



# 导学案 基础版

主编 肖德好

全品

# 学练考

## 高中化学<sup>2</sup>

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 107
第 1 课时 硫和二氧化硫	导 107
第 2 课时 硫酸 硫酸根离子的检验	导 111
第 3 课时 不同价态含硫物质的转化	导 116
第二节 氮及其化合物	导 119
第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮	导 119
第 2 课时 氨和铵盐	导 122
第 3 课时 硝酸 酸雨及防治	导 126
<b>拓展微课 6 硫、氮及其化合物为主体的实验“微设计”</b>	导 130
第三节 无机非金属材料	导 133
🔊 本章素养提升	导 138

## 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 140
第 1 课时 化学反应与热能	导 140
第 2 课时 化学反应与电能	导 144
第二节 化学反应的速率与限度	导 148
第 1 课时 化学反应的速率	导 149
<b>拓展微课 7 “变量控制法”在化学反应速率中的应用</b>	导 152
第 2 课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制	导 155
<b>拓展微课 8 “三段式法”的应用及图像分析</b>	导 158
🔊 本章素养提升	导 160

## 07 第七章 有机化合物

PART SEVEN

第一节 认识有机化合物	导 163
第 1 课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构	导 163
第 2 课时 烷烃的性质	导 167
第二节 乙烯与有机高分子材料	导 171
第 1 课时 乙烯	导 171
第 2 课时 烃 有机高分子材料	导 174
第三节 乙醇与乙酸	导 177
第 1 课时 乙醇	导 177
第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类	导 180
第四节 基本营养物质	导 184
第 1 课时 糖类	导 184
第 2 课时 蛋白质 油脂	导 187
拓展微课 9 抓住官能团 类推陌生有机物的性质	导 191
本章素养提升	导 193

## 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 198
第 1 课时 金属矿物和海水资源的开发利用	导 198
第 2 课时 煤、石油和天然气的综合利用	导 201
第二节 化学品的合理使用	导 203
第三节 环境保护与绿色化学	导 209
本章素养提升	导 213

◆ 参考答案

导 215

### 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	<b>【变化观念与平衡思想】</b> 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。 <b>【科学探究与创新意识】</b> 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。 <b>【科学态度与社会责任】</b> 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\_\_\_\_

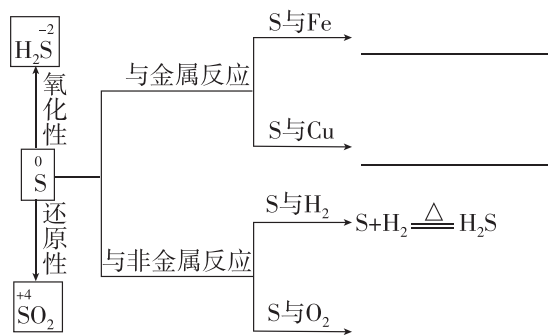
##### 2. 单质硫的性质

###### (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 <sup>-3</sup>

###### (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

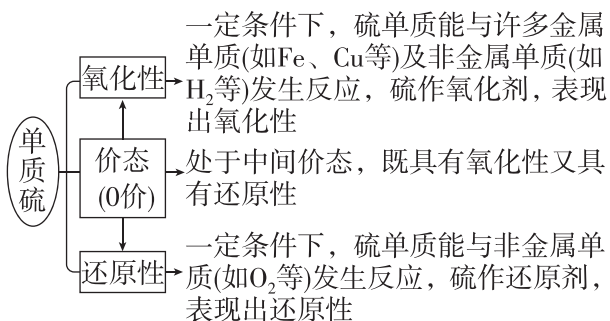
**问题一:**实验 1 中混合物持续红热,生成黑色固体 FeS。据此得出什么结论? 试写出该反应的化学方程式。

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

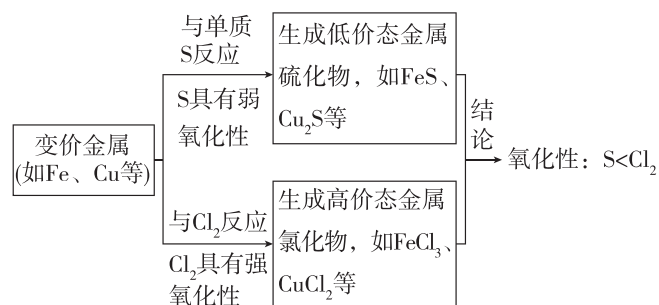
**问题三:**实验 3 中铁丝剧烈燃烧,产生棕黄色的烟,生成 FeCl<sub>3</sub> 固体。从微观角度分析 Fe 与 S、Cl<sub>2</sub> 反应产物中 Fe 元素价态不同的原因。

### 【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、Cl<sub>2</sub> 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    ③SO<sub>3</sub>    ④H<sub>2</sub>S  
A. ①③                              B. ①②③  
C. ①②④                            D. 全部

### 【易错警示】

单质 S 与 O<sub>2</sub> 反应时,无论氧气是否足量,均生成 SO<sub>2</sub>,不能直接生成 SO<sub>3</sub>,SO<sub>2</sub> 转化为 SO<sub>3</sub> 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、SO<sub>2</sub> 的物理性质

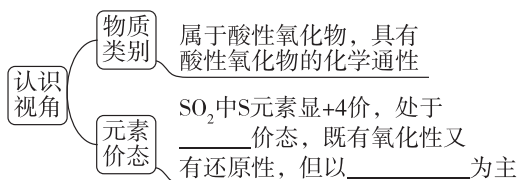
##### 1. 物理性质

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 <sub>2</sub>

##### 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 <sub>2</sub> 能溶于水,所得溶液呈____性

## 二、从“价—类”二维视角认识 SO<sub>2</sub> 的化学性质



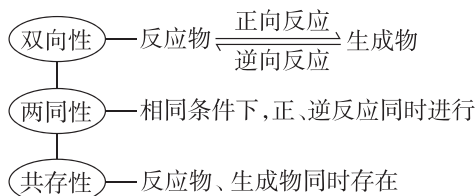
### 1. 具有酸性氧化物的性质（物质类别）

(1) 与水反应

① SO<sub>2</sub> 与水反应生成 H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>，H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 不稳定，容易分解成 SO<sub>2</sub> 与 H<sub>2</sub>O，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：

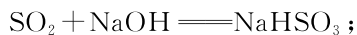


[注意] 可逆反应这一概念的关键词是“同一条件”。

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：



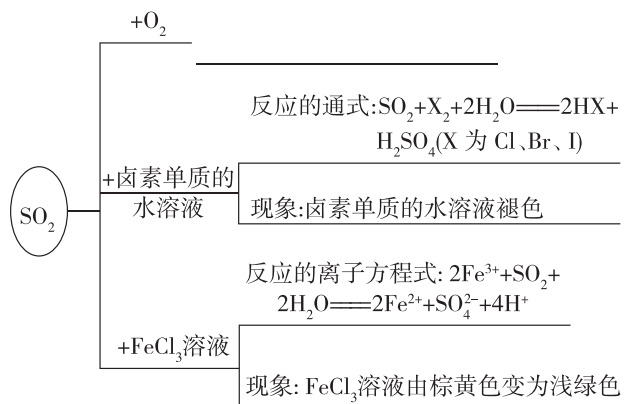
与足量 NaOH 溶液反应：

\_\_\_\_\_。

[注意] SO<sub>2</sub> 与碱溶液反应时，反应物的量影响反应及产物，若 SO<sub>2</sub> 不足，反应生成亚硫酸盐；若 SO<sub>2</sub> 足量，反应则生成亚硫酸氢盐。

### 2. SO<sub>2</sub> 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 H<sub>2</sub>S 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. SO<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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. SO<sub>2</sub> 的重要用途

(1) 工业上常用 SO<sub>2</sub> 来漂白纸浆、毛、丝等。

(2) SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub> 同时通入品红溶液中，溶液的漂白性是“强强联合”吗？

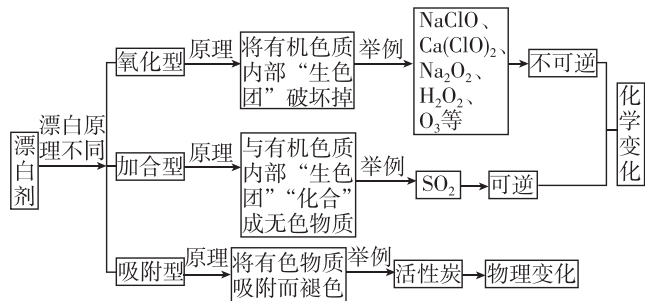
问题二：品红溶液中分别通入 SO<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub> 会出现什么现象？一段时间后对其进行加热，现象又如何？紫色石蕊溶液中分别通入 SO<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub> 会出现什么现象？

## 【核心知识讲解】

### 1. SO<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 的化学性质比较

	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
与水反应	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
共性 与碱反应	SO <sub>2</sub> 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: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$	CO <sub>2</sub> 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: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
与碱性氧化物反应	$\text{SO}_2 + \text{CaO} \rightleftharpoons \text{CaSO}_3$	$\text{CO}_2 + \text{CaO} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$
弱氧化性	$\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$
差异性 还原性	能被酸性高锰酸钾溶液、Cl <sub>2</sub> 、Br <sub>2</sub> 、I <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 中混有少量 SO <sub>2</sub> 将气体通过饱和 NaHCO <sub>3</sub> 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·广东清远期中] SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> 残留量超标。葡萄酒中添加适量的 SO<sub>2</sub> 能防止葡萄酒中的某些成分氧化变质,这是利用了 SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> 的性质,将 SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> 的还原性  
B. 品红溶液褪色,体现 SO<sub>2</sub> 的漂白性  
C. 硫化氢溶液浑浊,体现 SO<sub>2</sub> 的氧化性  
D. 滴有酚酞的氢氧化钠溶液褪色,体现 SO<sub>2</sub> 的漂白性

### [易错警示]

- (1)SO<sub>2</sub> 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)SO<sub>2</sub> 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)SO<sub>2</sub> 使卤水(氯水、溴水、碘水)、酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液等氧化性试剂褪色,体现 SO<sub>2</sub> 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 ( )

- 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

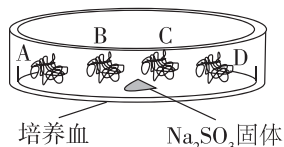
2. 下列关于 SO<sub>2</sub> 的叙述错误的是 ( )

- A. SO<sub>2</sub> 是有毒的气体  
B. SO<sub>2</sub> 能与 NaOH 溶液反应  
C. SO<sub>2</sub> 能使酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液褪色  
D. SO<sub>2</sub> 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 ( )

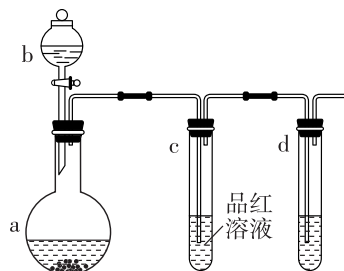
- A. 根据化合价可知,S在化学反应中只能作还原剂  
 B. 硫单质可以溶于热碱,体现氧化性和还原性  
 C. 过量的硫与铜反应生成 CuS,表现硫单质的氧化性  
 D.  $S + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2$ , S 被氧化,作氧化剂

4. [2024·河北保定期末] 某同学为验证 SO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 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 <sub>2</sub> 具有氧化性
B	滴有酚酞的 NaOH 溶液	不褪色	SO <sub>2</sub> 不能漂白酚酞溶液
C	酸性 KMnO <sub>4</sub> 溶液	褪色	SO <sub>2</sub> 具有还原性
D	紫色石蕊溶液	变红	SO <sub>2</sub> 溶于水,溶液呈碱性

5. 二氧化硫(SO<sub>2</sub>)主要用于生产硫酸,也可用作防腐剂 and 抗氧化剂,还可用作漂白剂。实验室常用 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 固体和 70% 硫酸溶液反应制备 SO<sub>2</sub>。某同学利用如图所示装置(夹持装置已省略)制备 SO<sub>2</sub>,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<sub>2</sub> 具有 \_\_\_\_\_ 性。  
 (4) 从氯水、KI 溶液、H<sub>2</sub>S 饱和溶液、酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液四种试剂中,选择 \_\_\_\_\_ 加入试管 d 进行实验,可验证 SO<sub>2</sub> 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

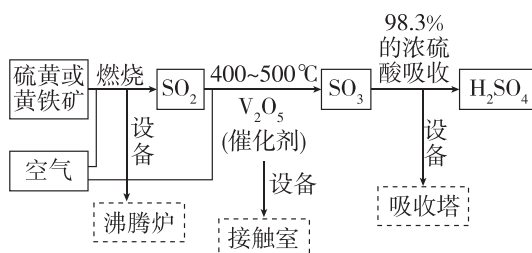
知识导学 素养初识

#### ◆ 学习任务一 硫酸

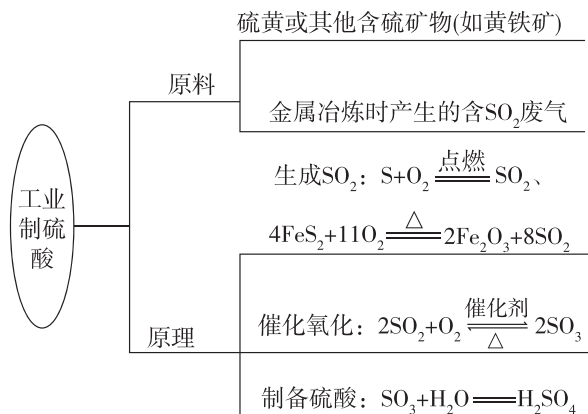
【新知自主预习】

#### 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

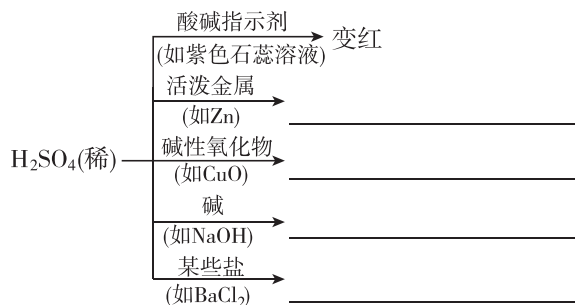




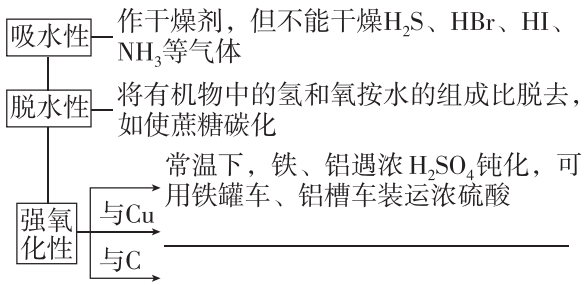
## 二、硫酸的主要性质

### 1. 稀硫酸的化学性质

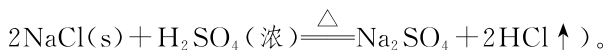
稀硫酸具有酸的化学通性,写出下列反应的离子方程式:



### 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】

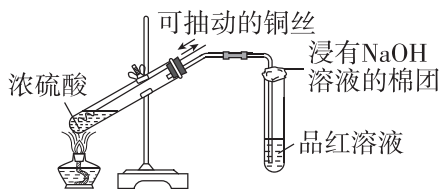
#### 【实验1】浓硫酸与蔗糖发生的“黑面包”反应



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 <sub>2</sub> O”。若含有“H <sub>2</sub> O”,则浓硫酸表现吸水性;若不含“H <sub>2</sub> 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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>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<sub>2</sub>O和SO<sub>2</sub>,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<sub>2</sub>。

【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<sub>2</sub>,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。

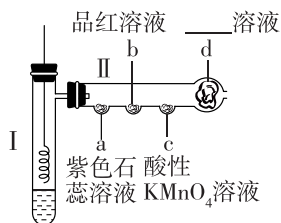
④随着反应的进行,浓硫酸浓度变小,一旦变为稀硫酸,反应就停止。

### 【知识迁移应用】

**例 1** [2024·湖北四地七校期中] 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  $\text{SO}_2$ 、 $\text{HI}$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  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** 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 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 与金属反应的规律

(1) 与活泼金属(如 Zn) 反应, 开始产生  $\text{SO}_2$ , 硫酸浓度变小后, 产生  $\text{H}_2$ 。

(2) 与不活泼金属(如 Cu) 反应, 开始产生  $\text{SO}_2$  (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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的浓硫酸充分反应, 生成  $\text{SO}_2$  的物质的量小于 1 mol。

### ◆ 学习任务二 硫酸盐 $\text{SO}_4^{2-}$ 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( $\text{BaSO}_4$ )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、 $\text{SO}_4^{2-}$ 的检验

##### 1. 探究 $\text{SO}_4^{2-}$ 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)、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液(试管②)和 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液(试管③), 然后各滴入几滴 $\text{BaCl}_2$ 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, $\text{Ba}^{2+}$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ 结合生成不溶于稀盐酸的白色 $\text{BaSO}_4$ 沉淀		

## 2. $\text{SO}_4^{2-}$ 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  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

### (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  $\text{BaCl}_2$  溶液,若存在  $\text{SO}_4^{2-}$ ,发生反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

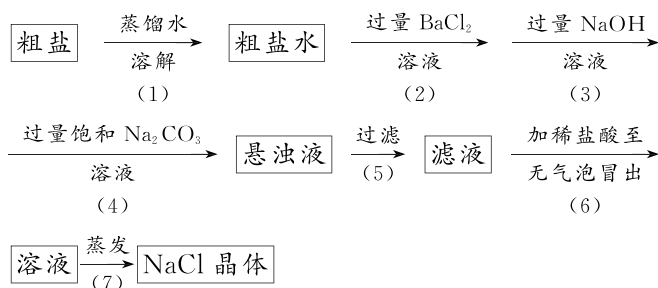
### 【实验活动探究】

**【实验目的】** 用化学沉淀法去除粗盐中的可溶性杂质:  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 。

**【实验试剂】** 粗盐、蒸馏水、 $\text{BaCl}_2$  溶液、 $\text{NaOH}$  溶液、饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液、稀盐酸。

### 【实验步骤】

#### 实验操作流程



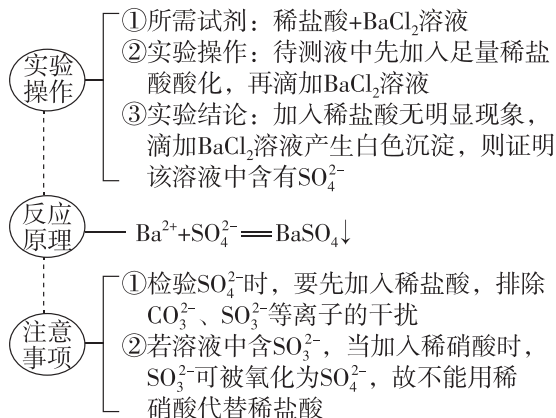
**问题一:** 步骤(2)中如何表明  $\text{SO}_4^{2-}$  沉淀完全?

**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?

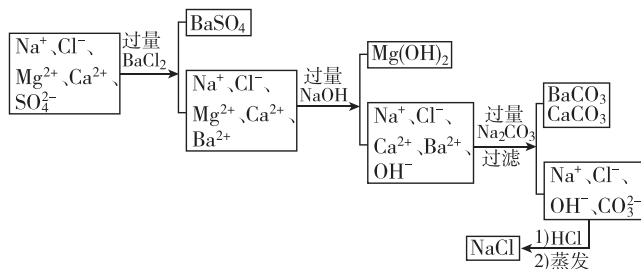
## 【核心知识讲解】

### 1. 硫酸根离子 ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) 的检验方法及原理



### 2. 粗盐的提纯

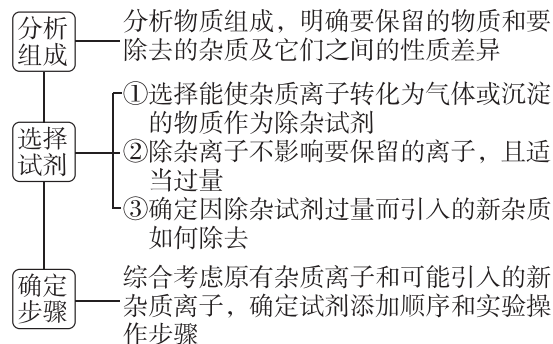
(1)粗盐提纯时,试剂的加入顺序及各步操作时体系中的主要离子和沉淀成分:



**【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  $\text{BaCl}_2$  溶液除去  $\text{SO}_4^{2-}$ ,后加入过量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液除去  $\text{Ca}^{2+}$  及过量的  $\text{Ba}^{2+}$ 。

(2)利用离子反应除去杂质的思路和方法



## 【知识迁移应用】

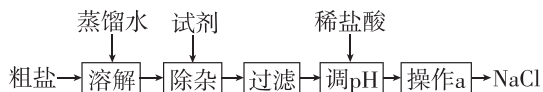
**例 3** 已知稀硝酸具有强氧化性, $\text{Na}_2\text{SO}_3$  在空气中易被氧化为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。现有一包装破损的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  白色固体粉末,为了检验其是否变质,正确的方法是 (试剂均过量) ( )

- A. 取少量样品于试管中,滴入稀盐酸,无沉淀,再滴入  $\text{BaCl}_2$  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  $\text{BaCl}_2$  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  $\text{BaCl}_2$  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  $\text{SO}_4^{2-}$  的常见误区及分析

误区	分析
只加 $\text{BaCl}_2$ 溶液, 不加稀盐酸	可能是 $\text{Ag}^+$ 与 $\text{Cl}^-$ 反应生成 $\text{AgCl}$ 沉淀, 还可能是 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 等与 $\text{Ba}^{2+}$ 反应生成沉淀
$\text{BaCl}_2$ 溶液与稀盐酸的滴加顺序颠倒	可能是 $\text{Ag}^+$ 与 $\text{Cl}^-$ 反应生成了不溶于稀盐酸的 $\text{AgCl}$ 沉淀
先用稀硝酸酸化再加入 $\text{BaCl}_2$ 溶液或先用稀盐酸酸化再加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液	$\text{HNO}_3$ 具有强氧化性, 能将溶液中的 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 氧化成 $\text{SO}_4^{2-}$

**例 4** [2024·河北沧衡八校联考] 除去粗盐中的杂质  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 过程如下:



下列有关说法不正确的是 ( )

- 过滤的滤渣仅含有  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  三种沉淀
- 检验  $\text{SO}_4^{2-}$  是否除尽的试剂: 稀盐酸、 $\text{BaCl}_2$  溶液
- 由于  $\text{NaCl}$  溶解度随温度变化不大, 故操作 a 为蒸发结晶
- 欲检验食盐中是否含有  $\text{KCl}$ , 可通过焰色试验

课堂评价

知识巩固 素养形成

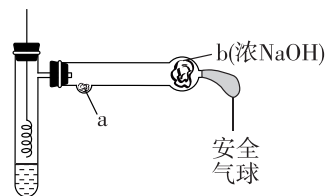
1. 浓硫酸与稀硫酸性质差异较大, 且浓硫酸具有某些特性, 下列有关浓硫酸的叙述正确的是 ( )

- 浓硫酸可作干燥剂, 能够干燥氢气、氧气、氨气等气体
- 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
- 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
- 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 ( )

- 氯化钠固体与浓硫酸反应
- 铜与浓硫酸反应
- 碳与浓硫酸反应
- $\text{CuO}$  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 ( )

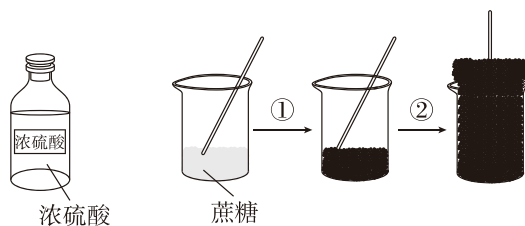


- 上下抽动铜丝, 可控制反应的发生与停止
- b 处浓  $\text{NaOH}$  溶液用于吸收  $\text{SO}_2$
- 为观察溶液颜色, 反应后立即向左侧试管中加入少量蒸馏水并振荡
- 其他条件不变, 用铁丝代替铜丝也可看到 a 处品红褪色

4. 下列有关检验试样中是否有  $\text{SO}_4^{2-}$  的操作及结论均正确的是 ( )

- 先加  $\text{HCl}$  溶液无明显现象, 再加  $\text{BaCl}_2$  溶液有白色沉淀, 一定有  $\text{SO}_4^{2-}$
- 加  $\text{HCl}$  酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液有白色沉淀, 一定有  $\text{SO}_4^{2-}$
- 滴加  $\text{MgCl}_2$  溶液未产生白色沉淀, 一定没有  $\text{SO}_4^{2-}$
- 滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液有白色沉淀, 一定有  $\text{SO}_4^{2-}$

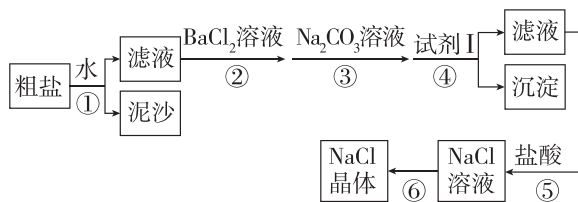
5. [2024·四川成都七中期中] 蔗糖与浓硫酸发生作用的过程如图所示。



下列关于该过程的分析不正确的是 ( )

- 过程①白色固体变黑, 主要体现了浓硫酸的脱水性
- 过程②固体体积膨胀, 与产生的大量气体有关
- 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
- 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  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$  和泥沙等杂质,实验室用粗盐制备  $\text{NaCl}$  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  $\text{SO}_4^{2-}$   
 B. ②和③的试剂顺序可以互换  
 C. 试剂 I 是  $\text{KOH}$  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

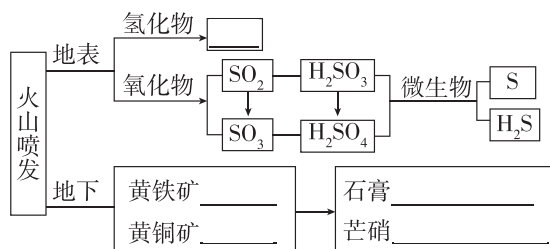
(1)硫元素广泛存在于自然界中,是植物生长不可缺少的元素,组成生命体的\_\_\_\_\_中就含有硫。

(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( $\text{FeS}_2$ )、黄铜矿( $\text{CuFeS}_2$ )等。

##### 2. 自然界中硫的转化

火山口附近的硫单质被大气中的  $\text{O}_2$  氧化成\_\_\_\_\_,进一步被氧化生成  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_2$  和  $\text{SO}_3$  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。

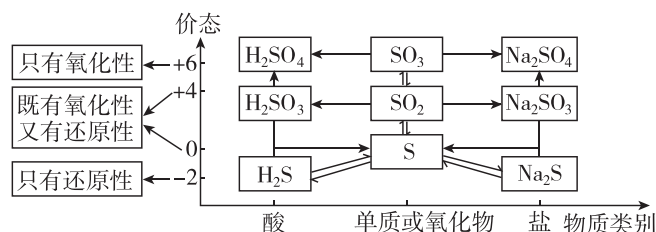
【实验试剂】硫粉、 $\text{SO}_2$  水溶液、浓硫酸、氯水、 $\text{Na}_2\text{S}$  溶液、铜片、品红溶液、稀盐酸、 $\text{BaCl}_2$  溶液。

【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方法

(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) 含硫物质转化的方法与规律

**含硫物质的转化方法**

- 硫元素的化合价相同的物质相互转化,发生非氧化还原反应,主要试剂是酸、碱、盐、氧化物等;
- 硫元素的化合价不同的物质相互转化,发生氧化还原反应,主要试剂是氧化剂和还原剂

**含硫物质的转化规律**

- 当硫元素的化合价升高或降低时,一般升高或降低到相邻的价态,即台阶式升降,可用下图表示:

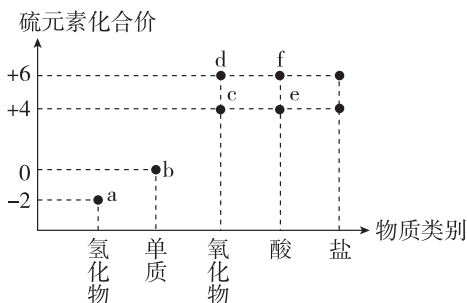
- 相邻价态的同种元素的微粒间一般不发生氧化还原反应,如S和H<sub>2</sub>S、S和SO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>之间不发生氧化还原反应

### 【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 ( )

- 向含足量 NaOH 的 Na<sub>2</sub>S 溶液中加入 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- 常温下,向试管中加入 1 mL 浓硫酸和一小块铜片
- 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红热
- 向 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 固体中加入 70% 的浓硫酸制备 SO<sub>2</sub>

**例 2** 含硫物质的分类与相应化合价关系如图所示。下列有关说法正确的是 ( )

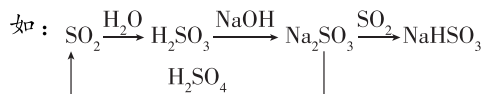


- a 在氧气中充分燃烧可转化为 d
- 附着有 b 的试管,可用热碱液清洗

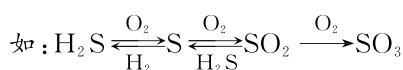
- 气体 a、c 均可用 f 的浓溶液干燥
- 分别往 f、e 的溶液中滴加少量氯化钡溶液,均可产生白色沉淀

### 【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



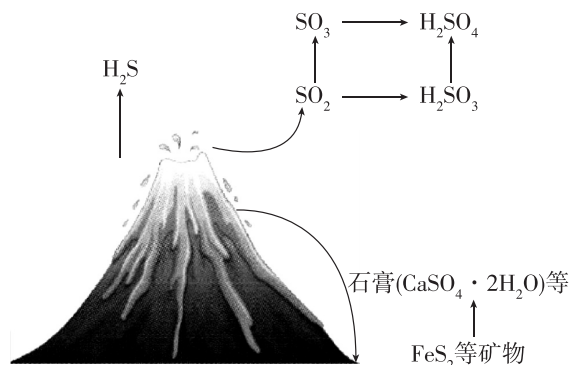
(2) 不同价态硫元素的转化是通过氧化还原反应实现的



## 课堂评价

知识巩固 素养形成

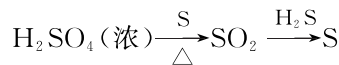
1. [2024·山西吕梁期中] 如图是硫元素在自然界中的存在示意图。下列说法错误的是 ( )



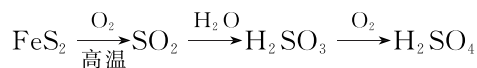
- 硫在自然界中既有游离态又有化合态
- SO<sub>2</sub> → SO<sub>3</sub> → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 SO<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> → H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 均为硫酸型酸雨的形成途径
- 在地表附近,硫的存在形式主要是 FeS<sub>2</sub> 等硫化物
- 反应 2H<sub>2</sub>S + SO<sub>2</sub> = 3S + 2H<sub>2</sub>O 中,SO<sub>2</sub> 作氧化剂

2. [2024·江苏淮安调研] 硫及其化合物的转化具有重要应用。下列说法不正确的是 ( )

A. 实验室探究浓硫酸与硫反应的气态产物:



B. 工业制硫酸过程中的物质转化:

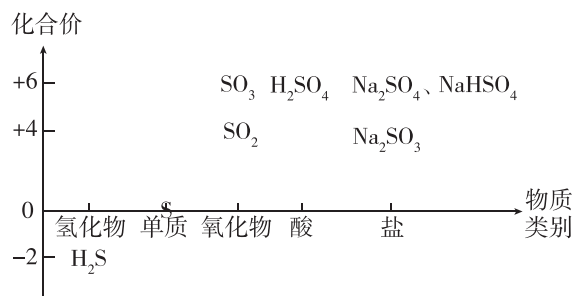


C. 用生石灰进行“钙基固硫”的主要反应:

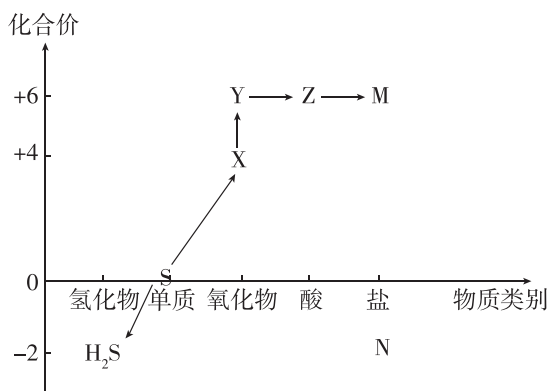


D. SO<sub>2</sub> 通入少量 NaOH 溶液中反应的离子方程式: SO<sub>2</sub> + OH<sup>-</sup> = HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>

3. [2024·浙江 A9 协作体期中] 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,  $\text{SO}_2$  能与  $\text{H}_2\text{S}$  反应转变为 S  
 B.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  转化为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 体现  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  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.  $\text{NaHSO}_4$  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 \_\_\_\_\_。

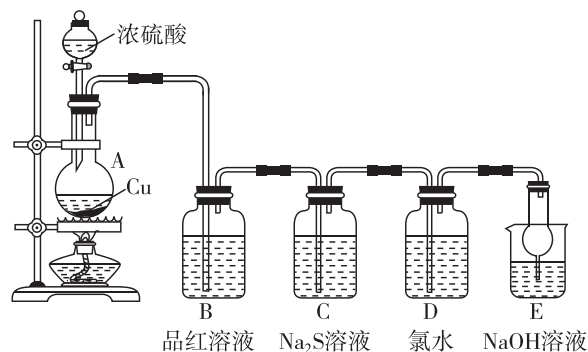
- A.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  B.  $\text{CuSO}_4$  C.  $\text{FeSO}_4$  D.  $\text{K}_2\text{SO}_4$

$\text{H}_2\text{S}$  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 \_\_\_\_\_,  $\text{Na}_2\text{S}$  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  $\text{SO}_2$  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	<b>【变化观念与平衡思想】</b> 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。 <b>【科学探究与创新意识】</b> 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。 <b>【科学态度与社会责任】</b> 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

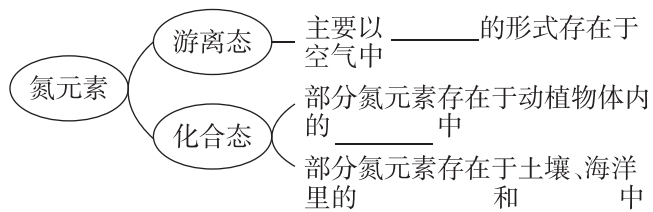
##### 【新知自主预习】

#### 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

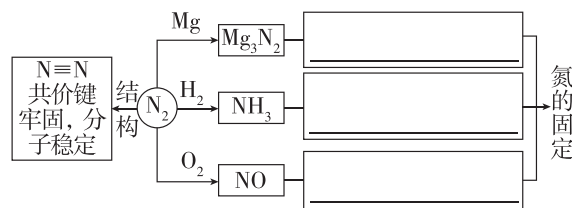
##### 1. 氮气

##### (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。

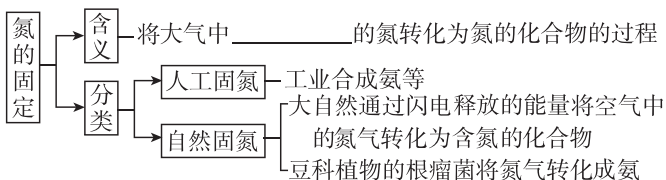
##### (2) 化学性质

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。

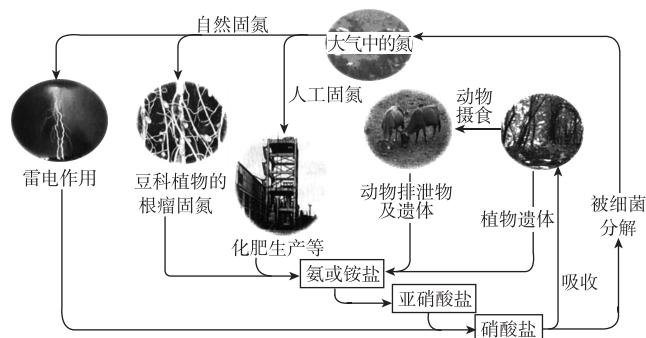


**【注意】**镁在空气中燃烧时,与空气中的  $O_2$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$  均能发生反应,与  $N_2$  生成  $Mg_3N_2$ ,与  $CO_2$  生成  $MgO$  和  $C$ 。

##### 2. 氮的固定



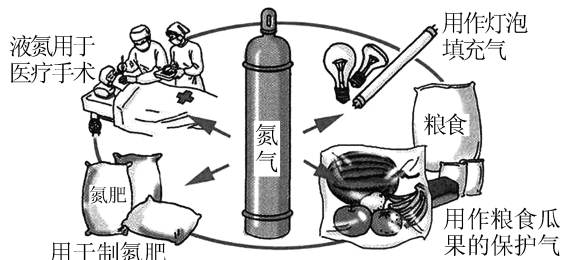
##### 3. 自然界中氮的循环





### 【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?

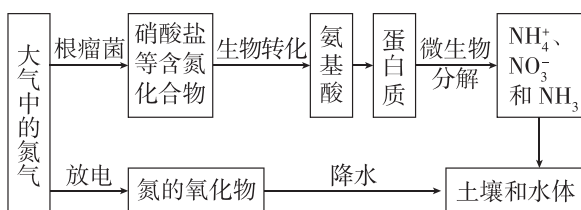
问题三:N 元素的非金属性稍弱于 O 元素,而  $N_2$  的化学性质很稳定, $O_2$  的化学性质活泼。试从微观结构角度分析其原因。

### 【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

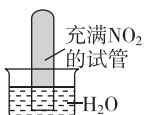
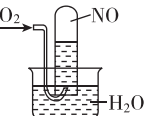
(1)  $NO_2$  溶于水生成硝酸和一氧化氮,化学方程式为\_\_\_\_\_。

(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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 	通入适量 O <sub>2</sub> 后水充满试管

**问题一:** 试分析 NO<sub>2</sub> 气体溶于水, 最后试管内无色气体约为原 NO<sub>2</sub> 体积的  $\frac{1}{3}$  的原因。

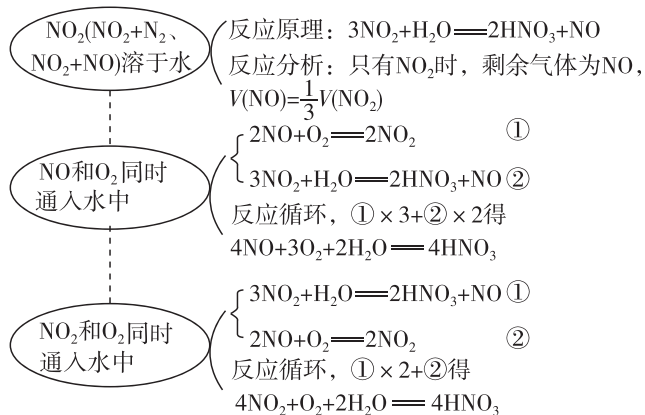
**问题二:** 若 NO<sub>2</sub> 与 O<sub>2</sub> 的混合气体同时通入水中时反应原理是什么? 剩余气体的情况如何?

## 【核心知识讲解】

### 1. NO 和 NO<sub>2</sub> 的性质比较

	NO	NO <sub>2</sub>
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<sub>2</sub> 的说法正确的是 ( )

- A. NO<sub>2</sub> 是红棕色气体, 易溶于水, 属于酸性氧化物
- B. NO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 以一定比例混合可以被水完全吸收转化成 HNO<sub>3</sub>
- C. NO 可以采用向上排空气法进行收集
- D. NO<sub>2</sub> 可由 N<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 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①NO 和 O<sub>2</sub>, ②NO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub>, ③NO 和 NO<sub>2</sub>, 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<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>, 下列关系正确的是 ( )

- A. V<sub>1</sub> > V<sub>3</sub> > V<sub>2</sub>
- B. V<sub>3</sub> > V<sub>2</sub> > V<sub>1</sub>
- C. V<sub>3</sub> > V<sub>1</sub> > V<sub>2</sub>
- D. V<sub>2</sub> > V<sub>1</sub> > V<sub>3</sub>

## 课堂评价

知识巩固 素养形成

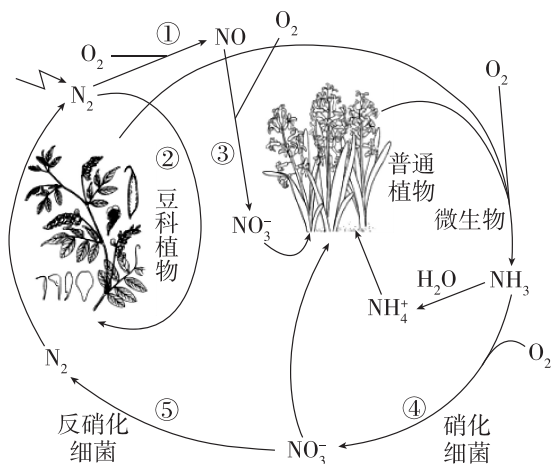
**1.** [2024·湖北黄冈中学期中] 氮是各种生物体生命活动不可缺少的重要元素, 下列过程不属于氮的固定的是 ( )

- 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<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub> 合成氨

**2.** 下列对 NO 和 NO<sub>2</sub> 的描述正确的是 ( )

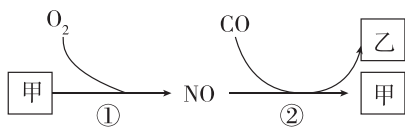
- A. NO<sub>2</sub> 与水的反应中, NO<sub>2</sub> 既是氧化剂又是还原剂
- B. NO 是红棕色气体, 可用排空气法收集
- C. NO<sub>2</sub> 难溶于水, 可用排水法收集
- D. 从元素化合价角度看, NO 只有还原性

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  $1\text{ mol NO}_3^-$ ,至少需要提供  $4\text{ mol O}_2$   
 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  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}$  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  $\text{NO}$  是氧化剂

5. (1)把盛满  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合气体的试管倒立于水中。

①若一段时间后水上升且充满试管,则原混合气体中  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  的体积比是 \_\_\_\_\_,若假设生成的溶质不向外扩散,且为常温常压 ( $V_m = 24.5\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ ),则所得溶液的物质的量浓度应为 \_\_\_\_\_。(保留两位有效数字)

②若一段时间后上升的水只升到试管容积的一半,则剩余的气体为 \_\_\_\_\_(用化学式表示)。原混合气体中,  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  的体积比是 \_\_\_\_\_。

(2)二氧化氮和氨气在一定条件下充分反应,得到非常稳定的产物,其化学方程式为  $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{一定条件}} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ,若  $20\text{ mL NO}_2$  和  $\text{NH}_3$  的混合气体在一定条件下发生上述反应,已知实际参加反应的  $\text{NO}_2$  比  $\text{NH}_3$  少  $2\text{ mL}$ ,则原混合气体中  $\text{NO}_2$  和  $\text{NH}_3$  的物质的量之比可能为 \_\_\_\_\_。

- A. 3 : 4                      B. 3 : 2  
 C. 1 : 2                      D. 3 : 7

## 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 $\text{NH}_3$ ,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。