

# 中国科学技术大学 2024-2025 学年第二学期本科生期末考试

## 热 学(A)

满分 100 分, 考试时间: 6 月 15 日 8:30 - 10:30.

本试卷为回忆版, 题目表述与原卷严重不符, 仅代表个人看法.

### 一、单选题: 每题 3 分, 共 15 分.

1. (3 分)

在一个无限小的准静态过程中, 外界对磁介质做功可表示为  $dW = \mu_0 H dM$ . 式中  $H$  为外磁场,  $M$  为介质的总磁矩,  $M = mV$ ,  $m$  为磁化强度,  $\mu_0$  为真空磁导率. 磁介质的总磁矩  $M$  和内能  $U$  分别为  $M = \frac{aH}{T}$ ,  $U = C_M T$ , 则磁场不变时的热容量  $C_H =$

- A.  $C_M + \mu_0 \frac{aH^2}{T^2}$       B.  $C_M - \mu_0 \frac{aH^2}{T^2}$       C.  $C_M + \mu_0 \frac{aH^2}{2T^2}$       D.  $C_M - \mu_0 \frac{aH^2}{T}$

2. (3 分)

将 1kg 初温 0°C 的水和 100°C 的热源接触, 水温达到 100°C 时, 系统的总熵变为

- A. 1304 J/K      B. 1120 J/K      C. 0 J/K      D. 184 J/K

3. (3 分)

液氦的在 4.2K 时的饱和蒸汽压为 760mmHg, 在 1.2K 时的饱和蒸汽压为 1mmHg, 试估算这一温度区间内液氦的平均汽化热.

- A. 213 J/K      B. 40 J/K      C. 93 J/mol      D. 61 J/K

4. (3 分)

用 1atm 的空气吹一个半径 2.5cm 的肥皂泡, 估算外界做功. 已知表面张力系数  $\alpha = 4.4 \times 10^{-2} \text{ N/m}$ .

- A.  $1 \times 10^{-3} \text{ J}$       B.  $2 \times 10^{-3} \text{ J}$       C.  $3 \times 10^{-3} \text{ J}$       D.  $4 \times 10^{-3} \text{ J}$

5. (3 分)

密闭容器内装有一定量的同种理想气体, 其平均碰撞频率为  $Z$ , 平均自由程为  $\lambda$ . 降低容器温度, 下列说法正确的是.

- A.  $Z$  减小,  $\lambda$  不变      B.  $Z$  和  $\lambda$  都减小      C.  $Z$  不变,  $\lambda$  减小      D.  $Z$  和  $\lambda$  都不变

二、计算题：6 小题，共 85 分.

6. (10 分)

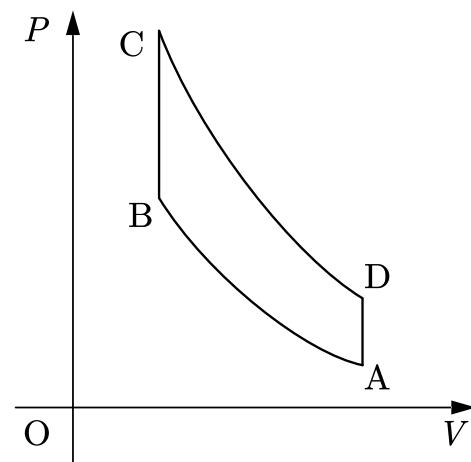
密闭绝热容器装有一定量标准状态的氦气，以  $20\text{m/s}$  的速度匀速运动. 现在容器突然静止，一段时间后系统重新达到平衡态. 忽略容器的热容.

(1) 估算氦气温度的变化；

(2) 估算气体对容器壁压强的变化.

7. (14 分)

考虑如图所示的循环过程，其中 A, B, C 点的温度分别为  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ，连接 AB 和 CD 的过程为多方过程，多方指数  $n > 1$ ，其余为等容过程. 求循环效率.



8. (16 分)

现有  $0^{\circ}\text{C}$  的冰  $0.5\text{kg}$  和  $23^{\circ}\text{C}$  的水  $2.5\text{kg}$ . 将二者直接混合, 最终温度为  $T_1$ ; 通过可逆热机在二者间做功, 最终温度为  $T_2$ . 证明  $T_2 - T_1 \approx 0.7\text{K}$ . 已知水的比热为  $1 \text{ kCal/kg}$ , 冰的熔化热为  $80 \text{ kCal/kg}$ .

9. (15 分)

已知稀薄气体的发射光谱是离散的. 密闭容器中装有一定量质量为  $m$ , 温度为  $T$  的稀薄气体, 发出波长为  $\lambda_0$  的辐射. 已知对于以速度  $u_x$  朝向接收器运动的分子, 接收器收到的辐射波长为  $\lambda = \lambda_0 (1 - \frac{u_x}{c})$ .

(1) 求出接收到波长的分布函数;

(2) 计算波长的方均偏差  $\sqrt{(\lambda - \lambda_0)^2}$ , 并估算其量级.

10. (20 分)

一艘失事飞船的舱壁被撞出一个面积  $A$  小洞, 洞的线度远小于舱内气体平均自由程. 假设飞船体积为  $V$ , 舱内充满质量为  $m$  的理想双原子分子气体, 初始时刻压强为  $P_0$ , 温度为  $T_0$ .

- (1) 假设飞船内温度保持不变, 求压强随时间的变化  $P(t)$ , 并求出压强降低到原来  $\frac{1}{5}$  经过的时间;
- (2) 求出泄流分子的平均动能;
- (3) 利用 (2) 的结果, 重新求解压强随时间的变化  $P(t)$ .

11. (10 分)

已知水的等温压缩系数为  $\kappa$ , 表面张力系数为  $\sigma$ .  $\left(\kappa = -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p}\right)$

- (1) 求出半径为  $r$  水滴的密度;
- (2) 已知水在  $4^{\circ}C$  的等温压缩系数为  $\kappa = 4.5 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$ , 表面张力系数为  $\sigma = 7.28 \times 10^{-2} \text{ N/m}$ , 计算水滴的密度.