

招生单位名称

2011 年硕士研究生入学考试初试试题 (A 卷)

科目代码: 876 科目名称: 普通化学

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! 考试需用计算器!

一、判断下列说法是否正确 (20 分, 每题 2 分) (正确的打√, 错误的打×)

1. 恒温恒压下, 化学方程式 $2\text{Al(s)}+3/2\text{O}_2\text{(g)}=\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$ 与 $4\text{Al(s)}+3\text{O}_2\text{(g)}=2\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$ 的标准电动势 E^\ominus 是一相同的值。 ()
2. 加入正催化剂可大大加快正反应速率, 平衡正向移动。 ()
3. 分别中和 $\text{pH}=2$ 的盐酸和醋酸溶液, 所用氢氧化钠的物质的量应是相同的。 ()
4. 一对共轭酸碱对的两物质在组成上都相差一个质子。 ()
5. 标准氢电极的电极电势为零, 是人为规定的。 ()
6. 当主量子数 $n=2$ 时, 其角量子数只能取 1。 ()
7. H_2O 的沸点高于 H_2S 的沸点, 是因为 $\text{H}-\text{O}$ 键的键能大于 $\text{H}-\text{S}$ 键的键能的缘故。 ()
8. 相同 K_{sp}^\ominus 值的两种物质有相同的溶解度。 ()
9. 在配合物中, 中心原子的配位数等于配体的个数。 ()
10. pH 升高, 其他条件不变时, $E(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})$ 的数值增大。 ()

二、选择题 (30 分, 每题 2 分)

1. 某温度下容器中混合 $a \text{ mol O}_2\text{(g)}$ 、 $b \text{ mol N}_2\text{(g)}$ 、 $c \text{ mol Ar}_2\text{(g)}$, 如果混合气体的总压为 $m \text{ kPa}$, 则 $\text{O}_2\text{(g)}$ 的分压为 ()
 (A) $\frac{am}{a+b+c} \text{ kPa}$ (B) $\frac{m}{a+b+c} \text{ kPa}$ (C) $am \text{ kPa}$ (D) $\frac{m}{a} \text{ kPa}$
2. 298.15K 下, 下列物质具有最低摩尔熵值的是 ()
 (A) $\text{Cl}_2\text{(g)}$ (B) $\text{N}_2\text{(g)}$ (C) Mg(s) (D) $\text{CCl}_4\text{(l)}$
3. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{S}$ 溶液中, 其各物种浓度大小次序正确的是 ()
 (A) $\text{H}^+ > \text{H}_2\text{S} > \text{HS}^- > \text{S}^{2-}$ (B) $\text{H}_2\text{S} > \text{H}^+ > \text{S}^{2-} > \text{HS}^-$
 (C) $\text{H}_2\text{S} > \text{H}^+ > \text{HS}^- > \text{S}^{2-}$ (D) $\text{H}_2\text{S} > \text{HS}^- > \text{H}^+ > \text{S}^{2-}$
4. 反应 $\text{CaCO}_3\text{(s)}=\text{CaO(s)}+\text{CO}_2\text{(g)}$ 在 298.15K 时的 $\Delta G_m^\ominus=131.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 下列判断正确的是 ()
 (A) 该分解反应在任何条件下均不能自发进行。
 (B) 将其置于一密闭容器中, 在 298.15K 下, 分解反应一定不能自发进行。
 (C) 该分解反应在任何条件下均能自发进行。
 (D) 该分解反应在 298.15K、 CO_2 压力等于 100kPa 时, 分解反应不能自发进行。
5. 某一过程中系统吸收了 40kJ 的热并对环境做了 25kJ 的功, 该系统的热力学能的变化为 ()
 (A) 65kJ (B) 15kJ (C) -65kJ (D) -15kJ
6. 298.15K 时水的 $K_w^\ominus=1.0 \times 10^{-14}$, 则 298.15K 时 $1.0 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HCl}$ 溶液的 pH 值与下列数据最接近的是 ()
 (A) 12 (B) 10.5 (C) 10 (D) 7
7. $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的某酸(HA)溶液的 pH 值为 5, 则该酸的解离常数为 ()
 (A) 10^{-5} (B) 10^{-7} (C) 10^{-8} (D) 10^{-10}
8. 在标准状态下, 两反应 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}+6\text{Fe}^{2+}+14\text{H}^+\rightarrow 2\text{Cr}^{3+}+6\text{Fe}^{3+}+7\text{H}_2\text{O}$ 和 $2\text{Fe}^{3+}+\text{Sn}^{2+}\rightarrow 2\text{Fe}^{2+}+\text{Sn}^{4+}$ 均向正方向进行, 它们中间最强的氧化剂和最强的还原剂分别是 ()

- (A) Sn^{2+} 和 Fe^{3+} (B) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 Sn^{2+} (C) Cr^{3+} 和 Sn^{4+} (D) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 Fe^{3+}

9 在 $c(\text{I}^-)=0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液中, PbI_2 的溶解度(S)可表示为 ()

- (A) $S=(K_{\text{sp}}^{\ominus}/4)^{1/3}$ (B) $S=(K_{\text{sp}}^{\ominus})^{1/3}$ (C) $S=100K_{\text{sp}}^{\ominus}$ (D) $S=25K_{\text{sp}}^{\ominus}$

10 用量子数确定原子轨道时, 下列各组中不合理的组合是 ()

- (A) $n=2, l=2, m=0, m_s=+\frac{1}{2}$ (B) $n=2, l=1, m=-1, m_s=-\frac{1}{2}$ (C) $n=3, l=2, m=1, m_s=+\frac{1}{2}$ (D) $n=4, l=3, m=2, m_s=+\frac{1}{2}$

11 下列物质中沸点最高的是 ()

- (a)HF (b)HCl (c)HBr (d)HI

12. 属于原子晶体的物质是 ()

- (a)NaCl (b) CO_2 (c)石墨 (d) SiO_2

13. 已知某元素在 Kr 以前 (指周期中的位置), 当此元素失去三个电子后, 它的角量子数为 2 的轨道内电子恰好半充满, 此元素为 ()

- (A) Co (B) Fe (C) Ni (D) Mn

14. 下列化合物中, 氧的氧化值为 +2 价的是 ()

- (A) Cl_2O_5 (B) BrO_2 (C) HClO_2 (D) F_2O

15. $\text{CuCl}_2(\text{s})+\text{Cu}(\text{s})=2\text{CuCl}(\text{s}) \quad \Delta_r H_{\text{m}}^{\ominus}=170\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$\text{Cu}(\text{s})+\text{Cl}_2(\text{g})=\text{CuCl}_2(\text{s}) \quad \Delta_r H_{\text{m}}^{\ominus}=-206\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

则 $\text{CuCl}(\text{s})$ 的 $\Delta_f H_{\text{m}}^{\ominus}$ 应为 () $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

- (A) 36 (B) 18 (C) -18 (D) -36

三、填空题 (20 分, 每格 1 分)

- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]_2(\text{SO}_4)_3$ 的命名为_____, 配位体为_____, 配位数为_____, 配位原子为_____。
- 对于已达平衡的反应 $\text{N}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H=-92.22\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, ①恒压条件下升高体系的温度, 平衡向着_____方向移动; ②恒温条件下增加体系的压力, 平衡向着_____方向移动。
- 在 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HAc}$ ($K_{\text{a}}^{\ominus}=1.76\times 10^{-5}$) 溶液中, ① pH 值为_____; ②加入 NaAc 固体, 则溶液的 pH 值_____ (变大, 变小, 不变)。
- 基元反应 $2\text{NO}_2(\text{g})\rightarrow 2\text{NO}(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})$ 的速率方程式是_____, 其反应级数为_____。
- 某温度时, $2\text{SO}_2(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ 的 $K^{\ominus}=0.16$, 则 $\text{SO}_3(\text{g})\rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g})+\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ 的 $K^{\ominus'}=_____$ 。
- 在① PH_3 ②乙烯 ③乙烷 ④ SiO_2 ⑤ N_2 各物质的化学键中, 只存在 σ 键的是_____; 同时存在 σ 键和 π 键的是_____。
- $_{42}\text{Mo}$ 的核外电子排布式为_____。
- 在① KClO_3 ② Br_2 ③ KMnO_4 氧化剂中, 当其溶液中 H^+ 浓度增大时, 氧化能力增强的是: _____, 不变的是: _____。
- $\text{Zn}(\text{s})+\text{Cu}^{2+}\rightarrow\text{Cu}(\text{s})+\text{Zn}^{2+}$ 在标准态下组成原电池, 电池符号表达式_____。
- 根据酸碱质子理论, 下列物质 H_2S 、 H_2O 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 中, 只能作酸的是_____, 只能作碱的是_____, 又可作酸又可作碱的是_____。

四、计算题 (80 分)

- (15 分) 在混合溶液中: $c(\text{Fe}^{3+})=0.1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$, $c(\text{Cu}^{2+})=0.5\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。如果溶液的 pH 值控制在 4.0, 能否使这两种离子分离? [$K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{Fe}(\text{OH})_3)=2.79\times 10^{-39}$, $K_{\text{sp}}^{\ominus}(\text{Cu}(\text{OH})_2)=2.2\times 10^{-20}$]。

2. (15 分) 在 1L 含 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 游离 NH_3 及 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 溶液中①加入 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ Na_2S , 问是否有 CuS 沉淀生成? ②若是加入 NaOH $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 问是否有 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀? [$K_{\text{sp}}^\theta(\text{CuS})=1.27 \times 10^{-36}$, $K_{\text{sp}}^\theta(\text{Cu}(\text{OH})_2)=2.2 \times 10^{-20}$, $K_{\text{稳}}^\theta([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+})=4.8 \times 10^{12}$]

3. (10 分) 已知 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 的分解反应中有关物质在 298.15K 时的热力学数据如下:

	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$		
$\Delta_f H_m^\theta(298.15\text{K})/\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-315.4	-46.0	-92.3
$S_m^\theta(298.15\text{K})/\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	94.6	192.45	186.908

试计算该分解反应在 100°C 时的 $\Delta_r G_m^\theta$ 值, 并判断能否自发进行。

4. (25 分) 已知 298.15K 在标准状态下的氧化还原反应: $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$, ①将该反应组成原电池, 判断标准状态下此反应进行的方向, 写出原电池表达式、正极和负极的电极反应式;

②求此反应在 298.15K 时的 K^θ 和 $\Delta_r G_m^\theta$; ③若 $c(\text{H}^+)=0.01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 其它离子均为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 求此原电池的电动势并判断反应方向。 [$E^\theta(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = +1.507\text{V}$, $E^\theta(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +0.771\text{V}$, $F=96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$]

5. (15 分) 求在 25°C 时 AgCl 在 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水溶液中的溶解度 (以 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 计)

(已知 $K_f^\theta, [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 1.12 \times 10^7$, $K_{\text{sp}}^\theta, \text{AgCl} = 1.77 \times 10^{-10}$)