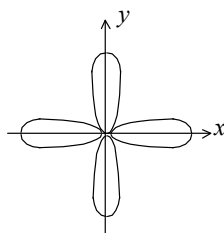


一、选择题（共 30 分）

1. 下列各组量子数中，不合理的是： ()

- (A) $n=2, l=1, m=0, m_s=+1/2$;
 (B) $n=2, l=2, m=-1, m_s=+1/2$;
 (C) $n=3, l=0, m=0, m_s=-1/2$;
 (D) $n=3, l=2, m=0, m_s=-1/2$;

2. 下图所示的是 ()



- (A) d_{xy} 的 ψ 的角度分布图 (B) $d_{x^2-y^2}$ 的 ψ 的角度分布图
 (C) d_{xy} 的 $|\psi|^2$ 的角度分布图 (D) $d_{x^2-y^2}$ 的 $|\psi|^2$ 的角度分布图

3. 下列分子或离子中的中心离子采取等性 sp^3 杂化的是： ()

- (A) H_2O ; (B) NH_3 ; (C) H_2S ; (D) NH_4^+ .

4. HCl 、 HBr 、 HI 三种物质的沸点依次升高的主要原因是 ()

- (A) 范德华力减小 (B) 取向力增大
 (C) 诱导力增大 (D) 色散力增大

5. 下列有关离子变形性的说法中，不正确的是 ()

- (A) 外层 8 电子构型的离子的变形性小于其他电子构型的离子
 (B) 同一元素不同价态的负离子中，所带电荷越多变形性越小
 (C) 同种原子形成的阴离子比阳离子变形性大
 (D) 离子半径大，则变形性大(其他条件相同)

6. 极化能力最强的离子应具有的特性是 ()

- (A) 离子电荷高、离子半径大 (B) 离子电荷高、离子半径小
 (C) 离子电荷低、离子半径小 (D) 离子电荷低、离子半径大

7. 影响化学平衡常数的因素有 ()

- (A) 反应物的压力;

- (B) 催化剂;
(C) 生成物的浓度;
(D) 温度。
8. 对于一个化学反应, 下列说法正确的是: ()
(A) $\Delta_r S_m^\ominus$ 越负, 反应速率越快;
(B) $\Delta_r H_m^\ominus$ 越负, 反应越容易进行;
(C) 活化能越大, 反应速率越快;
(D) 有电子转移的反应就是氧化还原反应。
9. 若某反应的 $\Delta_r G_{m,T}^\ominus > 0$, 由此可以判断该反应在等温等压的条件下 ()
(A) $\Delta_r H_m^\ominus > 0$ 和 $\Delta_r S_m^\ominus > 0$;
(B) $\Delta_r H_m^\ominus < 0$ 和 $\Delta_r S_m^\ominus > 0$;
(C) 在非标准态时, 一定不能自发进行;
(D) 在标准态时, 一定不能自发进行。
10. 670 K 时 $H_2(g) + D_2(g) \rightleftharpoons 2HD(g)$ 的平衡常数 $K^\ominus = 3.78$, 同温下反应
 $HD \rightleftharpoons \frac{1}{2} H_2 + \frac{1}{2} D_2$ 的 K^\ominus 为 ()
 (A) 0.514 (B) 0.265 (C) 1.94 (D) 0.133
11. 反应 $NO(g) + CO(g) \rightleftharpoons \frac{1}{2} N_2(g) + CO_2(g)$ 在一定条件下的转化率为 25.7%, 如加催化剂, 则其转化率 ()
(A) 小于 25.7%;
(B) 不变;
(C) 大于 25.7%;
(D) 无法判断。
12. 已知在 298.15K 时, $C(\text{石墨}) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(l) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 3CO_2(g) + 4H_2O(l) \quad \Delta_r H_m^\ominus = -2219.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 则反应 $3\text{C}(\text{石墨}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 为 ()
- (A) $-103.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 (B) $-2899.2\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 (C) $-1540.6\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 (D) $+130.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
13. $0.40\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 丙酸溶液的 pH 是 ($K_a = 1.3 \times 10^{-5}$) ()
- (A) 0.40 (B) 2.64 (C) 5.28 (D) 4.88
14. 按酸碱质子理论考虑, 在水溶液中既可作酸亦可作碱的物质是 ()
- (A) Cl^- (B) NH_4^+ (C) HCO_3^- (D) H_3O^+
15. 已知 $K_{\text{sp}}^0(\text{AgCl}) = 1.56 \times 10^{-10}$, $K_{\text{sp}}^0(\text{AgBr}) = 5.0 \times 10^{-13}$, $K_{\text{sp}}^0(\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 3.4 \times 10^{-11}$, $K_{\text{sp}}^0(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.1 \times 10^{-12}$, 在下列难溶银盐的饱和溶液中, $[\text{Ag}^+]$ 离子浓度最大的为 ()
- (A) AgCl
 (B) AgBr
 (C) $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$;
 (D) Ag_2CrO_4
16. 将 $0.10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HAc 与 $0.10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 等体积混合, 其 pH 值为 ($K_a(\text{HAc}) = 1.76 \times 10^{-5}$) ()
- (A) 5.27 (B) 8.73 (C) 6.73 (D) 10.49
17. 有一个原电池:
 $\text{Pt} | \text{Fe}^{3+}(1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}), \text{Fe}^{2+}(1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}) || \text{Ce}^{4+}(1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}), \text{Ce}^{3+}(1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}) | \text{Pt}$
 则该电池的电池反应是 ()
- (A) $\text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+} = \text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+}$
 (B) $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} = \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$
 (C) $\text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{2+} = \text{Ce}^{4+} + \text{Fe}$
 (D) $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{3+} = \text{Ce}^{3+} + \text{Fe}^{2+}$
18. 已知, $E^\ominus(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.14\text{ V}$, $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.77\text{ V}$, 则不能共存于同一溶液中的离子是 ()
- (A) Sn^{4+} , Fe^{2+} (B) Fe^{3+} , Sn^{2+}
 (C) Fe^{3+} , Fe^{2+} (D) Sn^{4+} , Sn^{2+}
19. 下列电对的电极电势与 pH 值无关的是 ()
- (A) $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ (B) $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ (C) $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$ (D) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$

20. 下列说法正确的是:

- (A) 配合物的内界与外界之间主要以共价键结合;
- (B) 形成体与配位原子之间的化学键是配位键;
- (C) 配离子的形成体只能是金属阳离子;
- (D) 在螯合物中没有离子键。

21. 下列配体能作为螯合剂的是 ()

- (A) SCN^- (B) NO_2^- (C) SO_4^{2-} (D) $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

22. 下面叙述正确的是 ()

- (A) $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{C}_2\text{O}_4)^+$ 的配位数为 5
- (B) 产生 $d-d$ 跃迁光谱时, $\text{Co}(\text{CN})_6^{3-}$ 与 $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ 相比较, 前者将吸收波长较长的光
- (C) s 轨道和 p 轨道在八面体场中发生分裂
- (D) 在四面体和八面体场中, d^2 型离子配合物不存在高低自旋之分

23. 已知某金属离子配合物的磁矩为 4.90 B.M., 而同一氧化态的该金属离子形成的另一配合物, 其磁矩为零, 则此金属离子可能为 ()

- (A) $\text{Cr}(\text{III})$ (B) $\text{Mn}(\text{II})$ (C) $\text{Fe}(\text{II})$ (D) $\text{Mn}(\text{III})$

24. I_2 在下述溶液中溶解度最大的是 ()

- (A) 水 (B) KI 水溶液 (C) NaCl 水溶液 (D) NaF 水溶液

25. 盐水溶液中通直流电电解, 在阴、阳极上产生 ()

- (A) 金属钠、氯气 (B) 氢气、氯气
- (C) 氢氧化钠、氯气 (D) 氢氧化钠、氧气

26. 气态 SO_3 分子的几何构型是 ()

- (A) 直线形 (B) 平面三角形 (C) 弯曲形 (D) 三角锥形

27. 下列难溶于水的硫化物中, 不溶于硝酸仅能溶于王水的是 ()

- (A) CuS ; (B) ZnS ; (C) MnS ; (D) HgS

28. 与 Na_2CO_3 溶液作用全部都生成碱式盐沉淀的一组离子是 ()

- (A) Mg^{2+} , Al^{3+} , Co^{2+} , Zn^{2+}
- (B) Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}

(C) Mg^{2+} , Mn^{2+} , Ba^{2+} , Zn^{2+}

(D) Mg^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}

29. 硝酸盐热分解可以得到单质的是 ()

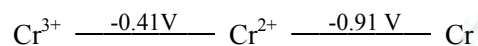
(A) AgNO_3

(B) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

(C) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

(D) NaNO_3

30. 由铬在酸性溶液中的元素电势图, 可确定能自发进行的反应是 ()



(A) $3\text{Cr}^{2+} \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + \text{Cr}$

(B) $\text{Cr} + \text{Cr}^{2+} \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}$

(C) $2\text{Cr} \longrightarrow \text{Cr}^{2+} + \text{Cr}^{3+}$

(D) $2\text{Cr}^{3+} + \text{Cr} \longrightarrow 3\text{Cr}^{2+}$

二、填空 (共 50 分)

1. BBr_3 熔点 -46°C , 属_____晶体; KF 熔点 880°C , 属_____晶体; Si 熔点 1423°C , 属_____晶体。

2. 配合物 $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}$ 的命名为_____, 中心离子是_____, 配位体是_____和_____, 中心离子的配位数是_____, 配位原子是_____和_____, 配离子的电荷是_____, 中心离子的氧化态是_____, 内界是_____, 外界是_____。

3. AlPO_4 和 AgCl 都难溶于水, 然而在 HNO_3 溶液中, _____能溶解。在 NH_3 水中, _____能溶解。

4. 同离子效应使难溶电解质的溶解度_____;

盐效应使难溶电解质的溶解度_____;

后一种效应较前一种效应_____得多。

5. $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$

$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$ $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

那么 $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ 的平衡常数 $K =$ _____。

6. 酸碱质子理论规定: 凡_____称为酸, 凡_____称为碱。故 NH_4^+ 的共轭碱是_____; NH_2^- 的共轭酸是_____。

7. 反应 $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 中, 氧化剂是_____。

其还原产物是_____；还原剂是_____，其氧化产物是_____。

若用该反应设计组成原电池，

正极反应是_____，

负极反应是_____。

8. 某元素原子主量子数 n 为 4 的电子层上有 7 个电子，该原子的价层电子构型为_____，未成对电子数为_____，该元素原子序数为_____，它位于第_____周期，第_____族，_____区。

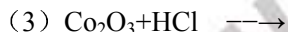
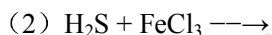
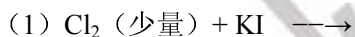
9. 原子晶体，其晶格结点上的微粒之间的力是_____，这类晶体一般熔沸点_____。

10. 向 K_2CrO_4 溶液中加入稀 H_2SO_4 ，溶液由_____色转变为_____色，因为在 Cr(VI) 的溶液中存在平衡（用化学方程式表示）：_____。

11. 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HAc 溶液中加入 NaAc 固体后， HAc 浓度_____，电离度_____， pH 值_____，电离常数_____。

12. 对于八面体构型的配离子，若中心离子具有 d^7 电子组态，则在弱场中， t_{2g} 轨道上有_____个电子， e_g 轨道上有_____个电子；在强场中， t_{2g} 轨道上有_____个电子， e_g 轨道上有_____个电子。

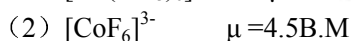
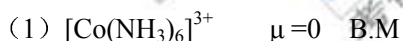
三、完成并配平下列化学反应方程式（共 10 分）



四、问答题（共 15 分）

1. 如何分离 Fe^{3+} , Cr^{3+} 和 Ni^{2+} ?

2. 根据价键理论，指出下列各配离子的中心离子的杂化轨道类型，内、外轨型和空间构型。



(Co 的原子序数分别为 27)

3. 画出乙硼烷的分子结构，说明乙硼烷为缺电子化合物的原因。

五、推断题（共 10 分）

有一混合溶液可能含有 Fe^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} 和 Ag^{+} 离子。若在溶液中逐滴加入 $2\text{mol L}^{-1}\text{NH}_3$ 水, 得到浅蓝色沉淀, 继续加入过量的 NH_3 水则得到白色沉淀和深蓝色溶液。分离后, 在白色沉淀中加入过量的 $2\text{mol L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液, 白色沉淀溶解得到无色溶液。把深蓝色溶液用盐酸酸化到强酸性, 溶液变成浅蓝色, 同时有白色沉淀析出, 试判断此溶液中肯定存在哪些离子, 可能存在哪些离子, 肯定不存在哪个离子? 说明理由。

六、计算题 (共 35 分)

1. 已知下列反应的有关数据为:



$\Delta_f H_m^\ominus (\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$	33.2	90.25	0
$S_m^\ominus (\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$	240.1	210.76	205.14

计算该反应在 770K 时的 $\Delta_r G_m^\ominus(770\text{K}) = ?$ $K^\ominus(770\text{K}) = ?$

若在反应开始时, NO_2 的物质的量为 1mol, 要使 NO_2 的转化率达到 80%, 则平衡时的总压力是多少? ($P^\ominus = 101.325\text{kPa}$)

2. 在 1.0 升 $6.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NH_3 水中加入 0.010mol 固体 CuSO_4 , 求 (1) Cu^{2+} 离子的浓度, (2) 如在 (1) 中加入 0.010mol 固体 NaOH , 有无 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀生成?

$$K_{\text{不稳}}^\ominus [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}] = 4.8 \times 10^{-14}, \quad K_{\text{sp}}^\ominus [\text{Cu}(\text{OH})_2] = 5.6 \times 10^{-6}$$

3. 已知 $E^\ominus(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}) = 1.51\text{V}$, $E^\ominus(\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-) = 1.36\text{V}$, 若将此两电对组成电池, 请写出:

- (1) 该电池的电池符号;
- (2) 写出正负电极的电极反应和电池反应以及电池标准电动势;
- (3) 计算电池反应在 25°C 时 $\Delta_r G_m^\ominus$ 和 K^\ominus ;

(4) 当 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 而其他离子浓度均为 $1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $p_{\text{Cl}_2} = 100\text{kPa}$ 时的电池电动势。