



导学案

天津出版传媒集团
天津人民教育出版社

全品
学练考

高中化学

必修第二册 RJ

细分课时

分层设计

落实基础

突出重点

天津出版传媒集团
天津人民出版社

目录 Contents

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	导 115
第 1 课时 硫和二氧化硫	导 115
第 2 课时 硫酸 硫酸根离子的检验	导 119
第 3 课时 不同价态含硫物质的转化	导 124
第二节 氮及其化合物	导 127
第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮	导 127
第 2 课时 氨和铵盐	导 130
第 3 课时 硝酸 酸雨及防治	导 134
拓展微课 6 硫、氮及其化合物为主体的实验“微设计”	导 138
第三节 无机非金属材料	导 140
🔊 本章素养提升	导 144

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	导 146
第 1 课时 化学反应与热能	导 146
第 2 课时 化学反应与电能	导 150
拓展微课 7 新型化学电源原理及分析	导 154
第二节 化学反应的速率与限度	导 156
第 1 课时 化学反应的速率	导 156
拓展微课 8 “变量控制法”在化学反应速率中的应用	导 160
第 2 课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制	导 161
拓展微课 9 “三段式法”的应用及图像分析	导 164
🔊 本章素养提升	导 166

07

第七章 有机化合物

PART SEVEN

第一节 认识有机化合物	导 168
第 1 课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构	导 168
第 2 课时 烷烃的性质	导 172
拓展微课 10 烷烃一元(或多元)取代物种类判断	导 176
第二节 乙烯与有机高分子材料	导 177
第 1 课时 乙烯	导 177
第 2 课时 烃 有机高分子材料	导 180
拓展微课 11 烃燃烧的相关计算	导 183
拓展微课 12 常见烃分子中原子共线共面的判断	导 184
第三节 乙醇与乙酸	导 185
第 1 课时 乙醇	导 186
第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类	导 189
第四节 基本营养物质	导 193
第 1 课时 糖类	导 193
第 2 课时 蛋白质 油脂	导 196
拓展微课 13 抓住官能团 类推陌生有机物的性质	导 200
本章素养提升	导 201

08

第八章 化学与可持续发展

PART EIGHT

第一节 自然资源的开发利用	导 206
第 1 课时 金属矿物和海水资源的开发利用	导 206
第 2 课时 煤、石油和天然气的综合利用	导 209
第二节 化学品的合理使用	导 211
第三节 环境保护与绿色化学	导 217
本章素养提升	导 221

◆ 参考答案

导 223

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。 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。 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。 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	【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。 【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、硫酸的物理和化学性质、硫酸根离子的检验方法、不同价态含硫物质的转化。 【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

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”

硫原子结构示意图

位 位于元素周期表的第____周期、第____族
构 有3个电子层,原子最外层有____个电子
性 在化学反应中易得到____个电子,形成-2价硫的化合物;比氧原子多一个电子层,得电子能力相对____,失电子能力则相对____

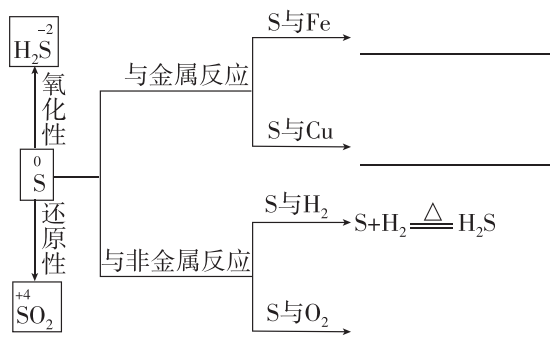
2. 单质硫的性质

(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 °C (熔)、445 °C (沸)	2.06 g · cm ⁻³

(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

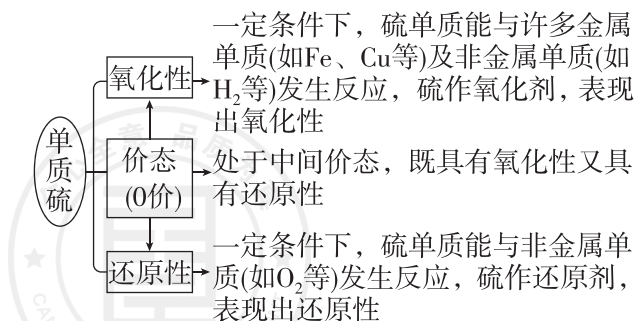
问题一:实验 1 中混合物持续红热,生成黑色固体 FeS。据此得出什么结论? 试写出该反应的化学方程式。

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?

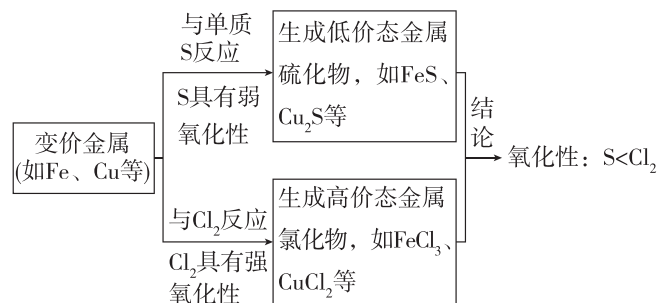
问题三:实验 3 中铁丝剧烈燃烧,产生棕黄色的烟,生成 FeCl₃ 固体。从微观角度分析 Fe 与 S、Cl₂ 反应产物中 Fe 元素价态不同的原因。

【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(Fe、Cu等)与S、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()

- ①CuS ②FeS ③SO₃ ④H₂S
- 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

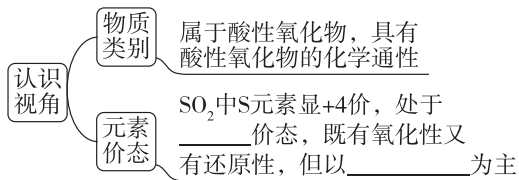
1. 物理性质

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—类”二维视角认识 SO₂ 的化学性质



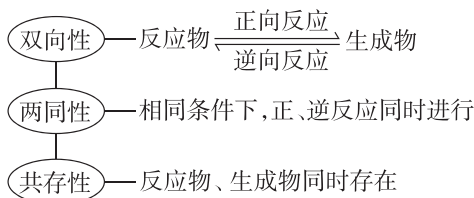
1. 具有酸性氧化物的性质（物质类别）

(1) 与水反应

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

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：

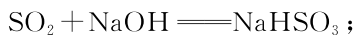


[注意] 可逆反应这一概念的关键词是“同一条件”。

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：



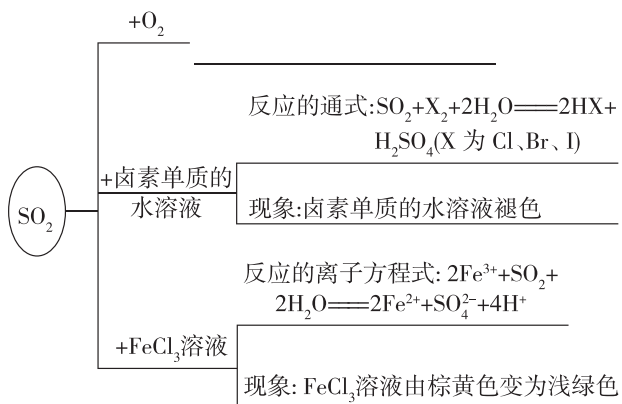
与足量 NaOH 溶液反应：

_____。

[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】

问题一：若将等物质的量的 SO₂ 和 Cl₂ 同时通入品红溶液中，溶液的漂白性是“强强联合”吗？

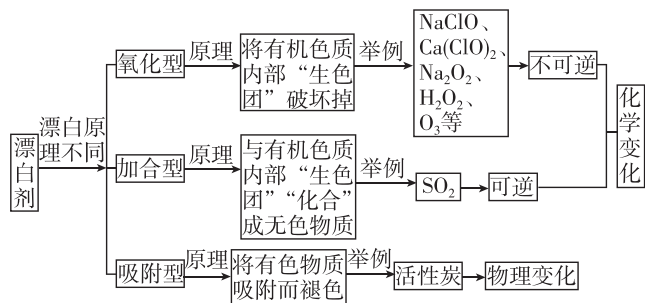
问题二：品红溶液中分别通入 SO₂ 和 Cl₂ 会出现什么现象？一段时间后对其进行加热，现象又如何？紫色石蕊溶液中分别通入 SO₂ 和 Cl₂ 会出现什么现象？

【核心知识讲解】

1. SO₂ 和 CO₂ 的化学性质比较

	SO ₂	CO ₂
与水反应	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
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: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$	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: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
与碱性氧化物反应	$\text{SO}_2 + \text{CaO} = \text{CaSO}_3$	$\text{CO}_2 + \text{CaO} = \text{CaCO}_3$
弱氧化性	$\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$
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)
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

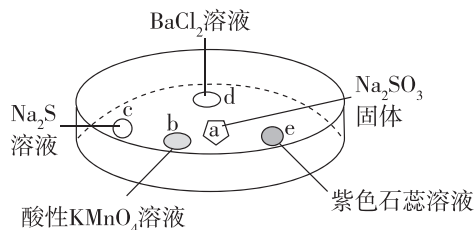


【知识迁移应用】

例 3 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 ()

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

例 4 [2024·江西宜春期末] 某实验小组在培养皿中设计了如下微型实验,向亚硫酸钠固体上滴加几滴 70% 的浓硫酸,立即用表面皿盖住培养皿[已知: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$]。下列说法正确的是 ()



- b 处溶液紫色褪去,证明 SO₂ 具有漂白性
- c 处出现黄色浑浊,表明 SO₂ 具有氧化性
- d 处发生反应: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$
- e 处紫色石蕊溶液由紫色变为红色,后又逐渐褪色

【易错警示】

- 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。
- 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。
- 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。

课堂评价

知识巩固 素养形成

1. [2024·四川南充高级中学期中] 下列关于硫单质的说法不正确的是 ()

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

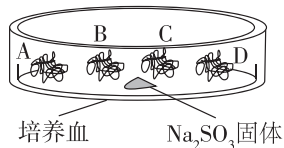
2. 下列关于 SO₂ 的叙述错误的是 ()

- A. SO₂ 是有毒的气体
- B. SO₂ 能与 NaOH 溶液反应
- C. SO₂ 能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色
- D. SO₂ 能使紫色石蕊溶液褪色

3. [2024·陕西渭南统考] 中医药文化博大精深, 其用药讲究十八反和十九畏, 其中有“硫黄原是火中精, 朴硝一见便相争”, 硫黄即硫单质。下列说法中正确的是 ()

- A. 根据化合价可知, S 在化学反应中只能作还原剂
- B. 硫单质可以溶于热碱, 体现氧化性和还原性
- C. 过量的硫与铜反应生成 CuS, 表现硫单质的氧化性
- D. $S + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2$, S 被氧化, 作氧化剂

4. [2024·河北保定期末] 某同学为验证 SO₂ 的性质, 在培养皿中放置几团浸有不同物质的棉球, 然后向 Na₂SO₃ 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: $Na_2SO_3 + H_2SO_4(\text{浓}) = Na_2SO_4 + SO_2 \uparrow + H_2O$] ()

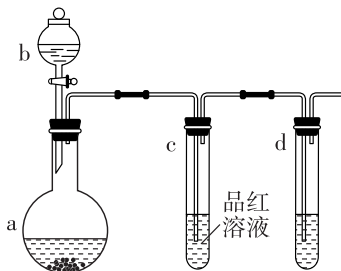


选项	棉球所浸物质	实验现象	解释
A	品红溶液	褪色	SO ₂ 具有氧化性
B	滴有酚酞的 NaOH 溶液	不褪色	SO ₂ 不能漂白酚酞溶液

(续表)

选项	棉球所浸物质	实验现象	解释
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

5. 二氧化硫(SO₂)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 Na₂SO₃ 固体和 70% 硫酸溶液反应制备 SO₂。某同学利用如图所示装置(夹持装置已省略)制备 SO₂, 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 SO₂ 具有_____性。
- (4) 从氯水、KI 溶液、H₂S 饱和溶液、酸性 KMnO₄ 溶液四种试剂中, 选择_____加入试管 d 进行实验, 可验证 SO₂ 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

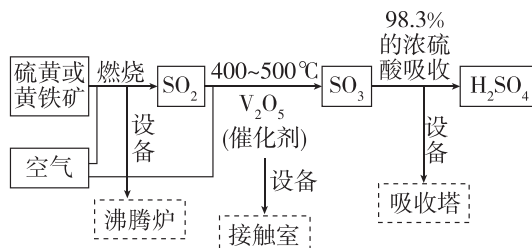
知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 硫酸

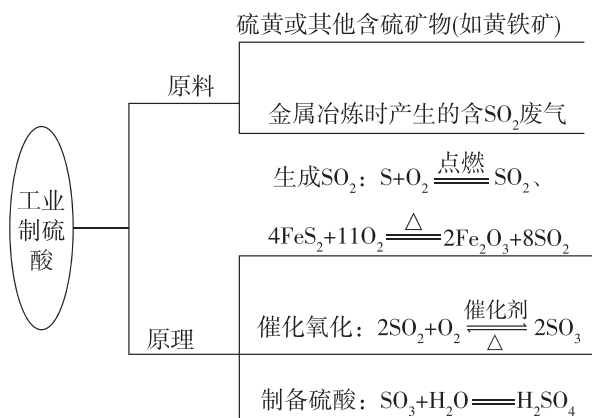
【新知自主预习】

一、工业制备硫酸的原理

1. 工艺流程



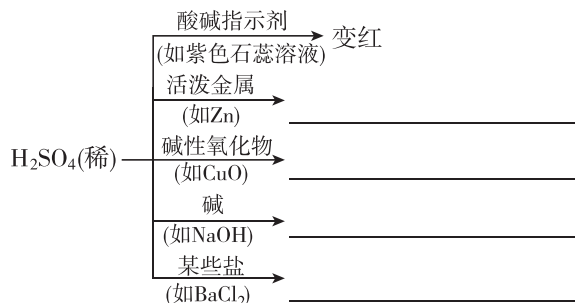
2. 制备原料及反应原理



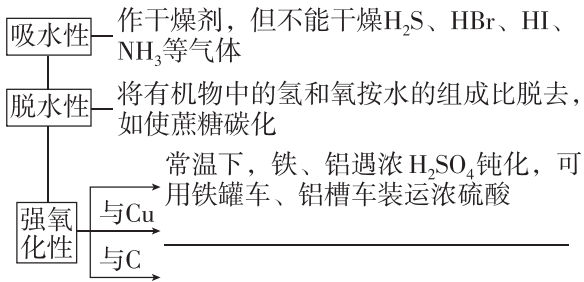
二、硫酸的主要性质

1. 稀硫酸的化学性质

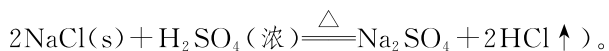
稀硫酸具有酸的化学通性,写出下列反应的离子方程式:



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纯硫酸的沸点高、难挥发,常利用浓硫酸制备挥发性酸(如 HCl:



【实验活动探究】

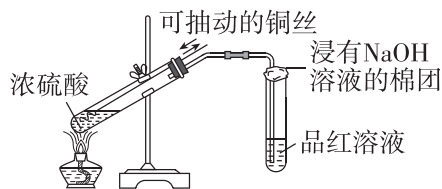
【实验 1】浓硫酸与蔗糖发生的“黑面包”反应



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

浓硫酸具有强氧化性,是因为 H_2SO_4 分子中+6价的硫元素具有很强的得电子能力。

(1) 与活泼金属反应的规律

常温下与活泼金属反应生成硫酸盐(铁、铝除外)、 H_2O 和 SO_2 ,表现浓硫酸的强氧化性和酸性,硫酸变稀后,生成的气体为 H_2 。

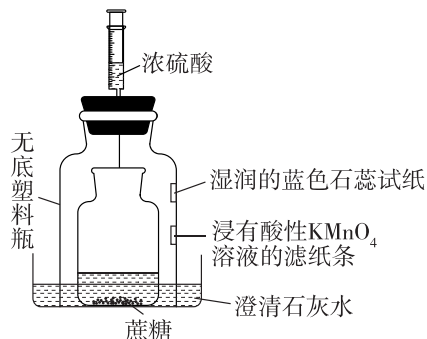
【注意】 常温下,铁、铝与浓硫酸反应形成致密氧化膜而钝化。

(2) 与不活泼金属和非金属反应的规律

- ① 反应需要加热,否则不反应。
- ② 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,而非金属反应时,只表现强氧化性。
- ④ 随着反应的进行,浓硫酸浓度变小,一旦变为稀硫酸,反应就停止。

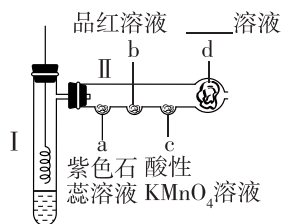
【知识迁移应用】

例 1 [2024·江苏宿迁期末] 利用如图所示装置进行浓硫酸与蔗糖反应的实验,敞口瓶中的蔗糖滴有少量水,将注射器中的浓硫酸注入其中,反应一段时间后,下列说法正确的是 ()



- A. 湿润的蓝色石蕊试纸变红,说明有 SO_2 生成
- B. 浸有酸性 KMnO_4 溶液的滤纸条褪色,说明 SO_2 具有还原性
- C. 澄清石灰水变浑浊,说明反应有 CO_2 产生
- D. 该实验只体现了浓硫酸的吸水性和强氧化性

例 2 某化学合作学习小组探究铜与热的浓硫酸反应的实验如下,a~d 均为浸有相应溶液的棉花,回答下列问题:



(1) 有效控制铜与热的浓硫酸的“反应和停止”的操作方法是_____。

(2) a 处溶液变_____色,说明铜与热的浓硫酸反应生成的气体产物具有“酸性氧化物”的性质。

(3) 铜与热的浓硫酸反应的实验体现了浓硫酸的酸性和_____性。

(4) 将试管 I 与试管 II 分离后,将 b 处溶液加热出现的现象为_____,其原因是_____。

(5) c 处反应的离子方程式为_____。

(6) d 处为_____溶液。

(7) 若试管 I 中生成的气体为 0.01 mol,则被氧化的铜的质量为_____ g。

【易错警示】 浓 H_2SO_4 与金属反应的规律

(1) 与活泼金属(如 Zn)反应,开始产生 SO_2 ,硫酸浓度变小后,产生 H_2 。

(2) 与不活泼金属(如 Cu)反应,开始产生 SO_2 (加热),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 H_2SO_4 的浓硫酸充分反应,生成 SO_2 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	—
性质及变化	石膏被加热到 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 时,会失去所含大部分结晶水,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”;可作为白色颜料;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、SO₄²⁻ 的检验

1. 探究 SO₄²⁻ 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 ₂ SO ₄ 溶液(试管②)和 Na ₂ CO 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. SO₄²⁻ 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 SO₄²⁻。

(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 BaCl₂ 溶液,若存在 SO₄²⁻,发生反应的离子方程式为 _____。

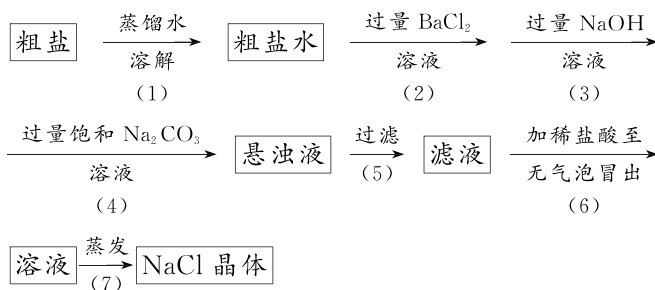
【实验活动探究】

【实验目的】 用化学沉淀法去除粗盐中的可溶性杂质:Ca²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻。

【实验试剂】 粗盐、蒸馏水、BaCl₂ 溶液、NaOH 溶液、饱和 Na₂CO₃ 溶液、稀盐酸。

【实验步骤】

实验操作流程



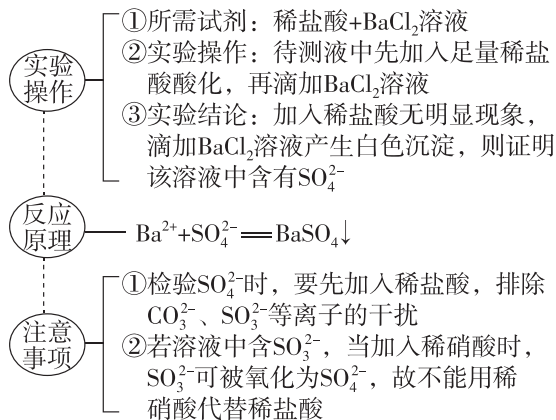
问题一: 步骤(2)中如何表明 SO₄²⁻ 沉淀完全?

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?

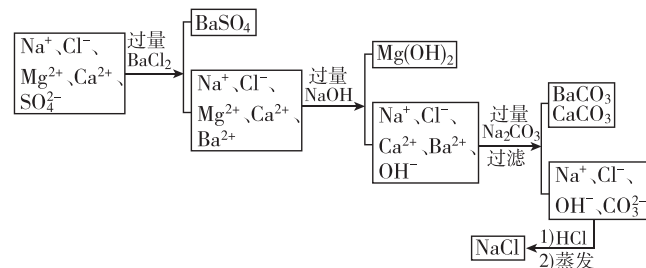
【核心知识讲解】

1. 硫酸根离子(SO₄²⁻)的检验方法及原理



2. 粗盐的提纯

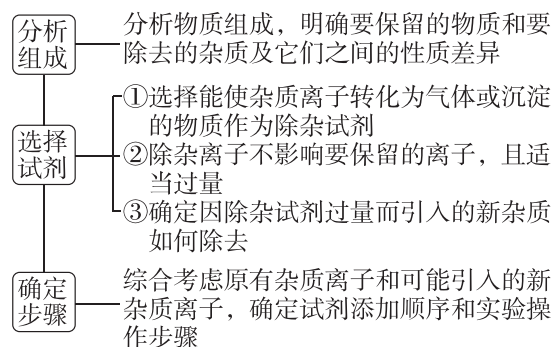
(1)粗盐提纯时,试剂的加入顺序及各步操作时体系中的主要离子和沉淀成分:



【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 BaCl₂ 溶液除去 SO₄²⁻,后加入过量 Na₂CO₃ 溶液除去 Ca²⁺ 及过量的 Ba²⁺。

(2) 利用离子反应除去杂质的思路和方法



【知识迁移应用】

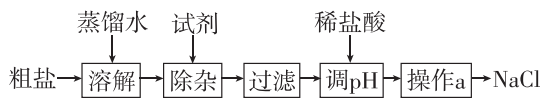
例 3 已知稀硝酸具有强氧化性, Na_2SO_3 在空气中易被氧化为 Na_2SO_4 。现有一包装破损的 Na_2SO_3 白色固体粉末, 为了检验其是否变质, 正确的方法是 (试剂均过量) ()

- 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 [2024·河北沧衡八校联考] 除去粗盐中的杂质 MgCl_2 、 CaCl_2 和 Na_2SO_4 , 过程如下:



下列有关说法不正确的是 ()

- A. 过滤的滤渣仅含有 BaSO_4 、 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 三种沉淀
 B. 检验 SO_4^{2-} 是否除尽的试剂: 稀盐酸、 BaCl_2 溶液
 C. 由于 NaCl 溶解度随温度变化不大, 故操作 a 为蒸发结晶
 D. 欲检验食盐中是否含有 KCl , 可通过焰色试验

课堂评价

知识巩固 素养形成

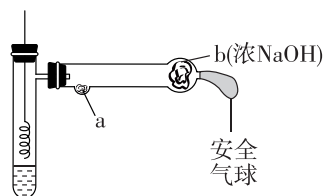
1. [2024·四川成都七中期中] 浓硫酸与稀硫酸性质差异较大, 且浓硫酸具有某些特性, 下列有关浓硫酸的叙述正确的是 ()

- A. 浓硫酸可作干燥剂, 能够干燥氢气、氧气、氨气等气体
 B. 在铜与浓硫酸的反应中, 浓硫酸既表现了强氧化性又表现了酸性
 C. 常温下能够用铁、铝等容器盛放浓硫酸, 是因为浓硫酸不与铁、铝反应
 D. 取少量蔗糖于烧杯中, 加入浓硫酸, 蔗糖变黑, 说明浓硫酸具有吸水性

2. 下列反应中, 硫酸既表现出强氧化性, 又表现出酸性的是 ()

- A. 氯化钠固体与浓硫酸反应
 B. 铜与浓硫酸反应
 C. 碳与浓硫酸反应
 D. CuO 与稀硫酸反应

3. [2024·四川宜宾统考] 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 ()

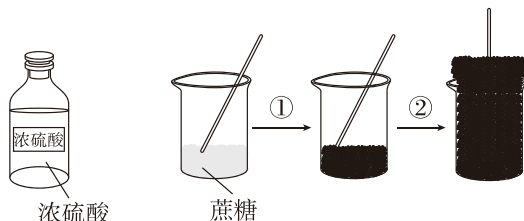


- A. 上下抽动铜丝, 可控制反应的发生与停止
 B. b 处浓 NaOH 溶液用于吸收 SO_2
 C. 为观察溶液颜色, 反应后立即向左侧试管中加入少量蒸馏水并振荡
 D. 其他条件不变, 用铁丝代替铜丝也可看到 a 处品红褪色

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 ()

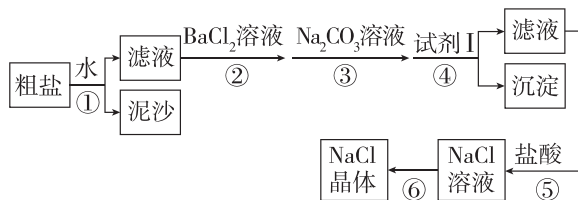
- A. 先加 HCl 溶液无明显现象, 再加 BaCl_2 溶液有白色沉淀, 一定有 SO_4^{2-}
 B. 加 HCl 酸化的 BaCl_2 溶液有白色沉淀, 一定有 SO_4^{2-}
 C. 滴加 MgCl_2 溶液未产生白色沉淀, 一定没有 SO_4^{2-}
 D. 滴加 BaCl_2 溶液有白色沉淀, 一定有 SO_4^{2-}

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键的断裂
6. [2024·北京海淀区期末]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】

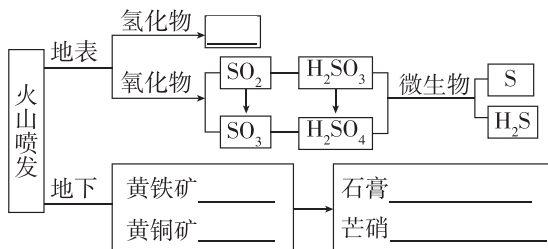
一、自然界中硫的存在和转化

1. 自然界中硫的存在

- (1)硫元素广泛存在于自然界中,是植物生长不可缺少的元素,组成生命体的_____中就含有硫。
 (2)游离态的硫存在于_____附近或地壳的_____中。
 (3)在岩层深处和海底的无氧环境下,硫元素与铁、铜等金属元素形成的化合物通常以_____的形式存在,如黄铁矿(FeS_2)、黄铜矿(CuFeS_2)等。

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

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。

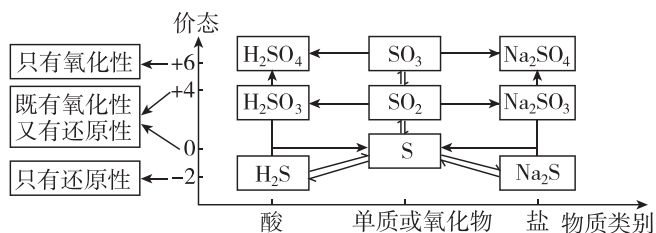
【实验试剂】硫粉、 SO_2 水溶液、浓硫酸、氯水、 Na_2S 溶液、铜片、品红溶液、稀盐酸、 BaCl_2 溶液。

【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,设计实验实现下表中的转化目标。

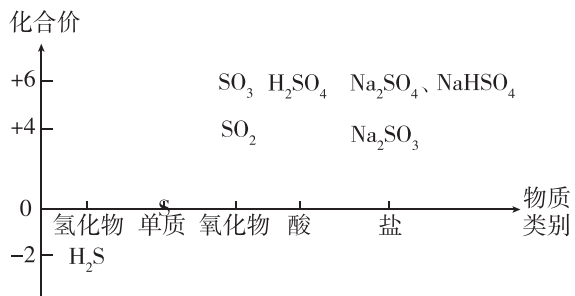
序号	价态变化	转化前的含硫物质	选择试剂	转化后的含硫物质	预期现象
①	-2→0				
②	0→-2				
③	0→+4				
④	+4→0				
⑤	+4→+6				
⑥	+6→+4				

【核心知识讲解】

1. 利用“价-类”二维图构建含硫物质的转化关系

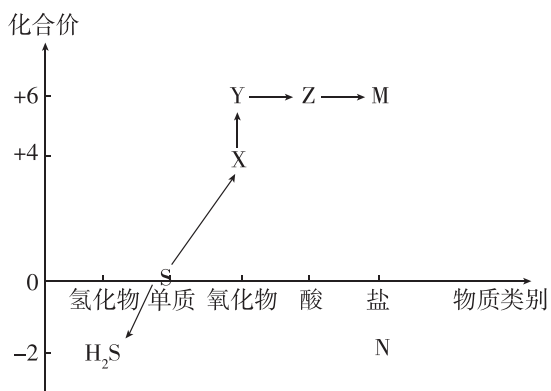


3. [2024·广西南宁期末] 部分含 S 物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列推断不正确的是 ()



- A. 一定条件下, SO_2 能与 H_2S 反应转变为 S
 B. Na_2SO_3 转化为 Na_2SO_4 , 体现 Na_2SO_3 的还原性
 C. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$, 该反应过程有离子键和共价键的形成
 D. NaHSO_4 在水中的电离方程式: $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

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) 结合二维图, 在一定条件下存在以下转化:

$Z \xrightarrow{+Q} M, \text{H}_2\text{S} \xrightarrow{+M} N$, M 是下列物质中的 _____。

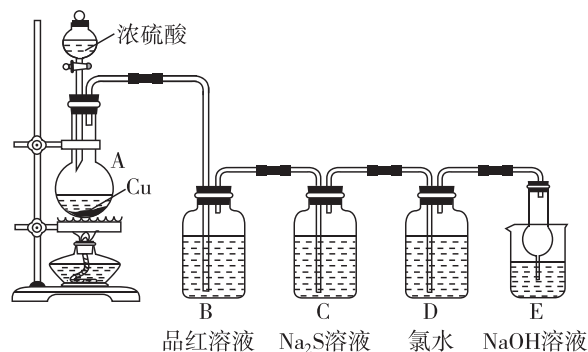
A. Na_2SO_4 B. CuSO_4 C. FeSO_4 D. K_2SO_4

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 的作用是 _____,

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,设计含氮化合物的转化。 【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

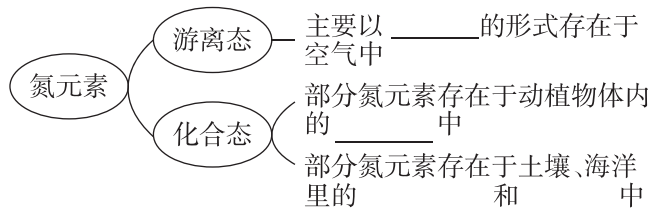
【新知自主预习】

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

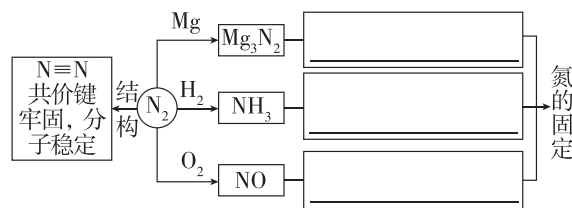
1. 氮气

(1) 分子结构

氮分子的结构式为____,两个氮原子间以____结合,故 N_2 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。

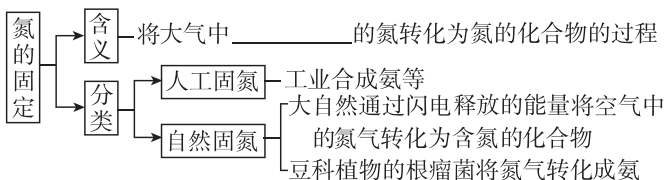
(2) 化学性质

在高温、放电等条件下, N_2 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。

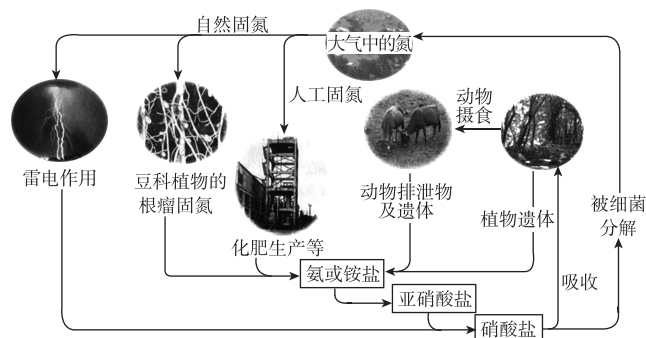


【注意】镁在空气中燃烧时,与空气中的 O_2 、 N_2 、 CO_2 均能发生反应,与 N_2 生成 Mg_3N_2 ,与 CO_2 生成 MgO 和 C 。

2. 氮的固定

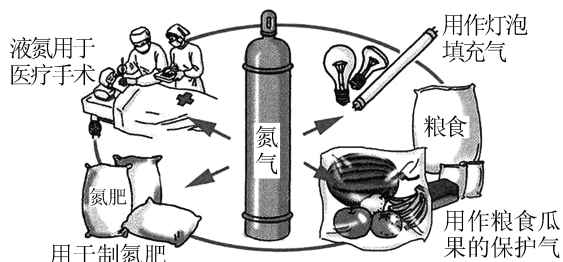


3. 自然界中氮的循环



【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?

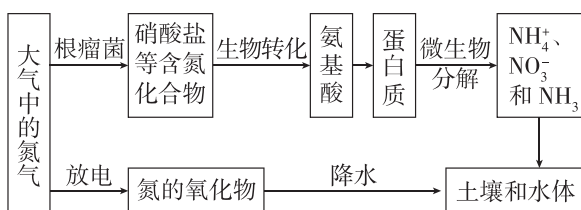
问题三:N 元素的非金属性稍弱于 O 元素,而 N_2 的化学性质很稳定, O_2 的化学性质活泼。试从微观结构角度分析其原因。

【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 自然界中氮的循环如图所示。下列说法中不正确的是 ()



- A. 大气中的氮气在根瘤菌作用下转化为硝酸盐等属于自然固氮
- B. 雷电作用下 N_2 与 O_2 发生化学反应
- C. 在氮循环过程中不涉及氧化还原反应
- D. 含氮无机物与含氮有机化合物可相互转化

◆ 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

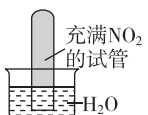
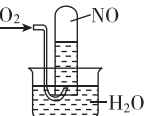
(1) NO_2 溶于水生成硝酸和一氧化氮,化学方程式为_____。

(2) 实验探究: NO_2 溶于水[教材实验 5-5]

实验操作	<p>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</p> 
实验现象	<p>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</p>
实验分析	<p>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</p>

【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 NO_2 气体溶于水, 最后试管内无色气体约为原 NO_2 体积的 $\frac{1}{3}$ 的原因。

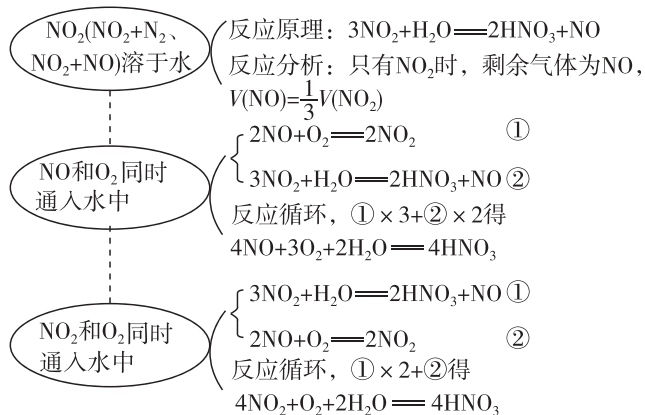
问题二: 若 NO_2 与 O_2 的混合气体同时通入水中时反应原理是什么? 剩余气体的情况如何?

【核心知识讲解】

1. NO 和 NO_2 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



【知识迁移应用】

例 3 [2024·江苏连云港调研] 下列关于 NO 和 NO_2 的说法正确的是 ()

- A. NO_2 是红棕色气体, 易溶于水, 属于酸性氧化物
- B. NO_2 和 O_2 以一定比例混合可以被水完全吸收转化成 HNO_3
- C. NO 可以采用向上排空气法进行收集
- D. NO_2 可由 N_2 和 O_2 直接化合得到

例 4 [2024·四川自贡期末] 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① NO 和 O_2 , ② NO_2 和 O_2 , ③ NO 和 NO_2 , 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分别为 V_1 、 V_2 、 V_3 , 下列关系正确的是 ()

- A. $V_1 > V_3 > V_2$
- B. $V_3 > V_2 > V_1$
- C. $V_3 > V_1 > V_2$
- D. $V_2 > V_1 > V_3$

课堂评价

知识巩固 素养形成

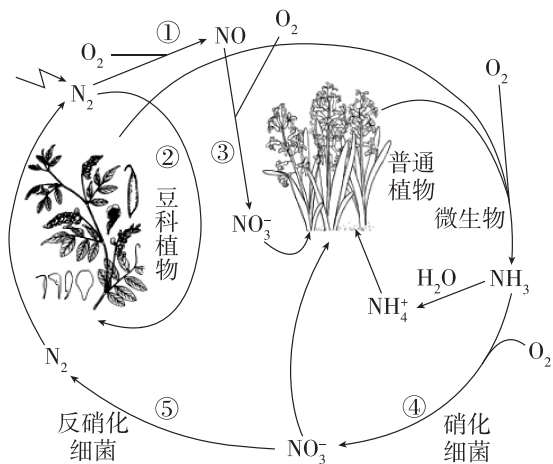
1. [2024·湖北黄冈中学期中] 氮是各种生物体生命活动不可缺少的重要元素, 下列过程不属于氮的固定的是 ()

- A. 在一定条件下由氨气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转化为氨
- D. 工业利用 N_2 和 H_2 合成氨

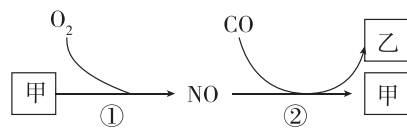
2. 下列对 NO 和 NO_2 的描述正确的是 ()

- 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

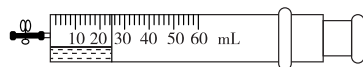
3. [2024·安徽蚌埠期末] 下图是自然界中的氮循环过程,下列有关叙述错误的是 ()



- 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 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$
 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
4. [2024·山东菏泽期末] 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
5. [2024·河南南阳期末] 如图所示,在注射器里吸入 20 mL NO ,然后吸入 5 mL 水。若再吸入 30 mL 空气(按 O_2 体积占 $\frac{1}{5}$ 计算),夹住弹簧夹,观察现象(不考虑摩擦力,所有操作都在常温常压下进行)。已知常温常压下,气体摩尔体积为 $24.5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$,下列说法错误的是 ()



- A. 最终剩余气体中 NO 体积为 12 mL
 B. 可观察到注射器的活塞缓缓向左移动,最终活塞最左端停在约 36 mL 刻度处
 C. 可观察到注射器内气体由无色变成红棕色,最后变成无色
 D. 若反应前后液体体积不变,所得硝酸溶液的浓度约为 $0.065 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

第 2 课时 氨和铵盐

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 氨的性质

【新知自主预习】

1. 氨的物理性质

(1) 物理性质

颜色、状态	气味	密度	沸点	水溶性
无色、 气体	有刺激 性气味	比空气的 _____	沸点为 $-33.5 \text{ }^\circ\text{C}$, 易液化(液 氨常用作 制冷剂)	极易溶于水, 1 体积水溶解约 _____ 体积氨

[注意] 液氨汽化时要吸收大量的热,使周围温度急剧降低,因此液氨可用作制冷剂。

(2) 探究氨的水溶性[教材实验 5-6]

实验操作	在干燥的圆底烧瓶里充满 NH_3 ,用带有玻璃管和胶头滴管(预先吸入水)的橡胶塞塞紧瓶口。倒置烧瓶,使玻璃管插入盛有水的烧杯中(预先在水中滴加少量酚酞溶液)。打开弹簧夹,挤压胶头滴管,使水进入烧瓶,观察并描述现象
实验现象	烧杯里的液体经玻璃管喷入烧瓶,形如喷泉,溶液变成_____
结论	氨极_____溶于水,水溶液呈_____性

[注意] “喷泉实验”成功的关键:①装置的气密性良好;②圆底烧瓶必须保持干燥;③圆底烧瓶要充满氨气。