全品
— SINCE 1992 —

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

全品一线

二轮专题复习

广东专版

高中

化学

听课手册

主编 肖德好

吉林教育出版社

全品
— SINCE 1992 —

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

全品一线

本册主编

李　明

编　　者

李　明　薄皓文　刘孝鹏

高中
化学
听课手册

主编　肖德好

吉林教育出版社

CONTENTS 目录

01 专题探究

专题一　化学语言与概念

基础小专题 1　化学与材料、传统文化 …… 001

基础小专题 2　物质的分类、组成、变化及应用 …… 003

基础小专题 3　规范使用化学用语 …… 004

基础小专题 4　N_A的综合应用 …… 006

基础小专题 5　反应方程式的正误判断 …… 008

专题二　物质转化与应用(无机部分)

基础小专题 6　无机物的性质及用途 …… 010

基础小专题 7　无机物间转化关系 …… 012

• 思维进阶突破（一）　无机工艺流程

难点 1　基于流程分析的物质确定与转化原理 / 015

难点 2　条件控制及原因分析 / 016

难点 3　产品的分离提纯和检验 / 019

难点 4　K_{sp}及有关的计算 / 021

思维模型构建——无机工艺流程 / 024

专题三　物质结构与性质

基础小专题 8　原子结构与元素性质 …… 027

基础小专题 9　分子结构与性质 …… 029

基础小专题 10　晶胞分析及简单计算 …… 032

能力小专题 11　“位—构—性”推断 …… 034

能力小专题 12　物质结构对性质的影响、原因分析及表述 …… 037

专题四　反应变化与规律

能力小专题 13　反应热、化学反应机理分析 …… 040

能力小专题 14　原电池原理的综合应用 …… 042

能力小专题 15　电解原理的应用 …… 046

能力小专题 16　弱电解质的电离平衡 …… 049
能力小专题 17　水溶液中离子反应图像分析 …… 051
能力小专题 18　四大平衡常数综合应用 …… 053

• 思维进阶突破（二）　化学反应原理

难点 1　热化学方程式书写与盖斯定律的应用 / 056
难点 2　化学平衡图像分析、条件控制及原因解释 / 058
难点 3　化学平衡相关计算 / 060
思维模型构建——化学反应原理 / 062

专题五　物质转化与应用(有机部分)

能力小专题 19　常见有机物的结构与性质 …… 064
能力小专题 20　陌生有机物的结构与性质 …… 066

• 思维进阶突破（三）　有机化学基础

难点 1　有机物结构分析与性质预测 / 068
难点 2　限定条件下有机物同分异构体的书写 / 070
难点 3　有机合成路线分析 / 073
思维模型构建——有机化学基础 / 075

专题六　实验原理与方法

基础小专题 21　实验仪器及基本操作 …… 077
能力小专题 22　物质制备及性质实验 …… 080

• 思维进阶突破（四）　化学综合实验

难点 1　实验仪器（或试剂）的选择与作用分析 / 083
难点 2　实验现象描述、实验条件控制及原因表述 / 085
难点 3　实验方案的设计与评价 / 088
思维模型构建——化学综合实验 / 091

作业手册（另附分册） / 093
参考答案（另附分册） / 156

02 特色专项（另附分册）

The part one
第一部分　小题快练

The part two
第二部分　大题冲关

专题一　化学语言与概念

基础小专题 1　化学与材料、传统文化

深研真题　明确怎么考

例 1　[2026 · 广东卷] 中国的桥，中国的美。桥如诗，梁如虹，一柱一梁见匠心。下列桥梁构件的材质主要成分属于有机物的是（　）

赵州桥	广济桥
	
A. 石拱	B. 木船
十七孔桥	港珠澳大桥
	
C. 汉白玉石栏杆	D. 斜拉钢索

例 2　[2025 · 广东卷] 中华传统技艺，凸显人民智慧。下列选项所涉及材料的主要成分属于合金的是（　）

剪纸	篆刻	活字印刷术	中医针灸
			
A. 纸哪吒	B. 石印章	C. 木活字	D. 不锈钢针

例 3　[2024 · 广东卷] 龙是中华民族重要的精神象征和文化符号。下列与龙有关的历史文物中，主要材质为有机高分子的是（　）

	
A. 红山玉龙	B. 鎏金铁芯铜龙

（续表）

	
C. 云龙纹丝绸	D. 云龙纹瓷瓶

考点透析　解读考什么

1. 化学与材料

常见材料			考点归纳
有机高分子材料	塑料		主要成分为合成树脂，常见的有热塑性塑料，如聚乙烯；热固性塑料，如网状结构的酚醛树脂
	纤维		天然纤维：包括纤维素（棉、麻）、蛋白质（蚕丝、羊毛）等
			再生纤维：用化学方法将农林产品中的纤维素、蛋白质等天然高分子加工成的黏胶纤维、大豆蛋白纤维等
			合成纤维：以石油、天然气和煤等为原料制成有机小分子单体，再经聚合反应制得，如六大纶等
	橡胶		分为天然橡胶、合成橡胶。天然橡胶通常是异戊二烯的聚合物，是线型高分子，合成橡胶有硫化橡胶、特种橡胶等
无机非金属材料	硅酸盐材料	玻璃	普通玻璃的主要原料是纯碱、石灰石和石英砂（主要成分是 SiO_2），主要成分是硅酸钙、硅酸钠和二氧化硅
		水泥	普通硅酸盐水泥的主要原料是黏土和石灰石
		陶瓷	人类应用最早的硅酸盐材料，主要制备原料为黏土
	新型无机非金属材料	硅材料	晶体硅是重要的半导体材料，光导纤维的主要成分是二氧化硅
		新型陶瓷	分为高温结构陶瓷、压电陶瓷、透明陶瓷、超导陶瓷等，具有很多新的特性和功能
		碳纳米材料	主要包括富勒烯、碳纳米管、石墨烯等，在能源、信息、医药等领域有广阔的应用前景

（续表）

常见材料		考点归纳
金属材料	纯金属	如铁、镁、铝等
	合金	如生铁、钢、铝合金、新型合金等

2. 化学与传统文化

(1)传统文化涉及“物质”的判断

根据文言文信息分析物质的性质，判断是何种物质。如：

①“有硇水，剪银块投之，则旋而为水”中的“硇水”指的是硝酸。

②“鼻冲水”条目下写道：“贮以玻璃瓶，紧塞其口，勿使泄气，则药力不减，气甚辛烈，触人脑，非有病不可嗅。”“鼻冲水”指的是氨水。

③《本草经集注》中“强烧之，紫青烟起……云是真硝石也”，“硝石”指 KNO_3。

④《汉书》中“高奴县有洧水可燃”中的“洧水”的主要成分是石油等。

(2)传统文化涉及“变化”的判断

由古代文献内容，联系化学反应的特点与本质，判断是否为化学变化；判断化学反应的类型，如置换反应、氧化还原反应、分解反应等。如：

①“烈火焚烧若等闲”，该过程涉及的化学变化——碳酸钙的分解。

②“熬胆矾($CuSO_4\cdot 5H_2O$)铁釜，久之亦化为铜”，涉及的反应类型为置换反应或氧化还原反应。

③“火上浇油”“百炼成钢”主要是化学变化，古诗词“千锤万凿出深山”主要是物理变化，“落汤螃蟹着红袍”主要是化学变化等。

(3)传统文化涉及“分离”方法的判断

根据古代文献描述的过程判断分离和提纯的常见方法有蒸馏、蒸发、升华、萃取等。如：

①东晋葛洪《肘后备急方》中“青蒿一握，以水二升渍，绞取汁”操作中“渍”表示萃取。

②明代《本草纲目》记载烧酒的制造工艺：“自元时始创其法，用浓酒和糟入甑，蒸令气上……其清如水，味极浓烈，盖酒露也。”该过程涉及蒸馏操作；“凡酸坏之酒，皆可蒸烧”“以烧酒复烧二次……价值数倍也”涉及的操作方法是蒸馏。

③“……(KNO_3)所在山泽，冬月地上有霜，扫取以水淋汁后，乃煎炼而成。”“煎炼”涉及蒸发结晶操作。

④《本草衍义》中对精制砒霜过程的叙述：“取砒之法：将生砒就置火上，以器覆之，令砒烟上飞，着覆器，遂凝结，累然下垂如乳，尖长者为胜，平短者次之。”涉及的操作方法是升华。

对点精练 备考针对练

1. 中华传统文化博大精深，其中不少涉及化学知识。下列说法正确的是 ( )

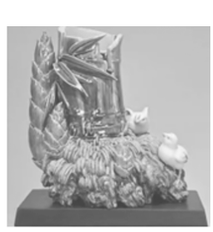
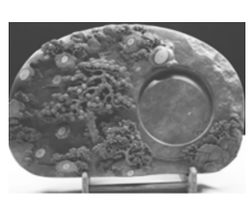
A. “火树银花合，星桥铁锁开”描述璀璨夺目的烟花是相关元素化学性质的体现

B. 《本草纲目拾遗》的“强水”条目中写道：“性最烈，能蚀五金……”其中的“强水”指的是盐酸

C. “至于矾现五色之形，硫为群石之将，皆变化于烈火”，其中的矾指的是金属硫酸盐

D. 成语“刀耕火耨”蕴含的化学原理是放火烧去野草，其余灰可肥田和降低土壤碱性

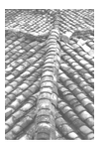
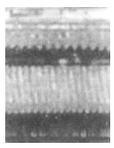
2. [2026·广东普通高中一模] 岭南非物质文化遗产丰富多彩。下列非遗展品的主要材质属于金属的是 ( )

	
A. 香云纱	B. 龙凤呈祥银壶
	
C. 石湾陶塑	D. 梅花坑兰亭砚

3. [2025·广东佛山二模] 2025年央视春晚吉祥物“巳升升”融合了中华传统元素。下列相关物品中，主要由硅酸盐材料制成的是 （ ）

	
A. 蝙蝠木雕	B. 红陶贴塑蛇纹罐
	
C. 银质鎏金如意	D. 丝质寿字结

4. [2025·河北卷] 河北省古建筑数量大，历史跨度长，种类齐全，在我国建筑史上占有非常重要的地位。下列古建筑组件主要成分属于有机物的是 （ ）

	
A. 基石	B. 斗拱
	
C. 青瓦	D. 琉璃

基础小专题2　物质的分类、组成、变化及应用

深研真题　明确怎么考

例1 [2026·广东卷] 品如其画(如图)，竹蕴君子之德，亦含化学奥秘。下列过程对应的叙述错误的是 （ ）



A. 破竹制简：刀破竹过程是化学变化

B. 竹浆造纸：可选用 SO_2 漂白竹纸浆

C. 伐竹烧炭：竹制活性炭具有多孔结构，可作吸附剂

D. 竹材热解：热解产物中的 CH_4 和 CO 均可用作燃料

例2 [2026·广东卷] 光影岁月流转，科技定格万象。下列说法正确的是 （ ）

A. 烛焰小孔成像。蜡烛燃烧时化学能全部转化为光能

B. 凸透镜聚光成像。石英玻璃凸透镜的主要成分为硅酸钙

C. 卤化银胶片感光成像。$2AgBr \xlongequal{光} 2Ag + Br_2$ 属于化合反应

D. 硅基器件数字成像。单晶硅应用非常广泛，属于共价晶体

例3 [2025·广东卷] 现代科技，增强国力，增进民生福祉。下列说法正确的是 （ ）

A. 我国科学家首次测得了月球背面月幔水含量，1 mol H_2O 质量为 10 g

B. 利用 MoS_2 成功为金属材料“重塑金身”，MoS_2 中 Mo 的化合价为+6

C. 穿上电动机械腿，助力行走不是梦，行走时电池将电能转化为化学能

D. 沙海养鱼蹚出治沙新路，让沙海沙山变成金山银山，鱼肉富含蛋白质

考点透析　解读考什么

1. 物质组成与分类

(1)熟悉常见混合物的组成

气体混合物	空气、水煤气(CO和H_2)、天然气(主要成分是CH_4)、焦炉气(主要成分是H_2、CH_4、C_2H_4、CO)、高炉煤气、石油气、裂解气等
液体混合物	氨水、氯水、水玻璃(Na_2SiO_3的水溶液)、福尔马林(甲醛的水溶液)、盐酸、汽油、植物油、$Fe(OH)_3$胶体等
固体混合物	碱石灰、漂白粉、合金、铝热剂(铝粉与金属氧化物)、高分子材料等

(2)熟记重要物质的分类

纯净物 混合物	冰水混合物属于纯净物；盐酸、氨水都是混合物
能源的分类	煤、石油和天然气都是不可再生能源；太阳能、风能、生物质能等是可再生能源
电解质的分类	大多数有机物都是非电解质，如烃、卤代烃、醇、醛、酯等；酚类、羧酸（盐）等是电解质
两种重要钠盐	纯碱（Na_2CO_3）、小苏打（$NaHCO_3$）溶液呈碱性，但属于盐类，不属于碱

2. 常见的物理变化、化学变化

物理变化	化学变化
蒸馏、分馏	干馏
焰色试验	显色反应、指示剂变色反应
潮解	分解、电解、水解、裂解
熔化、汽化、液化	氢化、氧化、水化、风化、碳化、钝化、催化、皂化、歧化、卤化、硝化、酯化、裂化、油脂的硬化、煤的气化、煤的液化

3. 生活中常见物质的应用

(1)无机盐净水剂：氯化铁、硫酸亚铁、硫酸铁、硫酸铝、氯化铝、明矾。

其原理均是无机盐电离出的金属阳离子水解形成氢氧化铁胶体、氢氧化铝胶体吸附水中的悬浮颗粒并一起沉降下来。

(2)常见的消毒剂

①含氯消毒剂：是指溶于水产生具有杀灭微生物活性的次氯酸的消毒剂，其有效成分常以有效氯表示。包括：氯气、二氧化氯、漂白粉(氯化钙与次氯酸钙的混合物)、84 消毒液(有效成分为次氯酸钠)、漂粉精(主要成分为次氯酸钙)。

②过氧化物：过氧化氢(H_2O_2)、过氧乙酸(CH_3COOOH)。

③其他：臭氧、SO_2、$KMnO_4$、75%的酒精、苯酚。

(3)漂白剂：漂白粉、次氯酸钠、SO_2、过氧化氢、过氧化钠、臭氧、活性炭。

(4)干燥剂：浓硫酸(不能干燥 NH_3、H_2S、HI)、生石灰(也可作食品干燥剂)、无水氯化钙(不能干燥 NH_3)、硅胶(可作袋装食品干燥剂)、P_2O_5(不能作食品干燥剂)。

对点精练　备考针对练

1. [2026·广东大湾区一模] 广东的“早茶”中有许多特色小吃茶点，深得大家喜爱。下列说法不正确的是（　）

A. 茶叶中的茶单宁($C_{15}H_{14}O_6$)属于烃类物质

B. 油条制作过程中可加入小苏打增加蓬松度

C. 熬煮瘦肉粥时，瘦肉中的蛋白质受热发生变性

D. 蒜蓉生菜中的纤维素能刺激肠道蠕动，有助于消化

2. [2025·广东东莞、佛山联考] 建设美丽乡村，守护中华家园，衣食住行皆化学。下列说法正确的是（　）

A. 科学施肥护生态，NH_4HCO_3 用作氮肥是因为它易分解

B. 绿电赋能促环保，太阳能电池的主要材料为 SiO_2

C. 均衡膳食助健康，蔬果中的纤维素可在人体内水解为葡萄糖

D. 欢歌热舞庆佳节，舞台上灯光光柱的形成是因为丁达尔效应

基础小专题 3　规范使用化学用语

深研真题　明确怎么考

例 1 [2026·浙江 1 月选考] 下列化学用语表述错误的是（　）

A. 甲醇的结构简式：CH_3OH

B. 中子数为 8 的 N 原子：$^{8}_{7}N$

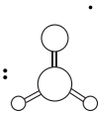
C. 基态铍原子核外电子排布式：$1s^22s^2$

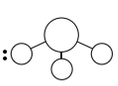
D. $C(CH_3)_4$ 的系统命名法：2,2-二甲基丙烷

例 2 [2025·河北卷] 下列化学用语表述正确的是（　）

A. 中子数为 12 的氖核素：$^{22}_{12}Ne$

B. 氯化镁的电子式：$:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:Mg:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$

C. 甲醛分子的球棍模型：

D. CO_3^{2-} 的价层电子对互斥模型：

【思维建模】规范使用化学用语

首先要搞懂概念，如核外电子排布式、轨道表示式(电子排布图)、价层电子排布、化学式、分子式等。其次要注意各种化学用语的规范要求，具体如下：

(1)判断电子式的正误：

①判断是离子化合物还是共价化合物；

②看是否忽略孤电子对；

③离子化合物中不能合并离子，且电荷要守恒；

④注意离子与基团(有机)的区别，基团不显电性。

(2)判断结构简式的正误：

①判断有机物的碳骨架与名称是否对应；

②看是否忽略了有机物的官能团，特别是碳碳双键、碳碳三键等。

(3)判断轨道表示式的正误：

①看清是最外层电子还是价层电子的轨道表示式；

②看是否遵循洪特规则和泡利原理。

(4)判断球棍模型的正误：

①区分球棍模型和空间填充模型；

②结合有机分子中成键方式，判断球棍模型是否正确；

③判断两种模型正误的关键是原子半径和键角。

(5)判断电离方程式的正误：

①判断电解质的强弱；

②多元弱酸分步电离，分步书写；

③多元弱碱按一步电离书写。

考点透析

解读考什么

1. 明确常用化学用语及使用

(1)核素的表示

质量数——$^{A}_{Z}X$——元素符号

质子数——$^{A}_{Z}X$——元素符号

(核电荷数)

计算质量数(A)的方法：

质量数(A)＝质子数(Z)＋中子数(N)。

(2)表示物质组成和结构的五种方法

五种方法	示例
原子结构示意图	+26　2　8　14　2(Fe)

(续表)

五种方法	示例
电子式	$[\cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot]^-\ Ca^{2+}\ [\cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot]^-$ ($CaCl_2$)
电子排布式	$1s^2 2s^2 2p^3$ (N)
轨道表示式	1s　2s　2p　(O)
VSEPR 模型	(CO_3^{2-})

(3)表示有机物分子组成和结构的六种方法

六种方法	示例(以乙醇为例)
分子式	C_2H_6O
结构式	H H H—C—C—O—H H H
结构简式	CH_3CH_2OH 或 C_2H_5OH
键线式	OH
球棍模型	
空间填充模型	

【微点拨】①键线式省略了碳、氢元素符号，只表示分子中键的连接情况和官能团，每个拐点或终点均表示一个碳原子，根据碳的“四价键”原则，判断省略 C—H 的个数。

②若根据分子式推测有机物的分子结构，可结合不饱和度(Ω)进行分析。如分子式为 C_2H_4O 的有机物的 $\Omega=1$，可能为 CH_3CHO、O(环氧乙烷)等。

2. 掌握两种化学键的形成过程

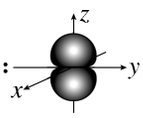
化学键	用电子式表示形成过程
共价键	不标出弯箭头及电子的转移，表示出共用电子对，如：$H\times + \cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot \longrightarrow H\times\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot$
离子键	弯箭头表示电子转移，用中括号将接受电子的原子括起来并标上电荷数，如：$Na\times + \cdot\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot \longrightarrow Na^+\ [\times\underset{\cdot\cdot}{\overset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot]^-$

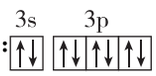
对点精练　备考针对练

1. [2025·广东肇庆一模] 下列化学用语或图示表达不正确的是 (　)

A. Na_2O_2 的电子式：$Na^+[:\ddot{O}:\ddot{O}:]^{2-}Na^+$

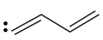
B. 丙烯的结构简式：CH_3CHCH_2

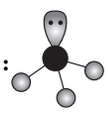
C. $3p_z$ 电子云轮廓图：

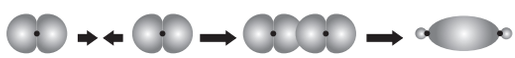
D. 基态 Cl^- 的价层电子轨道表示式：

2. [2025·广东实验中学模拟] 下列化学用语或图示表达正确的是 (　)

A. 二氧化硅的分子式：SiO_2

B. 2-丁烯的键线式：

C. BF_3 的价层电子对互斥模型：

D. Cl_2 分子中 σ 键的形成：

基础小专题 4　N_A 的综合应用

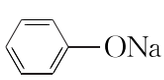
深研真题　明确怎么考

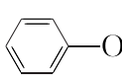
例 1 [2026·广东卷] 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列叙述正确的是 (　)

A. 23 g NO_2 和 N_2O_4 混合气体中含有的 N 原子数为 N_A

B. 1 mol Na 与足量 O_2 反应完全，Na 失去的电子数为 N_A

C. 标准状况下，22.4 L CH_3Cl 中含有极性共价键的数目为 N_A

D. 在 2 L 0.5 mol·L^{-1} 的 

水溶液中，

的数目为 N_A

例 2 [2025·广东卷] 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 (　)

A. 1 mol $^{18}O_2$ 的中子数比 1 mol $^{16}O_2$ 的多 $2N_A$

B. 1 mol Fe 与水蒸气完全反应，生成 H_2 的数目为 $2N_A$

C. 在 1 L 0.1 mol·L^{-1} 的 NH_4Cl 溶液中，NH_4^+ 的数目为 $0.1N_A$

D. 标准状况下的 22.4 L Cl_2 与足量 H_2 反应，形成的共价键数目为 $2N_A$

例 3 [2025·湖南卷] 加热时，浓硫酸与木炭发生反应：$2H_2SO_4(浓)+C\xlongequal{\triangle}CO_2\uparrow+2SO_2\uparrow+2H_2O$。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 (　)

A. 12 g ^{12}C 含质子数为 $6N_A$

B. 常温常压下，6.72 L CO_2 含 σ 键数目为 $0.6N_A$

C. 1.0 L pH=1 的稀硫酸中含 H^+ 数目为 $0.2N_A$

D. 64 g SO_2 与 16 g O_2 充分反应得到 SO_3 的分子数为 N_A

【思维建模】解答阿伏加德罗常数类题目的“三个步骤”

解题时要注意物质的量的核心和桥梁作用，一般思路：已知数据 $\xrightarrow{计算}$ 物质的量 $\xrightarrow{计算}N_A$，可表示为

一看	看所给数据是体积、质量还是物质的量	如果所给数据是质量或物质的量，该类数据不受外界条件的限制
二定	确定对象是气体、固体还是液体	如果是气体，要注意外界条件是否为“标准状况”
三算	根据所求内容进行计算，在求算时要注意两点	①不要直接利用溶液的浓度代替指定物质的物质的量进行计算； ②同种物质在不同的氧化还原反应中“角色”可能不同，电子转移数目也可能不同，不能一概而论

基础教育研究院 SINCE 1992 30年专注教育行业

考点透析　解读考什么

1. “$V_m=22.4\ L\cdot mol^{-1}$”的适用条件及 N_A 的计算

(1)使用“$V_m=22.4\ L\cdot mol^{-1}$”计算的两个前提条件

两个前提条件：
- 标准状况
- 气体

若题中出现物质的体积，先考虑该物质是否为气体，若为气体，再考虑是否为标准状况，只有同时满足上述两个条件，才能进行计算

(2)常考的标准状况下非气体物质

非气体物质(标准状况)：
- 无机物：H_2O(或H_2O_2)、NO_2、HF、SO_3、Br_2
- 有机物：烃类(含4个碳以上)、卤代烃(除CH_3Cl等少数外)、醇类(如C_2H_5OH等)、醛类、羧酸及其衍生物

2. 物质的组成与结构及 N_A 的计算

(1)熟记特殊物质中所含粒子(分子、原子、电子、质子、中子等)的数目，常考查的特殊粒子如 Ne、D_2O、$^{18}O_2$、O_3、P_4、$H^{37}Cl$、—OH、OH^- 等。如 1 mol D_2O 中质子数为 $10N_A$、中子数为 $10N_A$、电子数为 $10N_A$ 等。

(2)明确特殊物质的结构，如 Na_2O_2 由 Na^+ 和 O_2^{2-} 构成，而不是 Na^+ 和 O^{2-}；NaCl 为离子化合物，只有离子，没有分子等。

(3)记最简式相同的物质，如 NO_2 和 N_2O_4、乙烯和丙烯(C_3H_6)等，如质量相同的乙烯和丙烯所含的原子数、电子数均相等。

(4)明确物质中所含化学键的数目，如 1 mol Si 中含 Si—Si 的数目为 $2N_A$，1 mol SiO_2 中含 Si—O 的数目为 $4N_A$，再如 H_2O_2、C_nH_{2n+2} 中化学键的数目分别为 3、$3n+1$ 等。

(5)记住摩尔质量相同的物质，如 N_2、CO、C_2H_4 等。

(6)物质构成中的阴阳离子数目及比例，如 Na_2O_2 固体的构成离子为 Na^+ 和 O_2^{2-}，阴、阳离子个数比为 1∶2；$NaHSO_4$ 固体的构成离子为 Na^+、HSO_4^-，阴、阳离子个数比为 1∶1。

(7)物质中含有 σ 键的数目：共价单键是 σ 键；而共价双键中有一个 σ 键，另一个是 π 键；共价三键由一个 σ 键和两个 π 键构成。

(8)分子中采取某种杂化方式(如 sp^3 杂化等)的原子数，如 CH_3OH 中 C、O 原子均采取 sp^3 杂化，1 mol CH_3OH 中采取 sp^3 杂化的原子数为 $2N_A$。

3. 氧化还原反应中电子的转移及 N_A 的计算

- 歧化类：Na_2O_2与CO_2(或H_2O)反应、Cl_2与NaOH(冷稀、浓热)反应、NO_2与水反应、S与热NaOH溶液反应等
- 变价类：变价金属(Fe、Cu)与强氧化剂(Cl_2、Br_2)或弱氧化剂(S、I_2)的反应
- 用量类：Fe与少量(或足量)稀硝酸反应等
- 稀浓类：MnO_2与浓盐酸反应、Cu与浓硫酸反应、Cu与浓硝酸反应等，要考虑浓度的变化对反应及产物的影响，再判断转移电子的数目
- 先后类：注意氧化还原反应中粒子的氧化性(或还原性)的强弱对反应的影响，如向FeI_2溶液中通入Cl_2，首先氧化I^-，再氧化Fe^{2+}

4. 电解质溶液中的粒子及 N_A 的计算

(1)是否存在弱电解质，弱电解质的电离不完全。

(2)是否存在水解，发生水解会导致离子的数目发生变化。

(3)体积是否已知，只有浓度没有体积时无法计算离子数目。

(4)计算氢离子、氢氧根离子、氢原子、氧原子的数目时，不能忽略水的影响。

(5)考虑是否要运用电荷守恒和元素守恒进行计算比较。

(6)所给条件是否与电解质的组成有关，如pH=1的 H_2SO_4 溶液 $c(H^+)=0.1\ mol\cdot L^{-1}$，与电解质的组成无关；$0.05\ mol\cdot L^{-1}$的$Ba(OH)_2$溶液，$c(OH^-)=0.1\ mol\cdot L^{-1}$，与电解质的组成有关。

5. 可逆反应(或隐含反应)及 N_A 的计算

(1)在“N_A”应用中，高考常考的可逆反应如下：

①$2SO_2+O_2 \underset{\triangle}{\overset{\text{催化剂}}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$；

②$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$；

③$N_2+3H_2 \underset{\text{催化剂}}{\overset{\text{高温、高压}}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$；

④$Cl_2+H_2O \rightleftharpoons HCl+HClO$；

⑤$NH_3+H_2O \rightleftharpoons NH_3\cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ +OH^-$；

⑥$H_2+I_2 \xlongequal{\triangle} 2HI$；

⑦酯化反应等。

(2)常见隐含反应如下：

①隐含“浓度的变化”

$MnO_2+4HCl(浓) \xlongequal{\triangle} MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$

(浓变稀不反应)；$Cu+2H_2SO_4(浓) \xlongequal{\triangle} CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O$(浓变稀不反应)；$Cu+4HNO_3(浓)=\!=\!=Cu(NO_3)_2+2NO_2\uparrow+2H_2O$(浓变稀新反应)。

②隐含“存在反应”

在混合气体 NO 和 O_2 中会发生反应：$2NO+O_2=\!=\!=2NO_2$。

③隐含“钝化”

常温下，铁、铝遇浓硫酸、浓硝酸发生“钝化”。

对点精练

备考针对练

1. [2026·广东广州一模] 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 (　　)

A. 1 L 1 mol·L^{-1} $NaHCO_3$ 溶液中含 HCO_3^- 的数目为 N_A

B. 56 g Fe 与高温水蒸气完全反应，生成 H_2 的数目为 N_A

C. 标准状况下，22.4 L Cl_2 通入水中，溶液中 Cl^- 的数目为 N_A

D. Na 与 H_2O 反应生成 0.5 mol H_2，转移电子的数目为 N_A

2. [2025·广东广州一模] 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 (　　)

A. 44 g  中的 σ 键的数目为 $7N_A$

B. 1 mol Cl_2 和足量 Fe 充分反应，转移电子数为 $3N_A$

C. 1 L 1 mol·L^{-1} $(NH_4)_2SO_4$ 溶液中含 NH_4^+ 的数目为 $2N_A$

D. 常温常压下，22.4 L CO 和 N_2 混合气体中的分子数为 N_A

3. [2025·广东普通高中二模] 以燃煤电厂烟气中的 SO_3、NH_3 和 H_2O 为原料可制备化工产品 NH_4HSO_4。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是 (　　)

A. 1 mol NH_4HSO_4 晶体中含有离子的总数为 $3N_A$

B. 1.8 g $H_2{}^{18}O$ 中含有中子的数目为 $0.9N_A$

C. pH=12 的氨水中含有 NH_4^+ 的数目为 $0.01N_A$

D. 标准状况下，22.4 L SO_2 与 11.2 L O_2 充分反应生成 SO_3，转移电子的数目为 $2N_A$

基础小专题 5　反应方程式的正误判断

深研真题

明确怎么考

例 1 [2026·广东卷] 下列物质性质实验对应的反应方程式书写错误的是 (　　)

A. Al_2O_3 溶于 NaOH 溶液：$Al_2O_3+2OH^-+3H_2O=\!=\!=2[Al(OH)_4]^-$

B. 铜丝插入热的浓硫酸中：$Cu+2H_2SO_4(浓) \xlongequal{\triangle} CuSO_4+2H_2O+SO_2\uparrow$

C. 6-羟基己酸的缩聚反应：

$$n\,HOOC(CH_2)_5OH \underset{\triangle}{\overset{催化剂}{\rightleftharpoons}} HO\!\left[CO(CH_2)_5O\right]_nH+n\,H_2O$$

D. 乙醛被 $Cu(OH)_2$ 氧化：$CH_3CHO+2Cu(OH)_2+OH^- \xrightarrow{\triangle} CH_3COO^-+Cu_2O\downarrow+3H_2O$

例 2 [2026·浙江 1 月选考] 下列反应方程式错误的是 (　　)

A. 浓硝酸见光分解：$4HNO_3 \xlongequal{光照} 4NO\uparrow+3O_2\uparrow+2H_2O$

B. 红热的铁在水蒸气中反应：$3Fe+4H_2O(g) \xlongequal{高温} Fe_3O_4+4H_2$

C. 向硫代硫酸钠溶液中滴加稀硫酸：$S_2O_3^{2-}+2H^+=\!=\!=S\downarrow+SO_2\uparrow+H_2O$

D. 向硫酸铜溶液中加入过量的氨水：$Cu^{2+}+4NH_3\cdot H_2O=\!=\!=[Cu(NH_3)_4]^{2+}+4H_2O$

例 3 ［2025·北京卷］下列方程式与所给事实不相符的是（　）

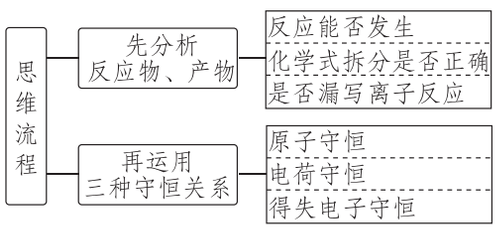
A. 用盐酸除去铁锈：$Fe_2O_3\cdot xH_2O+6H^+=\!=\!=2Fe^{3+}+(3+x)H_2O$

B. 用 $CuSO_4$ 溶液除去乙炔中的 H_2S：$Cu^{2+}+S^{2-}=\!=\!=CuS\downarrow$

C. 用乙醇处理废弃的 Na：$2C_2H_5OH+2Na\longrightarrow 2C_2H_5ONa+H_2\uparrow$

D. 将 NO_2 通入水中制备硝酸：$3NO_2+H_2O=\!=\!=2HNO_3+NO$

【方法技巧】离子方程式正误判断的思维流程



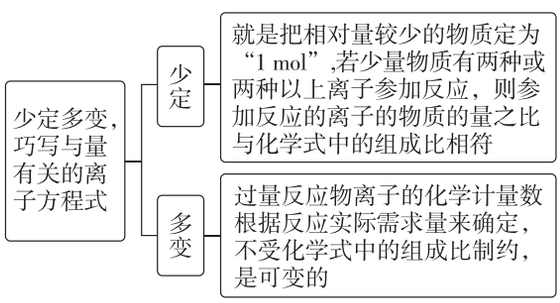
考点透析

解读考什么

1. 把握离子方程式正误判断的四个关键

分析反应体系	①考虑反应环境（溶液的酸碱性、氧化性、还原性等）；②考虑试剂加入的顺序；③考虑反应物之间的量的关系（如少量、过量、等量）
分析物质表示	①易溶于水的强电解质（强酸、强碱和部分盐）拆分成离子形式；②弱电解质、难溶物、单质、氧化物用化学式表示；③微溶物的处理："清拆分""浊不拆"
分析反应产物	①考虑是否漏掉部分离子反应；②考虑反应物的量不同对产物的影响；③考虑物质的氧化性（或还原性）对产物的影响
分析守恒规律	①考虑是否符合质量守恒（反应前后元素种类及对应原子个数）；②考虑是否符合电荷守恒（电性种类相同、电荷数目相等）；③考虑氧化还原型离子方程式是否符合得失电子守恒

2. 建立与量有关的离子方程式书写的思维模型



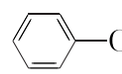
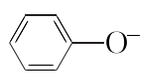
对点精练

备考针对练

1. ［2026·广东深圳高级中学模拟］下列有关方程式的书写错误的是（　）

A. 乙酰胺在氢氧化钠溶液中水解：$CH_3CONH_2+H_2O+OH^-\xrightarrow{\triangle}CH_3COO^-+NH_3\uparrow$

B. Na_2O_2 与水制备少量氧气：$2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$

C. 将苯酚加入碳酸钠溶液中： $+CO_3^{2-}\longrightarrow$  $+HCO_3^-$

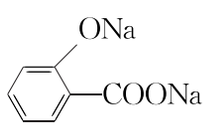
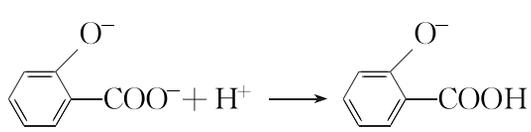
D. 用 $TiCl_4$ 制 $TiO_2\cdot xH_2O$：$TiCl_4+(x+2)H_2O=\!=\!=TiO_2\cdot xH_2O\downarrow+4HCl$

2. ［2026·广东四校联考］下列反应的离子方程式书写正确的是（　）

A. 工业制漂白粉：$Cl_2+2OH^-=\!=\!=Cl^-+ClO^-+H_2O$

B. 向 NaHS 溶液中滴加 $Cu(NO_3)_2$ 溶液：$HS^-+Cu^{2+}=\!=\!=CuS\downarrow+H^+$

C. 向 $Na_2[Be(OH)_4]$ 溶液中通入过量 CO_2：$[Be(OH)_4]^{2-}+2CO_2=\!=\!=Be(OH)_2\downarrow+2HCO_3^-$

D. 向  溶液中加入少量盐酸：

3. 下列过程对应的离子方程式正确的是（　）

A. 用氢氟酸刻蚀玻璃：$SiO_3^{2-}+4F^-+6H^+=\!=\!=SiF_4\uparrow+3H_2O$

B. 用三氯化铁溶液刻制覆铜电路板：$2Fe^{3+}+3Cu=\!=\!=3Cu^{2+}+2Fe$

C. 用硫代硫酸钠溶液脱氯：$S_2O_3^{2-}+2Cl_2+3H_2O=\!=\!=2SO_3^{2-}+4Cl^-+6H^+$

D. 用碳酸钠溶液浸泡锅炉水垢中的硫酸钙：$CaSO_4+CO_3^{2-}=\!=\!=CaCO_3+SO_4^{2-}$



专题二　物质转化与应用(无机部分)

基础小专题 6　无机物的性质及用途

深研真题

明确怎么考

例 1　[2026·广东卷] 化学之美在于发现。陈述Ⅰ和陈述Ⅱ均正确但两者间没有关联的是（　）

选项	陈述Ⅰ	陈述Ⅱ
A	光束通过 $Fe(OH)_3$ 胶体，产生明亮通路	胶体粒子对光线有散射作用
B	天然水晶呈现规则外形	晶体中原子呈周期性有序排列
C	烟花绽放，焰色五彩缤纷	碱金属原子容易失去最外层电子
D	铜丝浸入 $AgNO_3$ 溶液中可形成美丽银树	Cu 的还原性比 Ag 的强

例 2　[2025·广东卷] 劳动创造美好生活。下列对劳动项目涉及的相关化学知识表述错误的是（　）

选项	劳动项目	化学知识
A	向燃煤中加入生石灰以脱硫减排	$CaSO_4+CO_3^{2-}\rightleftharpoons CaCO_3+SO_4^{2-}$
B	用 $BaCl_2$ 和盐酸检验粗盐中是否含 SO_4^{2-}	$Ba^{2+}+SO_4^{2-}=\!=\!=BaSO_4\downarrow$
C	使用 $MgCl_2$ 溶液点卤制豆腐	$MgCl_2$ 使蛋白质盐析
D	用铁粉、活性炭、食盐等制暖贴	使用时铁粉被氧化，反应放热

例 3　[2025·广东卷] 下列陈述Ⅰ与陈述Ⅱ均正确，且两者间具有因果关系的是（　）

选项	陈述Ⅰ	陈述Ⅱ
A	浓硝酸保存在棕色试剂瓶中	浓硝酸具有强氧化性
B	向蔗糖中加适量浓硫酸，蔗糖变黑	浓硫酸具有脱水性
C	Fe^{2+} 与 $K_3[Fe(CN)_6]$ 反应可生成蓝色物质	KSCN 溶液可用于检验 Fe^{3+}
D	MnO_2 与浓盐酸共热，生成黄绿色气体	$Cl_2+SO_2+2H_2O=\!=\!=H_2SO_4+2HCl$

例 4　[2024·广东卷]“光荣属于劳动者，幸福属于劳动者。”下列劳动项目与所述化学知识没有关联的是（　）

选项	劳动项目	化学知识
A	水质检验员：用滴定法测水中 Cl^- 含量	$Ag^++Cl^-=\!=\!=AgCl\downarrow$
B	化学实验员：检验 Na_2O_2 是否失效	$2Na_2O_2+2H_2O=\!=\!=4NaOH+O_2\uparrow$
C	化工工程师：进行顺丁橡胶硫化	碳碳双键可打开与硫形成二硫键
D	考古研究员：通过 ^{14}C 测定化石年代	C_{60} 与石墨烯互为同素异形体

考点透析

解读考什么

1. 第ⅠA族、第ⅡA族元素常考物质性质及用途

物质		应用	体现的性质
ⅠA族	钠钾合金	核反应堆的传热介质	熔点低，良好的导热性
	过氧化钠	供氧剂	与 H_2O、CO_2 反应均生成 O_2
		漂白剂	强氧化性
	氯化钠	氨碱法制纯碱	物质的溶解度差异
		调味剂、食品添加剂	—
	碳酸氢钠	胃酸中和剂	能与酸反应
		用于泡沫灭火器	弱酸的酸式盐，易水解
	碳酸钠	用热的纯碱溶液洗去油污	Na_2CO_3 水解使溶液显碱性
ⅡA族	镁铝合金	汽车、航天等领域	密度小、硬度大
	氧化镁	耐高温材料	熔点高

2. 第ⅢA族、第ⅣA族和第ⅤA族元素常考物质性质及用途

物质		应用	体现的性质
ⅢA族	铝	铝合金门窗	密度小、硬度大、经济
		铝热剂(焊接钢轨)	强还原性
	氢氧化铝	胃酸中和剂	难溶的弱碱
	氧化铝	耐高温材料	熔点高
	明矾	净水剂	铝盐易水解生成$Al(OH)_3$胶体
ⅣA族	晶体硅	制作硅芯片、光电池	良好的半导体
	二氧化硅	光导纤维	特殊的光学性能
		石英坩埚	熔点高
	硅胶	干燥剂	吸水性强
		催化剂载体	疏松多孔,表面积大
	硅酸钠溶液	黏合剂、防火剂、木材防腐剂	—
	干冰	人工降雨	升华吸热
	碳化硅	作砂纸、砂轮的磨料	硬度大
ⅤA族	N_2	保护气	稳定
	液氨	制冷剂	汽化时吸热

3. 第ⅥA族、第ⅦA族元素常考物质性质及用途

物质		应用	体现的性质
ⅥA族	硫黄	配制火药、农药	—
	浓硫酸	干燥剂	吸水性
	硫酸钡	钡餐	$BaSO_4$不溶于盐酸
	二氧化硫	漂白纸浆、毛、丝、草帽	化合漂白
ⅦA族	氯气	自来水消毒剂	与水反应生成强氧化性的HClO
		制漂白液和漂白粉的原料	与碱反应
	ClO_2	杀菌消毒剂	强氧化性
	漂白液	杀菌消毒剂、漂白剂	强氧化性
	碘化银	人工降雨	—

(续表)

物质		应用	体现的性质
ⅦA族	氢氟酸	玻璃蚀刻剂	HF与SiO_2反应
	碘酸钾	加碘食盐的含碘物质	—

4. 副族元素常考物质性质及用途

物质		应用	体现的性质
副族	铁	防止食物氧化变质	还原性
	氧化铁	红色油漆和涂料	红棕色固体
	氯化铁	$FeCl_3$溶液可腐蚀铜电路板	氧化性
	K_2FeO_4	消毒剂	强氧化性
		新型净水剂	还原产物Fe^{3+}易水解生成$Fe(OH)_3$胶体
	硫酸铜	配制农药、杀菌消毒	重金属阳离子使蛋白质变性

对点精练

备考针对练

1. [2026·广东湛江一模] 劳动创造幸福。下列劳动项目与所述化学知识没有关联的是 ( )

选项	劳动项目	化学知识
A	用热的纯碱溶液去除燃气灶上的油污	$H_2O + CO_3^{2-} \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$为吸热过程
B	用疏通剂(含烧碱和铝粒)疏通下水道	铝表面易形成致密的氧化膜
C	家中铁器存放时需注意防潮	铁器在潮湿的空气中易发生吸氧腐蚀
D	面点师用小苏打作面包膨松剂	小苏打受热易分解产生CO_2

2. [2025·广东广州一模] 含氮物质种类繁多,在一定条件下可相互转化。下列说法错误的是 ( )

A. N_2 的氧化或还原均可实现氮的固定

B. 将装有 NO_2 的密闭烧瓶浸入冰水中，红棕色变浅

C. 将过量的 NH_3 通入 0.1 mol·L^{-1} $CuSO_4$ 溶液最终产生蓝色沉淀

D. 工业生产硝酸存在 $N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3$ 的转化

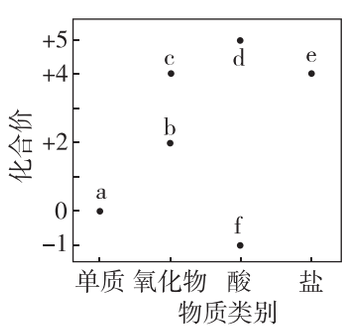
3. [2025·广东湛江调研] 下列陈述Ⅰ与陈述Ⅱ均正确，且具有因果关系的是 （ ）

选项	陈述Ⅰ	陈述Ⅱ
A	牙膏中常加入含氟物质预防龋齿	氟磷灰石的溶解度小于羟基磷灰石
B	工业上电解熔融 $AlCl_3$ 冶炼铝	$AlCl_3$ 的熔点比 Al_2O_3 低
C	水加热到很高的温度都难以分解	水分子间存在氢键
D	用铝制容器盛装浓硝酸	铝与浓硝酸不反应

基础小专题 7　无机物间转化关系

深研真题 明确怎么考

例 1 [2026·广东卷] 部分含 C 或 N 或 Cl 物质的分类与相应化合价关系如图。下列说法错误的是 （ ）



A. a 分子中可存在 π 键和 σ 键

B. c 可由 e 受热分解产生

C. 可存在 a→b→c→d→b 的转化

D. a、c、f 均可用于自来水消毒

例 2 [2025·广东卷] 能满足下列物质间直接转化关系，且推理成立的是 （ ）

单质 X $\xrightarrow{O_2}$ 氧化物 1 $\xrightarrow{O_2}$ 氧化物 2 $\xrightarrow{H_2O}$ 酸(或碱) $\xrightarrow{NaOH(或\ HCl)}$ 盐

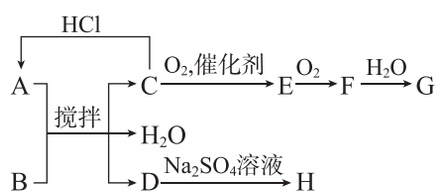
A. X 可为铝，盐的水溶液一定显酸性

B. X 可为硫，氧化物 1 可使品红溶液褪色

C. X 可为钠，氧化物 2 可与水反应生成 H_2

D. X 可为碳，盐的热稳定性：$NaHCO_3 > Na_2CO_3$

例 3 [2025·湖北卷] 如图所示的物质转化关系中，固体 A 与固体 B 研细后混合，常温下搅拌产生气体 C 和固体 D，温度迅速下降。气体 C 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝。G 是一种强酸。H 是白色固体，常用作钡餐。下列叙述错误的是 （ ）



A. 在 C 的水溶液中加入少量固体 A，溶液 pH 升高

B. D 为可溶于水的有毒物质

C. F 溶于雨水可形成酸雨

D. 常温下可用铁制容器来盛装 G 的浓溶液

【思维建模】关注“价—类”二维图“横向、纵向和斜向”，分析无机物转化关系

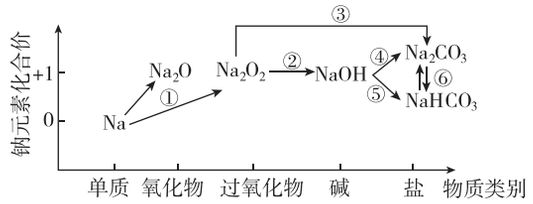
(1)横向变化体现了同价态不同类别(氧化物、碱、盐)之间的转化；

(2)纵向变化体现了不同价态同类别物质之间的转化，主要体现物质的氧化性或还原性；

(3)斜向变化体现了不同价态、不同类别之间物质的转化，主要体现物质的氧化性和还原性。

1. 借助“价—类”二维图认识金属及其化合物的性质与转化

Ⅰ.活泼的金属——钠及其化合物



①$2Na+O_2 \xlongequal{\triangle} Na_2O_2$

②$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$

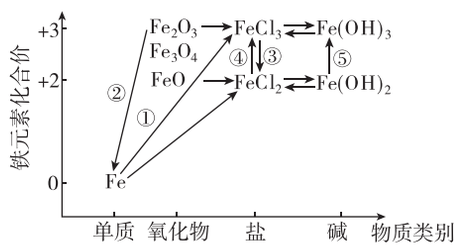
③$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$

④$CO_2+2NaOH=Na_2CO_3+H_2O$

⑤$CO_2+NaOH=NaHCO_3$

⑥$Na_2CO_3+H_2O+CO_2=2NaHCO_3$

Ⅱ.变价金属——铁及其化合物



①$2Fe+3Cl_2 \xlongequal{\triangle} 2FeCl_3$

②$Fe_2O_3+3CO \xlongequal{高温} 2Fe+3CO_2$

或 $Fe_2O_3+2Al \xlongequal{高温} 2Fe+Al_2O_3$

③$Cu+2FeCl_3=CuCl_2+2FeCl_2$

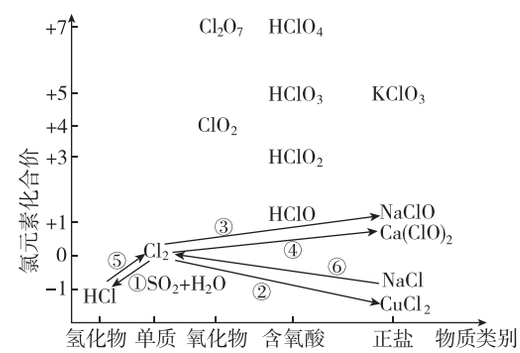
或 $Fe+2FeCl_3=3FeCl_2$

④$2FeCl_2+Cl_2=2FeCl_3$

⑤$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=4Fe(OH)_3$

2. 借助“价—类”二维图认识非金属及其化合物的性质与转化

Ⅰ.多价态的非金属元素——氯及其化合物



①$Cl_2+SO_2+2H_2O=H_2SO_4+2HCl$

②$Cu+Cl_2 \xlongequal{\triangle} CuCl_2$

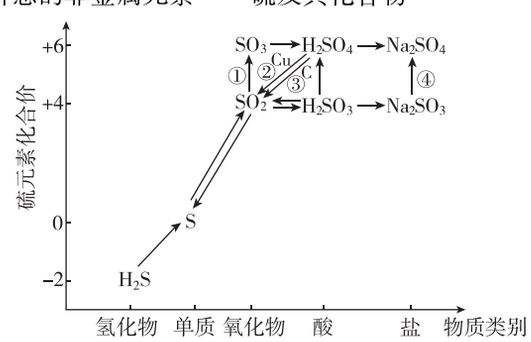
③$Cl_2+2NaOH=NaCl+NaClO+H_2O$

④$2Cl_2+2Ca(OH)_2=Ca(ClO)_2+CaCl_2+2H_2O$

⑤$MnO_2+4HCl(浓) \xlongequal{\triangle} MnCl_2+Cl_2\uparrow+2H_2O$

⑥$2NaCl+2H_2O \xlongequal{电解} 2NaOH+Cl_2\uparrow+H_2\uparrow$

Ⅱ.多价态的非金属元素——硫及其化合物



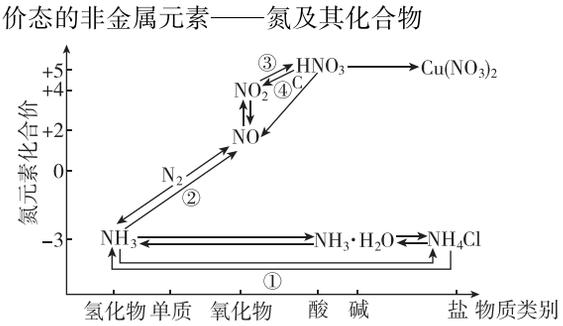
①$2SO_2+O_2 \underset{\triangle}{\overset{催化剂}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$

②$Cu+2H_2SO_4(浓) \xlongequal{\triangle} CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O$

③$C+2H_2SO_4(浓) \xlongequal{\triangle} CO_2\uparrow+2SO_2\uparrow+2H_2O$

④$2Na_2SO_3+O_2=2Na_2SO_4$

Ⅲ.多价态的非金属元素——氮及其化合物



①$Ca(OH)_2+2NH_4Cl \xlongequal{\triangle} CaCl_2+2NH_3\uparrow+2H_2O$

②$4NH_3+5O_2 \underset{\triangle}{\overset{催化剂}{\rightleftharpoons}} 4NO+6H_2O$

③$3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$

④$C+4HNO_3(浓) \xlongequal{\triangle} CO_2\uparrow+4NO_2\uparrow+2H_2O$

对点精练

备考针对练

1. [2026·广东茂名一模] 能满足下列物质间转化关系，且推理成立的是 （ ）

$$\text{酸或碱}\xrightarrow{\text{反应①}}\text{氧化物}\xrightarrow{\text{反应②}}\text{单质 X}$$

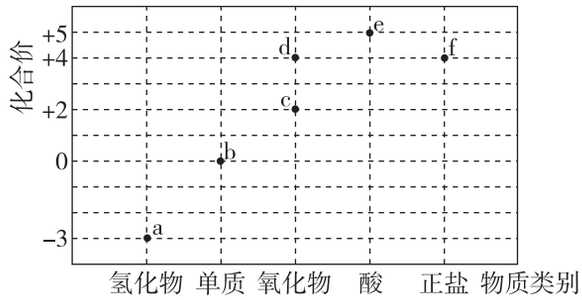
A. X 可为铁，反应①为化合反应

B. X 可为铝，反应②为铝热反应

C. X 可为硫，反应①一定是可逆反应

D. X 可为铜，反应②的另一反应物可为乙醇

2. [2026·广东东莞一模] 共价有机骨架常由 C、N、O 等轻元素构建。部分含 C 或 N 或 O 物质的分类和化合价关系如图所示。下列推断合理的是 （ ）



A. 单质 b 参与反应，均作氧化剂

B. a→c 的转化过程，可能为自然固氮

C. c、d、e 代表的物质均为电解质

D. f 的钠盐，可能由其酸式盐分解制得

3. [2026·广东广州华南师大附中模拟] 能满足下列物质间直接转化关系，且推理成立的是 （ ）

$$\text{单质 X}\xrightarrow{O_2}\text{氧化物}\xrightarrow{H_2O}\text{酸(或碱)}\xrightarrow{\text{NaOH 或 HCl}}\text{盐}$$

A. X 可为钠，电解盐的水溶液可获得 X

B. X 可为铜，新制碱的悬浊液可检验醛基

C. X 可为硫，氧化物可使紫色石蕊溶液变红

D. X 可为氮气，与氧气反应可生成酸性氧化物

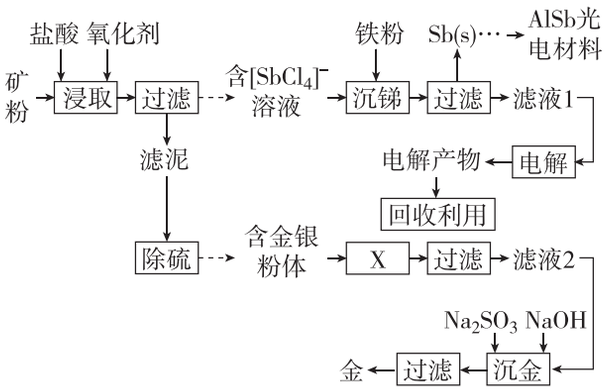
思维进阶突破（一） 无机工艺流程

考情分析	考情预测
无机工艺流程题以工业真实情境为载体，通过工艺流程图的形式体现生产的关键环节。试题常以矿石中提取、制备某物质或以废渣、废液提取某物质为背景，考查元素化合物知识、陌生方程式书写、浸取率、反应条件的控制与选择、产率的计算、电离平衡常数及 K_{sp} 的应用及计算，同时穿插晶体结构的分析和计算等。解题的核心策略需把握三大维度：操作目的分析（明确除杂、富集、转化的阶段性任务）、反应条件优化（结合图表分析温度、浓度、pH 对产率的影响机制）、绿色化学评价（副产物回收路径与能耗成本权衡）	高考中无机工艺流程命题体现三大特征：一是知识整合性，融合氧化还原、沉淀溶解平衡、电化学等原理，注重步骤间的逻辑推导；二是情境前沿性，紧扣资源回收、战略金属提取等科技热点；三是能力进阶性，从单一知识点辨识转向多变量综合分析（如 pH 调控对多金属离子分步沉淀的影响）。预计 2027 年命题将进一步强化学科交叉与创新思维：一是在情境设计上渗透新能源材料合成与低碳技术（如工业废气处理）；二是在考查维度上新增热力学分析与工艺对比评价（原子经济性、循环效率）；三是在能力要求上深化定量推理与微观探析（晶胞参数等）。备考时需立足教材各种物质制备流程，聚焦“原料处理-反应转化-分离提纯-循环利用”主线，强化绿色化学、守恒思想等科学方法

难点 1　基于流程分析的物质确定与转化原理

真题示例

例 1　[2026·广东卷节选] 金(Au)是一种战略性金属。从某金精矿(含金、银、Sb_2S_3、FeS_2、SiO_2和 MgO 等)中提取金并综合利用部分物质的一种工艺如下。



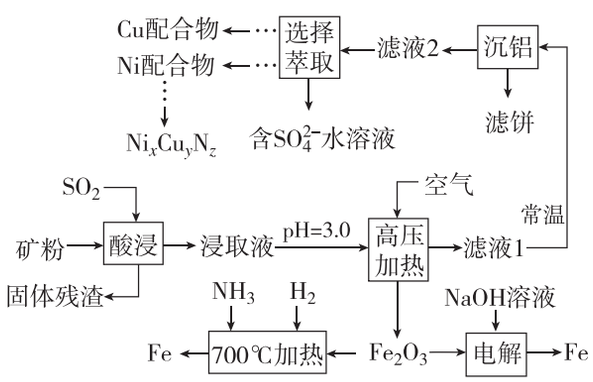
(1)金精矿研磨成粉是为了_____,提高浸取速率。

(2)“沉锑”的反应中,还原剂为_____。

(3)“沉金”通过 NaOH 的调控使反应在弱酸性条件下进行,生成 Au 的离子方程式为

$2[AuCl_4]^- + _____ HSO_3^- + _____ = 2Au\downarrow + _____ + 8Cl^- + _____ H^+$。

例 2　[2025·广东卷节选] 我国是金属材料生产大国,绿色生产是必由之路。一种从多金属精矿中提取 Fe、Cu、Ni 等并探究新型绿色冶铁方法的工艺如下。



已知:多金属精矿中主要含有 Fe、Al、Cu、Ni、O 等元素。

(1)“高压加热”时,生成 Fe_2O_3 的离子方程式为

$_____ + O_2 + ____ H_2O \xlongequal{\text{高压}}{\triangle} ____ Fe_2O_3\downarrow + _____ H^+$。

(2)①“700 ℃加热”步骤中,混合气体中仅加少量 H_2,但借助工业合成氨的逆反应,可使 Fe 不断生成。该步骤发生反应的化学方程式为_____和_____。

②“电解”时,Fe_2O_3 颗粒分散于溶液中,以 Fe 片、石墨棒为电极,画出电解池示意图并做相应标注。

③与传统高炉炼铁工艺相比,上述两种新型冶铁方法所体现“绿色化学”思想的共同点是_____(写一条)。

题中悟法

1. 判断加入的试剂及分析试剂作用的基本思路

(1)看反应目的:分析加入试剂后化学反应实现的目的。

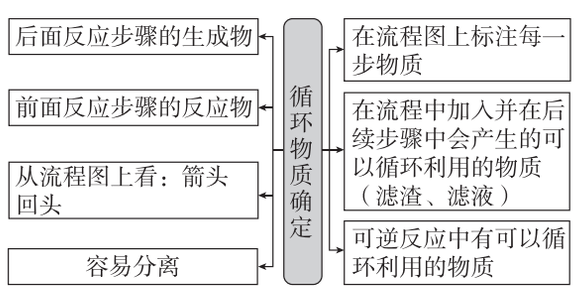
(2)看试剂性质:分析加入试剂本身的性质(物质类别、所含元素的化合价、周期表中的位置等)。

(3)看生成物:分析反应前后物质组成的变化。

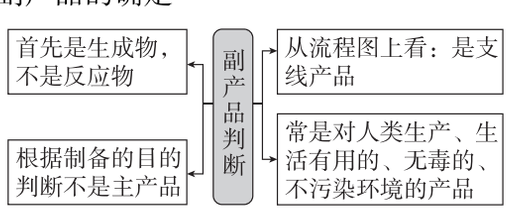
(4)看可能信息:综合利用流程信息和题中设问提供的信息。

2. 工艺流程中的物质确定

(1)循环物质的确定



(2)副产品的确定



(3)滤渣成分的确定

①过量的反应物。

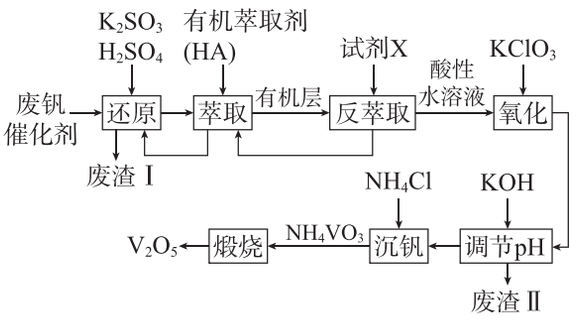
②原料中不参与反应的物质。

③由原料转化的生成物。

④由杂质转化的沉淀物。

对点演练

［2025·广东梅州一模］五氧化二钒是接触法制取硫酸的催化剂，具有强氧化性。从废钒催化剂（主要成分为 V_2O_5、$VOSO_4$、K_2SO_4、SiO_2 和 Fe_2O_3 等）中回收 V_2O_5 的一种生产工艺流程如图所示。



已知：+5 价钒在溶液中主要以 VO_2^+ 和 VO_3^- 的形式存在，两者转化关系为 $VO_2^+ + H_2O \rightleftharpoons VO_3^- + 2H^+$。

(1)写出基态钒原子的价层电子排布：_____。

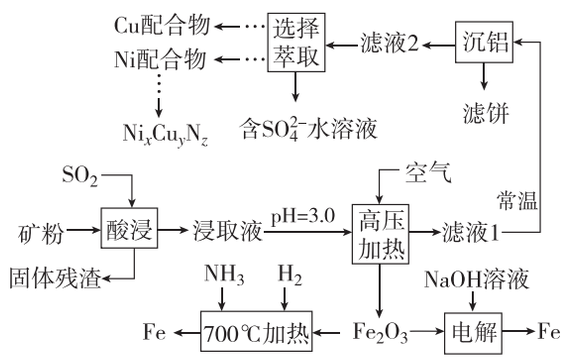
(2)“废渣 Ⅰ”的主要成分为_____。“还原”后的溶液中含有阳离子 VO^{2+}、Fe^{2+}、K^+、H^+，“还原”过程中 V_2O_5 发生主要反应的离子方程式为_____。

(3)“萃取”和“反萃取”的变化过程可简化为（下式中的 R 表示 VO^{2+} 或 Fe^{2+}，HA 表示有机萃取剂的主要成分）RSO_4（水层）+2HA（有机层）$\rightleftharpoons RA_2$（有机层）+H_2SO_4（水层），工艺流程中可循环使用的试剂有_____（写化学式）。

难点 2　条件控制及原因分析

真题示例

例　［2025·广东卷节选］我国是金属材料生产大国，绿色生产是必由之路。一种从多金属精矿中提取 Fe、Cu、Ni 等并探究新型绿色冶铁方法的工艺如下。



已知：多金属精矿中主要含有 Fe、Al、Cu、Ni、O 等元素。

氢氧化物	$Fe(OH)_3$	$Al(OH)_3$	$Cu(OH)_2$	$Ni(OH)_2$
K_{sp}(298K)	2.8×10^{-39}	1.3×10^{-33}	2.2×10^{-20}	5.5×10^{-16}

(1)“酸浸”中，提高浸取速率的措施有_____（写一条）。

(2)“沉铝”时，pH 最高可调至_____（溶液体积变化可忽略）。已知：“滤液 1”中 $c(Cu^{2+})=0.022\ mol\cdot L^{-1}$，$c(Ni^{2+})=0.042\ mol\cdot L^{-1}$。

题中悟法

1. 反应流程中条件的控制

条件控制		原因或目的
温度的控制	升温	①加快反应速率或溶解速率；②促进平衡向吸热方向移动；③除杂，除去热稳定性差或易升华的杂质，如 $NaHCO_3$、$Ca(HCO_3)_2$、$KMnO_4$、I_2、NH_4Cl 等物质；④使沸点相对较低的原料汽化
	降温	①防止某物质在高温时溶解（或分解）；②使化学平衡向着题目要求的方向移动（放热方向）；③使某个沸点较高的产物液化，使其与其他物质分离；④降低晶体的溶解度，减少损失
	控温（用水浴或油浴控温）	①防止某种物质温度过高时分解或挥发；②为了使某物质达到沸点挥发出来；③使催化剂的活性达到最佳；④防止副反应的发生

（续表）

条件控制		原因或目的
浓度、压强的控制	增大反应物浓度、加压	①可加快反应速率。对气体分子数减少的反应，加压使平衡向生成物方向移动，但压强太大，动力消耗更多，设备要求更高，成本增加，故必须综合考虑；②加压一般是提高气体反应物浓度的措施；③生产中常使廉价易得的原料适当过量，以提高另一原料的利用率
	减压蒸馏	减小压强，降低液体的沸点，防止（如浓 HNO_3、$NH_3\cdot H_2O$、H_2O_2、NH_4HCO_3 等）物质分解
控制溶液的 pH		①生成金属氢氧化物，以达到除去金属离子的目的；②抑制盐类水解；③促进盐类水解生成沉淀，有利于过滤分离

2. 体系环境氛围及其他条件的控制

术语	功能
酸性、碱性或某种环境氛围	①蒸发或结晶时，加入相应的酸或碱，以抑制某些盐的水解； ②需要在酸性气流中干燥 $FeCl_3$、$AlCl_3$、$MgCl_2$ 等含结晶水的晶体，以防止水解，如从海水中提取镁，从 $MgCl_2$ 的溶液里结晶析出的是氯化镁结晶水合物，电解熔融氯化镁才能制得金属镁，要去除氯化镁晶体中的结晶水需要在氯化氢气流中加热，否则煅烧所得的最后固体不是 $MgCl_2$，而是熔点更高的 MgO，具有相似情况的还有 $FeCl_3$、$AlCl_3$ 等； ③营造还原性氛围：加热煮沸酸液后再冷却，其目的是排出酸溶液中的氧气，如用废铁屑制备绿矾晶体，需要把硫酸加热煮沸后再加入，同时还不能加入过量（保证铁过量），防止 Fe^{2+} 被氧化； ④营造氧化性氛围：加入氧化剂进行氧化，如加入绿色氧化剂 H_2O_2 将 Fe^{2+} 氧化转化为 Fe^{3+}

3. “目的或原因”分析

目的或原因	答题模板
沉淀水洗的目的	除去××（可溶于水）杂质
沉淀用乙醇洗涤的目的	①减小固体的溶解度；②除去固体表面吸附的杂质；③乙醇挥发带走水分，使固体快速干燥
冷凝回流的作用及目的	防止××蒸气逸出脱离反应体系，提高××物质的转化率
控制溶液 pH 的目的	防止××离子水解；防止××离子沉淀；确保××离子沉淀完全；防止××溶解等；促进或抑制××气体吸收或逸出
加过量 A 试剂的原因	使 B 物质反应完全（或提高 B 物质的转化率）等
温度不高于 ×× ℃ 的原因	温度过高××物质分解（如 H_2O_2、$NH_3\cdot H_2O$、浓硝酸、NH_4HCO_3 等）或××物质挥发（如浓硝酸、浓盐酸）或××物质氧化（如 Na_2SO_3 等）或促进××物质水解（如 $AlCl_3$、$FeCl_3$ 等）
减压蒸馏（减压蒸发）的原因	减小压强，使液体沸点降低，防止××物质受热分解（如 H_2O_2、浓硝酸、NH_4HCO_3 等）

（续表）

目的或原因	答题模板
蒸发、反应时的气体氛围	抑制××离子的水解（如加热蒸发 $AlCl_3$ 溶液时需在 HCl 气流中进行；加热 $MgCl_2\cdot 6H_2O$ 得 $MgCl_2$ 时需在 HCl 气流中进行等）
配制某溶液前先将水煮沸的原因	除去溶解在水中的氧气，防止××物质被氧化
反应容器中和大气相通的玻璃管的作用	指示容器中压强大小，避免反应容器中压强过大

【微点拨】“目的或原因”分析的常见答题角度

1. “加过量试剂”：常考虑反应完全或增大转化率、产率等。
2. “控制 pH”：常考虑防水解、促进生成沉淀或除去杂质等。
3. “能否加其他物质”：常考虑会不会引入杂质或是否影响产品的纯度。

4. “控制较低温度”：常考虑物质的挥发、物质的不稳定性和物质的转化等。

5. “判断沉淀是否洗净”：常取少量最后一次洗涤液于试管中，向其中滴加某试剂，以检验其中的某种离子。

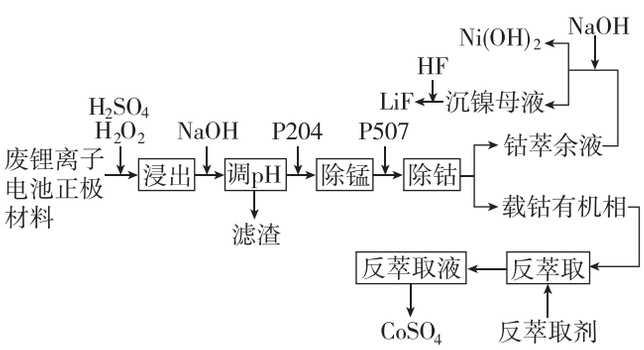
6. “检验某物质的设计方案”：通常取少量某物质于试管中，加水或其他试剂溶解，再加入另一试剂产生某现象，然后得出结论。

7. “用某些有机试剂清洗”：(1)降低物质溶解度，有利于产品析出；(2)洗涤沉淀，可减少损耗和提高产率等。

8. “在空气中或在其他气体中”：主要考虑 O_2、H_2O、CO_2 或其他气体是否参与反应或达到防氧化、防水解、防潮解等目的。

对点演练

1. [2025·广东肇庆一模] 废锂离子电池正极材料中含有钴、镍、锂等金属，具有较高回收价值，对其进行无害化处理并回收具有重要意义。一种回收钴、镍、锂的工艺流程如下：



已知：①废锂离子电池正极材料成分为 $LiCoO_2$、$LiNiO_2$、Li_2MnO_4 及 Fe、Al 的化合物。

②溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀时的 pH 如表所示。

金属离子	Fe^{3+}	Al^{3+}	Co^{2+}	Ni^{2+}	Mn^{2+}
开始沉淀时(c=1 mol·L^{-1})的 pH	2.7	3.2	6.6	6.7	7.8
沉淀完全时(c=1×10^{-5} mol·L^{-1})的 pH	3.7	5.0	9.2	9.5	10.4

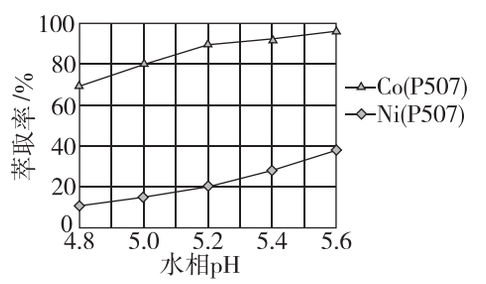
③$Ni(OH)_2$ 为淡绿色固体，$CoSO_4$ 为玫红色固体。

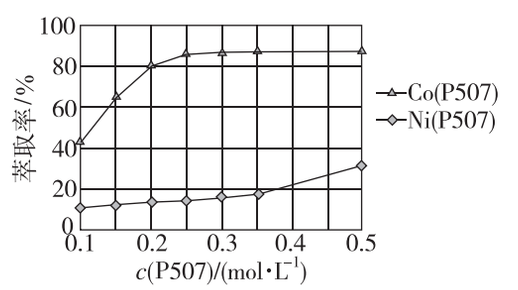
回答下列问题：

(1)“浸出”过程中钴元素转化为 Co^{2+}，该反应的化学方程式为_____。此过程若用浓盐酸代替 H_2SO_4 和 H_2O_2，其缺点除因其挥发性导致利用率降低外，还有_____(任写一点)。

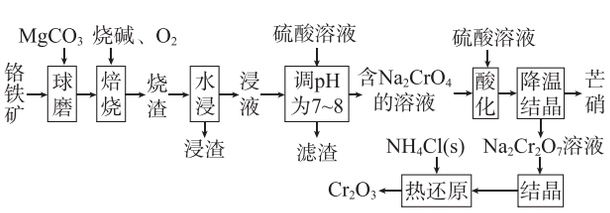
(2)如果“浸出”后溶液中 Co^{2+}、Ni^{2+}、Mn^{2+} 的浓度均约为 1 mol·L^{-1}，则“调 pH”过程中调节溶液的 pH=5.0 时，滤渣的主要成分为_____。

(3)“除钴”时水相 pH 和 P507 浓度会影响钴、镍分离效果，根据下图选择“除钴”的最佳条件：水相 pH=_____，c(P507)=_____mol·L^{-1}。





2. 三氧化二铬(Cr_2O_3)可用于制备陶瓷、合金、耐火材料等。由铬铁矿(含 FeO·Cr_2O_3 和少量 Fe_2O_3、Al_2O_3、SiO_2)制备 Cr_2O_3 的一种流程如图所示。



已知：①$K_{sp}[Fe(OH)_3]=2.8\times10^{-39}$，$K_{sp}[Al(OH)_3]=1\times10^{-34}$，$K_{sp}[Mg(OH)_2]=$