

南京大学 2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题(三小时)

考试科目名称及代码 材料化学基础 848

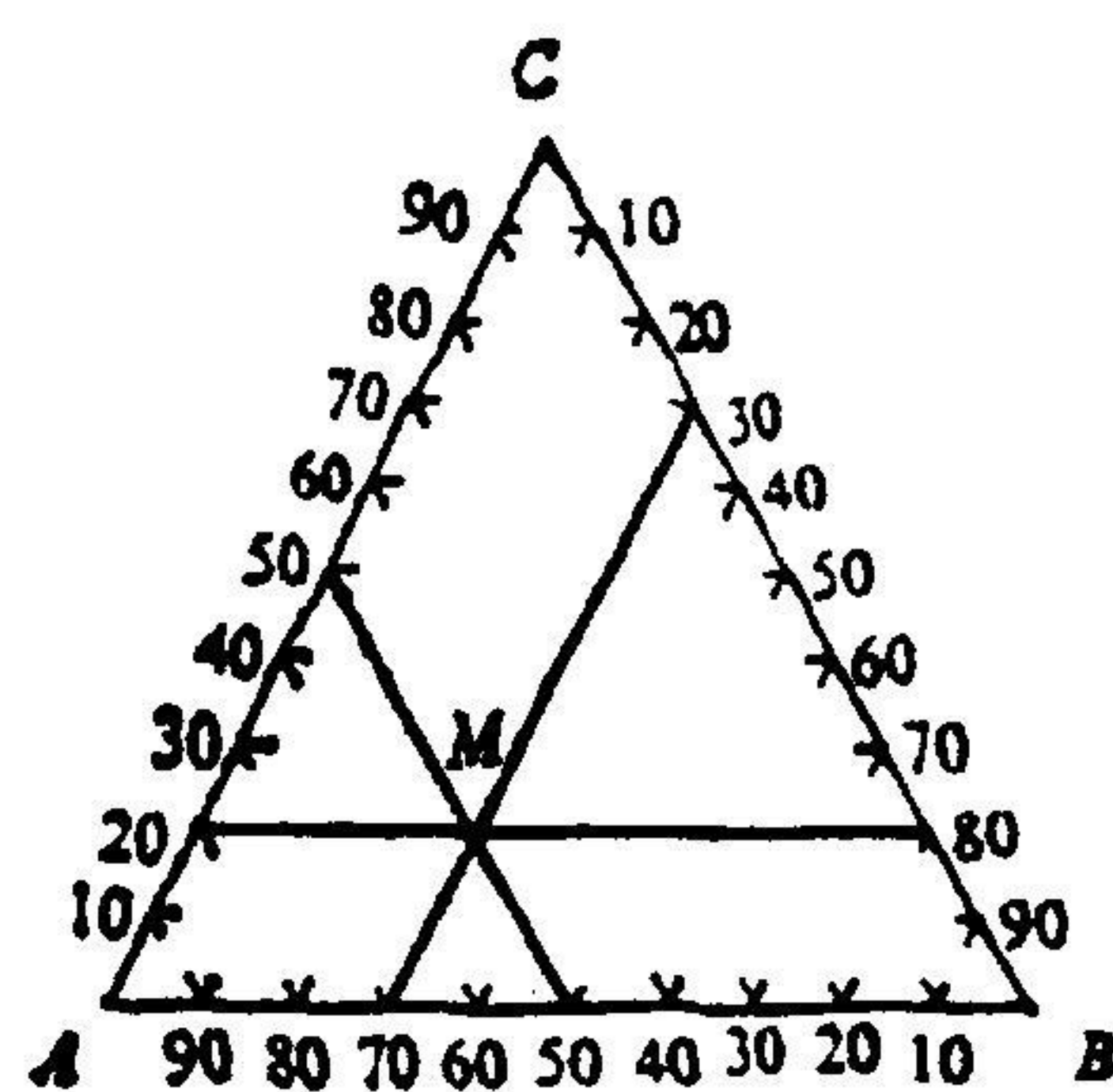
适用专业：材料系各专业

注意：

1. 所有答案必须写在研究生入学考试答题纸上，写在试卷和其他纸上无效；
2. 本科目允许使用无字典存储和编程功能的计算器。

一、填空题(40 分，每空 1 分)

1. 在一带活塞(设无摩擦无质量)的容器中有氮气 0.5 mol，容器底部有一密封小瓶，瓶中有液体水 1.5 mol，整个系统的温度为 100 °C，压力为 101.3 kPa。今使小瓶破碎，在维持 101.3 kPa 下水全部蒸发为水蒸气，终态温度仍为 100 °C。已知水在 100 °C、101.3 kPa 下的汽化焓为 40.67 kJ · mol⁻¹，氮气和水蒸气均按理想气体考虑。此过程的 Q _____，W _____， ΔU _____， ΔH _____， ΔS _____， ΔA _____， ΔG _____。
2. 一定量的理想气体由同一始态压缩到同一终态压力 p，定温压缩过程的的体积为 V，可逆绝热压缩过程的体积为 V'，则 V' _____ V。(选填>、=、<)
3. 等式 $(\frac{\partial U}{\partial V})_T = (\frac{\partial U}{\partial p})_T = (\frac{\partial H}{\partial V})_T = 0$ 适用于 _____。
4. 已知 37.0 °C 时水的体积质量为 998.2 kg · m⁻³，水的凝固点降低系数 $k_f = 1.86 K \cdot kg \cdot mol^{-1}$ 。血浆可视为稀溶液。若人的血浆的凝固点为 -0.560 °C，则 37.0 °C 时血浆的渗透压 _____。
5. 下图是 A、B、C 三组分系统相图的等边三角形表示法。请写出系统中 M 所代表的系统组成(以摩尔分数表示)： $x_A =$ _____， $x_B =$ _____， $x_C =$ _____。



6. 写出标准平衡常数的定义式 _____，写出标准平衡常

数与温度的关系式(范特霍夫方程式)_____。

7. 根据理论分析, 填写下表(选填“向左”或“向右”):

	平衡移动方向		
	升高温度 (p 不变)	加入惰性气体 (T, p 不变)	升高总压力 (T 不变)
放热 $\sum \nu_B(g) > 0$			
吸热 $\sum \nu_B(g) < 0$			
吸热 $\sum \nu_B(g) > 0$			

8. 反应活化能 $E_a = 250 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应温度从 300 K 升高到 310 K, 速率系数 k 增加_____倍。

9. 某学生想制备一在电泳实验中朝正极运动的AgBr溶胶, 那么在浓度为 $0.016 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 体积为 0.025 dm^3 的AgNO₃溶液中加入浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的KBr溶液_____ cm^3 , 所制得的AgBr溶液的胶团结构表示式为: _____。物质的量浓度相同的NaCl、CuCl₂、AlCl₃、Na₂SO₄、Na₃PO₄等溶液, 其中聚沉能力最大的为_____溶液。

10. ζ 电势在量值上_____于热力学电势 ψ_e ; 当外加电解质浓度增加时, ζ 电势在量值上变_____。

11. 有机物数目庞大, 其中一个原因就是有机物的同分异构。同分异构可分为_____和_____两大类。

12. 当等体积的 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的水溶液与 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的水溶液混合, 混合溶液的离子强度 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

13. 临界状态下, 由于_____, 所以液体的表面张力_____。

14. 某电解质溶液, 其中含 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的CuSO₄及 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的ZnSO₄, 在 298.15 K 进行电解:

(1) 计算Zn的平衡电极电势 $E(\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$, Cu的平衡电极电势 $E(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ 。(设CuSO₄及ZnSO₄溶液中Cu²⁺及Zn²⁺的活度因子均为 1)。已知 298.15 K 时, $E^\circ(\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}) = 0.3042 \text{ V}$, $E^\circ(\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}) = -0.7628 \text{ V}$ 。

(2) 若不考虑金属的析出超电势, 则_____金属首先在阴极上还原。

15. 在气体被固体吸附的过程中, 其熵变 ΔS _____ 0, 焓变 ΔH _____ 0。

二、 选择题(30 分, 每题 2 分)

1. 理想气体定温自由膨胀过程为 ()

- (A) $Q > 0$;
(B) $\Delta U < 0$;
(C) $W < 0$;
(D) $\Delta H = 0$ 。

2. 对于封闭系统来说, 当过程的始态、终态确定后, 下列各项中没有确定值的是 ()
- (A) Q ;
 (B) $Q+W$;
 (C) $W(Q=0)$;
 (D) $Q(W=0)$ 。
3. 已知: 373.17 K, 101325 Pa 液态水的化学势为 μ_1 , 373.17 K, 101325 Pa 水蒸气的化学势为 μ_2 , 373.17 K, 202650 Pa 液态水的化学势为 μ_3 , 373.17 K, 202650 Pa 水蒸气的化学势为 μ_4 , 下列关系正确的是 ()
- (A) $\mu_4 > \mu_3 > \mu_2 = \mu_1$;
 (B) $\mu_3 > \mu_4 > \mu_2 = \mu_1$;
 (C) $\mu_2 = \mu_1 > \mu_4 > \mu_3$;
 (D) $\mu_2 = \mu_1 > \mu_3 > \mu_4$ 。
4. 将 20 g 的 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 和 60 g 的 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 分别放入抽真空、同容积的 A 容器和 B 容器中, 且与同一定温热源相接触, 达到化学平衡时 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 部分分解为 $\text{CaO}(\text{s})$ 和 $\text{CO}_2(\text{g})$, 若忽略固体体积, 则两容器中 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 的分解量为: ()
- (A) A 容器中的多;
 (B) B 容器中的多;
 (C) 一样多;
 (D) 无法确定。
5. 温度升高时, 固体氧化物的分解压力(分解反应是吸热反应): ()
- (A) 降低;
 (B) 增大;
 (C) 恒定;
 (D) 无法确定。
6. 对元反应 $A+2B \rightarrow C$, 若将其反应速率方程写为下列形式:
 $-\frac{dc_A}{dt} = k_A c_A c_B$, $-\frac{dc_B}{dt} = k_B c_A c_B$, $-\frac{dc_C}{dt} = k_C c_A c_B$, 则 k_A 、 k_B 、 k_C 间的关系 ()
- (A) $k_A = k_B = k_C$;
 (B) $k_A = 2k_B = k_C$;
 (C) $k_A = \frac{1}{2}k_B = k_C$;
 (D) 无法确定。
7. 某反应 $A \rightarrow Y$, 如果反应物 A 的浓度减少一半, 它的半衰期也缩短一半, 则该反应的反应级数 ()

- (A) 零级;
(B) 一级;
(C) 二级;
(D) 三级。
8. 向碘化银正溶胶中滴加过量的 KI 溶液, 则所生成的新溶胶在外加直流电场中的移动方向为 ()
(A) 向正极移动;
(B) 向负极移动;
(C) 静止不动;
(D) 无法确定。
9. 电动现象直接与()有关。
(A) 固体表面热力学电势 ψ_e ;
(B) Stern 电势 ψ_δ ;
(C) 动电电势 ζ ;
(D) 表面电荷密度。
10. 电解质的平均离子活度因子 $\gamma_{\pm} < 1$, 主要原因是 ()
(A) 正、负离子间的作用力大;
(B) 溶质与溶剂间的作用力大;
(C) 离子的溶剂化作用力大;
(D) 溶剂分子间的作用力大。
11. 无限稀薄的 KCl 溶液中, Cl^- 的迁移数为 0.505, 该溶液中的 K^+ 的迁移数为 ()
(A) 0.505;
(B) 0.495;
(C) 67.5;
(D) 64.3。
12. 液体表面分子所受合力的方向总是 ()
(A) 沿液体表面的法线方向, 指向液体内部;
(B) 沿液体表面的法线方向, 指向气相;
(C) 沿液面的切线方向;
(D) 无确定方向。
13. 温度与表面张力的关系是 ()
(A) 温度升高表面张力降低;
(B) 温度升高表面张力增加;
(C) 温度对表面张力无影响;
(D) 无法确定。

14. 某物质在溶液表面的吸附达到平衡时, 则该物质在表面的化学势 $\mu(\text{表})$ 与溶液内部该物质的化学势 $\mu(\text{内})$ 的关系是 ()

- (A) $\mu(\text{表}) > \mu(\text{内})$;
 (B) $\mu(\text{表}) < \mu(\text{内})$;
 (C) $\mu(\text{表}) = \mu(\text{内})$;
 (D) 无法确定。

15. 通过电动势的测定, 可以求出难溶盐的活度积, 现欲求 AgCl 的活度积, 则应设计的原电池为 ()

- (A) $\text{Ag}(s) | \text{AgCl}(s) | \text{HCl}(aq) | \text{Cl}_2(p^\ominus) | \text{Pt}$;
 (B) $\text{Pt} | \text{Cl}_2(p^\ominus) | \text{HCl}(aq) | \text{AgCl}(s) | \text{Ag}(s)$;
 (C) $\text{Ag}(s) | \text{AgNO}_3(aq) || \text{HCl}(aq) | \text{AgCl}(s) | \text{Ag}(s)$;
 (D) $\text{Ag}(s) | \text{AgCl}(s) | \text{HCl}(aq) || \text{AgNO}_3(aq) | \text{Ag}(s)$

三、简答题(40 分)

1. 有机物分子中的电子效应是影响有机物性质的重要因素之一, 试简述诱导效应? (4')
2. 试比较和说明金属的化学腐蚀和电化学腐蚀的不同特征? (4')
3. 试用吉布斯相律论证下列结论的正确性: (4')
 - (1) 纯物质在一定压力下的熔点为定值。
 - (2) 纯液体在一定的温度下有一定的蒸气压。
4. 在做重量分析实验时, 为了尽可能使沉淀完全, 通常加入大量电解质(非沉淀剂), 或将溶胶适当加热, 试从胶体分散系统观点出发, 解释其原因? (4')
5. 在一维纳米材料的制备中, 很多要用到气—液—固生长机制(即: V-L-S 法), 试简述 V-L-S 法的基本原理? (4')
6. 溶胶—凝胶法(即: Sol-Gel 法)是在现代材料制备中经常采用的一种方法, 试简述 Sol-Gel 法的基本原理及其特点? (4')
7. 为什么很稀的电解质溶液还会对理想稀溶液的热力学规律发生偏移? (4')
8. 简述朗缪尔单分子层吸附理论的基本假设, 并根据基本假设推导出吸附等温式 $\theta = \frac{bp}{1+bp}$ 。? (4')
9. 试解释为什么自由液滴或气泡(即不受外加力场影响时)通常都呈球形? (4')
10. 目前, 能源问题是全世界共同面临的问题, 而汽车发动机燃油效率的提高可在一定程度上减缓能源的消耗。(1)试根据你所学的知识, 提出能提

高汽车发动机燃油效率的方法。(2)若采用你所提出的方法,估算汽车发动机的效率?(4')

四、一些金属在空气中氧化时,其氧化层厚度随时间的增长服从抛物线规律,这是为什么?从动力学角度看,应属于几级反应?(8')

五、由 C_p 和 C_v 的定义式推导证明: $C_p - C_v = [(\frac{\partial U}{\partial V})_T + P](\frac{\partial V}{\partial T})_p$ 。(8')

六、聚四氟乙烯是较常用的一种塑料,有“塑料王”之称。试写出合成聚四氟乙烯的反应方程式,并指出该合成反应是什么类型?聚四氟乙烯有何特点?(8')

七、在 298.15 K 及 p^\ominus 的条件下,将一可逆电池短路,使有 1 F(即 $96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$) 的电量通过,电池此时放出的热量恰为该电池可逆操作时所吸收热量的 43 倍。在此条件下,该电池电动势的温度系数为 $1.4 \times 10^{-4} \text{ V} \cdot \text{K}^{-1}$ 。(8')

(1) 求该电池反应的 $\Delta_r S_m$ 、 $\Delta_r H_m$ 、 $\Delta_r G_m$ 、 Q_r ?

(2) 求该电池在 298.15 K 及 p^\ominus 的条件下的电动势?

八、下图为生成一个三元化合物的三元相图,试问:(8')

(1) 判断三元化合物 N 的性质?

(2) 标出边界曲线的温降方向(转熔界线用双箭头)?

(3) 指出无变点 K、L、M 的性质?

(4) 分析点 1、2 的结晶路程(表明液固相组成点的变化及各阶段的相变化)?

