



教育图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年专注教育行业

全品高考

第二轮专题

物质氧化性或还原性的强弱与反应中本身得到或失去电子数目的多少无关，与元素化合价的高低有关。有单质参加或生成的反应不一定是氧化还原反应，如氧气与臭氧之间的转化。只有在稀溶液中进行，且离子方程式可表示为 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的中和反应，它的中和热才是 57.3 kJ/mol 。

物质必须完全燃烧，且生成稳定的氧化物，其中最特别留意水为液态。
表示燃烧热的热化学方程式中，可燃物的化学计量数必须是 1。

同种元素的不同核素原子的中子数质子数不同。
核外电子层结构相同，化学性质不一定相同，它们形成的单质和化合物的化学性质基本相同，物理性质不同。

稀有气体单质中没有任何类型的化学键。绝大多数盐是不含金属元素的离子化合物。
 AlCl_3 在熔融状态下不导电，是含金属元素的共价化合物。

若是在恒容密闭容器中进行，则气体体积、压强是实验条件(始终不变)，不能作为化学平衡的标志。

具有相同核电荷数的微粒不一定是同种元素，如：Na 与 NH_4^+ 。

苯能使溴水褪色(通过萃取作用)，但不能使溴的 CCl_4 溶液褪色。
在催化剂存在下，苯能与浓溴反应，但不能与溴水反应。

氮气的化学性质稳定。
 NH_3 是最常见的气体，遇酸、受热易分解。

主编 肖德好

若所有物质均为气体，则质量不变，不能作为密闭体系中化学平衡的标志。

化学

作业手册

CONTENTS



目录

限时集训(一)	基础小专题 1 规范使用化学用语	115
限时集训(二)	基础小专题 2 N_A 的综合应用	117
限时集训(三)	基础小专题 3 氧化还原反应规律及应用	118
限时集训(四)	基础小专题 4 STSE 与传统文化中的化学价值	119
限时集训(五)	基础小专题 5 无机物间的转化关系	121
难点专练(一)	难点 1 基于流程分析的物质确定与转化原理	123
难点专练(一)	难点 2 工艺流程中的条件控制及原因分析	125
难点专练(一)	难点 3 工艺流程中产品的分离提纯和检验	127
难点专练(一)	难点 4 工艺流程中的计算	128
题型综合练(一)	无机工艺流程	129
限时集训(六)	基础小专题 6 原子结构 元素周期律	131
限时集训(七)	基础小专题 7 分子结构与性质	133
限时集训(八)	基础小专题 8 结构角度解释现象或性质	135
限时集训(九)	基础小专题 9 晶胞分析及简单计算	137
限时集训(十)	能力小专题 10 “位—构—性”综合推断	139
限时集训(十一)	能力小专题 11 物质结构对性质的影响、原因分析及表述	141
限时集训(十二)	能力小专题 12 新型化学电源	143
限时集训(十三)	能力小专题 13 电解原理的应用	145
限时集训(十四)	能力小专题 14 化学反应速率与化学平衡分析	147
限时集训(十五)	能力小专题 15 化学反应机理分析	149

限时集训(十六)	能力小专题 16 电解质溶液图像分析	151
难点专练(二)	难点 1 热化学方程式书写与盖斯定律的应用	153
难点专练(二)	难点 2 化学平衡图像分析、条件控制及原因解释	154
难点专练(二)	难点 3 各类平衡常数及相关计算	156
题型综合练(二)	化学反应原理	158
限时集训(十七)	能力小专题 17 多官能团有机物的结构与性质	160
难点专练(三)	难点 1 有机物命名及官能团名称	162
难点专练(三)	难点 2 有机综合推断与有机反应方程式书写	163
难点专练(三)	难点 3 同分异构体及副产物书写	165
难点专练(三)	难点 4 有机合成路线设计	167
题型综合练(三)	有机合成与推断	169
限时集训(十八)	基础小专题 18 实验基本操作和实验仪器的合理选用	171
限时集训(十九)	基础小专题 19 实验室安全与事故处理	173
限时集训(二十)	能力小专题 20 与实验“微设计”相关的分析	174
限时集训(二十一)	能力小专题 21 实验方案设计与评价	176
难点专练(四)	难点 1 实验原理与装置设计	178
难点专练(四)	难点 2 实验操作与现象、条件控制及原因表述	180
难点专练(四)	难点 3 实验数据的分析与处理	182
题型综合练(四)	化学综合实验	183

角度一 表示物质结构与组成

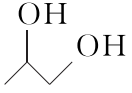
1. [2026·湖北黄冈中学等十一校二模] 下列化学用语或图示表达错误的是 ()

A. 聚丙烯的链节: $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

B. 氨基的电子式: $\cdot \overset{\text{H}}{\underset{\cdot \times}{\text{N}}} \times \text{H}$

C. 基态 Al 原子最高能级的电子云轮廓图:



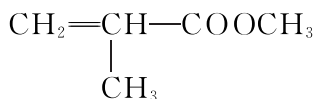
D.  的名称: 1,2-丙二醇

2. [2026·河北张家口二模] 下列化学用语或图示表述正确的是 ()

A. 基态 Cr^{3+} 的简化电子排布式: $[\text{Ar}]3\text{d}^5$

B. SO_2 的 VSEPR 模型: 

C. 甲基丙烯酸甲酯的结构简式:



D. H_2O_2 的电子式: $\text{H} : \overset{\cdot \cdot}{\underset{\cdot \cdot}{\text{O}}} : \overset{\cdot \cdot}{\underset{\cdot \cdot}{\text{O}}} : \text{H}$

3. [2026·安徽淮南一模] 下列表述正确的是 ()

A. HCHO 的空间填充模型: 

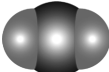
B. Na_2O 、 MgO 、 Al_2O_3 为典型的离子晶体, 其化学键中离子键的成分为 100%

C. 基态 O^{2-} 的轨道表示式: $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$

D. 氟化氢晶体中的链状结构:



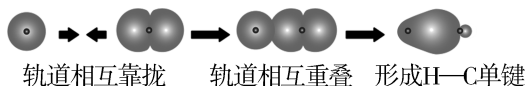
4. [2026·河北唐山一模] 下列化学用语或图示表述正确的是 ()

A. CO_2 分子的球棍模型: 

B. 水分子的价层电子对互斥模型: 

C. 氯自由基的电子式: $:\ddot{\text{Cl}}\cdot$

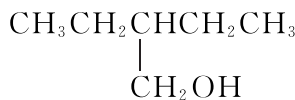
D. CH_4 分子中 σ 键的形成:



5. [2026·河北石家庄一中二模] 下列化学用语或图示表述正确的是 ()

A. BF_3 的 VSEPR 模型: 

B. 2-乙基-1-丁醇的结构简式:



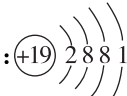
C. CaF_2 的电子式: $\text{Ca}^{2+} [:\ddot{\text{F}}:\ddot{\text{F}}:]^{2-}$

D. HCl 分子中共价键类型: p-p σ 键

6. [2026·湖南常德模拟] 下列化学用语或图示表达正确的是 ()

A. 中子数为 8 的碳原子表示为 ${}^8_6\text{C}$

B. HCl 的 σ 键电子云轮廓图: 

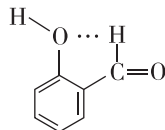
C. K 原子的结构示意图: 

D. 四氯化碳的空间填充模型: 

7. [2026·东北三省三校一模] 下列化学用语或图示表达正确的是 ()

A. HClO 的电子式: $\text{H} : \ddot{\text{Cl}} : \ddot{\text{O}} :$

B. 邻羟基苯甲醛分子内氢键示意图:



C. 基态 Cr 原子的价层电子排布: $3\text{d}^5 4\text{s}^1$

D. NH_4Cl 的电子式: $[\text{H} : \overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}} : \text{H}]^+ \text{Cl}^-$

角度二 反应方程式的正误判断

8. [2026·湖南长沙长郡中学等校二模] 下列相关离子方程式错误的是 ()

- A. 用稀盐酸除铁锈($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$): $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + (3+n)\text{H}_2\text{O}$
- B. 用醋酸和淀粉-KI 试纸检验加碘盐中的 IO_3^- : $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. 用明矾作净水剂: $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
- D. 用小苏打治疗胃酸过多: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

9. [2026·湖南长沙长郡中学等校模拟] 对于下列过程发生的化学反应, 相应的离子方程式书写错误的是 ()

- A. Na_2O_2 溶于水中: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Na}^+ + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{OH}^-$
- B. 等体积、等浓度的 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合: $\text{Al}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
- C. 往 AgCl 沉淀中滴加氨水, 沉淀溶解得到澄清的无色溶液: $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$
- D. 将少量 SO_2 通入次氯酸钠溶液中: $3\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + 2\text{HClO}$

10. [2026·河北衡水二中一模] 下列化学反应表示正确且符合题意的是 ()

- A. 实验小组将 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与 CuSO_4 溶液混合: $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{CuS}_2\text{O}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- B. 实验室制备立德粉: $\text{ZnSO}_4 + \text{BaS} \rightleftharpoons \text{BaS} \cdot \text{ZnSO}_4 \downarrow$
- C. 实验室制备氯气: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 实验室用生石灰与浓氨水制备氨气: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \uparrow$

11. [2026·安徽合肥八中一模] 下列说法正确的是 ()

- A. 表示 H_2S 燃烧热的热化学方程式: $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 用酸性 KMnO_4 溶液吸收 SO_2 : $2\text{MnO}_4^- + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$

- C. FeS_2 与足量稀盐酸反应: $\text{FeS}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{S} \uparrow$
- D. 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 除去余氯: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 8\text{Cl}^- + 2\text{Na}^+ + 10\text{H}^+$

12. [2026·安徽合肥一模] 磷化氢(PH_3)是一种微溶于水的无色气体, 由磷化钙(Ca_3P_2)水解制得, 其水溶液碱性比氨水弱, 可以与 HI 反应生成 PH_4I , PH_4I 极易水解; PH_3 易燃且具有较强的还原性, 能从 Cu^{2+} 的盐溶液中还原出铜并生成磷的最高价含氧酸。下列有关反应的化学或离子方程式错误的是 ()

- A. Ca_3P_2 水解得到 PH_3 : $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{PH}_3 \uparrow + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$
- B. PH_4I 与 NaOH 溶液反应: $\text{PH}_4\text{I} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{PH}_3 \uparrow + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}$
- C. PH_3 在足量 O_2 中充分燃烧: $\text{PH}_3 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{H}_3\text{PO}_4$
- D. PH_3 与 CuSO_4 溶液反应: $4\text{Cu}^{2+} + \text{PH}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{PO}_4^{3-} + 4\text{Cu} \downarrow + 11\text{H}^+$

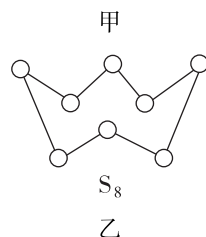
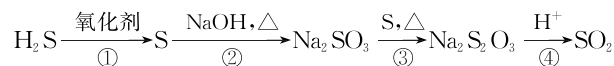
13. [2026·辽宁名校联盟二模] 化学反应常伴随多彩的颜色变化。下列化学反应中的颜色及对应的反应方程式错误的是 ()

选项	颜色变化	反应方程式
A	锌片伸入硫酸铜溶液, 表面生成紫红色的固体	$\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$
B	向 AgI 悬浊液中加入 Na_2S 溶液, 固体由黄色变为黑色	$2\text{AgI}(\text{s}) + \text{S}^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) + 2\text{I}^-(\text{aq})$
C	将葡萄糖溶液滴入装有银氨溶液的试管中, 并置于热水浴, 试管壁出现光亮的银镜	$\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COOH} + 2\text{Ag} \downarrow + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
D	向盛有 KI 溶液的试管中滴入 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 溶液, 试管中出现金黄色沉淀	$2\text{KI} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \rightleftharpoons \text{PbI}_2 \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOK}$

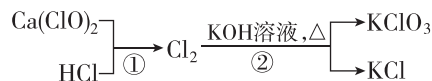
- [2026·河北唐山二模] 白磷可与 NaOH 溶液发生反应 $P_4 + 3NaOH + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} PH_3 \uparrow + 3NaH_2PO_2$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 ()
 - 31 g 白磷含有的 σ 键数目为 N_A
 - 每消耗 1 mol NaOH,转移电子数为 N_A
 - 11.2 L PH_3 分子数目为 $0.5N_A$
 - $0.5 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 NaH_2PO_2 溶液中氧原子数为 N_A
- [2026·湖南长沙长郡中学三模] 向 2 L $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} FeCl_3$ 溶液中通入 SO_2 气体,发生下列反应: $2Fe^{3+} + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + 4H^+ + SO_4^{2-}$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 ()
 - 该 $FeCl_3$ 溶液中所含 Fe^{3+} 的数目为 $0.2N_A$
 - 标准状况下,2.24 L SO_2 所含价层电子对数为 $0.3N_A$
 - 每消耗 0.1 mol H_2O ,反应转移的电子数目为 $0.2N_A$
 - 由该反应能够发生可以证明在该环境下 Fe^{3+} 的氧化性强于 H^+
- [2026·河北石家庄二模] 硫氰酸二胍合镍与铁氰化钾在碱性溶液中生成氮气: $Ni(N_2H_4)_2(SCN)_2 + 8K_3[Fe(CN)_6] + 8KOH \rightleftharpoons 2N_2 \uparrow + Ni(SCN)_2 + 8K_4[Fe(CN)_6] + 8H_2O$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列说法错误的是 ()
 - 1 mol $K_3[Fe(CN)_6]$ 中含有的 σ 键数目为 $6N_A$
 - $25^\circ C$ 时,1 L $pH=13$ 的 KOH 溶液中由水电离产生的 H^+ 数目为 $10^{-13}N_A$
 - 每生成 28 g N_2 ,反应转移的电子数目为 $4N_A$
 - 18 g 冰中含有氢键的数目为 $2N_A$
- [2026·河北正定中学二模] 离子化合物 KC_8 水解可用于制备石墨,其反应原理为 $2KC_8(s) + 2H_2O(l) \rightleftharpoons 16C(\text{石墨},s) +$

$2KOH(s) + H_2(g)$ 。设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 ()

- 1.35 g KC_8 中含有的离子总数为 $0.09N_A$
 - 常温下, $pH=13$ 的 KOH 溶液中含 OH^- 的数目为 $0.1N_A$
 - 7.2 g 单层石墨中含有六元环的数目为 $0.3N_A$
 - 每生成 3.36 L H_2 ,转移电子的数目为 $0.3N_A$
- [2026·辽宁抚顺一模] 硫及其化合物的转化如图甲所示, S_8 的结构如图乙所示。设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 ()



- 反应①中 5.6 L(标准状况) H_2S 完全被氧化,生成的水分子数一定是 $0.25N_A$
 - 反应②消耗 96 g S,转移的电子数为 $12N_A$
 - 1.0 L $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液中, SO_3^{2-} 和 HSO_3^- 的数目之和为 $0.1N_A$
 - 1 mol S_8 中含非极性键的数目为 $8N_A$
- [2026·湖南岳阳二模] 氯及其化合物的转化关系如图所示。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是 ()



- 1.12 L Cl_2 中含有的质子数为 $1.7N_A$
- 理论上反应①中每消耗 0.2 mol HCl,生成的 Cl_2 分子数为 $0.1N_A$
- 反应②中氧化产物与还原产物的物质的量之比为 5 : 1
- 在 $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的 $Ca(ClO)_2$ 溶液中,含有的 ClO^- 数小于 $0.02N_A$

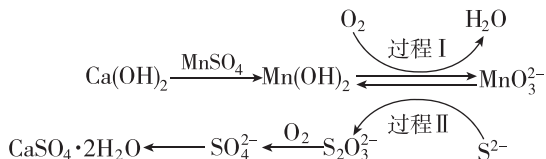
1. [2026·安徽合肥二模] 氯酸银与干燥的氯气可发生反应① $2\text{AgClO}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{90\text{ }^\circ\text{C}} 2\text{ClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{AgCl}$, 生成的 ClO_2 与臭氧可发生反应② $2\text{ClO}_2 + 2\text{O}_3 = \text{Cl}_2\text{O}_6 + 2\text{O}_2$ 。下列说法正确的是 ()
- A. O_3 中含有极性共价键
- B. 反应①中 Cl_2 是还原剂
- C. 反应①中氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1 : 2
- D. 反应②中若生成 1 mol O_2 , 则转移 4 mol 电子

2. [2026·湖南衡阳一中等校二模] 氯及其化合物的转化关系如图所示(部分条件和产物已省略)。

下列叙述错误的是 ()

- A. 反应①中 MnO_2 作催化剂, 反应③中 MnO_2 作氧化剂
- B. 反应②中利用高沸点酸(H_2SO_4)制备低沸点酸(HCl)
- C. 反应③中 MnO_2 过量时还原剂能完全反应
- D. 反应④中氧化剂与还原剂的质量比为 5 : 1

3. [2026·湖南邵阳一中一模] 利用空气催化氧化法可将电石浆(主要成分为 CaO , 含有 S^{2-})转化为石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 其过程如图。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。



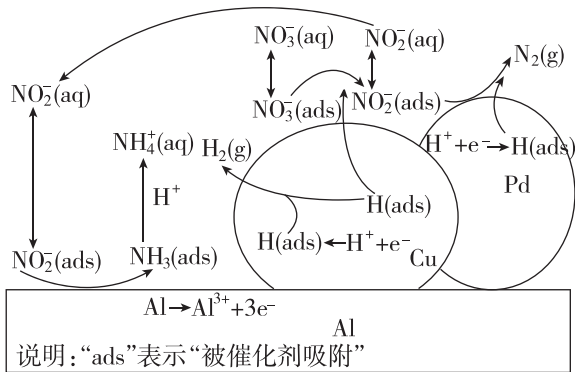
- 下列说法不正确的是 ()
- A. 过程 I 中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 2
- B. 氧化性强弱顺序为 $\text{O}_2 > \text{MnO}_3^{2-} > \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
- C. 将 0.15 mol S^{2-} 转化为 SO_4^{2-} , 理论上需要 6.72 L O_2
- D. 1 mol $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中含有氧原子数为 $6N_A$

4. [2026·湖南邵阳二模] 氧化还原反应可看成由两个半反应组成, 每个半反应具有一定的电极电势(用“ E ”表示), E 越大则该电对中氧化型物质的氧化性越强, E 越小则该电对中还原型物质的还原性越强。部分电对的电极电势如表所示:

氧化还原电对 (氧化型/还原型)	电极电势 E/V	氧化还原电对 (氧化型/还原型)	电极电势 E/V
$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$	0.77	Br_2/Br^-	1.09
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$	2.01	$\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$	0.15
$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$	1.51	I_2/I^-	0.54

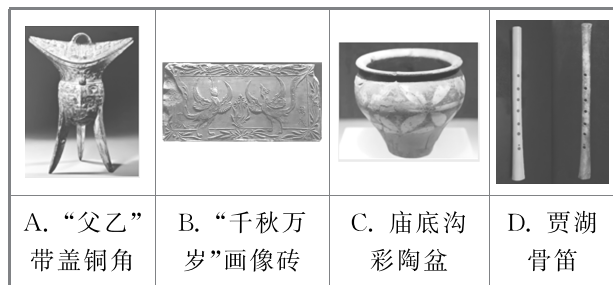
根据表格数据分析, 下列说法错误的是 ()

- A. 还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{Mn}^{2+}$
- B. 可用 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 氧化 Mn^{2+} 制备 MnO_4^-
- C. 反应 $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Sn}^{4+} + 2\text{Fe}^{2+}$ 可发生
- D. 酸化高锰酸钾溶液可以使用硫酸或者氢溴酸
5. [2026·河北保定一模] 一种利用 $\text{Al}/\text{Cu}/\text{Pd}$ 三元金属颗粒复合材料去除水体中硝酸盐的技术机理如图所示。下列说法中错误的是 ()



- A. 若有 1 mol NO_3^- 最终完全转化为 N_2 , 则至少需要消耗 $\frac{3}{5}$ mol Al
- B. 该机理中的三种金属只有铝给出电子, 体现还原性
- C. $\text{H}(\text{ads})$ 可以促进 NO_2^- 的脱氧, 从而产生 N_2
- D. 金属铝表面的反应过程可表示为 $2\text{Al} + \text{NO}_2^-(\text{ads}) + 7\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + \text{NH}_3(\text{ads}) + 2\text{H}_2\text{O}$

1. [2026·河北石家庄一中三模] 文物是历史的“时光胶囊”,凝聚着古人的智慧与审美。下列文物的主要成分为合金材料的是 ()



2. [2026·辽宁沈阳二模] 化学与生活息息相关,下列说法错误的是 ()
- A. 钢板表面镀锡属于电化学防腐
- B. 聚丙烯酸钠具有高吸水性
- C. LED灯发光与电子跃迁有关
- D. 碳酸钠用于制玻璃
3. [2026·河北唐山二模] 高分子材料在生产、生活中得到广泛应用。下列说法错误的是 ()
- A. 酚醛树脂用于制作家用电器壳体
- B. 聚乙烯用于制作可降解塑料包装袋
- C. 聚对苯二甲酸乙二酯用于制作饮料瓶
- D. 聚苯乙烯泡沫用于制作建筑工程保温材料
4. [2026·安徽江南十校检测] 下列古诗或文字记载的化学解释正确的是 ()
- A. “丹砂烧之成水银,积变又还成丹砂”,该过程为可逆反应
- B. “熬胆矾铁釜,久之亦化为铜”,该过程涉及铁属于第ⅧB族元素
- C. “日照香炉生紫烟”,此现象涉及焰色试验
- D. “梨花院落溶溶月,柳絮池塘淡淡风”,柳絮的主要成分属于糖类
5. [2026·河北保定二模] 河北定窑是宋代五大名窑之一,烧制的白瓷以“白如玉、薄如纸、声如磬”的特质享誉中外,其制作工艺蕴含深厚的化学智慧。下列有关说法正确的是 ()
- A. 原料高岭土的主要成分为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,其属于氧化物

- B. 釉料中添加的草木灰(含 K_2CO_3)可与高岭土中的 SiO_2 反应生成 K_2SiO_3
- C. 白瓷“白如玉”的原因是瓷器产品中含有大量的硅、铝、铁的氧化物
- D. 白瓷“声如磬”是因为烧制时硅酸盐颗粒以共价键形成网状结构,使其强度和硬度增大

6. [2026·河北石家庄二模] 材料在生产、生活中应用广泛。下列说法错误的是 ()

- A. 石墨烯是单层石墨,其电阻率低,强度高

- B. 制造隐形眼镜的材料 $\left(\text{CH}_2 - \underset{\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right)_n$

具有亲水性

- C. 可降解塑料聚羟基丁酸酯由3-羟基丁酸通过加聚反应制得
- D. 涤纶纤维耐磨、快干,但透气性和吸湿性差,可与天然纤维混纺获得改进

7. [2026·T8联考二模] 春晚舞台“奔马装置”的金色涂层采用纳米金材料,下列关于纳米金的说法正确的是 ()

- A. 纳米金颗粒的直径在 $10^{-8} \sim 10^{-6} \text{ m}$ 之间
- B. 纳米金具有独特的光学性质,可产生丁达尔效应
- C. 纳米金与普通金箔的化学性质基本相同
- D. 纳米金的熔点和块状金相同

8. [2026·河北邯郸二模] 高分子材料在航天、生产、生活中得到广泛应用。下列说法错误的是 ()

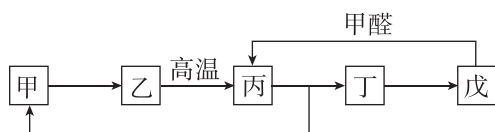
- A. 航天服外层用聚四氟乙烯复合织物可以抵御高温
- B. 嫦娥六号返回器用网状酚醛树脂空心微球作为核心隔热材料,能够抵御极端烧蚀环境
- C. 芳纶纤维热稳定性高、强度高、密度小,可以制成防切割耐热手套
- D. 低压法聚乙烯可以用于生产食品包装袋、薄膜

9. [2026·湖南师大附中二模] 家庭的厨卫管道内常因留有油脂、毛发、菜渣等而造成堵塞,此时可用一种固体疏通剂进行疏通。疏通剂主要成分有铝粉和 NaOH 固体。下列有关说法错误的是 ()
- A. 疏通剂可用于疏通陶瓷、铁制、铝制和塑料管道
- B. 疏通剂使用时会产生大量可燃性气体,应注意安全
- C. 管道疏通后应及时放大量水冲洗管道
- D. 使用过程中产生的热量和碱性环境可以加速油脂的水解
10. [2026·湖南长沙雅礼中学一模] 化学以其独特的魅力影响着我们的生活。下列说法错误的是 ()
- A. 食品包装袋中常有硅胶、生石灰、还原铁粉,其作用都是防止食品氧化变质
- B. 超市中售卖的“苏打水”呈碱性,是因为含有小苏打(NaHCO_3)
- C. 酿酒工艺中加的“酒曲”与面包工艺中加的“发酵粉”(碳酸氢钠和有机酸)的作用不同
- D. 改变金属的内部结构,将金属制成合金可提高金属的抗腐蚀能力
11. [2026·湖南九校联盟一模] 化学与生活、科学、社会联系相当紧密。下列叙述错误的是 ()
- A. 臭氧是极性分子,它在水中的溶解度高于在四氯化碳中的溶解度
- B. 用化学方法在钢铁部件表面进行发蓝处理,钢铁表面生成一层致密的四氧化三铁薄膜,可以起到保护钢铁的作用
- C. 加工馒头、面包和饼干等食品时,可以加入碳酸氢铵作膨松剂
- D. 少量的某些可溶性盐(如硫酸铵、硫酸钠、氯化钠等)能促进蛋白质的溶解
12. [2026·河北名校联盟一模] 随着科技的发展,新型高分子材料不断走进生活。下列关于新型高分子材料的说法错误的是 ()
- A. 聚乳酸是一种可降解高分子材料,由单

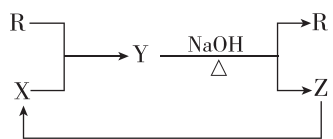
- 体乳酸[$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$]通过缩聚反应制得
- B. 石墨烯增强聚乙烯复合材料中,石墨烯的加入可提高材料的导电性和机械强度
- C. 离子交换树脂是一类功能高分子材料,阴离子交换树脂可用于硬水软化(除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})
- D. 形状记忆高分子材料在一定条件下能恢复原状,可用于传感器
13. [2026·湖南长沙长郡中学等校三模] 人工智能(AI)的飞速发展正在深刻地影响和改变人类生活,其硬件基础建立在各种新型高性能材料的突破与相关工艺的优化上。下列相关说法错误的是 ()
- A. AI 运算时使用的散热材料石墨烯是一种新型无机非金属材料
- B. 电子封装时使用的纳米银浆是一种胶体
- C. 制作芯片的晶体硅为分子晶体,具有半导体性质
- D. 芯片光刻工艺中利用特定波长的光照射光刻胶发生化学反应,这一过程将光能转化为化学能
14. [2026·湖北孝感一中二模] 化学与生活息息相关,下列说法错误的是 ()
- A. 脂肪是人体储存能量的重要物质
- B. 石膏能被用于调节水泥的硬化速率
- C. 聚四氟乙烯透光性好,能用于制造飞机和车辆风挡及光学仪器
- D. 硅橡胶能够耐高温和严寒,在航空航天和国防等尖端技术领域中发挥重要作用
15. [2026·湖南长沙长郡中学等校模拟] 下列由我国主导的科技项目描述中,不涉及氧化还原反应的是 ()
- A. “人造太阳”EAST 装置中氘、氚发生的核聚变反应
- B. “液态阳光”示范项目中太阳能催化分解水制取氢气
- C. 钠离子储能电池中 Na^+ 在正负极间的嵌入/脱出
- D. “光伏制氢-合成氨”项目将制氢产生的电能用于驱动氮气与氢气合成氨

角度一 无机物的性质与转化

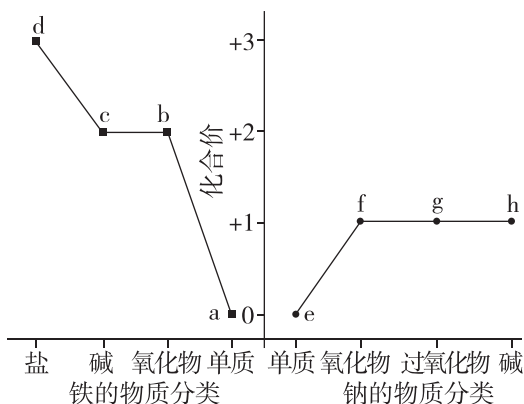
1. [2026·湖北武汉武昌区模拟] 如图所示的物质转化关系中,甲、乙、丙、丁、戊均含有同一种元素,甲为单质,乙为黑色固体,由两种常见元素组成,戊为蓝色不溶于水的固体。下列说法正确的是 ()



- A. 丁中加入过量氨水可生成戊
B. 乙的两种构成元素质量之比为 4 : 1
C. 甲在酒精灯火焰上加热可直接生成丙
D. 甲醛与戊反应,甲醛的氧化产物一定为甲酸钠
2. [2026·河南郑州模拟] R 在液态时可用作制冷剂,X 为一种非金属单质,Z 为一种生活中常见的钠盐。它们之间的转化关系如图所示(部分生成物和反应条件已略去)。



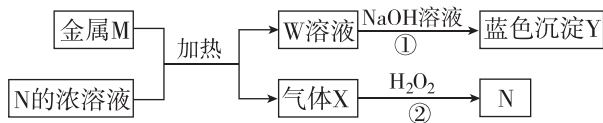
- 下列说法正确的是 ()
- A. 电解 Z 的水溶液可生成 X
B. 常温常压下 R、X 均为无色气体
C. X 不能与 NaOH 溶液反应
D. 实验室常用直接加热 Y 的方法制备 R
3. [2026·湖北十堰调研] 含钠、铁的部分物质“价—类”二维图关系如图所示。下列说法正确的是 ()



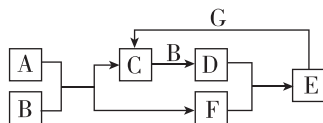
- A. 在高温下,a 与水蒸气发生置换反应生成 b
B. $e \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow h$ 的转化均可通过一步反应实现

- C. 将 e 投入 d 溶液中生成 a 并伴随气体逸出
D. 在空气中灼烧潮湿的 c 只发生分解反应生成 b

4. [2026·河南新乡三模] 金属 M 和 N 的浓溶液的转化关系如图所示(略去部分生成物),X 是无色有刺激性气味的气体。



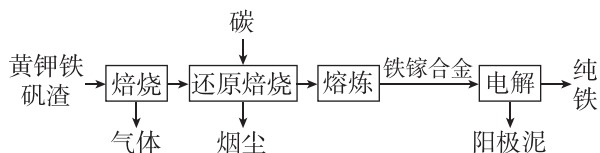
- 下列说法正确的是 ()
- A. N 的浓溶液可用于干燥 NH_3
B. X 可使紫色石蕊溶液先变红后褪色
C. 反应①生成的 Y 可溶于氨水
D. 反应②中 H_2O_2 既作氧化剂又作还原剂
5. 如图所示的物质转化关系中(反应条件和部分生成物未列出),A 是常见的气态氢化物,B 是能使带火星的木条复燃的无色、无臭气体。G 是单质,其二价水合离子为天蓝色。下列说法正确的是 ()



- A. 在 E 与 G 转化为 C 的反应中,E 仅作氧化剂
B. E 的相对分子质量比 D 大 17 时,D 是红棕色气体
C. E 的相对分子质量比 D 大 18 时,工业上用水吸收 D 来制备 E
D. 一定条件下若 A 与 C 可以反应,则 A 的水溶液一定呈碱性

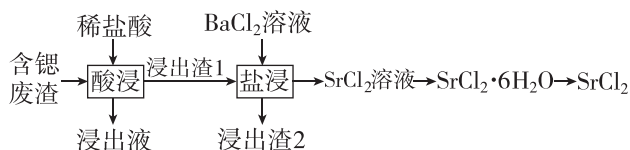
角度二 简单工艺流程分析

6. [2026·辽宁沈阳二模] 黄钾铁矾渣主要成分为 $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ 、 ZnSO_4 和含镓化合物,从黄钾铁矾渣提取铁、镓和锌的流程如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. “焙烧”产生的气体可回收用于生产硫酸
 B. “还原焙烧”可能发生反应： $\text{ZnO} + \text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Zn} + \text{CO}_2$
 C. “烟尘”中含锌元素
 D. “电解”时，铁镓合金作阴极

7. [2026·湖南长沙长郡中学等校二模] 一种提取含锶废渣(主要含有 SrSO_4 、 CaCO_3 、 SrCO_3 和 MgCO_3 等)中锶的流程如图所示。

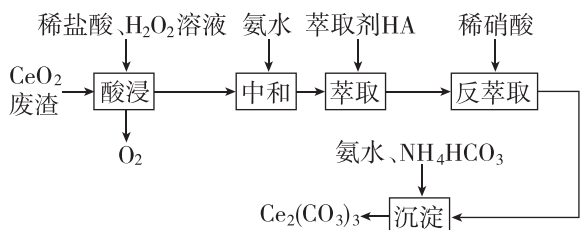


已知：①锶(Sr)位于元素周期表的第五周期第ⅡA族；②25℃时， $K_{\text{sp}}(\text{SrSO}_4) = 10^{-5.46}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) = 10^{-9.97}$ 。

下列说法错误的是 ()

- A. “浸出液”中的阳离子主要有 Sr^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 H^+
 B. “盐浸”中 SrSO_4 转化反应的离子方程式： $\text{SrSO}_4(\text{s}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4(\text{s}) + \text{Sr}^{2+}(\text{aq})$
 C. 在 SrCl_2 过饱和溶液中加入晶种可以促进晶体析出，结晶速率越慢越易得到大颗粒晶体
 D. 由 $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 制备无水 SrCl_2 ，需要在 HCl 气流中加热

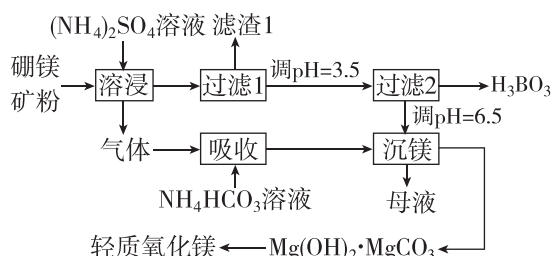
8. [2026·T8联考二模] 实验室以二氧化铈(CeO_2)废渣为原料制备 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ ，已知 Ce^{3+} 能被有机萃取剂(HA)萃取，其萃取原理可表示为 $\text{Ce}^{3+}(\text{水层}) + 3\text{HA}(\text{有机层}) \rightleftharpoons \text{CeA}_3(\text{有机层}) + 3\text{H}^+(\text{水层})$ ，其部分实验过程如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. “酸浸”时反应的离子方程式为 $2\text{CeO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ce}^{3+} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 B. “中和”时加氨水的主要目的是除去过量的盐酸，提高 Ce^{3+} 的萃取率
 C. 用稀硝酸多次反萃取，可使 Ce^{3+} 尽可能多地进入水层

- D. “沉淀”时选用 Na_2CO_3 溶液代替 NH_4HCO_3 溶液不会影响产品纯度

9. [2026·湖南师大附中二模] 硼酸[H_3BO_3 ，电离方程式为 $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{B}(\text{OH})_4^-$]是一种重要的化工原料，广泛应用于玻璃、医药、肥料等工艺。一种以硼镁矿(含 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 SiO_2 及少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3)为原料生产硼酸及轻质氧化镁的工艺流程如图所示。

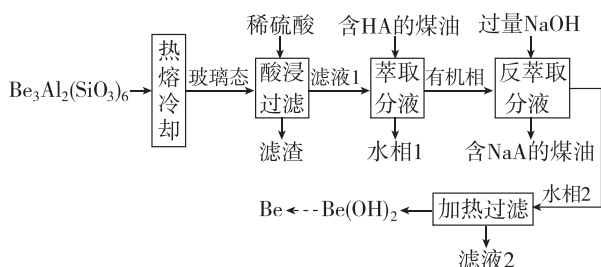


已知：饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液 pH 为 4.2。

下列说法错误的是 ()

- A. “气体”的主要成分为 NH_3
 B. “过滤2”前，将溶液 pH 调节至 3.5，目的是促进硼酸的析出
 C. 若“沉镁”过程中无气体生成，则该反应的离子方程式为 $2\text{Mg}^{2+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$
 D. 向“母液”中加入少量 KSCN 溶液，溶液变为红色

10. [2026·湖南长沙雅礼中学一模] 铍是重要的航空材料。一种从铝硅酸盐 [$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$] 中提取铍的流程如图所示。



已知： $\text{Be}^{2+} + 4\text{HA} \rightleftharpoons \text{BeA}_2(\text{HA})_2 + 2\text{H}^+$ ；水相2中主要溶质是 $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ 。

下列说法错误的是 ()

- A. “冷却”过程应快速降温，有利于后续的“酸浸”
 B. “萃取分液”的目的是分离 Be 与 Si
 C. 滤液2可以在“反萃取分液”中循环使用
 D. “反萃取”时参与反应的 $n[\text{BeA}_2(\text{HA})_2] : n(\text{NaOH}) = 1 : 6$

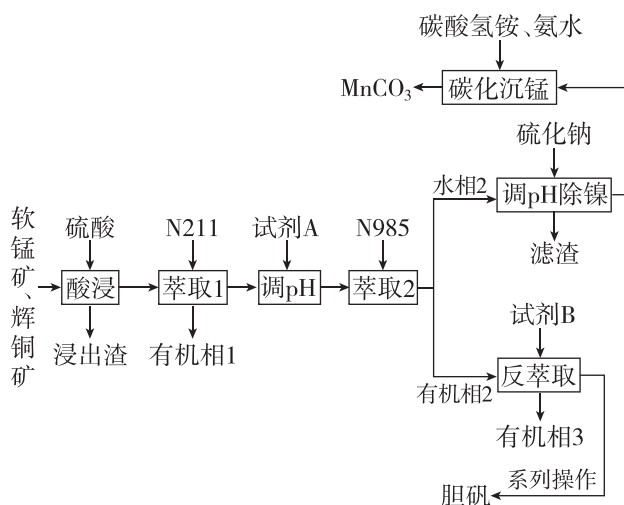
(2)“水解”过程的离子方程式为_____，此过程中通入水蒸气的作用是_____。

(3)生成 TiN 的化学方程式为

(4) 乳酸亚铁是一种高效的铁补充剂,它容易被人体吸收的原因之一是其结构中亚铁离子与乳酸根离子通过配位键结合,用平衡移动的原理解释向 FeCO_3 中加入乳酸能得到乳酸亚铁的原因:

(5)“结晶”步骤必须控制一定的真空度,原因是有利于蒸发水以及。

4. [2026·湖北新八校二模] 工业上以软锰矿(主要成分为 MnO_2 , 还含有少量 Fe_2O_3 等)和辉铜矿(主要成分为 Cu_2S , 还含有少量 Si 、 Ni 、 Ca 的氧化物)为原料, 制备碳酸锰和胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)的工艺流程如图所示。



已知: ① Cu_2S 与稀硫酸不能直接反应;
② N211、N985(用 HR 表示)萃取金属离子的原理为 $n\text{HR} + \text{M}^{n+} \rightleftharpoons \text{MR}_n + n\text{H}^+$;

③该生产条件下 $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = 5.0 \times 10^{-10}$, $K_{\text{sp}}(\text{NiS}) = 1.0 \times 10^{-18}$, 当离子浓度不超过 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 认为离子沉淀完全。

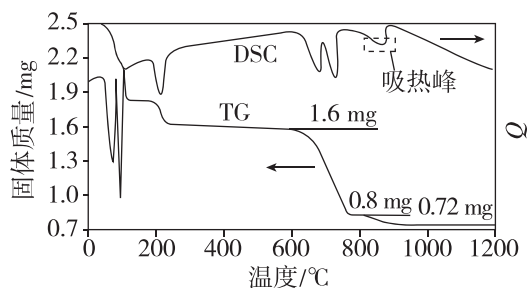
(1)为了提高“酸浸”速率,可采取的措施是

_____ (答出一条即可); 已知浸出渣中含有单质 S, 还含有 _____ (填化学式), 写出“酸浸”时 Cu_2S 与 Fe_2O_3 反应的离子方程式:

(2)“萃取 1”的目的是除铁和钙,从化学平衡角度解释“调 pH”的“试剂 A”选用碱溶液而不选用酸溶液,其目的是

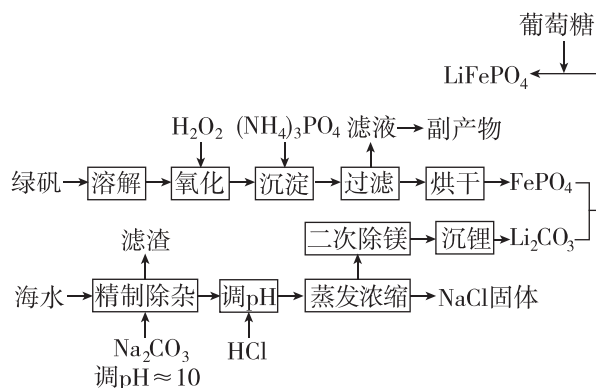
(3)“试剂 B”为_____ (填化学式),写出“碳化沉锰”反应的离子方程式:

(4)借助现代仪器分析 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($M = 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 固体初始质量为 2.5 mg) 分解的 TG 曲线(热重)及 DSC 曲线(反映体系热量变化情况,数值已省略)如图所示。900 $^{\circ}\text{C}$ 左右有一个吸热峰,则此时分解的产物为 (填化学式)。



1. [2026·安徽蚌埠模拟] 磷酸铁锂(LiFePO_4)

常用于锂离子电池正极材料,以绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)和海水为原料制备的过程如图所示:



已知:

- ① $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 2.4 \times 10^{-11}$;
- ② “沉锂”用的沉淀剂为 Na_2CO_3 ;
- ③ Li_2CO_3 的溶解度随温度变化如表所示:

温度/ $^{\circ}\text{C}$	20	40	60	80
溶解度/g	1.33	1.17	1.01	0.85

(1)“氧化”使用 H_2O_2 而不用 Cl_2 的原因是_____。

(2)“氧化”前加入 H_3PO_4 的目的除了防水解外,还可以_____。

(3)用 HCl “调 pH”的目的是_____。

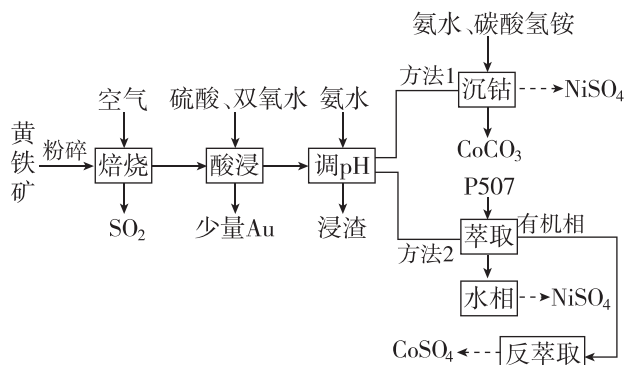
(4)“二次除镁”要使 $c(\text{Mg}^{2+}) < 6 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,应控制 $\text{pH} > \underline{\hspace{2cm}}$ 。(lg 2 $\approx$ 0.3)

(5)从溶解度角度分析,“沉锂”应控制适宜温度是_____ (填选项序号)。

- A. 20 $^{\circ}\text{C}$ B. 60 $^{\circ}\text{C}$
C. 90 $^{\circ}\text{C}$ D. 120 $^{\circ}\text{C}$

2. [2026·湖南张家界三模] 硫酸镍在新能源、

电镀、催化和材料制造等领域占据核心地位;钴在催化、磁性材料和医疗领域发挥着不可替代的作用。以黄铁矿(主要成分为 FeS_2 ,还含有 NiS 、 CoS 、 CuS 及少量 Au)为原料制备硫酸镍的同时回收 Co 的工艺流程如图所示:



已知:①“焙烧”过程中,金属硫化物及 FeS_2 均转化为相应的氧化物和 SO_2 (生成 Co 的氧化物为 Co_3O_4)。

②流程中部分金属阳离子以氢氧化物形式沉淀时溶液的 pH 如表所示。

沉淀物	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$
开始沉淀时的 pH	1.5	7.6	7.6	5.6	7.5
完全沉淀时的 pH	3.7	9.6	9.2	6.7	8.0

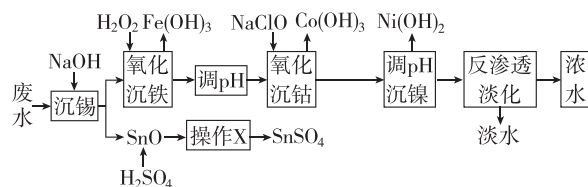
(1)“焙烧”时,对固体进行粉碎处理的目的是_____,请写出在“焙烧”过程中生成 Co_3O_4 的化学方程式:_____。

(2)“酸浸”时,双氧水的作用是_____。

(3)“调 pH”时,需调节的 pH 范围是_____。

3. [2026·河北保定二模] 电镀厂的废水成分

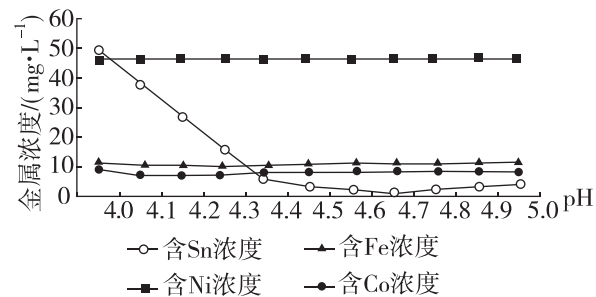
复杂、污染性强,需处理达标后才能排放。某电镀厂废水的 pH 为 0.45,主要含 Sn^{2+} 、 Ni^{2+} 和 SO_4^{2-} ,还含有少量的 Fe^{2+} 和 Co^{2+} ,工程师处理该废水的一种工艺流程如图所示:



已知： SnSO_4 可溶于水，在水中发生水解而生成碱式盐沉淀。

回答下列问题：

(1)取原废水各 1 L，分别调节废水的 pH 在 4.0~5.0 时，金属离子浓度变化情况如图所示。根据实验数据进行分析，“沉锡”时的最佳 pH 范围为_____。



(2)“氧化沉铁”时，温度不宜过高的原因为_____；“氧化沉铁”的离子方程式为_____；“氧化沉铁”一段时间后，溶液中有气体逸出，其原因是_____。

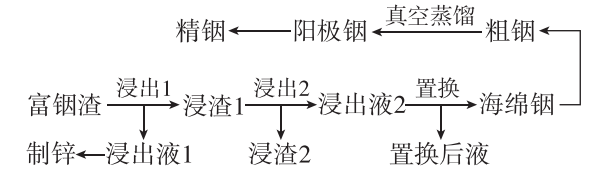
(3)298 K 时，部分标准电极电势 $E^\ominus$ 如表所示。电极电势高的电极，其氧化型的氧化能力强；电极电势低的电极，其还原型的还原能力强。

电极(氧化型 + $n\text{e}^-$ — 还原型)	$E^\ominus/\text{V}$	电极(氧化型 + $n\text{e}^-$ — 还原型)	$E^\ominus/\text{V}$
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	1.36	$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	0.151
$\text{Co}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	1.83	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	0.770
$\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	0.17	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1.776

结合数据分析，“氧化沉钴”得到的 $\text{Co}(\text{OH})_3$ _____(填“能”或“不能”)用盐酸溶解制备 CoCl_3 溶液，理由为_____。

4. [2026·湖南怀化一中三模] 某富铟渣主要含有 Fe、Pb、Zn、In(铟)等金属及其氧化物

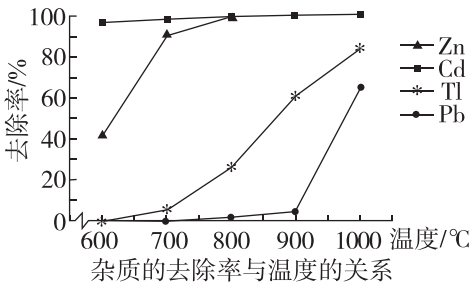
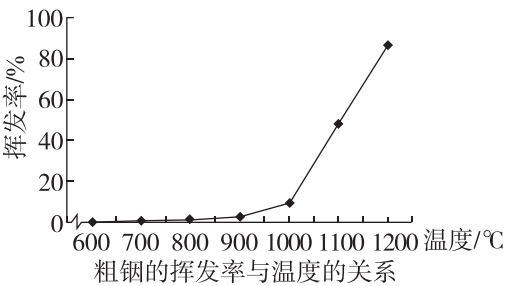
(如 In_2O_3 、 PbO 等)，从该富铟渣中提取金属铟的一种工艺流程如图所示：



已知：①浸出过程始终以 H_2SO_4 为浸取液。
②相关金属离子形成氢氧化物时的 pH(25 $^\circ\text{C}$)。

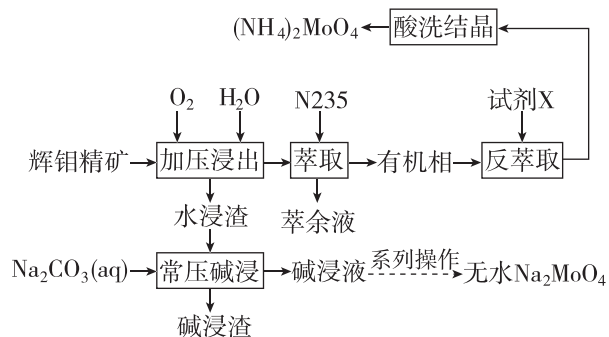
	In^{3+}	Zn^{2+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Pb^{2+}
开始沉淀时的 pH	2.9	5.7	1.5	6.4	6.2
完全沉淀时的 pH	4.9	8.7	3.5	9.4	9.2

(1)“浸出 1”中能有效提高浸出率的方法有_____ (答出一条即可)。
(2)“浸出 1”中铟最终以 $\text{In}(\text{OH})_3$ 进入浸渣 1 中得以富集，则“浸出 1”时溶液 pH 应控制为_____，在此过程中还需加入适当的_____ (填“氧化剂”“还原剂”或“沉淀剂”)。
(3)“置换后液”合并到“浸出液 1”中，“置换”时应选择_____ (填化学式)作置换剂。
(4)“粗铟”中仍含有少量 Zn、Cd、Tl 和 Pb 等杂质，其中 Cd 和 Zn 对 In 的精制效果影响较大，可用“真空蒸馏”法去除，蒸馏时应控制温度为_____ $^\circ\text{C}$ 左右。



难点专练（一） 难点3 工艺流程中产品的分离提纯和检验

1. [2026·河北唐山二模] 辉钼精矿的主要成分为 MoS_2 (含 CuFeS_2 、 FeS_2 、 SiO_2 等杂质)，全湿法提钼工艺流程如图所示：



已知：i. “加压浸出”中 Mo 元素转化为 MoO_4^{2-} 和 MoO_3 (难溶)，其他金属元素均转化为高价金属阳离子。

ii. N235 为胺类萃取剂，可表示为 R_3N ，萃取与反萃取的原理表示为 $2\text{R}_3\text{N} + 2\text{H}^+ + \text{MoO}_4^{2-} \xrightleftharpoons[\text{反萃取}]{\text{萃取}} (\text{R}_3\text{NH})_2\text{MoO}_4$ 。

iii. $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.0 \times 10^{-20}$ ， $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-39}$ 。

回答下列问题：

(1) “加压浸出”中 S 元素全部转化为 SO_4^{2-} ，写出 FeS_2 转化的化学方程式：_____。

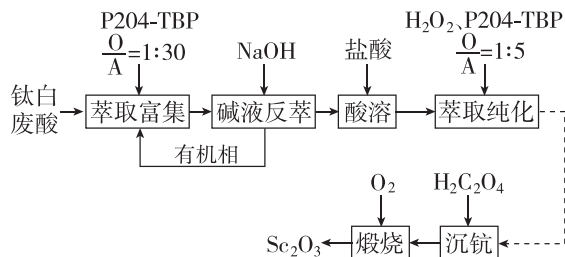
(2) 若萃余液中金属阳离子的浓度均为 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，调节溶液 pH 使 Fe^{3+} 与 Cu^{2+} 深度分离 (离子浓度不超过 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，可认为深度分离，假设溶液体积不变)，需控制 pH 的范围为_____。

(3) 碱浸渣的主要成分为_____ (填化学式)；试剂 X 最好选用_____ (填名称)；可提高反萃取率的方法有_____ (填序号)。

- a. 多次反萃取 b. 将溶液调至酸性
c. 提高试剂 X 的浓度

(4) “常压碱浸”中有温室气体产生，写出该过程的离子方程式：_____。

2. [2026·江西南昌二模] 钛白废酸是钛白粉生产过程中的水解母液，除含 $2 \sim 4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Sc}^{3+}$ 和硫酸外，还有 Zr^{4+} (锆离子)、 Fe^{3+} 、 TiO^{2+} 等杂质，如图所示是以 P204 (看作 HA)-TBP 为共萃体系从钛白废酸中利用溶剂二次萃取法提取钪的流程图。



已知：①油水相比 ($\frac{O}{A}$) 是萃取过程中油相与水相比的比值，相比越大，油相可以负载金属离子的量就越大，萃取率就越高，同时消耗的油相也越大。

②TBP 能有效抑制乳化现象的形成， TiO^{2+} 与 H_2O_2 生成的配合物 $[\text{TiO}(\text{H}_2\text{O}_2)]^{2+}$ 很难被 P204 萃取，铁离子在 $c(\text{HCl}) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时萃取率很低。

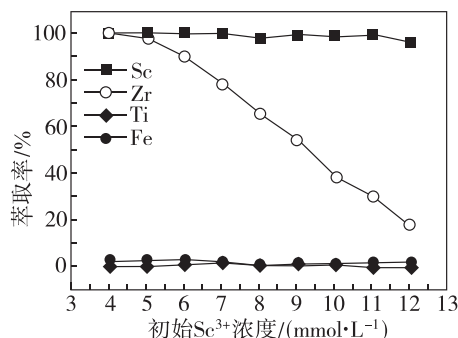
回答下列问题：

(1) 实验室中萃取操作需使用的玻璃仪器为_____。

(2) P204 萃取钪离子的方程式为 $6\text{HA} + \text{Sc}^{3+} \rightleftharpoons \text{Sc}(\text{HA})_3\text{A}_3 + 3\text{H}^+$ ，“碱液反萃”加入足量 NaOH 产生氢氧化钪沉淀的离子方程式为_____。

_____，“碱液反萃”后的有机相加入_____ (填试剂名称) 可实现有机相的再生。

(3) $\frac{O}{A} = 1:5$ 、 $c(\text{HCl}) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，富集浸出液中初始 Sc^{3+} 浓度与金属离子萃取率的关系图如图所示，结合图像与题目分析“萃取富集”的作用是_____。

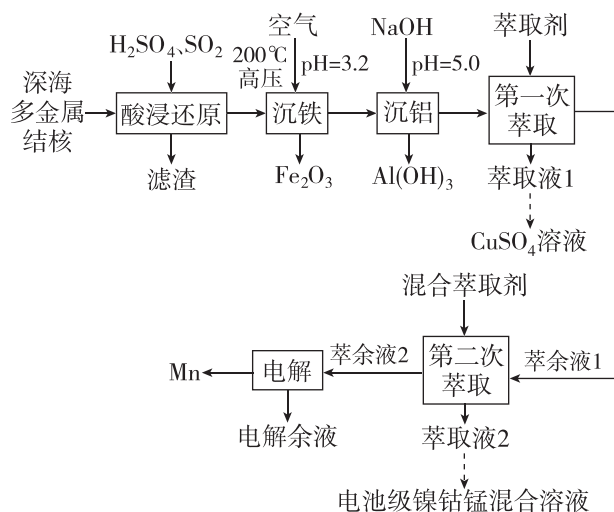


(4) ①“萃取纯化”选择更大油水相比 ($\frac{O}{A}$) 的原因是_____。

②“萃取纯化”后需经过“_____”和“_____”步骤再加入草酸溶液“沉钪”。

(5) “煅烧”的化学方程式为_____。

1. [2026·河北石家庄一中模拟] 一种从深海多金属结核(主要含 MnO_2 、 FeOOH 、 SiO_2 ，有少量的 Co_2O_3 、 Al_2O_3 、 NiO 、 CuO)中分离获得金属资源和电池级镍钴锰混合溶液(NiSO_4 、 CoSO_4 、 MnSO_4)的工艺流程如图所示:



已知:①金属氢氧化物胶体具有吸附性,可吸附金属阳离子。

②常温下,溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀($c \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的 pH 如表所示。

金属离子	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺
开始沉淀的 pH	1.9	3.3	—	6.9	7.4	8.1
完全沉淀的 pH	3.2	4.6	6.7	8.9	9.4	10.1

回答下列问题:

(1)“沉铝”时,未产生 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀,该溶液中 $c(\text{Cu}^{2+}) < \quad \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

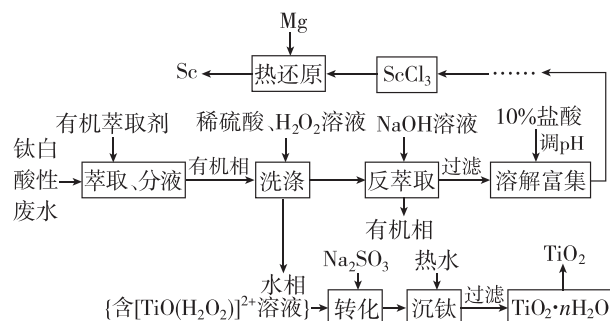
(2)“第一次萃取”中使用的萃取剂可用 HR 来表示:

①HR 萃取 Cu^{2+} 的反应为 $2\text{HR}(\text{有机相}) + \text{Cu}^{2+}(\text{水相}) \rightleftharpoons \text{CuR}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+(\text{水相})$ 。向“萃取液 1”中加入的试剂为 _____ (填化学式) 可得 CuSO_4 溶液。

②被萃取物在有机层和水层中的物质的量浓度之比称为分配比(D),本题实验条件下

$D(\text{Cu}^{2+})=16$ 。向 20 mL 含 $0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Cu^{2+} 的溶液中加入 5 mL 萃取剂,充分振荡、静置后,水层中 $c(\text{Cu}^{2+})=$ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. [2026 · T8 联考] 钪(Sc)是一种在国防、航空航天、核能等领域具有重要作用的稀土元素。以钛白酸性废水(主要含 TiO^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Sc^{3+})为原料制备 Sc 及 TiO_2 的工艺流程如图所示。



已知: ① 25 °C 时, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$, $K_{\text{sd}}[\text{Sc}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-30}$ 。

② $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 是白色固体,难溶于水,其化学性质与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 相似; Sc^{3+} 易形成八面体形的配离子。

③常温下,两相平衡体系中,被萃取物在有机相和水相中的物质的量浓度之比称为分配比

(D), 如 $D = \frac{c_{\text{有机相}}(S_c)}{c_{\text{水相}}(S_c)}$, S_c 的萃取率 =

$$\frac{n_{\text{有机相}}(\text{Sc})}{n_{\text{总}}(\text{Sc})} \times 100\%。$$

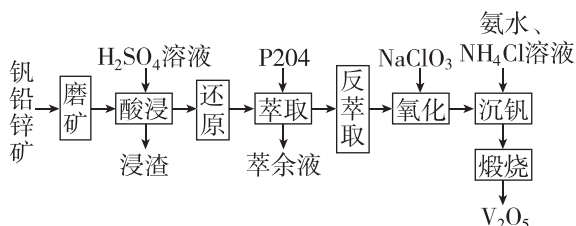
(1)“反萃取”时若加入的氢氧化钠溶液过量， $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 沉淀会溶解。写出 $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 与过量 NaOH 溶液反应的化学方程式：

(2)用“10%盐酸调 pH”,调节至 $\text{pH}=3$,过滤,滤液中 Fe^{3+} 的浓度为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3)某工厂取 1000 L Sc^{3+} 总浓度为 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的废酸,加入 500 L 某萃取剂,若 $D=10$,则单次萃取率为_____ (保留一位小数)。若要提高萃取率,需优化的工艺条件为

(写一条即可)。

1. [2026·河北保定一模] 湿法冶金是提取复杂多金属矿中有价金属的重要手段。某研究小组以钒铅锌矿为原料[主要成分为 $\text{PbZn}(\text{VO}_4)(\text{OH})$ 和 FeOOH]，采用硫酸浸出法综合回收钒，其工艺流程如图所示：



已知：i. 钒在酸性溶液中以 VO_2^+ 形式存在， VO_2^+ 在温度高于 30°C 时易水解生成 V_2O_5 沉淀。

ii. 浸出液中含有 Zn^{2+} 、 VO_2^+ 及微量 Fe^{3+} 等。

iii. 溶液中 VO_2^+ 与 VO_3^- 可相互转化： $\text{VO}_2^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{VO}_3^- + 2\text{H}^+$ 。

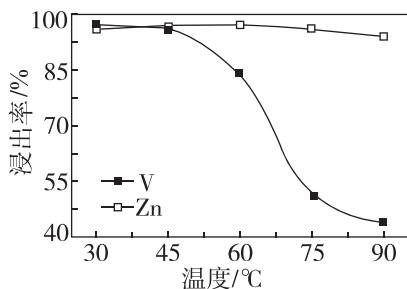
回答下列问题：

(1)“酸浸”前需要先“磨矿”处理，目的是_____。

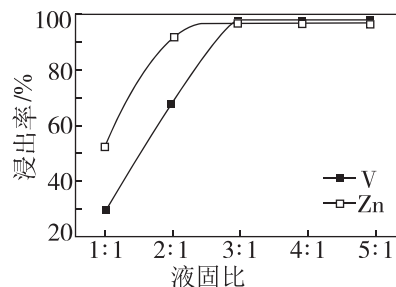
(2)钒铅锌矿中钒的化合价为_____价，基态 Zn^{2+} 的价层电子轨道表示式为_____。

(3)“酸浸”时 $\text{PbZn}(\text{VO}_4)(\text{OH})$ 发生反应的离子方程式为_____。

(4)为了探究温度、液固比等不同实验条件对钒铅锌矿中 V、Zn 等金属浸出率的影响，开展了一系列单变量实验。



甲 温度对 V 和 Zn 浸出率的影响



乙 液固比对 V 和 Zn 浸出率的影响

①图甲为实验在不同温度下所测 V、Zn 元素浸出率的变化，用离子方程式解释温度高于 30°C 后 V 元素浸出率下降的原因为_____。

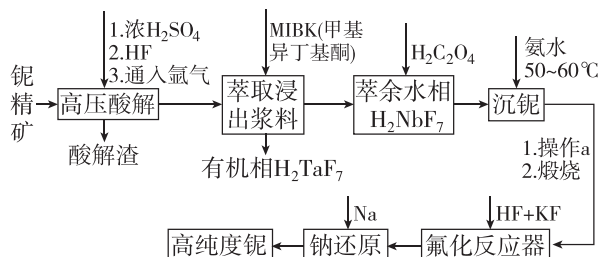
②在硫酸浓度确定情况下，根据实验得出浸出率随液固比的变化(图乙)，最佳液固比为_____，原因是_____。

(5)①“氧化”步骤中加入 NaClO_3 将 VO^{2+} 转化为 VO_2^+ 的离子方程式为_____。

②“沉钒”前若溶液中 $c(\text{VO}_3^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，“沉钒”后，上层清液中 $c(\text{NH}_4^+) = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则钒元素的沉降率=_____ %

[$K_{\text{sp}}(\text{NH}_4\text{VO}_3) = 1.6 \times 10^{-3}$ ，反应过程中溶液的体积不变]。

2. [2026·湖南长沙雅礼中学模拟] 从铌精矿(主要由 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 FeO 、 MnO 和其他杂质组成)提炼高纯铌，目前工业上主要采用湿法冶金(酸分解-萃取)工艺，其流程如图所示：



已知：①常温下， $K_{\text{sp}}[\text{Nb}(\text{OH})_5] = 1.0 \times 10^{-42}$ ，离子浓度 $\leq 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时可认为该离子沉淀完全。

②Nb(V)在不同 pH 下的存在形式如表:

pH	<4	4<pH<8	>8
Nb(V)存在形式	以 $\text{Nb}(\text{OH})_4^+$ 为主	以 $\text{Nb}(\text{OH})_5$ 为主	以六铌酸根离子 $\text{Nb}_6\text{O}_{19}^{8-}$ 为主

回答下列问题:

(1)提高酸解速率的常用方法是_____ (写一种)。

(2)加氨水调节 pH 沉铌时,控制温度 50~60 °C 的原因是_____。

(3)往萃余水相(H_2NbF_7)中加入 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 后,转化为 $\text{H}_3[\text{NbO}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$,沉铌反应过程中该物质转化为 $\text{Nb}(\text{OH})_5$,同时生成一种酸式盐,则沉铌反应的化学方程式为_____。

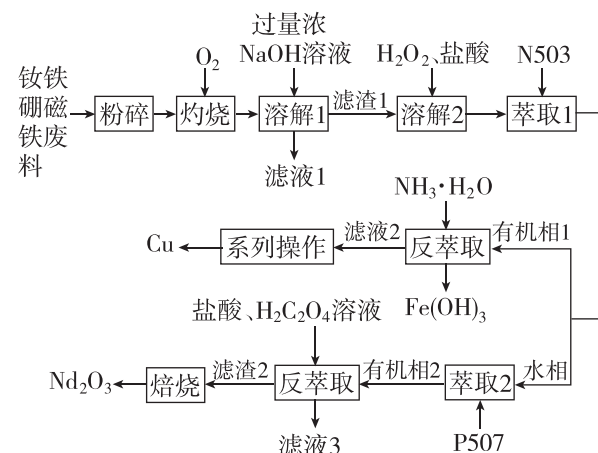
_____,常温下,要使 Nb(V)完全沉淀, pH 调节的范围是_____。

(4)钠还原 K_2NbF_7 晶体时,需在惰性气体氛围中加热至 800~1000 °C,该反应的化学方程式为_____, 惰性气体的作用是_____。

(5)电解铌的硫化物(NbS_2)制备纳米铌粉法是一种创新技术。先通过化学反应将氧化铌转化为硫化铌,再在熔融盐中电解,最终得到高纯度的纳米铌粉。将 NbS_2 制成阴极,石墨棒作为阳极,放入熔融的 NaCl-KCl 混合盐(约 700 °C)中。通电后,阴极的 NbS_2 被还原为金属铌,阳极的硫离子(S^{2-})被氧化为单质硫,以气体形式析出,因此整个过程中无二氧化硫排放。阴极的电极反应式为_____。

3. [2026·河北石家庄二模] 由稀土元素钕(Nd)制成的钕铁硼磁铁($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$)是第三代永磁材料,广泛应用于医疗、电子电器、交通、机械等领域。一种从钕铁硼磁铁废料[主要成分为 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$,含 $\text{NdAl}_3(\text{BO}_3)_4$ 、 Nd_2Cu_7 等杂质]中回收氧化钕(Nd_2O_3)的工

艺流程如图所示。



已知:①“灼烧”后产物全部为相应元素的氧化物;② B_2O_3 与 Al_2O_3 化学性质相似。

回答下列问题:

(1)Cu 元素位于周期表中_____区。
(2)“灼烧”后,Cu 元素的主要产物为 Cu_2O 而不是 CuO 。试解释该条件下, Cu_2O 比 CuO 稳定的原因:_____。

(3)“溶解 1”过程中 B 元素转化为_____ (填离子符号)。

(4)“溶解 2”后的溶液中,Nd、Fe、Cu 元素分别以 Nd^{3+} 、 $[\text{FeCl}_4]^-$ 、 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 的形式存在,则“溶解 2”中 Cu_2O 发生反应的离子方程式为_____。

(5)已知 N503 在高酸度下先发生质子化: $\text{N503} + \text{H}^+ \rightleftharpoons [\text{N503} \cdot \text{H}]^+$,再进行萃取。试分析 N503 在该体系中不能萃取 Nd^{3+} 的原因:_____。

(6)“滤液 2”可用于电解法制备覆铜电路板,该过程生成 Cu 的电极反应式为_____。

(7)已知:25 °C 时, $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 10^{-1.3}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 10^{-4.3}$, $K_{sp}[\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3] = 10^{-32}$ 。“滤液 3”中 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 1.3$,则 $c(\text{Nd}^{3+}) = \text{_____} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

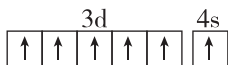
(8)“滤渣 2”为 $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$,其在空气中“焙烧”生成 CO_2 的化学方程式为_____。

角度一 原子核外电子排布

1. [2025·河北秦皇岛一模] 下列说法错误的是 ()

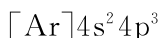
A. Cl 原子间形成 σ 键时原子轨道的重叠方式可表示为 

B. 基态 Cr 原子的价层电子轨道表示式为



C. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中含有 2 种类型的化学键

D. 基态 As 原子的简化电子排布式为

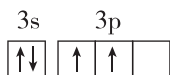


2. [2025·湖南长沙九中模拟] 下列说法不正确的是 ()

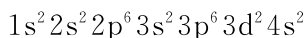
A. 基态 Fe^{3+} 的价层电子排布为 $3d^5$

B. 基态 O 原子的未成对电子有 2 个

C. 基态碳原子最外层电子轨道表示式为

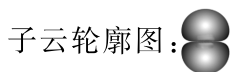


D. 基态 Ti 原子核外电子排布式为

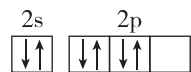


3. [2026·湖南常德一模] 通过反应 $\text{Ga}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons 2\text{GaN} + 3\text{H}_2\text{O}$ 可制取二维氮化镓 (GaN)。下列化学用语或图示表达正确的是 ()

A. 基态氮原子核外电子占据的最高能级电



B. 基态氧原子的价层电子轨道表示式:



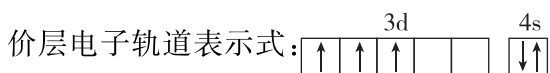
C. 基态 Ga 的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]4s^2 4p^1$

D. NH_3 的 VSEPR 模型为 

4. 下列化学用语或图示表述正确的是 ()

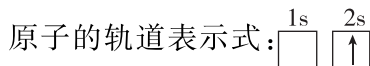
A. [2026·东北三省四市模拟] 0.5 mol 基态 Ni 原子中未成对电子数为 $2N_A$ (设 N_A 为阿伏加德罗常数的值)

B. [2026·河北定州中学模拟] 基态 Mn^{2+} 的



C. [2026·河北百师联盟一模] 基态溴原子的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]4s^2 4p^5$

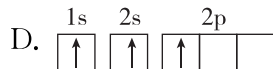
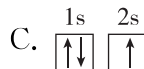
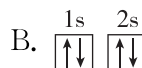
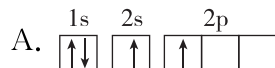
D. [2026·河北沧州一中模拟] 激发态 H



5. (1) [2026·河北雄安新区开学考] 锰在元素周期表中的位置为 _____, 基态锰原子的未成对电子数为 _____。

(2) [2026·湖北枣阳一中调研] 在元素周期表中, Fe 位于 _____ 区。基态 Fe 原子与基态 Fe^{3+} 未成对电子数之比为 _____。

(3) [2026·湖南永州三模] 下列铍元素的不同微粒中, 再失去一个电子, 需要能量最多的是 _____ (填标号)。



6. [2026·河北武强中学检测] W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的前四周期元素, W 原子是半径最小的原子, X 的基态原子 L 电子层的 p 能级上没有空轨道, Y 的基态原子 L 电子层的 p 能级上只有一对成对电子, Z 的基态原子未成对电子数是 W、X、Y 未成对电子数之和。

回答下列问题:

(1) X 的基态原子核外电子占据最高能级的电子云是 _____ 形。

(2) X、Y 的气态氢化物中, 键角由大到小的排序为 _____ (用分子式表示)。

(3) Z 的基态原子价层电子排布为 _____, Z 位于元素周期表第 _____ 族, 属于 _____ 区。

(4) 某元素 Q 的基态原子最外层电子排布式为 $ns^{n-1} np^{n+2}$, 其基态原子核外有 _____ 个自旋相反的电子对。

(5) 若碳原子核外电子排布有 A ($1s^2 2s^1 2p^3$) 和 B ($1s^2 2s^2 2p^2$) 两种状态, 由 A 状态到 B 状态时能量 _____。

A. 升高 B. 降低 C. 不变