

# 扬州大学

## 2018年硕士研究生招生考试初试试题 ( B 卷)

科目代码 **630** 科目名称 无机化学

满分 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回! (4) 可用不带编程的计算器。

一、选择题 (每题的四个选项中只有一个最合适的答案, 请将该答案的编号填入答题纸的相应表格中。每题 2 分, 共 40 分)

1. 已知  $\text{H}_2\text{CO}_3$  的标准解离常数:  $K_{a1}^\ominus = 4.4 \times 10^{-7}$ ,  $K_{a2}^\ominus = 4.7 \times 10^{-11}$ 。则  $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的 pH 值为。  
A、13.0;      B、11.7;      C、12.0;      D、9.70。
2. 已知  $K_a^\ominus(\text{HAc}) = 1.75 \times 10^{-5}$ , 100mL 某溶液中含有 6.00gHAc 和 4.10gNaAc, NaAc 的相对分子质量为 82, HAc 的相对分子质量为 60, 则该溶液的 pH 值为  
A、2.75;      B、4.55;      C、4.46;      D、3.75。
3. 按规定在下列还原电势所对应的电极反应式中错误的是  
A、 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$ ;      B、 $\text{H}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2$ ;  
C、 $\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ ;      D、 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$ 。
4.  $\text{BaSO}_4(\text{s})$ 和  $\text{BaCrO}_4(\text{s})$ 的标准溶度积常数近似相等, 由  $\text{BaSO}_4(\text{s})$ 和  $\text{BaCrO}_4(\text{s})$ 各自所形成的饱和溶液中,  $\text{SO}_4^{2-}$ 和  $\text{CrO}_4^{2-}$ 浓度关系正确的是  
A、 $c(\text{SO}_4^{2-}) \approx c(\text{CrO}_4^{2-})$ ;      B、 $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{CrO}_4^{2-})$ ;  
C、 $c(\text{SO}_4^{2-}) < c(\text{CrO}_4^{2-})$ ;      D、无法判断。
5. 已知某黄色固体是一种简单化合物, 它不溶于热水而溶于热的稀盐酸, 生成一种橙红色溶液。当这一溶液冷却时, 有一种白色晶态沉淀物析出。加热溶液时, 白色沉淀物又溶解, 这个化合物是  
(A) 氢氧化铁 (B) 氢氧化钴 (C) 硫酸铬 (D) 铬酸铅
6. 欲使  $\text{CaCO}_3$  在水溶液中溶解度增大, 可以采用的方法是  
A、加入  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ ;      B、加入  $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ ;  
C、加入  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ ;      D、降低溶液的 pH 值。

7. 从  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Hg}_2^{2+}$ 、 $\text{Hg}_2^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  的混合液中分离出  $\text{Ag}^+$ ，可加入的试剂为  
(A)  $\text{H}_2\text{S}$                       (B)  $\text{SnCl}_2$                       (C)  $\text{NaOH}$                       (D)  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$
8. 难溶电解质  $\text{K}_2\text{X}$  的标准溶度积常数为  $K_{\text{sp}}^\ominus$ ，则其溶解度等于  
A、 $K_{\text{sp}}^\ominus \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；                      B、 $(\frac{1}{2}K_{\text{sp}}^\ominus)^{1/2} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；  
C、 $(K_{\text{sp}}^\ominus)^{1/2} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；                      D、 $(K_{\text{sp}}^\ominus/4)^{1/3} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。
9. 已知  $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)=1.1\times 10^{-12}$ ，在  $0.10 \text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Ag}^+$  溶液中，若产生  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沉淀， $\text{CrO}_4^{2-}$  浓度应至少大于  
A、 $1.1\times 10^{-11} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；                      B、 $6.5\times 10^{-5} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；  
C、 $0.10 \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；                      D、 $1.1\times 10^{-10} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。
10. 用  $\text{HAc}$  ( $K_{\text{a}}^\ominus=1.75\times 10^{-5}$ ) 和  $\text{NaAc}$  配制  $\text{pH}=4.50$  的缓冲溶液，其  $c(\text{HAc})/c(\text{NaAc})$  是  
A、1.55；                      B、0.089；                      C、1.8；                      D、0.89。
11. 下列有关标准电极电势的叙述中正确的是  
A、同一元素有多种氧化值时，由不同氧化值物种所组成的电对，其标准电极电势不同；  
B、电对中有气态物质时，标准电极电势一般是指气体处在  $273\text{K}$  和  $1.00\times 10^5 \text{Pa}$  下的电极电势；  
C、电对的氧化型和还原型浓度相等时的电势就是标准电极电势；  
D、由标准电极电势不等的电对组成电池，都可以通过改变氧化型或还原型的物质浓度而改变  $E^\ominus$ 。
12. 下列反应均能正向进行： $\text{FeCl}_3+\text{SnCl}_2\rightarrow\text{FeCl}_2+\text{SnCl}_4$   
 $\text{KMnO}_4+\text{FeSO}_4+\text{H}_2\text{SO}_4\rightarrow\text{MnSO}_4+\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3+\text{K}_2\text{SO}_4+\text{H}_2\text{O}$   
由此可以判断，其中电极电势最大的电对是  
A、 $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ ； B、 $\text{H}^+/\text{H}_2$ ； C、 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ； D、 $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ 。
13.  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  中硫的平均氧化值为  
A、+2；                      B、+4；                      C、+2.5；                      D、+1.5。
14. 将足量石灰石放入真空容器中，加热至某温度，反应  $\text{CaCO}_3(\text{s})\rightleftharpoons\text{CaO}(\text{s})+\text{CO}_2(\text{g})$  建立平衡， $\text{CO}_2$  的平衡压力为  $50.0\text{kPa}$ 。在相同条件下，下述情况不能建立平衡的是  
A、密闭容器中，有足量的  $\text{CaO}(\text{s})$ ， $\text{CO}_2(\text{g})$ ，且  $p(\text{CO}_2)=100.0\text{kPa}$ ；  
B、密闭容器中，有足量的  $\text{CaO}(\text{s})$ ， $\text{CO}_2(\text{g})$ ，且  $p(\text{CO}_2)=10.0\text{kPa}$ ；

C、密闭容器中，有足量的  $\text{CaO(s)}$ ， $\text{CaCO}_3\text{(s)}$ ；

D、密闭容器中，有足量的  $\text{CaCO}_3\text{(s)}$ ， $\text{CO}_2\text{(g)}$ ，且  $p(\text{CO}_2)=10.0\text{kPa}$ 。

15. 下列叙述中正确的是

A、在一个多电子原子中，可以有两个运动状态完全相同的电子；

B、在一个多电子原子中，不可能有两个能量相同的电子；

C、在一个多电子原子中， $M$ 层上的电子能量肯定比 $L$ 层上的电子能量高；

D、某一多电子原子的 $3p$ 亚层上仅有两个电子，它们必然自旋相反。

16. 下列元素中第二电离能最大的是

A、Na；            B、Mg；            C、Al；            D、Si。

17. 与 $3d_2$ 原子轨道相对应的一组量子数是

A、 $n=3, l=2, m=2$ ；            B、 $n=3, l=2, m=0$ ；

C、 $n=3, l=2, m=2, m_s=+\frac{1}{2}$ ；            D、 $n=3, l=2, m=1, m_s=+\frac{1}{2}$ 。

18. 下列化合物中既有离子键又有共价键和配位键的是

A、KF；            B、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ；            C、 $\text{CuCl}_2$ ；            D、 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 。

19. 下列物质中熔点最低的是

A、NaCl；            B、KBr；            C、KCl；            D、MgO。

20. 下列关于离子晶体的叙述中正确的是

A、离子晶体的熔点是所有晶体中熔点最高的一类晶体；

B、离子晶体通常均可溶于极性或非极性溶剂中；

C、离子晶体中不存在单个小分子；

D、离子晶体可以导电。

## 二、填空题(每空 1 分，共 30 分)

21. 写出下列反应的标准平衡常数表达式：

(1)  $\text{POCl}_3\text{(g)} \rightleftharpoons \text{POCl(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$ ,  $K^\ominus = \underline{\hspace{2cm}}$  (1) \_\_\_\_\_；

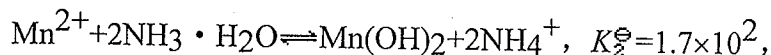
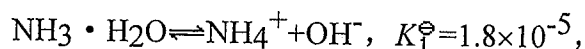
(2)  $2\text{C}_2\text{H}_4\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{CH}_3\text{CHO(g)}$ ,  $K^\ominus = \underline{\hspace{2cm}}$  (2) \_\_\_\_\_。

22. 两种气体 X 与 Y 刚混合时， $p(\text{X})=20.0\text{kPa}$ ， $p(\text{Y})=50.0\text{kPa}$ ；反应  $2\text{X(g)} \rightleftharpoons \text{Y(g)}$  的  $K^\ominus=7.89 \times 10^{-5}$ ，则反应商  $Q = \underline{\hspace{1cm}}$  (3) \_\_\_\_\_，反应向 \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_ 方向进行。

23.  $\text{NaHCO}_3$  水溶液显 \_\_\_\_\_ (5) \_\_\_\_\_ 性，其水解反应式为 \_\_\_\_\_ (6) \_\_\_\_\_。

24. 在溶液中加入适量含共同离子的强电解质时，弱电解质的解离度将 \_\_\_\_\_ (7) \_\_\_\_\_，难溶电解质的溶解度将 \_\_\_\_\_ (8) \_\_\_\_\_。

25. 已知反应



则  $\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mn}(\text{OH})_2$  的  $K_{\text{f}}^{\ominus} =$  (9) \_\_\_\_\_,  $K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{Mn}(\text{OH})_2) =$  (10) \_\_\_\_\_。

26、写出下列配合物的化学式:

- (1)六氟合铝(III)酸 \_\_\_\_\_ (11) \_\_\_\_\_;  
 (2)二氯化三乙二胺合镍(II) \_\_\_\_\_ (12) \_\_\_\_\_;  
 (3)氯化二氯·四水合铬(III) \_\_\_\_\_ (13) \_\_\_\_\_;  
 (4)六氰合铁(II)酸铵 \_\_\_\_\_ (14) \_\_\_\_\_。

27、设原子核位于  $x=y=z=0$  处,若在  $x=y=0, z=a$  附近的微体积内,  $s$  电子出现的概率(几率)为  $p$  (仅从角度分布考虑), 则该电子在  $x=a, y=z=0$  附近的微体积(大小与前述相同)内出现的概率(几率)为 (15) \_\_\_\_\_。如果这个电子不是  $s$  电子, 而是  $p_z$  电子, 则在上述第二个位置上出现的概率(几率)是 (16) \_\_\_\_\_。

28、下列分子  $\text{BCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{CS}_2$  中, 其键角由小到大的顺序为 \_\_\_\_\_ (17) \_\_\_\_\_, 其中属于极性分子的是 \_\_\_\_\_ (18) \_\_\_\_\_。

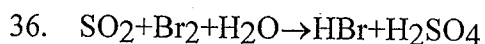
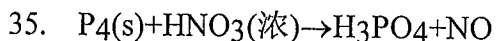
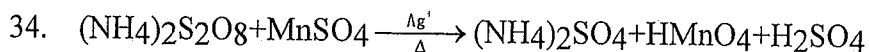
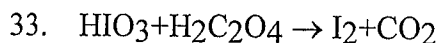
29、根据酸碱质子理论, 下列物质中:  $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ , 既可作为酸又可作为碱的是 (19) \_\_\_\_\_ 和 (20) \_\_\_\_\_。

30、在水溶液中,  $[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$  是 (21) \_\_\_\_\_ 性物质, 它的共轭酸是 (22) \_\_\_\_\_,  $[\text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$  是它的共轭 (23) \_\_\_\_\_;  $[\text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$  的共轭碱是 (24) \_\_\_\_\_。

31. 用价层电子对互斥理论判断:

物质	成键电子对数	孤电子对数	分子的形状
$\text{BeCl}_2$	(25)	(26)	(27)
$\text{SCl}_6$	(28)	(29)	(30)

三、配平下列各反应方程式: (每题 2 分, 共 10 分)



**四、计算题 (共 50 分)**

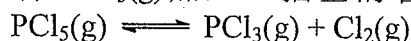
37. 已知:  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+)=0.159\text{V}$ ;  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})=0.337\text{V}$ ;  $K^\ominus([\text{CuI}_2]^-)=7.08\times 10^8$

(1) 计算  $E^\ominus(\text{Cu}^+/\text{Cu})$ , 并完成其电势图:  $\text{Cu}^{2+} \text{-----} [\text{CuI}_2]^- \text{-----} \text{Cu}$

(2) 说明  $[\text{CuI}_2]^-$  能否存在。

(3) 计算和反应  $\text{Cu}^{2+}+4\text{I}^-+\text{Cu}\rightleftharpoons 2[\text{CuI}_2]^-$  对应的电池的  $E^\ominus$ 。 (10 分)

38. 在一定温度下, 将  $\text{PCl}_5(\text{g})$  加入一抽空的容器中, 下列反应在中达到平衡:



平衡时  $[\text{PCl}_5]=1.00\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ,  $[\text{PCl}_3]=[\text{Cl}_2]=0.204\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。若在相同的温度下, 该反应器中的总压力减为一半时, 则反应物  $\text{PCl}_5(\text{g})$  的转化率是多少? 各物种的平衡浓度又是多少? (10 分)

39. 已知  $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{Mg}(\text{OH})_2)=1.8\times 10^{-11}$ ,  $K_{\text{b}}^\ominus(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=1.8\times 10^{-5}$ ,  $M_{\text{r}}(\text{NH}_4\text{Cl})=53.5$ 。将  $0.0100$

$\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{MgCl}_2$  溶液与  $0.0100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  等体积混合。(1) 通过计算说明能否

产生  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀; (2) 欲不产生沉淀, 应在  $1.0\text{L}$  溶液中至少加入  $\text{NH}_4\text{Cl}$  多少克?

(8 分)

40. 欲配制  $500.0\text{mL}$   $\text{pH}=9.00$ ,  $c(\text{NH}_4^+)=1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}-\text{NH}_4\text{Cl}$  缓冲溶液, 需

密度为  $0.904\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , 含  $\text{NH}_3$  26% 的浓  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  多少毫升? 固体  $\text{NH}_4\text{Cl}$  多少克?

( $K_{\text{b}}^\ominus(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=1.8\times 10^{-5}$ , 相对原子质量: N: 14, Cl: 35.5) (6 分)

41.  $298\text{K}$  时,  $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的一元弱碱  $\text{MOH}$  的水溶液的  $\text{pH}=11.00$ 。试计算:

(1) 上述条件下  $\text{MOH}$  的标准解离常数和解离度;

(2) 将  $0.0500\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$  与此一元弱碱等体积混合后, 溶液的  $\text{pH}$  值; (8 分)

42. 已知  $K_{\text{a}}^\ominus(\text{HAc})=1.75\times 10^{-5}$ 。计算含  $0.80\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HAc}$ 、 $1.00\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaAc}$  缓冲溶液的  $\text{pH}$

值; 若在上述溶液中加入  $\text{NaOH}$  固体, 使溶液中加入的  $\text{NaOH}$  的浓度为  $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 计算加入  $\text{NaOH}$  前后溶液  $\text{pH}$  值的变化。 (8 分)

**五、问答题 (共 20 分)**

43. 已知  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  的磁矩为  $4.3\text{B.M.}$ , 说明  $\text{Co}^{2+}$  以何种杂化轨道成键,  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  具有何种空间构型? 4 分

44. 已知下列实验现象：

金属银不溶于稀硫酸，但能溶于氢碘酸并放出氢气。

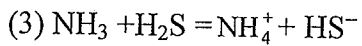
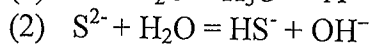
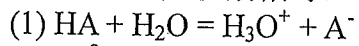
(1) 试推断  $E^\ominus(\text{Ag}^+/\text{Ag})$ 、 $E^\ominus(\text{AgI}/\text{Ag})$ 、 $E^\ominus(\text{H}^+/\text{H}_2)$  由大到小的顺序。

(2) 写出金属银与氢碘酸反应的离子方程式。

4 分

45. 指出下列各式中的共轭酸碱对：

6 分



46. 说明在原子轨道中电子填充需满足的原理和规则。

6 分