

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（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：（共 42 分；其中 11，12，18 每小题 4 分；其余每小题 2 分）

1. 在电解质的饱和溶液中，加入与原电解质含有共同离子的另外一种（ ）会使原来电解质的（ ）下降。这是关于多相离子平衡的共同离子效应。
(A) 强电解质，溶解度；(B) 易溶强电解质，溶解度；(C) 电解度，解离度
2. 下列各个含氧酸中，属于二元酸的是（ ）。
(A) H_3PO_4 ； (B) H_3BO_3 ； (C) H_3PO_2 ； (D) H_3PO_3
3. 一个电子排布式 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 的元素最可能的价态是（ ）。
(A) +1； (B) +2； (C) +3； (D) -1； (E) -2
4. 如果 NH_4OH 的电离常数为 1.8×10^{-5} ，0.1M NH_4OH 溶液中 OH^- 的浓度是多少 (mol/L)？
(A) 1.80×10^{-6} (B) 1.34×10^{-3} (C) 4.20×10^{-3} (D) 5.00×10^{-2}
5. 尼龙是哪两种物质的共聚物？
(A) 尿素和甲醛；(B) 苯酚和甲醛；(C) 1, 6 己二胺和己二酸； (D) 氯乙烯和乙烯醇
6. 假定 NH_3^+ 基呈平面的，并具有三个等价的氢原子，那么成键电子是如何杂化的？
(A) sp^3 ； (B) sp ； (C) sp^2 ； (D) sd^2
7. 某一反应在高温下不能自动进行，但在低温下能自动进行。则该反应的 $\Delta_r S_m$ 和 $\Delta_r H_m$ 为
(A) $\Delta_r H_m < 0, \Delta_r S_m > 0$ ； (B) $\Delta_r H_m > 0, \Delta_r S_m > 0$ ； (C) $\Delta_r H_m < 0, \Delta_r S_m < 0$ ；
(D) $\Delta_r H_m > 0, \Delta_r S_m < 0$
8. 在多电子原子中，分别可用下列各组量子数表示相关电子的运动状态。其中能量最高的电子是

- (A) $2, 0, 0, -\frac{1}{2}$; (B) $2, 1, 0, -\frac{1}{2}$; (C) $3, 2, 0, -\frac{1}{2}$; (D) $3, 1, 0, +\frac{1}{2}$.

9. 在温度 T 的标准状态下, 若已知反应 $A \rightarrow 2B$ 的标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_{m,1}^\circ$ 与反应 $2A \rightarrow C$

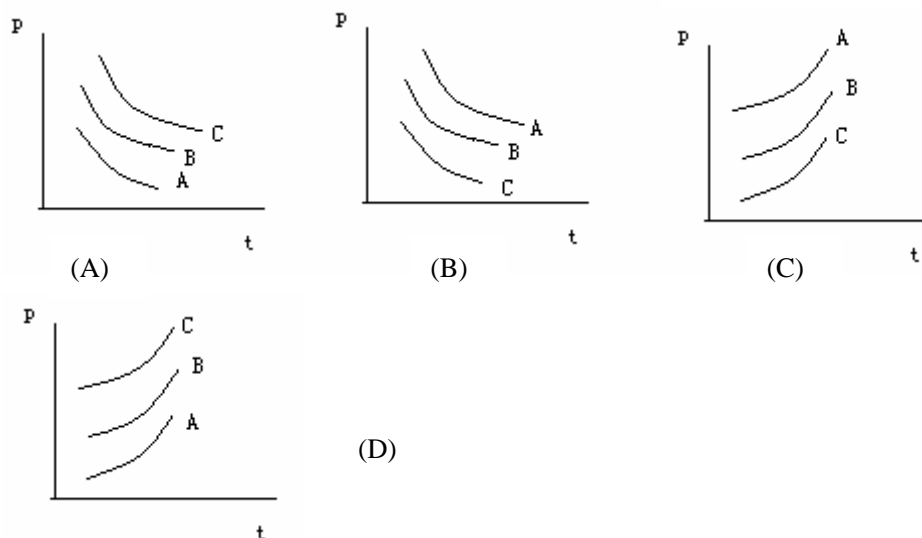
的标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_{m,2}^\circ$, 则反应 $C \rightarrow 4B$ 的标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_{m,3}^\circ =$

- (A) $2\Delta_r H_{m,1}^\circ + \Delta_r H_{m,2}^\circ$ (B) $\Delta_r H_{m,1}^\circ - 2\Delta_r H_{m,2}^\circ$ (C) $\Delta_r H_{m,1}^\circ + \Delta_r H_{m,2}^\circ$
(D) $2\Delta_r H_{m,1}^\circ - \Delta_r H_{m,2}^\circ$

10. 一定条件下, 由乙二醇水溶液、冰、水蒸气、氮气和氧气组成的系统中含有()。

- (A) 三个相; (B) 四个相; (C) 三种组分; (D) 五种组分

11. 有三种非电解质稀溶液, 他们的浓度大小次序是 $A < B < C$, 则它们的蒸汽压曲线为(); 若它们的沸点上升顺序为 $A > B > C$ 则它们的蒸汽压曲线为()。



12. 有一种含有 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 的溶液, 要使 I^- 被氧化而 Cl^- 、 Br^- 不被氧化, 则在以下常用的氧化剂中应该选()最合适。

- (A) KMnO_4 酸性溶液; (B) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 酸性溶液; (C) 氯水; (D) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液

13. 原子序数为 19 的元素最可能与原子序数为()的元素化合。

- (A) 17; (B) 18; (C) 21; (D) 20;

14. 如果乙酸的电离常数为 1.75×10^{-5} , 则以什么比例混合的乙酸和乙酸钠可以得到 pH 值 = 6.2 的缓冲溶液?

- (A) 6.3/17.5; (B) 6.3/1.75; (C) 6.3/35; (D) 63/1.75; (E) 6.3/175

15. 已知 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) = 2\text{NOBr}(\text{g})$ 是基元反应, 在一定温度下, 当总体积扩大一倍时, 正反应速率为原来的

- (A) 4 倍; (B) 2 倍; (C) 8 倍; (D) 1/8 倍

16. 把醋酸钠晶体加到 1.0 dm^3 浓度为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的醋酸溶液中将会导致()。

(A) 醋酸 K_a^0 值增加; (B) K_a^0 值减小; (C) pH 值增大; (D) pH 值减小。

17. 如果 CaC_2O_4 的 K_{sp} 为 2.6×10^{-9} , 要使每升含有 0.02 摩尔钙离子浓度的溶液生成沉淀, 所需要的草酸根离子浓度是()。

(A) 1.0×10^{-9} ; (B) 1.3×10^{-7} ; (C) 2.2×10^{-5} ; (D) 5.2×10^{-11}

18. 若以下物质的晶格类型与离子的电子层构型相同, 则它们中晶格能最大的是(), 熔点最低的是()。

(A) TiC (B) ScN (C) MgO (D) NaF

二、填空题 (41 分)

1. (2 分) _____ 是一步完成的反应。由一个 _____ 组成的化学反应叫做 _____。由两个或者两个以上的 _____ 组成的化学反应称为 _____。

2. (9 分) 电极反应 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 的标准电极电势 $\phi^\theta = 1.232\text{V}$,

此电极反应的 $\Delta G^\theta = \text{_____} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。又知电极反应

$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 的 $\phi^\theta = 1.507\text{V}$, 则在酸性介质中, 用 MnO_4^- 滴加到

Cr^{3+} 溶液中至紫红色稳定存在时, 发生的化学反应方程式为 _____ (必须配平反应方程

式), 此反应的 $E^\theta = \text{_____} \text{ V}$ 。

3. (6 分) 甲醇-燃料电池的图示为 $(-)\text{Pt}|\text{CH}_3\text{OH}(l)|\text{KOH}(aq)|\text{O}_2|\text{Pt}(+)$

则其负极反应为 _____, 正极反应为 _____, 电池总反应式为 _____。

4. (3 分) 缓冲溶液是由一种 _____ 和它的盐, 或者由一种 _____ 和它的盐组成的溶液。它是一种可使溶液的 _____ 保持相对稳定的溶液。

5. (9 分) 已知反应: $\text{C}(s) + \text{CO}_2(g) = 2\text{CO}(g)$ $\Delta_r H_m^\circ(298\text{K}) = 172.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 当改变反应条件时, 反应速率常数、平衡常数、平衡移动方向如何变化, 填入下表中。

	k(正)	k(逆)	v(正)	v(逆)	K°	平衡移动方向
增加总压力						
升高温度						
加催化剂						

6. (2分) 0.2M 甲酸溶液中有 3.2%的甲酸已经电离, 它的电离常数为 _____。
7. (2分) 在 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 离子中铜的价态和配位数分别是 _____。
8. (2分) 向 0.06M 的醋酸溶液中加入足够量的醋酸钠, 使溶液的醋酸钠浓度为 0.2M。已知醋酸的电离常数为 1.8×10^{-5} , 溶液中的氢离子浓度接近于 _____。
9. (2分) 恒温下, 某种溶液的一级电离常数约为 1.7×10^{-5} , 并有 1.3% 电离成离子, 该溶液
的浓度是 _____。
10. (4分) 下列物质中可作为半导体材料的是 _____; 可作为超导材料的是 _____;
可作为吸氢材料的是 _____; 可作为低熔合金材料的是 _____。

(备选材料: $\text{Cu}, \text{Bi}, \text{WC}, \text{GaAs}, \text{LaNi}_5, \text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$)

三、回答题 (共 27 分; 1, 4 小题均为 6 分; 其它小题均为 5 分)

1. 判断下列各组物质的熔点高低顺序, 并作简单说明。
(1) $\text{SiF}_4, \text{SiCl}_4, \text{SiBr}_4, \text{SiI}_4$; (2) $\text{PF}_3, \text{PCl}_3, \text{PBr}_3, \text{PI}_3$;
2. 用 s, p, d, f 等符号表示 $_{24}\text{Cr}$ 、 $_{82}\text{Pb}$ 元素的原子电子结构, 判断它们属于第几周期, 第几族。
3. 胶体粒子为什么会带电? $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶的胶粒带有何种电荷? 比较浓度均为 $1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ 的下列溶液 NaCl 、 Na_2SO_4 、 Na_3PO_4 对 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶聚沉能力的大小次序。
4. 第二周期元素的第一电离能为什么在 Be 和 B 以及 N 和 O 之间出现转折? 为什么说电离能除了说明金属的活泼性之外, 还可以说明元素呈现的氧化态?
5. 根据价电子对互斥理论, 判断下列分子的空间几何构型: $\text{NO}_2, \text{NF}_3, \text{CS}_2, \text{H}_2\text{S}, \text{BO}_3^{3-}, \text{ClO}_3^-$

四、计算 (40 分)

1. (12 分) 某水溶液中含有不挥发非电解质, 该溶液在 -1.5°C 时凝固。已知水的 $K_b = 0.51^\circ\text{C}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$, $K_f = 1.86^\circ\text{C}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 求:
- (1) 该溶液的正常沸点;
- (2) 该溶液在 25°C 时的蒸气压; (已知此温度下水的饱和蒸气压为 3.168kPa)
- (3) 该溶液在此条件下的渗透压。
2. (10 分) 利用下表热力学数据, 通过计算说明常温常压下合成氨的可行性。并估计在标准条件下自发进行的最高温度和 400K 时合成氨反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$ 的标准平衡常数 K^0 。

	$N_2(g)$	$H_2(g)$	$NH_3(g)$
$\Delta_f G_m^\circ(298K) / kJ \cdot mol^{-1}$	0	0	-16.43
$\Delta_f H_m^\circ(298K) / kJ \cdot mol^{-1}$	0	0	-46.43
$S_m^\circ(298K) / J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$	191.5	130.6	192.3

3. (10 分) 已知: $\phi_{Ag^+/Ag}^0 = 0.80V, \phi_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = 0.77V$; 当

$$m(Ag^+) = m(Fe^{3+}) = m(Fe^{2+}) = 1mol \cdot kg^{-1}$$

(1) 判断在 25°C 时反应的可能性;

(2) 写出反应方程式;

(3) 写出电池符号表达式;

(4) 计算电池电动势;

(5) 反应的标准平衡常数 K° 。

4. (8 分) 蔗糖催化水解 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O_6$ 是一级反应, 在 25°C 其速率常数为 $5.7 \times 10^{-5} s^{-1}$ 。问:

(1) 浓度为 $1mol \cdot dm^{-3}$ 蔗糖分解 10% 需要多少时间?

(2) 若反应活化能为 $110 kJ \cdot mol^{-1}$, 那么在什么温度时反应速率是 25°C 时的十分之一。