

深圳大学 2011 年硕士研究生入学考试初试试题

(答题必须写在答题纸上, 写在本试题纸上无效)

专业: 070305 高分子化学与物理、081704 应用化学、080502 材料学

考试科目代码: 823 考试科目名称: 物理化学

一、选择题 (本大题含 10 道小题, 每小题 2 分, 共 20 分)

1-1. 在一个密闭绝热的房间里放置一台电冰箱, 将冰箱门打开, 并接通电源使其工作, 过一段时间之后, 室内的平均气温将如何变化? ()

- A. 升高 B. 降低 C. 不变 D. 不一定

1-2. 对于理想气体向真空进行膨胀的过程, 以下说法错误的是 ()

- A. $\Delta U = 0$ B. $\Delta G = 0$ C. $Q = 0$ D. $W = 0$

1-3. 对于实际气体的绝热恒外压压缩过程, 以下说法正确的是 ()

- A. $\Delta U < 0$, $\Delta S < 0$ B. $\Delta U < 0$, $\Delta S > 0$
C. $\Delta U > 0$, $\Delta S < 0$ D. $\Delta U > 0$, $\Delta S > 0$

1-4. 一定温度下, 一定量的 $\text{PCl}_5(\text{g})$ 在某种条件下的解离度为 α , 改变下列条件, 何者可使 α 增大? ()

- A. 增加压力使体积缩小一倍
B. 体积不变, 通入 N_2 气使压力增大一倍
C. 压力不变, 通入 N_2 气使体积增大一倍
D. 体积不变, 通入 Cl_2 气使压力增大一倍

1-5. 对于单组分单相密闭系统, 当非体积功为零时, 其 $\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T$ 的值 ()

- A. 等于 0 B. 小于 0 C. 大于 0 D. 无法确定

1-6. 在 100°C 和 $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下, 水蒸发为水蒸气的过程中, 以下说法正确的是 ()

- A. $\Delta U = 0$ B. $\Delta H = 0$ C. $\Delta G = 0$ D. $\Delta S = 0$

1-7. 二组分合金处于低共熔温度时系统在标准压力下的自由度数为 ()

- A. 0 B. 1 C. 2 D. 3

1-8. 某化学反应在 300 K 和 1 个标准大气压于烧杯中进行, 放热 $60 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 若在相同条件下安排成可逆电池进行, 吸热 $6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则该系统的熵变为 ()

- A. $-200 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ B. $200 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
C. $-20 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ D. $20 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

1-9. 放射性 Pb^{201} 的半衰期为 8 h, 1 g 放射性 Pb^{201} 在 24 h 后还剩下 ()

- A. 1/8 g B. 1/4 g C. 1/3 g D. 1/2 g

1-10. 对于一般的化学反应, 当温度升高时应该有 ()

- A. 活化能显著降低
B. 平衡常数增大
C. 正向和逆向反应的速率常数同比例增大
D. 反应达到平衡的时间缩短

二、填空题 (本大题含 10 个空, 每空 2 分, 共 20 分)

2-1. 在某绝热恒容容器内装有 2 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$, 使二者完全燃烧, 则该过程的 ΔU _____ 0。(填写 “>”、“=” 或 “<”)

2-2. 298 K 时, 乙烯 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 的标准摩尔燃烧焓 $\Delta_c H_m^\theta$ 为 $-1411.0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^\theta$ 分别为 $-393.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 和 $-285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则乙烯 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 的标准摩尔生成焓 $\Delta_f H_m^\theta$ 为 _____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

2-3. 由 1 mol A 和 2 mol B 构成的液相混合物的体积为 100 cm^3 , 其中 A 的偏摩尔体积为 $60 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$, 则 B 的偏摩尔体积为 _____ $\text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

2-4. 100°C 和 $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ 下, 液态 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 和气态 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的化学势分别为 $\mu(\text{l})$ 和 $\mu(\text{g})$, 则 $\mu(\text{l})$ _____ $\mu(\text{g})$ 。(填写 “>”、“=” 或 “<”)

2-5. 在纯水中加入少量蔗糖形成理想稀溶液, 与纯水相比, 该溶液的沸点 _____。(填写 “升高”、“降低” 或 “保持不变”)

2-6. 已知 $\varphi^\theta(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.799 \text{ V}$, $\varphi^\theta(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.337 \text{ V}$, 则电解 Ag^+ 和 Cu^{2+} 的活度均为 1 的混合溶液时, 如果不考虑过电势, 在阴极上首先析出的金属是 _____。

2-7. 发生反应 $\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ 的原电池的表示式为 _____。

2-8. 液体在固体表面的润湿程度以_____衡量, 当_____时称为不润湿。

2-9. 电解质使溶胶发生聚沉时, 起主要作用的是与胶体粒子带电符号相_____的离子。(填写“同”或“反”)

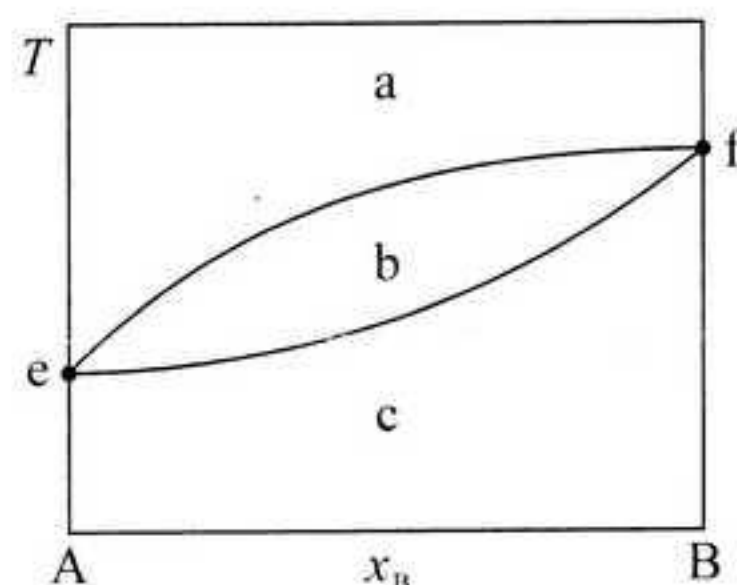
三、简答题(本大题含 4 道小题, 每小题 5 分, 共 20 分)

3-1. 试证明, 物质的量为 n 的理想气体在任意过程中的熵变可以用下式计算:

$$\Delta S = nC_{V,m} \ln \frac{T_2}{T_1} + nR \ln \frac{V_2}{V_1}$$

3-2. 请绘出水的相图, 并指出图中点和各线的意义。

3-3. 如右图所示是 A、B 两种完全互溶液体的沸点-组成图, 请说明该相图上 a、b、c 三个区域分别对应于哪些相? e 点和 f 点分别代表什么意思?



3-4. 试列举 2 种常用的可逆电极并写出它们的电极表示式和电极反应方程式。

四、计算题(本大题含 6 道计算题, 每小题 15 分, 共 90 分)

4-1. 298 K 下将 1 mol 的 N_2 (理想气体) 由 10^5 Pa 定温可逆压缩到 2×10^6 Pa, 试计算此过程的 W 、 Q 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔA 、 ΔG 。

4-2. -10°C 、 1.01325×10^5 Pa 时, 1 mol 过冷水凝固为同温同压的冰, 试计算该过程的 ΔH 、 ΔS 和 ΔG , 并判断该过程是否能自发进行。已知 0°C 、 1.01325×10^5 Pa 时冰的摩尔熔化焓 $\Delta_{\text{fus}} H_m = 6025 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$; 在 $-10^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}$ 温度范围内, 水和冰的平均摩尔定压热容 $C_{p,m}$ 分别为 $75.31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ 和 $37.66 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

4-3. 在标准压力和 298 K 时, 有反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g})$, 已知该反应的 $\Delta_r H_m^\ominus = 180.50 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_r S_m^\ominus = 24.81 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。设反应的 $\Delta C_p = 0$ 。试计算:

- (1) 当该反应的 $\Delta_r G_m^\ominus = 125.52 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 时的反应温度;
- (2) 在标准压力和题(1)的反应温度下, 反应 $\text{NO}(\text{g}) = 1/2\text{N}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g})$ 的标准平衡常数 $K^\ominus(2)$;
- (3) 在标准压力和题(1)的温度下, 反应开始时只有等物质的量的 $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$, 计算反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g})$ 中 $\text{N}_2(\text{g})$ 的平衡转化率。

4-4. 已知 10^5 Pa 时, 苯和甲苯的沸点分别为 353 K 和 383 K。又知苯和甲苯的摩尔蒸发焓 $\Delta_{\text{vap}} H_m$ 分别为 $30.03 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $33.87 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 且均与温度无关。现将 1 mol 苯和 1 mol 甲苯混合形成理想液态混合物, 试计算:

- (1) 373 K 时纯苯和纯甲苯的饱和蒸气压;
- (2) 373 K 时该理想液态混合物的蒸气压和气相组成。

4-5. 已知 298 K 时, $\varphi^\ominus(\text{Pb}^{2+} | \text{Pb}) = -0.1265 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Ag}^+ | \text{Ag}) = 0.7994 \text{ V}$, 对于以下电池



- (1) 写出该电池的电极反应和电池反应式;
- (2) 计算 298 K 时该电池的电动势及电池反应的 $\Delta_r G_m$ 和标准平衡常数 K^\ominus 。

4-6. 已知醋酸酐分解反应的活化能 $E_a = 144.348 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 600 K 时该反应的速率常数 $k = 0.308 \text{ s}^{-1}$ 。如果要控制该反应在 10 min 时的转化率达到 99%, 反应温度应该控制在多少度?