

南京理工大学

2021 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 813 科目名称: 无机化学

满分: 150 分

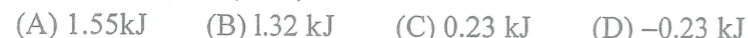
注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、选择题 (每题 2 分, 共 60 分)

1、下列热力学函数的数值等于零的是()。



2、在定压下某气体膨胀吸收了 1.55 kJ 的热, 如果其热力学能增加了 1.32 kJ, 则该系统做功为()。



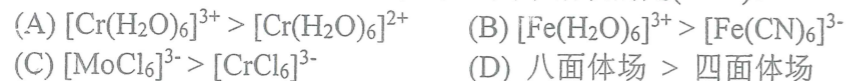
3、一种离子具有下列哪一特征, 才能使另一种与它接近的离子变形性增大()。



4、化学式 $[\text{PdCl}_2(\text{NH}_3)(\text{H}_2\text{O})]$, 这个化合物的名称是()。



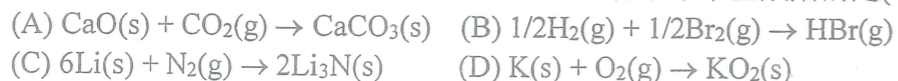
5、下面比较的是晶体场分裂能的大小, 其中错误的是()。



6、下列各组量子数不合理的是()。



7、下列反应中, 反应的标准摩尔焓变等于产物的标准摩尔生成焓的是()。



8、推断 AgF , AgCl , AgBr , AgI 在 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中溶解度最小的是()。



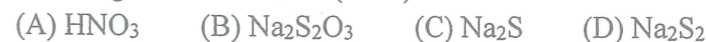
9、已知反应 $\text{Zn}(s) + 2\text{H}^+(\text{aq}) = \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2(g)$ 在任意温度下均能正向自发进行, 故该反应为()。



10、下列物质中, 分子间不能形成氢键的是()。



11、能使 HgS 溶解的物质是()。



12、下列晶体熔化时, 不需要破坏化学键的是()。



13、下列化合物不属于缺电子化合物的是()。

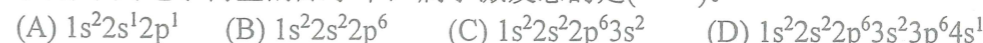


14、对可逆反应 $a(g) + b(l) \rightleftharpoons c(g) + d(g)$ $\Delta_r H_m^{\ominus} > 0$, 为实现 b 的最大转化率,

应采取下列措施中的()。



15、具有下列电子构型的原子中, 属于激发态的是()。



16、下列溶液的浓度均为 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 其 pH 最大的是()。



17、下列分子中, 偶极矩为 0 的分子是()。



18、对于反应 $\text{HC}_2\text{O}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$,

其中的强酸和弱碱是()。



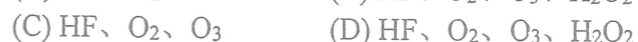
19、根据分子轨道理论, N_2 的最高占有轨道是()。



20、下列哪一原子的原子轨道能量与角量子数无关()。



21、 F_2 与水反应很激烈, 并有燃烧现象, 它的主要产物是()。



22、下列的等电子离子中半径最小的是()。

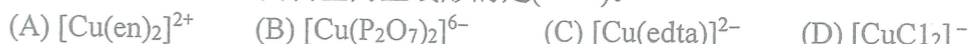


23、已知 $E^{\ominus}(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) > E^{\ominus}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) > E^{\ominus}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) > E^{\ominus}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$,

则上述诸电对各物种中最强的氧化剂和最强的还原剂分别为()。



24、下列配合物中, 空间构型为直线形的是()。



25、下列各组分子中, 均有极性的一组是()。



26、往 Cu-Zn 原电池的铜半电池中加入浓氨水 (过量), 则电池电动势会()。



27、下列分子或离子中含有 Π_4 键的是()。



有一种可使湿润pH试纸变蓝的气体H逸出；若将溶液B酸化，再滴加一紫红色溶液I，可得淡黄色溶液J。于J中加入黄血盐溶液，立即产生深蓝色的沉淀K。试写出D、E、F、G、J的化学式。

三、计算题（每题10分，共40分）

1、已知反应 $\text{CCl}_4(\text{l}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCl}(\text{g}) + \text{CHCl}_3(\text{l})$

$$\Delta_r G_m^\ominus(298\text{K}) = -103.75 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \quad \Delta_r G_m^\ominus(373\text{K}) = -106.87 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

求该反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 和 $\Delta_r S_m^\ominus$ 及 373K 时反应的标准平衡常数 K^\ominus 。

2、已知 $K_{a1}^\ominus(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.3 \times 10^{-7}$, $K_a^\ominus(\text{HLac}) = 8.4 \times 10^{-4}$ (HLac 是乳酸)。

- (1) 求反应 $\text{HLac} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Lac}^- + \text{H}_2\text{CO}_3$ 的标准平衡常数 K^\ominus ；
- (2) 将 $2.8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2CO_3 溶液与 $5.4 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCO_3^- 溶液等体积混合。计算此溶液的 pH；
- (3) 将 $5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 的 HLac 加到上述 1 L 溶液中，计算所得溶液的 pH。

3、某溶液中含有 Pb^{2+} 和 Zn^{2+} ，两者的浓度均为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；在室温下通入 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 使之成为 H_2S 饱和溶液，并加 HCl 控制 S^{2-} 浓度。为了使 PbS 沉淀出来，而 Zn^{2+} 仍留在溶液中，则溶液中的 H^+ 浓度最低应是多少？此时溶液中的 Pb^{2+} 是否被沉淀完全？已知 $K_{\text{spa}}^\ominus(\text{ZnS}) = 2 \times 10^{-2}$, $K_{\text{spa}}^\ominus(\text{PbS}) = 3 \times 10^{-7}$ 。

4、Cu 片插入 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液中，Ag 片插入 AgNO_3 溶液中组成原电池，298K 时测定其电池电动势 $E_{\text{MF}} = 0.46 \text{ V}$ 。

已知 $E^\ominus(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.80 \text{ V}$, $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$ 。

- (1) 写出原电池符号；
- (2) 写出电极反应及电池反应；
- (3) 计算 AgNO_3 溶液的浓度；
- (4) 计算反应的标准平衡常数 K^\ominus 。

28、下列分子或离子的键能大小顺序正确的是()。

- (A) $\text{O}_2^+ < \text{O}_2 < \text{O}_2^-$ (B) $\text{NO} < \text{NO}^+$
(C) $\text{N}_2 > \text{O}_2 > \text{O}_2^+$ (D) $\text{CO} < \text{NO} < \text{O}_2$

29、下列4个化合物中氧化能力最强的是()。

- (A) Na_2SO_4 (B) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (C) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (D) $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

30、二氧化铅具有强氧化性的原因是()。

- (A) Pb^{4+} 的有效核电荷大 (B) Pb^{2+} 易形成配离子
(C) Pb 原子含有惰性电子对 (D) Pb^{2+} 盐难溶于水

二、简答题（共50分）

1、正确书写下列各反应的方程式（每题2分，共10分）

- (1) $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^- + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow$
- (2) $\text{HI} + \text{CuO} \rightarrow$
- (3) $\text{Co}^{2+} + \text{Br}_2 + \text{OH}^- \rightarrow$
- (4) $\text{Ag}^+ + \text{OH}^- \rightarrow$
- (5) $\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2(\text{过量}) + \text{HCl} \rightarrow$

2、填空（每空1分，共30分）

- (1) 28 号元素的电子排布为 ①，它属于第 ② 周期，第 ③ 族。
- (2) 稀有气体的分子间力有 ④。它们的沸点从低到高的次序为 ⑤。
- (3) CaCl_2 的熔点 ⑥ 于 NaCl 的熔点， MgO 的熔点 ⑦ 于 BaO 的熔点（填高或低）。
- (4) CO_3^{2-} , NF_3 , POCl_3 , BF_3 的空间构型分别为 ⑧-⑪；中心原子成键所采用的杂化轨道方式依次为 ⑫-⑮。 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 和 $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 分别以 ⑯-⑰ 杂化轨道成键的。
- (5) 已知 $[\text{Co}(\text{en})_3]^{2+}$ 的磁矩为 3.82 B.M.，依据晶体场理论，其中心离子的 d 电子排布是 ⑱。
- (6) 氧化性 HClO_3 ⑲ HClO ，酸性 HClO_3 ⑳ HClO （填大于或小于）。
- (7) 氮的 I_1 高于同周期相邻两个元素的 I_1 ，是因为 ㉑。在该周期内 I_1 最大的元素和 I_1 最小的元素分别是 ㉒ 和 ㉓。
- (8) 在 CuCl_2 溶液中加入浓 HCl，然后加入铜屑煮沸，生成土黄色的 ㉔ 溶液；将该溶液稀释时生成 ㉕ 色的 ㉖ 沉淀。在含 Hg^{2+} 的溶液中滴加适量 KI 溶液有 ㉗ 实验现象，滴加过量 KI 溶液有 ㉘ 实验现象。通常鉴定 Ni^{2+} 的方法是： Ni^{2+} 与 ㉙ 在弱碱性条件下生成难溶于水的 ㉚ 色的沉淀。

3、推断题（每题5分，共10分）

(1) 某棕黑色粉末 A，将其与浓盐酸混合并加热得近于无色的溶液 B 和某有毒气体，向酸性的 B 中加入一些 PbO_2 粉末后得到紫红色溶液 C。向 C 中加入 NaOH 溶液至强碱性后再加入 Na_2SO_3 溶液，有绿色溶液 D 生成，向 D 中再滴加稀 H_2SO_4 又生成 A 和 C。若向 B 中滴加 NaOH 溶液有白色沉淀 E 生成，E 不溶于过量 NaOH 溶液，但在空气中 E 逐渐变为棕黑色。试确定 A-E 各字母所代表物种的化学式。

(2) 一银灰色金属粉末 A，溶于稀硫酸得含 B 的溶液。于 B 溶液中加入一种硫酸盐 C，可得一种浅绿色单斜晶体 D；在 D 的水溶液中加入 NaOH 溶液，可得白色（或带浅绿色）沉淀 E；E 在空气中缓慢变成棕色，最终变成 F；若适量滴加 H_2O_2 溶液于 E 中，充分搅拌，可得黑色沉淀 G；在 E 的滤液中加入过量的 NaOH 溶液并加热，