

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

全品学练考

主编 肖德好

导学案

高中化学

必修第二册

基础版

数智教辅



—全品AI学伴—
7×24小时有问必答
高效预复习，吃透每一课

长江出版传媒
崇文书局

CONTENTS

目录

导学案

05

第五章 化工生产中的重要非金属元素

PART FIVE

第一节 硫及其化合物	099
第 1 课时 硫和二氧化硫	099
第 2 课时 硫酸 硫酸根离子的检验	104
第 3 课时 不同价态含硫物质的转化	109
第二节 氮及其化合物	112
第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮	112
第 2 课时 氨和铵盐	116
第 3 课时 硝酸 酸雨及防治	120
拓展微课 6 硫、氮及其化合物为主体的实验“微设计”	123
第三节 无机非金属材料	127
本章素养提升	131

06

第六章 化学反应与能量

PART SIX

第一节 化学反应与能量变化	133
第 1 课时 化学反应与热能	133
第 2 课时 化学反应与电能	137
第二节 化学反应的速率与限度	142
第 1 课时 化学反应的速率	142
拓展微课 7 “变量控制法”在化学反应速率中的应用	146
第 2 课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制	148
拓展微课 8 “三段式法”的应用及图像分析	152
本章素养提升	154

第一节 认识有机化合物	157
第 1 课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构	157
第 2 课时 烷烃的性质	162
第二节 乙烯与有机高分子材料	165
第 1 课时 乙烯	166
第 2 课时 烃 有机高分子材料	169
第三节 乙醇与乙酸	172
第 1 课时 乙醇	172
第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类	175
第四节 基本营养物质	180
第 1 课时 糖类	180
第 2 课时 蛋白质 油脂	183
拓展微课 9 抓住官能团 类推陌生有机物的性质	187
◆ 本章素养提升	189

第一节 自然资源的开发利用	193
第 1 课时 金属矿物和海水资源的开发利用	193
第 2 课时 煤、石油和天然气的综合利用	197
第二节 化学品的合理使用	199
第三节 环境保护与绿色化学	205
◆ 本章素养提升	209

◆ 参考答案	211
--------------	-----

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

学习目标	素养目标
1. 通过分析硫的原子结构,推断硫元素可能的化学性质并进行证实,理解物质的微观结构与宏观性质之间的关系。	【变化观念与平衡思想】基于硫元素为核心建立物质转化视角,能够从物质类别和元素价态两个角度,依据复分解反应和氧化还原反应原理,分析硫及其化合物的化学性质及含硫物质间的转化关系。
2. 结合实验探究,了解二氧化硫的物理性质和化学性质,能说出二氧化硫的主要用途。	【科学探究与创新意识】能根据实验目的和假设设计实验方案,选择适当的实验试剂,探究二氧化硫与硫酸的物理和化学性质、硫酸根离子的检验方法以及不同价态含硫物质的转化。
3. 通过二氧化硫与水、氧气反应的学习,初步建立可逆反应的概念。	【科学态度与社会责任】能说明硫及其化合物的应用对社会发展的价值和对环境的影响,能有意识地运用所学知识和方法解决生产、生活中的简单化学问题
4. 通过实验探究,了解硫酸的酸性和浓硫酸的特性,能设计实验检验硫酸根离子。	
5. 知道含不同价态硫元素的物质可以相互转化,并能设计实验进行探究或验证,增强对氧化还原反应的认识。	
6. 能说出含硫物质进入大气的主要途径,知道二氧化硫进入大气形成的酸雨会危害环境,增强环保意识,培养社会责任感	

第1课时 硫和二氧化硫

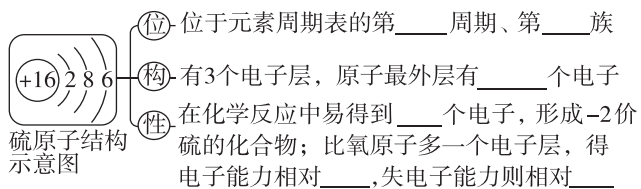
新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 硫的性质

【新知自主预习】

1. 硫元素的“位—构—性”



2. 单质硫的性质

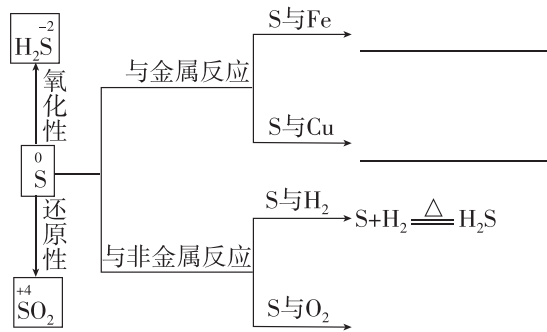
(1) 硫的物理性质

色、态	硬度	溶解性	熔点、沸点	密度
____晶体,俗称____	质脆,易研成粉末	难溶于水,____溶于酒精,____溶于二硫化碳	113℃(熔)、445℃(沸)	2.06 g·cm ⁻³

【注意】实验室中可用二硫化碳清洗附着在试管内壁上的单质硫。

(2) 硫的化学性质

硫单质中S元素显0价,处于中间价态,故硫单质既具有____又具有____,写出下列反应的化学方程式。



【注意】硫在空气中燃烧,产生微弱的淡蓝色火焰,在氧气中燃烧,产生明亮的蓝紫色火焰。

【实验活动探究】

某校化学兴趣小组通过实验探究硫的化学性质。

【实验 1】 将研细的硫粉和铁粉按照一定比例混合均匀,放在陶土网上堆成条状或如图甲所示的形状。用灼热的玻璃棒触及一端,当混合物呈红热状态时移开玻璃棒,观察发生的现象。

【实验 2】 取少量硫粉放入燃烧匙中,将燃烧匙放在酒精灯上加热至硫粉熔化并燃烧后,迅速伸入盛满氧气的集气瓶(底部有少量水)中,观察发生的现象。

【实验 3】 用坩埚钳夹住一束铁丝,灼烧后立刻放入充满氯气的集气瓶中,观察发生的现象。



硫粉与铁粉的反应
甲



硫粉在氧气中燃烧
乙



铁丝在氯气中燃烧
丙

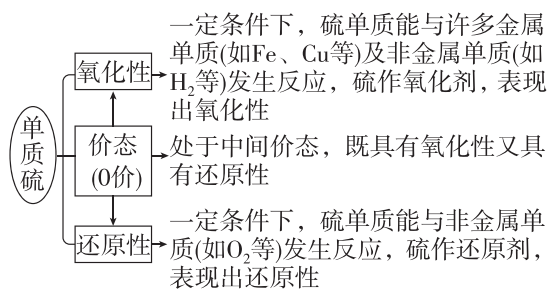
问题一:实验 1 中混合物持续红热,生成黑色固体 FeS。据此得出什么结论? 试写出该反应的化学方程式。

问题二:实验 2 中发出蓝紫色火焰,产生刺激性气味的气体 SO₂。试写出该反应的化学方程式,体现单质硫的什么性质?

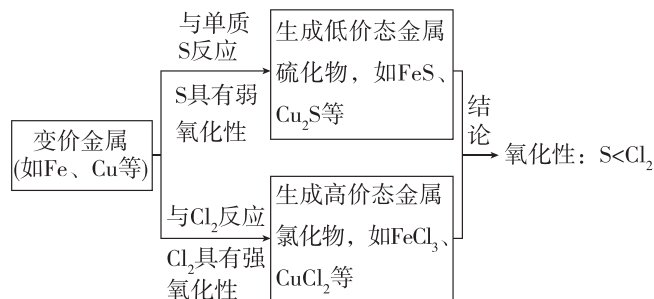
问题三:实验 3 中铁丝剧烈燃烧,产生棕黄色的烟,生成 FeCl₃ 固体。从微观角度分析 Fe 分别与 S、Cl₂ 反应产物中 Fe 元素价态不同的原因。

【核心知识讲解】

1. 从元素化合价角度认识单质硫的化学性质



2. 硫、氯气与变价金属反应的比较



【注意】 变价金属(如 Fe、Cu 等)与 S 或 Cl₂ 反应的产物取决于氧化剂的氧化性, 与氧化剂的用量无关。

【知识迁移应用】

例 1 下列物质间的反应中, 硫表现出还原性的是 ()

- A. 硫与氢气 B. 硫与氧气
C. 硫与铁 D. 硫与钠

例 2 下列物质中, 不能由单质直接化合生成的是 ()

- ① CuS ② FeS ③ SO₃ ④ H₂S

- A. ①③ B. ①②③ C. ①②④ D. 全部

【易错警示】

单质 S 与 O₂ 反应时, 无论氧气是否足量, 均生成 SO₂, 不能直接生成 SO₃, SO₂ 转化为 SO₃ 需要在催化剂、加热条件下才能进行。

◆ 学习任务二 二氧化硫的性质和用途

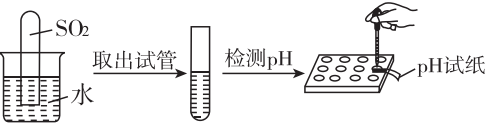
【新知自主预习】

一、SO₂ 的物理性质

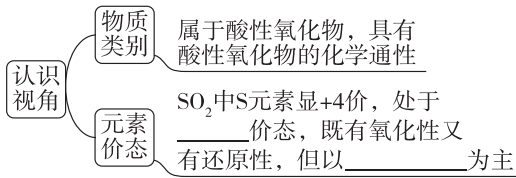
1. 物理性质

颜色	气味	毒性	密度	溶解性
无色	有____ ____气味	____毒	比空气的____	____溶于水, 通常情况下, 1 体积的水可以溶解约 40 体积的 SO ₂

2. 实验探究

实验操作	
实验现象	试管内液面_____, pH 试纸变成红色
结论	SO ₂ 能溶于水, 所得溶液呈_____性

二、从“价一类”二维视角认识 SO₂ 的化学性质

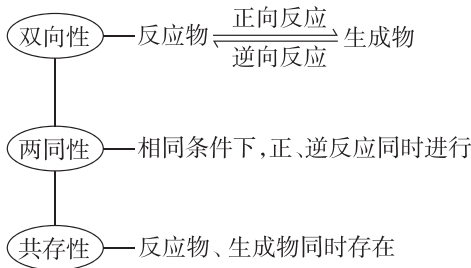


1. 具有酸性氧化物的性质 (物质类别)

(1) 与水反应

① SO₂ 与水反应生成 H₂SO₃, 化学方程式为_____, H₂SO₃ 不稳定, 容易分解成 SO₂ 与 H₂O。

② 可逆反应: 在_____, 既能向_____进行, 同时又能向_____进行的反应。
可逆反应特点:

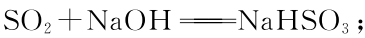


【注意】可逆反应这一概念的关键词是“同一条件”。

例如, $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 不属于可逆反应。

(2) 与碱溶液反应

与少量 NaOH 溶液反应:

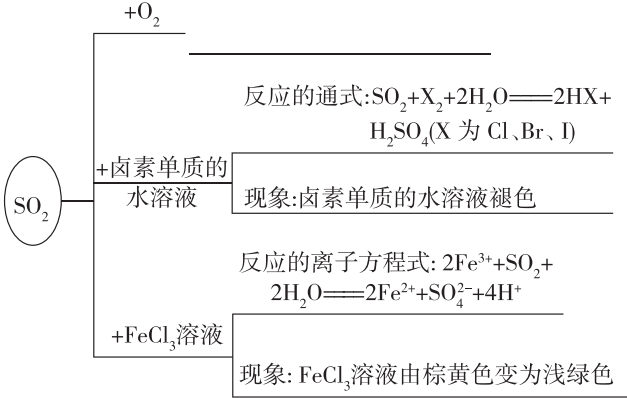


与足量 NaOH 溶液反应:

【注意】SO₂ 与碱溶液反应时, 反应物的量影响反应及产物, 若 SO₂ 不足, 反应生成亚硫酸盐; 若 SO₂ 足量, 反应则生成亚硫酸氢盐。

2. SO₂ 具有氧化性和还原性 (元素价态)

(1) 具有强还原性



(2) 具有弱氧化性

与 H₂S 溶液反应的化学方程式为_____, 反应现象为产生淡黄色浑浊。(注意: 该反应常用于无机物的反应及推断)

3. SO₂ 具有漂白性 [教材实验 5-2]

实验操作	实验现象	实验分析
用试管取 2 mL SO ₂ 的水溶液, 滴入 1~2 滴品红溶液, 振荡, 观察溶液的颜色变化	_____	SO ₂ 与品红溶液反应生成了无色物质
加热试管, 注意通风, 再观察溶液的变化	_____	加热时无色物质分解, 恢复为原来的颜色

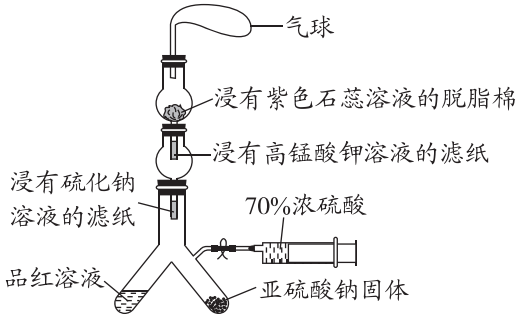
4. SO₂ 的重要用途

(1) 工业上常用 SO₂ 来漂白纸浆、毛、丝等。

(2) SO₂ 可用于_____, 还是一种食品添加剂。

【实验活动探究】

已知: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{较浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。某小组同学利用亚硫酸钠固体和 70% 硫酸溶液反应制取 SO₂ 气体并探究其化学性质, 实验装置如图所示:



问题一:浸有紫色石蕊溶液的脱脂棉的颜色如何变化? 其原因是什么? 结合化学方程式予以分析。

问题二:品红溶液逐渐褪色,体现 SO₂ 的什么性质? 褪色后,加热 Y 形管左侧品红溶液,溶液又重新变为红色,其原因是什么?

问题三:硫化钠溶液中产生什么现象? 酸性 KMnO₄ 溶液褪色,体现 SO₂ 的什么性质?

【核心知识讲解】

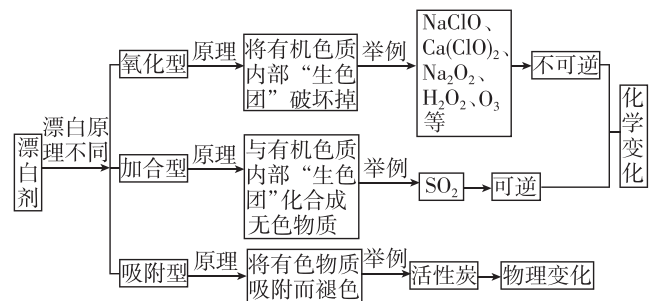
1. SO₂ 和 CO₂ 的化学性质比较

		SO ₂	CO ₂
共性	与水反应	SO ₂ + H ₂ O $\rightleftharpoons$ H ₂ SO ₃	CO ₂ + H ₂ O $\rightleftharpoons$ H ₂ CO ₃
	与碱反应	SO ₂ 气体通入澄清石灰水中,先生成沉淀,当气体过量时沉淀又溶解: Ca(OH) ₂ + SO ₂ $\rightleftharpoons$ CaSO ₃ ↓ + H ₂ O CaSO ₃ + SO ₂ + H ₂ O $\rightleftharpoons$ Ca(HSO ₃) ₂	CO ₂ 气体通入澄清石灰水中,先生成沉淀,当气体过量时沉淀又溶解: Ca(OH) ₂ + CO ₂ $\rightleftharpoons$ CaCO ₃ ↓ + H ₂ O CaCO ₃ + CO ₂ + H ₂ O $\rightleftharpoons$ Ca(HCO ₃) ₂
	与碱性氧化物反应	SO ₂ + CaO $\rightleftharpoons$ CaSO ₃	CO ₂ + CaO $\rightleftharpoons$ CaCO ₃
	弱氧化性	SO ₂ + 2H ₂ S $\rightleftharpoons$ 3S + 2H ₂ O	CO ₂ + C $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2CO
差异性	还原性	能被酸性高锰酸钾溶液、Cl ₂ 、Br ₂ 、I ₂ 等氧化剂氧化	—
	漂白性	能使品红溶液褪色(暂时性、可逆性)	—

(续表)

		SO ₂	CO ₂
鉴别方法		①利用二氧化硫的还原性,用酸性高锰酸钾溶液或溴水鉴别 ②利用二氧化硫的漂白性,用品红溶液鉴别	
除杂	CO ₂ 中混有少量 SO ₂	将气体通过饱和 NaHCO ₃ 溶液洗气或将气体通过酸性高锰酸钾溶液洗气	

2. 三种类型漂白原理的比较



【知识迁移应用】

例 3 [2024 · 广东清远高一期中] SO₂ 是一种食品添加剂,在食品的加工中起着重要的作用,但如果使用不当就有可能造成食品中 SO₂ 残留量超标。葡萄酒中添加适量的 SO₂ 能防止葡萄酒中的某些成分氧化变质,这是利用了 SO₂ 的 ()

- A. 氧化性 B. 漂白性
C. 还原性 D. 有毒性

例 4 实验室中为验证 SO₂ 的性质,将 SO₂ 分别通入溴水、品红溶液、硫化氢溶液、滴有酚酞的氢氧化钠溶液。下列说法错误的是 ()

- A. 溴水褪色,体现 SO₂ 的还原性
B. 品红溶液褪色,体现 SO₂ 的漂白性
C. 硫化氢溶液变浑浊,体现 SO₂ 的氧化性
D. 滴有酚酞的氢氧化钠溶液褪色,体现 SO₂ 的漂白性

【易错警示】

- (1)SO₂ 的漂白性一般是指与有色有机物质的作用,与有色无机物质的作用不是漂白性。
(2)SO₂ 不能漂白酸碱指示剂,只能使紫色石蕊溶液变红,但不褪色。
(3)SO₂ 使卤水(氯水、溴水、碘水)、酸性 KMnO₄ 溶液等氧化性试剂褪色,体现 SO₂ 的还原性。

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

(1)硫元素在自然界中只存在化合态,没有游离态 ()

(2)硫和铁、铜在加热条件下生成 Fe_2S_3 和 CuS ()

(3)硫是一种非金属单质,与其他单质反应,只能作氧化剂 ()

(4) SO_2 的水溶液中存在 SO_2 、 H_2SO_3 的原因是 SO_2 与 H_2O 的反应为可逆反应 ()

(5) SO_2 与氯水混用,漂白效果更好 ()

(6) SO_2 气体通入 BaCl_2 溶液产生白色沉淀 BaSO_3 ()

(7)某气体通入品红溶液后,品红溶液褪色,则该气体一定是 SO_2 ()

(8) SO_2 通入紫色石蕊溶液中先变红色后褪色 ()

2. 下列关于硫单质的说法不正确的是 ()

- A. 自然界中存在单质硫
- B. 硫在过量纯氧中燃烧的产物是三氧化硫
- C. 单质硫既有氧化性,又有还原性
- D. 试管内壁附着的硫可用二硫化碳溶解除去

3. 下列关于 SO_2 的叙述错误的是 ()

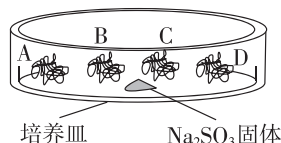
- A. SO_2 是有毒的气体
- B. SO_2 能与 NaOH 溶液反应
- C. SO_2 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- D. SO_2 能使紫色石蕊溶液褪色

4. 查看葡萄酒标签上的成分信息时,常发现其成分中含有少量 SO_2 。下列关于 SO_2 的说法正确的是 ()

- A. SO_2 具有还原性,不能用浓硫酸干燥
- B. SO_2 不能作食品添加剂,不该添加到葡萄酒中
- C. SO_2 具有还原性,少量的 SO_2 可防止葡萄酒氧化变质
- D. SO_2 可以使新制氯水褪色,体现了它的漂白性

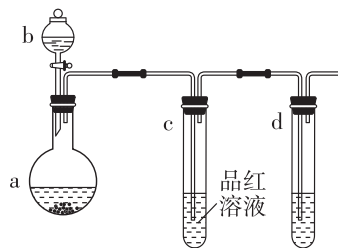
5. [2024·河北保定高一期末] 某同学为验证 SO_2 的性质,在培养皿中放置几团浸有不同物质的棉球,然后向 Na_2SO_3 固体上滴加 70% 的浓硫酸,并迅速盖上培养皿盖,实验装置如图所示。下

列有关实验现象及解释均正确的是[已知:
 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$]
 ()



选项	棉球所浸物质	实验现象	解释
A	品红溶液	褪色	SO_2 具有氧化性
B	滴有酚酞的 NaOH 溶液	不褪色	SO_2 不能漂白酚酞溶液
C	酸性 KMnO_4 溶液	褪色	SO_2 具有还原性
D	紫色石蕊溶液	变红	SO_2 溶于水,溶液呈碱性

6. 二氧化硫(SO_2)主要用于生产硫酸,也可用作防腐剂和抗氧化剂,还可用作漂白剂。实验室常用 Na_2SO_3 固体和 70% 硫酸溶液反应制备 SO_2 。某同学利用如图所示装置(夹持装置已省略)制备 SO_2 ,并验证其部分性质。回答下列问题:



(1)按图组装好仪器后,应先检查装置的_____。

(2)仪器 a 的名称是_____;仪器 b 中盛放的试剂是_____。

(3)实验过程中,试管 c 中的品红溶液褪色,这说明 SO_2 具有_____性。

(4)从氯水、 KI 溶液、 H_2S 饱和溶液、酸性 KMnO_4 溶液四种试剂中,选择_____加入试管 d 进行实验,可验证 SO_2 的氧化性,与此实验有关的化学方程式为_____。

(5)从环境保护的角度考虑,进行上述实验还需对该装置加以改进,其措施为_____。

(6)上述实验完成后,加热试管 c,可观察到的现象是_____。

第2课时 硫酸 硫酸根离子的检验

新课探究

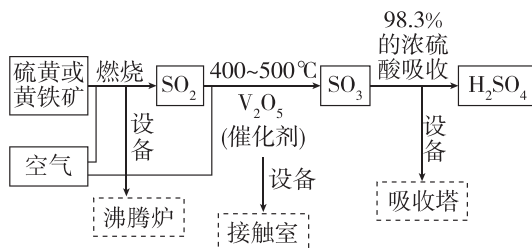
知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 硫酸

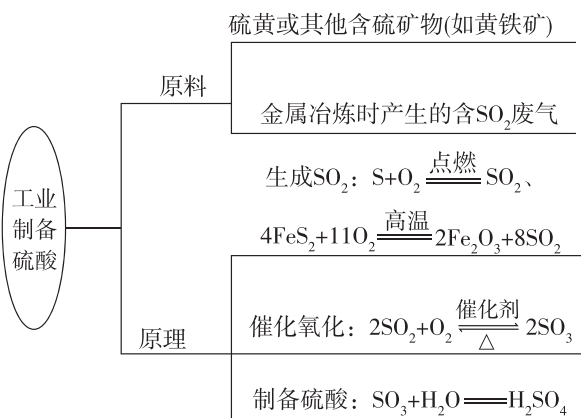
【新知自主预习】

一、工业制备硫酸的原理

1. 工艺流程



2. 制备原料及反应原理



二、硫酸的主要性质

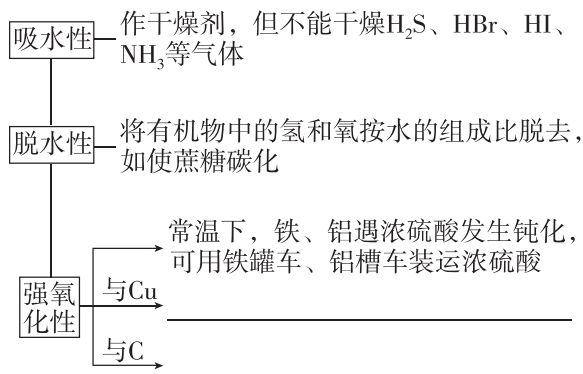
1. 稀硫酸的化学性质

稀硫酸具有酸的化学通性，写出下列反应的离子方程式：

H ₂ SO ₄ (稀)	酸碱指示剂 (如紫色石蕊溶液)	变红
	活泼金属 (如Zn)	
	碱性氧化物 (如CuO)	
	碱 (如NaOH)	
	某些盐 (如BaCl ₂)	

【注意】稀硫酸中 H⁺ 体现弱氧化性，SO₄²⁻ 不体现氧化性，不能被还原。

2. 浓硫酸的三大特性



【注意】①稀释浓硫酸时，将浓硫酸沿器壁缓慢注入水中，并用玻璃棒不断搅拌以散热；②浓硫酸的沸点高、难挥发，常利用浓硫酸制备挥发性酸[如 HCl: 2NaCl(s) + H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂SO₄ + 2HCl↑]。

【实验活动探究】

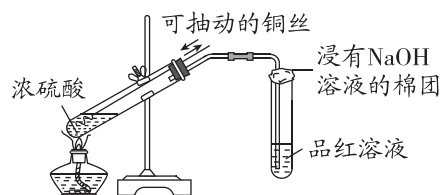
【实验1】浓硫酸与蔗糖发生的“黑面包”反应



实验现象：蔗糖逐渐变黑，体积膨胀，形成黑色疏松多孔的海绵状的固体，并放出有刺激性气味的气体。

【实验2】浓硫酸与铜的反应

实验装置：



实验操作及现象：在带导管的橡胶塞侧面挖一个凹槽，并嵌入下端卷成螺旋状的铜丝。在试管中加入 2 mL 浓硫酸，塞好橡胶塞，使铜丝与浓硫酸接触。加热，将产生的气体通入品红溶液，品红溶液逐渐变为无色，向外拉铜丝，终止反应。冷却后，将试管里的物质慢慢倒入盛有少量水的另一支试管里，溶液变成蓝色。

问题一:结合实验 1 现象推测蔗糖和浓硫酸的“黑面包”实验中,可能发生了哪些化学反应,主要体现了浓硫酸的哪些化学性质?

问题二:实验 2 中的实验现象主要体现了浓硫酸的哪些性质?浓硫酸与铜反应的原理是什么?

【核心知识讲解】

1. 浓硫酸的吸水性和脱水性比较

	吸水性	脱水性
作用对象	含有水分子或结晶水的物质	一般为含氢、氧元素的有机物,氢、氧元素按水的组成比脱去
变化类型	物理变化或化学变化	化学变化
能量变化	放热	放热
本质区别	看与浓硫酸接触的物质中是否含有“H ₂ O”。若含有“H ₂ O”,则浓硫酸表现吸水性;若不含“H ₂ O”,只是含有氢元素和氧元素的有机物,则浓硫酸表现脱水性	

2. 浓硫酸的强氧化性

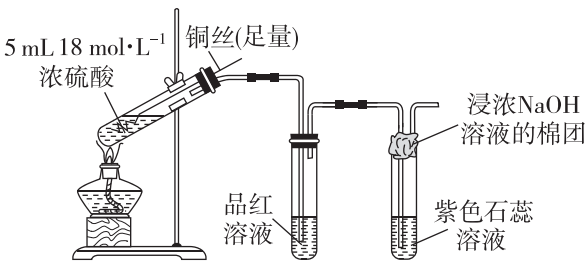
强氧化性	本质	浓硫酸具有强氧化性,H ₂ SO ₄ 分子中硫元素的化合价为+6价,S具有很强的得电子能力
	反应规律	①常温下与活泼金属反应(铁、铝除外)生成硫酸盐、H ₂ O和SO ₂ ,表现强氧化性和酸性,硫酸变稀后,生成的气体为H ₂
		②与不活泼金属和非金属单质反应,需要加热,否则不反应。还原产物一般是SO ₂ ,一般金属被氧化为高价态的硫酸盐,非金属单质被氧化为高价态氧化物或含氧酸
		③浓硫酸与金属反应时,既表现酸性又表现强氧化性,而非金属单质反应时,只表现强氧化性

【知识迁移应用】

例 1 [2024·湖北四地七校高一期中] 下列关于浓硫酸的说法正确的是 ()

- A. 浓硫酸使蓝色胆矾变白体现了脱水性
- B. 浓硫酸不能干燥 SO₂、HI、H₂S 等强还原性化合物
- C. 蔗糖和浓硫酸的“黑面包”实验中,浓硫酸主要体现了脱水性和强氧化性
- D. 浓硫酸和碳单质在加热条件下反应,反应中浓硫酸既体现出酸性,又体现出氧化性

例 2 [2025·北京清华附中高一期末] 浓硫酸与铜反应的装置如图所示,下列说法不正确的是 ()



- A. 可通过推拉铜丝控制反应的发生与停止
- B. 浸浓 NaOH 溶液的棉团作用: $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 品红溶液褪色和紫色石蕊溶液变红均可证明反应发生
- D. 充分反应后,被还原的硫酸为 0.045 mol

【易错警示】浓硫酸与金属反应的规律

- (1)与活泼金属(如 Zn)反应,开始产生 SO₂,硫酸溶液浓度变小后,产生 H₂。
- (2)与不活泼金属(如 Cu)反应(加热),开始产生 SO₂,浓度变小后,稀硫酸不再与不活泼金属反应。例如 1 mol Cu 与含 2 mol H₂SO₄ 的浓硫酸充分反应,生成 SO₂ 的物质的量小于 1 mol。

◆ 学习任务二 硫酸盐 SO_4^{2-} 的检验

【新知自主预习】

一、几种常见的硫酸盐

硫酸盐	硫酸钙	硫酸钡	硫酸铜
存在形式	自然界中的硫酸钙常以石膏()的形式存在	自然界中的硫酸钡以重晶石(BaSO_4)的形式存在	—
性质或变化	石膏被加热到 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 时,会失去所含的大部分结晶水,生成熟石膏($2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	既不溶于水也不溶于酸,不容易被 X 射线透过	结合水后会变成蓝色晶体,俗称 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
主要用途	用于制作各种模型和医疗用的石膏绷带;用于调节水泥的硬化速率	医疗上作为“钡餐”;可用作白色颜料;可用作油漆、油墨、造纸、塑料、橡胶等的原料及填充剂	胆矾和石灰乳混合制成农药——波尔多液

二、 SO_4^{2-} 的检验

1. 探究 SO_4^{2-} 的检验 [教材实验 5-4]

实验操作	在三支试管中分别加入少量稀硫酸(试管①)、 Na_2SO_4 溶液(试管②)和 Na_2CO_3 溶液(试管③),然后各滴入几滴 BaCl_2 溶液,观察现象。再分别加入少量稀盐酸,振荡,观察现象		
实验现象	试管①产生白色沉淀,加入稀盐酸,沉淀不溶解	试管②产生白色沉淀,加入稀盐酸, _____	试管③产生白色沉淀,加入稀盐酸, _____
相关离子方程式	_____	_____	_____、 _____
结论	在溶液中, Ba^{2+} 和 SO_4^{2-} 结合生成不溶于稀盐酸的白色 BaSO_4 沉淀		

2. SO_4^{2-} 的检验

(1)实验操作

待测液 $\xrightarrow{\text{稀盐酸酸化}}$ 无明显现象 $\xrightarrow{\text{BaCl}_2 \text{ 溶液}}$ 出现 _____ 色沉淀,即可确定存在 SO_4^{2-} 。

(2)理论解释

- ①先加稀盐酸的目的是排除 _____、 _____、 _____ 等离子干扰。
- ②再加 BaCl_2 溶液,若存在 SO_4^{2-} ,发生反应的离子方程式为 _____。

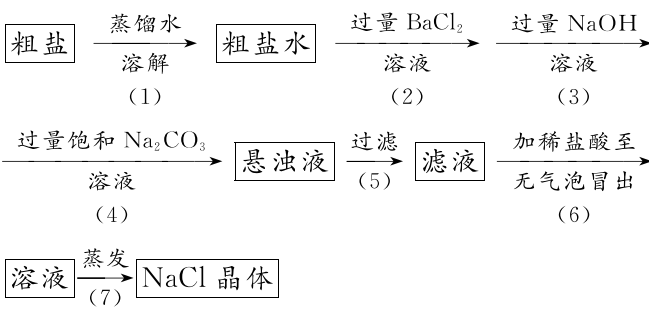
【实验活动探究】

【实验目的】用化学沉淀法去除粗盐中的可溶性杂质: Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 。

【实验试剂】粗盐、蒸馏水、 BaCl_2 溶液、 NaOH 溶液、饱和 Na_2CO_3 溶液、稀盐酸。

【实验步骤】

实验操作流程



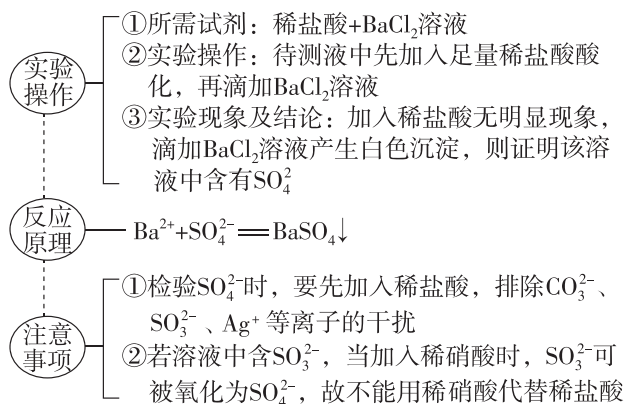
问题一:步骤(2)中如何表明 SO_4^{2-} 沉淀完全?

问题二:为什么每次加入的试剂都要略微过量?加入稀盐酸的目的是什么?

问题三:本实验中加入试剂的顺序能否调整?试剂的加入顺序有什么原则吗?

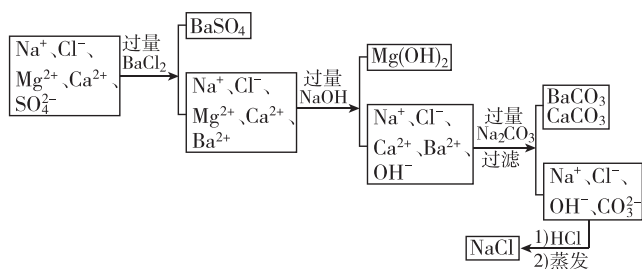
【核心知识讲解】

1. 硫酸根离子 (SO_4^{2-}) 的检验方法及原理



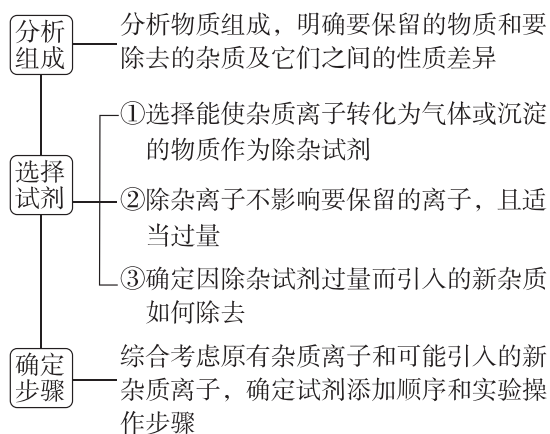
2. 粗盐的提纯

(1)粗盐提纯时，试剂的加入顺序及各步操作时体系中的主要离子和沉淀成分：



【注意】①每一步加入的除杂试剂都必须过量，多次沉淀，一次过滤；要先过滤沉淀再加入稀盐酸中和。②要先加入过量 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-} ，后加入过量 Na_2CO_3 溶液除去 Ca^{2+} 及过量的 Ba^{2+} 。

(2)利用离子反应除去杂质的思路和方法



【知识迁移应用】

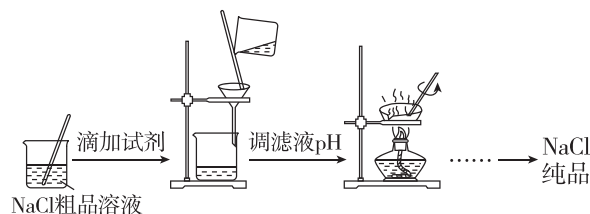
例3 已知稀硝酸具有强氧化性， Na_2SO_3 在空气中易被氧化为 Na_2SO_4 。现有一包装破损的 Na_2SO_3 白色固体粉末，为了检验其是否变质，正确的方法是(试剂均过量) ()

- A. 取少量样品于试管中，滴入稀盐酸，无沉淀，再滴入 BaCl_2 溶液，若有白色沉淀产生，则说明已变质
- B. 取少量样品于试管中，滴入稀硝酸，再滴入 BaCl_2 溶液，若有白色沉淀产生，则说明已变质
- C. 取少量样品于试管中，滴入稀硫酸，再滴入 BaCl_2 溶液，若有白色沉淀产生，则说明已变质
- D. 取少量样品于试管中，滴入稀盐酸，若产生使品红溶液褪色的气体，则说明已变质

【易错警示】检验 SO_4^{2-} 的常见误区及分析

误区	分析
只加 BaCl_2 溶液，不加稀盐酸	可能是 Ag^+ 与 Cl^- 反应生成 AgCl 沉淀，还可能是 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 等与 Ba^{2+} 反应生成沉淀
BaCl_2 溶液与稀盐酸的滴加顺序颠倒	可能是 Ag^+ 与 Cl^- 反应生成了不溶于稀盐酸的 AgCl 沉淀
先用稀硝酸酸化再加入 BaCl_2 溶液或先用稀盐酸酸化再加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液	HNO_3 具有强氧化性，能将溶液中的 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 氧化成 SO_4^{2-}

例4 [2025·浙江1月选考] 提纯 NaCl 粗品(含少量的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 和 SO_4^{2-})得到 NaCl 纯品的方案如下，所用试剂为 BaCl_2 溶液、 Na_2CO_3 溶液、盐酸和 NaOH 溶液。



下列说法不正确的是 ()

- A. 用过量的 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-}
- B. Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 通过生成沉淀后过滤除去
- C. 4种试剂的使用顺序为 BaCl_2 溶液、 Na_2CO_3 溶液、盐酸、 NaOH 溶液
- D. 调pH后的滤液蒸发至大量固体析出，趁热过滤、洗涤、干燥后即得 NaCl 纯品

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

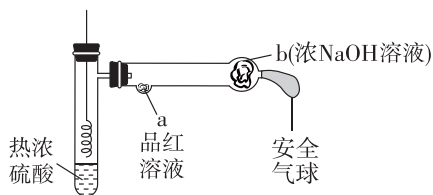
- (1)浓硫酸可用来干燥 NH_3 、 H_2S ()
- (2)冷的浓硫酸使铁、铝钝化属于物理变化 ()
- (3)浓硫酸具有强氧化性, SO_2 具有较强的还原性,因此不能用浓硫酸干燥 SO_2 ()
- (4)向 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的表面上滴加浓硫酸,晶体表面会出现“白斑” ()
- (5)取少量试样溶液,加入用稀盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,有白色沉淀生成,则溶液中一定含有 SO_4^{2-} ()

- (6)为除去粗盐水中少量的 Ca^{2+} ,可向溶液中加入过量的 K_2CO_3 溶液,然后过滤 ()
- (7)为除去粗盐水中的 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} ,可依次加入稍过量的 NaOH 、 BaCl_2 、 Na_2CO_3 溶液,过滤后加入稀盐酸调节溶液为中性 ()

2. 浓硫酸可用来干燥某些气体,说明浓硫酸具有 ()

- A. 酸性 B. 吸水性
C. 脱水性 D. 氧化性

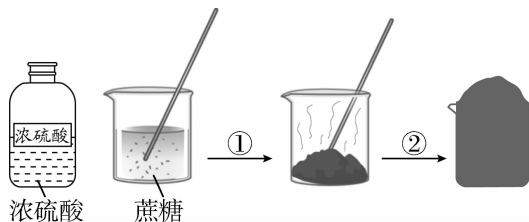
3. [2024·四川宜宾高一期末] 探究铜与过量热浓硫酸反应,装置如图所示(棉花团 a、b 均浸有相应溶液,夹持仪器略去)。下列有关说法错误的是 ()



- A. 上下抽动铜丝,可控制反应的发生与停止
- B. b 处浓 NaOH 溶液用于吸收 SO_2
- C. 为观察溶液颜色,反应后立即向左侧试管中加入少量蒸馏水并振荡
- D. 其他条件不变,用铁丝代替铜丝也可看到 a 处品红褪色

4. 下列有关检验试样中是否有 SO_4^{2-} 的操作及结论均正确的是 ()

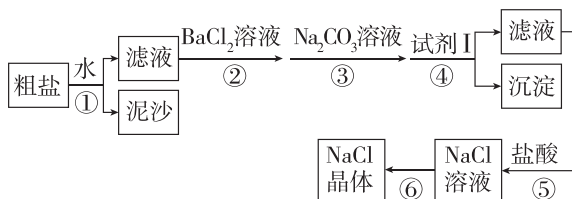
- A. 先加 HCl 溶液无明显现象,再加 BaCl_2 溶液有白色沉淀,一定有 SO_4^{2-}
- B. 加 HCl 酸化的 BaCl_2 溶液有白色沉淀,一定有 SO_4^{2-}
- C. 滴加 MgCl_2 溶液未产生白色沉淀,一定没有 SO_4^{2-}
- D. 滴加 BaCl_2 溶液有白色沉淀,一定有 SO_4^{2-}
5. 蔗糖与浓硫酸发生作用的过程如图所示。



下列关于该过程的分析不正确的是 ()

- A. 过程①白色固体变黑,主要体现了浓硫酸的脱水性
- B. 过程②固体体积膨胀,与产生的大量气体有关
- C. 过程中产生能使品红溶液褪色的气体,体现了浓硫酸的酸性
- D. 过程中蔗糖分子发生了化学变化

6. [2024·北京海淀区高一期末] 粗盐中通常含有 Na_2SO_4 、 MgCl_2 、 CaCl_2 和泥沙等杂质,实验室用粗盐制备 NaCl 晶体的流程如图所示。



(1)①中不需要使用的实验仪器是_____。

- A. 玻璃棒 B. 漏斗
C. 蒸发皿 D. 烧杯

(2)下列说法正确的是_____。

- A. ②的目的是除去 SO_4^{2-}
- B. ②和③的试剂顺序可以互换
- C. 试剂 I 是 KOH 溶液
- D. ⑤中只发生反应: $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$

(3)⑥中用到的分离方法是_____。

- A. 过滤 B. 冷却结晶
C. 吸附 D. 蒸发结晶

第 3 课时 不同价态含硫物质的转化

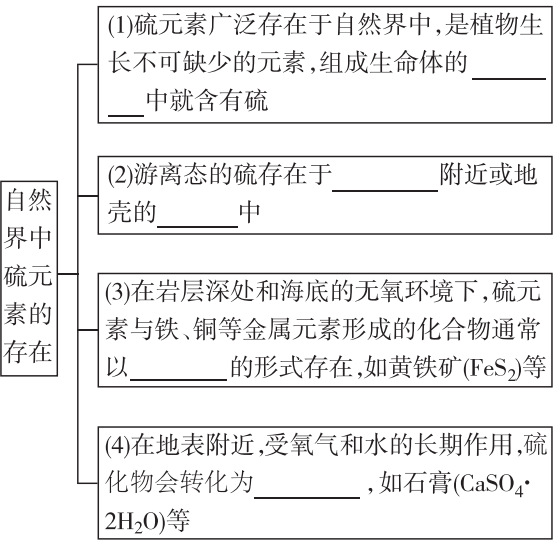
新课探究 知识导学 素养初识

◆ 学习任务 不同价态含硫物质的转化

【新知自主预习】

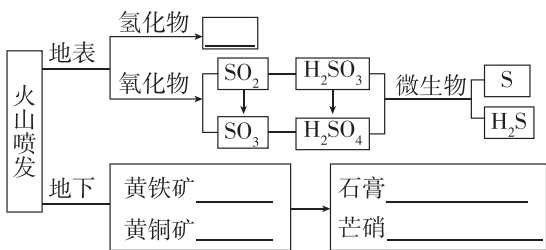
一、自然界中硫的存在和转化

1. 自然界中硫的存在



2. 自然界中硫的转化

火山口附近的硫单质被大气中的 O_2 氧化成_____,进一步被氧化生成 SO_3 , SO_2 和 SO_3 遇水分别形成_____和_____。转化关系如下:



二、不同价态含硫物质的转化

1. 转化原理

(1)硫元素常见价态及其转化关系



(2)通过_____反应实现不同价态含硫物质的相互转化。低价态的硫元素向高价态转化时需加入_____剂,高价态的硫元素向低价态转化时需要加入_____剂。

2. 实验设计原则

设计实验实现不同价态含硫物质的转化,遵循的原则是科学性、_____,安全性和绿色化。

【实验方案设计】

【实验目的】依据不同价态含硫物质的性质与转化关系,选取含有硫元素的物质,实验探究-2价、0价、+4价、+6价四种价态硫元素之间的相互转化。

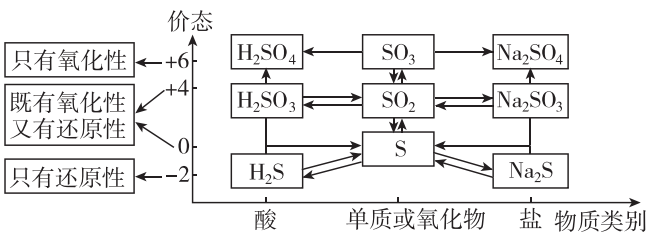
【实验试剂】硫粉、 SO_2 水溶液、浓硫酸、氯水、 Na_2S 溶液、铜片、品红溶液、稀盐酸、 BaCl_2 溶液。

【实验方案】结合“不同价态含硫物质的性质及转化”,选取合适试剂,设计实验实现如表所示的转化目标。

序号	价态变化	转化前的含硫物质	选择试剂	转化后的含硫物质	预期现象
①	-2→0				
②	0→-2				
③	0→+4				
④	+4→0				
⑤	+4→+6				
⑥	+6→+4				

【核心知识讲解】

1. 利用“价一类”二维图构建含硫物质的转化关系



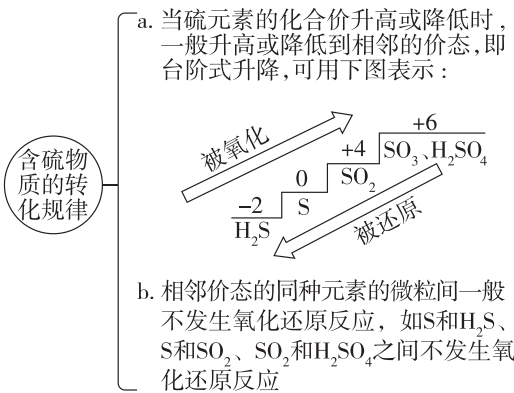
2. 含硫物质转化的思路与规律

(1)探究不同价态含硫物质之间相互转化的思路
首先,要选择含有不同价态的硫元素的物质,如含+4价硫元素的物质可以选择二氧化硫或亚硫酸钠。

其次,实现不同价态硫元素之间的相互转化,依据的是氧化还原理论,需要寻找合适的氧化剂或还原剂。

第三,提供表明相应转化实际发生的证据。

(2)含硫物质转化的规律

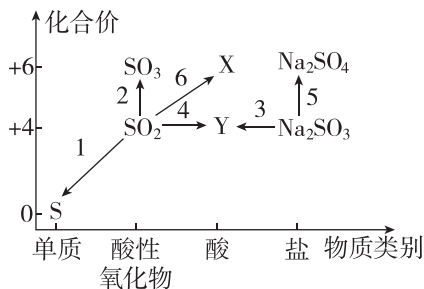


【知识迁移应用】

例 1 下列实验中,能实现不同价态含硫物质的转化的是 ()

- A. 向含足量 NaOH 的 Na₂S 溶液中加入 Na₂SO₃
- B. 常温下,向试管中加入 1 mL 浓硫酸和一小块铜片
- C. 将 0.5 g 硫粉和 1.0 g 铁粉均匀混合,在陶土网上堆成条状,用红热玻璃棒触及粉末一端至粉末未红热
- D. 向 Na₂SO₃ 固体中加入 70% 的浓硫酸制备 SO₂

例 2 [2024·江苏南京二十九中高一月考] 如图所示为 S 元素的“价—类”二维图,图中列出了部分转化箭头。



下列说法正确的是 ()

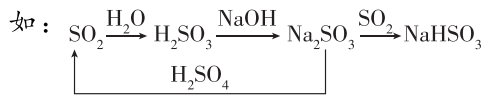
- A. Y 的化学式为 H₂SO₄
- B. 实现 3 所示的转化可以用 NaOH 溶液

C. 实现 6 所示的转化可以用 H₂

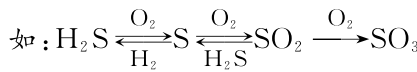
D. 实现 4 所示的转化可以用 H₂O

【归纳总结】硫及其化合物的转化规律

(1)相同价态硫元素的转化是通过非氧化还原反应实现的



(2)不同价态硫元素的转化是通过氧化还原反应实现的



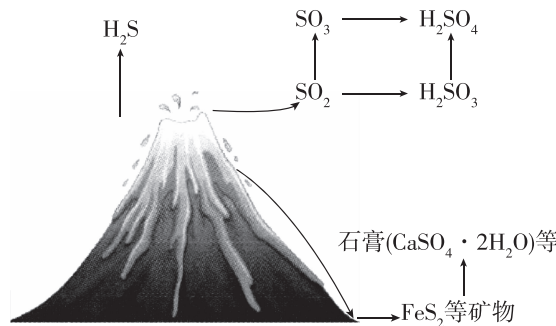
课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

- (1)由于-2价和+4价硫元素不稳定,自然界中含硫物质都以硫酸盐的形式存在 ()
- (2)在自然界中,空气中的 O₂ 和 H₂O 对硫元素的转化起到重要的作用 ()
- (3)大气中存在大量的氧气,因此自然界中含硫物质的转化都是氧化还原反应 ()
- (4)在岩层深处和海底无氧环境下,硫元素通常以硫酸盐的形式存在 ()
- (5)因为单质硫易与氧气反应,故自然界中不会存在游离态的硫 ()

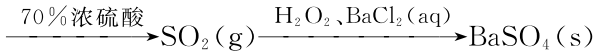
2. [2024·山西吕梁高一期中] 如图是硫元素在自然界中的存在示意图。下列说法错误的是 ()



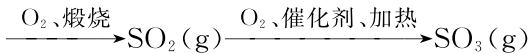
- A. 硫在自然界中既有游离态又有化合态
- B. SO₂→SO₃→H₂SO₄ 和 SO₂→H₂SO₃→H₂SO₄ 均为硫酸型酸雨的形成途径
- C. 在地表附近,硫元素的存在形式主要是 FeS₂ 等硫化物
- D. 反应 2H₂S+SO₂====3S+2H₂O 中,SO₂ 作氧化剂

3. [2025·江苏南通中学高一检测] 硫及其化合物的转化有着重要的应用。下列含硫物质的转化不正确的是 ()

A. 实验室探究 SO_2 的制备与性质: $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s})$



B. 工业上制备 H_2SO_4 的部分流程: $\text{FeS}_2(\text{s})$



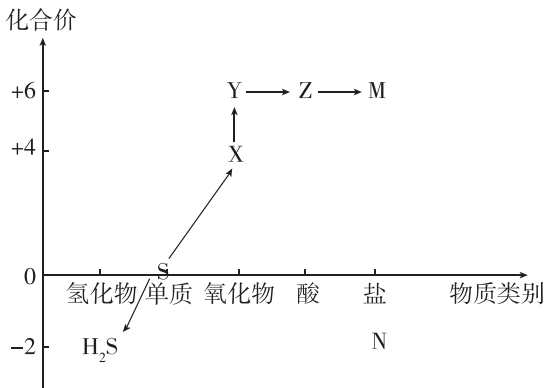
C. 用 Na_2CO_3 溶液吸收 SO_2 制备 Na_2SO_3 : $\text{SO}_2(\text{g})$



D. 实验室探究浓硫酸的性质: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$



4. 硫及其化合物的“价—类”二维图体现了化学变化之美。完成下列填空。



(1) 不同价态的硫元素可以相互转化, 请写出符合以下要求的化学方程式。

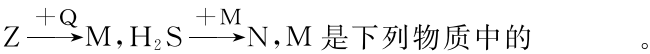
① 反应前后存在 3 种价态的硫元素:

_____。

② 反应前后存在 4 种价态的硫元素:

_____。

(2) 结合“价—类”二维图, 在一定条件下存在转化:



A. Na_2SO_4

B. CuSO_4

C. FeSO_4

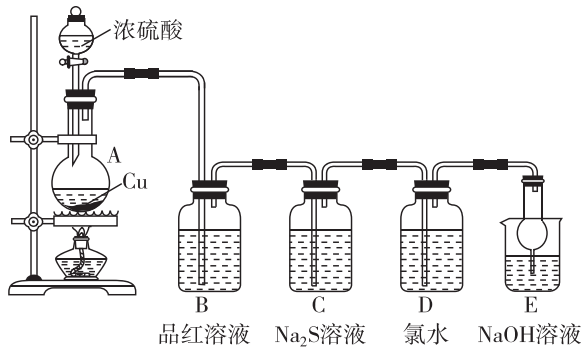
D. K_2SO_4

H_2S 生成 N 的离子方程式为 _____

_____ ; 相应的 Q 可以是 _____

(写出 2 类物质)。

5. 实验室通过如图所示装置来研究不同价态硫元素之间的转化。



(1) 写出 A 中发生反应的化学方程式: _____

_____。

(2) B 中的现象是 _____。

(3) C 中的现象是 _____, Na_2S 在反应中作 _____ 剂。

(4) D 中氯水褪色, 在此反应中硫元素的化合价由 _____ 转化为 _____; 甲认为可以补充一个实验进一步证明硫元素的价态转化, 实验方案和现象为 _____

_____。

(5) E 中 NaOH 溶液的作用是 _____, NaOH 溶液过量时的离子方程式为 _____

_____。

(6) 上述实验体现的 SO_2 的性质有 _____ (任填 2 项即可)。

第二节 氮及其化合物

学习目标	素养目标
1. 通过分析氮的原子结构,推断含氮物质可能的化学特性,理解结构与性质的关系。 2. 通过实验探究,了解一氧化氮与氧气反应、二氧化氮与水反应等性质,感受化学变化的奇妙。 3. 结合化学实验,了解氨与水、酸或氧气的反应,知道氨的催化氧化反应是工业上制取硝酸的基础,知道铵盐是重要的氮肥。 4. 通过对铵盐性质的学习,了解氨的实验室制法,知道铵盐的检验方法,培养学以致用理念。 5. 结合实验探究,了解硝酸的主要性质——不稳定性和强氧化性,知道硝酸是重要的化工原料。 6. 了解酸雨的概念,知道酸雨形成的主要原因是二氧化硫和二氧化氮进入大气,知道酸雨会严重危害环境,增强环保意识,培养社会责任感	【变化观念与平衡思想】能以工业合成氨、工业制硝酸的生产原理为载体,应用氧化还原反应原理,设计含氮物质的转化。 【科学探究与创新意识】能根据氨、铵根离子的性质和反应,选择合适的试剂,设计检验或者制取物质的方案。 【科学态度与社会责任】能理解氮的固定对人类生存的重要意义,明确合成氨工业对社会发展的价值

第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮

新课探究 知识导学 素养初识

学习任务一 氮气与氮的固定

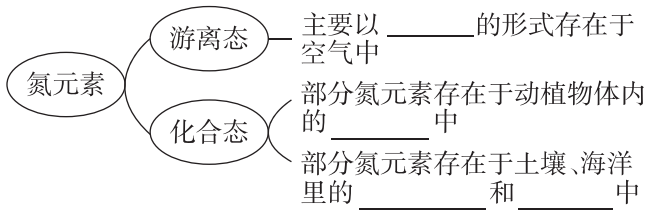
【新知自主预习】

一、氮元素及在自然界中的存在

1. 氮元素的“位—构—性”

- ①位—氮元素位于元素周期表的第__周期、第__族
- ②构—氮原子结构示意图为_____,最外层有__个电子
- ③性—既不容易得到__个电子,也不容易失去__个电子,故一般通过_____与其他原子相互结合构成物质

2. 自然界中氮元素的存在形式



二、氮气与氮的固定

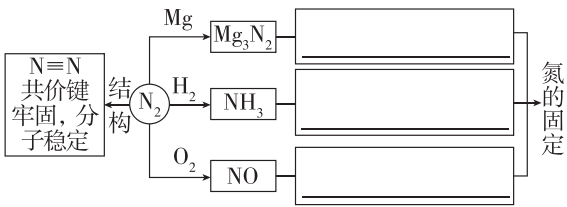
1. 氮气

(1)分子结构

氮分子的结构式为_____,两个氮原子间以_____结合,故 N₂ 的化学性质很稳定,通常情况下难以与其他物质发生化学反应,无法被大多数生物体直接吸收。

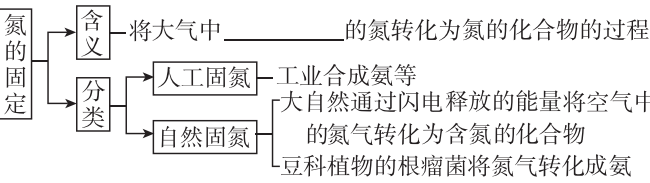
(2)化学性质

在高温、放电等条件下,N₂ 能与镁、氧气、氢气等物质发生化合反应,写出下列反应的化学方程式。

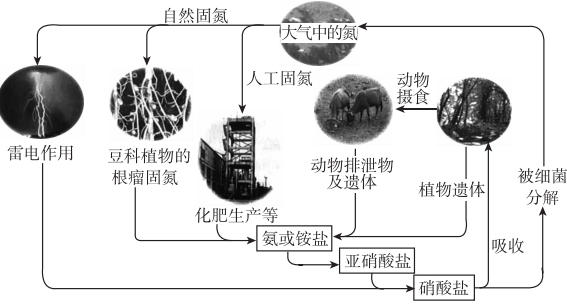


【注意】镁在空气中燃烧时,与空气中的 O₂、N₂、CO₂ 均能发生反应,与 N₂ 生成 Mg₃N₂,与 CO₂ 生成 MgO 和 C。

2. 氮的固定

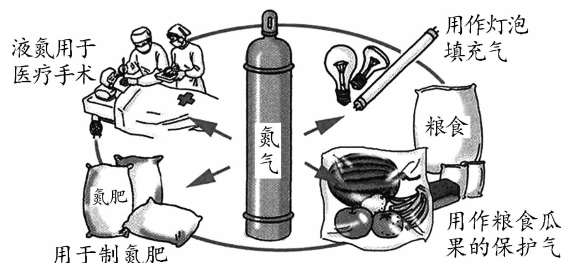


3. 自然界中氮的循环



【情境问题思考】

氮气是空气的主要成分之一,工业上常使用分离液态空气的方法来获得大量氮气,每年通过液化空气生产超过 3300 万吨的氮气。如图表示的是氮气的部分用途。



问题一:液氮用于医疗手术利用了氮气的哪些性质?

问题二:利用氮气作灯泡填充气和粮食瓜果的保护气,其依据是什么?

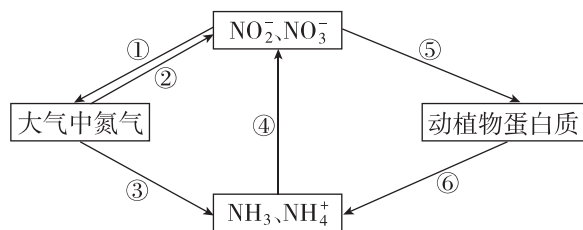
问题三:N 元素的非金属性稍弱于 O 元素,而 N_2 的化学性质很稳定, O_2 的化学性质活泼。试从微观结构角度分析其原因。

【知识迁移应用】

例 1 [2024·湖南临澧一中高一检测] 下列关于氮气的性质的说法中,正确的是 ()

- A. 点燃条件下, N_2 在氧气中燃烧生成 NO
- B. 点燃时, N_2 与金属 Mg 反应生成 Mg_3N_2 , N_2 作还原剂
- C. 合成氨反应中, N_2 发生氧化反应
- D. 氮气的化学性质稳定,其原因是两个氮原子之间以共价三键结合

例 2 [2025·湖南长郡中学高一检测] 氮在自然界中的转化是一个复杂的过程,如图所示的氮循环是生态系统物质循环的重要组成部分。下列有关氮循环的说法不正确的是 ()



- A. 雷雨天气容易发生转化②的过程
- B. 图中转化②③④都属于氮的固定
- C. 动植物蛋白质中一定含有氮元素
- D. 转化⑥说明有机物可以转化为无机物

◆ 学习任务二 一氧化氮和二氧化氮

【新知自主预习】

一、一氧化氮 (NO)

1. 物理性质

色、态	毒性	水溶性
无色气体	有毒	不溶于水

2. 化学性质

NO 具有较强的还原性,在常温下与氧气反应生成 NO_2 ,化学方程式为_____。

二、二氧化氮 (NO_2)

1. 物理性质

色、态	气味	毒性	密度	水溶性	特性
____色气体	有刺激性气味	有毒	密度比空气的____	____溶于水	____液化

2. 化学性质

(1) NO_2 溶于水生成硝酸和一氧化氮,化学方程式为_____。

(2)实验探究:NO₂ 溶于水[教材实验 5-5]

实验操作	在一支 50 mL 注射器中充入 20 mL NO,吸入 5 mL 水,用乳胶管和弹簧夹封住管口,振荡注射器,观察现象。打开弹簧夹,快速吸入 10 mL 空气后夹住弹簧夹,观察现象。振荡注射器,再观察现象
实验现象	第一次振荡时,_____;吸入空气后气体变为_____色,再振荡后气体又变为_____色,同时注射器的活塞向内移动
实验分析	NO 不溶于水,吸入空气后,_____,气体变为红棕色;振荡后,_____,气体变为无色,同时气体总体积减小

【实验活动探究】

某实验小组按如下步骤进行实验,探究氮氧化物与水的反应,请结合实验现象思考以下问题。

实验步骤	实验现象
实验 1:将充满 NO ₂ 的试管倒置于水槽中	试管内水面不断上升,试管内无色气体约为原 NO ₂ 体积的 $\frac{1}{3}$
实验 2:在上述实验 1 的试管中再缓缓通入适量 O ₂	通入适量 O ₂ 后水充满试管

问题一:试分析 NO₂ 气体溶于水,最后试管内无色气体约为原 NO₂ 体积的 $\frac{1}{3}$ 的原因。

问题二:若 NO₂ 与 O₂ 的混合气体同时通入水中时反应原理是什么? 剩余气体的情况如何?

【核心知识讲解】

1. NO 和 NO₂ 的性质比较

	NO	NO ₂
物理性质	通常为无色、无味的气体,不溶于水	通常为红棕色、有刺激性气味的气体
毒性	有毒(会跟血红蛋白结合)	有毒
与水反应	不反应(不溶于水)	$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
与氧气反应	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	不反应
收集方法	常用排水法	常用向上排空气法

2. 氮的氧化物溶于水的计算

NO₂(NO₂+N₂、NO₂+NO)溶于水

反应原理: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
反应分析: 只有 NO₂ 时, 剩余气体为 NO,
 $V(\text{NO}) = \frac{1}{3}V(\text{NO}_2)$

NO 和 O₂ 同时通入水中

$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ ①
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ②
反应循环, ①×3+②×2得
 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$

NO₂ 和 O₂ 同时通入水中

$3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ①
 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ ②
反应循环, ①×2+②得
 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$

【知识迁移应用】

例 3 [2024·江苏连云港高一调研] 下列关于 NO 和 NO₂ 的说法正确的是 ()

- A. NO₂ 是红棕色气体,易溶于水,属于酸性氧化物
- B. NO₂ 和 O₂ 以一定比例混合可以被水完全吸转化化成 HNO₃
- C. NO 可以采用向上排空气法进行收集
- D. NO₂ 可由 N₂ 和 O₂ 直接化合得到

例 4 [2024·四川自贡高一期末] 同温同压下,向三支容积相同的试管中分别充入等体积的两种气体,它们是①NO 和 O₂,②NO₂ 和 O₂,③NO 和 NO₂,并将三支试管均倒置于水槽中,充分反应后,试管中剩余气体体积(L)分别为 V₁、V₂、V₃,下列关系正确的是 ()

- A. V₁>V₃>V₂
- B. V₃>V₂>V₁
- C. V₃>V₁>V₂
- D. V₂>V₁>V₃

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

- (1)氮原子与其他原子只能形成共价键,不能形成离子键 ()
- (2)氮的固定中氮元素一定被氧化 ()
- (3) N_2 和足量 O_2 在放电条件下会生成 NO_2 ()
- (4)镁条在空气中燃烧时,可以与 O_2 、 N_2 、 CO_2 等反应生成 MgO 、 Mg_3N_2 、 C ()
- (5)由于 NO 极易与 O_2 反应,并且其密度与空气相差不多,因此收集 NO 只能用排水法 ()
- (6) N_2 与 O_2 反应时,不论 O_2 是否足量,其一步反应都只能得到 NO ,不能生成 NO_2 ()
- (7)由于 NO_2 极易与水反应且密度比空气大,因此收集 NO_2 只能用向上排空气法 ()

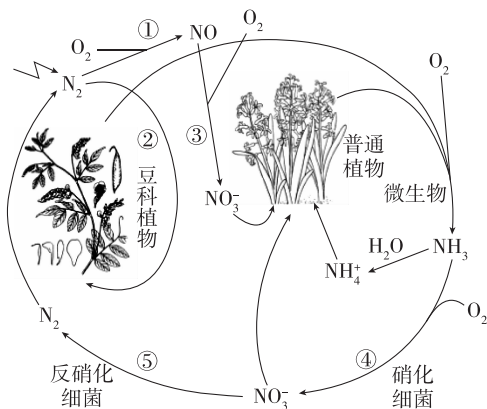
2. [2024·湖北黄冈中学高一期中] 氮元素是各种生物体生命活动不可缺少的重要元素,下列过程不属于氮的固定的是 ()

- A. 在一定条件下由氨和二氧化碳合成尿素
- B. 雷雨闪电时,大气中产生了一氧化氮
- C. 豆科农作物的根瘤菌使空气中的氮气转化为氨
- D. 工业上利用 N_2 和 H_2 合成氨

3. 下列对 NO 和 NO_2 的描述正确的是 ()

- A. NO_2 与水的反应中, NO_2 既是氧化剂又是还原剂
- B. NO 是红棕色气体,可用排空气法收集
- C. NO_2 难溶于水,可用排水法收集
- D. 从元素化合价角度看, NO 只有还原性

4. [2024·安徽蚌埠高一期末] 如图所示是自然界中的氮循环过程,下列有关叙述错误的是 ()



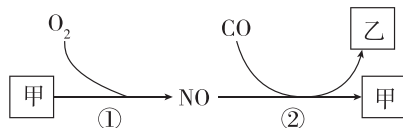
A. 反应①②及工业合成氨均属于氮的固定

B. 反应③的化学方程式为 $4NO + 3O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4HNO_3$

C. 反应④中,生成 1 mol NO_3^- ,至少需要提供 4 mol O_2

D. 过程中参与循环的元素有氮元素,还有氢元素和氧元素

5. [2024·山东菏泽高一期末] 燃油汽车行驶中会产生 CO 、 NO 等多种污染物。汽车发动机及催化转化器中发生的部分化学反应如图所示。以下判断错误的是 ()



A. 甲是空气中体积分数最大的成分

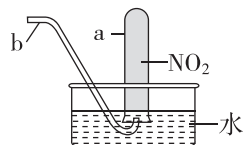
B. 乙是引起温室效应的气体之一

C. 反应①在常温下容易发生

D. 反应②中 NO 是氧化剂

6. NO_2 与水反应的实验探究。

[实验装置]



[实验探究]

(1)将盛满 NO_2 的试管 a 倒置在水中,预测观察到的现象有哪些? 水会充满整个试管吗? 其原因是什么? _____

(2)如果要将(1)实验后试管 a 中的 NO 气体充分转化,可以采取何种措施? _____

(3)根据上述实验(1)(2)可知,工业上生产硝酸时,要使 NO_2 完全转化为 HNO_3 ,应采取的措施是什么? _____
