

中国科学院研究生院

2007 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（乙）

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一律无效。
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 (36 分，每题 2 分)

1. 测量各种温度下 0.1M $\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 溶液的 pH 值时发现，pH 值随温度上升而增加。据此，下述推论中哪个是正确的？
(A) 高温下 $\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 的溶解度很小；(B) 随着温度的升高 $\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 蒸发加剧；(C) $\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 水解反应是一个吸热反应；(D) $\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 水解反应是一个放热反应
2. 如果把醋酸钠固体加到醋酸的稀溶液中，则 pH 值将：
(A) 升高；(B) 不受影响；(C) 下降；(D) 先下降后升高；(E) 先升高后下降
3. 下面列出了五种元素原子的电子构型，哪种构型的氧化态之一在水溶液中是无色的？
(A) 2 8 18 1; (B) 2 8 14 2; (C) 2 8 16 2; (D) 2 8 18 2
4. 通常当聚合物分子的什么性质较强时，塑料有较高的强度和硬度？
(A) 多晶型性；(B) 无定形性；(C) 无规立构性；(D) 结晶度
5. 镧系收缩是指
(A) 镧系元素的离子半径；(B) 镧系元素的核质量；(C) 镧系元素的价电子；(D) 镧系元素的电负性
6. 碱金属和卤素生成的化合物具有最可能正确的预测性质是
(A) 有一个低熔点；(B) 难溶于水；(C) 在固体中导电；(D) 在熔融时导电
7. 0.1N NaHCO_3 的 pH 值最接近下列哪个值()。
(A) 5.6; (B) 7.0; (C) 8.4; (D) 13.0; (E) 4.0
8. 在实验室中，氢气通过下面哪种化合物管子时最容易被干燥？
(A) CaCO_3 ; (B) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; (C) CaCl_2 ; (D) $\text{Ca}(\text{OH})_2$; (E) MgCl_2
9. 用下列哪种轨道符号表示 $_{19}\text{K}^{39}$ ？
(A) $1s^2 2s^2 2p^6 2d^{10} 2f^1$ (B) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^9$ (C) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4p^1$ (D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

10. 固体溶于水时, 其溶解热与下列哪两种能量的相对值有关?
(A) 解离能和电离能; (B) 晶格能和振动能; (C) 解离能和水合能; (D) 晶格能和电离能; (E) 晶格能和水合能
11. 一种化合物含有 54.6% 的碳, 9.1% 的氢和 36.6% 的氧, 化合物的实验式 (最简单的) 为
(A) C_3H_6O ; (B) $C_4H_9O_2$; (C) $C_4H_8O_2$; (D) C_5H_9O
12. $pH = 2$ 的溶液比 $pH = 6$ 的溶液酸性高多少倍?
(A) 4 倍; (B) 12 倍; (C) 400 倍; (D) 10000 倍
13. 下列化合物中哪种酸性最强?
(A) CH_3COOH ; (B) CH_3CH_2OH ; (C) $CH_2ClCOOH$; (D) $CHCl_2COOH$; (E) CCl_3COOH
14. 完全中和 30 毫升 2M 的磷酸需要 45 毫升的氢氧化锂, 氢氧化锂的摩尔浓度为多少?
(A) 1.3; (B) 2.7; (C) 5.0; (D) 4.0
15. 结晶热在数值上与下列哪一种热相等?
(A) 生成热; (B) 溶解热; (C) 蒸发热; (D) 熔融热; (E) 升华热
16. 原子的电子构型为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ 时, 它的最可能的价态为:
(A) -1; (B) -3; (C) +1; (D) +3; (E) +5
17. 在开发新能源的探索中, 氢被认为是一种理想的二级能源. 目前认为, 最有发展前途的制氢方法是
(A) 电解水制氢 (B) 水煤气制氢; (C) 太阳光光解水制氢; (D) 硅与苛性钠作用制氢;
18. 对于电子波动性的正确理解是下面哪些?
(A) 物质波; (B) 电磁波; (C) 机械波; (D) 概率波;

二、 填空题 (50 分)

1. (6 分) 高熔点金属是指熔点等于或者高于 () 的熔点 () K 的金属, 这些金属都集中在 d 区的 ()、()、()、() 族中。
2. (4 分) 将 $2 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 HAc 和 $1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的 NaAc 溶液等量混合, 此时混合溶液的 pH 为 ()。若将该混合溶液稀释一倍, 则其 pH 值将 ()。(已知 $K_{\text{HAc}} = 1.74 \times 10^{-5}$)。
3. (4 分) 在反应活化能的测定试验中, 对某一反应通过实验测得的有关数据按照 $\lg k \sim 1/T$ 作图, 所得直线斜率为 -3655.9, 该反应的活化能 E_a 为 () $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
4. (6 分) 催化剂可以加快化学反应速率, 这是因为可以 () 反应活化能, () 增加, 速率常数 k ()。
5. (2 分) 将硼原子的电子排布式写成 $1s^2 2s^3$, 违背了 () 原理; 氮原子电子排布式

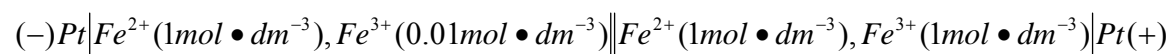
写成 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1$ 违背了 () 规则。

6. (4 分) 第三电子层上能量最低的电子, 可以用波函数符号表示为 () 和 ()。

7. (6 分) p 区元素的 () 电子和 () 电子都能参与成键, 可以 () 电子成为负价离子, 并容易和 () 区元素形成 () 化合物, 如 ()。

8. (7 分) 某元素的核电荷数为 40, 则此元素的外层电子构型为 _____, 属第 _____ 周期 _____ 区, _____ 族, 它在常温常压下的聚集状态为 _____ 态, 属于 _____ (金属或者非金属) 元素; 其电负性 _____ (大于\等于\小于) 2。

9. (6 分) 有下列电池



其负极反应为 _____, 正极反应为 _____。

10. (5 分) 下述各金属 Ti, Ni, Hg, W 一般用:

- (1) 热分解法制备的金属是 _____;
- (2) 用 H_2 作还原剂, 还原其氧化物制备的是 _____;
- (3) 用 Mg 作还原剂, 还原其氯化物制备的是 _____;
- (4) 用电解其硫酸盐水溶液提纯的是 _____;
- (5) 用羰化法提纯的是 _____。

三、 回答(26 分)

1. (5 分) 下列各物质的分子之间, 分别存在何种类型的分子间作用力?

(1) H_2 ; (2) SiH_4 ; (3) CH_3COOH ; (4) CCl_4 ; (5) $HCHO$

2. (5 分) 能够产生温室效应的气体具有的结构特征是什么? 在含量相同的条件下, 哪些大气污染气体产生的温室效应比 CO_2 更强? 说明理由。

3. (5 分) 蚕丝及其织品是一种天然高分子材料, 而常见的涤纶及其织物是一种合成高分子材料, 试提出一种鉴别真“假”天然材料的方法。

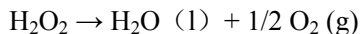
4. (5 分) 说明导致下列化合物熔点差别的原因。

- (1) NaF ($992^\circ C$), MgO ($2800^\circ C$)
- (2) $CaCl_2$ ($782^\circ C$), $ZnCl_2$ ($215^\circ C$)

5. (6 分) 写出下列各离子的电子排布式, 并指出它们的核外电子各属于何种类型? K^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Cl^- , S^{2-}

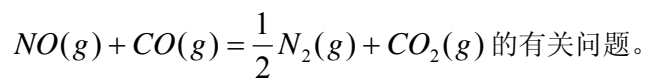
四、 计算(38 分)

1. (7 分) 在没有催化剂存在时, H_2O_2 的分解反应:



的活化能为 $75 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。当有铁催化剂存在时, 该反应的活化能降低到 $54 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。计算在 298K 时此两种反应速率的比值。

2. (12 分) 利用下表热力学数据, 通过计算回答汽车尾气净化反应



(1) 在 25°C 的标准条件下能否自发进行?

(2) 估算在 600°C 时该反应的标准平衡常数 K^0

	$\text{NO}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\circ(298\text{K}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	90.25	-110.52	0	-393.50
$\Delta_f G_m^\circ(298\text{K}) / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	86.57	-137.15	0	-394.36
$S_m^\circ(298\text{K}) / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	210.65	197.56	191.50	213.64

3. (9 分) 国家规定工业废水中有毒物质 Cd^{2+} 减低到 $0.10 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ 以下才可以排放。

(1) Cd^{2+} 浓度单位换算为 $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 是多少?

(2) 用消石灰沉淀法除去 Cd^{2+} , 按照理论计算, 废水中 pH 应该控制多少?

已知: 镉的摩尔质量 $112 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}} = 5.27 \times 10^{-15}$ 。

4. (10 分) 已知 $\phi_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0.771\text{V}$, $\phi_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^0 = 0.150\text{V}$, 在 298K 时, $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ Sn}^{2+}$

溶液可否与 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ Fe}^{3+}$ 溶液共存, 以计算说明。