

北京科技大学

2006 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 433 试题名称: 无机化学 (共 5 页)

适用专业: 应用化学

说明: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效; 答题时请带计算器。

一、是非题 (判断下列叙述是否正确, 正确的在括号中画 \checkmark , 错误的画 \times)

(本大题分 5 小题, 每小题 1 分, 共 5 分)

1. 配合物 $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ 应命名为二氯二氨合铂(IV)。..... ()
2. 已知 298 K 时, $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 1.1 \times 10^{-10}$, 其相对分子质量为 233.3。若将 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol BaSO}_4$ 溶于 10 L 水中形成饱和溶液, 则未溶解的 BaSO_4 的质量为 0.21 g。..... ()
3. 已知 $[\text{HgCl}_4]^{2-}$ 的 $K_{\text{a}}^\ominus = 1.0 \times 10^{-16}$, 当溶液中 $c(\text{Cl}^-) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $c(\text{Hg}^{2+})/c([\text{HgCl}_4]^{2-})$ 的比值为 1.0×10^{-12} 。..... ()
4. Al^{3+} 与 edta (乙二胺四乙酸的二钠盐) 溶液反应生成配离子, 可使溶液的 pH 值变小。..... ()
5. 碱土金属氯化物的熔点高低次序为: $\text{BeCl}_2 < \text{MgCl}_2 < \text{CaCl}_2 < \text{SrCl}_2 < \text{BaCl}_2$ 。..... ()

二、选择题 (在下列各题中, 选择出符合题意的答案, 将其代号填入括号内)

(本大题分 28 小题, 每小题 1.5 分, 共 42 分)

1. 配制下列盐溶液, 不需要将盐先溶于浓 HCl 的是..... ()。
(A) FeCl_3 ; (B) BaCl_2 ; (C) SbCl_3 ; (D) BiCl_3 。
2. 在配合物 $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}$ 中, 形成体的配位数和氧化值分别为... ()。
(A) 3, +1; (B) 3, +3; (C) 6, +1; (D) 6, +3。
3. 将 25 mL 含有 NO 和 NO_2 的混合气体的试管倒置于水中, 经过一段时间后, 恢复到原来的温度、压力, 发现气体体积缩小为 15 mL (不考虑水蒸气), 则原混合气体中 NO 和 NO_2 的体积比为..... ()。
(A) 4:1; (B) 1:4; (C) 2:3; (D) 3:2。
4. 已知在 1123 K 时, 反应

$$\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) \quad K_1^\ominus = 1.3 \times 10^{14}$$

$$\text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g}) \quad K_2^\ominus = 6.0 \times 10^{-3}$$
 则反应 $2\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{Cl}_2(\text{g})$ 的 $K^\ominus =$ ()。
(A) 4.8×10^9 ; (B) 2.1×10^{-10} ; (C) 3.6×10^{-5} ; (D) 1.3×10^{-12} 。
5. 已知反应: $\text{AB}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{A}(\text{s}) + 2\text{B}(\text{g})$ 。在某温度下, $K^\ominus = 1.0 \times 10^{-2}$, 当总压为 100.0 kPa 时, 若反应从下述情况开始, 预计反应向正方向进行的是..... ()。
(A) $n(\text{AB}_2) = n(\text{B}) = 1.0 \text{ mol}$;
(B) $n(\text{AB}_2) = 2.0 \text{ mol}$, $n(\text{B}) = 1.0 \text{ mol}$;
(C) $n(\text{AB}_2) = 1.0 \text{ mol}$, 且有固体 A 存在;
(D) $n(\text{AB}_2) = 2.0 \text{ mol}$, $n(\text{B}) = 0.5 \text{ mol}$ 。
6. 已知反应 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + 2\text{NH}_3$ 的标准平衡常数为 K^\ominus , $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的稳定常数为 K_1^\ominus , 则 $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ 的稳定常数 K_2^\ominus 为..... ()。
(A) $K_2^\ominus = K_1^\ominus \cdot K^\ominus$; (B) $K_2^\ominus = K_1^\ominus / K^\ominus$;
(C) $K_2^\ominus = K^\ominus / K_1^\ominus$; (D) $K_2^\ominus = 1 / (K_1^\ominus \cdot K^\ominus)$ 。
7. 价电子构型为 $4f^7 5d^1 6s^2$ 的元素在周期表中属于..... ()。
(A) 第四周期 VIIIB 族; (B) 第五周期 IIIB 族;
(C) 第六周期 VIIIB 族; (D) 镧系元素。

No: 433-2

8、下列六组量子数均可表示一个 $2p$ 电子:

- (1) $2, 1, 0, +\frac{1}{2}$; (2) $2, 1, 0, -\frac{1}{2}$;
 (3) $2, 1, 1, +\frac{1}{2}$; (4) $2, 1, 1, -\frac{1}{2}$;
 (5) $2, 1, -1, +\frac{1}{2}$; (6) $2, 1, -1, -\frac{1}{2}$ 。

氮原子中的各 p 电子, 其量子数组合是..... ()。

- (A) (1)、(2)、(3); (B) (1)、(3)、(5); 或 (2)、(4)、(6);
 (C) (4)、(5)、(6); (D) (2)、(4)、(5)。

9、某元素的最高氧化值为 +6, 在同族元素中该元素的原子半径最小, 该元素是..... ()。

- (A) S; (B) Te; (C) Cr; (D) Mo。

10、若将 $_{15}\text{P}$ 原子的电子排布式写成 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^1$, 它违背了..... ()。

- (A) 能量守恒原理; (B) Pauli (泡利) 不相容原理;
 (C) 能量最低原理; (D) Hund (洪德) 规则。

11、下列物质中, 其分子具有 V 形几何构型的是..... ()。

- (A) NO_2^+ ; (B) CO_2 ; (C) CH_4 ; (D) O_3 。

12、碘易升华的原因是..... ()。

- (A) 分子间作用力大, 蒸气压高;
 (B) 分子间作用力小, 蒸气压高;
 (C) 分子间作用力大, 蒸气压低;
 (D) 分子间作用力小, 蒸气压低。

13、氯苯的偶极矩为 $1.73 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$, 预计对二氯苯的偶极矩为..... ()。

- (A) $3.46 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$; (B) $1.73 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$;
 (C) $8.65 \times 10^{-31} \text{ C} \cdot \text{m}$; (D) $0.00 \text{ C} \cdot \text{m}$ 。

14、 AB_m 型分子中, $m = 6$, 中心原子采取 sp^3d^2 杂化方式, 则分子的空间几何构型是..... ()。

- (A) 平面正方形; (B) 四方锥;
 (C) T 形; (D) 八面体。

15、下列叙述中正确的是..... ()。

- (A) 在 C_2H_2 分子中, C 与 C 之间有一个 σ 键和两个 π 键, 性质活泼; 在 N_2 分子中, N 与 N 之间也有一个 σ 键和两个 π 键, 故 N_2 分子也活泼;
 (B) Be 原子的价电子构型为 $2s^2$, 激发一个电子到 $2p$ 轨道上, 就有可能形成 Be_2 分子。
 (C) C 原子和 O 原子的价电子构型分别为 $2s^2 2p^2$ 和 $2s^2 2p^4$, 都有两个未成对电子, 所以 CO 分子中只存在一个 σ 键和一个 π 键;
 (D) He 原子的电子构型为 $1s^2$, 因此两个 He 原子不能形成 He_2 分子。

16、 n 为 AB_m 分子 (或离子) 中 A 的价电子的主量子数时, 下列有关杂化轨道的叙述中正确的是..... ()。

- (A) $n=1$, 可形成 sp 杂化轨道;
 (B) $n=2$, 可形成 sp^3d^2 杂化轨道;
 (C) $n=2$, 只能形成 sp 杂化轨道;
 (D) $n=3$, 可形成 sp 、 sp^2 、 sp^3 、 sp^3d 等杂化轨道。

17、下列化合物中, 与氖原子的电子构型相同的正、负离子所产生的离子化合物是..... ()。

- (A) NaCl; (B) MgO; (C) KF; (D) CaCl_2 。

18、按照分子轨道理论, O_2 中电子占有的能量最高的分子轨道是..... ()。

- (A) σ_{2p} ; (B) σ_{2p}^* ; (C) π_{2p} ; (D) π_{2p}^* 。

19、下列关于分子晶体的叙述中正确的是..... ()。

- (A) 分子晶体中只存在分子间力;
 (B) 分子晶体晶格结点上排列的分子可以是极性分子或非极性分子;
 (C) 分子晶体中分子间力作用较弱, 因此不能溶解于水;
 (D) 分子晶体在水溶液中不导电。

No: 433-3

- 20、配合物 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 和 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的分裂能相对大小应是..... ()。
- (A) $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 的较大; (B) $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 的较大;
(C) 二者几乎相等; (D) 无法比较。
- 21、下列各组物质可以共存于同一溶液中的是..... ()。
- (A) NH_4^+ 、 H_2PO_4^- 、 K^+ 、 Cl^- 、 PO_4^{3-}
(B) Pb^{2+} 、 NO_3^- 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} ;
(C) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
(D) Sn^{2+} 、 H^+ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 K^+ 、 Cl^- 。
- 22、在含有下列离子的酸性溶液中, 分别通入 H_2S , 有沉淀生成的是..... ()。
- (A) Cr^{3+} ; (B) Mn^{2+} ; (C) Fe^{3+} ; (D) Fe^{2+} 。
- 23、下列离子能发生歧化反应的是..... ()。
- (A) Ti^{3+} ; (B) V^{3+} ; (C) Cr^{3+} ; (D) Mn^{3+} 。
- 24、下列反应中, 配离子作氧化剂的是..... ()。
- (A) $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 与 甲醛 反应; (B) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 与 FeCl_3 反应;
(C) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 与 O_2 反应; (D) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 与 KI 反应。
- 25、在 20.0 mL $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水中, 加入下列溶液后, pH 值最大的是..... ()。
- (A) 加入 20.0 mL $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$;
(B) 加入 20.0 mL $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ ($K_a^\ominus = 1.75 \times 10^{-5}$);
(C) 加入 20.0 mL $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HF}$ ($K_a^\ominus = 6.6 \times 10^{-4}$);
(D) 加入 10.0 mL $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 。
- 26、某弱酸 HA 的 $K_a^\ominus = 2.0 \times 10^{-5}$, 若需配制 pH=5.00 的缓冲溶液, 与 100 mL $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaA}$ 相混合的 $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HA}$ 的体积约为..... ()。
- (A) 200 mL; (B) 50 mL; (C) 100 mL; (D) 150 mL。
- 27、已知 $K_a^\ominus(\text{HA}) < 10^{-5}$, HA 是很弱的酸, 现将 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HA}$ 溶液加水稀释, 使溶液的体积为原来的 n 倍 (设 $\alpha(\text{HA}) \ll 1$), 下列叙述正确的是..... ()。
- (A) $c(\text{H}^+)$ 变为原来的 $1/n$;
(B) HA 溶液的解离度增大为原来 n 倍;
(C) $c(\text{H}^+)$ 变为原来的 a/n 倍;
(D) $c(\text{H}^+)$ 变为原来的 $(1/n)^{1/2}$ 。
- 28、下列氢氧化物中, 溶于过量氨水 (必要时可加 NH_4Cl) 后又易被氧化的是..... ()。
- (A) $\text{Ni}(\text{OH})_2$; (B) $\text{Co}(\text{OH})_2$; (C) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; (D) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 。

三、填充题 (根据题意, 在下列各题的横线处, 填上正确的文字、符号或数值)
(本大题分 12 小题, 每小题 2 分, 共 24 分)

- 1、金属铬与浓硫酸反应的产物是_____、_____和水。
- 2、 CrCl_3 溶液与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应生成_____色的_____沉淀, 该沉淀与 NaOH 溶液作用生成_____色的_____。
- 3、根据酸碱质子理论, H_2PO_4^- 是_____; 其共轭酸是_____; 在水中能够存在的最强碱是_____, 最强酸是_____。
- 4、已知 $K_{sp}^\ominus(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2.2 \times 10^{-20}$, 在 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Cu}^{2+}$ 溶液中, 开始生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀时溶液的 pH=_____, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀完全时的 pH=_____。
- 5、价层电子对互斥理论认为, 分子或离子的空间构型取决于中心原子的_____电子对数, 它包括中心原子形成_____键的电子对, 称为_____电子, 还有_____电子。
- 6、下列离子 Rb^+ 、 Mn^{2+} 、 I^- 、 Zn^{2+} 、 Bi^{3+} 、 Ag^+ 、 Pb^{2+} 、 S^{2-} 、 Li^+ 中:
属于 8 电子构型的有_____;
属于 18 电子构型的有_____;
属于 18+2 电子构型的有_____;
属于 9~17 电子构型的有_____。
- 7、已知配离子 $[\text{CoCl}_2(\text{en})_2]^+$ 的磁矩为零, 则配离子的空间构型为_____。该配离子的中心离子 d 轨道分裂能比电子成对能_____, d 电子的排布方式为_____。

No: 433-4

8、钙钛矿晶胞为立方结构, Ca^{2+} 位于立方体顶点, Ti^{4+} 位于立方体中心, O^{2-} 位于立方体面心。由此可推知在每个钙钛矿晶胞中应有_____个 Ca^{2+} , _____个 Ti^{4+} , _____个 O^{2-} 。钙钛矿的化学式为_____。

9、已知 $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$ 和 $[\text{CoF}_6]^{3-}$ 的中心离子未成对电子数分别为 3 和 4, 可推知前者属_____轨型配合物, 杂化方式为_____; 后者属_____轨型配合物, 杂化方式为_____。

10、 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 等离子与过量氨水反应可生成沉淀的离子有_____, 可生成配合物的离子有_____。

11、在饱和的 $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ 溶液中, 逐滴加入浓 HCl , 开始有_____色的_____沉淀生成, 继续加浓 HCl 有_____和_____生成。

12、 MnS 溶于醋酸的离子反应方程式为_____, 其标准平衡常数表达式 $K^\ominus =$ _____。

四、配平题 (完成并配平下列各反应方程式)

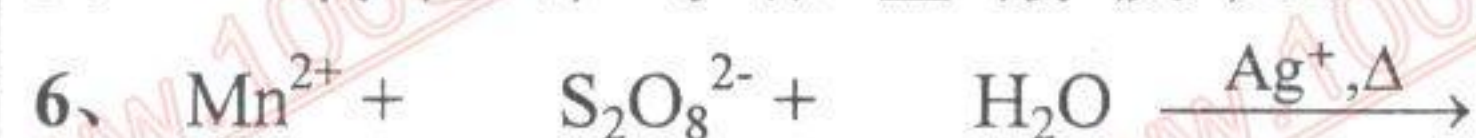
(本大题分 6 小题, 每小题 3 分, 共 18 分)



3、金溶于王水中。

4、在含 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的碱性溶液中加入甲醛。

5、二氧化铈与浓盐酸反应。



五、根据题目要求, 解答下列各题

(本大题共 3 小题, 总计 27 分)

1、(本小题 10 分)

一白色固体混合物可能含有 KI 、 BaCl_2 、 KIO_3 和 CaI_2 中的两种物质。该混合物溶于水得一无色溶液, 在无色溶液中加入少量稀 H_2SO_4 , 溶液变为黄棕色, 且有白色沉淀生成; 该黄棕色溶液中加入 NaOH 至溶液呈碱性后, 黄棕色溶液褪色, 但白色沉淀并未消失。试确定该固体混合物含哪两种化合物。写出有关的反应方程式。

2、(本小题 10 分)

已知: $E^\ominus(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.15 \text{ V}$ $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771 \text{ V}$

$E^\ominus(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44 \text{ V}$ $E^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23 \text{ V}$ 。

解释下列现象, 并写出有关离子反应方程式:

(1) SnCl_2 溶液长时间放置后, 可失去还原性;

(2) 淡绿色 FeSO_4 溶液存放后会变色。

3、(本小题 7 分)

已知反应: $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus > 0$ 。试分析 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度、压力及温度对该反应的反应速率、反应速率系数、标准平衡常数及平衡移动的影响。

六、根据题目要求, 解答下列各题

(本大题共 4 小题, 总计 34 分)

1、(本小题 9 分)

已知 $K_s^\ominus(\text{HF}) = 6.6 \times 10^{-4}$ 。将 $50.0 \text{ mL } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 与 $50.0 \text{ mL } 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaF}$ 混合。试计算该混合溶液的 pH 值。若在上述混合溶液中加入 $10.0 \text{ mL } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液, 其 pH 值改变多少? 如果改加 $10.0 \text{ mL } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$, pH 值又如何改变?

2、(本小题 11 分)

25°C 时, 已知 $E^\ominus(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = 1.50 \text{ V}$, $E^\ominus(\text{Au}^+/\text{Au}) = 1.68 \text{ V}$, $E^\ominus([\text{AuCl}_2]^-/\text{Au}) = 1.61 \text{ V}$, $E^\ominus([\text{AuCl}_4]^-/[\text{AuCl}_2]^-) = 0.93 \text{ V}$ 。(1) 写出 Au^+ 歧化反应方程式, 并计算其标准平衡常数。说明 Au^+ 在溶液中是否稳定。(2) 计算 $K_f^\ominus([\text{AuCl}_2]^-)$, 说明 $[\text{AuCl}_2]^-$ 在溶液中能否发生歧化反应。

3、(本小题 7 分)

反应: $A(aq) + B(aq) \rightarrow C(aq)$ 在不同的起始浓度下测得的反应速率如下:

$c(A)/(mol \cdot L^{-1})$	0.10	0.10	0.20
$c(B)/(mol \cdot L^{-1})$	0.10	0.20	0.10
$v/(mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1})$	0.0020	0.0080	0.0040

(1) 求反应级数; (2) 计算反应速率系数; (3) 若 A、B 的浓度均为 $0.50 mol \cdot L^{-1}$, 反应速率为多少?

4、(本小题 7 分)

(1) 已知 298 K 时, $\Delta_f H_m^\ominus(CaO, s) = -635.1 kJ \cdot mol^{-1}$, $\Delta_f H_m^\ominus(CO_2, g) = -393.5 kJ \cdot mol^{-1}$, 反应 $CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus = -178.3 kJ \cdot mol^{-1}$;

(2) 已知 298 K 时, $\Delta_f H_m^\ominus(CaC_2, s) = -62.8 kJ \cdot mol^{-1}$,

反应 $CaC_2(s) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + CO_2(g)$ 的 $\Delta_r H_m^\ominus = -1537.6 kJ \cdot mol^{-1}$ 。

利用上述数据, 以两种方法计算 $\Delta_f H_m^\ominus(CaCO_3, s)$, 并加以比较。