

2024 年 6 月 16 日（周日）14:30-16:30

## 2024 春热学(A)期末考试试卷

注意事项：

1. 本试卷为回忆版，题目表述与原卷严重不符，仅保证了物理图像与所给条件与试卷一致；
2. 本试卷仅为协助 24 级以后的同学进行考前复习而整理，禁止用于商用；
3. 试卷题目来自物理学院与教务处，若有侵权，请联系 yuhongfei@mail.ustc.edu.cn。

### 一、选择题 (15 分)

1. 在封闭系统经过一个不可逆的循环后，下列说法一定正确的是  
A. 系统的熵增大                      B. 系统从外界吸收的热量大于系统对外界做的功  
C. 环境的熵增大                      D. 环境的内能减小
2. 根据热力学第二定律，下列说法正确的是  
A. 热量只能从高温物体传给低温物体，不能从低温物体传给高温物体。  
B. 功可以全部转化成热，热不能全部转化成功。  
C. 气体只能自由膨胀，不能自动收缩。  
D. 有规则运动的能量能转化成无规则运动的能量，无规则运动的能量不能转化成有规则运动的能量。
3. 在温度  $T$  下，分子质量为  $m$  的理想气体，在  $x$  方向上的速度分量的平方平均值  $\overline{v_x^2}$  为  
A.  $\overline{v_x^2} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$                       B.  $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{3kT}{m}}$                       C.  $\overline{v_x^2} = \frac{3kT}{m}$                       D.  $\overline{v_x^2} = \frac{kT}{m}$
4. 在温度  $T$  下，一容器中装满了分子摩尔质量为  $\mu$  的理想气体。为了推断气体的压强  $p$ ，在容器壁上开一面积为  $S$  的小孔，测得一秒内流出的气体的质量为  $M$ ，则容器的压强为  
A.  $\frac{M}{S\sqrt{\mu}}\sqrt{2\pi RT}$                       B.  $\frac{M}{S\sqrt{\mu}}\sqrt{k_B T}$                       C.  $\frac{M}{S\sqrt{\mu}}\sqrt{2\pi k_B T}$                       D.  $\frac{2M}{S\sqrt{\mu}}\sqrt{k_B T}$
5. 晶体熔解的过程中，吸收的热量用于  
A. 破坏空间结构，增大分子势能  
B. 破坏空间结构，增大分子动能  
C. 破坏空间结构，既增大分子动能也增大分子势能  
D. 破坏空间结构，既不增大分子动能也不增大分子势能

## 二、简答题 (10 分)

1. 1mol 的理想气体, 分别经过等容、等压、绝热过程, 使其温度升高 10%, 哪个过程气体最终状态的熵值最大, 为什么?

2. 液的粘滞系数随温度的升高而减小, 与气体呈现相反的变化趋势, 为什么?

## 三、解答题 (75 分)

可能用到的物理量:

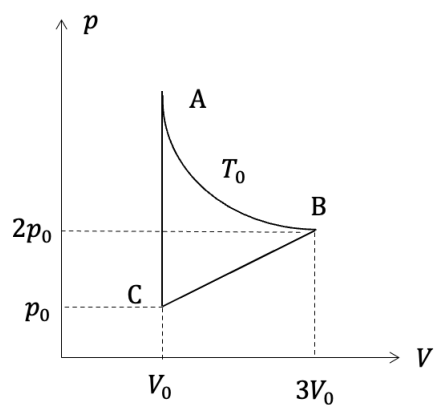
$$R = 8.314 \times \text{J/mol} \cdot \text{K}, k = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}, N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$$

$$I(n) = \int_0^\infty e^{-\alpha x^2} x^n dx, I(0) = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}, I(1) = \frac{1}{2\alpha}, I(2) = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha^3}}, I(3) = \frac{1}{2\alpha^2}, I(4) = \frac{3}{8} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha^5}}$$

1. 已知各向同性的简单固体等压体膨胀系数  $\alpha$ , 等温压缩系数  $\beta$ , 利用简单固体的状态方程、热力学第一定律和  $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$  的结果, 对于简单固体, 证明:  $C_p - C_V = TV_0 \frac{\alpha^2}{\beta}$ .

2. 1mol 振动自由度被冻结的双原子分子，经历如下图所示的 ABCA 准静态循环过程。求：

1. A 点气体的压强；
2. B 点气体的方均根速率和 C 点方均根速率的比值；
3. 从 B 到 C 的过程中，气体的熵变；
4. 该循环的效率。



3. 已知一根长为  $L$  的橡皮筋，其张力  $X$  与温度的关系满足  $X = A(L)T$ ，其中  $A(L)$  恒为正，橡皮筋满足热力学第一定律  $dU = TdS + XdL$ ，证明：

1. 橡皮筋的内能只与温度有关，与橡皮筋的长度无关；
2. 缓慢地等温拉长橡皮筋，橡皮筋的熵增加；
3. 缓慢地绝热拉长橡皮筋，橡皮筋的温度升高。

4. 两种气体混合后在一密闭容器中达到平衡，温度为  $T$ 。气体 1 分子的质量为  $m$ ，气体 2 分子的质量为  $2m$ ，气体 2 的密度为气体 1 的一半，求：

1. 混合气体分子的速率分布；
2. 在容器壁上开一小孔使气体分子流出，极短时间后封闭小孔。泄流出的气体分子流入新的容器中并达到平衡，求新的气体的速率分布。

5. 1mol 气体满足 Clausius 状态方程:  $p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{T(v+c)^2}$ 。求:

1. 气体的临界摩尔体积  $v_c$ 、临界温度  $T_c$ 、临界压强  $p_c$  和临界系数  $\frac{RT_c}{p_c v_c}$ ;

2. 不同种类的 Clausius 气体在临界状态时的性质是否相同, 为什么?

6. 在地幔某深度下存在熔岩和岩石的界面, 此处岩石熔点为  $1300^\circ\text{C}$ , 熔岩和岩石的密度比  $\frac{\rho_l}{\rho_s}$  约为 0.9, 该界面处的重力加速度为  $9.8\text{m/s}^2$ , 岩石熔解的潜热为  $4.18 \times 10^5 \text{J/kg}$ , 求: 高度降低 1km 后岩石的熔点变化多少。