

南京理工大学

2009 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 2009003005

考试科目: 物理化学(满分 150 分)

考生注意: 所有答案(包括填空题)按试题序号写在答题纸上, 写在试卷上不给分

相关常数:

$$k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}; \quad h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$L = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}; \quad F = 96485.309 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

一、选择填空题(每小题 3 分, 共 30 分)

1. 化学反应在只做体积功的等温等压条件下, 若从反应物开始进行反应, 则此反应

- (A) 是热力学可逆过程 (B) 是热力学不可逆过程
(C) 是否可逆不能确定 (D) 是不能进行的过程

2. 某气体的状态方程为 $p(V_m - b) = RT$, 式中 b 为常数。若该气体经一等温过程, 压力自 p_1 变至 p_2 , 则下列状态函数的变化, 何者为零?

- (A) ΔU (B) ΔH (C) ΔS (D) ΔG

3. 质量摩尔浓度凝固点降低常数 K_f , 其值决定于

- (A) 溶剂的本性 (B) 溶质的本性 (C) 溶液的浓度 (D) 温度

4. $\text{NiO}(\text{s})$ 与 $\text{Ni}(\text{s})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{CO}_2(\text{g})$ 及 $\text{CO}(\text{g})$ 呈平衡, 则该体系的独立组分数为_____, 自由度数为_____。

5. 某实际气体反应, 用逸度表示的平衡常数 随下列哪些因素而变:

- (A) 系统总压力 (B) 催化剂 (C) 温度 (D) 惰性气体的量

6. 用铜电极电解 CuCl_2 的水溶液, 不考虑超电势, 在阳极上将会发生什么反应?

已知 $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+}, \text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}) = 1.23 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Cl}_2, \text{Cl}^-) = 1.36 \text{ V}$

- (A) 析出氧气 (B) 析出氯气 (C) 析出铜 (D) 铜电极溶解

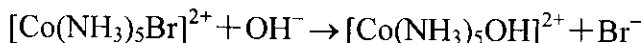
7. 三维平动子的平动能 $\epsilon_i = 6h^2/8mV^{2/3}$ 能级的简并度为:

- (A) 1 (B) 3 (C) 6 (D) 0

8. 天空中的水滴大小不等, 在运动中, 这些水滴的变化趋势如何?

- (A) 大水滴分散成小水滴, 半径趋于相等 (B) 大水滴变大, 小水滴缩小
(C) 大小水滴的变化没有规律 (D) 不会产生变化

9. 对于水溶液中的反应



如果增加离子强度, 此反应的速率将:

- (A) 不变 (B) 降低 (C) 增大 (D) 不能确定

10. 在平行反应中要提高活化能较低的反应的产率, 应采取的措施为

- (A) 升高温度 (B) 降低温度 (C) 保持温度不变 (D) 无法确定

二、计算题（15 分）

在 100℃ 时，1 mol 水向一真空容器蒸发，最后压力为 30.39 kPa。在此过程中吸收热量 37.57 kJ。计算过程的 W ， ΔU ， ΔH ， ΔS 及 ΔG 值。已知 100℃ 水的饱和蒸气压为 101.325 kPa。（水蒸气作为理想气体）

三、证明题（12 分）

$$C_V \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_U = P - T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

四、计算题(13 分)

在 100g 水中溶解 29g NaCl，该溶液在 373K 时的蒸气压为 82926.5Pa，求 373K 时溶液的渗透压。已知 373K 时水的比容为 $1.043 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

五、计算题（15 分）

在大气压力下，NaCl--H₂O 二组分系统的最低共熔点为 252K，最低共熔点时溶液的组成为质量分数 $w(\text{NaCl})=0.223$ ，在该点有 H₂O(s)和 NaCl · 2H₂O(s)的结晶析出。在 264K 时，NaCl · 2H₂O (s) 分解生成 NaCl(s)和质量分数为 0.27 的 NaCl 水溶液。已知 NaCl(s) 在水中的溶解度随温度升高变化很小。NaCl 与 H₂O 的摩尔质量分别为 $58.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $18.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- (1) 画出该系统的相图简图，并指出图中各区的相态；
- (2) 若将 NaCl 溶入水来作致冷剂，可获得的最低温度是多少？
- (3) 炼油厂所用淡水由海水 [$w(\text{NaCl}) = 0.035$] 淡化而来，其方法是利用液化气膨胀吸热，使泵取的海水在装置中降温，析出冰，将冰溶化而得淡水。现泵取 1Kg 海水，能得到淡水的最大量为多少？

六、计算题（15 分）

在一抽真空容器中放有固态 NH₄I，当加热至 402.5 °C 时，起初只有气态 NH₃和 HI 生成，且在相当长的时间内压力保持在 94.0 kPa。后因 HI 逐渐分解成 H₂和气态 I₂，压力不断变化。问最终的平衡压力是多少。已知 402.5 °C 时纯 HI 的离解度为 21.5%。假设达平衡时容器内仍有固态 NH₄I；气体服从理想气体状态方程 ($p^\ominus = 101325 \text{ Pa}$)。

七、计算题（15 分）

碘 ¹²⁷I₂ 的平衡核间距为 $2.666 \times 10^{-10} \text{ m}$ ，计算：

- (1) 转动惯量
- (2) 转动特征温度
- (3) 300K 时的转动配分函数和 $S_{r,m}$ (利用公式 $S_{r,m} = R[\ln(T/\sigma \Theta_r) + 1]$)

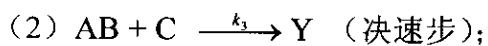
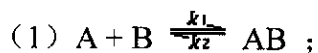
八、计算题(15 分)

为使钢液不至从盛液容器底部的透气多孔砖细孔中漏出，钢液在容器中的高度应控制为多少？已知：钢液密度 $\rho = 7000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ， $\gamma = 1.3 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ ，

接触角 $\theta = 150^\circ$, 透气孔半径: $1 \times 10^{-5} \text{m}$ 。

九、计算题(10 分)

反应 $A + B + C \longrightarrow Y$ 的反应历程为:



试推导总包反应堆速率方程。

十、设计题(10 分)

试设计一个电化学实验以测量 AgCl 的溶度积。写明实验装置及实验原理