

河北工业大学 2010 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A] 卷

科目名称 物理化学

科目代码 854 共 3 页

适用专业 应用化学

注：所有试题答案一律写在答题纸上。答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、填空选择题(共30分,每题3分。答案一律写在答题纸上,否则无效。)

1. 1mol 理想气体经节流膨胀过程 (即 Joule-Thomson 实验) 压力自 p_1 降低到 p_2 , 此过程的 Q _____ 0, ΔU _____ 0, ΔA _____ 0。(填>, =或<)
2. 常温常压下 2mol H_2 和 2mol Cl_2 在一绝热钢筒内发生反应生成 HCl 气体, 则此过程的 ΔH _____ 0, ΔS _____ 0, ΔG _____ 0。(填>, =或<)
3. 硫酸与水可形成 $H_2SO_4 \cdot H_2O(s)$ 、 $H_2SO_4 \cdot 2H_2O(s)$ 、 $H_2SO_4 \cdot 4H_2O(s)$ 三种水合物, 问在 101 325 Pa 的压力下, 能与硫酸水溶液及冰平衡共存的硫酸水合物最多可有多少种?
(A) 3 种 (B) 2 种 (C) 1 种 (D) 不可能有硫酸水合物与之平衡共存。
4. 今有 298 K, p^θ 的 N_2 气(状态 I)和 323 K, p^θ 的 N_2 气(状态 II)各一瓶, 问哪瓶 N_2 气的摩尔吉布斯函数大?
(A) $G_m(I) > G_m(II)$ (B) $G_m(I) < G_m(II)$ (C) $G_m(I) = G_m(II)$ (D) 不可比较
5. 对于组成不变的均相封闭系统, 在 $W' = 0$ 的条件下, $(\partial U / \partial S)_V =$
(A) $(\partial A / \partial V)_T$ (B) $(\partial H / \partial S)_p$ (C) $(\partial U / \partial V)_S$ (D) $(\partial G / \partial T)_p$
6. 在定压不做非体积功的过程中, 系统吸收的热量全部用于:
(A) 热力学能 U 的增加 (B) 对外做体积功 (C) 吉布斯函数 G 的增加 (D) 焓 H 的增加
7. 平行反应 $A \xrightarrow{k_1} B$
 $A \xrightarrow{k_2} C$ 中, $k_1 = 10/\text{min}$, $k_2 = 20/\text{min}$, 若初始只有 A, 则反应过程中产物 B 和 C 的浓度之比 $c(B)/c(C)$ 为
(A) 1 (B) 2 (C) 0.5 (D) 无法确定其变化
8. 原电池放电时, 随电流密度增加, 阳极电势会变_____, 阴极电势会变_____。
(A) 高, 高 (B) 高, 低 (C) 低, 高 (D) 低, 低
9. 298.15K 时, 浓度均为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的以下几种电解质水溶液中, 离子平均活度因子最大的是:
(A) KCl (B) CaCl_2 (C) LaCl_3 (D) $\text{In}_2(\text{SO}_4)_3$
10. 烧杯中盛有某种溶胶 20 cm^3 , 如要使其聚沉, 至少需浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 NaCl 溶液 20 cm^3 , 或者浓度为 $0.001 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 Na_2SO_4 溶液 100 cm^3 。由这些数据可以得出的结论是:
(A) 溶胶带正电, NaCl 的聚沉值比 Na_2SO_4 的小 (B) 溶胶带负电, NaCl 的聚沉值比 Na_2SO_4 的大

(C)溶胶带正电, NaCl 的聚沉能力比 Na_2SO_4 的小 (D) 溶胶带负电, NaCl 的聚沉能力比 Na_2SO_4 的大

二、问答题 (共 20 分, 每题 5 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 请写出理想液态混合物中任一组分 B 的化学势表达式, 并说明其标准态是如何规定的?
2. 某反应物消耗掉 $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{3}{4}$ 所需时间分别为 $t_{1/2}$ 和 $t_{3/4}$, 若 $t_{1/2}/t_{3/4} = \frac{1}{5}$, 则反应对该反应物是几级反应, 为什么?
3. 两只烧杯各有 1 kg 水, 向 A 杯中加入 0.01 mol 蔗糖, 向 B 杯内溶入 0.01 mol NaCl, 两只烧杯按同样速度冷却降温, 请预测二者结冰的先后次序, 并说明原因。
4. 定温定压下, 物体表面有自动收缩和自发吸附外来分子的趋势, 请问从热力学上看, 产生这些表面现象的热力学原因是什么?

注意: 以下为计算题, 在答题时要列出详细运算步骤, 并计算出最终结果(包括单位)。

计算过程中, 摩尔气体常数 R 取 $8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$; 法拉第常数 F 取 $96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

三、计算题 (18 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1 mol 理想气体 ($C_{V,m} = 1.5R$), 始态为 $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 11.2 dm^3 , 经 $pT = \text{常数}$ 的可逆过程压缩到终态为 $4 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。求终态温度 T_2 以及该过程的 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 。

四、计算题 (18 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

已知甲醇在 298K 下的饱和蒸汽压为 16.59 kPa , 摩尔汽化焓为 $38.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 今将 1 mol 298K 的饱和甲醇蒸汽在 101325 Pa 外压下的定温 298K 压缩为液体。(1) 若蒸汽视为理想气体, 忽略液体的体积, 求该过程的 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔG 和环境的熵变 $\Delta S_{\text{环}}$; (2) 温度变化不大时, 汽化焓视为常数, 求甲醇的正常沸点。

五、计算题 (20 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

空气和甲醇蒸汽通过银催化剂后, 可以得到甲醛。在反应过程中银逐渐失去光泽, 并且有些破碎。请根据下表中数据, 说明在 823K 及 100 kPa 总压进行上述反应时, 反应过程中是否有可能形成氧化银。设气相中氧的体积百分数为 10%。

	$\Delta_f H_m^\ominus(298\text{K}) / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	$S_m^\ominus(298\text{K}) / (\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	$C_{p,m} / (\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$
$\text{Ag}_2\text{O(s)}$	-30.59	121.71	65.69
Ag(s)	0	42.69	26.78
$\text{O}_2(\text{g})$	0	205.03	31.38

六、计算题 (16 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

已知标准电极电势 $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.337 \text{ V}$, $E^\ominus[\text{OH}^-/\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})/\text{Cu}] = 0.224 \text{ V}$ 。

(1) 计算电池 $\text{Cu} | \text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) | \text{OH}^-(0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}) || \text{Cu}^{2+}(0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}) | \text{Cu}$ 在 298 K 时的电动势并判断电池的反应方向, 写出电池反应;

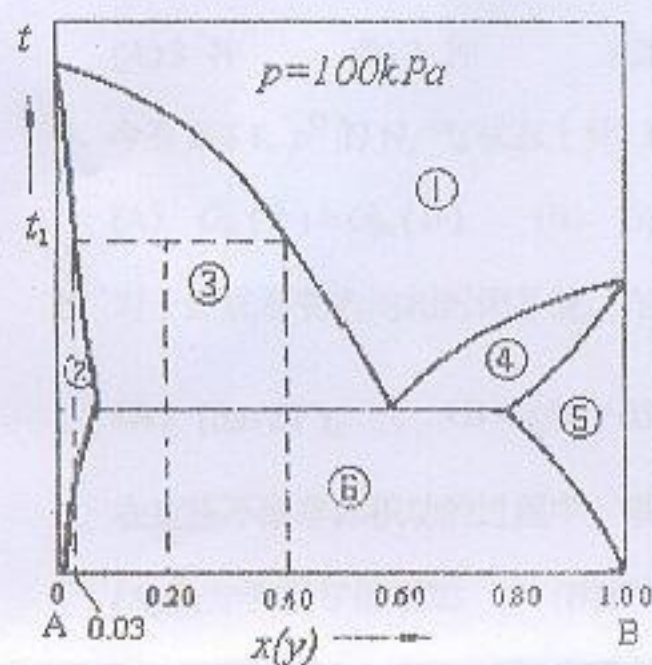
(2) 已知温度每升高一度, 上述电池电动势降低 $6.04 \times 10^{-5} \text{ V}$, 计算在 298 K 时, 当有 2 mol 电子的电量通过时, 电池反应的 $\Delta_r G_m^\ominus$, $\Delta_r S_m^\ominus$, $\Delta_r H_m^\ominus$ 。

七、计算题 (12 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

在一密闭容器中, 反应物 A、B 以等物质的量进行某气相反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g})$, 已知 298 K 时, 正反应的速率系数 $k_1 = 2.1 \times 10^{-5} \text{ Pa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, 逆反应的速率系数 $k_2 = 5 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$, 当温度升高到 310 K 时, 测得 k_1 和 k_2 的值均增加 1 倍, 设气体均为理想气体, 计算: (1) 298 K 时反应的平衡常数 K_p , K^\ominus 和 $\Delta_r G_m^\ominus$;

(2) 正反应和逆反应的实验活化能 $E_{\text{正}}$ 和 $E_{\text{逆}}$; (3) 298 K 时反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$;

八、计算题 (16 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)



如图所示为 A(l) 与 B(l) 在压力为 100 kPa 下形成二组分液态部分互溶的气-液平衡系统温度-组成图。

- 写出图中各相区的聚集态和成分;
- 写出图中水平线的含义、所代表的聚集态和成分;
- 2 mol B 与 8 mol A 的混合物, 在温度为 t_1 达到平衡, 根据图中数据, 计算各相的物质的量各为多少摩尔?
- 假设温度为 t_1 时的平衡液相可以看成理想稀溶液, 根据图中数据, 计算该温度下溶质的亨利系数以及纯溶剂的饱和蒸汽压。