

合肥物质院

2010 年硕士学位研究生入学考试试题参考

答案

热力学与统计物理

(一) (每小题 15 分, 共 30 分) 一个绝热的、圆柱形的容器被一个可导热的活塞分为两部分, 两边各装有 1 摩尔单原子分子理想气体, 活塞可以无摩擦地自由滑动。开始两边压强相等, 温度分别为 T_0 和 $3T_0$; 最后, 系统达到了平衡态。

【1】 如果系统不对外做功, 求系统的总熵变;

【2】 如果热传导很缓慢, 可视为是可逆的, 则系统可以对外做多少功?

【解】 【1】 系统的初态 :

$$p_{1i} = p_{2i} = p_0; V_{1i} = \frac{RT_0}{p_0} = V_0, V_{2i} = \frac{3RT_0}{p_0} = 3V_0$$

系统达到平衡态后, 系统两部分的温度和压强分别彼此相等。由

$$\Delta U = C_V(T_f - T_0) + C_V(T_f - 3T_0) = 0$$

得到

$$T_{1f} = T_{2f} = T_f = 2T_0 \quad \text{和} \quad p_{1f} = p_{2f} = p_0; V_{1f} = V_{2f} = 2V_0 \quad (1)$$

单原子分子理想气体的摩尔热容量 $C_V = \frac{3}{2}R$, $C_p = \frac{5}{2}R$, 由于初态和末态的压强相等, 用等压过程把它们连接起来, 可得到系统的总熵变

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = C_p \int_{T_0}^{2T_0} \frac{dT}{T} + C_p \int_{3T_0}^{2T_0} \frac{dT}{T} = C_p \ln \frac{4}{3} = \frac{5}{2}R \ln \frac{4}{3} \quad (2)$$

【2】 对于可逆绝热过程, 系统的总熵变 $\Delta S = 0$, 末态两部分的温度和体积分别相等, $T_{1f} = T_{2f} = T_f$, $V_{1f} = V_{2f} = 2V_0$, 由此得