

中国科学技术大学 2022~2023 学年第 2 学期考试试卷

☐ A 卷 ☐ B 卷

课程名称: 热学 B 课程代码: PHYS1002B

开课院系: 物理学院 考试形式: 半开卷

姓名: 学号: 专业:

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分
得分									

一、(10 分) 绝热密闭容器左右两侧分别充有 1 mol 的氦气 (He) 和 1 mol 的氮气 (N_2), 均可当作理想气体。活塞可自由导热, 自由滑动, 忽略摩擦。初始时, 两种气体的状态为 $p_{He} = 2 \text{ atm}$, $T_{He} = 400 \text{ K}$, $p_{N_2} = 1 \text{ atm}$, $T_{N_2} = 300 \text{ K}$ 。求达到平衡时两部分气体的状态参量 p , V , T 。

二、(12 分) (1) 证明: $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T + V$; (2) 在气体绝热膨胀过程中, 温度随压强变化为 $\alpha_s = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_s$, 证明 α_s 与焦汤系数 α 之差为 $\alpha_s - \alpha = \frac{v}{c_p}$, 并比较绝热膨胀与节流膨胀两种方式降温, 确定哪种方式降温效果更好。

三、(14 分) 一定量的氧气 (可视为理想气体), 压强为 $p = 1.0 \text{ atm}$, 体积为 $V = 2.3 \text{ L}$, 温度为 $T = 26^\circ\text{C}$; 经过一个多方过程达到压强为 $p' = 0.50 \text{ atm}$, 体积为 $V' = 4.1 \text{ L}$, 试求: (1) 多方指数 n ; (2) 内能的变化; (3) 对外界做的功; (4) 吸收的热量; (5) 熵的变化。保留一位小数。

四、(14 分) 一块隔板将体积为 V 的绝热容器分成体积不相等的两部分, 容器的左边体积为 $\frac{1}{2}V$, 装有温度为 T 的 1 mol 范德瓦耳斯气体, 它的定容比热容 C_v 为常数, 右边为真空。当抽去隔板后, 体积膨胀, 并充满整个容器, 达到新的平衡态。试求: (1) 气体内能的改变量 ΔU ; (2) 气体温度的改变量 ΔT ; (3) 气体熵的改变量 ΔS 。

五、(11 分) 一容器内装有摩尔质量为 μ 的气体, 其温度为 T , 器壁上开有一面积为 S 的小孔, 已知在某一时刻测得一秒钟内从小孔逸出的气体质量为 M , 试求:

- (1) 该时刻容器内气体的压强 P ;
- (2) 从小孔逸出的分子的平均动能 $\bar{\epsilon}$ 。

六、(14 分) 一个理想气体系统的初始状态是 p_0 , V_0 和 T_0 , 分别经过 1) 绝热自由膨胀和 2) 准静态等温膨胀至 $2V_0$ 。求两过程中系统的吸放热、对外做功、内能变化和熵变, 以及各自末态的温度和压强。如果换成范德瓦斯气体, 初态及两过程同上, 以上答案中哪些仍然成立? 两过程的末态是否相同?

七、(12 分) 试从 $p = \frac{2}{3}n\bar{\epsilon}$ 和 $\bar{\epsilon} = \frac{3}{2}kT$ 出发推导玻意耳-马略特定律、阿伏伽德罗定律和道尔顿分压定律。

八、(13 分) 如图的闭合线代表一摩尔单原子理想气体经历的循环过程, 其中 ab 段是一等温膨胀过程, bc 段是等压压缩过程, ca 段是等容升压过程。已知 $V_a = 3 \text{ 升}$, $V_b = 6 \text{ 升}$, $P_b = 1 \text{ atm}$, 求此循环的效率。($\ln 2 = 0.69$)

