



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，其中碳特别留意水为液态。
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量数不同，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 是最常见的碱性气体，遇酸光显、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 实验装置的作用、选择与连接	178
难点专练(四)	难点 2 实验现象描述、实验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

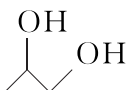
1. [2026·湖北黄冈中学等十一校二模] 下列化学用语或图示表达错误的是 ()

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

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

C. 基态 Al 原子最高能级的电子云轮廓图:



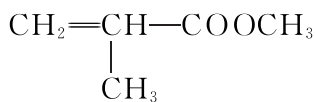
D.  的名称: 1,2-丙二醇

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: 

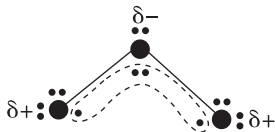
C. 甲基丙烯酸甲酯的结构简式:



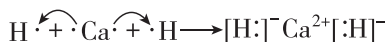
D. H_2O_2 的电子式: $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$

3. [2026·湖北襄阳二模] 下列化学用语表达正确的是 ()

A. O_3 分子中中心氧原子呈负电性:

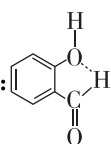


B. 用电子式表示 CaH_2 的形成过程:



C. 激发态碳原子核外电子轨道表示式:

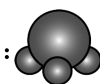


D. 邻羟基苯甲醛的分子内氢键: 

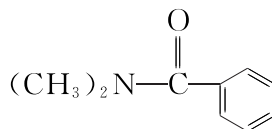
4. [2026·湖北黄冈模拟] 下列化学用语表述正确的是 ()

A. CaH_2 的电子式: $\text{Ca}^{2+} [\text{H}:\text{H}]^{2-}$

B. 碳化硅的分子式: SiC

C. NCl_3 分子的空间填充模型: 

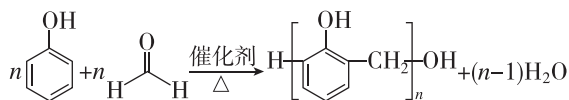
D. N,N-二甲基苯甲酰胺的结构简式:

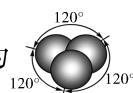


5. [2026·湖北孝感二模] 下列化学用语表达错误的是 ()

A. CO_3^{2-} 的 VSEPR 模型为 

B. 盐酸催化制备酚醛树脂:



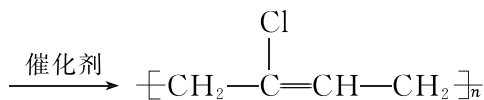
C. sp^2 杂化轨道为 

D. 1 mol $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 含有 $20N_A$ 个 σ 键电子对

6. [2026·湖北武汉模拟] 下列化学用语表达错误的是 ()

A. SO_4^{2-} 的价层电子对互斥模型: 

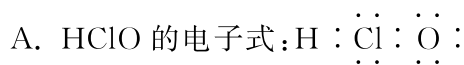
B. 制备氯丁橡胶: $n \text{CH}_2=\text{C}(\text{Cl})-\text{CH}=\text{CH}_2$



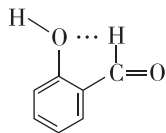
C. 氢氧化铜溶于过量氨水: $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+} + 2\text{OH}^-$

D. 0.5 mol H_2O 晶体中氢键的数目为 N_A

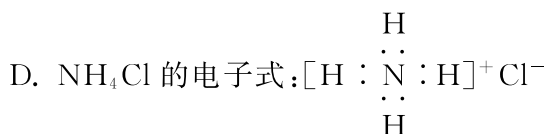
7. [2026·东北三省三校一模] 下列化学用语或图示表达正确的是 ()



B. 邻羟基苯甲醛分子内氢键示意图:

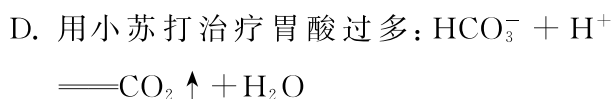
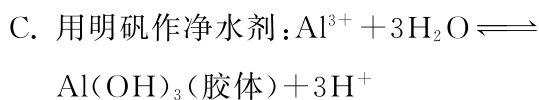
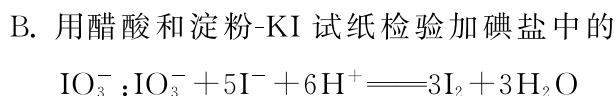
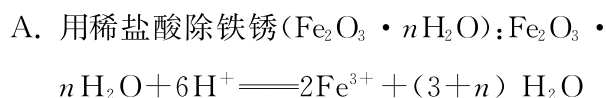


C. 基态 Cr 原子的价层电子排布: $3d^5 4s^1$



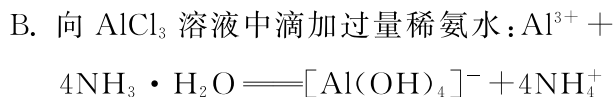
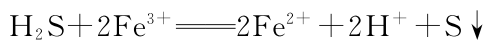
角度二 反应方程式的正误判断

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 ()

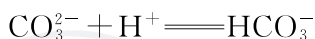


9. [2026·湖北十堰东风高级中学模拟] 下列对应离子方程式的书写正确的是 ()

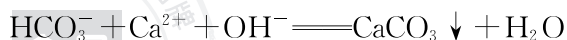
A. 将 H_2S (少量)通入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中:



C. 向 Na_2CO_3 溶液中滴加少量醋酸:

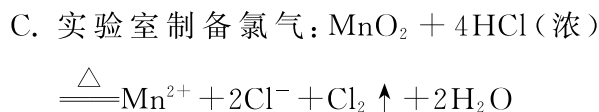
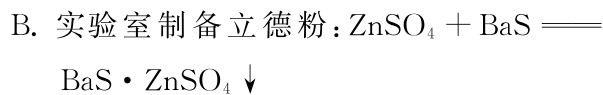
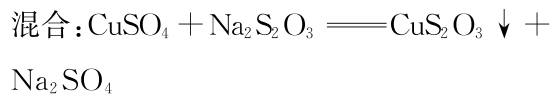


D. 向 NaHCO_3 溶液中滴加少量澄清石灰水:

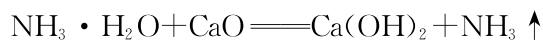


10. [2026·河北衡水二中一模] 下列化学反应表示正确且符合题意的是 ()

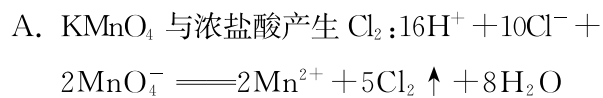
A. 实验小组将 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与 CuSO_4 溶液



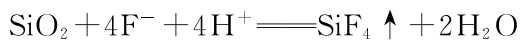
D. 实验室用生石灰与浓氨水制备氨气:



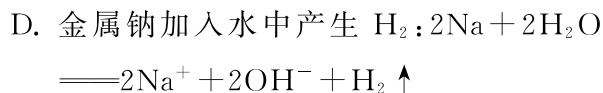
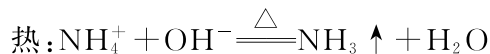
11. [2026·湖北十堰一模] 下列气体的产生, 离子方程式书写错误的是 ()



B. 氢氟酸与二氧化硅反应产生 SiF_4 :



C. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 与 NaOH 两溶液混合加



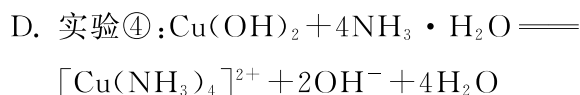
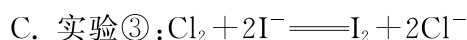
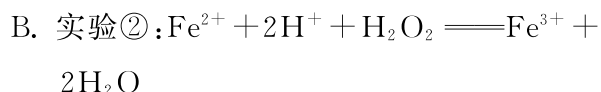
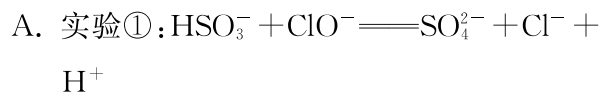
12. [2026·湖北十堰二模] 下列根据实验现象得出的离子方程式, 书写正确的是 ()

实验①: 向 NaHSO_3 溶液中滴加过量 NaClO 溶液

实验②: 向 FeSO_4 溶液中加入用硫酸酸化的 H_2O_2 溶液, 溶液变为棕黄色

实验③: 用镊子夹一块湿润的淀粉-KI 试纸接近电解饱和食盐水的阳极上方, 试纸变蓝色

实验④: 向 CuSO_4 溶液中加入浓氨水, 得到深蓝色溶液



- [2026·湖北十堰二模] 关于反应 $4\text{CO}_2 + \text{SiH}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$, 下列说法正确的是 ()
 - 1 mol CO_2 中, 碳原子上孤电子对数为 N_A
 - 2 mol SiO_2 含 SiO_2 分子数为 $2N_A$
 - 2.24 L SiH_4 中含氢原子数一定为 $0.4N_A$
 - 生成 1 mol SiO_2 时, 反应中转移电子数为 $8N_A$
- [2026·湖北十堰一模] CuSO_4 溶液可用于制取纳米 Cu_2O , $\text{CuO}_x\text{-TiO}_2$ 可用于低温下催化氧化 HCHO : $\text{HCHO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{CuO}_x\text{-TiO}_2} \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是 ()
 - 1.8 g H_2O 中 O 原子上孤电子对数为 $0.2N_A$
 - 3.0 g HCHO 中含 π 键数目为 $0.3N_A$
 - 2.24 L CO_2 中含有的原子数为 $0.3N_A$
 - 1 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液中含氧原子数目为 $0.4N_A$
- [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: $\text{Ni}(\text{N}_2\text{H}_4)_2(\text{SCN})_2 + 8\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 8\text{KOH} \longrightarrow 2\text{N}_2 \uparrow + \text{Ni}(\text{SCN})_2 + 8\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 8\text{H}_2\text{O}$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法错误的是 ()
 - 1 mol $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 中含有的 σ 键数目为 $6N_A$
 - 25 °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·广东深圳一模] 稀有气体化合物的合成更新了对“惰性”的认知。已知: $6\text{XeF}_4 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{XeO}_3 + 4\text{Xe} + 24\text{HF} + 3\text{O}_2$, 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是 ()
 - 1 mol XeF_4 中心原子的孤电子对数目为 $2N_A$
 - 18 g H_2O 中所含质子数目为 $10N_A$
 - 生成 1 mol XeO_3 , 转移电子数目为 $8N_A$
 - 3.36 L HF (标准状况) 所含的分子数为 $0.15N_A$
- [2026·湖北新八校二模] 设 N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 ()
 - 0.5 mol 呋喃() 平面结构, 含有大 π 键 (Π_4^6) 中含有的孤电子对数目为 N_A
 - 31 g 基态 P 原子中, 含 p 能级电子的数目为 $3N_A$
 - 1 mol $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 中含 σ 键数目为 $7N_A$
 - 1 mol H_2O 、 T_2O 组成的物质中含有的电子数为 $10N_A$
- [2026·湖北襄阳一模] 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是 ()
 - 1 mol $[-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n$ 中所含的羟基数目为 N_A


 - 1.9 g HDO 和 NHD_2 的混合物中含有的电子数为 N_A
 - 1 mol 环己烷() 中含有的 σ 键的数目为 $6N_A$
 - 将 0.1 mol CH_3Cl 通入足量的 AgNO_3 溶液中, 理论上可得到 $0.1N_A$ 个 AgCl

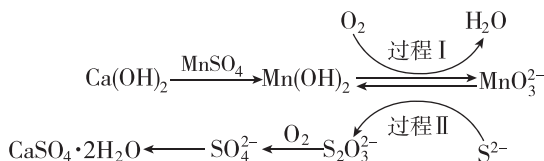
1. [2026·安徽合肥二模] 氯酸银与干燥的氯气可发生反应① $2\text{AgClO}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{90\text{ }^\circ\text{C}} 2\text{ClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{AgCl}$, 生成的 ClO_2 与臭氧可发生反应② $2\text{ClO}_2 + 2\text{O}_3 = \text{Cl}_2\text{O}_6 + 2\text{O}_2$ 。下列说法正确的是 ()

- 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。



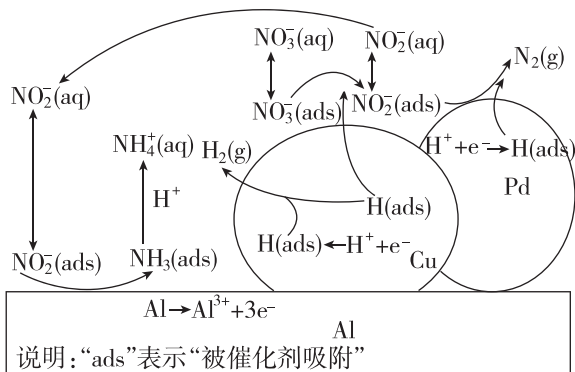
- 下列说法不正确的是 ()
- A. 过程 I 中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 2
B. 氧化性强弱顺序为 $\text{O}_2 > \text{MnO}_3^{2-} > \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
C. 将 0.15 mol S^{2-} 转化为 SO_4^{2-} , 理论上需要 6.72 L O_2
D. 1 mol $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 中含有氧原子数为 $6N_A$

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·湖北黄冈模拟] 从天然丝缕到高分子材料,纤维的演变推动了人类社会的进程与科技创新。下列属于有机高分子合成纤维的是 ()
- A. 明朝《天工开物》记载的“质轻而韧”的葛藤——葛藤纤维
- B. 点亮信息时代的“隐形翅膀”——光导纤维
- C. 制作神舟飞船主降落伞的材料——聚酯纤维
- D. 某品牌手机使用的内屏支撑层材料——碳纤维
2. [2026·湖北黄冈模拟] 下列有关传统文化的解读错误的是 ()

选项	传统文化摘要	解读
A	此即地霜也,所在山泽,冬月地上有霜,扫取以水淋汁后,乃煎炼而成——《开宝本草》	“煎炼”涉及重结晶操作
B	世间丝、麻、裘、褐皆具素质——《天工开物》	文中“裘”的主要成分是纤维素
C	落红不是无情物,化作春泥更护花——《己亥杂诗》	蕴含着自然界中的碳、氮循环
D	日照澄洲江雾开,淘金女伴满江隈——《浪淘沙》	此现象与胶体性质有关

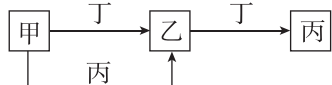
3. [2026·河北唐山二模] 高分子材料在生产、生活中得到广泛应用。下列说法错误的是 ()
- A. 酚醛树脂用于制作家用电器壳体
- B. 聚乙烯用于制作可降解塑料包装袋
- C. 聚对苯二甲酸乙二酯用于制作饮料瓶
- D. 聚苯乙烯泡沫用于制作建筑工程保温材料
4. [2026·安徽江南十校检测] 下列古诗或文字记载的化学解释正确的是 ()
- A. “丹砂烧之成水银,积变又还成丹砂”,该过程为可逆反应

- 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·湖北十堰东风高级中学模拟] 美食镌刻着生生不息的化学密码。下列岭南美食对应的说法错误的是 ()
- A. 客家盐焗鸡:制作过程中使用的粗盐属于混合物
- B. 潮汕牛肉丸:牛肉富含的蛋白质不含N、O元素
- C. 肇庆裹蒸粽:糯米中富含的淀粉可水解成葡萄糖
- D. 新会陈皮茶:茶香飘逸,说明分子是不断运动的
6. [2026·湖北黄冈模拟] “绿蚁新醅酒,红泥小火炉”“酥暖薤白酒,乳和地黄粥”是唐代诗人白居易的著名诗句。下列说法错误的是 ()
- A. 红泥的颜色主要来自氧化铁
- B. 乳和粥的分散质是蛋白质
- C. 酿酒发酵时有二氧化碳生成
- D. 酒在人体内被氧化释放能量
7. [2026·湖北荆州一模] 2025年9月20日第二届楚文化节开幕式在荆州举行,开幕式演出以“让世界看见楚文化”为主题,匠心独运地亮出三张世界名片,《美好荆州 “漆”待已久》《“简”述历史 读懂中国》《锦绣山河 与子同“袍”》。下列叙述错误的是 ()
- A. “袍”推介战国丝绸,丝绸属于天然纤维
- B. 丝绸衣物可以用碱性洗涤剂洗涤
- C. “简”推介楚简,竹简中的纤维素属于天然有机高分子化合物
- D. “漆”推介漆器,漆器漆酚分子中同时含有亲水基团(如酚羟基)和疏水基团(长链烃基),使其具有一定的表面活性

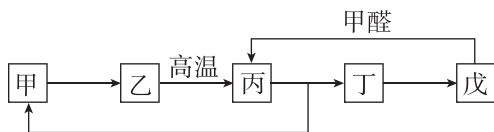
8. [2026·河北邯郸二模] 高分子材料在航天、生产、生活中得到广泛应用。下列说法错误的是 ()
- A. 航天服外层用聚四氟乙烯复合织物可以抵御高温
- B. 嫦娥六号返回器用网状酚醛树脂空心微球作为核心隔热材料,能够抵御极端烧蚀环境
- C. 芳纶纤维热稳定性高、强度高、密度小,可以制成防切割耐热手套
- D. 低压法聚乙烯可以用于生产食品包装袋、薄膜
9. [2026·湖南师大附中二模] 家庭的厨卫管道内常因留有油脂、毛发、菜渣等而造成堵塞,此时可用一种固体疏通剂进行疏通。疏通剂主要成分有铝粉和 NaOH 固体。下列有关说法错误的是 ()
- A. 疏通剂可用于疏通陶瓷、铁制、铝制和塑料管道
- 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

角度一 无机物的性质与转化

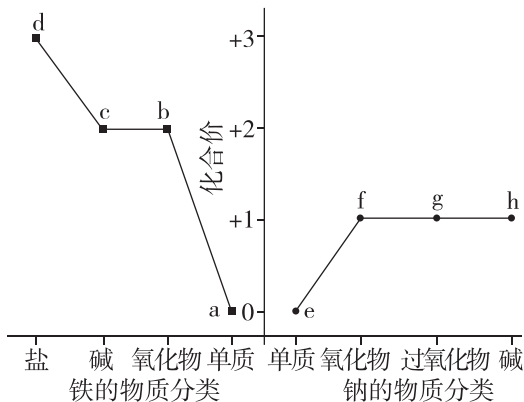
1. [2026·湖北武汉新洲区一中模拟] 甲、乙、丙、丁四种物质在一定条件下有如图所示的转化关系。下列判断正确的是 ()



- A. 若图中均为非氧化还原反应,当丁为一元强碱时,甲可能是 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- B. 若图中均为非氧化还原反应,当丁为一元强酸时,甲可能是 NH_3
- C. 若图中均为氧化还原反应,当丁为金属单质时,丙可能是 FeCl_3
- D. 若图中均为氧化还原反应,当丁为非金属单质时,丙可能是 CO_2
2. [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 ()

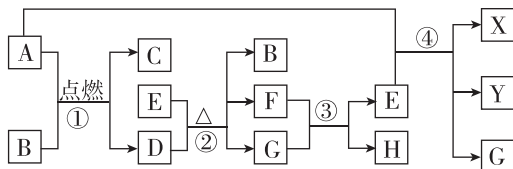


- A. 丁中加入过量氨水可生成戊
- B. 乙的两种构成元素质量之比为 4 : 1
- C. 甲在酒精灯火焰上加热可直接生成丙
- D. 甲醛与戊反应,甲醛的氧化产物一定为甲酸钠
3. [2026·湖北十堰调研] 含钠、铁的部分物质“价—类”二维图关系如图所示。下列说法正确的是 ()



- 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

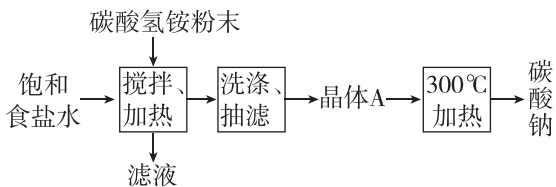
4. [2026·湖北荆州中学模拟] 已知 A、B、C、D、E、F、G、H、X、Y 是中学化学常见物质,其中 A 是一种活泼金属,D 是一种黑色非金属固体单质,且除 A、D 外,其余物质均为化合物;E、F、H、X、Y 中含有同种元素,F 是一种红棕色气体。它们之间在一定条件下存在下列转化关系:



- 已知:反应④中物质 A、E 以物质的量之比 $n(\text{A}) : n(\text{E}) = 2 : 5$ 反应,且生成物 X、Y 均属于盐类。下列叙述正确的是 ()
- A. 物质 B、F、H 均是大气污染物,且均能形成酸雨
- B. 反应②中每转移 $2 \text{ mol } e^-$,标准状况下产生的还原产物与氧化产物的体积差为 33.6 L
- C. 反应②④中物质 E 表现的化学性质不完全相同
- D. 若在反应④所得溶液中加入过量 NaOH 浓溶液且加热时,会观察到有白色沉淀生成,并产生使蓝色石蕊试纸变红的气体

角度二 简单工艺流程分析

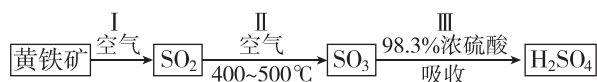
5. [2026·湖北随州检测] 纯碱在食品加工、制药等方面有重要应用。实验室以碳酸氢铵(温度高于 35°C 分解)和食盐水为原料模拟纯碱的制取,流程如下:



下列说法错误的是 ()

- A. “搅拌、加热”操作中,应采用水浴加热,且温度控制在 35 °C 以下
- B. NH_4HCO_3 、 NaCl 、 NaHCO_3 、 NH_4Cl 四种溶液中, NaHCO_3 溶解度最低
- C. “洗涤、抽滤”操作中用到的主要仪器:普通漏斗、烧杯、玻璃棒
- D. 利用“双指示剂”法测定碳酸钠中碳酸氢钠的含量时,第 1 指示剂为“酚酞”、第 2 指示剂为“甲基橙”

6. 工业上以黄铁矿(主要成分 FeS_2)为原料生产硫酸的主要流程如下。



已知:步骤 II 中 SO_2 的平衡转化率随温度和压强的变化情况如表所示。

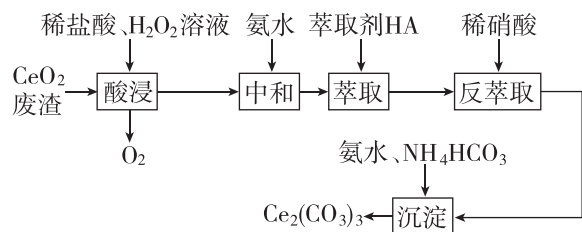
温度/°C	平衡时 SO_2 的转化率/%				
	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	5 MPa	10 MPa
450	97.5	98.9	99.2	99.6	99.7
550	85.6	92.9	94.9	97.7	98.3

下列说法错误的是 ()

- A. 步骤 I 中出炉气需净化,能防止步骤 II 中催化剂中毒
- B. 步骤 II 中通入过量的空气,目的是提高 SO_2 的平衡转化率
- C. 步骤 II 实际生产中应选择 450 °C 和 10 MPa
- D. 步骤 III 中吸收塔内常采用逆流喷淋式,提高 SO_3 的吸收效率

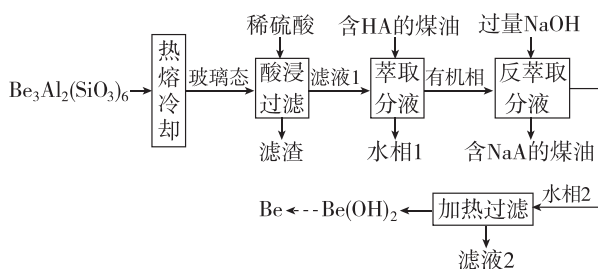
7. [2026 · T8 联考二模] 实验室以二氧化铈(CeO_2)废渣为原料制备 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$, 已知 Ce^{3+} 能被有机萃取剂(HA)萃取,其萃取原

理可表示为 Ce^{3+} (水层) + 3HA (有机层) $\rightleftharpoons \text{CeA}_3$ (有机层) + 3H^+ (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

8. [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 $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ 。

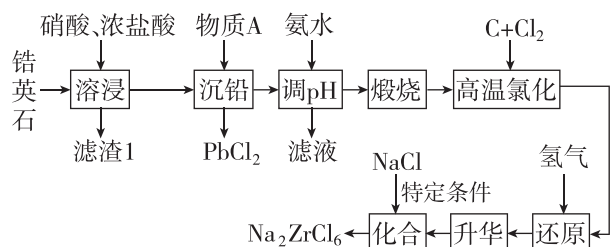
下列说法错误的是 ()

- 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 $n[\text{BeA}_2(\text{HA})_2] : n(\text{NaOH}) = 1 : 6$

难点专练(一)

难点1 基于流程分析的物质确定与转化原理

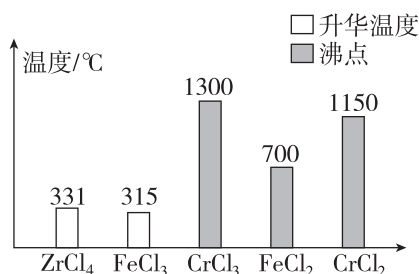
1. [2026·湖北孝感检测] 2025年某公司推出的第二代钠电池, Na_2ZrCl_6 作为固态电解质, 工业上以天然锆英石(ZrSiO_4 , 含 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 Pb_3O_4 、 SiO_2 等杂质)为原料生产 Na_2ZrCl_6 的工艺流程如下:



已知:①“溶浸”后溶液中金属元素的存在形式为 ZrO^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Fe^{3+} 、 $[\text{PbCl}_4]^{2-}$;

② $[\text{PbCl}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-$;

③“还原”前后相关物质升华温度及沸点如下:



回答下列问题:

(1)Zr 与 Ti 同族相邻,属于周期表第 _____ 族元素。

(2) Pb_3O_4 在“溶浸”中产生黄绿色气体,写出发生反应的离子方程式: _____。

(3)加入的物质 A 既可以达到“沉铅”的目的,又不引入新的杂质离子,物质 A 最好是 _____ (填标号)。

- a. 氨水 b. PbO
c. ZrO_2 d. AgNO_3

(4)“调 pH”后,废液中 $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = 1.8$,

则废液中 $c(\text{Cr}^{3+})$ 为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

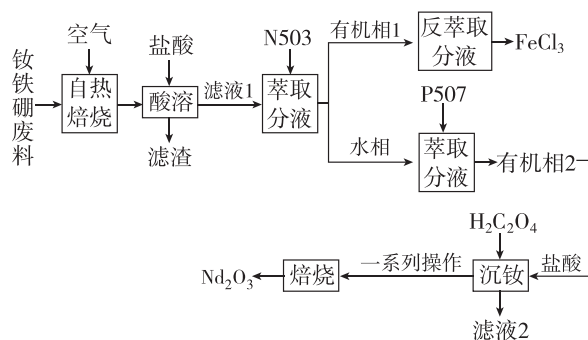
(已知:25℃时, $K_{\text{sp}}[\text{Cr}(\text{OH})_3] = 6.0 \times 10^{-31}$,

$K_{\text{b}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$)

(5)“高温氯化”时, ZrO_2 转化为 ZrCl_4 , 同时生成一种还原性气体,该反应的化学方程式为 _____。

(6) CrCl_3 沸点远高于 FeCl_3 的原因可能是 _____;“还原”的主要目的是 _____。

2. [2026·湖北黄冈模拟] 一种从钕铁硼合金废料[主要含有稀土元素钕(Nd),还含有 Fe、B 及油料等]中经焙烧、酸浸等分离提取 Nd、Fe 等的工艺流程如下。

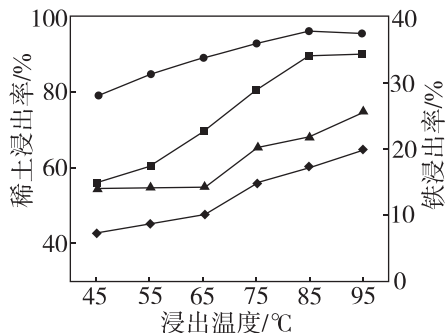


已知:“自热焙烧”后, Nd、Fe、B 以氧化物的形式存在;“酸溶”前 B 元素的氧化物已分离。

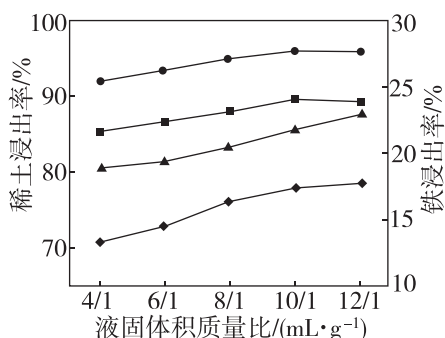
(1)Nd 为 60 号元素,在元素周期表中的位置是 _____。

(2)“自热焙烧”不需持续加热,可能的原因有 _____ (填一种原因即可)。

(3)“酸溶”中超声辅助可显著强化浸出过程,浸出率与温度、不同液固体积质量比的关系如图所示。从提高 Nd 的浸出率角度分析,“酸溶”的最佳条件:超声辅助下适宜的浸出温度为 _____℃、液固体积质量比为 _____。



(a)不同浸出温度下常规浸出与超声浸出的浸出效果对比



(b)不同液固体积质量比下常规浸出与超声浸出的浸出效果对比

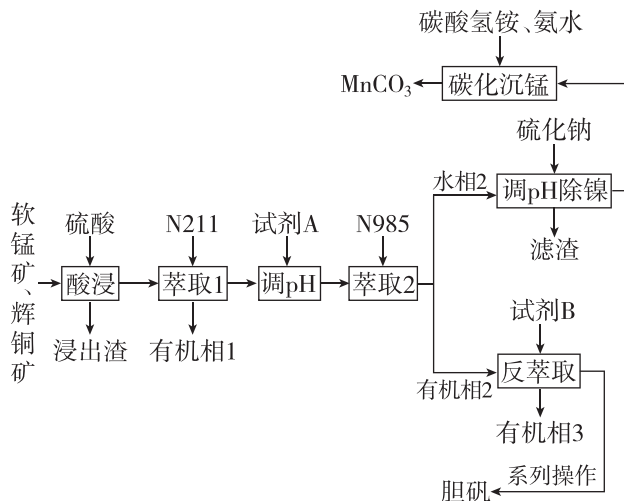
■ 常规浸出, 稀土 ● 超声浸出, 稀土
◆ 常规浸出, 铁 ▲ 超声浸出, 铁

(4)“酸溶”后 Fe^{3+} 主要以 $[\text{FeCl}_4]^-$ 的形式存在,向滤液 1 中加入 N503 进行萃取,N503 先与 H^+ 结合生成 $[n\text{N503} \cdot \text{H}]^+$,再将 $[\text{FeCl}_4]^-$ 转移到有机相。从微粒间相互作用的角度判断 $[\text{FeCl}_4]^-$ 与 $[n\text{N503} \cdot \text{H}]^+$ 的相互作用_____ (填“强于”“弱于”或“等于”) $[\text{FeCl}_4]^-$ 与 H^+ 的相互作用。

(5)已知:25 °C 时, $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)=10^{-1.3}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)=10^{-4.3}$, $K_{sp}[\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3]=6.25 \times 10^{-29}$ 。“沉钕”后,滤液中 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)=0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH}=1.3$, $c(\text{Nd}^{3+})=$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(6)“沉钕→...→焙烧”过程,要经过“一系列操作”,该系列操作是_____ ; 所得 $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 在空气中“焙烧”时生成 CO_2 ,该反应的化学方程式为_____。

3. [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。



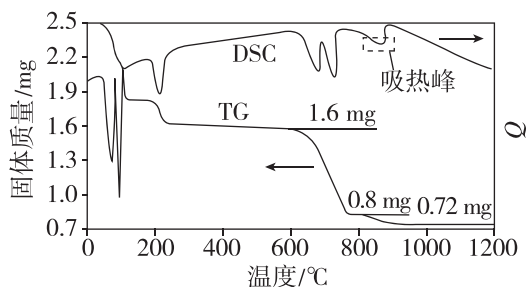
已知:① Cu_2S 与稀硫酸不能直接反应;
② N211、N985(用 HR 表示)萃取金属离子的原理为 $n\text{HR} + \text{M}^{n+} \rightleftharpoons \text{MR}_n + n\text{H}^+$;
③ 该生产条件下 $K_{sp}(\text{MnS})=5.0 \times 10^{-10}$, $K_{sp}(\text{NiS})=1.0 \times 10^{-18}$,当离子浓度不超过 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,认为离子沉淀完全。
(1)为了提高“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:_____。

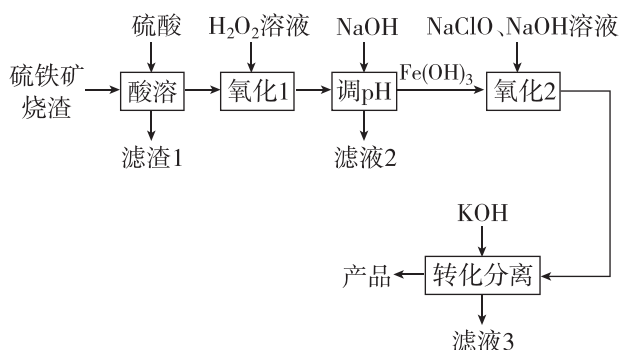
(2)“萃取 1”的目的是除铁和钙,从化学平衡角度解释“调 pH”的“试剂 A”选用碱溶液而不选用酸溶液,其目的是_____。

(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 °C 左右有一个吸热峰,则此时分解的产物为_____ (填化学式)。



1. [2026·湖北随州模拟] 高铁酸钾(K_2FeO_4)是一种高效、多功能的新型非氯绿色消毒剂。以硫铁矿烧渣(主要成分为 Fe 、 Al 、 Ca 、 Mg 、 Si 等元素的氧化物)为原料制备高铁酸钾,可实现绿色化学的目标,流程如图所示。



已知:

① K_2FeO_4 是一种暗紫色固体,易溶于水,微溶于浓 KOH 溶液, $0\sim 25\text{ }^\circ\text{C}$ 下在强碱性溶液中比较稳定,在酸性、中性溶液中易分解放出 O_2 。

②部分阳离子以氢氧化物形式开始沉淀和沉淀完全($c = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)时的 pH 见下表。

沉淀物	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
开始沉淀的 pH	11.7	7.6	1.3	3.4	9.2
沉淀完全的 pH	13.5	9.6	2.7	4.7	11.1

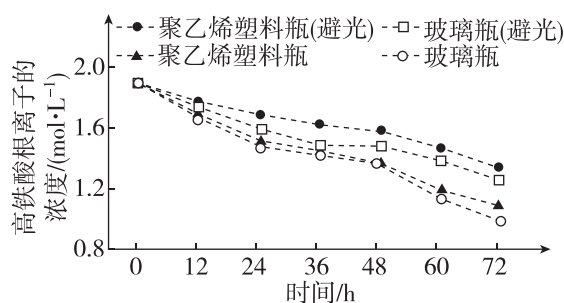
回答下列问题:

- 基态 Fe^{3+} 的价层电子排布为_____。
- “酸溶”后所得滤渣 1 的成分为_____ (填化学式)。
- “氧化 1”中 H_2O_2 溶液的用量远大于理论值,原因可能是_____。
- “调 pH ”步骤中 pH 适宜的范围为_____。
- “氧化 2”中,向 NaClO 溶液中加入足量 NaOH 固体,直至无法溶解,得到 NaClO 的强碱性饱和溶液,再向其中缓慢少量分批加入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,并不断搅拌 1.5 h 左右,至溶液呈深紫红色,“氧化 2”发生反应的离子方程

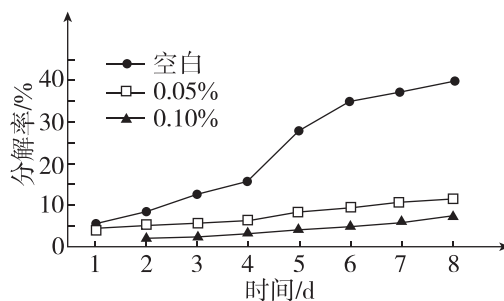
式为_____。

(6)“转化分离”中,加入 KOH 固体至饱和并搅拌 15 min 后,得到紫黑色固体。加入 KOH 固体至饱和的作用是_____。

(7)储存介质和 NaIO_4 在高铁酸钾溶液中的质量分数对高铁酸钾溶液稳定性的影响分别如图甲、图乙所示。分析图甲和图乙可知,高铁酸钾溶液的最佳储存方案为_____。

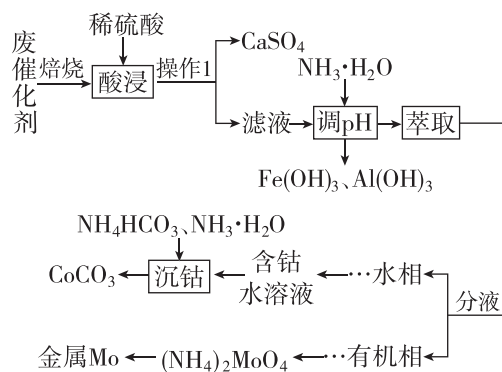


甲



乙

2. [2026·湖北孝感二模] Mo 、 Co 及其化合物在催化、颜料等领域有重要用途。以 Al_2O_3 为载体的钴钼废催化剂中含 CoS 、 MoS_2 及少量含 Fe 、 Ca 等元素的物质,经处理可制取 CoCO_3 、高纯钼,工艺流程如图所示。



已知：i.“焙烧”后各元素均转化为相应氧化物，“酸浸”后钼元素转化为 MoO_4^{2-} 。
ii. 常温下，相关物质的溶度积常数如下表：

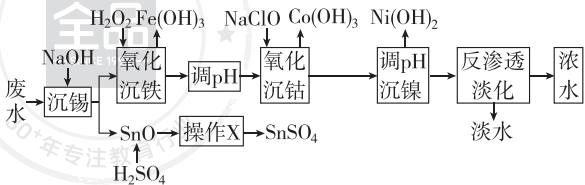
物质	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Co}(\text{OH})_2$
K_{sp}	4×10^{-38}	1.3×10^{-33}	1.0×10^{-15}

回答下列问题：

- (1)操作 1 的名称为_____；Co 属于_____区元素。
- (2)写出“酸浸”后钼元素转化为 MoO_4^{2-} 的离子方程式：_____。
- (3)“调 pH”的目的是沉淀铁和铝，当溶液中离子浓度 $c \leq 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，可认为沉淀完全，则“调 pH”的最小值为_____（已知： $\sqrt[3]{0.13} \approx 0.5, \lg 2 \approx 0.3$ ）。
- (4)“沉钴”时生成的 CoCO_3 沉淀需过滤、洗涤、干燥得产品，其中洗涤沉淀的操作是_____。
- (5)“萃取”的反应原理为 $2\text{R}_3\text{N}(\text{叔胺}) + 2\text{H}^+ + \text{MoO}_4^{2-} \rightleftharpoons (\text{R}_3\text{NH})_2\text{MoO}_4$ 。通过反萃取法使有机相中的 Mo 元素回到水相，需加反萃取剂氨水。不使用 NaOH 溶液的原因是_____。
- (6)为了获得纯净的 CoCO_3 ，下列“沉钴”操作合理的是_____（填标号）。

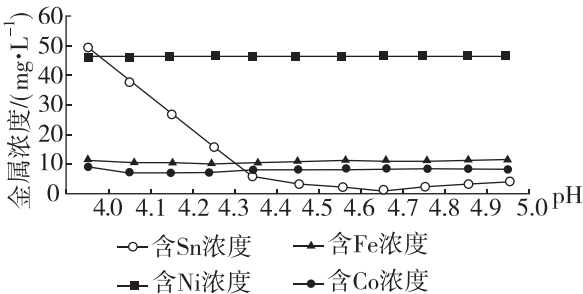
- a. 快速加入大量的浓氨水
b. 精准控制反应温度
c. 尽量延长反应时间

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_____。

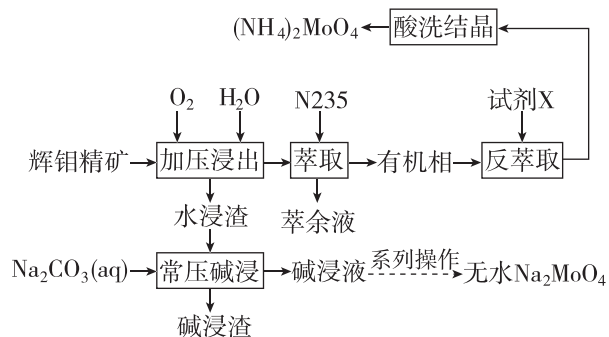
(3)298 K 时，部分标准电极电势 E^θ 如表所示。电极电势高的电极，其氧化型的氧化能力强；电极电势低的电极，其还原型的还原能力强。

电极(氧化型 + $n\text{e}^- \rightleftharpoons$ 还原型)	E^θ / V	电极(氧化型 + $n\text{e}^- \rightleftharpoons$ 还原型)	E^θ / 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_____。

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：_____。

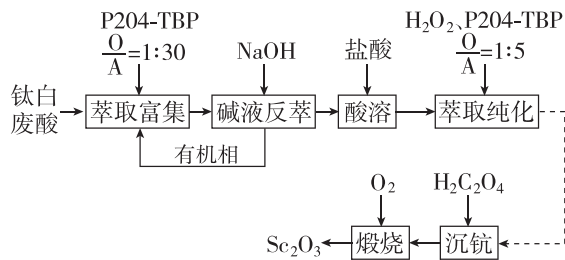
(2) 若萃余液中金属阳离子的浓度均为 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，调节溶液 pH 使 Fe^{3+} 与 Cu^{2+} 深度分离 (离子浓度不超过 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，可认为深度分离，假设溶液体积不变)，需控制 pH 的范围为_____。

(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 ($\frac{\text{O}}{\text{A}}$) 是萃取过程中油相与水相的比值，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。

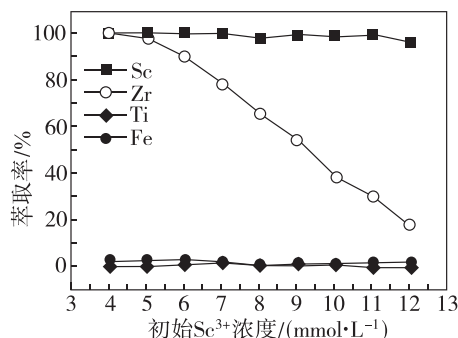
回答下列问题：

(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) $\frac{\text{O}}{\text{A}} = 1:5$ 、 $c(\text{HCl}) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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_____。



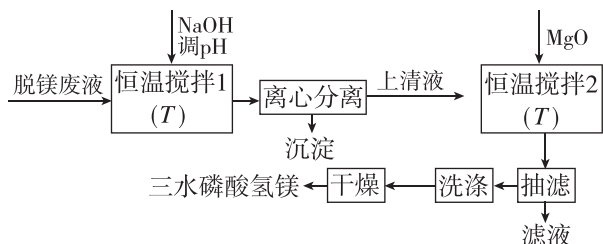
(4) ①“萃取纯化”选择更大油水相比 ($\frac{\text{O}}{\text{A}}$) 的原因是_____。

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

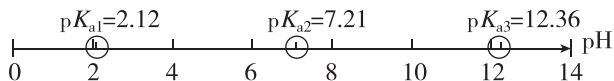
(5) “煅烧”的化学方程式为_____。

难点专练(一) 难点4 工艺流程中的计算

1. [2026·湖北随州检测] 一种用磷矿脱镁废液(pH为2.1,溶液中含 H_3PO_4 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} ,还有少量 Mg^{2+} 及 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 等杂质离子)制备三水磷酸氢镁工艺流程如下:



已知: T 温度下,磷酸的 $\text{p}K_a$ 与溶液的pH的关系如图所示。



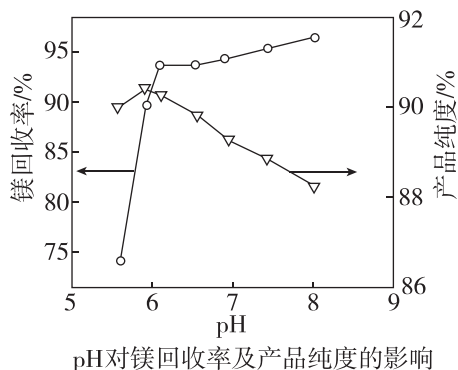
回答下列问题:

- (1)“恒温搅拌1”步骤后溶液pH为4.5,溶液中 $c(\text{HPO}_4^{2-})$ _____ $c(\text{PO}_4^{3-})$ (填“>”“<”或“=”),此时杂质 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 沉淀效果最好, Ca^{2+} 生成 $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,其余沉淀均是磷酸正盐,写出 Ca^{2+} 与 H_2PO_4^- 反应生成沉淀的离子方程式: _____

溶液中 Al^{3+} 的浓度为 $10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $\frac{c(\text{Fe}^{3+})}{c(\text{Al}^{3+})} = \frac{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{c(\text{PO}_4^{3-})} = \frac{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{c(\text{PO}_4^{3-})}$

[已知: T 温度下, $K_{\text{sp}}(\text{FePO}_4) = 10^{-21.9}$, $K_{\text{sp}}(\text{AlPO}_4) = 10^{-18.3}$].

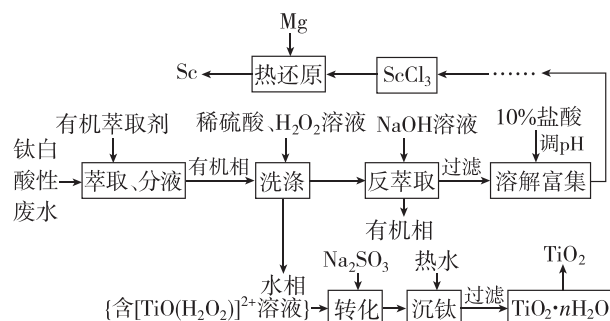
- (2)“恒温搅拌2”中需添加 MgO ,其作用是 _____。制备过程中采用“抽滤”,其目的是 _____。



- (3)从图像可以看出,pH对镁回收率及产品

纯度的影响较大,pH>6.0时,随着pH的增加,产品的纯度降低,分析纯度降低的原因: _____。

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:①25℃时, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$, $K_{\text{sp}}[\text{Sc}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-30}$ 。

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

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

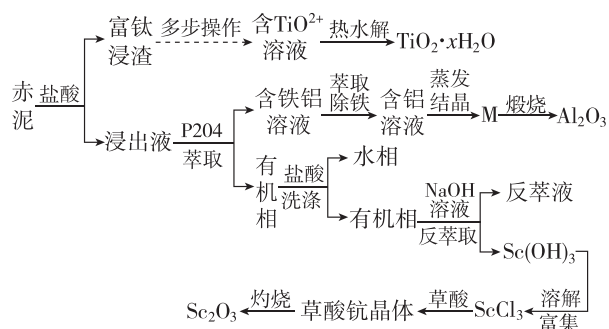
- (1)“反萃取”时若加入的氢氧化钠溶液过量, $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 沉淀会溶解。写出 $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 与过量 NaOH 溶液反应的化学方程式: _____。

(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 _____。

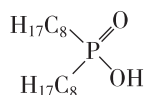
(写一条即可)。

1. [2026·湖北新高考协作体自测] 从铝土矿生产 Al_2O_3 的副产品“赤泥”(主要成分为 Al 、 Fe 、 Ti 、 Sc 、 Si 的氧化物)中回收钪的一种工艺流程如下:



回答下列问题:

- (1)“富钛浸渣”主要成分除了 TiO_2 还有 _____ (填化学式)。
- (2)“热水解”获得 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程式为 _____。
- (3)“浸出液”中 Sc^{3+} 可被萃取剂 P204(结构如图所示)萃取。



- ①两分子 P204 易通过氢键形成环状二聚体,画出二聚体的结构。

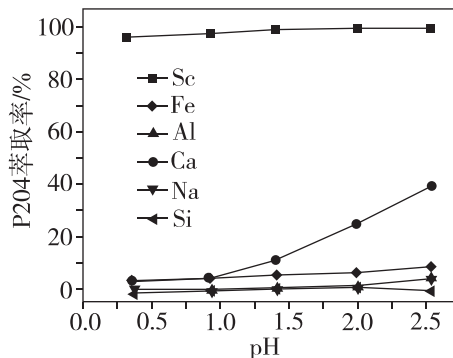
- ②已知 Sc^{3+} 与 P204 萃取剂形成只含一个中心离子的电中性配合物,该配合物配体数和配位数均为 6,则 Sc^{3+} 与 P204 反应的离子方程式为 _____。

(P204 为一元弱酸,用 HA 表示)

- ③常温下,如果“反萃取”步骤中水相 $\text{pH}=8$,则水相中 $c(\text{Sc}^{3+})= \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

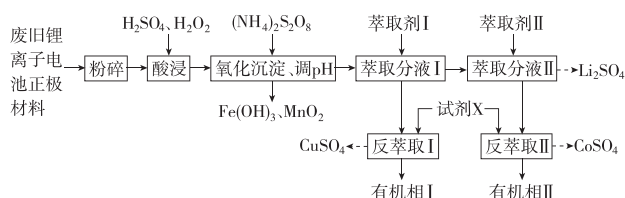
已知: $K_{\text{sp}}[\text{Sc}(\text{OH})_3]=2.2 \times 10^{-31}$ 。

- (4)不同 pH 条件下 P204 对不同金属的萃取率如图所示,结合上述流程分析萃取后有机相用盐酸洗涤的原因为 _____。



- (5)“灼烧”时, $\text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 转化为 Sc_2O_3 和 CO_2 ,该反应的化学方程式为 _____。

2. [2026·湖北武汉模拟] 废旧锂离子电池正极材料以 LiCoO_2 为主,含 Mn 、 Fe 、 Cu 的氧化物杂质。某团队设计如下流程实现金属的高效回收。



已知:①一定条件下,一些金属氢氧化物沉淀时的 pH 如下表:

氢氧化物	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$
开始沉淀 pH	1.5	6.3	4.2	7.4	8.1
完全沉淀 pH	2.8	8.3	6.7	9.4	10.1

- ②萃取时金属离子的分配比 $D=$

$$\frac{c(\text{金属离子})_{\text{有机相}}}{c(\text{金属离子})_{\text{水相}}}, \text{萃取率 } E = \frac{D}{D + \frac{V_{\text{水}}}{V_{\text{有机物}}}} \times 100\%$$

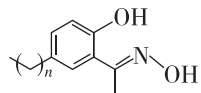
$$\text{分离系数 } \beta = \frac{D(\text{目标金属})}{D(\text{杂质金属})}$$

回答下列问题:

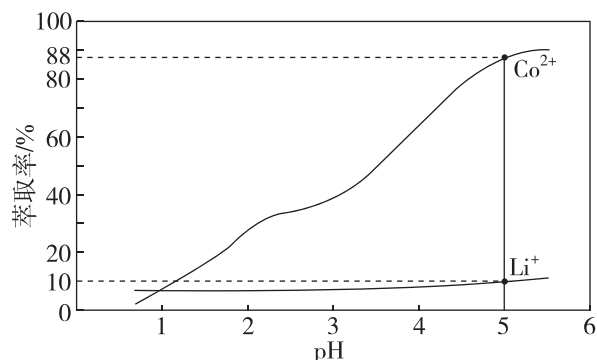
- (1) Mn 位于元素周期表中第 _____ 周期第 _____ 族。
- (2)“酸浸”过程中, H_2O_2 主要作 _____ (填“氧化剂”或“还原剂”)。
- (3)“氧化沉淀、调 pH ”过程中需控制溶液 pH 的范围为 _____,生成 MnO_2 的

离子方程式为_____。

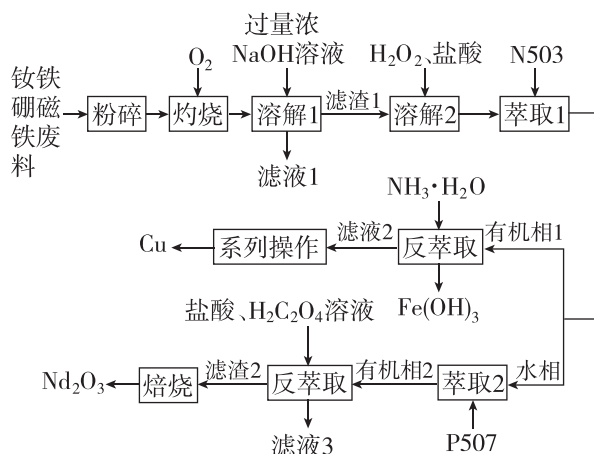
(4)从结构角度分析萃取剂 I (结构如图所示)能萃取 Cu^{2+} 的原因:_____。



(5)“萃取分液 II”过程中,当萃取剂与溶液体积相等时,金属萃取率随 pH 的变化如图所示。pH=5 时, Li^+ 的分配比 D = _____, Co^{2+} 的分离系数 β = _____。“反萃取”所用试剂 X 是_____。



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 $c(\text{Nd}^{3+}) =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

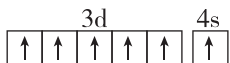
(8)“滤渣 2”为 $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 其在空气中“焙烧”生成 CO_2 的化学方程式为_____。

角度一 原子核外电子排布

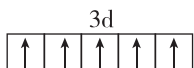
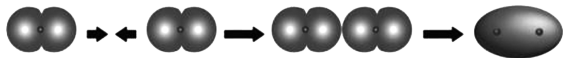
1. [2025·河北秦皇岛一模] 下列说法错误的是 ()

A. Cl 原子间形成 σ 键时原子轨道的重叠方式可表示为 

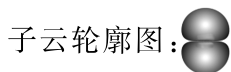
B. 基态 Cr 原子的价层电子轨道表示式为

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 $[\text{Ar}]4s^2 4p^3$

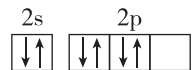
2. [2026·湖北孝感三模] 下列化学用语正确的是 ()

A. CS_2 的电子式为: $\cdot\ddot{\text{S}}:\text{C}:\ddot{\text{S}}\cdot$ B. 基态 Fe^{3+} 的价层电子轨道表示式为C. SO_3 的球棍模型: D. 氯气分子 σ 键的形成:3. [2026·湖南常德一模] 通过反应 $\text{Ga}_2\text{O}_3 + 2\text{NH}_3 \longrightarrow 2\text{GaN} + 3\text{H}_2\text{O}$ 可制取二维氮化镓 (GaN)。下列化学用语或图示表达正确的是 ()

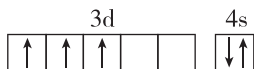
A. 基态氮原子核外电子占据的最高能级电



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 

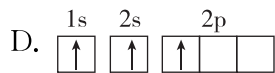
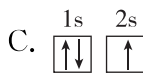
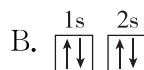
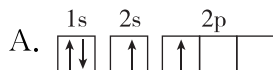
4. 下列化学用语或图示表述正确的是 ()

A. 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. 基态 Mn^{2+} 的价层电子轨道表示式:C. 基态溴原子的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]4s^2 4p^5$ D. 激发态 H 原子的轨道表示式: $\begin{array}{c} 1s \quad 2s \\ \square \quad \uparrow \end{array}$

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 $A(1s^2 2s^1 2p^3)$