

**电子科技大学**  
**2008 年攻读硕士学位研究生入学试题**  
 (总分 150 分, 完成时间 180 分钟)

**考试科目: 833 无机化学**

**特别提示:** 所有的答案必须写在答题纸上, 做在试卷或草稿纸上无效。

**一. 选择最佳答案填空 (共 20 分, 每小题 1 分。所有考生必做)**

1. 在血红蛋白中 Fe 元素是以 ( )  
 (a) 自由离子存在; (b) 沉淀形式存在; (c) 配离子形式存在;  
 (d) 以单质形式存在; (e) 以上答案皆不对;
2. 已知某密闭容器中  $\text{PCl}_5(\text{g})$  分解前的总压为 1atm, 如反应的平衡常数为 0.1, 则体系达平衡时  $\text{PCl}_3(\text{g})$  的分压为 ( ) atm.。(反应前后温度、体积相同)。  
 (a) 0.4; (b) 0.8; (c) 1.0; (d) 2.0; (e) 无正确答案可选;
3. 已知氢气的分子量为 2, 氧气的分子量为 32, 根据气体扩散定律, 在同等实验条件下氢气与氧气分子的扩散速率之比为 ( )。  
 (a)  $U_{\text{H}_2} : U_{\text{O}_2} = 1 : 16$ ; (b)  $U_{\text{H}_2} : U_{\text{O}_2} = 1 : 4$ ;  
 (c)  $U_{\text{H}_2} : U_{\text{O}_2} = 16 : 1$ ; (d)  $U_{\text{H}_2} : U_{\text{O}_2} = 4 : 1$ ; (e) 无正确答案可选;
4. 在热的 KOH 溶液中通入  $\text{Cl}_2$  气体, 获得的主要产物为 ( )  
 (a) KCl 和 KOCl; (b) KCl 和  $\text{KClO}_3$ ; (c) KCl 和  $\text{O}_2$  气体;  
 (d) KCl 和  $\text{KClO}_4$ ; (e) 只有 KCl;
5. 在标准状态下, 将  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的醋酸水溶液稀释至原体积的 10 倍, 则稀释后醋酸的解离度为稀释前解离度的 ( )。(已知醋酸的解离常数  $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ )。  
 (a) 大约 10 倍; (b) 大约 0.1 倍; (c) 大约 3 倍;  
 (d) 条件不够, 无法计算; (e) 无正确答案可选;
6. 下面不能使化学平衡移动的措施是 ( )。  
 (a) 改变反应温度; (b) 改变反应物浓度; (c) 添加催化剂;  
 (d) 改变物料配比; (e) 无答案可选。
7. 在下列分子之间, 只存在色散力的是 ( ) 气体。  
 (a)  $\text{O}_2$  和 Xe 气体; (b) 水与 HCl; (c)  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{O}_2$  气体;  
 (d)  $\text{CH}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ; (e) 无正确答案可选;
8.  $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}), \Delta_r G_m^0 = -1480\text{KJ}$ ;  
 $4\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{Fe}(\text{s}) = 3\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}), \Delta_r G_m^0 = -80\text{KJ}$ ;  
 则  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$  的  $\Delta_r G_m^0$  ( )  
 (a)  $-1013\text{KJ/mol}$ ; (b)  $-1560\text{KJ/mol}$ ;  
 (c)  $-3040\text{KJ/mol}$ ; (d)  $+1560\text{KJ/mol}$ ; (e) 无正确答案可选;
9. 下列哪种无机酸在水溶液中属于一元酸 ( )。  
 (a)  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ; (b)  $\text{H}_3\text{SO}_3$ ; (c)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ;  
 (d)  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ; (e) 无正确答案可选;
10. 金刚石与石墨在物理性质上的差异来源于 ( )  
 (a) 研究的措施方法不同; (b) 晶体结构不同;  
 (c) 碳原子成键的化学键类型不同; (d) 以上答案皆不对;
11. 有一种白色硝酸盐固体, 溶于水后, 用下列几种试剂分别处理, (1) 加 HCl 生成白色沉淀;  
 (2) 加稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  析出白色沉淀; (3) 加氨水亦析出白色沉淀, 但不溶于过量的氨水, 这种

硝酸盐的阳离子是 ( )

- (a)  $\text{Hg}_2^{2+}$ ; (b)  $\text{Ba}^{2+}$ ; (c)  $\text{Ag}^+$ ;  
 (d)  $\text{Pb}^{2+}$ ; (e) 以上无合适的答案;
12. 根据价层电子对互斥理论, 下列哪组分子与离子皆是平面三角形结构 ( )  
 (a)  $\text{NH}_3$  与  $\text{PH}_3$ ; (b)  $\text{BCl}_3$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ ; (c)  $\text{BF}_3$  与  $\text{ClF}_3$ ;  
 (d)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  与  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; (e) 以上答案都不对;
13. 实际工作中发现 W 与 Mo 很难分离, 该性质与 ( ) 有关。  
 (a) 同离子效应; (b) 盐效应; (c) 镧系收缩效应;  
 (d) 平衡移动原理; (e) 无正确答案。
14. 已知钠的电负性为 0.93, Cl 的电负性为 3.16, 则 NaCl 中化学键的离子百分数为 ( )  
 (a) 100%; (b) 95.2%; (c) 87.81%; (d) 71.15%; (e) 无答案可选;
15. 下列物质或离子中存在最大电子磁矩的是 ( )  
 (a)  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ; (b)  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ;  
 (c)  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ; (d)  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ; (e)  $[\text{FeF}_6]^{4-}$ ;
16. 人体内含量最多(重量比)的化合物是 ( )  
 (a) 蛋白质与氨基酸; (b) 糖类化合物; (c) 蛋白质+糖类;  
 (d) 水等无机化合物; (e) 无答案可以选择;
17. 在元素周期表中, 下列离子半径变化顺序正确的是 ( )  
 (a)  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$ ; (b)  $\text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+$ ;  
 (c)  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ ; (d)  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$ ;  
 (e) 无正确答案可选;
18. 在  $\text{KMnO}_4$  溶液中加入  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液, 产物之一是  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  的反应条件是 ( )  
 (a) 酸性条件; (b) 中性条件; (c) 碱性条件;  
 (d) 酸性、中性、碱性都可以; (e) 无答案可选;
19. 在氢原子中, 其 2s 与 2p 轨道上电子的能量 ( )  
 (a) 相同; (b) 不同; (c) 具有整数比关系;  
 (d) 条件不够, 无法判断; (e) 以上答案都不对;
20. 实际中发现, 醋酸的解离平衡常数与氨水的解离平衡常数相同, 如果将醋酸铵溶解在纯水中, 溶液的酸碱性应为 ( )  
 (a) 溶液显酸性; (b) 溶液显中性; (c) 溶液显碱性;  
 (d) 条件不够, 无法判断; (e) 以上答案都不对;

二. 判断下列叙述是否正确。[正确打√; 不正确打×]

(所有考生必做。共 21 分, 每小题 1.5 分)

- ( ) 1. 在金属单质中, 密度最大的是 Os 单质。  
 ( ) 2. 热力学函数 U、H、S 都是状态函数, 在标准状态下它们都等于零。  
 ( ) 3. 电解  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  水溶液只能获得  $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  气体。  
 ( ) 4. 在碳纳米管中, 碳原子的杂化轨道类型与石墨相同, 皆为  $\text{sp}^2$  杂化。  
 ( ) 5. 化学成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  粉体可能是红色颜料, 也可能是黄色颜料。  
 ( ) 6. 由于氢与氧都存在三种同位素, 故可以形成九种类型的水。  
 ( ) 7. 根据酸碱质子理论, 硬碱容易给出电子, 即容易被氧化。  
 ( ) 8. 砒霜是  $\text{As}_4\text{O}_6$ ; 雄黄是  $\text{As}_4\text{S}_4$ 。  
 ( ) 9. 如果分子的中心原子采用  $\text{sp}^3$  杂化轨道成键, 则分子的几何构型必为正四面体。  
 ( ) 10. 根据价层电子对互斥理论, 分子的几何构形为价层电子对的几何构形;  
 ( ) 11. 电子属于微观粒子, 其运动特性具有波粒二象性。  
 ( ) 12.  $\text{PbO}_2$  和  $\text{NaBiO}_3$  等的强氧化性, 可以用惰性电对效应解释。  
 ( ) 13. 在  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液中通入  $\text{H}_2\text{S}$  气体, 不可能获得  $\text{Al}_2\text{S}_3$  沉淀。

( ) 14. s 电子绕核运动的轨道为一圆周；而 p 电子是走 $\infty$ 形的。

三. 用化学反应方程式表达下列反应，并说明主要产物的状态和颜色。(共 30 分，每小题 6 分，所有考生必做)

1. 工业上制备  $\text{Br}_2(l)$  的工艺过程为：

(1) 向酸化后的海水中通入  $\text{Cl}_2$ ，获得  $\text{Br}_2$  单质；(2) 然后，用空气吹出并用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水溶液吸收；(3) 获得的溶液经过必要的处理后，再用稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化， $\text{Br}_2(l)$  就会从溶液中析出，获得产品  $\text{Br}_2(l)$ 。

2. 写出下列离子鉴别的特征反应，要求写出实验的试剂种类、反应方程式、实验现象。

(1)  $\text{Fe}^{2+}$ ；(2)  $\text{Fe}^{3+}$ ；(3)  $\text{CrO}_4^{2-}$ ；

3. 在实验室中用单质硅和单质铝制备氢气的反应。

4. 先将  $\text{Al}_2\text{O}_3$  固体与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  混合高温熔融，再将获得的固体打碎后投入水中。

5. 实际中使用氢氟酸腐蚀玻璃的反应。

四. 回答下列问题(共 40 分，第 1、2 小题 12 分，其余各小题 8 分。)

(所有考生必做第 1、2 小题，其余任选做二小题，即需要完成 4 个小题，多做不加分。)

1. 根据配位化合物的价键理论，以  $[\text{FeF}_6]^{3-}$  和  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  为例，说明生成内轨型配合物与外轨型配位化合物的条件。

2. 根据分子轨道理论，画出  $\text{O}_2^+$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_2^-$  分子与离子的分子轨道能级图，计算分子的键级。并指出它们的磁性、稳定性顺序。

3. 某原子形成 +3 离子的电子组态为  $[\text{Ar}]3d^1$ 。(1) 指出该元素是名称、元素符号、写出中性原子的电子组态；(2) 请用四个量子数表示该元素中性原子最高能级组中电子的状态。(3) 在实验室中如何获得该 +3 离子的氯化物(应写出反应式)？该氯化物的水溶液显何种颜色？

4. 为什么  $\text{CCl}_4$  在水中难于水解而  $\text{SiCl}_4$  容易水解。

5. 实验室研究表明， $\text{H}_2\text{O}_2$  具有氧化性又具有还原性，请设计一系列实验证实这一结论。要求写出实验的试剂种类和步骤、反应方程式、实验现象。

五. 计算题(共 39 分，每小题 13 分。)

(所有考生任选三小题完成，即只需完成三个小题，多做不加分。)

1. 某溶液中  $\text{FeCl}_2$  与  $\text{CuCl}_2$  两者的浓度均为  $0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，向溶液中通入  $\text{H}_2\text{S}$  气体至饱和 ( $[\text{H}_2\text{S}]=0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ )，此时可以产生沉淀。请您通过计算判断溶液中沉淀的生成属于下列哪种情况。

(a) 先生成  $\text{CuS}$  沉淀，后生成  $\text{FeS}$  沉淀；

(c) 先生成  $\text{FeS}$  沉淀，后生成  $\text{CuS}$  沉淀；

(b) 只生成  $\text{CuS}$  沉淀，不生成  $\text{FeS}$  沉淀；

(d) 只生成  $\text{FeS}$  沉淀，不生成  $\text{CuS}$  沉淀；

已知： $K_{sp, \text{FeS}}^0 = 6.3 \times 10^{-18}$ ； $K_{sp, \text{CuS}}^0 = 6.3 \times 10^{-36}$ ； $K_{a, \text{H}_2\text{S}}^0 = 1.3 \times 10^{-20}$

2. 有人想将  $1 \times 10^{-5}\text{mol}$  的  $\text{AgI}$  完全溶解在  $1\text{cm}^3$  的氨水中，请你从理论上推算他所需氨水的最低浓度，以此说明他的愿望能否实现。

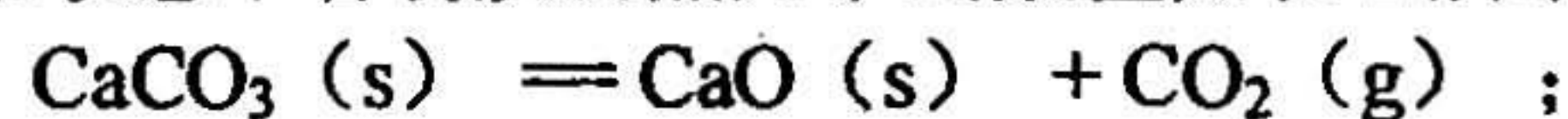
(已知： $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  的稳定常数为  $1.7 \times 10^7$ ； $\text{AgI}$  的溶度积常数： $K_{sp, \text{AgI}} = 1.56 \times 10^{-16}$ )

3. 试通过计算说明 Zn 单质在标准状态下, 既能与酸反应制备氢气, 又能与碱反应制备氢气。

(已知: 酸性:  $\text{Zn} + 2\text{e} = \text{Zn}^{2+} + 2\text{H}_2$ ,  $\varphi_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0.76\text{V}$ ;

碱性:  $\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Zn} + \text{OH}^-$ ,  $\varphi_{\text{ZnO}_2^{2-}/\text{Zn}}^0 = -1.22\text{V}$ )

4. 在标准状态下各物质的热力学函数值如表 1 所示, 请根据这些数据对下列反应进行讨论。



(1) 判断该反应能否在标准状态 (298K) 下进行;

(2) 估算该反应能正向进行的最低温度及此温度下的反应平衡常数  $K_p$ 。

表 1 几种化合物的标准热力学函数

	$\Delta_f H_m^0 (\text{KJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	$S_m^0 (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1})$
$\text{CaCO}_3(\text{s})$	-1206.0	92.0
$\text{CaO}(\text{s})$	-635.0	39.0
$\text{CO}_2(\text{g})$	-393.0	197.0

5. 计算 298K 时  $0.4\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中  $\text{H}^+$ 、 $\text{HSO}_4^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$  等离子的浓度。如果要在  
此溶液中生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀, 则溶液中  $\text{Ba}^{2+}$  的最低浓度为多少?

已知:  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的第一级解离度为 100%, 第二级解离平衡常数为  $K_{a2} = 1.2 \times 10^{-2}$ ;

$\text{BaSO}_4$  的溶度积常数  $K_{sp}^0 = 1.0 \times 10^{-10}$ 。