

中国科学院研究生院

2012 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：普通化学（甲）

考生须知：

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均无效。
 3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。
-

一、选择题（每题选一最佳答案，每小题 2 分，共 30 分）

1. 已知 $K_a^\ominus(\text{HAc})=1.8\times 10^{-5}$ ， $K_a^\ominus(\text{HF})=7.2\times 10^{-4}$ ， $K_a^\ominus(\text{HCN})=6.2\times 10^{-10}$ ，则下列各物质碱性强弱顺序正确的是（ ）
A. $\text{CN}^- > \text{Ac}^- > \text{F}^-$ ； B. $\text{CN}^- > \text{F}^- > \text{Ac}^-$ ；
C. $\text{Ac}^- > \text{CN}^- > \text{F}^-$ ； D. $\text{F}^- > \text{Ac}^- > \text{CN}^-$ 。
 2. 用 $1.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HAc}$ 与 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaAc}$ 水溶液配制缓冲溶液，要使该缓冲溶液的缓冲能力最强，则 $V(\text{HAc})/V(\text{NaAc})$ 为（ ）
A. 1:1； B. 2:1； C. 10:1； D. 1:10。
 3. 水溶液中能大量共存的物质是（ ）
A. H_3PO_4 、 PO_4^{3-} ； B. H_2PO_4^- 、 PO_4^{3-} ；
C. H_3PO_4 、 HPO_4^{2-} ； D. HPO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 。
-

4. 下列有关分步沉淀的叙述正确的是 ()
- A. 离子积先达到 K_{sp}^{\ominus} 的先沉淀出来;
B. 沉淀时所需沉淀试剂浓度大的先沉淀出来;
C. 溶解度小的物质先沉淀;
D. 被沉淀离子浓度大的先沉淀。
5. 在 CaCO_3 和 CaC_2O_4 混合物中, 加入醋酸, 溶解情况是 ()
- A. CaCO_3 溶解; B. CaC_2O_4 溶解; C. 两者都溶; D. 两者都不溶。
6. 如果系统经过一系列变化, 最后又回到起始状态, 则以下关系均能成立的是 ()
- A. $Q=0, W=0, \Delta U=0, \Delta H=0$; B. $Q \neq 0, W \neq 0, \Delta U=0, \Delta H=Q$;
C. $Q=-W, \Delta U=Q+W, \Delta H=0$; D. $Q \neq -W, \Delta U=Q+W, \Delta H=0$ 。
7. 已知 $\Delta_f G_m^{\ominus}(\text{Ag}_2\text{O}, \text{s}) = -11.2 \text{ kJ/mol}$, 反应 $2\text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) = 4\text{Ag}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$ 在 298K 达到平衡, 氧的分压最接近于 ()
- A. $10^{-4} \text{ p}^{\ominus}$; B. 10^4 p^{\ominus} ; C. 10^2 p^{\ominus} ; D. $10^{-2} \text{ p}^{\ominus}$ 。
8. 某化学反应速率常数的单位是 $\text{mol} \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1}$, 则该化学反应的级数是 () 级
- A. 3; B. 2; C. 1; D. 0。
9. 已知 $[\text{PtCl}_2(\text{OH})_2]$ 有两种顺反异构体, 成键电子所占据的杂化轨道应该是 ()
- A. sp^3 ; B. d^2sp^3 ; C. dsp^2 ; D. sp^3d^2 。
10. 根据配合物的价键理论, 下列配离子是内轨型且是顺磁性的是 ()
- A. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$; B. $[\text{FeF}_6]^{3-}$; C. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$; D. $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ 。
11. 已知乙醇和水的正常沸点分别为 78°C 和 100°C , 下列说法中错误的是 ()
- A. 相同温度时乙醇的蒸汽压大于水的蒸汽压;
B. 乙醇分子间作用力小于水分子间作用力;
C. 乙醇受外压小于水所受外压;

D. 78°C 时乙醇的蒸汽压等于 101.325kPa。

12. 用来描述气体状态的四个物理量分别是 (用符号表示) ()

A. n, V, p, T ; B. n, R, V, p ; C. n, V, R, T ; D. n, R, T, p 。

13. 下列离子具有顺磁性的是 ()

A. $^{56}\text{Ba}^{2+}$; B. $^{25}\text{Mn}^{2+}$; C. $^{30}\text{Zn}^{2+}$; D. $^{13}\text{Al}^{3+}$ 。

14. 下列各组量子数取值合理的是 ()

A. $n = 2, l = 1, m = 0, m_s = 0$; B. $n = 7, l = 1, m = 0, m_s = +1/2$;

C. $n = 3, l = 3, m = 2, m_s = -1/2$; D. $n = 3, l = 2, m = 3, m_s = -1/2$ 。

15. 屏蔽效应所起的作用是 ()

A. 对核电荷的增强作用; B. 对核电荷的抵消作用;

C. 负离子间的吸引作用; D. 电子层的排斥作用。

二、判断题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. 同离子效应使难溶电解质的溶解度降低。 ()

2. 溶度积常数相同的物质, 溶解度也相同。 ()

3. 原电池中的氧化还原反应达到平衡时, 两电极的电势相等。 ()

4. 随温度升高, 反应 $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CO}(\text{g})$ 的 $\Delta_r G_m^\ominus$ 降低。 ()

5. 配合物的价键理论可预测配合物的颜色。 ()

6. 温度为 T 的混合理想气体中 A 的分压、分体积及物质的量依次为 p_A, V_A, n_A , 那么它们应满足气态方程 $p_A V_A = n_A RT$ 。 ()

7. 电解质对溶胶的聚沉作用, 主要是由与胶粒带相反电荷的离子引起的, 该离子电荷越高, 其对溶胶的聚沉能力就越大。 ()

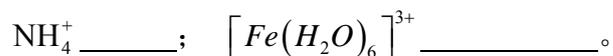
8. 在任何原子中, $3d$ 的能级总是高于 $3p$ 的。 ()

9. 电子波是“概率”波, 它是核外电子振动在核外空间传播产生的。 ()

10. 若中心原子采用 sp^3 不等性杂化方式成键, 成键后分子的空间构型是对称的。 ()

三、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 写出各酸的共轭碱：



2. 写出各碱的共轭酸：



3. 溶度积常数和一切平衡常数一样，与_____和_____有关，而与离子_____的改变无关。

4. 按晶体对称性的不同，可分为_____种晶系，进一步又可分为_____种空间点阵型式。

5. 根据晶体中质点间作用力的差别，可将晶体分成_____、_____、_____、_____等四类。

6. 四硝基·二氨合钴（III）酸钾的分子式是_____

7. 温度 T 时，某一可逆反应达到平衡时， $\Delta_r G_m =$ _____， $\Delta_r G_m^\ominus =$ _____。

8. BF_3 分子的空间构型是_____，B 原子采用_____杂化轨道成键，其键角是_____，偶极矩_____0 (>、=)。

四、问答题（共 20 分）

1. 为什么铁管道与锌接触能防止管道被腐蚀？（4 分）

2. 强酸水溶液中有无 OH^- ？强碱水溶液中有无 H^+ ？试说明原因？（4 分）

3. 配合物晶体场理论的基本要点是什么？应用上述要点说明相比于球形对称场中的能量，八面体配合物和四面体配合物中心原子 d 轨道的分裂情况。（6 分）

4. 改正下列说法：（6 分）

(1) s 电子绕核运动，其轨道为一圆圈，而 p 电子是走 ∞ 形；

(2) 主量子数 $n=1$ ，有自旋相反的两条轨道；

(3) 主量子数 $n=3$ 时，有 3s、3p、3d、3f 四条轨道。

五、计算题（共 60 分）

1. (8 分) 如果电池 $(-)\text{Cu}(s)|\text{Cu}^{2+}(c)||\text{Ag}^+(0.20\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})|\text{Ag}(s)(+)$ 的电动势是 0.446V , 求 $c(\text{Cu}^{2+})$ 是多少? $\varphi^\ominus(\text{Ag}^+/\text{Ag})=0.8\text{V}$; $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})=0.342\text{V}$ 。

2. (8 分) 在某容器中, A 与 B 反应, 实验测得数据如下:

$c(\text{A})/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	$c(\text{B})/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	$v/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1})$
1.0	1.0	1.2
1.0	2.0	4.8
8.0	1.0	9.6

(1) 确定该反应的反应级数。

(2) 计算该反应的速率常数 k , 写出此速率常数的量纲。

3. (12 分) 碘钨灯泡是用石英 (SiO_2) 制作的。试用热力学计算论证用玻璃能够取代石英的可能性。

提示: 灯泡内局部高温可达 623K , 玻璃主要成分之一是 Na_2O , 它能与碘蒸气反应生成 NaI 。可能用到的热力学常数如下

物质	$\text{Na}_2\text{O}(s)$	$\text{I}_2(g)$	$\text{NaI}(g)$	$\text{O}_2(g)$
$\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$	-414.22	62.44	-287.78	0
$S_m^\ominus / (\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1})$	75.06	260.58	98.53	205.03

4. (16 分) 将浓度为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠加入 25.00mL 浓度为 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HOBr ($K_a = 2.1 \times 10^{-9}$) 中, 请计算以下情况的 pH 值。

(1) 当加入氢氧化钠的量是初始的 HOBr 的量的一半的时候的 pH 值。(8 分)

(2) 当加入 65.00mL 的氢氧化钠溶液时的 pH 值。(8 分)

5. (16 分) 20°C 时, 葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 15g , 溶解于 200g 水中, 试计算蒸气压 (p), 沸点 (T_b), 凝固点 (T_f), 和渗透压 (π)。(已知 20°C 时水的蒸气压为 2.338kPa , 水的沸点升高常数 $K_b = 0.51\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, 凝固点降低常数 $K_f = 1.86\text{K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$)。