

河北大学 2011 年博士研究生入学考试试题

(套别: B)

学科、专业	研究方向	考试科目	备注
高分子化学与物理		统计力学	

所有答案均答在答题纸上, 答在本试题纸上无效。

一. 名词解释 (15 分) 30分/题

- (1) 涨落-耗散定理 (2) 吉布斯判据 (3) 最可几分布
(4) 伊辛模型 (5) 相空间

二. 简答 (15 分) 50分/题

- (1) 给出气体分子的范德瓦尔斯方程, 并解释各项的意义。
(2) 给出玻色-爱因斯坦分布的形式, 解释各项意义。
(3) 对于非平衡态的几种形式。

三. 计算和证明 (10 分) 50分/题

- (1) 利用麦克斯韦关系证明任意简单系统的定压热容量和定容热容量之差为

$$C_p - C_v = T \left[\left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p - \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_v \right]$$

- (2) 理想气体与温度为 T_1 的恒温热源保持接触, 从状态 $I(P_1, V_1, T_1)$ 等温膨胀到状态

$$II(P_2, V_2, T_1), \text{ 求此过程中气体吸收的热量。}$$

四. 计算单原子理想气体的压力、内能和熵, 并以此为例讨论吉布斯佯谬的问题。 (15 分)。

(可能用到的积分为 $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{\beta x^2}{2m}} dx = \sqrt{\frac{2\pi m}{\beta}}$)

五. 设由 N 个线性谐振子组成的系统服从麦克斯韦-玻尔兹曼统计, 试证明:

在温度为 T 时, 能量大于或等于给定能量 $\varepsilon_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$ 的振子数为 $N \exp(-\frac{n\hbar\omega}{k_B T})$,

其中 k_B 为玻尔兹曼常数。 (10 分)

河北大学 2011 年博士研究生入学考试试题

(套别: B)

学科、专业	研究方向	考试科目	备注
高分子化学与物理		统计力学	

所有答案均答在答题纸上, 答在本试题纸上无效。

六. 对于 Aa 型聚合反应体系而言, 已知体系的状态方程为 $k_B TP = n - \rho$,

其中 n 为分子数密度, ρ 为键密度, 二者满足质量作用定律:

(20分)

每10分/问

$$\frac{\rho}{(an - \rho)^2} = K_{eq}(T) \quad \text{其中 } K_{eq}(T) \text{ 为平衡常数}$$

(1) 试计算体系的等温压缩系数 $\chi_T = \frac{1}{n} \left(\frac{dn}{d\rho} \right)_T$

(2) 研究重均分子量与 χ_T 的关系, 说明凝胶化的热力学意义。

七. 两种摩尔分数分别为 n_1 和 n_2 理想气体, 最初彼此分离, 然后在等温等压条件下混合, 形

成二组分体系, 此模型可认为是高分子溶液理论的基础. (15分)

1. 试证混合后的熵变为: $\Delta S = -R[n_1 \ln \phi_1 + n_2 \ln \phi_2]$, 其中 $\phi_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2}$, ($i=1, 2$)

2. 若计入二者的相互作用, 则体系的自由能为 $F = RT[n_1 \ln \phi_1 + n_2 \ln \phi_2 + \chi n_1 \phi_2]$,

其中 χ 是相互作用参数, 设 $\mu_i = \frac{\partial F}{\partial n_i}$ 是第 i 种 ($i=1, 2$) 的化学势, 试计算两种

组分的化学势。