

中国科学技术大学

2026 春 热力学与统计物理 B 期中考试试卷

授课老师：郑惠南、孟醒 形式：笔试（半开卷）

考试时间：2026 年 4 月 23 日 14:00-15:35 总分：100 分

（注：本试卷为回忆版，部分题目表述及数值可能与真实版本存在出入，仅供复习参考。）

考生须知

- 注意除选择题外，作答时应写出必要的文字说明，方程式和主要演算步骤。
- 全部答题必须抄在下发的答题纸上，否则一律无效。
- 考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回，并确认每张纸上写有自己的姓名和学号。

选择题（每小题 5 分，共 30 分）

在以下每小题中选择 1 个你认为正确的答案，不选，错选或多选均不得分。

1.1 热力学与统计物理研究的对象是

- (a) 无结构粒子
- (b) 几个粒子组成的系统
- (c) 刚体
- (d) 大量粒子组成的系统

1.2 以下哪些热力学状态参量是强度量？

- (a) 压强 p , 温度 T
- (b) 体积 V , 温度 T
- (c) 压强 p , 体积 V , 温度 T

(d) 压强 p , 体积 V , 温度 T , 内能 U , 熵 S , 粒子数 N

1.3 如果适当选择独立变量 (自变量), 只要知道一个热力学 (特性) 函数, 就可以通过它求得系统的全部热力学状态参量。对于单组分系统, 熵 S 可以作为

- (a) 粒子数 N , 温度 T 和体积的函数
- (b) 粒子数 N , 温度和压强 p 的函数
- (c) 粒子数 N , 压强 p 和体积的函数
- (d) 粒子数 N , 体积和内能的函数

1.4 常用节流过程或节流过程与绝热膨胀相结合的方法来液化气体。使用节流过程降温, 气体的初始温度必须低于反转温度, 反转温度指的是条件

- (a) $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_U = 0$
- (b) $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H = 0$
- (c) $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S = 0$
- (d) $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_V = 0$

1.5 对于一个与固定温度热源接触的封闭系统, 其中发生的不可逆过程

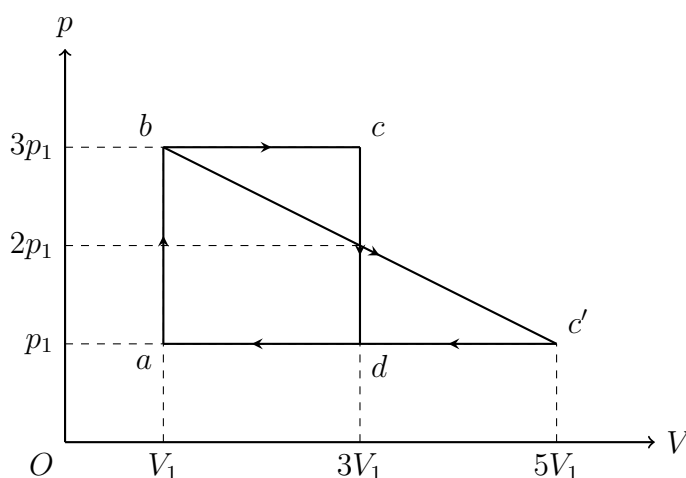
- (a) 总是向内能减小的方向进行
- (b) 总是向熵增加的方向进行
- (c) 总是向自由能减小的方向进行
- (d) 不能确定任何状态量的增减

1.6 对于实际气体, 其物态方程和理想气体不同, 通常存在临界温度, 低于此温度时, 气液两相共存, 此临界温度 T_c 满足

- (a) $\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_{T_c} = 0, \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}\right)_{T_c} = 0$
- (b) $\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_{T_c} = 0, \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}\right)_{T_c} > 0$
- (c) $\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_{T_c} = 0, \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}\right)_{T_c} < 0$
- (d) $\left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_{T_c} < 0, \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial V^2}\right)_{T_c} = 0$

非选择题 (共 70 分)

2. (10 分) 一个容器装有同种理想气体, 被一个隔板分为体积为 V_1 和 V_2 的两部分。初始时刻, 这两部分的气体有相同的压强和粒子数 N , 它们的温度则分别为 T_1 和 T_2 。将隔板抽掉, 求达到最终平衡态后系统的熵变。
3. (15 分) 如图所示, 1 mol 单原子理想气体构成的系统分别经历循环过程 $abcda$ 和 $abc'a$ 。已知理想气体在任一缓慢变化过程中, 压强 p 和体积 V 满足函数关系 $p = f(V)$ 。



- (i) 试证明, 理想气体在任一缓慢变化过程的摩尔热容可表示为

$$C_m = C_V + \frac{pR}{p + V \frac{dp}{dV}}$$

式中, C_V 和 R 分别为定容摩尔热容和理想气体常数;

- (ii) 计算系统经 bc' 直线变化过程中的摩尔热容;
- (iii) 分别计算系统经 bc' 直线过程中升降温的转折点和吸放热的转折点在 $p - V$ 图中的坐标;
- (iv) 定量比较系统在两种循环过程的循环效率。
4. (15 分) 均匀杆的温度一端为 T_1 另一端为 T_2 , 试计算达到均匀温度 $\frac{1}{2}(T_1 + T_2)$ 后的熵增, 设杆的热容量为 C 。

5. (15 分) 试证明, 在相变中物质每摩尔 (mole) 内能的变化为

$$\Delta u = L \left(1 - \frac{p}{T} \frac{dT}{dp} \right)$$

L 是摩尔相变潜热。如果一相是气相, 可看作理想气体, 另一相是凝聚相, 试将公式化简。

6. (15 分) $n_0\nu_1$ mol 的气体 A_1 和 $n_0\nu_2$ mol 的气体 A_2 的混合物在温度 T 和压强 p 下所占体积为 V_0 。当发生化学变化

$$\nu_3 A_3 + \nu_4 A_4 - \nu_1 A_1 - \nu_2 A_2 = 0$$

并在同样的温度和压强下达到平衡时, 其体积为 $\tilde{V}$ 。试证明反应度为

$$\epsilon = \frac{\tilde{V} - V_0}{V_0} \cdot \frac{\nu_1 + \nu_2}{\nu_3 + \nu_4 - \nu_1 - \nu_2}$$