

中国科学院大学

2020 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：普通化学（乙）

考生须知：

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均一律无效。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。

一、单项选择题（每题选一个最佳答案，每小题 2 分，共 30 分）

1. 在硝酸 HNO_3 和硝酸根 NO_3^- 结构中具有的大 π 键分别是（ ）
A Π_3^3 键和 Π_4^4 键 B Π_4^5 键和 Π_3^4 键
C Π_4^6 键和 Π_3^4 键 D Π_3^4 键和 Π_4^6 键
2. 在金属晶体的面心立方密堆积结构中，金属原子的配位数为（ ）
A 4 B 6 C 8 D 12
3. 两个半电池，电极相同，电解质溶液中的物质也相同，都可以进行电极反应，但溶液的浓度不同，它们组成的电池的电动势（ ）
A $E^\ominus = 0, E = 0$ B $E^\ominus \neq 0, E \neq 0$
C $E^\ominus \neq 0, E = 0$ D $E^\ominus = 0, E \neq 0$
4. 在 $\text{O}_2, \text{O}_2^-, \text{O}_2^{2-}, \text{O}_3, \text{O}_3^-$ 中，下列说法正确的是（ ）
A 具有顺磁性的有 $\text{O}_2, \text{O}_2^-, \text{O}_3$
B 具有顺磁性的有 $\text{O}_2^-, \text{O}_2^{2-}, \text{O}_3, \text{O}_3^-$
C 具有抗磁性的有 $\text{O}_2^{2-}, \text{O}_3$
D 具有抗磁性的有 O_2, O_3^-
5. 某基元反应 $m\text{A}=\text{P}$ ，动力学方程为 $r=k[\text{A}]^m$ ， $[\text{A}]$ 的单位为 mol/dm^3 ，时间单位是 s ，则 k 的单位是（ ）
A $\text{mol}^{(1-m)} \cdot \text{dm}^{3(m-1)} \cdot \text{s}^{-1}$; B $\text{mol}^{-m} \cdot \text{dm}^{3m} \cdot \text{s}^{-1}$;
C $\text{mol}^{(m-1)} \cdot \text{dm}^{3(1-m)} \cdot \text{s}^{-1}$; D $\text{mol}^m \cdot \text{dm}^{-3m} \cdot \text{s}^{-1}$

6. 已知溶度积: $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=1.1\times 10^{-12}$, $K_{sp}(\text{AgCl})=1.77\times 10^{-10}$, $K_{sp}(\text{AgBr})=5.35\times 10^{-13}$ 。现有某溶液中含有浓度均为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 CrO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Br^- , 若向该溶液逐滴加入 AgNO_3 溶液时, 则沉淀的先后顺序是 ()
- A Ag_2CrO_4 , AgCl , AgBr B AgBr , Ag_2CrO_4 , AgCl
 C AgBr , AgCl , Ag_2CrO_4 D Ag_2CrO_4 , AgBr , AgCl
7. 下列各混合溶液中, 具有缓冲作用的是 ()
- A $\text{HCl}(1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{NaAc}(2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$
 B $\text{NaOH}(1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}(1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$
 C $\text{HCl}(1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{NaCl}(2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$
 D $\text{NaOH}(1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{NaCl}(1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$
8. 常压下 -10°C 的过冷水变成 -10°C 的冰, 在此过程中, ΔG 和 ΔH 的变化正确的是 ()
- A $\Delta G < 0$, $\Delta H > 0$ B $\Delta G > 0$, $\Delta H > 0$
 C $\Delta G < 0$, $\Delta H < 0$ D $\Delta G = 0$, $\Delta H = 0$
9. 下列含有两个羧基的氨基酸是 ()
- A 精氨酸 B 谷氨酸 C 甘氨酸 D 色氨酸
10. 蛋白质变性是由于 ()
- A 氨基酸排列顺序的改变 B 氨基酸组成的改变
 C 肽键的断裂 D 蛋白质空间构象的破坏
11. 配合物 $[\text{Pt}(\text{pyridine})(\text{NH}_3)\text{BrCl}]$ 的几何异构体数目是 ()
- A 2 B 3 C 4 D 5
12. 某原电池由下列两个半反应组成: $\text{A}=\text{A}^{2+}+2\text{e}^-$, $\text{B}^{2+}+2\text{e}^-=\text{B}$, 反应 $\text{A} + \text{B}^{2+}=\text{A}^{2+} + \text{B}$ 的平衡常数是 1×10^4 , 则该原电池的标准电动势是 ()
- A $+1.20\text{V}$ B -1.20V C $+0.07\text{V}$ D $+0.118\text{V}$
13. 某元素 A, 电子最后排入 $3d$ 轨道, 最高化合价为 $+4$ 价; 元素 B, 电子最后排入 $4p$ 轨道, 最高化合价为 $+5$ 价, 可以判断这两种元素为 ()
- A A 为 IVA 族 Ge; B 为 VA 族 As
 B A 为 IVA 族 Sn; B 为 VA 族 Te

- C A 为 II B 族 Zn; B 为 III B 族 Sc
D A 为 IV B 族 Ti; B 为 V A 族 As

14. 已知 $\varphi^\ominus(\text{Ti}^+/\text{Ti}) = -0.34\text{V}$, $\varphi^\ominus(\text{Ti}^{3+}/\text{Ti}) = 0.72\text{V}$, 则 $\varphi^\ominus(\text{Ti}^{3+}/\text{Ti}^+)$ 为 ()
- A $(0.72 + 0.34)/2\text{V}$ B $(0.72 - 0.34)/2\text{V}$
C $(0.72 \times 3 + 0.34)/2\text{V}$ D $(0.72 \times 3 + 0.34)\text{V}$
15. 在 10mL 某气态烃(C_mH_n)中, 通入过量的氧气后, 混合气体为 50mL。在常温下点火, 使之完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O 。将水除去后, 残留的 CO_2 和过量的 O_2 的总体积为 30mL。再将 CO_2 完全用碱吸收, 最后残留的气体体积为 10 mL。则该烃是 ()
- A CH_4 B C_2H_4 C C_2H_6 D C_3H_6

二、多项选择题 (每题选出一个或者多个正确项, 多选、少选、选错均不给分, 每小题 3 分, 共 15 分)

1. 下列说法正确的是 ()
- A 反应级数等于反应分子数
B 反应级数不一定是简单的正整数
C 具有简单级数的反应是基元反应
D 已知化学反应 $\text{A} + \text{B} = \text{C}$, 则不能简单判断其反应速率表达式
2. 下列叙述中是状态函数的特征的是 ()
- A 大多数状态函数具有加合性
B 体系状态变化时, 状态函数的变化与具体途径相关
C 体系的状态一定, 状态函数的数值也一定
D 体系恢复到原来状态时, 状态函数不一定能恢复到原来的数值
3. 下列氢化物中, 在室温下与水反应产生氢气的是 ()
- A LiAlH_4 B CaH_2 C SiH_4 D NH_3
4. 反应 $\text{CuCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{CuCl}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g})$ 在 101.325 kPa 和 298 K 条件下是非自发的, 但在高温下能自发进行。则该反应的 ()
- A $\Delta_r H_m^\ominus < 0$ B $\Delta_r H_m^\ominus > 0$

C $\Delta_r S_m^\ominus > 0$

D $\Delta_r S_m^\ominus < 0$

5. 对于气体反应, 欲加快平衡的到达可采取措施有 ()

A 减少产物的浓度

B 升高温度和增大压强

C 加入催化剂

D 降低温度和减少反应物的压强

三、填空题 (共 10 题, 每空 1 分, 共 20 分)

1. 一定温度范围内, 某化学反应的 $\Delta_r H_m$ 与温度无关, 那么该反应的 $\Delta_r S_m$ 随温度的升高而_____ (增大, 减小, 不变)。
2. 在氧化还原反应中, 电极电位值愈负的电对, 其还原型物质_____ 电子的倾向愈大, 是愈强的_____ 剂。
3. 向 0.2 mol/L HAc ($pK_a = 4.756$) 溶液中加入等体积的 0.2 mol/L 的 NaOH 溶液, 混合后的 pH 为_____。
4. 配合物是内轨还是外轨, 除了与_____ 有关外, 还与中心原子的_____ 有关; 一般可根据_____ 来判断化合物类型。
5. 分子轨道是原子轨道的组合, 为了有效的组合分子轨道, 要求成键的各原子轨道必须遵守的三条原则是对称性匹配原则, _____, _____。
6. A 原子比 B 原子多一个电子, 已知 A 原子是原子量最小的活泼金属, 则 B 元素是_____。
7. 溶胶具有相对稳定性的原因是: _____, _____, _____。
8. 将相同质量的 A, B 两物质(均为难挥发的非电解质)分别溶于水, 配成 1 L 溶液, 在同一温度下测得 A 溶液的渗透压力大于 B 溶液, 则 A 物质的相对分子质量_____ (大于, 等于或小于) B 物质的相对分子质量。
9. 大分子的溶解特征为在溶液中_____, 大分子化合物溶剂选择有三条原则, 即_____, _____和_____。
10. 酸碱滴定中, 突跃范围的大小决定于_____。指示剂的选择原则是_____。

四、判断题 (共 10 题, 每题 1 分, 共 10 分, 答案请用“√”或“×”表示)

1. 实验事实表明 F_2 的非金属性比 Cl_2 强, 故 F 原子的电子亲合能比同族的 Cl 的电子亲合能大。()
2. 肥皂或合成洗涤剂用于洗涤服装上油渍是利用它们的增溶作用。()
3. 反应进行的任一时刻, 参加反应的各组分的反应进度相等。()
4. 在一定条件下, 摩尔反应吉布斯函数可以用作化学反应的自发性判据。()
5. 不可逆过程所经历的每个状态都是非平衡态。()
6. 血红素之所以具有载氧功能, 是因为 O_2 能与血红素中的 Fe^{3+} 发生配合。()
7. 元素的化合价只能是整数, 而元素的氧化值可以是整数也可以是分数。()
8. 根据 Lambert-Beer 定律, 某有色溶液对白光的吸光度 A 与溶液的浓度 c 和液层厚度 b 的乘积成正比。()
9. $pI = 4.7$ (pI 即等电点) 的蛋白质, 其水溶液加碱调节, 才能使蛋白质处于等电状态。()
10. 还原性最强的物质应该是电极电位最低的电对中的还原性物质。()

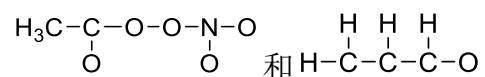
五、问答题 (共 5 题, 25 分)

1. (5 分)按沸点由低到高的顺序依次排列下列两个系列中的各个物质, 并说明理由。

(1) H_2 , CO , Ne , He ;

(2) Cl_4 , CF_4 , CBr_4 , CCl_4 。

2. (5 分)光化学烟雾中最有害的化合物有过氧化乙酰基硝酸酯和丙烯醛, 其分子骨架分别为



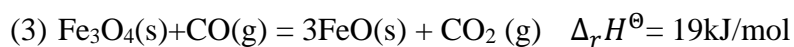
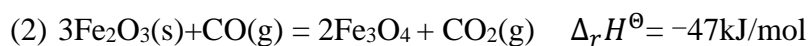
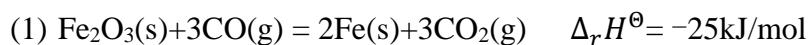
试粗略画出其几何构型和 Lewis 结构, 并指出各键角为多少?

3. (5分)在实验室长久盛放下列试剂的容器,常常会产生一些固体沉积物沾在器壁或留在器底,这些沉淀物是什么?为了除去这些沉淀物,分别用哪些试剂?
石灰水, KMnO_4 , FeSO_4 溶液, 饱和 H_2S 水, 碘水。
4. (5分)大分子的近程结构和远程结构分别研究什么?影响大分子柔顺性的主要因素有哪些?
5. (5分)什么是缓冲溶液?试以血液中的 $\text{H}_2\text{CO}_3\text{-HCO}_3^-$ 缓冲系为例,说明缓冲作用的原理及其在医学上的重要意义。

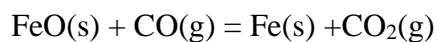
六、计算题 (共 5 题, 50 分)

1. (10分)反应 $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 的 $\Delta H_{298}^\ominus = 94\text{kJ/mol}$, 在 298K 时 $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s})$ 分解达到平衡, 压强为 60kPa, 请计算:
- (1) 计算 308K 时在抽真空容器中 $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s})$ 分解达到平衡时容器中的压强;
 - (2) 将各为 0.6mol 的 $\text{NH}_3(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 放入 20L 容器内, 在 308K 时生成 $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s})$ 多少摩尔?
2. (10分)假设溶于水中的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 完全解离, 试计算:
- (1) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在水中的溶解度(mol/L);
 - (2) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 饱和溶液中的 Mg^{2+} 和 OH^- 浓度(mol/L);
 - (3) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在 0.01 mol/L NaOH 溶液中的 Mg^{2+} 浓度(mol/L);
 - (4) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 在 0.01 mol/L MgCl_2 溶液中的溶解度(mol/L)。[已知 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}}=1.2 \times 10^{-11}$]

3. (10 分)已知下列热化学方程式:



不用查表, 计算下列反应的 $\Delta_r H^\ominus$ 。



4. (8 分)在 200mL 0.20mol/L 氨水中, 需要加入多少克 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 才能使溶液的 OH⁻浓度降低 100 倍? (已知氨水电离常数为 1.8×10^{-5})

5. (12 分)铅蓄电池是常用充电电池, 它的一个电极填充海绵铅, 另一个电极填充 PbO_2 , 介质为稀 H_2SO_4 。若电池起始时的电动势为 2.05V, 求介质 H_2SO_4 的浓度。(已知 $\varphi_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^\ominus = -0.126\text{V}$, $\varphi_{\text{PbO}_2/\text{Pb}^{2+}}^\ominus = 1.455\text{V}$, $K_{\text{sp}, \text{PbSO}_4} = 1.0 \times 10^{-8}$)