

电子科技大学

2005 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: 无机化学 ; 代码: 438

注: _____

一. 选择最佳答案填空 (共 20 分, 每小题 1 分。所有考生必做)

- 在健康的活细胞内, Na^+ 与 K^+ 的浓度关系一般为 ()
 - Na^+ 离子浓度大于 K^+ 离子浓度;
 - Na^+ 离子浓度小于 K^+ 离子浓度;
 - Na^+ 离子浓度等于 K^+ 离子浓度;
 - Na^+ 离子浓度与 K^+ 离子浓度之间无关系。
 - 以上答案都不对。
- 在维生素 B_{12} 中存在的金属离子为 ()。
 - Ca^{2+} ;
 - Fe^{2+} ;
 - Cu^{2+} ;
 - Co^{2+} ;
- 在标准状态下, $0.01\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的 H_2SO_4 水溶液中的 $[\text{OH}^-]$ 为 () $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。(已知 H_2SO_4 的第二级电离常数 $K_{a2}=1.2\times 10^{-2}$)。
 - 0.1;
 - 1.0×10^{-1} ;
 - 6.9×10^{-13} ;
 - 1.45×10^{-2} ;
 - 无正确答案可选;
 - 条件不够, 无法计算。
- 根据酸碱质子理论, 在液 NH_3 中, 下列物质中属于碱的是 ()
 - NH_4^+ ;
 - NH_3 ;
 - NH_2^- ;
 - CH_3NO_2 ;
 - 无正确答案可选。
- 弱酸弱碱盐实际上是由一种酸 A_1 与一种碱 B_2 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 () (K_w 为水的离子积)
 - K_{b1} ;
 - K_{a2} ;
 - $(K_{a1}\times K_{b2})/K_w$;
 - $K_w/(K_{a1}\times K_{b2})$;
- $4\text{Fe}(s) + 3\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(s), \Delta_r G_m^0 = -1480\text{KJ}$;
 $4\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + \text{Fe}(s) = 3\text{Fe}_3\text{O}_4(s), \Delta_r G_m^0 = -80\text{KJ}$;
 则 $\text{Fe}_3\text{O}_4(s)$ 的 $\Delta_r G_m^0$ ()
 - -1013KJ/mol ;
 - -1560KJ/mol ;
 - -3040KJ/mol ;
 - $+1560\text{KJ/mol}$;
- 根据 Slater 规则, Sc 原子中一个 3s 电子的屏蔽常数 $\sigma =$ ()
 - 11.25;
 - 17;
 - 17.5;
 - 18.35;
 - 条件不够无法计算;
 - 无正确答案可选;
- 根据 Pauling 规则估计, H_3PO_4 的 K_{a2} (第二级电离平衡常数) 的数量

电子科技大学攻读硕士学位研究生入学考试试题

- 级在 () 范围。
- (a) 10^{-3} ; (b) 10^{-8} ; (c) 10^2 ; (d) 10^7 ;
 (e) 条件不够无法计算; (f) 无正确答案可选;
9. 在自然界中 Mo 和 W 常共生, 使 Mo 和 W 难于分离, 是由于 ()
 (a) 同位素效应; (b) 镧系收缩效应;
 (c) 分离方法不对; (d) 以上皆不对;
10. 在铅酸蓄电池充电时, 阳极发生的反应是 ()
 (a) $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2$;
 (b) $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}$;
 (c) $\text{PbSO}_4 + 2\text{e} \rightarrow \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$;
 (d) $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4$;
 (e) $\text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}$;
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 H_2SO_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) Hg_2^{2+} ; (b) Ba^{2+} ; (c) Ag^+ ;
 (d) Pb^{2+} ; (e) 以上无合适的答案;
12. 加热下列物质, 最终得到金属的是 ()
 (a) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; (b) KNO_3 ; (c) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; (d) AgNO_3 ;
13. 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%
14. 如果 $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 饱和溶液的浓度为 $2.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 则该化合物的 K_{sp} 为 ()
 (a) 2.0×10^{-6} ; (b) 3.5×10^{-27} ; (c) 1.6×10^{-34} ;
 (d) 3.2×10^{-29} ; (e) 以上答案都不对;
15. 下列物质中加入盐酸后, 不能够产生 Cl_2 气体的物质是 ()
 (a) Pb_3O_4 ; (b) $\text{Fe}(\text{OH})_3$;
 (c) $\text{Co}(\text{OH})_3$; (d) $\text{Ni}(\text{OH})_3$;
16. 实验室常用变色硅胶作干燥剂, 它是通过颜色的变化来指示是否还有效。其中加入指示剂为 ()
 (a) FeCl_3 ; (b) 酚酞; (c) CoCl_2 ;
 (d) NiCl_2 ; (e) 无正确答案。
17. 外围电子构型为 $4f^7 5d^1 6s^2$ 的元素在周期表中的位置是哪一族 ()
 (a) 第四周期 VII B 族; (b) 第五周期 III B 族;
 (c) 第六周期 VII B 族; (d) 第六周期 III B 族;
18. 某原子有 11 个电子, 现有如下量子数, 其中对应于该原子中能量最高

电子科技大学攻读硕士学位研究生入学考试试题

的那个电子的量子数为 ()

(a) $n=2, l=1, m=0, m_s=-1/2$;

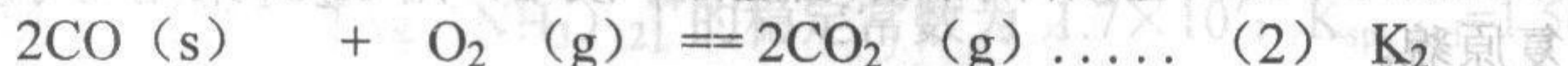
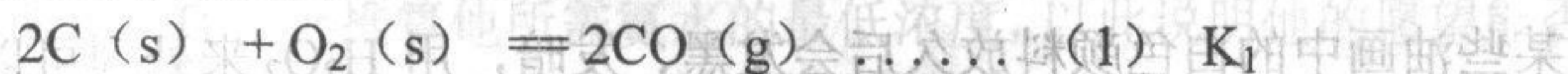
(b) $n=2, l=2, m=0, m_s=-1/2$;

(c) $n=3, l=1, m=1, m_s=+1/2$;

(d) $n=3, l=2, m=-2, m_s=-1/2$;

(e) $n=3, l=0, m=0, m_s=+1/2$;

19. 已知下列反应的平衡常数:



则反应 $C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$ 的平衡常数为 ()

(a) $\sqrt{K_1 + K_2}$; (b) $\sqrt{K_1 \times K_2}$; (c) $\sqrt{K_1} + \sqrt{K_2}$;

(d) $K_1 \times K_2$; (e) 无答案可选;

20. 将 Al_2O_3 与 Na_2CO_3 熔融后, 打碎熔融固体产物投入水中, 得到的沉淀物为 ()

(a) $Al(OH)_3$; (b) $Al(HCO_3)_3$;

(c) $Al_2(CO_3)_3$; (d) 以上都不对

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 30 分, 每小题 2 分)

() 1. s 电子绕核运动, 其轨道为一圆周; 而 p 电子是走 ∞ 形的。

() 2. 硼酸 (H_3BO_3) 和次亚磷酸 (H_3PO_2) 都是一元酸。

() 3. 配位化合物的配位数是指与中心原子相连的配体个数。

() 4. 根据价层电子对互斥理论, BF_3 、 ClF_3 、和 NH_3 的分子几何构型相同。

() 5. 我国是目前世界上探明稀有元素矿储藏量最多的国家。

() 6. 硝酸存在分子内氢键。

() 7. 砒霜是 As_4O_6 ; 雄黄是 As_4S_4 。

() 8. 如果分子的中心原子采用 sp^3 杂化轨道成键, 则分子的几何构型必为正四面体。

() 9. 在 $TiCl_4$ 水溶液中加入 Al , 溶液可变为紫色。

() 10. 在人体中含量最多 (按重量百分比计) 的化合物是有机化合。

() 11. PbO_2 和 $NaBiO_3$ 等的强氧化性, 可以用惰性电对效应解释。

() 12. 对于纯水, 在 $0-100^\circ C$ 范围内, 其离子积 (K_w) 是 1.0×10^{-14} 。

() 13. 在碱性低温氢氧燃料电池中, 电池的负极是氧极, 正极是氢极。

() 14. 化学成分为 Fe_2O_3 粉体可能是红色颜料, 也可能是黄色颜料。

() 15. 绿色植物中叶绿素是含 Mg^{2+} 的配位化合物。

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 $\text{Br}_2(l)$, (1) 一般是向酸化后的海水中通入 Cl_2 , 获得 Br_2 单质; (2) 然后, 用空气吹出并用 Na_2CO_3 水溶液吸收。(3) 获得的溶液经过必要的处理后, 再用稀 H_2SO_4 酸化, $\text{Br}_2(l)$ 就会从溶液中析出, 获得产品 $\text{Br}_2(l)$ 。
2. 某些油画中的白色颜料放久后会发黑、发暗, 用 H_2O_2 来处理可以恢复原貌。
3. 酸性介质中过硫酸铵和 $\text{MnSO}_4(aq)$ 反应 (Ag^+ 催化)。
4. 实际中使用氢氟酸腐蚀玻璃的反应。
5. 将 SiCl_4 、 SnCl_4 分别加入水中进行水解反应。

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

(应届考生做 1, 2, 3, 4 题; 非应届考生必做第 1, 2 小题, 其余任选做二个小题)

1. 用晶体场理论说明 $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 是高自旋, 而 $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ 是低自旋, 计算它们的磁矩大小; 并判断 $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 与 $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ 配离子的稳定性。
2. 根据分子轨道理论, 画出 O_2^+ 、 O_2 、 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. 完成下列表格

在水溶液中各水合离子的颜色表

离子种类	Cu^{2+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	Fe^{3+}	Ba^{2+}	Zn^{2+}	Al^{3+}	CrO_4^{2-}
离子颜色								

4. 简述金刚石、石墨、碳纳米管的结构特点与基本特性。

5. TiO_2 (即钛白粉) 在实际中具有广泛应用。试说明目前工业上人工合成 TiO_2 的方法主要有几种, 并简述其工艺过程。

6. 为什么 NaNO_2 能加快浓 HNO_3 与 Cu 的反应。

五. 计算题 (共 30 分, 每小题 10 分。)

(应届考生完成第 1、第 2、第 3 小题; 非应届考生任选做三个小题完成)

1. 室温下在 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 ZnCl_2 溶液中, 通入 H_2S 气体至饱和时, 刚好有 ZnS 沉淀生成, 此时溶液中的 pH 值等于多少?

已知: H_2S 水溶液的 $K_{a1}=5.7 \times 10^{-8}$, $K_{a2}=1.2 \times 10^{-15}$; $K_{sp, \text{ZnS}}=2.0 \times 10^{-22}$ 。

2. 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 1.7×10^7 ; $K_{sp, \text{AgI}}=1.56 \times 10^{-16}$)

3. 通过计算说明为什么王水可以溶解 Au , 而单独用浓 HNO_3 或浓盐酸都不能。

已知: $\text{Au}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Au}$, $\varphi^0_{\text{Au}^{3+}/\text{Au}} = 1.45 \text{ V}$

$[\text{AuCl}_4]^- + 3e \rightleftharpoons \text{Au} + 4\text{Cl}^-$, $\varphi^0_{[\text{AuCl}_4]^-/\text{Au}} = 1.0 \text{ V}$

$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$, $\varphi^0_{\text{NO}_3^-/\text{NO}} = 0.95 \text{ V}$;

浓 HNO_3 为 $16 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; 浓盐酸为 $12 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。

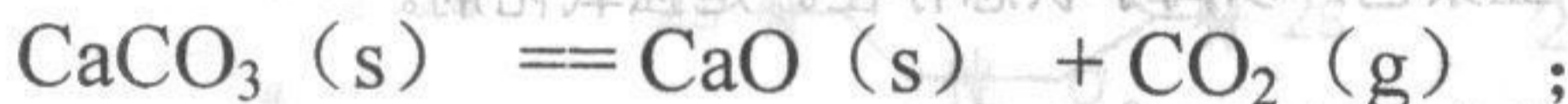
4. 实验室制取 Cl_2 , 通常用 $\text{MnO}_2(\text{s})$ 和浓盐酸反应, 为什么?

试讨论制备 Cl_2 时使用的盐酸的最低浓度应为多少?

已知: $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, $\varphi^0_{\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}} = +1.23 \text{ V}$;

$\text{Cl}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$, $\varphi^0_{\text{Cl}_2/\text{Cl}^-} = +1.36 \text{ V}$;

5. 已知在标准状态下各物质的热力学函数值如下表,



(1) 判断该反应能否在标准状态下进行;

(2) 估算该反应能进行的最低温度及此温度下的反应平衡常数 K_p 。

基本计算数据

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