

河北工程大学

二〇二〇年硕士研究生招生考试试题（正题）

考试科目代码 813 考试科目名称 物理化学

所有答案必须写在答题纸上，做在试题纸或草稿纸上无效。

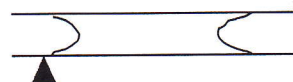
一、选择题（共 30 分，每题 2 分）

1. 在任意温度和压力下，理想气体的压缩因子 Z ()。
(A) > 1 (B) < 1 (C) $= 1$ (D) 无法确定
2. 封闭系统经过任意循环过程，则有 ()。
(A) $W=0$ (B) $Q=0$ (C) $W+Q=0$ (D) 均不正确
3. 在一个体积恒定的绝热箱中有一绝热隔板，其两侧放有 n, T, p 皆不相同的 $N_2(g)$ ， $N_2(g)$ 可视为理想气体，今抽去隔板，则此过程的 ΔH ()。
(A) > 0 (B) < 0 (C) $= 0$ (D) 无法确定
4. 在隔离系统中发生的 () 过程，系统的熵变 $\Delta S = 0$ 。
(A) 任何 (B) 循环 (C) 可逆 (D) 不可逆
5. 在 101.325kPa 的压力下，将蔗糖稀溶液缓慢降温时会析出纯冰。则相对于纯水而言，加入蔗糖将会出现蒸气压 ()。
(A) 升高 (B) 降低 (C) 不变 (D) 无规律
6. 300K 下，某抽空容器中通入 A、B 和 C 三种理想气体，使 $p_A = p_B = p_C = 100\text{kPa}$ 。已知反应 $A(g) + 2B(g) = C(g)$ 在 300K 时的 $K^\theta = 1$ 。则上述条件下，反应 ()。
(A) 向左进行 (B) 向右进行
(C) 处于平衡状态 (D) 无法确定
7. 二组分系统等温或等压相图中，系统点与相点一致的是 ()。
(A) 单相区 (B) 两相平衡区 (C) 三相区 (D) 不存在
8. 区别单相系统和多相系统的主要根据是()。
(A) 化学性质是否相同 (B) 物理性质是否相同
(C) 物质组成是否相同 (D) 物理性质和化学性质是否都相同
9. 若下列电解质溶液的浓度都为 $0.01\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ，离子平均活度系数最小的是 ()
(A) ZnSO_4 (B) CaCl_2 (C) KCl (D) 无法确定
10. 实际电解时，在阴极上首先发生还原作用而放电的是 ()。

- (A) 标准电极电位最大者; (B) 标准还原电极电位最小者;
 (C) 考虑极化后析出电位最大者; (D) 考虑极化后析出电位最小者。

11. 如图在毛细管里装入润湿性液体,当毛细管左端加热时,管内的润湿性液体将()。

- (A) 向左移动 (B) 向右移动
 (C) 不发生移动 (D) 因失去平衡而左右来回移动



12. 向液体中加入表面活性物质后()。
 (A) $d\gamma/dc < 0$, 正吸附 (B) $d\gamma/dc > 0$, 负吸附
 (C) $d\gamma/dc > 0$, 正吸附 (D) $d\gamma/dc < 0$, 负吸附

13. 在 T 、 V 恒定的条件下, 基元反应 $A(g) + B(g) \longrightarrow D(g)$, 此反应的反应分子数为()。

- (A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 无法确定

14. 25°C 时, 气相反应 $2A(g) \longrightarrow C(g) + D(g)$, 反应前 $A(g)$ 的物质的量浓度为 $c_{A,0}$, 速率常数为 k_A , 此反应进行完全 (即 $c_A=0$) 所需的时间是有限的, 用符号 t_∞ 表示, 而且 $t_\infty = c_{A,0} / k_A$, 则此反应必为()。

- (A) 二级反应 (B) 一级反应 (C) 0.5 级反应 (D) 零级反应

15. 若分散相固体微小粒子表面吸附负离子, 则该胶体粒子的 ζ 电势()。

- (A) 大于零 (B) 等于零 (C) 小于零 (D) 等于外加电势差

二、填空题 (共 15 分, 每空 1 分)

1. 恒温 100°C 下, 在一个带有活塞的气缸中装有 3.5mol 的水蒸气 $\text{H}_2\text{O}(g)$, 当缓慢的压缩到压力 p 为 _____ kPa 时才可能有水滴 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 出现。

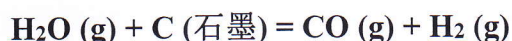
2. 热力学第一定律的数学表达式为_____。

3. 一定量的理想气体经节流膨胀过程, $\Delta U = \underline{\hspace{2cm}}$, $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

4. 在恒温恒压的条件下, 比较同样质量的纯铁与碳钢的熵值, S (纯铁) _____ S (碳钢)

5. 恒温恒压下的一切相变化必然朝着化学势_____的方向进行。

6. 水蒸气通过灼热的 C (石墨) 发生下列反应:



此平衡系统的物种数 $S = \underline{\hspace{2cm}}$, 组分数 $C = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

7. 强电解质 CaCl_2 的水溶液, 其离子平均活度 a_\pm 与电解质活度 a_b 之间的关系为_____。

8. 浓度为 b 的 AB 型电解质水溶液, 其平均浓度 b_\pm 是_____。

9. 当通过电极的电流不趋于零时, 电极电势将偏离平衡电极电势, 这种现象称为电极

的_____。

10. 将洁净的玻璃毛细管（能被水润湿）垂直插入水中时，水柱将在毛细管中上升，玻璃毛细管水面上的饱和蒸气压_____同温度下水平的水面上的饱和蒸气压。

(选填 >或 <)

11. 郎缪尔提出的吸附理论及推导的吸附等温式，适用于_____（选填 单或多）分子层吸附。

12. 阿仑尼乌斯方程可以定量表示速率常数 k 与温度 T 的关系，其表达式为_____。

13. 电解质 Na_2SO_4 , MgCl_2 和 AlCl_3 对某溶胶的聚沉值分别为 148, 12.5 和 0.17, 则该溶胶带_____电荷。

三、简答题（共 30 分，每题 5 分）

1. 任何状态函数变了，体系的状态是否一定改变？状态变了，体系的一切状态函数是否都要改变？

2. 由 A 和 B 组成的溶液沸腾时，必然需要 A 和 B 的分压分别等于 101.325 kPa。此种说法对吗？为什么？

3. 在二组分固液平衡体系中，稳定化合物、不稳定化合物二者有何区别？它们的相图有何区别？

4. 法拉第电解定律的基本内容是什么？这定律在电化学中有何用处？

5. 常见的亚稳定状态有哪些？为什么会产生亚稳定状态？如何防止亚稳状态的产生？

6. 以等体积的 $0.08 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ AgNO_3 和 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ KCl 溶液制备 AgCl 溶胶。

(1) 试写出胶团结构式；(2) 指出胶粒的电泳方向；(3) 加入电解质 MgSO_4 , AlCl_3 , Na_3PO_4 使上述溶胶聚沉，则电解质聚沉能力大小顺序是什么？

四、计算题（共 60 分）

1. (10 分) 2 mol 空气初始温度为 298K, 压力为 100kPa, 经绝热压缩至 358K、200kPa, 求: $Q, W, \Delta U, \Delta H$ 。(假设空气为理想气体, $C_{v,m} = 25.3 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

2. (10 分) 60°C 时甲醇的饱和蒸气压是 83.4kPa, 乙醇的饱和蒸气压是 47.0kPa。二者可形成理想液态混合物, 若甲醇和乙醇形成的混合物中甲醇的质量百分数为 30%, 求 60°C 时此混合物的平衡蒸气组成, 以摩尔分数表示。已知: $M_{\text{甲醇}} = 32.0 \text{ g/mol}$, $M_{\text{乙醇}} = 46.1 \text{ g/mol}$ 。

3. (12 分) 473.15 K 时, 测定氧气在催化剂表面上的吸附作用, 当平衡压力分别为 101.325kPa 及 1013.25kPa 时, 每千克催化剂的表面吸附氧的体积分别为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ 及 $4.2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ (已换算为标准状况下的体积), 假设该吸附作用服从朗缪尔公式, 试

计算当氧气的吸附量为饱和吸附量的一半时，氧气的平衡压力为多少？

4. (13分) 某药物分解反应的速率常数与温度的关系为：

$$\ln\left(\frac{k}{h^{-1}}\right) = -\frac{8938}{T/K} + 20.40$$

- (1) 在 30 °C 时，药物第一小时的分解率是多少？
- (2) 若此药物分解 30% 时即认为失效，那么药物在 30 °C 下保存的有效期为多长时间？
- (3) 欲使有效期延长两年以上，则保存温度不能超过多少度？

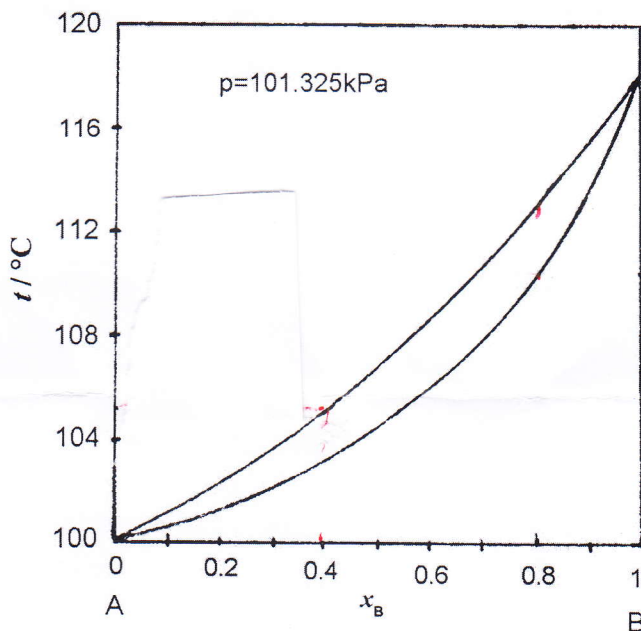
5. (15分) 25 °C 时，电池 $\text{Zn}|\text{ZnCl}_2(0.555 \text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1})|\text{AgCl}(s)|\text{Ag}$ 的电动势 $E = 1.015\text{V}$ 。

已知 $E^\ominus(\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}) = -0.7620\text{V}$ ， $E^\ominus(\text{Cl}|\text{AgCl}|\text{Ag}) = 0.2222\text{V}$ ，电池电动势的温度系数为： $\left(\frac{dE}{dT}\right)_p = -4.02 \times 10^{-4} \text{V}\cdot\text{K}^{-1}$

- (1) 写出电池反应；
- (2) 计算反应的标准平衡常数 K^\ominus ；
- (3) 计算电池反应的可逆热 $Q_{r,m}$ ；

五、相图题 (共 15 分)

101.325kPa 下水 (A) - 醋酸 (B) 系统的气-液平衡相图如下所示。



- (1) 从图上找出组成为 $x_B = 0.800$ 的液相的泡点；
从图上找出组成为 $y_B = 0.800$ 的气相的露点；
- (2) 105.0°C 时气液平衡两相的组成是多少？
- (3) 9kg 水与 30kg 醋酸组成的系统在达到 105.0°C 平衡时，气液两相的质量各为多少？