

2024 届高三夏令营学习能力测试

化学试题

(时间: 75 分钟 满分 100 分)

2023. 8

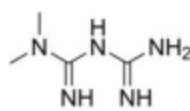
可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 K 39 Mn 55 Fe 56 Cu 64 V 51

第 I 卷 (选择题共 39 分)

一、选择题: (本题包括13小题, 每小题3分, 共计39分, 每小题只有一个选项符合题意)

1. 室温常压超导材料LK-99(改性铅磷灰石),其化学式为 $\text{Pb}_{10-x}\text{Cu}_x(\text{PO}_4)_6\text{O}$, $x=0.9\sim 1.0$ 。LK-99材料属于 ()

A. 金属材料 B. 无机非金属材料 C. 有机合成材料 D. 半导体材料

2. 二甲双胍()是治疗II型糖尿病的一线药物并可以显著抑制肿瘤生长。下列说法不正确的是 ()

A. 第一电离能: $I_1(\text{N}) > I_1(\text{C})$

B. 二甲双胍易溶于水

C. 基态N原子价电子的轨道表达式: 

D. 二甲双胍分子中碳原子与氮原子间 σ 键与 π 键的数目之比为4:1

3. 下列物质的性质与用途具有对应关系的是 ()

A. NH_3 易液化, 可用作制冷剂

B. 浓 H_2SO_4 具有吸水性, 可用于干燥氯气

C. Al 的金属活泼性强, 可用于制作铝金属制品

D. FeCl_3 溶液呈酸性, 可用于蚀刻印刷电路板

阅读下列资料, 完成4~6题: 二氧化氯(ClO_2)是一种黄绿色气体, 易溶于水, 在水中的溶解度约为 Cl_2 的5倍, 其水溶液在较高温度与光照下会生成 ClO_2^- 与 ClO_3^- 。 ClO_2 是一种极易爆炸的强氧化性气体, 实验室制备 ClO_2 的反应为 $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaHSO}_4$ 。

4. 下列有关实验室制备 ClO_2 的实验原理和装置不能达到实验目的的是 ()



A. 用装置甲获取 SO_2

B. 用装置乙制备 ClO_2

C. 用装置丙吸收 ClO_2

D. 用装置丁处理尾气

5. 下列关于 ClO_2 、 ClO_2^- 和 ClO_3^- 的说法正确的是 ()

- A. ClO_2 属于共价化合物
B. ClO_2^- 中含有非极性键
C. ClO_3^- 的空间构型为平面三角形
D. ClO_2^- 与 ClO_3^- 的键角相等

6. 在指定条件下, 下列选项所示的物质间转化能实现的是 ()

- A. $\text{Cl}_2(\text{g}) \xrightarrow[\Delta]{\text{Fe}(\text{s})} \text{FeCl}_2(\text{s})$
B. 浓 $\text{HCl}(\text{aq}) \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2(\text{s})} \text{Cl}_2(\text{g})$
C. $\text{HClO}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{光照}} \text{Cl}_2(\text{g})$
D. $\text{NaClO}(\text{aq}) \xrightarrow{\text{SO}_2(\text{g})} \text{ClO}_2(\text{g})$

7. 下列指定反应的离子方程式正确的是 ()

- A. 氢氧化镁溶于稀醋酸: $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
B. 用氢氧化钠溶液吸收二氧化氮: $2\text{OH}^- + 2\text{NO}_2 = 2\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
C. 苯酚钠溶液中通入少量 CO_2 : $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$
D. 将 ClO_2 气体通入 H_2O_2 、 NaOH 的混合溶液中制取 NaClO_2 溶液:
$$2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- = 2\text{ClO}_2^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

8. 在恒温恒容的密闭容器中发生 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H < 0$, $T^\circ\text{C}$ 时, 平衡常数为 K , 下列说法正确的是 ()

- A. 该反应在任何温度下都可自发进行
B. $T^\circ\text{C}$ 时, 若 $\frac{c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2)c^2(\text{NH}_3)} < K$ 时, 则 $V_{\text{正}} < V_{\text{逆}}$
C. 若容器内气体压强保持不变, 该可逆反应达到化学平衡状态
D. 选择高效催化剂可以提高活化分子百分数, 提高 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 平衡产率

9. 一种从照相底片中回收单质银的方法如下:

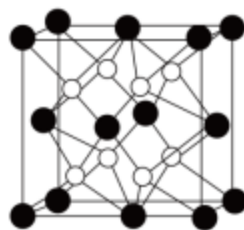
步骤1: 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浸泡照相底片, 未曝光的 AgBr 转化成 $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ 而溶解。

步骤2: 在步骤1所得溶液中加入稍过量 Na_2S 溶液, 充分反应后过滤出黑色沉淀。

步骤3: 将黑色沉淀在空气中灼烧, 回收单质银。

下列说法正确的是 ()

- A. 步骤1所得 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 中 Ag^+ 提供孤电子对
B. 步骤2所得滤液中大量存在的离子: Na^+ 、 Ag^+ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 S^{2-}
C. 步骤3灼烧时可用足量 NaOH 溶液吸收尾气
D. Na_2S 晶胞(如图所示)中每个 Na^+ 周围距离最近的 S^{2-} 有 8 个



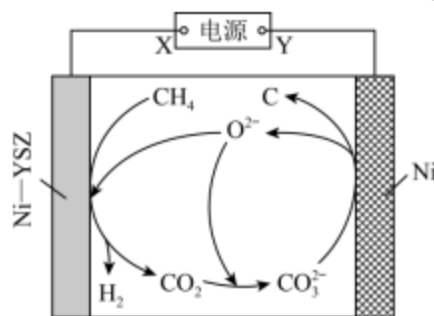
10. 甲烷是良好的制氢材料。我国科学家发明了一种500°C时，在含氧离子(O^{2-})的熔融碳酸盐中电解甲烷的方法，实现了无水、零排放的方式生产 H_2 和C。反应原理如图所示。下列说法正确的是 ()

A. X为电源的负极

B. Ni电极上发生的电极反应方程式为 $CO_3^{2-} + 4e^- = C + 3O^{2-}$

C. 电解一段时间后熔融盐中 O^{2-} 的物质的量变多

D. 该条件下，每产生22.4L H_2 ，电路中转移动2mol电子



11. 亚硝酸钠($NaNO_2$)俗称“工业盐”,其外观、口感与食盐相似,人若误服会中毒。现将适量某样品(成分为亚硝酸钠或氯化钠)溶于水配成溶液,分别取少量该溶液于试管中进行实验。下列方案设计、现象和结论都正确的是 ()

选项	方案设计	现象和结论
A	先加入少量 $KClO_3$ 溶液,再加 $AgNO_3$ 溶液和足量稀硝酸,振荡	若产生白色沉淀,则样品为亚硝酸钠
B	加到少量 $KMnO_4$ 溶液中,再加硫酸酸化,振荡	若溶液褪色,则样品为亚硝酸钠
C	先加到少量 $FeCl_2$ 溶液中,再加入稀盐酸酸化,振荡	若溶液变黄色,则样品为亚硝酸钠
D	先加入少量 Na_2SO_3 溶液,再加入 $BaCl_2$ 溶液和稀硝酸,振荡	若产生白色沉淀,则样品为亚硝酸钠

12. 室温下,用含有少量 PO_4^{3-} 的 $CeCl_3$ 溶液制备 $Ce_2(CO_3)_3$ 的流程如图所示。

已知: ① $K_{sp}(FePO_4)=1.3 \times 10^{-22}$; ②测得“除磷”后的滤液中 $c(Fe^{3+})=1 \times 10^{-20} mol/L$;

③ $0.1 mol \cdot L^{-1} NH_4HCO_3$ 溶液 pH 约为 8;

下列说法不正确的是 ()



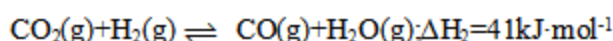
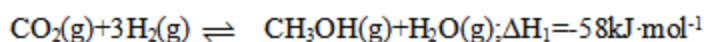
A. $0.1 mol \cdot L^{-1} NH_4HCO_3$ 溶液中有 $c(NH_3 \cdot H_2O) < c(H_2CO_3)$

B. “除磷”后上层清液中 $c(PO_4^{3-})=1.3 \times 10^{-20} mol/L$

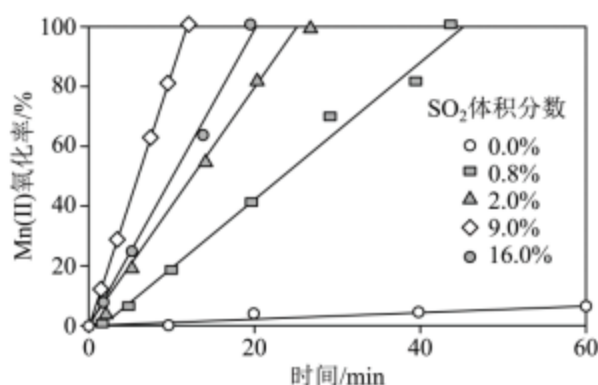
C. “沉铈”所得滤液中大量存在的阳离子有 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 H^+

D. “沉铈”后的滤液中有 $c(H^+) < c(NH_3 \cdot H_2O) + c(OH^-)$

13. 利用 CO_2 和 H_2 合成甲醇时主要涉及以下反应:

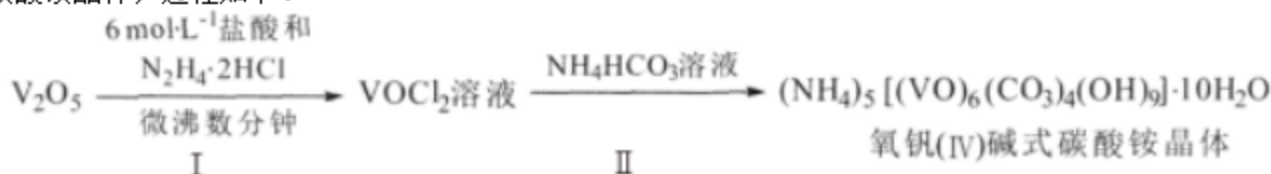


- (4)“氧化”中保持空气通入速率不变， Mn(II) 氧化率与时间的关系如下。 SO_2 体积分数为 ▲ 时， Mn(II) 氧化速率最大；继续增大 SO_2 体积分数时， Mn(II) 氧化速率减小的原因是 ▲。



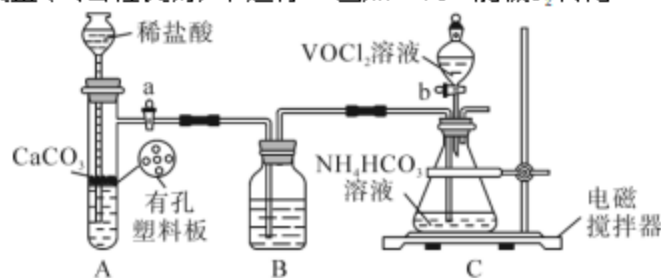
- (5)“沉钴镍”中得到的 Co(II) 在空气中可被氧化成 CoO(OH) ，该反应的化学方程式为 ▲。
- (6) 25°C ，“沉镁”中为使 Mg^{2+} 沉淀完全(当溶液中某离子浓度 $c \leq 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，可认为该离子沉淀完全)，需控制 pH 不低于 ▲ (精确至0.1)。

15. (16分)二氧化钒(VO_2)是一种新型热敏材料。实验室以 V_2O_5 为原料合成用于制备 VO_2 的氧钒(IV)碱式碳酸铵晶体，过程如下：



回答下列问题：

- (1)步骤I中生成 VOCl_2 的同时生成一种无色无污染的气体，该反应的化学方程式为 ▲。已知：氧化性： $\text{V}_2\text{O}_5 > \text{Cl}_2$ ，则加入 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2\text{HCl}$ 的作用是 ▲。
- (2)步骤II可在如图装置(气密性良好)中进行。已知： VO^{2+} 能被 O_2 氧化。



装置B中盛装的试剂是 ▲；向C中通入是 CO_2 的作用是 ▲。

- (3)加完 VOCl_2 溶液后继续搅拌数分钟，使反应完全，小心取下分液漏斗，停止通气，立即塞上橡胶塞，将锥形瓶置于 CO_2 保护下的干燥器中，静置过夜，得到紫色晶体，过滤。此时紫色晶体上残留的杂质离子主要为 ▲，接下来的简要操作是 ▲，最后用乙醚洗涤2-3次，干燥后称重。(所用药品为：饱和 NH_4HCO_3 溶液，无水乙醇)。

(4) 测定氧钒(IV) 碱式碳酸铵晶体粗产品中钒的含量。

称量5.1000 g样品于锥形瓶中,用硫酸溶液溶解后得到含 VO^{2+} 的溶液,加稍过量的0.0200 mol/L的 KMnO_4 溶液将 VO^{2+} 氧化为 VO_2^+ ,充分反应后加入特定的还原剂X除去过量的 KMnO_4 ,最后用0.0800 mol/L的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液滴定至终点,消耗体积为30.00 mL。

已知: 滴定反应为 $\text{VO}_2^+ + \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = \text{VO}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$

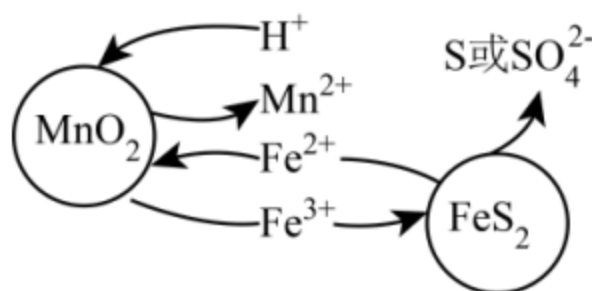
①在该实验条件下,还原剂X与 Mn^{2+} 、 VO^{2+} 的还原性由大到小为 ▲。

②粗产品中钒元素的质量分数为 ▲。(保留四位有效数字)

16. (15分) 以软锰矿(主要成分为 MnO_2 , 还含少量 Fe、Si、Al、Ca、Mg 等的氧化物)和硫铁矿(主要成分 FeS_2)为原料,两矿联合浸取可制备大颗粒的电池用 Mn_3O_4 。



(1) 浸取: 将软锰矿与硫铁矿粉碎混合,用硫酸浸取。研究发现,酸浸时, FeS_2 和 MnO_2 颗粒构成两个原电池反应,其原理如图所示(部分产物未标出)。



①若 FeS_2 原电池中生成单质S,其电池总反应的离子方程式为 ▲。

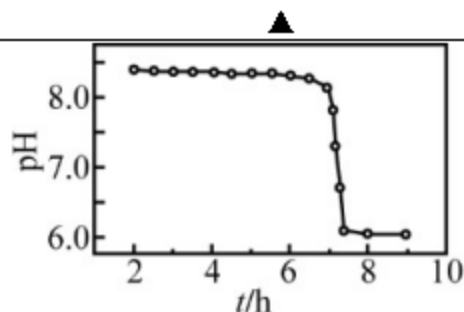
②随硫铁矿的增加,锰的浸出率降低,可能的原因是 ▲。

(2) 除钙镁: 向已除去 Fe、Al、Si 元素的 MnSO_4 溶液中(pH 约为 5)加入 NH_4F 溶液,将 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 转化为氟化物沉淀。则 $\frac{c(\text{Mg}^{2+})}{c(\text{Ca}^{2+})} = \text{▲}$ 。[已知 $K_{sp}(\text{MgF}_2)=5 \times 10^{-11}$, $K_{sp}(\text{CaF}_2)=5 \times 10^{-9}$]

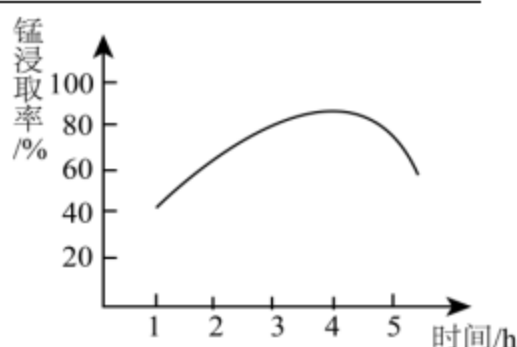
(3) 氧化: 将“沉淀”步骤所得含少量 $\text{Mn}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$ 的 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 固体滤出,洗净,加水打成浆,浆液边加热边持续通空气,制得 Mn_3O_4 。

①写出由 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 反应得到 Mn_3O_4 的化学方程式 ▲。

②沉淀加热通空气过程中溶液pH 随时间变化如下图所示,其中pH 先基本不变后迅速下降的原因是 ▲。



③所得产物中锰元素含量随通入空气时间的变化如下图所示，当通空气时间超 8 小时，产物中锰元素含量减小的原因是_____▲_____。



17. (14分) 氢气是重要的清洁能源，低成本制氢是今后科研攻关的重点课题。

(1) 碱金属氢化物制氢。以一种制氢储氢材料氢化钠(NaH)在室温下结合 CO_2 制氢为例， NaH 能将反应中的部分 CO_2 还原成碳并放出 H_2 ，该反应的化学方程式为_____▲_____。

(2) 活性金属铝制氢。向两份 1.0g 活性 $\text{Al}-\text{Fe}$ 合金粉末 (Fe 的质量分数为 20%) 中分别加入 $100\text{mL } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液充分搅拌，在相同时间内测得 25°C 、 45°C 两种不同温度下制氢率(实际制氢量占理论产氢量的百分比)随时间的变化如图-1所示。2min 后 45°C 时制氢率始终低于 25°C 时制氢率的原因是_____▲_____。

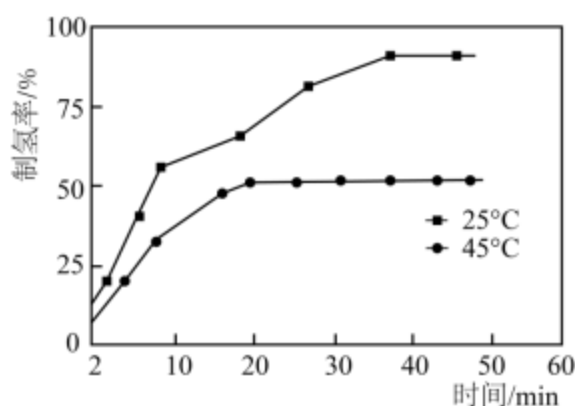


图-1

(3) 不对称电解质电解制氢。以电解苯甲醇生成苯甲酸为例，其电解槽阴极区为酸性电解质(H_2SO_4)进行析氢反应，阳极区为碱性电解质(NaOH)和苯甲醇。写出阳极发生的电极反应式：_____▲_____。

(4) 肼催化分解制氢。在温和条件下，负载型双金属合金 M 催化肼(N_2H_4)迅速分解，并且制氢选择性可达 100% ，可能机理如图-2所示。

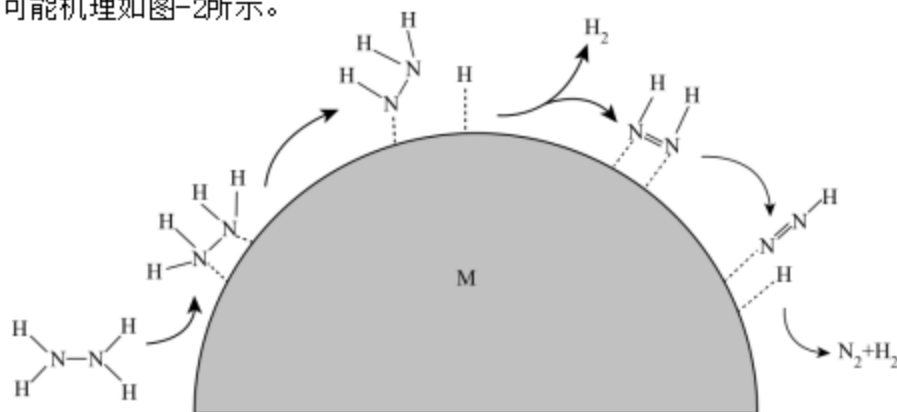


图-2 催化剂 M 表面 N_2H_4 分解制氢示意图

① N_2H_4 催化分解制氢的过程可描述为_____▲_____。

② N_2H_4 的水溶液呈弱碱性。研究发现：向 N_2H_4 溶液中加入适量NaOH或KOH，能明显促进上述催化分解反应的进行。其原因可能是_____▲_____。