

华南理工大学

2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(请在答题纸上做答, 试卷上做答无效, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

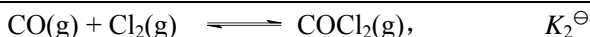
科目名称: 无机化学

适用专业: 无机化学, 物理化学

共 6 页

一、选择题 (每小题 1 分, 共 32 分。每小题只有一个正确答案, 多填无分。)

1. 在多电子原子中, 具有下列各组量子数的电子中能量最高的是
(A) 3, 2, +1, $+\frac{1}{2}$; (B) 2, 1, +1, $-\frac{1}{2}$;
(C) 3, 1, 0, $-\frac{1}{2}$; (D) 3, 1, -1, $-\frac{1}{2}$ 。
2. 下列基态原子的电子构型中, 正确的是:
(A) $3d^9 4s^2$; (B) $3d^4 4s^2$; (C) $4d^{10} 5s^0$; (D) $4d^8 5s^2$ 。
3. 按分子轨道理论, O_2 分子中最高能量的电子所处的分子轨道是:
(A) π_{2p} ; (B) π_{2p}^* ; (C) σ_{2p} ; (D) σ_{2p}^* 。
4. 下列分子中不能形成氢键的是:
(A) NH_3 ; (B) N_2H_4 ; (C) C_2H_5OH ; (D) H_2S 。
5. 下列化合物中, 正、负离子间附加极化作用最强的是:
(A) $AgCl$; (B) HgS ; (C) $ZnCl_2$; (D) $PbCl_2$ 。
6. 下列哪一过程主要克服分子间力:
(A) 食盐溶解于水中 ; (B) SiO_2 熔化 ;
(C) 将铁块碾压成铁板 ; (D) 碘升华 。
7. 下列单质中, $\Delta_f G_m^\ominus$ 不为零的是:
(A) 石墨 ; (B) 红磷 ; (C) 液态溴 ; (D) 氧气。
8. 下列反应中, $\Delta_r S_m^\ominus$ 最大的是
(A) $C(s) + O_2 \longrightarrow CO_2(g)$; (B) $2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$;
(C) $3H_2(g) + N_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$; (D) $CuSO_4(s) + 5H_2O(l) \longrightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O(s)$ 。
9. 经实验测得反应 $aA + bB \rightarrow cC + dD$ 的动力学方程式为 $v = k c^a(A) c^b(B)$, 下列说法错误的是:
(A) 该反应为基元反应 ; (B) 该反应的级数为 $(a+b)$;
(C) 对反应物 A 是 a 级反应 ; (D) 反应速率与反应物 B 的浓度幂成正比 。
10. 已知离子型盐 MX_2 的溶解度是 $7.7 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 MX_2 的 K_{sp}^\ominus 是:
(A) 1.2×10^{-10} ; (B) 5.9×10^{-11} ; (C) 1.8×10^{-15} ; (D) 4.5×10^{-16} 。
11. 已知下列反应在 1123K 是的标准平衡常数:
$$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g), \quad K_1^\ominus$$



则反应 $2\text{COCl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{C(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{Cl}_2\text{(g)}$ 的标准平衡常数 K^\ominus 应为:

(A) $[K_1^\ominus \cdot (K_2^\ominus)^2]^{-1}$; (B) $K_1^\ominus \cdot (K_2^\ominus)^2$; (C) $(K_1^\ominus \cdot K_2^\ominus)^{-1}$; (D) $K_1^\ominus \cdot K_2^\ominus$ 。

12. 将 pH=5.00 和 pH=13.00 的两种溶液等体积混合, 则溶液的 pH 值为:

(A) 5.00 ; (B) 8.00 ; (C) 9.00 ; (D) 12.70 。

13. 下列各混合溶液中, 具有缓冲作用的是:

(A) $\text{HCl} (1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) + \text{NaAc} (2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$; (B) $\text{NaOH} (1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) + \text{NH}_3 (1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$;
(C) $\text{HCl} (1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) + \text{NaCl} (1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$; (D) $\text{NaOH} (1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) + \text{NaCl} (1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 。

14. 下列试剂中能使 $\text{PbSO}_4\text{(s)}$ 溶解度增大的是

(A) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; (B) Na_2SO_4 ; (C) NaCl ; (D) H_2O 。

15. 下列化合物中, 氧呈现+2 氧化态的是

(A) H_2O_2 ; (B) Cr_2O_3 ; (C) SO_2 ; (D) F_2O 。

16. 电极电势与 pH 值无关的电对是

(A) $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$; (B) IO_3^-/I^- ; (C) $\text{MnO}_2/\text{Mn}^{2+}$; (D) $\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-}$ 。

17. 下列配合物中, 无色的是

(A) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$; (B) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$; (C) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$; (D) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 。

18. 某金属离子生成的两种配合物的磁矩分别为 $\mu = 4.90 \text{ M.B.}$ 和 $\mu = 0$, 则该金属离子可能是

(A) Cr^{3+} ; (B) Mn^{2+} ; (C) Mn^{3+} ; (D) Fe^{2+} 。

19. 下列各对试剂混合后能产生氯气的是

(A) NaCl 与浓 H_2SO_4 ; (B) NaCl 与 MnO_2 ;
(C) NaCl 与浓 HNO_3 ; (D) K_2MnO_4 浓 HCl 。

20. 下列含氧酸中酸性最强的是

(A) HClO ; (B) HIO_3 ; (C) HIO ; (D) HBrO 。

21. 干燥 H_2S 气体, 可以选用的干燥剂是

(A) 浓 H_2SO_4 ; (B) KOH ; (C) P_2O_5 ; (D) 无水 CuSO_4 。

22. 下列叙述中不正确的是

(A) H_2O_2 分子构型是直线型 ; (B) H_2O_2 是弱酸 ;
(C) H_2O_2 既有氧化性又有还原性 ; (D) H_2O_2 和酸性 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液反应生成 CrO_5 。

23. 下列酸中是一元酸的是

(A) $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$; (B) H_3PO_4 ; (C) H_3PO_3 ; (D) H_3PO_2 。

24. 下列物质在酸性介质中都是强氧化剂, 其中强氧化性与惰性电子对效应有关的是

(A) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; (B) NaBiO_3 ; (C) $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$; (D) H_5IO_6 。

25. 下列物质在水中能放出氢气的是

(A) N_2H_4 ; (B) B_2H_6 ; (C) NH_3 ; (D) PH_3 。

26. 下列化合物中不水解的是

(A) PCl_5 ; (B) BCl_3 ; (C) CCl_4 ; (D) SiCl_4 。

27. 欲除去 CuSO_4 酸性溶液中的少量 Fe^{3+} 离子, 最好加入

(A) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; (B) Na_2S ; (C) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$; (D) Cu粉 。

28. AgNO_3 溶液与 NaH_2PO_4 溶液混合后生成的沉淀是

(A) Ag_2HPO_4 ; (B) Ag_2O ; (C) AgH_2PO_4 ; (D) Ag_3PO_4 。

29. 常温下以液态形式存在的化合物是

(A) TiOSO_4 ; (B) TiCl_4 ; (C) TiO_2 ; (D) BaTiO_3 。

30. 下列化合物中, 不为黄色的是

(A) BaCrO_4 ; (B) PbCrO_4 ; (C) Ag_2CrO_4 ; (D) PbI_2 。

31. 在 FeCl_3 与 KSCN 的混合液中加入过量 NaF , 其现象是

A) 变为无色 ; (B) 产生沉淀 ; (C) 颜色加深 ; (D) 无变化 。

32. 下列新制备的沉淀在空气中放置, 颜色不发生变化的是

(A) $\text{Mn}(\text{OH})_2$; (B) $\text{Fe}(\text{OH})_2$; (C) $\text{Co}(\text{OH})_2$; (D) $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 。

二、填空 (每空 1 分, 共 47 分)

1. 在配制 FeSO_4 溶液时, 常向溶液中加入一些_____和_____, 其目的是_____。

2. 变色硅胶中含有化合物_____, 其颜色由蓝变红是发生了反应: _____。

3. 向 CrCl_3 溶液中加入 Na_2CO_3 溶液, 产生的沉淀组成为_____, 沉淀的颜色为_____。

4. 向 K_2MnO_4 溶液中不断通入 CO_2 , 会发生_____反应, 生成的产物分别是_____和_____。

5. 金属钠和钾保存在_____中, 而金属锂必须保存在_____中, 这是因为金属锂的_____比较小造成的。

6. 硼酸为_____状晶体, H_3BO_3 分子间以_____键结合。 H_3BO_3 是_____元酸, 其在水中是通过_____反应方式显酸性。在 H_3BO_3 溶液中加入适量甘油, 会使溶液的酸性_____。

7. AlCl_3 在气态下以_____体形式存在, 其中有_____桥键。

8. O_2 为_____性分子, 而 O_3 为_____性分子。这是因为 O_3 的中心O原子

采取 _____ 不等性杂化, O_3 分子呈 _____ 形结构, 使分子中的正、负电荷中心不重合造成的。

9. I_2 在水中的溶解度 _____, 但在 KI 溶液中溶解度比在水中的要 _____, 其原因是 _____。 I_2 溶于稀的 KI 溶液后呈 _____ 色。

10. 配合物 $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ 的命名为 _____, 中心离子的配位数是 _____, 配位体是 _____, 配位原子是 _____。

11. 将 $\text{Zn} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$ 氧化还原反应设计为一个原电池。则电池的负极为 _____, 原电池的正极反应为 _____。已知 $E^\ominus(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.763 \text{ V}$, $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771 \text{ V}$, 则该氧化还原反应的平衡常数为 _____。

12. 在一定温度下, 正催化剂可以改变 _____, 降低反应的 _____, 但 _____ 平衡常数的大小。

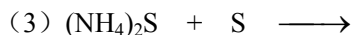
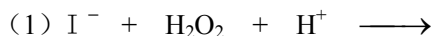
13. 某化学反应可表示为: $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{s}) \rightarrow 2\text{C}(\text{g})$

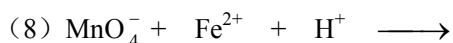
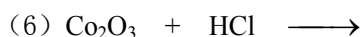
该反应的 $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, $\Delta_r S_m^\ominus$ _____, 则反应在 _____ 温度条件下可自发进行。

14. 第 27 号元素的基态原子的电子排布式: _____, 它位于第 _____ 周期、_____ 族、_____ 区。

15. 根据酸碱 _____ 理论, HCO_3^- 是两性物质。其共轭酸是 _____, 共轭碱是 _____。

三、完成并配平下列化学反应方程式 (每题 2 分, 共 16 分)





四、问答题 (共 15 分)

1. 已知 Na^+ 和 Cu^+ 的离子半径分别为 95pm和 96pm, 用离子极化的观点说明CuCl和NaCl在水中的溶解度差别。(5 分)
2. 试用杂化轨道理论说明 PCl_3 (键角 101°) 分子中心原子的杂化轨道类型及其成键情况。(6 分)
3. 写出 d^4 和 d^6 构型的中心离子在八面体强场和八面体弱场中的电子排布式。(4 分)

五、推断题 (8 分)

有一浅蓝绿色晶体A, 溶于水后加入NaOH溶液和 H_2O_2 微热, 得到红棕色沉淀B。分离后沉淀B溶于盐酸得到黄色溶液C。向溶液中加入KSCN溶液有血红色D生成。把D分成两份。向其中一份D溶液中加入NaF浓溶液, 红色褪去生成E无色溶液。向另一份D溶液滴加 SnCl_2 溶液红色褪去, D转化成F。向F中滴加赤血盐有蓝色沉淀G生成。向A的溶液中滴加 BaCl_2 溶液有不溶于硝酸的白色沉淀H生成。请指出A, B, C, D, E, F, G和H代表的化合物或离子。

六、计算题 (共 32 分)

(8 分)1. 根据下列数据计算 $E^\ominus \{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}\} = ?$

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

$K_{\text{不稳}}^\ominus [\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}] = 1.3 \times 10^{-44}$; $K_{\text{不稳}}^\ominus [\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}] = 1.26 \times 10^{-37}$

(12 分)2. (1) 在 20mL $0.10\text{mol L}^{-1}\text{MgCl}_2$ 溶液中, 加入 10mL $0.2\text{mol L}^{-1}\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 溶液, 能否生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀? (2) 若在原 MgCl_2 溶液中, 先加入 1.069g NH_4Cl (忽略体积变化), 然后再加入上述 10mL $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 溶液, 能否生成沉淀? 已知: $K_b^\ominus (\text{NH}_3) = 1.79 \times 10^{-5}$; $K_{\text{sp}}^\ominus [\text{Mg}(\text{OH})_2] = 1.2 \times 10^{-11}$ 。

(12 分)3. 已知下列反应在 298K 时的有关数据为：

	$\text{N}_2(\text{g})$	+	$3\text{H}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$2\text{NH}_3(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus \text{ (kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\text{)}$	0		0		-46.11
$S_m^\ominus \text{ (J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}\text{)}$	191.61		130.68		192.45

(1) 试计算该反应在 773K 时的 $\Delta_r G_m^\ominus(773\text{K}) = ?$ $K^\ominus(773\text{K}) = ?$

(2) 773K 时, 在 1L 的密闭容器中, 若反应开始时 N_2 和 H_2 的初始物质的量分别为 1mol 和 3mol, 则平衡时 N_2 的转化率是多少? 平衡时系统的总压力是多少?