

太原理工大学 2013 年攻读硕士研究生入学试题

考试科目: 物理化学 B

科目代码: 807

分值: 150

注意: 所有试题必须答在答题纸上, 答在试卷上无效。

常数: $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

$p^\ominus = 100 \text{ kPa}$

一、单项选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. 以下各项不属于热力学解决的问题是 ()
 a) 化学反应的机理 b) 化学平衡
 c) 化学反应的方向 d) 化学能与电能的转换
2. 催化剂能改变 ()
 a) 反应方向 b) 反应的平衡常数
 c) 反应机理 d) 反应的标准摩尔焓变
3. 胶体系统能够相对稳定的主要原因是 ()
 a) 具有 Tyndall 效应 b) 胶粒带电 c) 介质粘度大 d) 胶粒扩散
4. 两液体形成一理想溶液, 则说明 ()
 a) 溶剂分子与溶质分子间只有非常小的作用力
 b) 溶液中的两种组分可用精馏法进行分离
 c) 溶液的蒸气压介于同温下两种纯组分的蒸气压之间
5. 不挥发的溶质溶于溶剂中形成稀溶液后, 将会引起溶液的 ()
 a) 熔点升高 b) 沸点降低 c) 蒸气压下降
6. 在同温同压压力下, 一定量某物质的熵值 ()
 a) $S(\text{气}) > S(\text{液}) > S(\text{固})$ b) $S(\text{气}) < S(\text{液}) < S(\text{固})$
 c) $S(\text{气}) = S(\text{液}) = S(\text{固})$ d) $S(\text{气}) > S(\text{液}) = S(\text{固})$
7. 理想气体从状态 I 等温自由膨胀到状态 II, 可用哪个状态函数的变量来判断过程的自发性。 ()
 a) ΔG b) ΔS c) ΔH d) ΔU
8. 在最大气泡法测定液体表面张力的实验中, 从毛细管中逸出气泡的过程中, 气泡的曲率半径的变化过程是 ()
 a) 逐渐变大 b) 逐渐变小
 c) 先逐渐变大再逐渐变小 d) 先逐渐变小再逐渐变大
9. 对于任意给定的化学反应: $A + B \longrightarrow 2Y$, 在动力学研究中, 反应式 ()
 a) 表明它为二级反应 b) 表明了它是双分子反应
 c) 表明它为基元反应 d) 表明了反应物与产物分子间的计量关系
10. 基元反应 $\text{HI} + \text{C}_2\text{H}_4 = \text{C}_2\text{H}_5\text{I}$, 若浓度用 $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 作单位, 时间用 s 作单位, 则其速率常数的单位是 ()
 a) $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ b) s^{-1} c) $\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ d) $\text{mol}^2 \cdot \text{dm}^{-6} \cdot \text{s}^{-1}$

太原理工大学 2013 年攻读硕士研究生入学试题

考试科目: 物理化学 B

科目代码: 807

分值: 150

二、填空题 (每小题 2 分, 共 30 分)

- 多组分单相系统的热力学基本方程之一, $dG = -SdT + Vdp + \sum \mu_i dn_i$
- 热力学平衡包括 热平衡, 力学平衡, 化学平衡
- 一个球形液滴在等温下与蒸气呈平衡时, 液相的压力 > 气相的压力, 液相的化学势 = 气相的化学势。(选填 >, =, <)
- 将固体 NaHCO_3 放入真空容器内, 使其发生分解反应:

$$2\text{NaHCO}_3(\text{s}) = \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}), \quad 298 \text{ K}$$
 反应达到平衡时, 系统的组分数 $C =$ 3, 相数 $P =$ 3, 自由度 $F =$ 0。
- 克拉佩龙方程 $\frac{dT}{dp} = \frac{T\Delta_v V}{\Delta_v H_m}$ 表示了 相变温度与压力 的函数关系。
- 在电解过程中, 极化过程可使消耗的电功 增加; 在金属的电化学腐蚀过程中, 极化作用使腐蚀速率 减小。
- 在化工生产中, 对于放热对行反应都有一个 最佳温度 问题。对于几个平行反应, 升高温度有利于 主反应。
- 在稀的 AgNO_3 溶液中加入过量的 KI 稀溶液, 可以得到 AgI 溶胶。该溶胶的胶团结构式可表示为: $[\text{AgI}]_m \cdot n\text{I}^- \cdot (n-x)\text{K}^+$; 在电泳实验时, 该溶胶的胶粒向 阳极 移动。
- 水包油型 乳状液 (O/W 型) 的分散相是 油, 能够稳定乳状液的物质称为 乳化剂。
- 一系统经过 不可逆 循环后, 环境的熵变 > 0, 系统的熵变 = 0。(选填 <, =, >)
- $pV^\gamma = \text{常数}$ ($\gamma = C_{p,m}/C_{v,m}$) 适用的条件是 理想气体, 可逆绝热过程。
- 对于一个化学反应, 若知其 $\sum \nu_i C_{p,m}(T) > 0$, 则: $\Delta_r H_m^\ominus$ 随温度升高而 减小。
- 物理吸附与化学吸附最本质的区别是 吸附力不同。
- 常见的亚稳态有 过饱和溶液, 过热液体, 过冷蒸气。
- 一个玻璃毛细管分别插入 25°C 和 75°C 的水中, 则两个不同温度的水在毛细管中上升的高度 $h_{25^\circ\text{C}}$ > $h_{75^\circ\text{C}}$ (选填 >, =, <)。

太原理工大学 2013 年攻读硕士研究生入学试题

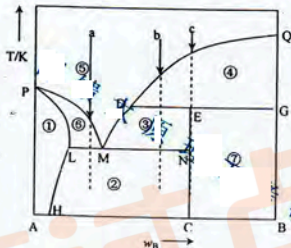
考试科目: 物理化学 B

科目代码: 807

分值: 150

三、简答题 (共 25 分)

- (10 分) 简述测定原电池电动势的原理, 说明盐桥的作用及作为盐桥中的电解质必须满足的条件。
- (15 分) 已知 A-B 二组分凝聚系统相图如下:



- (1) 写出图中各相区的稳定相及三相线上的相平衡关系;
- (2) 绘出状态点为 a, b, c 三个样品的冷却曲线, 并注明转折点相应的相变化。

四、计算题 (共 25 分)

- (20 分) 已知苯 (C_6H_6) 在 101.325 kPa 下于 80.1°C 下沸腾, $\Delta_{vap}H_m = 30.878 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 液体苯的摩尔定压热容 $C_{p,m} = 142.7 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。现将 40.53 kPa, 80.1°C 的苯蒸气 1 mol, 先恒温可逆压缩至 101.325 kPa, 并使其凝结成液态苯, 再在恒压下将其冷却至 60°C。求整个过程的 Q , W , ΔU , ΔH , ΔS 。(苯蒸气可视为理想气体)
- (10 分) 20°C 下 HCl (g) 溶于苯中达到平衡, 当气相中 HCl 的分压为 101.325 kPa 时, 溶液中 HCl 的摩尔分数为 0.0425。若 20°C 时 HCl 和苯蒸气总压为 101.325 kPa, 求 100 g 苯中溶解多少克 HCl。已知 20°C 时苯的饱和蒸气压为 10.0 kPa, HCl 的相对分子质量为 36.46

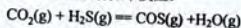
太原理工大学 2013 年攻读硕士研究生入学试题

考试科目: 物理化学 B

科目代码: 807

分值: 150

3. (15 分) CO_2 与 H_2S 在高温下有如下反应:



今在 610 K 时, 将 4.4 g CO_2 加入 2.5 dm^3 体积的空瓶中, 然后再充入 H_2S 使总压为 1013.25 kPa。平衡后取样分析其中含水的摩尔分数为 0.02。同样重复上述实验, 但温度维持在 620 K, 平衡后取样分析其中含水的摩尔分数为 0.03 (计算时可假定气体为理想气体)。

(1) 计算 610 K 时的 K^\ominus 和 $\Delta_r G_m^\ominus$;

(2) 计算反应的热效应 $\Delta_r H_m^\ominus$ (假定其不随温度发生变化);

(3) 610 K 时, 在反应器中充入惰性组分, 使压力加倍 (若保持反应器的体积不变), 试问 COS 的产量是增加、减少还是不变, 为什么?

4. (15 分) 某溶液中含有 NaOH 和 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ (用 A 表示), 初始浓度均为 0.01 $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。在 25℃ 时, 反应经过 10 min A 的转化率达 39%, 而在 35℃ 时, 反应 10 min 有 55% 的 A 转化。若该反应对 A 和 NaOH 均为一级, 估算 15℃ 时, 反应 10 min, 有多少 A 发生了反应?

5. (15 分) 已知 298 K 时, 一些物质的热力学数据:

物 质	Ag(s)	AgCl(s)	$\text{Cl}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus (\text{B}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	0	-46.19	0
$S_m^\ominus (\text{B}) / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	42.70	96.11	243.87

现有电池: $\text{Pt} | \text{Cl}_2 (100 \text{ kPa}) | \text{HCl} (0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}) | \text{AgCl} (\text{s}) | \text{Ag} (\text{s})$

(1) 写出电极反应和电池反应;

(2) 计算该电池反应在 298K 时的电动势、可逆工作热效应和电池电动势温度系数。