计算题

22、某种气体的温度为  $T = 273 \text{ K}$ ，压强为  $p = 0.01 \text{ atm}$ ，在此状态下其密度为  $\rho = 1.25 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ，求：（1）气体分子的方均根速率  $\sqrt{v^2}$ ；（2）该气体的摩尔质量  $\mu = ?$

23、有  $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  刚性双原子分子理想气体，其内能是  $6.75 \times 10^2 \text{ J}$ .

(1) 试求气体的压强；

(2) 设分子总数为  $5.4 \times 10^{22}$  个，求分子的平均平动动能及气体的温度。

24、(本题 8 分) 试计算氮在标准状态下的分子平均碰撞频率  $\bar{Z}$  和平均自由程  $\bar{\lambda}$ ，已知氮分子的有效直径为  $d = 3.70 \times 10^{-10} \text{ m}$ .