

2005 硕士学位研究生入学考试试题 (B 卷)

考试科目:无机化学

适用专业: 化学工程, 应用化学, 环境化学

所有试题答案写在答题本上, 答案写在试卷上无效

一、填空题 (根据题意, 在答题本下列各题的横线上, 填上正确文字、符号或数值) (共 40 分)

1 已知 $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_f H^\circ(\text{CO}, \text{g}) = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 由此可知反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 是____热和熵____的反应, 在____温下有利于反应正向自发进行。 K_p 和 K_c 的关系为____, 当增大体系的压力时, 平衡向____方向移动。

2 对于反应 $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$, 其反应速度方程式为 $v = k_c(\text{A}) \cdot c(\text{B})$, 由此可知该反应为(基元或非基元反应)____, 反应级数为____, 若该反应的 $\Delta H < 0$, 则升高温度, k_f ____, k_r ____, K ____。

3 某温度下, 离解反应 $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ 的 $K_p = 2.5$, 当反应达平衡时 $P(\text{Cl}_2) = 50 \text{ kPa}$, 则此时总压力为_____。

4 已知 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCN 的 $\alpha = 0.010\%$, 则 $0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCN 的 $c(\text{H}^+)$ 为_____。

5 若 A、B 两种原子, 已知(1)它们最外层电子数相应为 1、7; (2)它们处于同一周期, 此周期的惰性气体外层电子构型为 $4s^2 4p^6$; (3)A、B 原子的次外层电子数分别为 13、18, 试根据上述条件填充下表:

项目 元素	原子 序数	元素 符号	原子的 外层电 子构型	常见离子 的外层 电子构型	族	分区	金属或 非金属	最高价氧化 物或氢化物 的分子式
A								
B								

6 在 $\text{pH} = 4$ 的溶液中, 已知 $c(\text{H}_3\text{AsO}_4) = c(\text{HAsO}_4^{2-}) = c(\text{I}^-) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, I_2 为固体, $\varphi^\circ(\text{H}_3\text{AsO}_4 / \text{HAsO}_4^{2-}) = 0.58 \text{ V}$, $\varphi^\circ(\text{I}_2 / \text{I}^-) = 0.54 \text{ V}$, 那么该电池正极的电

对为_____, 其电极反应为_____ ; 负极的电极电势值为_____, 其电极反应为_____. 该电池的
 电池反应为_____, 电池符号为_____

(在组成原电池时, 可选铂作电极导体)。

二、选择题 (在下列各题中, 选择符合题意的答案, 将其代号填入答题本的横线上) (共 20 分)

1 在恒温恒压不做非体积功的条件下, 体系自发从始态变到终态, 下列说法中肯定正确的是_____。

- a $\Delta H < 0$ b $\Delta S > 0$ c $\Delta G < 0$ d $\Delta G^\circ = -RT \lg K$

2 使反应 $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ $\Delta H = -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 能逆向移动的方法有_____。

- a T 一定, V 变小 b T, V 一定, 压入 N_2 气
 c P 一定, T 增大 d T, 总 P 一定, 压入 He 气

3 在 850°C 下, 反应 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 $K_p = 49548 \text{ Pa}$, 下列各种情况中不能建立平衡的是_____。

- a 密闭容器中有 CaO 和 CO_2 , $P(\text{CO}_2) = 101325 \text{ Pa}$
 b 密闭容器中有 CaCO_3 和 CO_2 , $P(\text{CO}_2) = 10132.5 \text{ Pa}$
 c 密闭容器中有 CaO 和 CO_2 , $P(\text{CO}_2) = 10132.5 \text{ Pa}$
 d 密闭容器中有 CaCO_3 和 CaO

4 已知反应的平衡常数 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 为 K_1 , $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g})$ 为 K_2 , 则反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 的平衡常数为_____。

- a $K_1 + K_2$ b $K_1 - K_2$ c $K_1 \times K_2$ d K_1/K_2

5 描述核外电子运动状态的波函数需要的量子数为_____。

- a l, m, m_l b n, l, m, m_l c n, l, m_l d n, l, m

6 下列各元素中, 第一电离能最大的是_____。

- a 硼 b 铝 c 硅 d 钪

7 对于指定电子受到的屏蔽效应, 应当考虑下列哪一种情况下电子间的相互作

用_____。

- a 内层电子对外层电子 b 外层电子对内层电子
c 所有电子对指定电子 d 内层和同层电子对指定电子

8 下列方程式正确的是_____。

- a $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = \text{AlCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$ b $\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$
c $\text{CuSO}_4 + 2\text{KI} = \text{CuI}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$ d $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3 + 6\text{NaCl}$

9 影响形成体配位数的主要因素有_____。

- a 形成体能提供的价层空轨道数 b 配位数随形成体电荷数增加而增多
c 空间效应, 即形成体半径与配位体半径之比越大, 配位数越多 d 以上三条

10 镧系收缩的结果使得下列哪两种元素的性质最接近_____。

- a Mg 和 Al b Zr 和 Hf c Ag 和 Au d Fe 和 Co

三、判断题(判断下列叙述是否正确, 正确的在答题本的括号中画√, 错误的画×)(共 20 分)

- 1 热是途径函数, 焓是状态函数, 当体系不做非体积功而发生一个恒温恒压变化时, 则满足 $Q = \Delta H$ 。()
- 2 化学反应级数是由参加反应的分子数决定的。()
- 3 弱酸的浓度越小, 电离度越大, 因而 $c(\text{H}^+)$ 越大, pH 值越小。()
- 4 把两块相同的铜板分别放入 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液中和 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Na_2S 溶液中, 因为两铜板是相同的, 因而具有相同的还原能力。()
- 5 同一元素不同氧化态的含氧酸(盐), 高氧化态有较强的得电子能力, 因而具有较高的电极电势。()
- 6 电子云的角度分布图只是比原子轨道的角度分布图稍“瘦”一些。()
- 7 在 F^- 、 O^{2-} 、 Ba^{2+} 、 Cu^+ 、 Zn^{2+} 离子中, 极化力最大的是 Ba^{2+} 。()
- 8 多原子分子的极性与键的极性不一定一致。()
- 9 由 $\text{AgF} \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow \text{AgBr} \rightarrow \text{AgI}$, 因其分子量增大, 色散力增大, 因此熔点依次升高。()
- 10 对于易溶于水的碳酸盐, 它们的碳酸氢盐也易溶于水。()

四、简答题 (共 20 分)

1 对于相同摩尔浓度的 NaAc 和 NaCN 溶液来说, 哪一种溶液的 pH 值较大?

为什么? 已知 $K_a(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$, $K_a(\text{HCN}) = 4.9 \times 10^{-10}$

2 若 $l=0$ 的电子云径向分布如图所示, 指出

该原子轨道名称和三个量子数的名称、符号

及数值。



五、计算题 (50 分)

1 甲醇的分解反应式及已知条件为: $2\text{CH}_3\text{OH}(l) \rightleftharpoons 2\text{CH}_4(g) + \text{O}_2(g)$

$$\Delta_f H^\circ(298\text{K})/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad -238.6 \quad -74.8$$

$$\Delta_f G^\circ(298\text{K})/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \quad -166.3 \quad -50.8$$

(1) 从反应式中判断该反应 $\Delta S^\circ(298\text{K})$ 值的正负, 并通过计算证明; (2) 通过计算判断此反应是吸热还是放热反应, 在 500K 时能否进行; (3) 计算该反应自发进行的最低温度; (4) 计算 1000K 时反应的 K_p 。

2 现有 $10\text{mL} 0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{HAc}$, 若将其稀释一倍。(1) 计算稀释后溶液的 pH 值;

(2) 往稀释后的溶液中加入多少克 $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 才能使 $\text{pH}=6.0$? (3) 若再往其中加入

$20\text{mL} 0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液, 溶液的 pH 值为多少? (4) 在 (3) 的混合溶液中加入

2.497 克 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 有无沉淀生成? (5) 若将与 (2) 等量的 $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 溶液

加入到 $20\text{mL} 1.0\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液中, 此混合溶液有无缓冲能力? 为什么?

已知 $K_a(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$, $K_{sp}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2.2 \times 10^{-20}$, 分子量: $\text{NaAc}\cdot 3\text{H}_2\text{O} = 136.1$,

$\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O} = 249.7$, 不考虑固体体积对溶液体积的影响。