

# 华侨大学 2014 年硕士研究生入学考试专业课试卷

(答案必须写在答题纸上) (允许使用科学计算器)

招生专业 无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、高分子化学与物理

科目名称 无机化学 科目代码 (731)

## 一. 选择题(50 分, 每小题 2 分): (请在 A、B、C、D 中选择一个答案)

1-1. 某一反应正反应活化能为  $15 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 其逆反应的活化能是:

- (A)  $-15 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  (B)  $>15 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  (C)  $<15 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  (D) 无法判断

1-2. 下列物质中,  $\Delta_f H_m^\ominus$  不等于零的是:

- (A) Fe(s) (B) C(石墨) (C) Ne(g) (D) Cl<sub>2</sub>(l)

1-3. 工业上用电解饱和食盐水制备氯气, 此反应的  $\Delta G$ :

- (A)  $\Delta G = 0$  (B)  $\Delta G < 0$  (C)  $\Delta G > 0$  (D) 无法判断

1-4. 根据酸碱质子理论, 都属于两性物质的是:

- (A) HAc, H<sub>2</sub>O, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (B) HF, F<sup>-</sup>, HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>  
(C) HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HS<sup>-</sup> (D) OH<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

1-5. 弱酸弱碱盐实际上是由一种酸 A1 与一种碱 B2 反应后的产物之一(一元酸或一元碱), 它们的水解常数应该等于:

- (A)  $K_{b1}$  (B)  $K_{a2}$  (C)  $(K_{a1} \times K_{b2})/K_w$  (D)  $K_w/(K_{a1} \times K_{b2})$

1-6. 在多电子原子中, 具有下列各组量子数 (n, l, m, m<sub>s</sub>) 的电子中能量最高的是:

- (A) (3, 2, +1, +1/2) (B) (2, 1, +1, -1/2)  
(C) (1, 1, 0, -1/2) (D) (3, 1, -1, -1/2)

1-7. 下列反应中  $\Delta_r S_m^\ominus > 0$  是:

- (A)  $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{COCl}_2$  (B)  $2\text{SO}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{SO}_3\text{(g)}$   
(C)  $\text{NH}_4\text{HS(s)} \rightarrow \text{NH}_3\text{(g)} + \text{H}_2\text{S(g)}$  (D)  $2\text{HBr(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{(g)} + \text{Br}_2\text{(g)}$

1-8. H<sub>2</sub>O 分子的键角  $\angle\text{H-O-H}$  小于  $109^\circ 28'$  原因是:

- (A) 不是 sp<sup>3</sup> 杂化 (B) 极性键的作用结果  
(C) 孤对电子效应 (D) 拉平效应

1-9. 原子序数为 24 的元素的基态原子, 其核外电子排布为:

- (A) [Ar]3d<sup>6</sup> (B) [Ar]3d<sup>5</sup>4s (C) [Ar]3d<sup>4</sup>4s<sup>2</sup> (D) [Ar]4s<sup>2</sup>4p<sup>4</sup>

1-10. 以波函数  $\Psi_{n,l,m}$  表示原子轨道时, 正确的表示是:

- (A)  $\Psi_{3,1,-2}$  (B)  $\Psi_{2,1,-1/2}$  (C)  $\Psi_{3,1,+1/2}$  (D)  $\Psi_{2,1,0}$

1-11. 下列分子中, 中心原子采取 sp<sup>2</sup> 杂化轨道成键的是:

(A)  $B_2H_6$       (B)  $HCN$       (C)  $SO_2$       (D)  $NCl_3$

1-12. 根据分子轨道理论,  $O_2$  的最高占有轨道是:

(A)  $\pi_{2p}$       (B)  $\pi^*_{2p}$       (C)  $\sigma_{2p}$       (D)  $\sigma^*_{2p}$

1-13.  $NaNO_3$  受热分解的产物是:

(A)  $Na_2O$ 、 $NO_2$  和  $O_2$       (B)  $NaNO_2$ 、 $NO_2$  和  $O_2$

(C)  $NaNO_2$  和  $O_2$       (D)  $Na_2O$ 、 $NO$  和  $O_2$

1-14. 下列化合物中(a)  $HF$ , (b)  $HCl$ , (c)  $HBr$ , (d)  $HI$ , 键的极性最大的是:

(A) (a)      (B) (b)      (C) (c)      (D) (d)

1-15.  $CrO_5$  中  $Cr$  的真实氧化数为:

(A) 4      (B) 6      (C) 8      (D) 10

1-16. 下列盐在水中的溶解度最小的是:

(A)  $LiI$       (B)  $NaI$       (C)  $KI$       (D)  $CsI$

1-17. 下列无机酸中能溶解  $SiO_2$  的是:

(A)  $HCl$       (B)  $H_2SO_4$ (浓)      (C)  $HF$       (D)  $HNO_3$ (浓)

1-18. 下列配合物中, 估计磁矩最大的是:

(A)  $[Fe(CN)_6]^{3-}$       (B)  $[Fe(CN)_6]^{4-}$       (C)  $[FeF_6]^{3-}$       (D)  $[Co(SCN)_4]^{3-}$

1-19. 下列物质在酸性溶液中能将  $Mn^{2+}$  氧化为  $MnO_4^-$  的是:

(A)  $KClO_4$       (B)  $NaBiO_3$       (C)  $Na_3AsO_4$       (D)  $H_2O_2$

1-20. 下列硫化物可溶于稀盐酸的是:

(A)  $PbS$       (B)  $HgS$       (C)  $ZnS$       (D)  $As_2S_3$

1-21. 下列说法正确的是:

(A) 活化能是活化分子所具有的最低能量

(B)  $PCl_3$  分子空间构型为三角锥型, 而  $BCl_3$  是平面三角形

(C) 分子间氢键可使物质的熔沸点下降, 分子内氢键可使物质的熔沸点升高

(D) 氟是最活泼的非金属, 所以其标准电极电势最大, 电子亲合能也最大

1-22. 下列离子中, 极化率最大的是:

(A)  $K^+$       (B)  $Rb^+$       (C)  $Br^-$       (D)  $I^-$

1-23. 下列物质中, 还原性最强的是:

(A)  $HF$       (B)  $PH_3$       (C)  $NH_3$       (D)  $H_2S$

1-24. 下列电对的标准电极电势最大的是:

(A)  $Cu^{2+}/Cu^+$       (B)  $Cu^+/Cu$

(C)  $CuCl_2^-/Cu$       (D)  $CuI/Cu$

1-25. 既能溶于  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液, 又能溶于  $\text{Na}_2\text{S}_2$  溶液的硫化物是:

- (A)  $\text{ZnS}$       (B)  $\text{As}_2\text{S}_3$       (C)  $\text{CuS}$       (D)  $\text{HgS}$

## 二. 填空题 (20 分, 每小格 1 分)

2-1. 下列化合物的颜色分别为  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$  1,  $\text{TiCl}_3(\text{aq})$  2。

2-2. 将  $\text{Ni} + 2\text{Ag}^+ = 2\text{Ag} + \text{Ni}^{2+}$  氧化还原反应设计为一个原电池, 则原电池符号为 3。  
已知  $\varphi^\ominus(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0.25\text{V}$ ,  $\varphi^\ominus(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.80\text{V}$ , 则原电池的电动势  $E^\ominus$  为 4。

2-3.  $\text{Cu}^+$  在水溶液中很不稳定, 容易发生歧化反应, 其反应方程式是 5。

2-4. 在  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{GeCl}_4$ ,  $\text{SnCl}_4$  中, 沸点最低的是 6, 不会发生水解的是 7。

2-5. 在  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{SiCl}_4$  中, 熔点最高的 8, 熔点最高的 9。

2-6. 某元素以面心立方结构结晶出来, 则每一单元晶胞中该元素的原子数共有 10。

2-7. 50 号元素的电子排布式为 11, 该元素属于 12 周期, 13 族, 元素符号 14。

2-8.  $\text{O}_3(\text{g})$  分子含有的化学键包括 15, 它是一种 16 磁性物质 (填顺或反)。

2-9. 铬酸洗液通常是由 17 的饱和溶液和 18 配制而成。

2-10.  $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{HAc}$  溶液的 pH 值为 19;  $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  溶液的 pH 值为 20。(已知  $K_a^\ominus(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$ ,  $K_b^\ominus(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$ 。)

## 三. 写出相应的化学反应方程式并配平: (20 分, 每小题 4 分)

3-1. 乙硼烷水解。

3-2. 奈式试剂检验溶液中的铵离子。

3-3. 二氧化碳气体通入锰酸(IV)盐溶液中。

3-4. 在戊醇存在时, 向重铬酸钾溶液中加入双氧水。

3-5.  $\text{HgCl}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow$ 。

## 四. 简要解答下列问题: (25 分, 每小题 5 分)

4-1. 为什么  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$  的颜色依次加深, 溶解度依次减小? 为什么卤素单质从  $\text{F}_2$  到  $\text{I}_2$  物理性质递变。

4-2. 锂的电极电势比钠低，为什么锂与水反应却远不如钠激烈？

4-3. 用晶体场理论说明 $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 和 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-}$ 的成单电子数及稳定性。

4-4. 大多数过渡金属水合离子有颜色，但为何 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Sc}^{3+}$ 水合离子却无色？

4-5.  $\text{NH}_3$ 能和许多过渡金属形成配合物，为什么 $\text{NF}_3$ 不能？

### 五. 计算题 (25 分) :

5-1. (8 分) 汞的冶炼可采用朱砂( $\text{HgS}$ )在空气中灼烧，其发生的反应为： $2\text{HgS}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HgO}(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$ ，炉中发生的  $\text{HgO}$  受热后按下式分解： $2\text{HgO}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Hg}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ ，试估算炉内的灼烧温度不能低于多少时，才可得到  $\text{Hg}(\text{g})$ ？

已知有关热力学数据如下：

	$\text{HgS}(\text{s})$	$\text{HgO}(\text{s})$	$\text{Hg}(\text{l})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{SO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	-58.2	-90.8	-	-	-296.8
$S_m^\ominus / \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	82.4	70.3	75.9	205.2	248.2

5-2. (8 分) 在含有  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  离子的混合溶液中，加入  $\text{KI}$  溶液会发生什么反应？若同时加入足量的  $\text{KF}$  溶液，又会发生什么反应？写出两反应的方程式，并求后一反应在 298K 时的平衡常数。（已知  $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{CuI}}^\ominus = 0.88 \text{ v}$ ； $\varphi_{\text{I}_2/\text{I}^-}^\ominus = 0.54 \text{ v}$ ； $\varphi_{[\text{FeF}_6]^{3-}/\text{I}^-}^\ominus = 0.4 \text{ v}$ ）

5-3.(9 分)某工厂废液中含有  $\text{Pb}^{2+}$ 和  $\text{Cr}^{3+}$ ，经测定  $c(\text{Pb}^{2+}) = 3.0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{Cr}^{3+}) = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，若向其中逐渐加入  $\text{NaOH}$ （忽略体积变化）将其分离，试计算说明：

(1) 哪种离子先被沉淀？

(2) 若分离这两种离子，溶液的 pH 值应该控制在什么范围？（已知  $K_{sp}^\ominus(\text{Pb}(\text{OH})_2) = 1.4 \times 10^{-15}$ ， $K_{sp}^\ominus(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 6.3 \times 10^{-31}$ ）。

### 六.推断题(10 分)

6-1.(10 分) 一银灰色金属粉末 A，溶于稀硫酸得含 B 溶液，于 B 溶液中加入一种硫酸盐 C，可得到一种浅绿色单斜晶体 D，在 D 的水溶液中加入  $\text{NaOH}$  溶液可得到白色（或带绿色）沉淀 E，E 在空气中缓慢变成棕色，最终变为 F；在 E 的滤液中加入过量的  $\text{NaOH}$  溶液并加热，有一种可使湿润 pH 试纸变蓝色的气体 G 逸出；若将溶液 B 酸化，再滴加溴水溶液，可得淡黄色溶液 H。若酸化的 B 滴加一紫红色的溶液 I，也可以得到淡黄色的溶液 H。于 H 中加入黄血盐溶液，立即产生深蓝色的沉淀 J。试写出

各字母 A 到 J 所代表的物质的化学式。