



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺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

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。



天津出版传媒集团
天津人民出版社

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	107
第 1 课时 硫和二氧化硫	107
第 2 课时 硫酸 硫酸根离子的检验	112
第 3 课时 不同价态含硫物质的转化	117
第二节 氮及其化合物	119
第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮	119
第 2 课时 氨和铵盐	123
第 3 课时 硝酸 酸雨及防治	127
拓展微课 1 基于硫、氮及其化合物的实验“微设计”	131
第三节 无机非金属材料	133
① 本章素养提升	137

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	139
第 1 课时 化学反应与热能	139
第 2 课时 化学反应与电能	143
拓展微课 2 新型化学电源及分析	148
第二节 化学反应的速率与限度	150
第 1 课时 化学反应的速率	150
拓展微课 3 “变量控制法”在化学反应速率中的应用	154
第 2 课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制	155
拓展微课 4 “三段式法”的应用及图像分析	158
② 本章素养提升	160

07 第七章 有机化合物

PART SEVEN

第一节 认识有机化合物	162
第 1 课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构	162
第 2 课时 烷烃的性质	167
第二节 乙烯与有机高分子材料	171
第 1 课时 乙烯	171
第 2 课时 烃 有机高分子材料	174
拓展微课 5 炔一元(或多元)取代物种类及原子共线共面的判断	178
第三节 乙醇与乙酸	180
第 1 课时 乙醇	180
第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类	184
第四节 基本营养物质	188
第 1 课时 糖类	188
第 2 课时 蛋白质 油脂	191
拓展微课 6 抓住官能团 类推陌生有机物的性质	196
⑩ 本章素养提升	197

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	201
第 1 课时 金属矿物和海水资源的开发利用	201
第 2 课时 煤、石油和天然气的综合利用	205
第二节 化学品的合理使用	207
第三节 环境保护与绿色化学	213
⑩ 本章素养提升	216

◆ 参考答案	219
--------	-----

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	【变化观念与平衡思想】 以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”

① 位于元素周期表的第__周期、第__族

② 有3个电子层,原子最外层有__个电子

③ 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

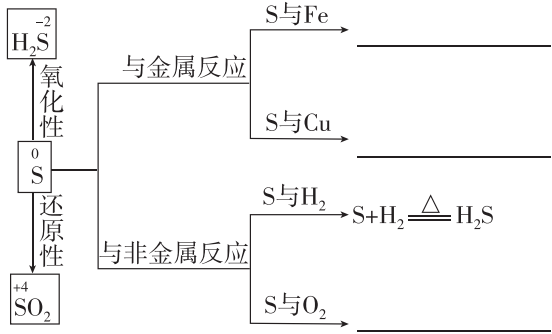
(1) 硫的物理性质

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 ℃ (熔)、445 ℃ (沸)	2.06 g · cm ⁻³

[注意] 实验室中可用二硫化碳清洗附着在试管内壁上的单质硫。

(2) 硫的化学性质

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



【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

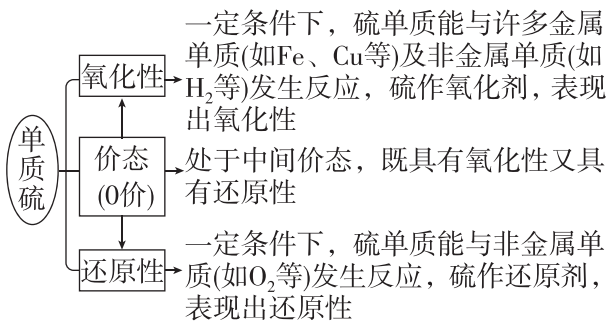
问题一:实验 1 中混合物持续红热,生成黑色固体 FeS。据此得出什么结论? 试写出该反应的化学方程式。

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

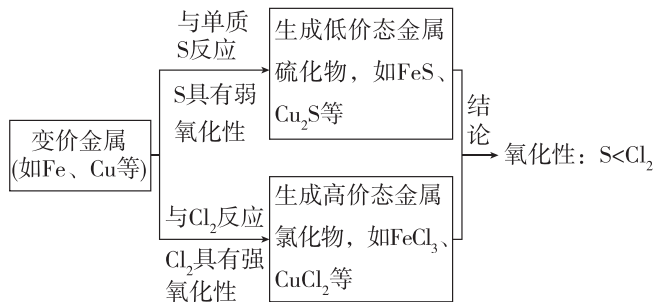
问题三:实验 3 中铁丝剧烈燃烧,产生棕黄色的烟,生成 FeCl₃ 固体。从微观角度分析 Fe 与 S、Cl₂ 反应产物中 Fe 元素价态不同的原因。

【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 ()

- ① CuS ② FeS ③ SO₃ ④ H₂S
A. ①③ B. ①②③ C. ①②④ D. 全部

【易错警示】

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

◆ 学习任务二 二氧化硫的性质和用途

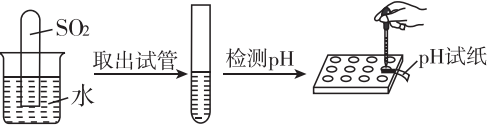
【新知自主预习】

一、SO₂ 的物理性质

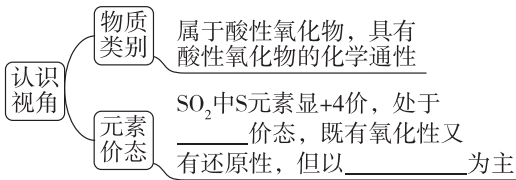
1. 物理性质

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

2. 实验探究

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

二、从“价一类”二维视角认识 SO₂ 的化学性质



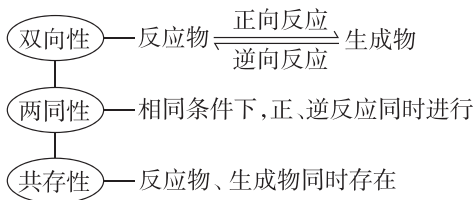
1. 具有酸性氧化物的性质 (物质类别)

(1) 与水反应

① SO₂ 与水反应生成 H₂SO₃, 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。

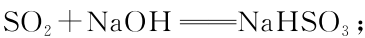
可逆反应特点:



[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:



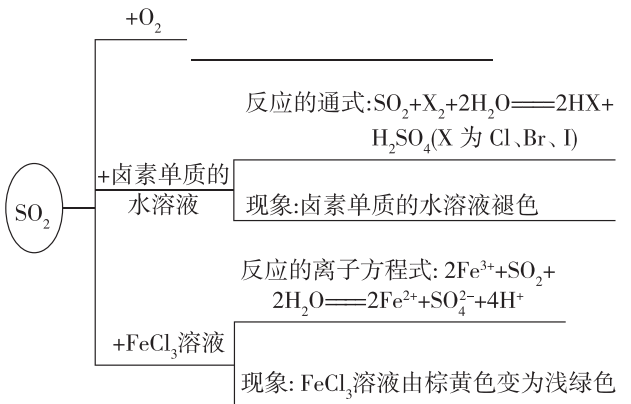
与足量 NaOH 溶液反应:

_____。

[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?

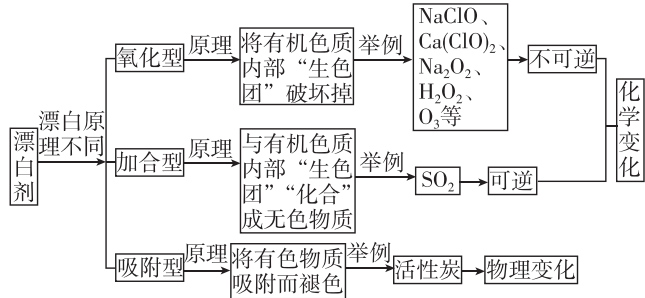
问题二:品红溶液中分别通入 SO₂ 和 Cl₂ 会出现什么现象?一段时间后对其进行加热,现象又如何?紫色石蕊溶液中分别通入 SO₂ 和 Cl₂ 会出现什么现象?

【核心知识讲解】

1. SO₂ 和 CO₂ 的化学性质比较

		SO ₂	CO ₂
共性	与水反应	SO ₂ + H ₂ O $\rightleftharpoons$ H ₂ SO ₃	CO ₂ + H ₂ O $\rightleftharpoons$ H ₂ CO ₃
	与碱反应	SO ₂ 气体通入澄清石灰水中,先生成沉淀,当气体过量时沉淀又溶解: Ca(OH) ₂ + SO ₂ $\rightleftharpoons$ CaSO ₃ ↓ + H ₂ O CaSO ₃ + SO ₂ + H ₂ O $\rightleftharpoons$ Ca(HSO ₃) ₂	CO ₂ 气体通入澄清石灰水中,先生成沉淀,当气体过量时沉淀又溶解: Ca(OH) ₂ + CO ₂ $\rightleftharpoons$ CaCO ₃ ↓ + H ₂ O CaCO ₃ + CO ₂ + H ₂ O $\rightleftharpoons$ Ca(HCO ₃) ₂
	与碱性氧化物反应	SO ₂ + CaO $\rightleftharpoons$ CaSO ₃	CO ₂ + CaO $\rightleftharpoons$ CaCO ₃
	弱氧化性	SO ₂ + 2H ₂ S $\rightleftharpoons$ 3S + 2H ₂ O	CO ₂ + C $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2CO
	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	—
差异性	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

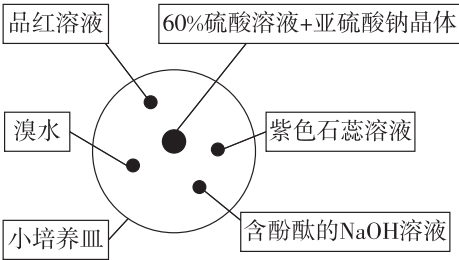


【知识迁移应用】

例 3 SO₂ 是一种食品添加剂。下列关于 SO₂ 的说法错误的是 ()

- A. 是无色无味的气体
- B. 具有漂白作用
- C. 属于酸性氧化物
- D. 能使酸性高锰酸钾溶液褪色

例 4 [2025·湖南娄底涟源高一期末] 如图所示是研究二氧化硫性质的微型实验装置。现用 60% 硫酸溶液和亚硫酸钠晶体反应制取 SO₂ 气体,实验现象很明显。下列说法中错误的是 ()



- A. 紫色石蕊溶液变红色,是因为 SO₂ 溶于水生成了 H₂SO₃
- B. 品红溶液褪色,是因为 SO₂ 具有氧化性
- C. 溴水橙色褪去,是因为 SO₂ 具有还原性
- D. 含酚酞的 NaOH 溶液红色变浅

【易错警示】

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

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

- (1) 硫元素在自然界中只存在化合态,没有游离态 ()
- (2) 硫和铁、铜在加热条件下生成 Fe_2S_3 和 CuS ()
- (3) 硫是一种非金属单质,与其他单质反应,只能作氧化剂 ()
- (4) SO_2 的水溶液中存在 SO_2 、 H_2SO_3 的原因是 SO_2 与 H_2O 的反应为可逆反应 ()
- (5) SO_2 与氯水混用,漂白效果更好 ()
- (6) SO_2 气体通入 BaCl_2 溶液产生白色沉淀 BaSO_3 ()
- (7) 某气体通入品红溶液后,品红溶液褪色,则该气体一定是 SO_2 ()
- (8) SO_2 通入紫色石蕊溶液中,溶液先变红后褪色 ()

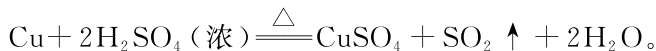
2. 下列关于单质硫及 SO_2 的说法中正确的是 ()

- A. SO_2 与 NaOH 溶液反应生成 Na_2SO_4
- B. 可用 CS_2 或热 NaOH 溶液清洗残留在试管内壁的硫
- C. 硫跟铁单质反应生成硫化铁
- D. SO_2 有毒,不能用作食品添加剂

3. [2024·湖南长沙高一期末] 下列物质均有漂白作用,其中漂白原理与其他三种物质不同的是 ()

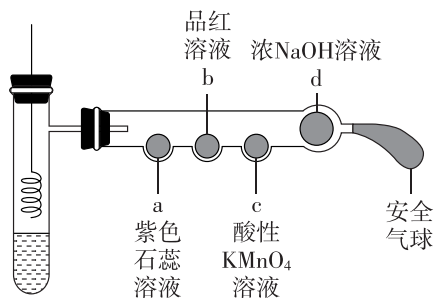
- A. SO_2 B. Na_2O_2 C. NaClO D. 氯水

4. [2025·浙江杭州学军中学高一期末] 已知:



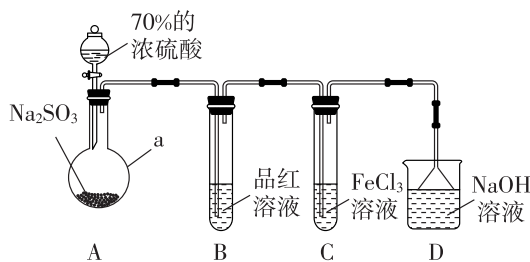
若将铜丝插入热浓硫酸中进行如图所示(a~d 均为浸有相应溶液的棉花)的探究实验,下列分析不

正确的是 ()



- A. a 处变蓝,说明 SO_2 是酸性氧化物
- B. b 处褪色,说明 SO_2 具有漂白性
- C. c 处褪色,说明 SO_2 具有还原性
- D. d 处的浓 NaOH 溶液用于吸收未反应的 SO_2

5. 已知: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。某化学兴趣小组利用如图所示装置(夹持装置省略)制取 SO_2 , 并进行相关性质的探究实验。



请回答下列问题:

- (1) 仪器 a 的名称是 _____ (填“锥形瓶”或“圆底烧瓶”)。
- (2) B 装置中观察到品红溶液 _____ (填“褪色”或“不褪色”)。
- (3) C 装置中发生反应: $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, 在此反应中 Fe^{3+} 是 _____ (填“氧化剂”或“还原剂”)。
- (4) D 装置中发生反应: $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 说明 SO_2 是 _____ (填“酸性”或“碱性”)氧化物。
- (5) 欲制取标准状况下 2.24 L SO_2 , 至少需要 Na_2SO_3 的质量为 _____ g。

第2课时 硫酸 硫酸根离子的检验

新课探究

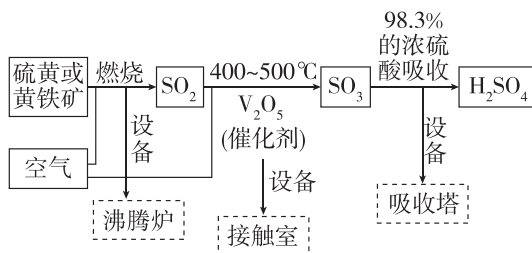
知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 硫酸

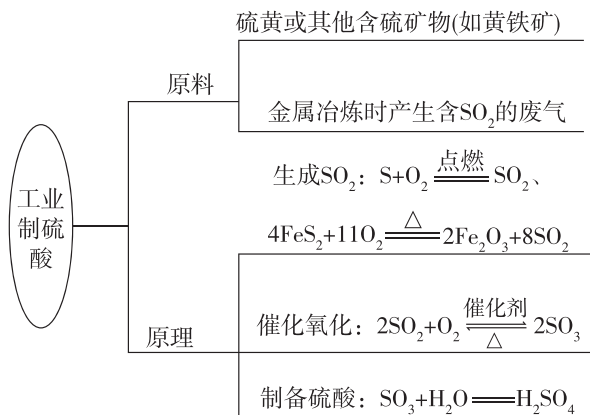
【新知自主预习】

一、工业制备硫酸的原理

1. 工艺流程



2. 制备原料及反应原理



二、硫酸的主要性质

1. 稀硫酸的化学性质

稀硫酸具有酸的化学通性,写出下列反应的离子方程式:

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

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

2. 浓硫酸的三大特性

吸水性	作干燥剂,但不能干燥H ₂ S、HBr、HI、NH ₃ 等气体
脱水性	将有机物中的氢和氧按水的组成比脱去,如使蔗糖碳化
强氧化性	常温下,铁、铝遇浓H ₂ SO ₄ 钝化,可用铁罐车、铝槽车装运浓硫酸
	与Cu 与C _____

【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 $\text{HCl}: 2\text{NaCl(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$]。

【实验活动探究】

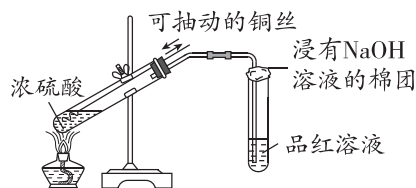
【实验1】浓硫酸与蔗糖发生的“黑面包”反应



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,将被加热试管里的物质慢慢倒入盛有少量水的另一支试管里,溶液变成蓝色。

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

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

【核心知识讲解】

1. 浓硫酸的吸水性和脱水性比较

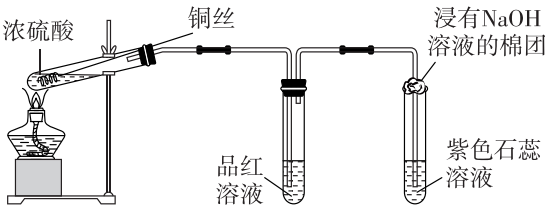
	吸水性	脱水性
作用对象	含有水分子或结晶水的物质	一般为含氢、氧元素的有机物,氢、氧元素按水的组成比脱去
变化类型	物理变化或化学变化	化学变化
能量变化	放热	放热
本质区别	看与浓硫酸接触的物质中是否含有“H ₂ O”。若含有“H ₂ O”,则浓硫酸表现吸水性;若不含“H ₂ O”,只是含有氢元素和氧元素的有机物,则浓硫酸表现脱水性	

2. 浓硫酸的强氧化性

强氧化性	本质	浓硫酸具有强氧化性, H ₂ SO ₄ 分子中硫元素的化合价为+6价,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生成硫酸盐、H ₂ O和SO ₂ (铁、铝除外),表现强氧化性和酸性,硫酸变稀后,生成的气体为H ₂
		②与不活泼金属和非金属反应需要加热,否则不反应。还原产物一般是SO ₂ ,一般金属被氧化为高价态的硫酸盐,非金属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

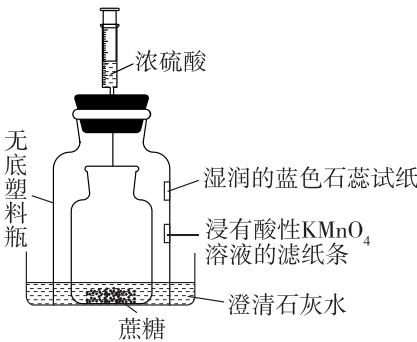
【知识迁移应用】

例 1 [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。已知:铜足量,浓硫酸(浓度为 18 mol·L⁻¹)为 50 mL。下列说法不正确的是 ()



- A. 可通过拉动铜丝控制反应的发生与停止
- B. 浸有 NaOH 溶液的棉团的作用: $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 充分反应后,被还原的硫酸小于 0.45 mol
- D. 若将品红溶液和紫色石蕊溶液调换位置,紫色石蕊溶液变红仍可以证明生成 SO₂

例 2 [2024·江苏宿迁高一期末] 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 SO₂ 生成
- B. 浸有酸性 KMnO₄ 溶液的滤纸条褪色,说明 SO₂ 具有还原性
- C. 澄清石灰水变浑浊,说明反应有 CO₂ 产生
- D. 该实验只体现了浓硫酸的吸水性和强氧化性

【易错警示】浓 H₂SO₄ 与金属反应的规律

(1)与活泼金属(如 Zn)反应,开始产生 SO₂,硫酸浓度变小后,产生 H₂。

(2)与不活泼金属(如 Cu)反应,开始产生 SO₂(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 H₂SO₄ 的浓硫酸充分反应,生成 SO₂ 的物质的量小于 1 mol。

◆ 学习任务二 硫酸盐 SO_4^{2-} 的检验

【新知自主预习】

一、几种常见的硫酸盐

硫酸盐	硫酸钙	硫酸钡	硫酸铜
存在形式	自然界中的硫酸钙常以石膏()的形式存在	自然界中的硫酸钡以重晶石(BaSO_4)的形式存在	—
性质及变化	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”;可用作白色颜料;可用作油漆、油墨、造纸、塑料、橡胶等的原料及填充剂	胆矾和石灰乳混合制成农药——波尔多液

二、 SO_4^{2-} 的检验

1. 探究 SO_4^{2-} 的检验 [教材实验 5-4]

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

2. SO_4^{2-} 的检验

(1)实验操作

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

(2)理论解释

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

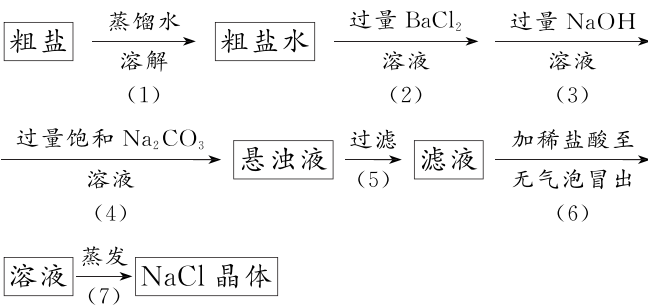
【实验活动探究】

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

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

【实验步骤】

实验操作流程



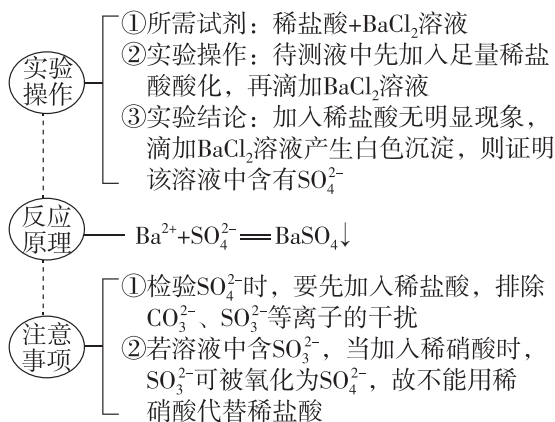
问题一:步骤(2)中如何表明 SO_4^{2-} 沉淀完全?

问题二:为什么每次加入的试剂都要略微过量?加入稀盐酸的目的是什么?

问题三:本实验中加入试剂的顺序能否调整?试剂的加入顺序有什么原则吗?

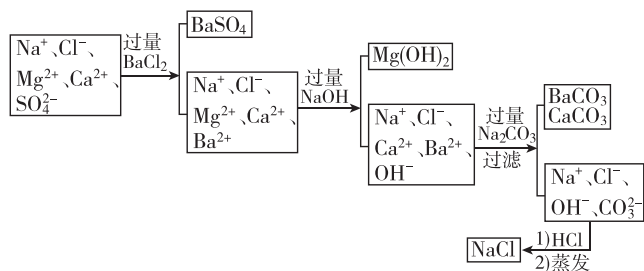
【核心知识讲解】

1. 硫酸根离子 (SO_4^{2-}) 的检验方法及原理



2. 粗盐的提纯

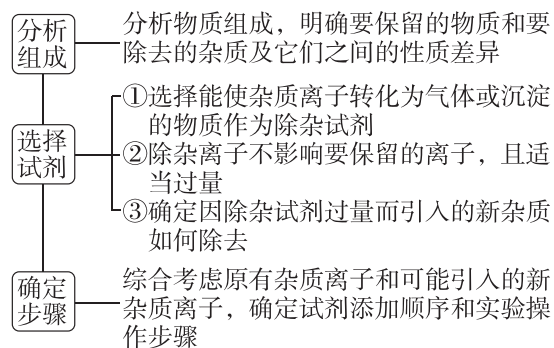
(1)粗盐提纯时，试剂的加入顺序及各步操作时体系中的主要离子和沉淀成分：



[注意] ① 每一步加入的除杂试剂都必须过量，多次沉淀，一次过滤；要先过滤沉淀再加入稀盐酸中和。

② 要先加入过量 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-} ，后加入过量 Na_2CO_3 溶液除去 Ca^{2+} 及过量的 Ba^{2+} 。

(2)利用离子反应除去杂质的思路和方法



【知识迁移应用】

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

A. 取少量样品于试管中，滴入足量稀盐酸，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，滴入足量稀硝酸，再滴入 BaCl_2 溶液，若有白色沉淀产生，则说明已变质

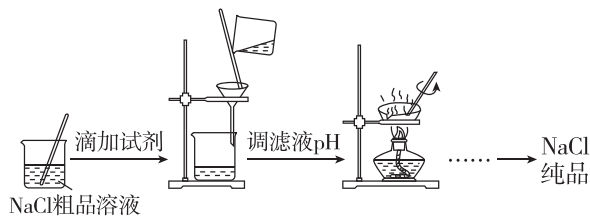
C. 取少量样品于试管中，滴入足量稀硫酸，再滴入 BaCl_2 溶液，若有白色沉淀产生，则说明已变质

D. 取少量样品于试管中，滴入足量稀盐酸，若产生使品红溶液褪色的气体，则说明已变质

[易错警示] 检验 SO_4^{2-} 的常见误区及分析

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

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



下列说法不正确的是 ()

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

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

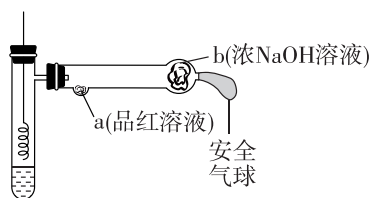
- (1)浓硫酸可用来干燥 NH_3 、 H_2S ()
- (2)冷的浓硫酸使铁、铝钝化属于物理变化 ()
- (3)浓硫酸具有强氧化性, SO_2 具有较强的还原性,因此不能用浓硫酸干燥 SO_2 ()
- (4)向 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的表面上滴加浓硫酸,晶体表面会出现“白斑” ()
- (5)取少量试样溶液,加入用稀盐酸酸化的 BaCl_2 溶液,有白色沉淀生成,则溶液中一定含有 SO_4^{2-} ()

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

2. 浓硫酸可用来干燥某些气体,说明浓硫酸具有 ()

- A. 酸性 B. 吸水性
C. 脱水性 D. 氧化性

3. [2024·四川宜宾高一统考] 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有无 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

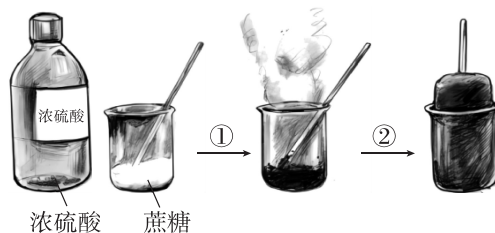
有白色沉淀,一定有 SO_4^{2-}

B. 加盐酸酸化的 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-}

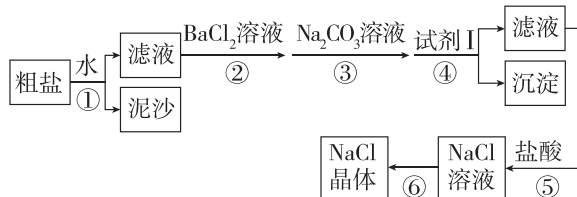
5. [2024·湖南长沙宁乡一中高一月考] 蔗糖与浓硫酸发生作用的过程如图所示。



下列关于该过程的分析不正确的是 ()

- A. 过程中蔗糖分子发生了化学键的断裂
- B. 过程中只发生 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 一个化学反应
- C. 过程中产生能使品红溶液褪色的气体,体现了浓硫酸的强氧化性
- D. 过程①白色固体变黑,主要体现了浓硫酸的脱水性

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



(1)①中不需要使用的实验仪器是_____。

- A. 玻璃棒 B. 漏斗
C. 蒸发皿 D. 烧杯

(2)下列说法正确的是_____。

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

(3)⑥中用到的分离方法是_____。

- A. 过滤 B. 冷却结晶
C. 吸附 D. 蒸发结晶

第3课时 不同价态含硫物质的转化

新课探究 知识导学 素养初识

学习任务 不同价态含硫物质的转化

【新知自主预习】

一、自然界中硫的存在和转化

1. 自然界中硫的存在

自然界中硫元素的存在

(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

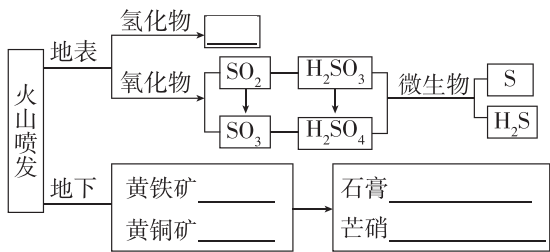
(2)游离态的硫存在于_____附近或地壳的_____中

(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(FeS₂)等

(4)在地表附近，受氧气和水的长期作用，硫化物转化为_____，如石膏(CaSO₄·2H₂O)等

2. 自然界中硫的转化

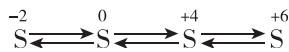
火山口附近的硫单质被大气中的 O₂ 氧化成____，进一步被氧化生成 SO₃，SO₂ 和 SO₃ 遇水分别形成_____和_____。转化关系如下：



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。

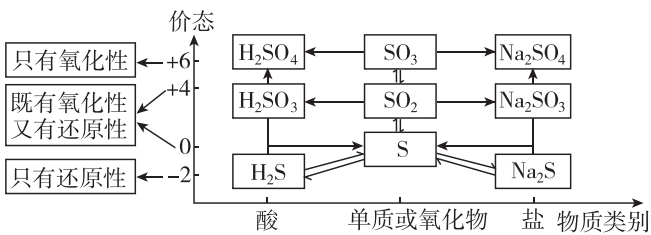
【实验试剂】硫粉、SO₂ 水溶液、浓硫酸、氯水、Na₂S 溶液、铜片、品红溶液、稀盐酸、BaCl₂ 溶液。

【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



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。

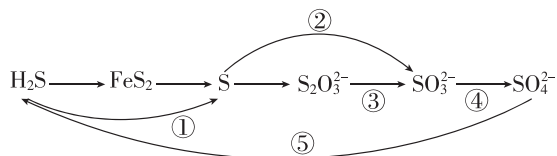
(2)含硫物质的转化规律

a. 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：

b. 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H₂S、S和SO₂、SO₂和H₂SO₄之间不发生氧化还原反应

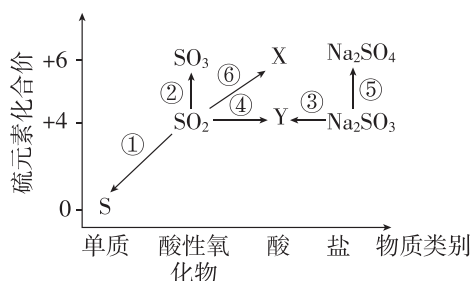
【知识迁移应用】

例 1 [2025·湖南长沙一中高一检测] 自然界的硫循环需要依靠多种硫氧化细菌(能把低价硫氧化为高价硫)或还原细菌,硫的部分转化如图所示。下列有关表述错误的是 ()



- A. H_2S 是一种还原性较强的气体
 B. 过程①②中,含硫物质均发生氧化反应
 C. 过程⑤需要硫氧化细菌参与
 D. 若过程④用 H_2O_2 作氧化剂,则反应的离子方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SO}_3^{2-} = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

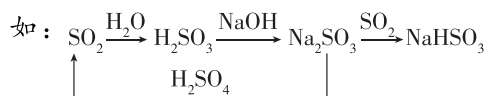
例 2 [2024·江苏南京二十九中高一月考] 如图所示为 S 元素的“价—类”二维图,图中列出了部分转化箭头。



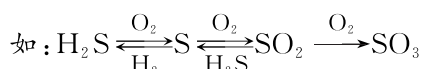
- 下列说法正确的是 ()
 A. Y 的化学式为 H_2SO_4
 B. 实现过程③可以用 NaOH 溶液
 C. 实现过程⑥可以用 H_2
 D. 实现过程④可以用 H_2O

【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_2 和 H_2O 对硫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 ()

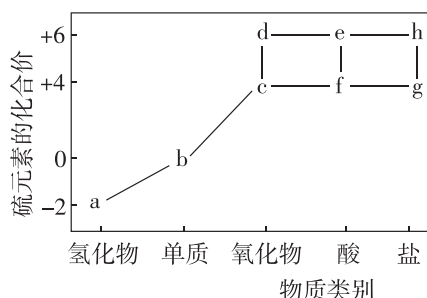
2. [2025·山东莱州一中高一检测] 下列有关硫元素循环的说法不合理的是 ()

- A. 煤、石油中的硫元素燃烧时能生成 SO_2
 B. 动物尸体腐败过程产生的 H_2S 气体会进入大气
 C. 循环过程中硫元素既发生氧化反应又发生还原反应
 D. 大气中的硫元素会全部转化成 H_2SO_4 而形成酸雨

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

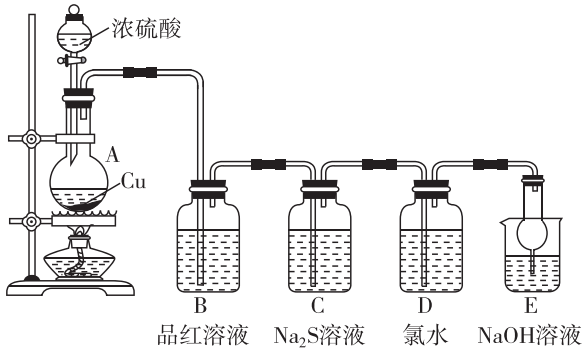
- A. 实验室探究 SO_2 的制备与性质: $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s}) \xrightarrow{70\% \text{ 硫酸}} \text{SO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2, \text{BaCl}_2(\text{aq})} \text{BaSO}_4(\text{s})$
 B. 工业上制备 H_2SO_4 的部分流程: $\text{FeS}_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{O}_2, \text{煅烧}} \text{SO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{O}_2, \text{催化剂, 加热}} \text{SO}_3(\text{g})$
 C. 用 Na_2CO_3 溶液吸收 SO_2 制备 Na_2SO_3 : $\text{SO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{过量 Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})} \text{NaHSO}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{NaOH}(\text{aq})} \text{Na}_2\text{SO}_3(\text{aq})$
 D. 实验室探究浓硫酸的性质: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\text{Cu, 加热}} \text{SO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{KMnO}_4(\text{aq})} \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$

4. [2025·广东东莞高一检测] 硫的“价—类”二维图如图所示。下列分析错误的是 ()



- A. a 只有还原性,在水溶液中不可能生成 d
 B. b 与 e 的浓溶液反应可得到 c
 C. f 的溶液露置于空气中酸性增强,与 $\text{f} \rightarrow \text{e}$ 的转化有关
 D. 可用 e 的溶液判断 h 中是否含有 g

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

◆ 学习任务一 氮气与氮的固定

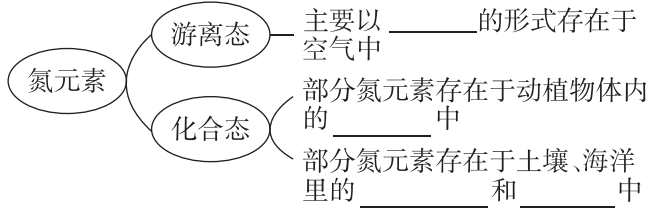
【新知自主预习】

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

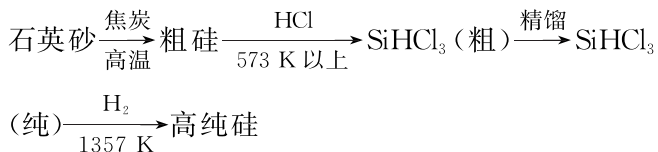
(1) 分子结构

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，

- C. SiO_2 属于两性氧化物,能与氢氧化钠溶液反应,也能与氢氟酸反应
- D. H_2SiO_3 属于弱酸,可由反应 $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$ 制得

6. 硅单质及其化合物应用范围很广。请回答下列问题:

(1)制备硅半导体材料必须先得到高纯硅,三氯甲硅烷(SiHCl_3)还原法是当前制备高纯硅的主要方法,生产过程示意图如图所示:



①写出由纯 SiHCl_3 制备高纯硅的化学方程式:

_____。

②整个制备过程必须严格控制无水无氧。 SiHCl_3 遇水剧烈反应生成 H_2SiO_3 、 HCl 和另一种物质,写出这一过程的化学方程式:_____。 H_2 还原 SiHCl_3 过程中若混入 O_2 ,可能引起的后果是_____。

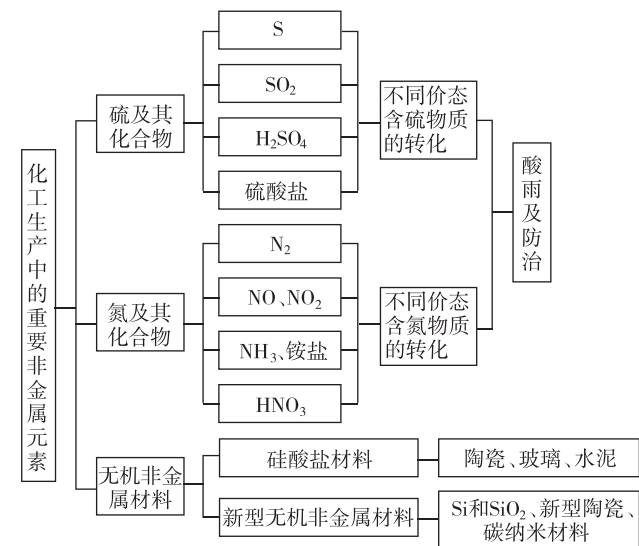
(2)下列有关硅材料的说法正确的是_____ (填字母)。

- A. 碳化硅化学性质稳定,可用于砂纸、砂轮的磨料
- B. 氮化硅硬度大、熔点高,可用于制作高温陶瓷和轴承
- C. 高纯度的二氧化硅可用于制造高性能通讯材料——光导纤维
- D. 普通玻璃是由纯碱、石灰石和石英砂制成的,其熔点很高

► 本章素养提升

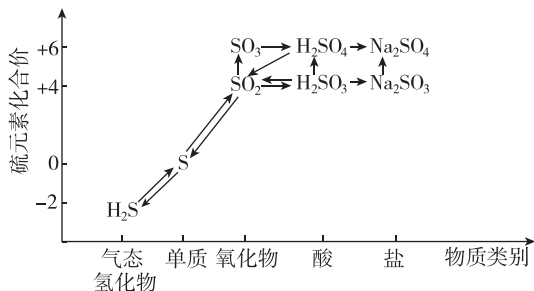
知识网络

一、本章知识体系

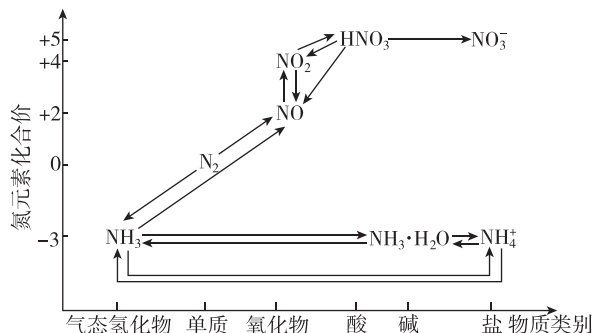


二、基于“价—类”二维角度认识物质间的转化关系

1. 硫及其化合物间“价—类”二维转化关系图



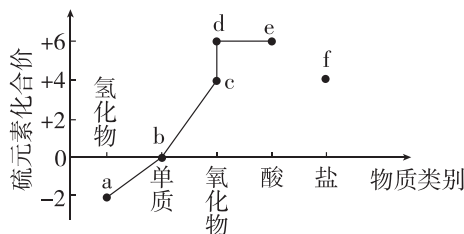
2. 氮及其化合物间“价—类”二维转化关系图



素养提升

◆ 探究点一 硫及其化合物的性质及转化

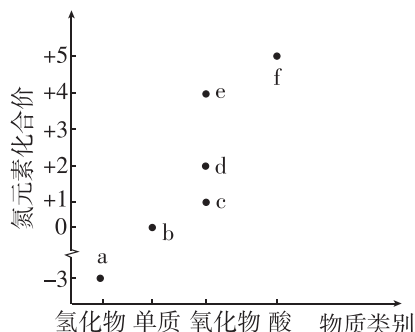
例1 [2024·河北承德高一期末]“价—类”二维图是研究物质性质的一种方法,图中 a~f 表示的均是含硫物质。下列说法正确的是 ()



- A. a 可用硫化亚铁与稀硝酸反应制取
- B. 可发生反应: $b + \text{OH}^- \longrightarrow c + f + \text{H}_2\text{O}$ (未配平)
- C. c 能使溴水褪色,证明 c 有漂白性
- D. f 既有氧化性又有还原性

◆ 探究点二 氮及其化合物的性质及转化

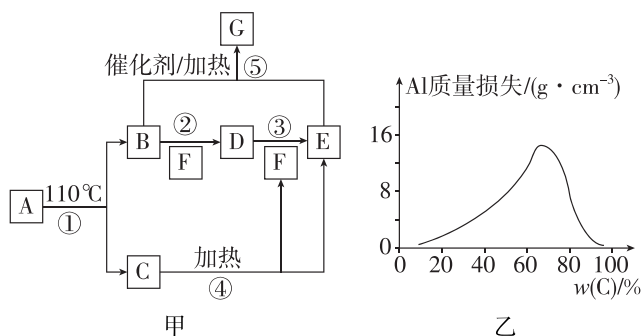
例 2 [2025·山西大同高一检测] 氮元素的“价—类”二维图如图所示,下列相关说法正确的是()



- A. 一般用排水法收集 a
B. c 的化学式为 NO
C. 工业制硝酸的原理为 $b \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f$
D. 向 f 的浓溶液中投入红热木炭,产生 e,说明两者发生化学反应

自我检测

1. [2024·山西太原高一月考] A~G 的转化关系如图甲所示(部分产物略去),其中 E 为红棕色气体, G 为单质。常温下,将 Al 片浸在不同质量分数的 C 溶液中,经过相同时间的腐蚀后, Al 片的质量损失情况如图乙所示。



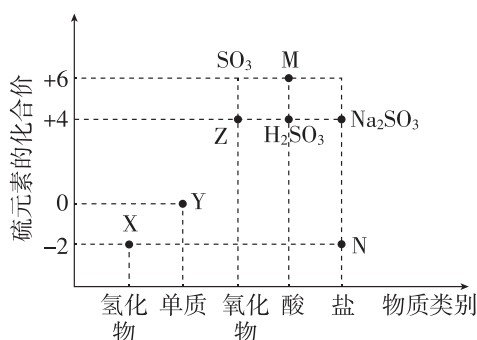
请回答下列问题:

- (1) 写出下列物质的化学式: A _____、E _____。
(2) 写出反应④⑤的化学方程式:
④ _____、
⑤ _____。

(3) 图乙中 Al 质量损失随 C 溶液质量分数的变化先增大后减小,减小的原因为 _____。

(4) 足量 Al 与一定浓度的 C 溶液反应,得到 H 溶液和 D、E 的混合物,这些混合物与 1.68 L O_2 (标准状况)混合后通入水中,所有气体恰好完全被水吸收生成 C。若向所得 H 溶液中加入 $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液至 Al^{3+} 恰好完全沉淀,则消耗 NaOH 溶液的体积是 _____ mL。

2. 硫元素的“价—类”二维图如图所示。请回答下列问题:



(1) 图中能与水反应生成强酸的物质的化学式为 _____。

(2) Z 和 X 的溶液反应的化学方程式为 _____。

(3) 煤的燃烧会产生大量 SO_2 造成环境污染,下列关于 SO_2 的治理措施中不可行的是 _____ (填字母)。

- A. 在燃煤中添加生石灰固硫
B. 将煤燃烧产生的尾气通入氢氧化钠溶液中
C. 将煤燃烧产生的尾气排放到高空
D. 用氨水吸收烟气中的 SO_2

(4) 为进一步减少 SO_2 的污染并变废为宝,我国正在探索在一定条件下用 CO 还原 SO_2 的方法来除去 SO_2 。写出该反应的化学方程式: _____。