

第五章 化工生产中的重要非金属元素

第一节 硫及其化合物

第3课时 硫酸根离子的检验 不同价态含硫物质的转化

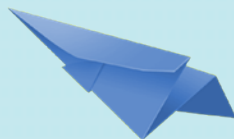
学习目标	素养目标
通过对比实验，掌握硫酸根离子的检验方法，以此为基础能设计出粗盐提纯的方案和操作方法	证据推理与模型认知，实验探究与创新意识
通过实验探究不同价态含硫物质的相互转化，掌握运用氧化还原反应规律寻找合适的氧化剂和还原剂的方法	变化观念与平衡思想，科学探究与创新意识

学法指导

1. 通过阅读教材相关内容，了解硫元素在自然界中的转化、含硫元素的物质在自然界中的存在以及含硫物质的主要来源
2. 从化合价变化角度和物质分类角度设计含硫物质间的转化，从而巩固氧化还原反应知识及物质类别转化方法，构建含硫物质的价—类二维图，形成知识网络



课前 · 新知导学



知识点一

硫酸根离子的检验

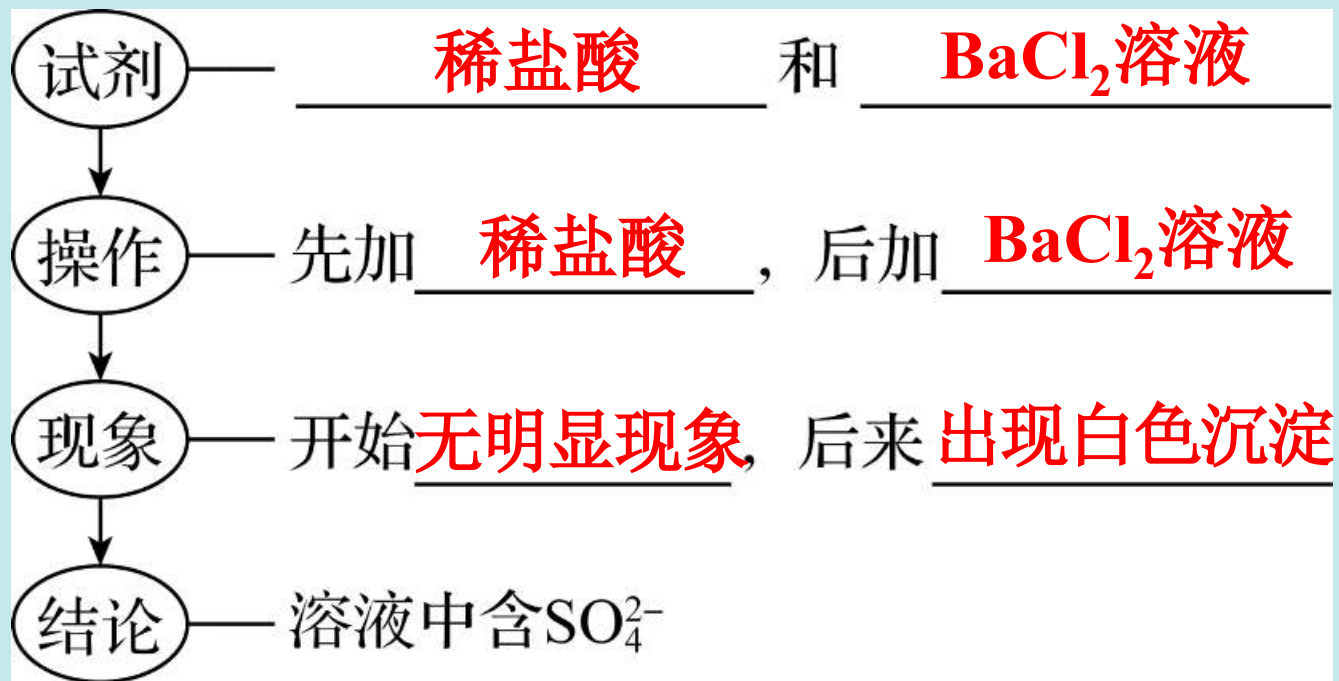
1. 教材【实验5-4】中的化学反应

(1)向少量稀硫酸、 Na_2SO_4 溶液和 Na_2CO_3 溶液中分别滴加几滴 BaCl_2 溶液，所发生反应的离子方程式分别为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 、 $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$ 。

(2)碳酸钡溶于稀盐酸反应的化学方程式为 $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

2. SO_4^{2-} 的检验方法



微思考

若向某溶液中先滴加 BaCl_2 溶液时有白色沉淀生成，再滴加稀盐酸发现沉淀不溶解，则原溶液中是否一定含有 SO_4^{2-} ？

【答案】 不一定。若原溶液中含有 Ag^+ 也会有类似的实验现象。

● **练一练** 用可溶性钡盐检验硫酸根离子的存在时，先在待测溶液中加入盐酸，其作用是 ()

- A. 形成较多的白色沉淀
- B. 形成的沉淀纯度更高
- C. 排除硫酸根离子以外其他阴离子及银离子的干扰
- D. 排除钡离子以外的其他阳离子的干扰

【答案】 C

知识点二

不同价态含硫物质的转化

1. 自然界中硫的存在与转化

(1) 游离态的硫存在于 火山口 附近或地壳的岩层中。

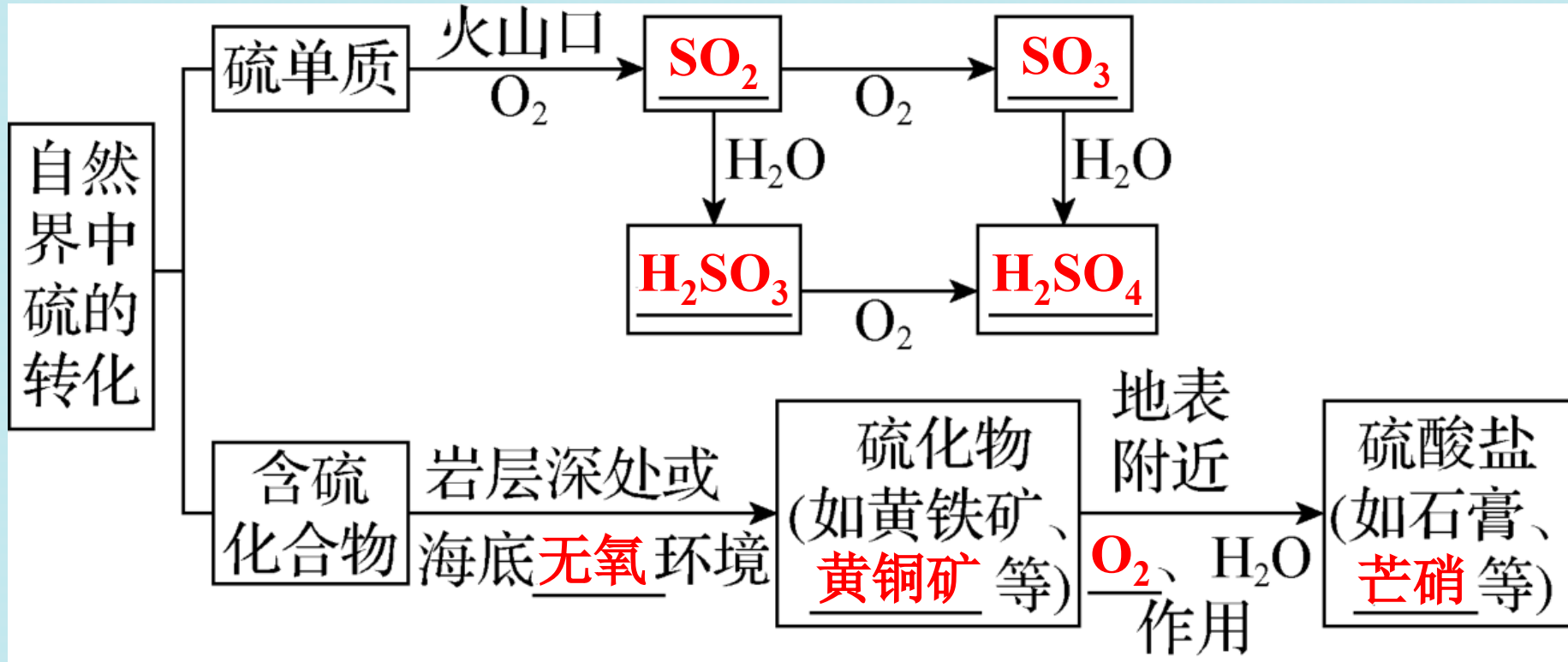
(2) 化合态。

① 主要以硫化物和硫酸盐的形式存在。

② 重要的化合物。

名称	黄铁矿	黄铜矿	石膏	芒硝
化学式	<u>FeS_2</u>	<u>CuFeS_2</u>	<u>$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$</u>	<u>$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$</u>

(3)转化。



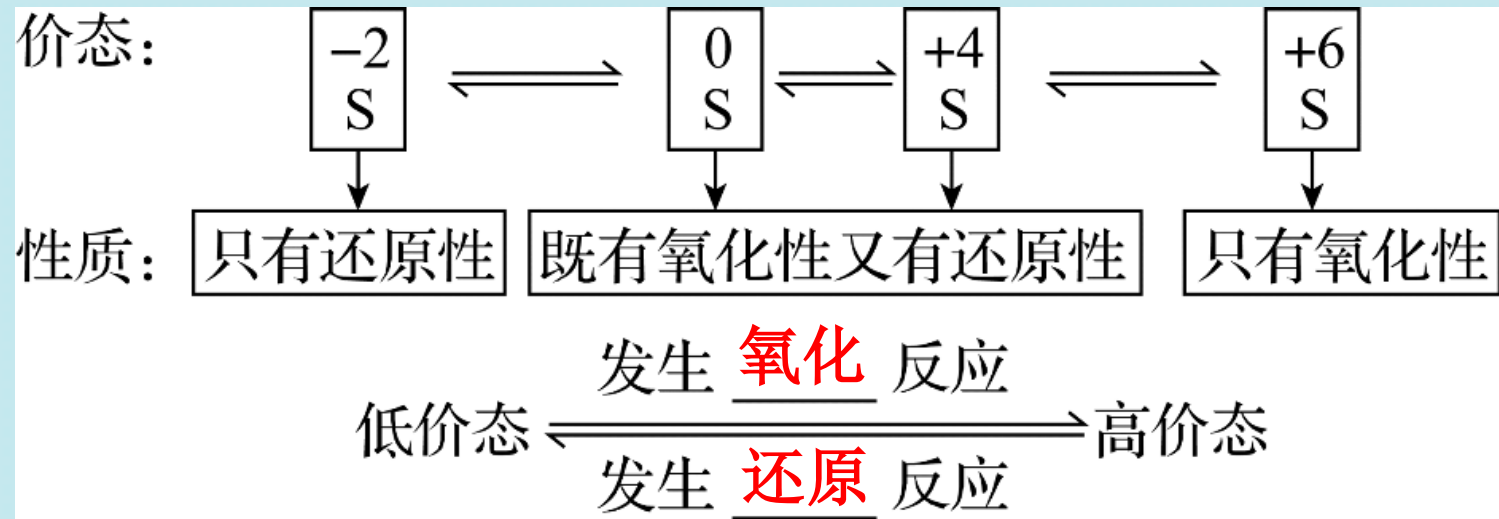
2. 工业合成硫酸中硫的转化

(1) 黄铁矿或硫与氧气反应生成 SO_2 : $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightleftharpoons{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ 或 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightleftharpoons{\text{点燃}} \text{SO}_2$ 。

(2) 二氧化硫的催化氧化: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 。

(3) 三氧化硫的吸收: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

3. 不同价态含硫物质的转化



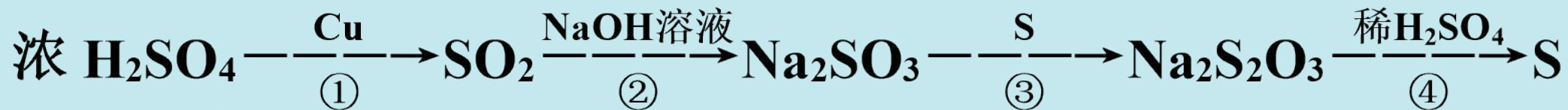
- (1) 通过 氧化还原 反应可实现不同价态含硫物质的相互转化。
- (2) 利用 氧化 剂，可将硫元素从低价态转化到高价态。
- (3) 利用 还原 剂，可将硫元素从高价态转化到低价态。

微思考

黄铁矿或硫黄在过量的纯氧中充分反应，能否直接生成 SO_3 ？

【答案】不能。含硫物质与氧气反应时一般只能得到 SO_2 。

● **练一练** (2023·湖南长沙雅礼中学期中) 硫元素的几种化合物及其单质存在下列转化关系(反应条件省略)。下列判断不正确的是 ()



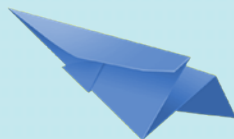
- A. 反应①中氧化剂与还原剂物质的量之比为 1 : 1
- B. 反应②表明 SO_2 具有酸性氧化物的性质
- C. 反应③的原子利用率是 100%
- D. 反应④中稀 H_2SO_4 作氧化剂

【答案】 D

【解析】 反应①为浓硫酸氧化铜单质的反应，浓硫酸作氧化剂被还原成 SO_2 ，化合价降低2价，Cu作还原剂被氧化成 Cu^{2+} ，化合价升高2价，所以氧化剂与还原剂物质的量之比为1：1，A正确；二氧化硫与NaOH反应生成盐和水，表明二氧化硫为酸性氧化物，B正确；反应③为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，生成物只有一种，原子利用率是100%，C正确；反应④的化学方程式 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，稀硫酸既不是氧化剂也不是还原剂，D错误。



课堂 · 重难点探究

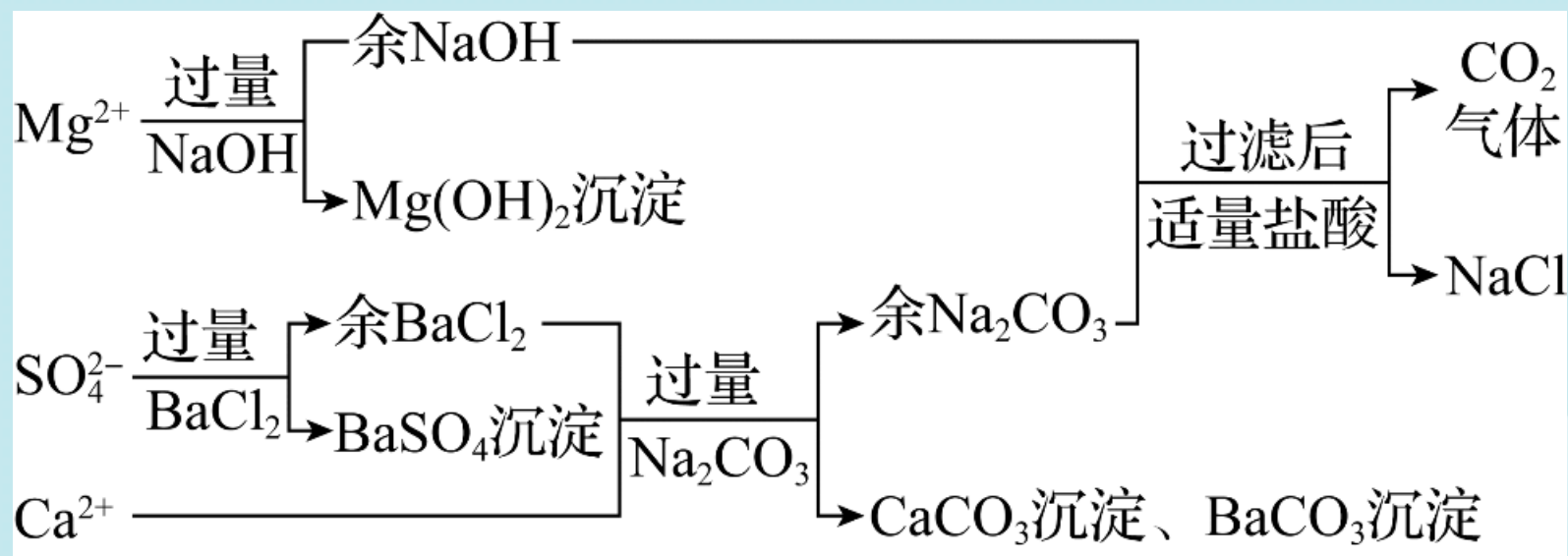


► 重难点一 “粗盐的提纯” 的应用与 SO_4^{2-} 的检验

[**重难点理解**]

1. 除去粗盐中少量可溶性杂质

(1) 除去粗盐中可溶性杂质的原理。



(2)试剂加入的先后顺序。

根据原理可知， Na_2CO_3 溶液既可除去 CaCl_2 ，又可除去过量的 BaCl_2 ，故 Na_2CO_3 溶液必须在加 BaCl_2 溶液之后加入，盐酸要除去过量的 Na_2CO_3 和 NaOH ，故应在过滤后，向滤液中加入，因此各试剂的加入顺序可以为：① $\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$ 盐酸；

② $\text{NaOH} \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$ 盐酸；

③ $\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow$ 盐酸。

2. SO_4^{2-} 检验的易错点

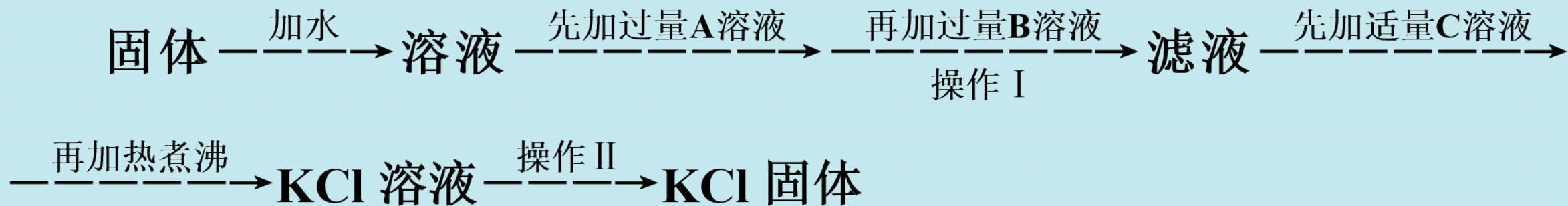
(1) 只加可溶性钡盐，不酸化，误将 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 等干扰离子判断成 SO_4^{2-} 。因上述离子会产生 BaCO_3 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 BaSO_3 等白色沉淀。

(2) 误将 Ag^+ 判断成 SO_4^{2-} 。如向待测液中滴加 BaCl_2 溶液，再加稀盐酸有白色沉淀便断定含 SO_4^{2-} 。其错误之处是若溶液中含 Ag^+ 也会产生同样的现象： $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ (白色)。

(3) 误将 SO_3^{2-} 判断成 SO_4^{2-} 。如向待测液中滴加用稀盐酸酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液生成白色沉淀，便误以为有 SO_4^{2-} 。该错误是未注意 NO_3^- 在酸性环境中具有强氧化性，可将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} ，从而生成 BaSO_4 白色沉淀。

[典例精练]

例1 为了除去 KCl 固体中少量的 MgCl_2 、 MgSO_4 ，可选用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 HCl 和 K_2CO_3 三种试剂，按下列步骤操作：



(1) 写出三种试剂的化学式：A _____， B _____， C _____。

(2)根据题意，回答下列问题：

①加入过量A的目的是_____；

②加入过量B的目的是_____；

③加热煮沸的目的是_____。

(3)操作 I 是_____，操作 II 是_____。

变式1 为了除去粗盐中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 及泥沙，可将粗盐溶于水，然后进行下列五项操作：①过滤；②加过量 NaOH 溶液；③加适量盐酸；④加过量 Na_2CO_3 溶液；⑤加过量 BaCl_2 溶液。正确的操作顺序是 ()

A. ⑤②④③①

B. ④①②⑤③

C. ②⑤④①③

D. ①④②⑤③

【答案】 (1) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ K_2CO_3 HCl

(2) ①除尽 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} ②除尽过量的 Ba^{2+} ③使 HCl 挥发 (3)过

滤 蒸发

【解析】要使杂质一一除去，必须考虑到所加试剂是过量的，而且过量的试剂在后面步骤中必须能除去，要除去 Mg^{2+} ，可用含 OH^- 的试剂，除 SO_4^{2-} 可用含 Ba^{2+} 的试剂，故先加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 。加入的过量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中的 Ba^{2+} 可用 K_2CO_3 除去，过量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中的 OH^- 以及过量 K_2CO_3 中的 CO_3^{2-} ，可用稀盐酸除去，最后加热煮沸可除去 HCl 。

变式2 化学实验中常将溶液或试剂进行酸化，下列酸化的处理措施正确的是(提示： HNO_3 具有强氧化性，可氧化 SO_3^{2-} 、 Fe^{2+} 等离子) ()

- A. 检验溶液中是否含有 SO_3^{2-} 时，用硝酸酸化后再加 BaCl_2 溶液
- B. 为提高高锰酸钾溶液的氧化能力，用盐酸将高锰酸钾溶液酸化
- C. 检验溶液中是否含有 Fe^{2+} 时，用硝酸酸化后，加 KSCN 溶液
- D. 检验溶液中是否含有 SO_4^{2-} 时，用盐酸酸化后，加 BaCl_2 溶液

【答案】 D

【解析】硝酸能将 SO_3^{2-} 氧化，若忽视硝酸的氧化性，认为 SO_3^{2-} 与 Ba^{2+} 结合生成 BaSO_3 沉淀，则易错选 A；高锰酸钾溶液具有强氧化性，可氧化盐酸，降低溶液的氧化性，应用稀硫酸酸化，若不能掌握盐酸可还原高锰酸钾，则易错选 B；硝酸可氧化 Fe^{2+} ，根据加入 KSCN 溶液变红色的原因不能说明原溶液中含 Fe^{2+} ，可能是原溶液中有 Fe^{3+} ，若忽视原溶液中 Fe^{3+} 的存在，则易错选 C。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/946223122052010110>