

全品



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30<sup>+</sup>年创始人专注教育行业

# 全品学练考

AI智慧  
教辅

主编  
肖德好

导学案

高中化学

基础版

必修第二册 RJ

本书为AI智慧教辅

“讲课智能体”支持学生聊着学，扫码后哪里不会选哪里；随时随地想聊就聊，想问就问。



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

## 07 第七章 有机化合物

PART SEVEN

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

## 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	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。 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。 <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

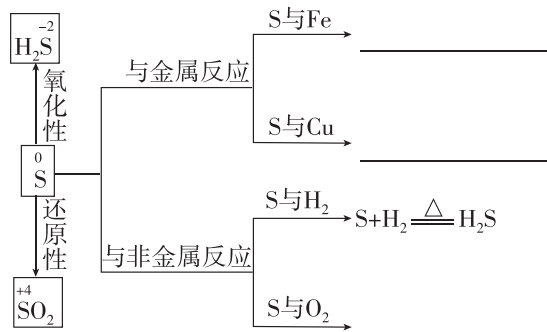
##### (1) 硫的物理性质

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>

**【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,灼烧后立即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

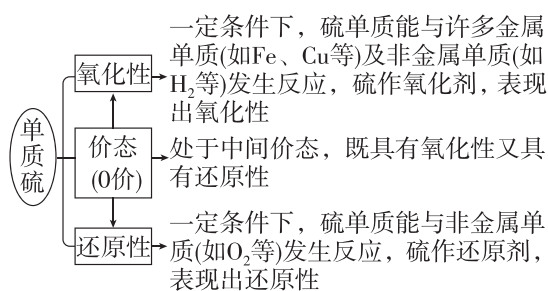
**问题一:**实验 1 中混合物持续红热,生成黑色固体 FeS。据此得出什么结论? 试写出该反应的化学方程式。

**问题二:**实验 2 中发出蓝紫色火焰,产生刺激性气味的气体 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?

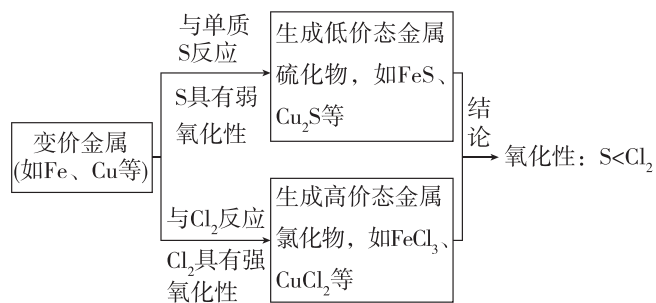
**问题三:**实验 3 中铁丝剧烈燃烧,产生棕黄色的烟,生成 FeCl<sub>3</sub> 固体。从微观角度分析 Fe 分别与 S、Cl<sub>2</sub> 反应产物中 Fe 元素价态不同的原因。

## 【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(如 Fe、Cu 等)与 S 或 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

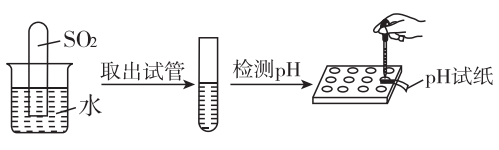
### 【新知自主预习】

#### 一、SO<sub>2</sub> 的物理性质

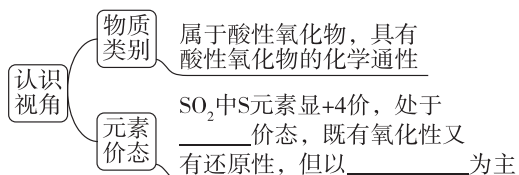
##### 1. 物理性质

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



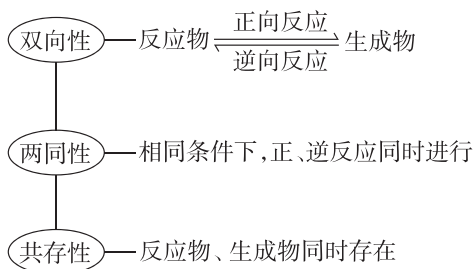
### 1. 具有酸性氧化物的性质 (物质类别)

#### (1) 与水反应

① SO<sub>2</sub> 与水反应生成 H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, 化学方程式为\_\_\_\_\_ , 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。

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:

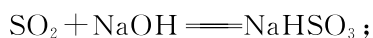


[注意] 可逆反应这一概念的关键词是“同一条件”。

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:

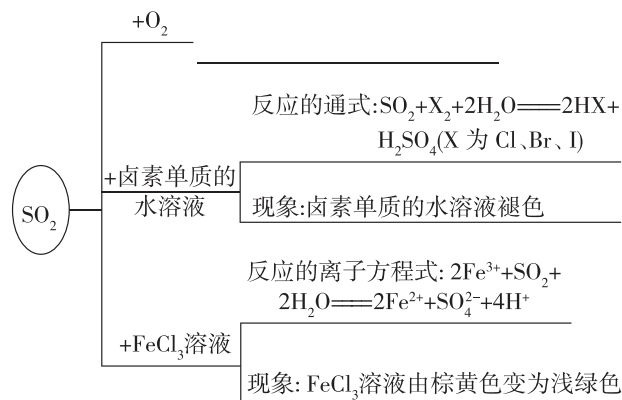


与足量 NaOH 溶液反应:

[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

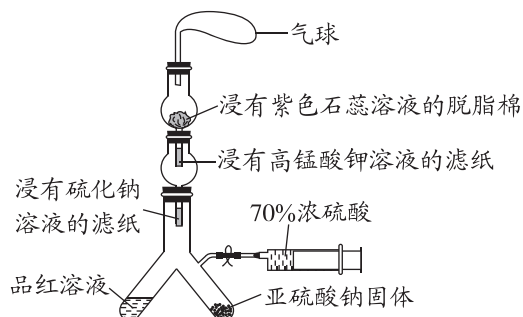
### 4. SO<sub>2</sub> 的重要用途

(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】

已知:  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  (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 SO<sub>2</sub> 气体并探究其化学性质, 实验装置如图所示:





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  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  和  $\text{CuS}$  ( )

(3) 硫是一种非金属单质,与其他单质反应,只能作氧化剂 ( )

(4)  $\text{SO}_2$  的水溶液中存在  $\text{SO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_3$  的原因是  $\text{SO}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  的反应为可逆反应 ( )

(5)  $\text{SO}_2$  与氯水混用,漂白效果更好 ( )

(6)  $\text{SO}_2$  气体通入  $\text{BaCl}_2$  溶液产生白色沉淀  $\text{BaSO}_3$  ( )

(7) 某气体通入品红溶液后,品红溶液褪色,则该气体一定是  $\text{SO}_2$  ( )

(8)  $\text{SO}_2$  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  $\text{SO}_2$  的叙述错误的是 ( )

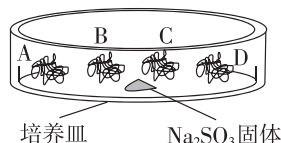
- A.  $\text{SO}_2$  是有毒的气体
- B.  $\text{SO}_2$  能与  $\text{NaOH}$  溶液反应
- C.  $\text{SO}_2$  能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色
- D.  $\text{SO}_2$  能使紫色石蕊溶液褪色

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  $\text{SO}_2$ 。下列关于  $\text{SO}_2$  的说法正确的是 ( )

- A.  $\text{SO}_2$  具有还原性,不能用浓硫酸干燥
- B.  $\text{SO}_2$  不能作食品添加剂,不该添加到葡萄酒中
- C.  $\text{SO}_2$  具有还原性,少量的  $\text{SO}_2$  可防止葡萄酒氧化变质
- D.  $\text{SO}_2$  可以使新制氯水褪色,体现了它的漂白性

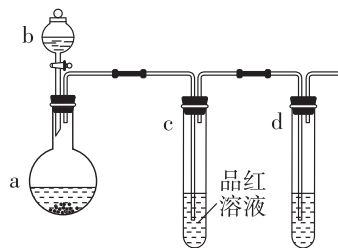
5. [2024·河北保定高一期末] 某同学为验证  $\text{SO}_2$  的性质,在培养皿中放置几团浸有不同物质的棉球,然后向  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  固体上滴加 70% 的浓硫酸,并迅速盖上培养皿盖,实验装置如图所示。下

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	$\text{SO}_2$ 具有氧化性
B	滴有酚酞的 $\text{NaOH}$ 溶液	不褪色	$\text{SO}_2$ 不能漂白酚酞溶液
C	酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液	褪色	$\text{SO}_2$ 具有还原性
D	紫色石蕊溶液	变红	$\text{SO}_2$ 溶于水,溶液呈碱性

6. 二氧化硫( $\text{SO}_2$ )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  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  固体和 70% 硫酸溶液反应制备  $\text{SO}_2$ 。某同学利用如图所示装置(夹持装置已省略)制备  $\text{SO}_2$ ,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  $\text{SO}_2$  具有\_\_\_\_\_性。

(4) 从氯水、 $\text{KI}$  溶液、 $\text{H}_2\text{S}$  饱和溶液、酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液四种试剂中,选择\_\_\_\_\_加入试管 d 进行实验,可验证  $\text{SO}_2$  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

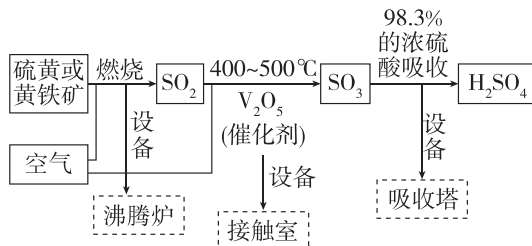
知识导学 素养初识

#### ◆ 学习任务一 硫酸

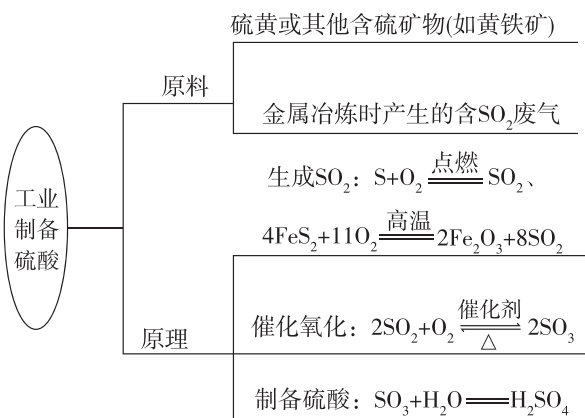
【新知自主预习】

#### 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

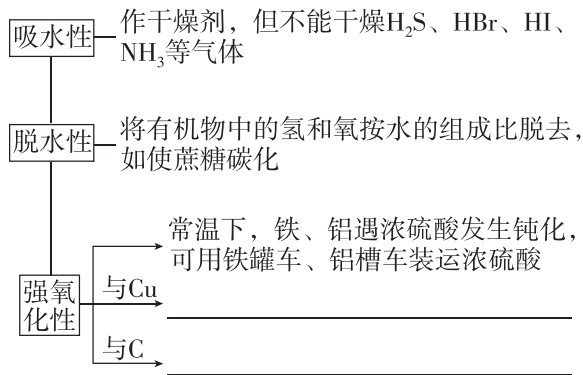
##### 1. 稀硫酸的化学性质

稀硫酸具有酸的化学通性，写出下列反应的离子方程式：

$H_2SO_4$ (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 <sub>2</sub> )	_____

【注意】稀硫酸中  $H^+$  体现弱氧化性， $SO_4^{2-}$  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  $HCl: 2NaCl(s) + H_2SO_4(浓) \xrightarrow{\Delta} Na_2SO_4 + 2HCl \uparrow$ ]。

#### 【实验活动探究】

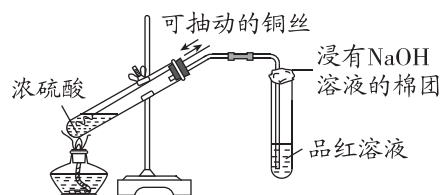
##### 【实验1】浓硫酸与蔗糖发生的“黑面包”反应



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 <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

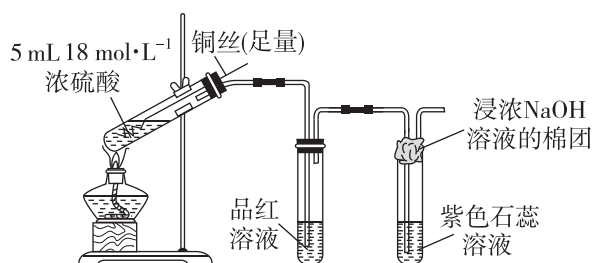
强氧化性	本质	浓硫酸具有强氧化性,H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 分子中硫元素的化合价为+6价,S具有很强的得电子能力
	反应规律	①常温下与活泼金属反应(铁、铝除外)生成硫酸盐、H <sub>2</sub> O和SO <sub>2</sub> ,表现强氧化性和酸性,硫酸变稀后,生成的气体为H <sub>2</sub>
		②与不活泼金属和非金属单质反应,需要加热,否则不反应。还原产物一般是SO <sub>2</sub> ,一般金属被氧化为高价态的硫酸盐,非金属单质被氧化为高价态氧化物或含氧酸
		③浓硫酸与金属反应时,既表现酸性又表现强氧化性,而非金属单质反应时,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 SO<sub>2</sub>、HI、H<sub>2</sub>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** [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:  $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- 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 SO<sub>2</sub>,硫酸溶液浓度变小后,产生 H<sub>2</sub>。
- (2)与不活泼金属(如 Cu)反应(加热),开始产生 SO<sub>2</sub>,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<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 的浓硫酸充分反应,生成 SO<sub>2</sub> 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、 $\text{SO}_4^{2-}$ 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 \_\_\_\_\_。

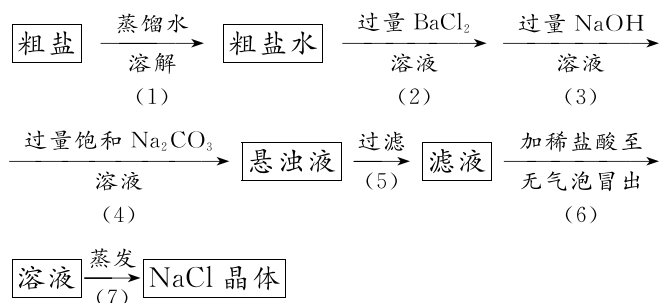
#### 【实验活动探究】

**【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



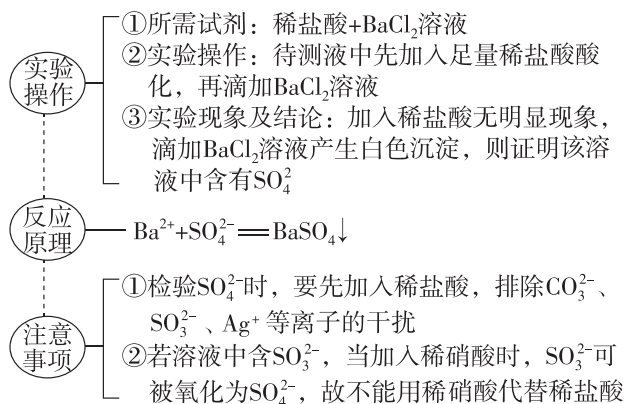
问题一:步骤(2)中如何表明  $\text{SO}_4^{2-}$  沉淀完全?

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?

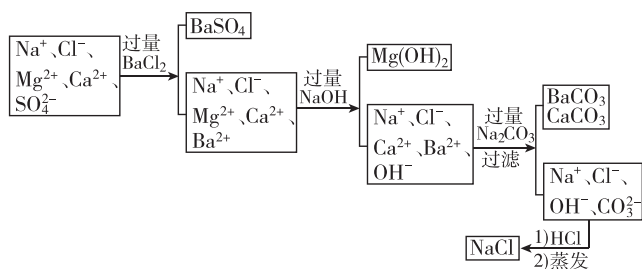
## 【核心知识讲解】

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



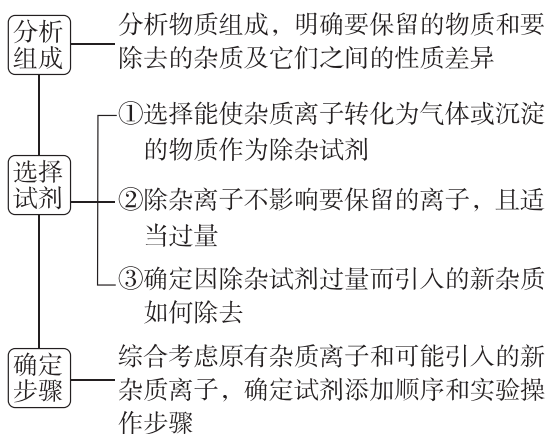
### 2. 粗盐的提纯

(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】

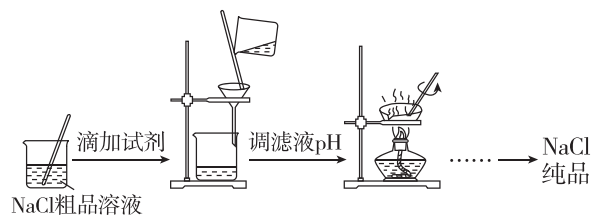
**例3** 已知稀硝酸具有强氧化性， $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 在空气中易被氧化为 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。现有一包装破损的 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 白色固体粉末，为了检验其是否变质，正确的方法是(试剂均过量) ( )

- 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** [2025·浙江1月选考] 提纯 $\text{NaCl}$ 粗品(含少量的 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ )得到 $\text{NaCl}$ 纯品的方案如下，所用试剂为 $\text{BaCl}_2$ 溶液、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液、盐酸和 $\text{NaOH}$ 溶液。



下列说法不正确的是 ( )

- A. 用过量的 $\text{BaCl}_2$ 溶液除去 $\text{SO}_4^{2-}$
- B.  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 通过生成沉淀后过滤除去
- C. 4种试剂的使用顺序为 $\text{BaCl}_2$ 溶液、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液、盐酸、 $\text{NaOH}$ 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 $\text{NaCl}$ 纯品

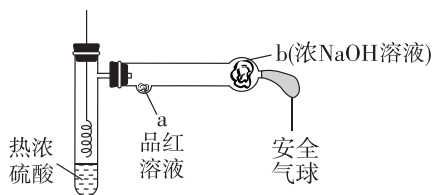
1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

- (1) 浓硫酸可用来干燥  $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  ( )
- (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,  $\text{SO}_2$  具有较强的还原性, 因此不能用浓硫酸干燥  $\text{SO}_2$  ( )
- (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  $\text{BaCl}_2$  溶液, 有白色沉淀生成, 则溶液中一定含有  $\text{SO}_4^{2-}$  ( )
- (6) 为除去粗盐水中少量的  $\text{Ca}^{2+}$ , 可向溶液中加入过量的  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液, 然后过滤 ( )
- (7) 为除去粗盐水中的  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ , 可依次加入稍过量的  $\text{NaOH}$ 、 $\text{BaCl}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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

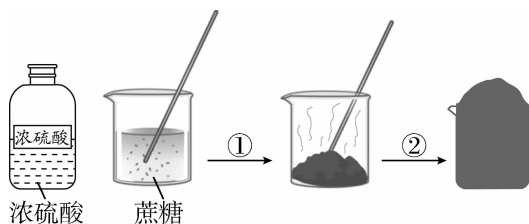
3. [2024·四川宜宾高一期末] 探究铜与过量热浓硫酸反应, 装置如图所示(棉花团 a、b 均浸有相应溶液, 夹持仪器略去)。下列有关说法错误的是 ( )



- A. 上下抽动铜丝, 可控制反应的发生与停止
- B. b 处浓  $\text{NaOH}$  溶液用于吸收  $\text{SO}_2$
- 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

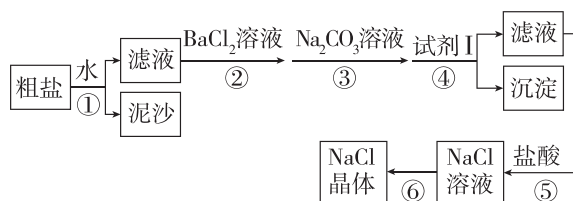
4. 下列有关检验试样中是否有  $\text{SO}_4^{2-}$  的操作及结论均正确的是 ( )

- A. 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  $\text{SO}_4^{2-}$
  - B. 加  $\text{HCl}$  酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液有白色沉淀, 一定有  $\text{SO}_4^{2-}$
  - C. 滴加  $\text{MgCl}_2$  溶液未产生白色沉淀, 一定没有  $\text{SO}_4^{2-}$
  - D. 滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液有白色沉淀, 一定有  $\text{SO}_4^{2-}$
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  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$  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

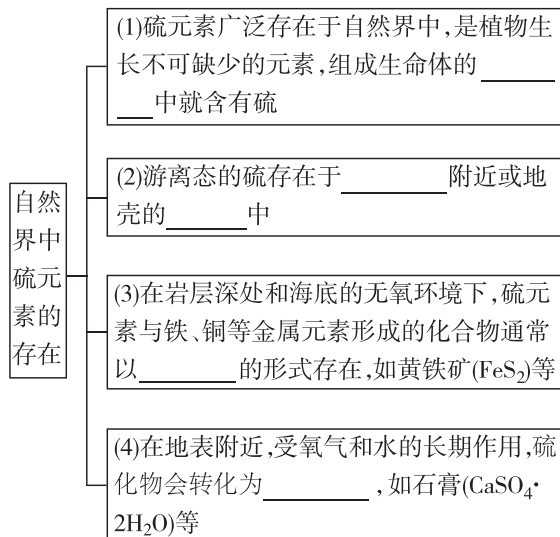
知识导学 素养初识

### 学习任务 不同价态含硫物质的转化

#### 【新知自主预习】

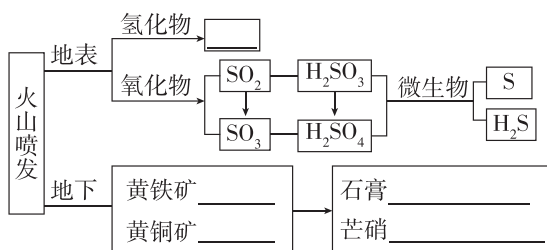
#### 一、自然界中硫的存在和转化

##### 1. 自然界中硫的存在



##### 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。

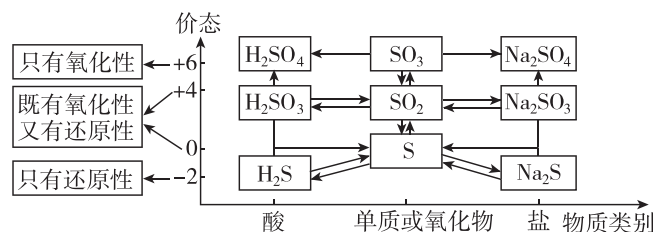
**【实验试剂】**硫粉、 $\text{SO}_2$  水溶液、浓硫酸、氯水、 $\text{Na}_2\text{S}$  溶液、铜片、品红溶液、稀盐酸、 $\text{BaCl}_2$  溶液。

**【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



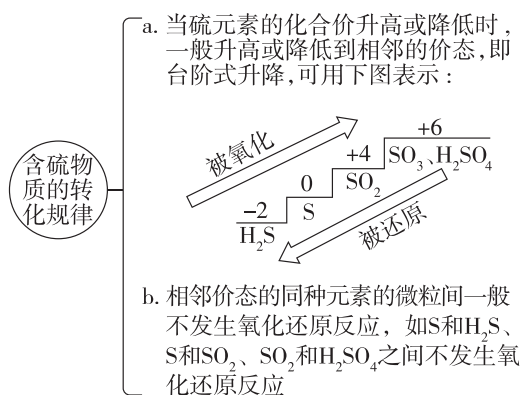
## 2. 含硫物质转化的思路与规律

(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

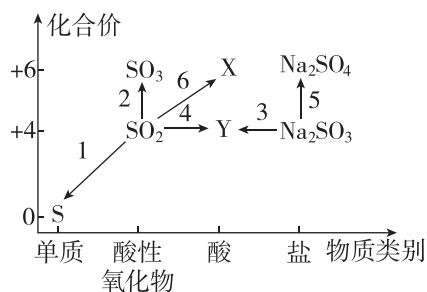


### 【知识迁移应用】

**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 Na<sub>2</sub>S 溶液中加入 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- 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红热
- D. 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** [2024·江苏南京二十九中高一月考] 如图所示为 S 元素的“价一类”二维图,图中列出了部分转化箭头。



下列说法正确的是 ( )

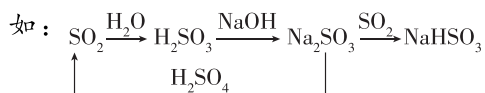
- A. Y 的化学式为 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- B. 实现 3 所示的转化可以用 NaOH 溶液

C. 实现 6 所示的转化可以用 H<sub>2</sub>

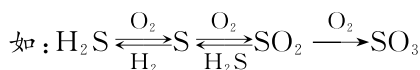
D. 实现 4 所示的转化可以用 H<sub>2</sub>O

### 【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



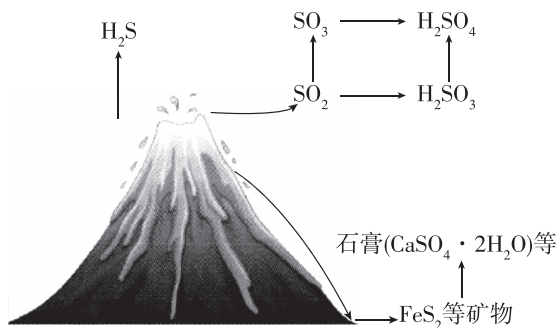
### 课堂评价

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 O<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 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 ( )

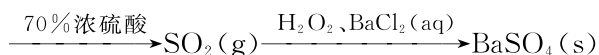
2. [2024·山西吕梁高一期中] 如图是硫元素在自然界中的存在示意图。下列说法错误的是 ( )



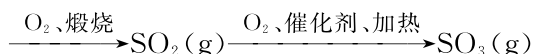
- A. 硫在自然界中既有游离态又有化合态
- B. SO<sub>2</sub>→SO<sub>3</sub>→H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 SO<sub>2</sub>→H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>→H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 均为硫酸型酸雨的形成途径
- C. 在地表附近,硫元素的存在形式主要是 FeS<sub>2</sub> 等硫化物
- D. 反应 2H<sub>2</sub>S+SO<sub>2</sub>====3S+2H<sub>2</sub>O 中,SO<sub>2</sub> 作氧化剂

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  $\text{SO}_2$  的制备与性质:  $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s})$



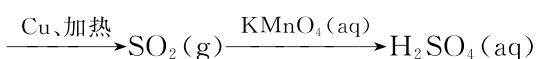
B. 工业上制备  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的部分流程:  $\text{FeS}_2(\text{s})$



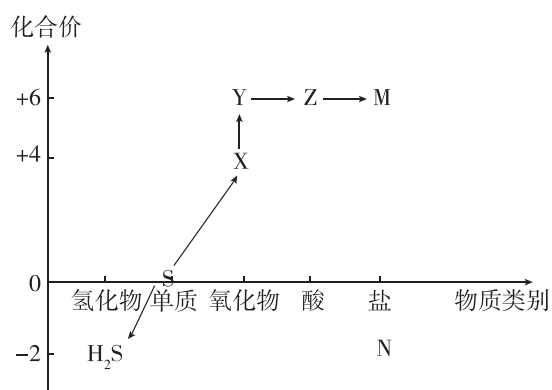
C. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收  $\text{SO}_2$  制备  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ :  $\text{SO}_2(\text{g})$



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“价一类”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“价一类”二维图, 在一定条件下存在转化:



A.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

B.  $\text{CuSO}_4$

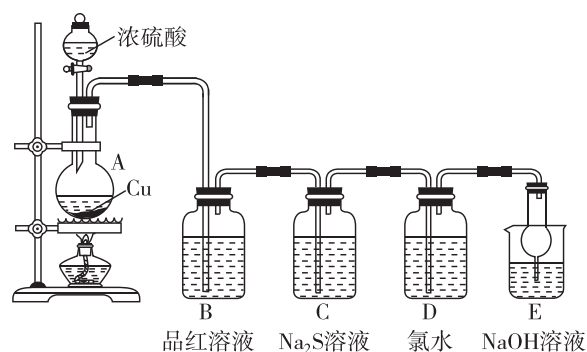
C.  $\text{FeSO}_4$

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 中  $\text{NaOH}$  溶液的作用是 \_\_\_\_\_,  $\text{NaOH}$  溶液过量时的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(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,设计含氮物质的转化。 <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

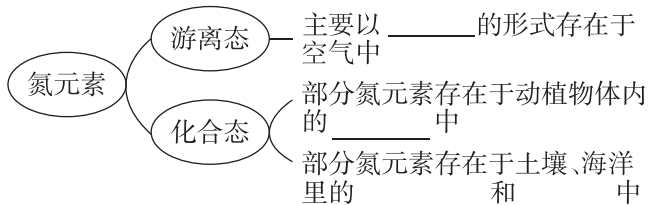
##### 【新知自主预习】

#### 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

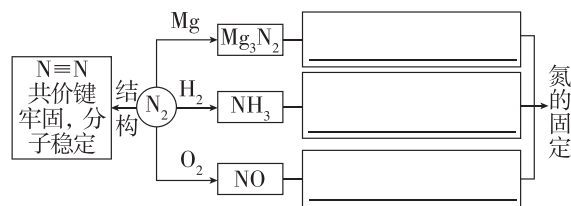
##### 1. 氮气

##### (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。

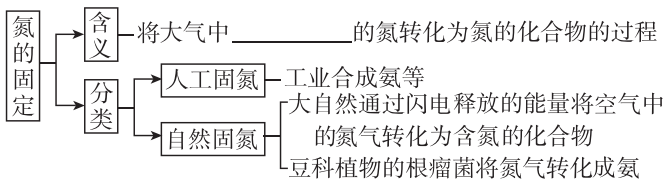
##### (2) 化学性质

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。

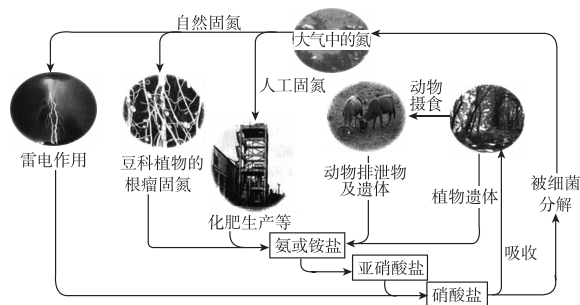


**[注意]** 镁在空气中燃烧时,与空气中的  $O_2$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$  均能发生反应,与  $N_2$  生成  $Mg_3N_2$ ,与  $CO_2$  生成  $MgO$  和  $C$ 。

##### 2. 氮的固定

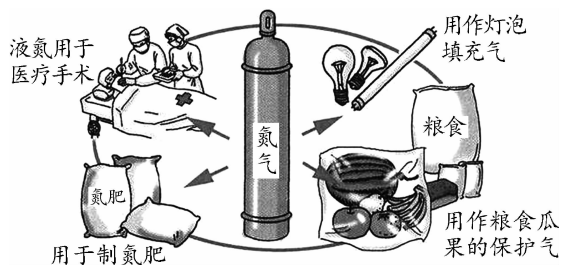


##### 3. 自然界中氮的循环



### 【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?

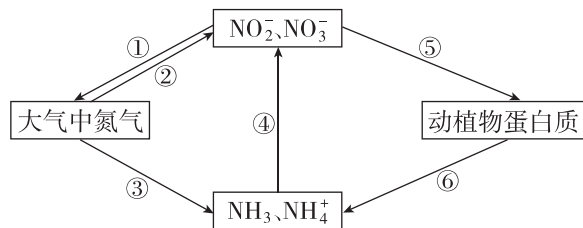
**问题三:**N 元素的非金属性稍弱于 O 元素,而  $N_2$  的化学性质很稳定, $O_2$  的化学性质活泼。试从微观结构角度分析其原因。

### 【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 ( $NO_2$ )

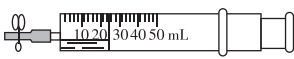
##### 1. 物理性质

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

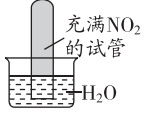
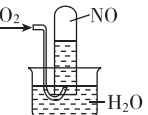
(1)  $NO_2$  溶于水生成硝酸和一氧化氮,化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2)实验探究: NO<sub>2</sub> 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 <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

NO<sub>2</sub>(NO<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>+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 NO<sub>2</sub> 时, 剩余气体为 NO,  
 $V(\text{NO}) = \frac{1}{3}V(\text{NO}_2)$  ①

NO 和 O<sub>2</sub> 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  
 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$

NO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 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 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 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(L)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>

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 ( )

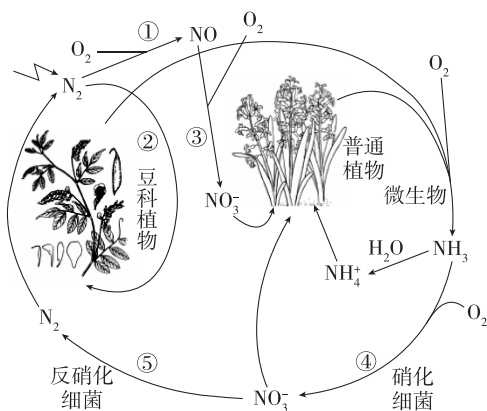
2. [2024·湖北黄冈中学高一期中] 氮元素是各种生物体生命活动不可缺少的重要元素,下列过程不属于氮的固定的是 ( )

- 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

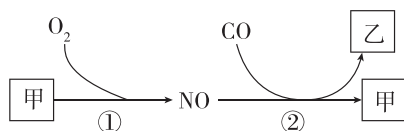
3. 下列对  $NO$  和  $NO_2$  的描述正确的是 ( )

- 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 ( )



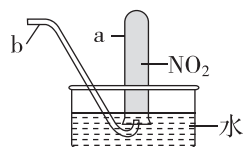
- A. 反应①②及工业合成氨均属于氮的固定
  - B. 反应③的化学方程式为  $4NO + 3O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$
  - C. 反应④中,生成 1 mol  $NO_3^-$ ,至少需要提供 4 mol  $O_2$
  - D. 过程中参与循环的元素有氮元素,还有氢元素和氧元素
5. [2024·山东菏泽高一期末] 燃油汽车行驶中会产生  $CO$ 、 $NO$  等多种污染物。汽车发动机及催化转化器中发生的部分化学反应如图所示。以下判断错误的是 ( )



- 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? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_