

合肥物质院

2012 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)

(1) 在一刚性气缸中, 有 1 升温度为 0°C 、压强为 1atm 的氮气, 将气缸与一个 100°C 的无限大热库接触, 氮气温度升高到 100°C , 问氮气和总体 (即氮气和大热库) 的熵变化多少?

(2) 假定这个气缸的一壁能像活塞一样移动, 试叙述一种方法, 使气体温度升高到 100°C (氮气最后的体积是 1 升), 而总体的熵变化 $\Delta S = 0$ 。

(气体常数 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

【解】(1) 根据热力学基本方程, 有

$$TdS = C_V dT + pdV$$

在体积不变的情况下, 氮气的温度从 0°C 上升到 100°C 时, 氮气的熵变为

$$\Delta S_1 = \int_{273}^{373} \frac{C_V dT}{T} = C_V \ln \frac{373}{273} = 0.312 C_V$$

在室温下, 氮气的等容摩尔热容量为 $\frac{5}{2}R$, 因此 1 升氮气的热容量是

$$C_V = \frac{1}{22.4} \frac{5}{2} R = 0.927 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$$

代入上式, 得

$$\Delta S_1 = 0.312 C_V = 0.312 \times 0.927 = 0.289 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

100°C 的热库的熵变为

$$\Delta S_2 = \frac{\Delta Q}{T} = -\frac{C_V \Delta T}{T} = -\frac{0.927 \times 100}{373} = -0.249 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$