全品
— SINCE 1992 —

教育图书 功能学具 学生之家

基础教育行业专研品牌

30+年专注教育行业

全品学练考

主编 肖德好

导学案

高中化学

基础版

必修第二册 RJ

数智教辅

全品AI学伴

7×24小时有问必答

高效预复习，吃透每一课

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 …… 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	**【变化观念与平衡思想】**基于硫元素为核心建立物质转化视角，能够从物质类别和元素价态两个角度，依据复分解反应和氧化还原反应原理，分析硫及其化合物的化学性质及含硫物质间的转化关系。 **【科学探究与创新意识】**能根据实验目的和假设设计实验方案，选择适当的实验试剂，探究二氧化硫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。 **【科学态度与社会责任】**能说明硫及其化合物的应用对社会发展的价值和对环境的影响，能有意识地运用所学知识和方法解决生产、生活中的简单化学问题

第 1 课时　硫和二氧化硫

新课探究　知识导学　素养初识

◆ 学习任务一　硫的性质

【新知自主预习】

1. 硫元素的“位—构—性”



硫原子结构示意图

位　位于元素周期表的第____周期、第____族

构　有3个电子层，原子最外层有____个电子

性　在化学反应中易得到____个电子，形成−2价硫的化合物；比氧原子多一个电子层，得电子能力相对____，失电子能力则相对____

2. 单质硫的性质

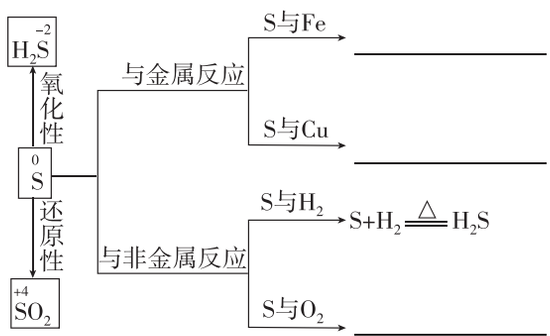
(1)硫的物理性质

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

[**注意**] 实验室中可用二硫化碳清洗附着在试管内壁上的单质硫。

(2)硫的化学性质

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



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

【实验活动探究】

某校化学兴趣小组通过实验探究硫的化学性质。

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

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

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


硫粉与铁粉的反应
甲


硫粉在氧气中燃烧
乙


铁丝在氯气中燃烧
丙

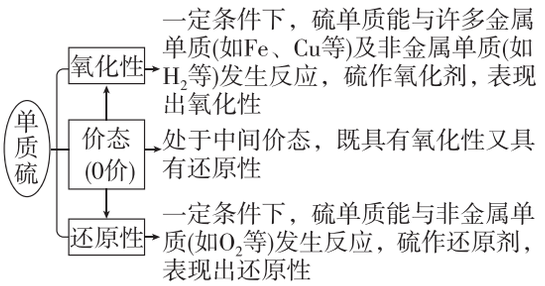
问题一：实验1中混合物持续红热，生成黑色固体FeS。据此得出什么结论？试写出该反应的化学方程式。

问题二：实验2中发出蓝紫色火焰，产生刺激性气味的气体SO_2。试写出该反应的化学方程式，体现单质硫的什么性质？

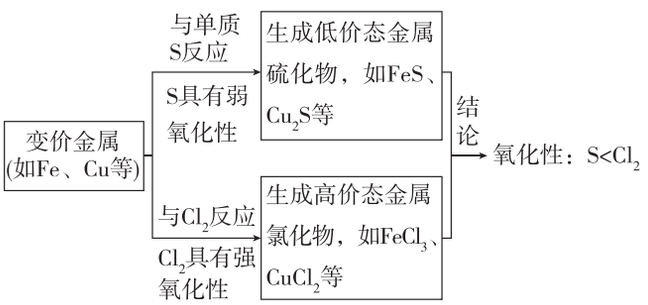
问题三：实验3中铁丝剧烈燃烧，产生棕黄色的烟，生成$FeCl_3$固体。从微观角度分析Fe分别与S、Cl_2反应产物中Fe元素价态不同的原因。

【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_2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_3　④H_2S

A. ①③　　B. ①②③　　C. ①②④　　D. 全部

[**易错警示**]

单质S与O_2反应时，无论氧气是否足量，均生成SO_2，不能直接生成SO_3，SO_2转化为SO_3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

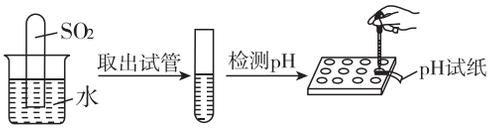
【新知自主预习】

一、SO_2的物理性质

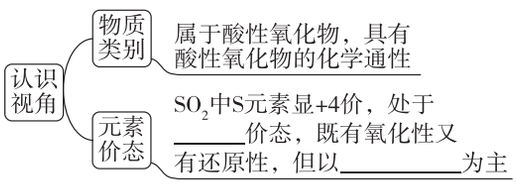
1. 物理性质

颜色	气味	毒性	密度	溶解性
无色	有____气味	____毒	比空气的_____	_____溶于水，通常情况下，1体积的水可以溶解约40体积的SO_2

2. 实验探究

实验操作	
实验现象	试管内液面_____，pH 试纸变成红色
结论	SO_2 能溶于水，所得溶液呈_____性

二、从“价—类”二维视角认识 SO_2 的化学性质



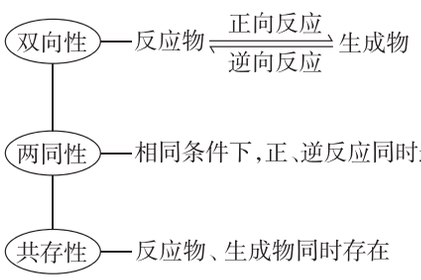
1. 具有酸性氧化物的性质（物质类别）

(1)与水反应

①SO_2 与水反应生成 H_2SO_3，化学方程式为_____，H_2SO_3 不稳定，容易分解成 SO_2 与 H_2O。

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，$2H_2+O_2 \xlongequal{点燃} 2H_2O$ 和 $2H_2O \xlongequal{电解} 2H_2\uparrow+O_2\uparrow$ 不属于可逆反应。

(2)与碱溶液反应

与少量 NaOH 溶液反应：

$SO_2+NaOH=\!=\!=NaHSO_3$；

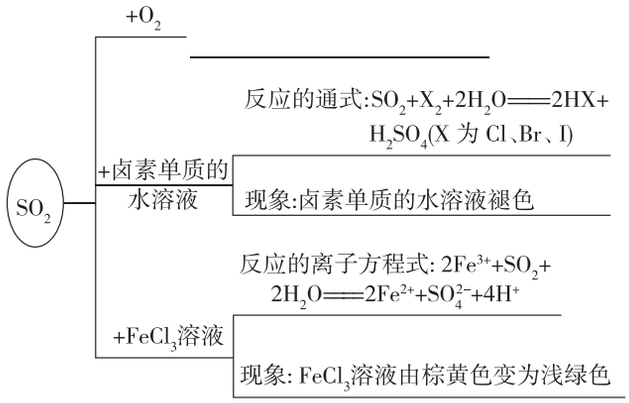
与足量 NaOH 溶液反应：

_____。

[注意] SO_2 与碱溶液反应时，反应物的量影响反应及产物，若 SO_2 不足，反应生成亚硫酸盐；若 SO_2 足量，反应则生成亚硫酸氢盐。

2. SO_2 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_2S 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_2 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

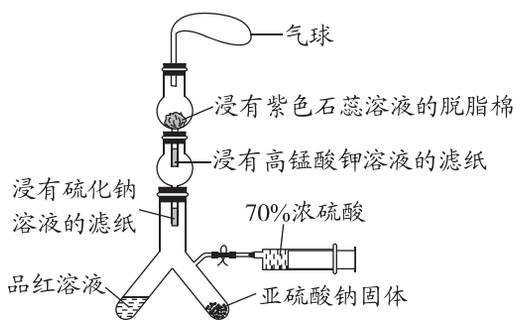
4. SO_2 的重要用途

(1)工业上常用 SO_2 来漂白纸浆、毛、丝等。

(2)SO_2 可用于_____，还是一种食品添加剂。

【实验活动探究】

已知：$Na_2SO_3+H_2SO_4$(较浓)$=\!=\!=Na_2SO_4+SO_2\uparrow+H_2O$。某小组同学利用亚硫酸钠固体和70%硫酸溶液反应制取 SO_2 气体并探究其化学性质，实验装置如图所示：



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

问题二：品红溶液逐渐褪色，体现 SO_2 的什么性质？褪色后，加热 Y 形管左侧品红溶液，溶液又重新变为红色，其原因是什么？

问题三：硫化钠溶液中产生什么现象？酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，体现 SO_2 的什么性质？

【核心知识讲解】

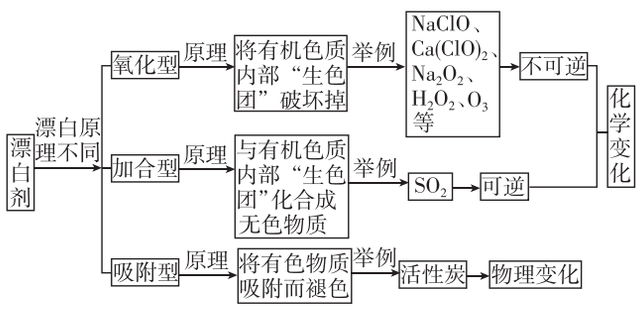
1. SO_2 和 CO_2 的化学性质比较

		SO_2	CO_2
共性	与水反应	$SO_2+H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$	$CO_2+H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$
	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：$Ca(OH)_2+SO_2=CaSO_3\downarrow+H_2O$，$CaSO_3+SO_2+H_2O=Ca(HSO_3)_2$	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：$Ca(OH)_2+CO_2=CaCO_3\downarrow+H_2O$，$CaCO_3+CO_2+H_2O=Ca(HCO_3)_2$
	与碱性氧化物反应	$SO_2+CaO=CaSO_3$	$CO_2+CaO=CaCO_3$
	弱氧化性	$SO_2+2H_2S=3S+2H_2O$	$CO_2+C\xlongequal{高温}2CO$
差异性	还原性	能被酸性高锰酸钾溶液、Cl_2、Br_2、I_2 等氧化剂氧化	—
	漂白性	能使品红溶液褪色（暂时性、可逆性）	—

（续表）

		SO_2	CO_2
鉴别方法		①利用二氧化硫的还原性，用酸性高锰酸钾溶液或溴水鉴别 ②利用二氧化硫的漂白性，用品红溶液鉴别	
除杂	CO_2 中混有少量 SO_2	将气体通过饱和 $NaHCO_3$ 溶液洗气或将气体通过酸性高锰酸钾溶液洗气	

2. 三种类型漂白原理的比较



【知识迁移应用】

例 3 [2024·广东清远高一期中] SO_2 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_2 残留量超标。葡萄酒中添加适量的 SO_2 能防止葡萄酒中的某些成分氧化变质，这是利用了 SO_2 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_2 的性质，将 SO_2 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_2 的还原性

B. 品红溶液褪色，体现 SO_2 的漂白性

C. 硫化氢溶液变浑浊，体现 SO_2 的氧化性

D. 滴有酚酞的氢氧化钠溶液褪色，体现 SO_2 的漂白性

[易错警示]

(1)SO_2 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_2 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_2 使卤水（氯水、溴水、碘水）、酸性 $KMnO_4$ 溶液等氧化性试剂褪色，体现 SO_2 的还原性。

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)硫元素在自然界中只存在化合态,没有游离态(　)

(2)硫和铁、铜在加热条件下生成 Fe_2S_3 和 CuS(　)

(3)硫是一种非金属单质,与其他单质反应,只能作氧化剂(　)

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

(5)SO_2 与氯水混用,漂白效果更好(　)

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

(7)某气体通入品红溶液后,品红溶液褪色,则该气体一定是 SO_2(　)

(8)SO_2 通入紫色石蕊溶液中先变红色后褪色(　)

2. 下列关于硫单质的说法不正确的是(　)

A. 自然界中存在单质硫

B. 硫在过量纯氧中燃烧的产物是三氧化硫

C. 单质硫既有氧化性,又有还原性

D. 试管内壁附着的硫可用二硫化碳溶解除去

3. 下列关于 SO_2 的叙述错误的是(　)

A. SO_2 是有毒的气体

B. SO_2 能与 NaOH 溶液反应

C. SO_2 能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色

D. SO_2 能使紫色石蕊溶液褪色

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

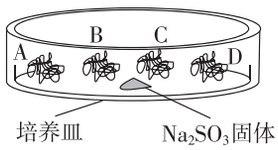
A. SO_2 具有还原性,不能用浓硫酸干燥

B. SO_2 不能作食品添加剂,不该添加到葡萄酒中

C. SO_2 具有还原性,少量的 SO_2 可防止葡萄酒氧化变质

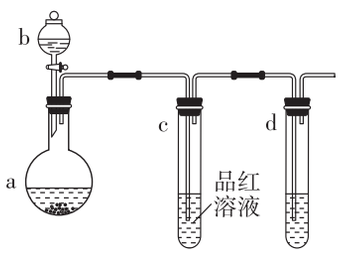
D. SO_2 可以使新制氯水褪色,体现了它的漂白性

5. [2024·河北保定高一期末] 某同学为验证 SO_2 的性质,在培养皿中放置几团浸有不同物质的棉球,然后向 Na_2SO_3 固体上滴加 70% 的浓硫酸,并迅速盖上培养皿盖,实验装置如图所示。下列有关实验现象及解释均正确的是[已知:$Na_2SO_3+H_2SO_4$(浓)$=\!=\!=Na_2SO_4+SO_2\uparrow+H_2O$](　)



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

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



(1)按图组装好仪器后,应先检查装置的_____。

(2)仪器 a 的名称是_____;仪器 b 中盛放的试剂是_____。

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

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

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

(6)上述实验完成后,加热试管 c,可观察到的现象是_____。

第 2 课时　硫酸　硫酸根离子的检验

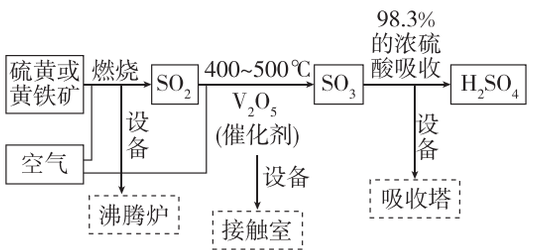
新课探究　知识导学　素养初识

◆ 学习任务一　硫酸

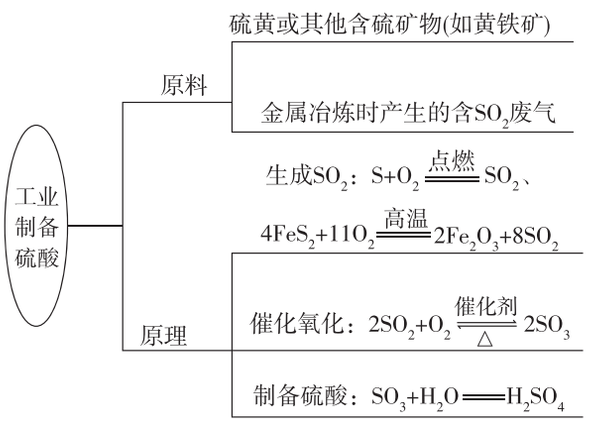
【新知自主预习】

一、工业制备硫酸的原理

1. 工艺流程



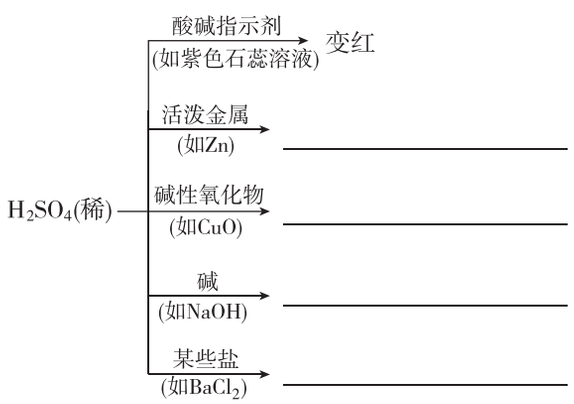
2. 制备原料及反应原理



二、硫酸的主要性质

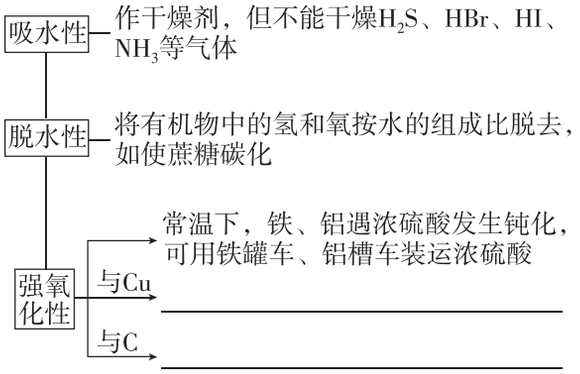
1. 稀硫酸的化学性质

稀硫酸具有酸的化学通性，写出下列反应的离子方程式：



[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

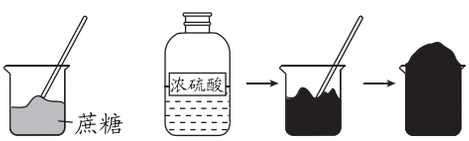


[注意] ①稀释浓硫酸时，将浓硫酸沿器壁缓慢注入水中，并用玻璃棒不断搅拌以散热；②浓硫酸的沸点高、难挥发，常利用浓硫酸制备挥发性酸[如 HCl：$2NaCl(s)+H_2SO_4(浓) \xlongequal{\triangle} Na_2SO_4+2HCl\uparrow$]。

【实验活动探究】

【实验 1】 浓硫酸与蔗糖发生的“黑面包”反应

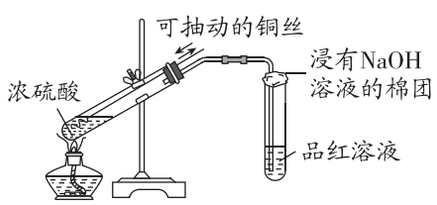
实验操作：



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_2O”。若含有“H_2O”，则浓硫酸表现吸水性；若不含“H_2O”，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_2SO_4分子中硫元素的化合价为+6价，S具有很强的得电子能力
- 反应规律
  - ①常温下与活泼金属反应(铁、铝除外)生成硫酸盐、H_2O和SO_2，表现强氧化性和酸性，硫酸变稀后，生成的气体为H_2
  - ②与不活泼金属和非金属单质反应，需要加热，否则不反应。还原产物一般是SO_2，一般金属被氧化为高价态的硫酸盐，非金属单质被氧化为高价态氧化物或含氧酸
  - ③浓硫酸与金属反应时，既表现酸性又表现强氧化性，而与非金属单质反应时，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 ( )

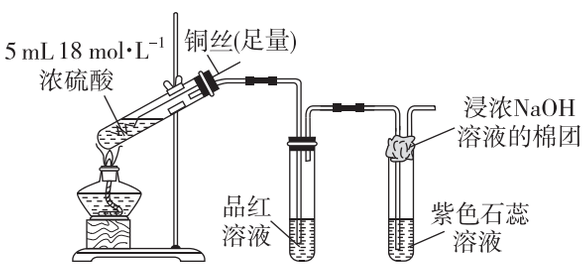
A. 浓硫酸使蓝色胆矾变白体现了脱水性

B. 浓硫酸不能干燥 SO_2、HI、H_2S 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：$2OH^- + SO_2 = SO_3^{2-} + H_2O$

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_2，硫酸溶液浓度变小后，产生 H_2。

(2)与不活泼金属(如 Cu)反应(加热)，开始产生 SO_2，浓度变小后，稀硫酸不再与不活泼金属反应。例如 1 mol Cu 与含 2 mol H_2SO_4 的浓硫酸充分反应，生成 SO_2 的物质的量小于 1 mol。

◆ 学习任务二　硫酸盐　SO_4^{2-} 的检验

【新知自主预习】

一、几种常见的硫酸盐

硫酸盐	硫酸钙	硫酸钡	硫酸铜
存在形式	自然界中的硫酸钙常以石膏（_____）的形式存在	自然界中的硫酸钡以重晶石（$BaSO_4$）的形式存在	—
性质或变化	石膏被加热到150 ℃时，会失去所含的大部分结晶水，生成熟石膏（$2CaSO_4 \cdot H_2O$）	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_____（$CuSO_4 \cdot 5H_2O$）
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、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 $\xrightarrow{BaCl_2\text{ 溶液}}$ 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

粗盐 $\xrightarrow[\text{溶解}]{\text{蒸馏水}}$ 粗盐水 $\xrightarrow[\text{溶液}]{\text{过量 }BaCl_2}$ $\xrightarrow[\text{溶液}]{\text{过量 NaOH}}$

（1）　（2）　（3）

$\xrightarrow[\text{溶液}]{\text{过量饱和 }Na_2CO_3}$ 悬浊液 $\xrightarrow[(5)]{\text{过滤}}$ 滤液 $\xrightarrow[\text{无气泡冒出}]{\text{加稀盐酸至}}$

（4）　（6）

溶液 $\xrightarrow[(7)]{\text{蒸发}}$ NaCl 晶体

问题一： 步骤（2）中如何表明 SO_4^{2-} 沉淀完全？

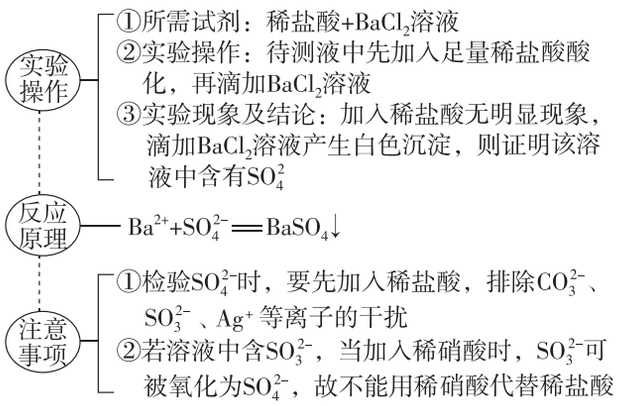
问题二： 为什么每次加入的试剂都要略微过量？加入稀盐酸的目的是什么？

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？

全品教育行业专研品牌 全品创始人专注教育二十年

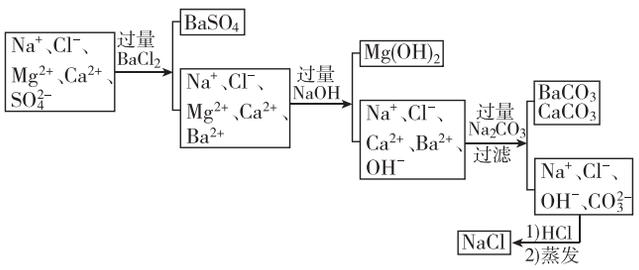
【核心知识讲解】

1. 硫酸根离子（SO_4^{2-}）的检验方法及原理



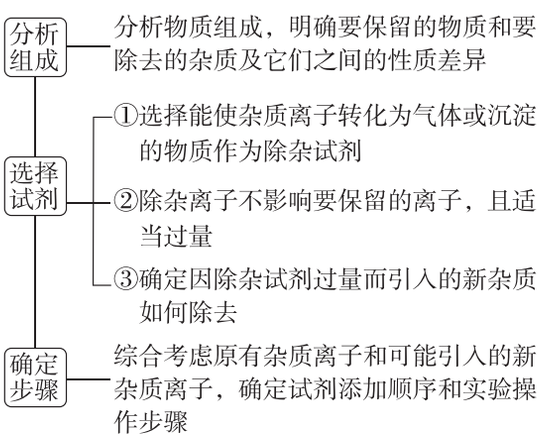
2. 粗盐的提纯

(1)粗盐提纯时，试剂的加入顺序及各步操作时体系中的主要离子和沉淀成分：



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

(2)利用离子反应除去杂质的思路和方法



【知识迁移应用】

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

A. 取少量样品于试管中，滴入稀盐酸，无沉淀，再滴入$BaCl_2$溶液，若有白色沉淀产生，则说明已变质

B. 取少量样品于试管中，滴入稀硝酸，再滴入$BaCl_2$溶液，若有白色沉淀产生，则说明已变质

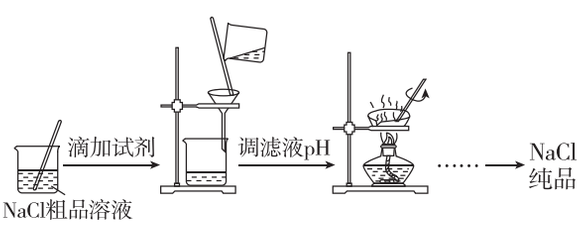
C. 取少量样品于试管中，滴入稀硫酸，再滴入$BaCl_2$溶液，若有白色沉淀产生，则说明已变质

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

[易错警示] 检验SO_4^{2-}的常见误区及分析

误区	分析
只加$BaCl_2$溶液，不加稀盐酸	可能是Ag^+与Cl^-反应生成AgCl沉淀，还可能是CO_3^{2-}、SO_3^{2-}、PO_4^{3-}等与Ba^{2+}反应生成沉淀
$BaCl_2$溶液与稀盐酸的滴加顺序颠倒	可能是Ag^+与Cl^-反应生成了不溶于稀盐酸的AgCl沉淀
先用稀硝酸酸化再加入$BaCl_2$溶液或先用稀盐酸酸化再加入$Ba(NO_3)_2$溶液	HNO_3具有强氧化性，能将溶液中的SO_3^{2-}、HSO_3^-氧化成SO_4^{2-}

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



下列说法不正确的是（ ）

A. 用过量的$BaCl_2$溶液除去SO_4^{2-}

B. Ca^{2+}、Mg^{2+}、SO_4^{2-}通过生成沉淀后过滤除去

C. 4种试剂的使用顺序为$BaCl_2$溶液、Na_2CO_3溶液、盐酸、NaOH溶液

D. 调pH后的滤液蒸发至大量固体析出，趁热过滤、洗涤、干燥后即得NaCl纯品

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)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 $CuSO_4\cdot 5H_2O$ 的表面上滴加浓硫酸,晶体表面会出现“白斑”　(　)

(5)取少量试样溶液,加入用稀盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液,有白色沉淀生成,则溶液中一定含有 SO_4^{2-}　(　)

(6)为除去粗盐水中少量的 Ca^{2+},可向溶液中加入过量的 K_2CO_3 溶液,然后过滤　(　)

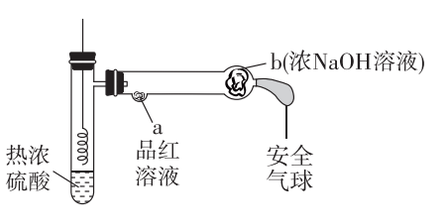
(7)为除去粗盐水中的 Mg^{2+}、Ca^{2+}、SO_4^{2-},可依次加入稍过量的 NaOH、$BaCl_2$、Na_2CO_3 溶液,过滤后加入稀盐酸调节溶液为中性　(　)

2. 浓硫酸可用来干燥某些气体,说明浓硫酸具有(　)

A. 酸性　　B. 吸水性

C. 脱水性　　D. 氧化性

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



A. 上下抽动铜丝,可控制反应的发生与停止

B. b 处浓 NaOH 溶液用于吸收 SO_2

C. 为观察溶液颜色,反应后立即向左侧试管中加入少量蒸馏水并振荡

D. 其他条件不变,用铁丝代替铜丝也可看到 a 处品红褪色

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

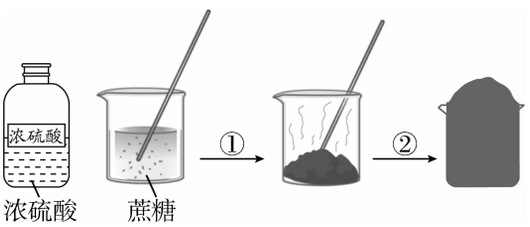
A. 先加 HCl 溶液无明显现象,再加 $BaCl_2$ 溶液有白色沉淀,一定有 SO_4^{2-}

B. 加 HCl 酸化的 $BaCl_2$ 溶液有白色沉淀,一定有 SO_4^{2-}

C. 滴加 $MgCl_2$ 溶液未产生白色沉淀,一定没有 SO_4^{2-}

D. 滴加 $BaCl_2$ 溶液有白色沉淀,一定有 SO_4^{2-}

5. 蔗糖与浓硫酸发生作用的过程如图所示。



下列关于该过程的分析不正确的是(　)

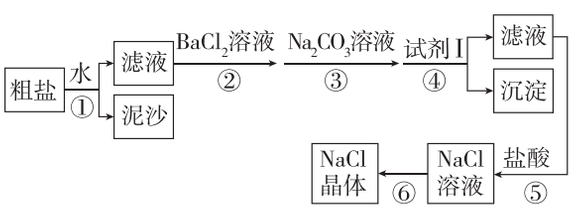
A. 过程①白色固体变黑,主要体现了浓硫酸的脱水性

B. 过程②固体体积膨胀,与产生的大量气体有关

C. 过程中产生能使品红溶液褪色的气体,体现了浓硫酸的酸性

D. 过程中蔗糖分子发生了化学变化

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



(1)①中不需要使用的实验仪器是_____。

A. 玻璃棒　　B. 漏斗

C. 蒸发皿　　D. 烧杯

(2)下列说法正确的是_____。

A. ②的目的是除去 SO_4^{2-}

B. ②和③的试剂顺序可以互换

C. 试剂Ⅰ是 KOH 溶液

D. ⑤中只发生反应:$OH^-+H^+=\!=\!=H_2O$

(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

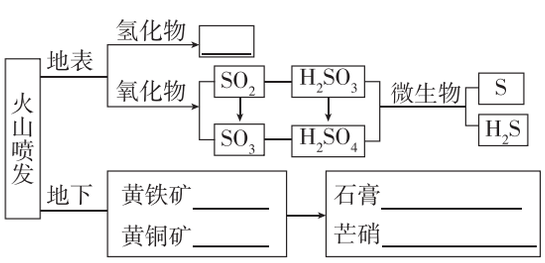
1. 自然界中硫的存在

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(FeS_2)等
- (4)在地表附近,受氧气和水的长期作用,硫化物会转化为_____,如石膏($CaSO_4\cdot 2H_2O$)等

2. 自然界中硫的转化

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



二、不同价态含硫物质的转化

1. 转化原理

(1)硫元素常见价态及其转化关系

$$\overset{-2}{S}\rightleftharpoons\overset{0}{S}\rightleftharpoons\overset{+4}{S}\rightleftharpoons\overset{+6}{S}$$

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

2. 实验设计原则

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

【实验方案设计】

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

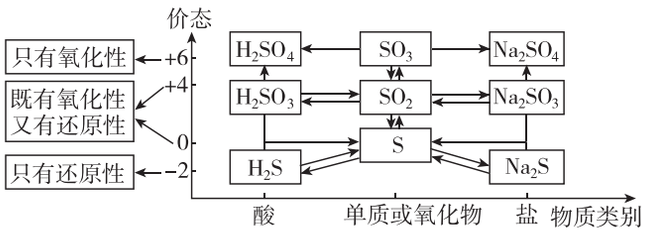
【实验试剂】硫粉、SO_2 水溶液、浓硫酸、氯水、Na_2S 溶液、铜片、品红溶液、稀盐酸、$BaCl_2$ 溶液。

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

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

【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。

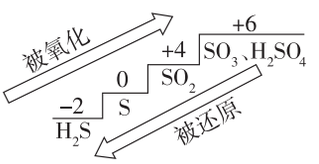
其次,实现不同价态硫元素之间的相互转化,依据的是氧化还原理论,需要寻找合适的氧化剂或还原剂。

第三,提供表明相应转化实际发生的证据。

(2)含硫物质转化的规律

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H_2S、S和SO_2、SO_2和H_2SO_4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 ( )

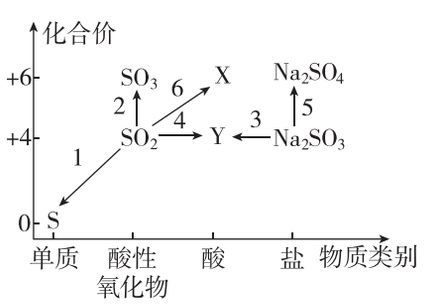
A. 向含足量NaOH的Na_2S溶液中加入Na_2SO_3

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_2SO_3固体中加入70%的浓硫酸制备SO_2

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_2

D. 实现4所示的转化可以用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

如:$SO_2 \xrightarrow{H_2O} H_2SO_3 \xrightarrow{NaOH} Na_2SO_3 \xrightarrow{SO_2} NaHSO_3$,$H_2SO_3 \xrightarrow{} H_2SO_4$

(2)不同价态硫元素的转化是通过氧化还原反应实现的

如:$H_2S \underset{H_2}{\overset{O_2}{\rightleftharpoons}} S \underset{H_2S}{\overset{O_2}{\rightleftharpoons}} SO_2 \xrightarrow{O_2} SO_3$

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 ( )

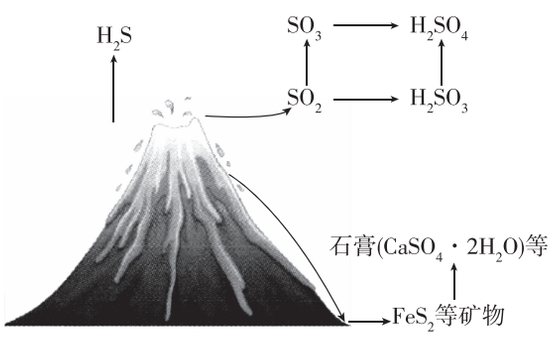
(2)在自然界中,空气中的O_2和H_2O对硫元素的转化起到重要的作用 ( )

(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. $SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$和$SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow H_2SO_4$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_2等硫化物

D. 反应$2H_2S+SO_2 \xlongequal{} 3S+2H_2O$中,$SO_2$作氧化剂

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

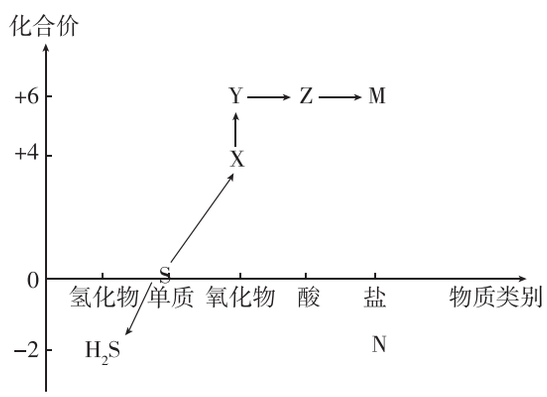
A. 实验室探究 SO_2 的制备与性质：$Na_2SO_3(s)\xrightarrow{70\%浓硫酸}SO_2(g)\xrightarrow{H_2O_2、BaCl_2(aq)}BaSO_4(s)$

B. 工业上制备 H_2SO_4 的部分流程：$FeS_2(s)\xrightarrow{O_2、煅烧}SO_2(g)\xrightarrow{O_2、催化剂、加热}SO_3(g)$

C. 用 Na_2CO_3 溶液吸收 SO_2 制备 Na_2SO_3：$SO_2(g)\xrightarrow{过量\ Na_2CO_3(aq)}NaHSO_3(aq)\xrightarrow{NaOH(aq)}Na_2SO_3(aq)$

D. 实验室探究浓硫酸的性质：$H_2SO_4(浓)\xrightarrow{Cu、加热}SO_2(g)\xrightarrow{KMnO_4(aq)}H_2SO_4(aq)$

4. 硫及其化合物的“价—类”二维图体现了化学变化之美。完成下列填空。



(1)不同价态的硫元素可以相互转化，请写出符合以下要求的化学方程式。

①反应前后存在 3 种价态的硫元素：

_____。

②反应前后存在 4 种价态的硫元素：

_____。

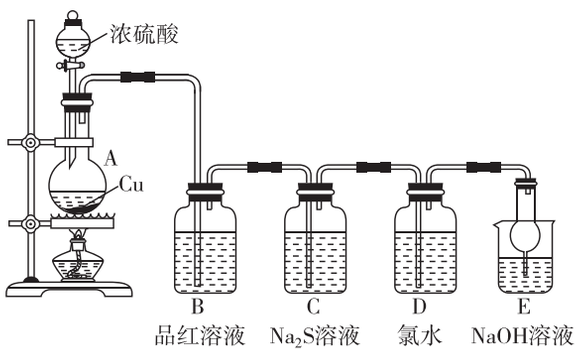
(2)结合“价—类”二维图，在一定条件下存在转化：$Z\xrightarrow{+Q}M$，$H_2S\xrightarrow{+M}N$，M 是下列物质中的_____。

A. Na_2SO_4　　B. $CuSO_4$

C. $FeSO_4$　　D. K_2SO_4

H_2S 生成 N 的离子方程式为_____；相应的 Q 可以是_____（写出 2 类物质）。

5. 实验室通过如图所示装置来研究不同价态硫元素之间的转化。



(1)写出 A 中发生反应的化学方程式：_____。

(2)B 中的现象是_____。

(3)C 中的现象是_____，Na_2S 在反应中作_____剂。

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

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

(6)上述实验体现的 SO_2 的性质有_____（任填 2 项即可）。

3. 下列反应中，硝酸既表现酸性，又表现氧化性的是（　）

A. Fe_2O_3 跟稀硝酸反应

B. $Fe(OH)_2$ 跟稀硝酸反应

C. CuO 跟稀硝酸反应

D. $Al(OH)_3$ 跟稀硝酸反应

4. 下列有关浓硝酸的说法中错误的是（　）

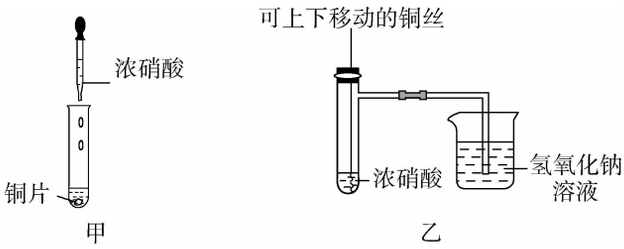
A. 加热时浓硝酸能与碳反应，说明其具有强氧化性

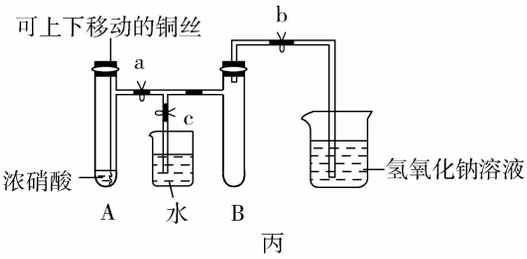
B. 浓硝酸不稳定，需要用棕色试剂瓶避光保存

C. 浓硝酸能溶解金属铜，说明其具有强酸性

D. 常温下浓硝酸能使金属铝钝化，可以用铝槽车运输浓硝酸

5. 如图甲是验证铜和浓硝酸反应的装置，乙、丙是师生对实验改进后的装置：





(1)写出甲、乙、丙三个装置中都发生的反应的化学方程式：_____。

(2)和甲装置相比，乙装置的优点：

①_____；

②_____。

(3)为了进一步验证 NO_2 和水的反应，某学生设计了丙装置。实验时先关闭止水夹_____，再打开止水夹_____，才能使 NO_2 气体充满 B 试管；当气体充满 B 试管后，将铜丝提起与溶液脱离。欲使烧杯中的水进入 B 试管，应如何操作？

_____。

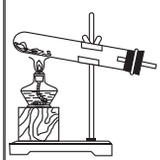
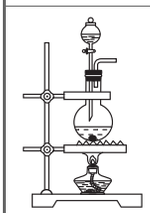
拓展微课 6　硫、氮及其化合物为主体的实验“微设计”

◆ 角度一　常见气体的制备、检验及除杂

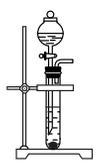
【必备知识】

1. 常见的气体制备装置

要依据制备气体所需的反应物状态和反应条件，选择制备气体的发生装置。

发生装置	装置特点	制备气体
	固体＋固体 $\xrightarrow{\triangle}$ 气体	O_2($KClO_3$＋MnO_2)、NH_3[NH_4Cl＋$Ca(OH)_2$]
	固体(液体)＋液体 $\xrightarrow{\triangle}$ 气体	Cl_2(MnO_2、浓盐酸)

（续表）

发生装置	装置特点	制备气体
	固体＋液体 $\longrightarrow$ 气体	NH_3（生石灰、浓氨水）、O_2（MnO_2、双氧水）、Cl_2（$KMnO_4$、浓盐酸）、SO_2（Na_2SO_3、70%硫酸溶液）等

2. 常见气体的除杂方法

气体(括号内为杂质)	除杂试剂	化学方程式或原理
H_2(NH_3)	浓硫酸	$NH_3+H_2SO_4=NH_4HSO_4$
Cl_2(HCl)	饱和 NaCl 溶液	HCl 极易溶于水，Cl_2 在饱和 NaCl 溶液中的溶解度较小

（续表）

气体(括号内为杂质)	除杂试剂	化学方程式或原理
CO_2(HCl)	饱和 $NaHCO_3$ 溶液	$HCl+NaHCO_3=NaCl+H_2O+CO_2$
SO_2(HCl)	饱和 $NaHSO_3$ 溶液	$HCl+NaHSO_3=NaCl+H_2O+SO_2$
CO_2(SO_2)	饱和 $NaHCO_3$ 溶液	$SO_2+2NaHCO_3=Na_2SO_3+H_2O+2CO_2$
CO_2(CO)	灼热 CuO	$CO+CuO\xlongequal{\triangle}Cu+CO_2$
CO(CO_2)	NaOH 浓溶液	$CO_2+2NaOH=Na_2CO_3+H_2O$
N_2(O_2)	灼热铜网	$2Cu+O_2\xlongequal{\triangle}2CuO$

3. 常见气体的检验

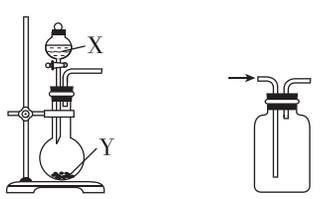
常见气体	检验依据(特性)	注意事项
SO_2	①无色，有刺激性气味； ②能使品红溶液褪色，加热后恢复红色； ③能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色、能使溴水褪色； ④能使澄清石灰水变浑浊	CO_2 也能使澄清石灰水变浑浊；SO_2 的漂白原理与新制氯水的漂白原理不同
CO_2	能使澄清石灰水变浑浊；能使燃着的木条熄灭	注意区别 SO_2 也能使澄清石灰水变浑浊，N_2 也能使燃着的木条熄灭
NO	无色气体，接触空气时立即变为红棕色	—
Cl_2	黄绿色，有刺激性气味，能使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝	Cl_2 有毒，注意闻气味的方法
NO_2	①红棕色，有刺激性气味； ②通入水中得到无色溶液并产生无色气体，水溶液显酸性	NO_2 的颜色与溴蒸气相近，NO_2 溶于 $AgNO_3$ 溶液无沉淀生成，而溴蒸气溶于 $AgNO_3$ 溶液有浅黄色沉淀生成

（续表）

常见气体	检验依据(特性)	注意事项
HCl	①无色，有刺激性气味，在潮湿的空气中形成白雾； ②用蘸有浓氨水的玻璃棒靠近时冒白烟； ③通入 $AgNO_3$ 溶液时有白色沉淀生成	HCl 极易溶于水，做相关实验时应防倒吸
NH_3	①无色，有刺激性气味，能使湿润的红色石蕊试纸变蓝； ②用蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近时冒白烟	NH_3 极易溶于水，做相关实验时应防倒吸

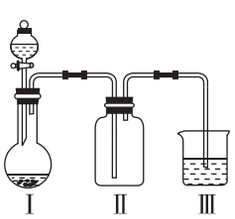
【综合应用】

例 1 [2025·河南安鹤新联盟高一联考] 某同学利用甲、乙装置制备并收集气体，下列物质组合能达到实验要求的是 （ ）



选项	X	Y	制备的气体
A	浓氨水	CaO	NH_3
B	稀盐酸	铜粉	H_2
C	稀硝酸	铁粉	NO
D	70%硫酸溶液	Na_2SO_3	SO_2

变式 实验室中某些气体的制取、收集、尾气处理(或性质实验)装置如图所示，用此装置和下表中提供的物质完成相关实验，合理的选项是 （ ）



选项	Ⅰ中的物质	Ⅱ中收集的气体	Ⅲ中的物质
A	Cu 和浓硝酸	NO_2	水
B	浓盐酸和 MnO_2	Cl_2	NaOH 溶液
C	碳酸钙和盐酸	CO_2	澄清石灰水
D	氯化铵和氢氧化钙	NH_3	酚酞溶液

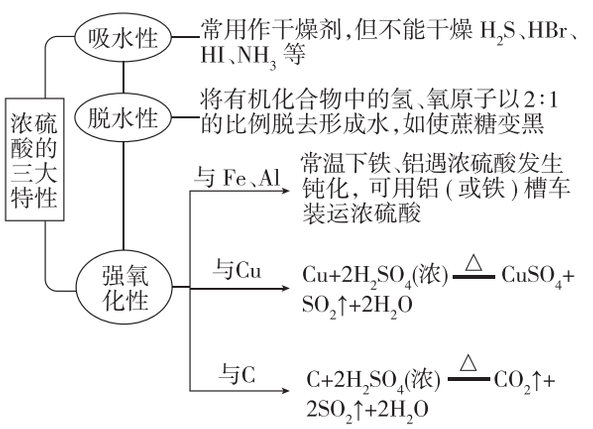
◆ 角度二　以硫酸、硝酸的性质为主体的“微实验”

【必备知识】

1. 稀硫酸的化学性质

	酸与酸碱指示剂	使紫色石蕊溶液变红
化学性质	酸＋活泼金属 ⟶盐＋氢气	铝＋稀硫酸：$2Al+3H_2SO_4=Al_2(SO_4)_3+3H_2\uparrow$
	酸＋金属氧化物 ⟶盐＋水	稀硫酸除铁锈：$Fe_2O_3+3H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+3H_2O$
	酸＋碱⟶盐＋水	硫酸＋氢氧化铜：$H_2SO_4+Cu(OH)_2=CuSO_4+2H_2O$
	酸$_1$＋盐$_1$⟶酸$_2$＋盐$_2$	硫酸＋氯化钡：$H_2SO_4+BaCl_2=BaSO_4\downarrow+2HCl$

2. 浓硫酸的三大特性

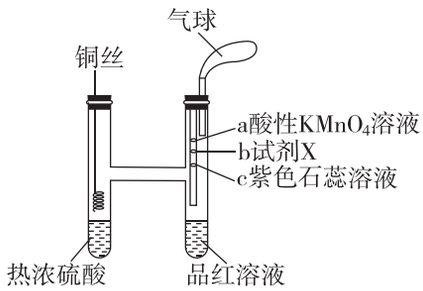


3. 硝酸的化学性质

性质	具体表现	化学方程式
强酸性	与碱[如 $Fe(OH)_3$]反应	$Fe(OH)_3+3HNO_3=Fe(NO_3)_3+3H_2O$
	与碱性氧化物（如CuO）反应	$CuO+2HNO_3=Cu(NO_3)_2+H_2O$
	与某些盐（如 $CaCO_3$）反应	$CaCO_3+2HNO_3=Ca(NO_3)_2+CO_2\uparrow+H_2O$
强氧化性	与金属（如稀硝酸与Cu）反应	$3Cu+8HNO_3(稀)=3Cu(NO_3)_2+2NO\uparrow+4H_2O$
	与非金属单质（如浓硝酸与C）反应	$C+4HNO_3(浓)\xrightarrow{\triangle}2H_2O+4NO_2\uparrow+CO_2\uparrow$
不稳定性	见光或受热易发生分解	$4HNO_3\xrightarrow[或光照]{\triangle}4NO_2\uparrow+O_2\uparrow+2H_2O$

【综合应用】

例2 [2025·广东深圳高一调研] 将铜丝插入热浓硫酸中进行如图（a～c为贴在玻璃棒上浸有相应溶液的试纸）所示实验。下列说法正确的是　（　）



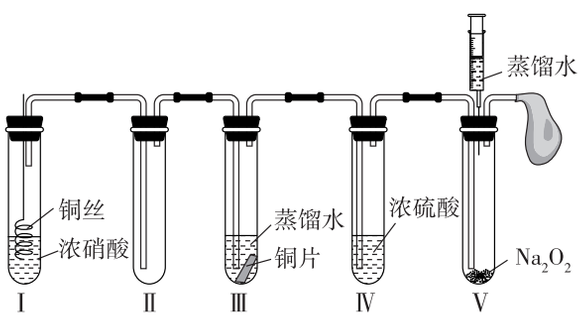
A. 铜与热的浓硫酸反应，只体现浓硫酸的强氧化性

B. 为验证 SO_2 的氧化性，试剂X可选用 Na_2S 溶液

C. 品红溶液褪色，加热后恢复原色，说明 SO_2 具有氧化性

D. a、c两处均可观察到褪色现象

变式 [2024·广东江门高一期中] 某学习小组设计如图所示实验装置（装置中空气已排尽）探究氮的氧化物的性质。下列说法不正确的是　（　）



A. 装置Ⅰ中产生红棕色气体，体现浓硝酸的强氧化性

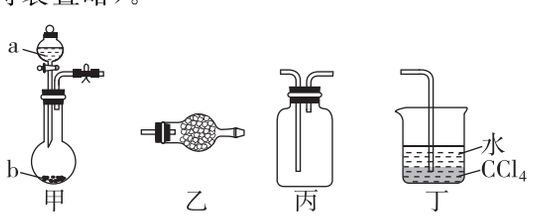
B. 实验过程中，装置Ⅱ的作用是收集 NO_2 气体

C. 装置Ⅲ中的溶液变蓝，说明 NO_2 氧化了金属铜

D. 向装置Ⅴ中加入蒸馏水，无色气体变为红棕色

【针对训练】

1. [2025·河南南阳六校高一期末] 某小组用甲作为气体发生装置，其他装置根据实验需求选用（夹持装置略）。



下列说法错误的是（　）

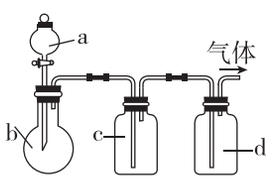
A. 若制备 SO_2，则甲中 a、b 分别为 10%稀硫酸和 Na_2SO_3 固体

B. 若制备 Cl_2，则乙中可用无水 $CaCl_2$ 作干燥剂

C. 若制备 NO_2，则丙可作气体收集装置

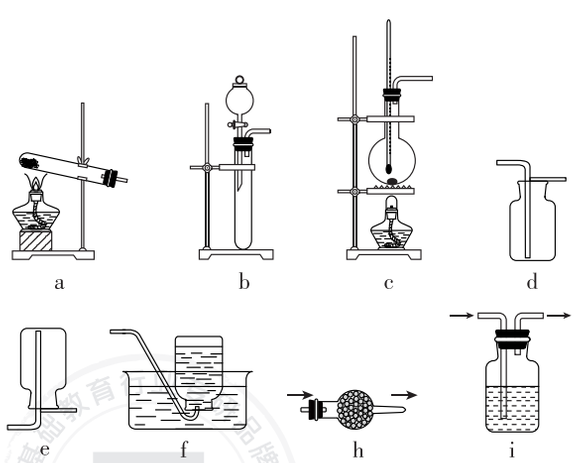
D. 若制备 NH_3，则丁可作尾气处理装置

2. ［2025·江西景德镇一中高一期末］用如图所示装置制取表中的四种干燥、纯净的气体（图中铁架台、铁夹、加热及气体收集装置均已略去；必要时可以加热；a、b、c、d 表示相应仪器中加入的试剂），其中正确的是（　）



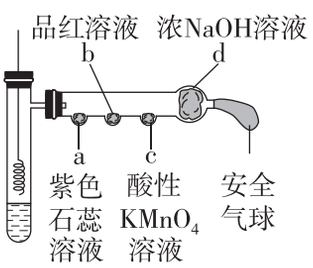
选项	气体	a	b	c	d
A	CO_2	稀盐酸	$CaCO_3$	饱和 Na_2CO_3 溶液	浓硫酸
B	Cl_2	浓盐酸	MnO_2	NaOH 溶液	浓硫酸
C	NH_3	饱和 NH_4Cl 溶液	消石灰	H_2O	固体 NaOH
D	NO	稀硝酸	铜屑	H_2O	浓硫酸

3. ［2024·山东青岛高一期末］实验室制取下列气体，所选反应试剂、制备装置、干燥装置与收集方法正确的是（　）



选项	气体	反应试剂	制备装置	干燥剂及装置	收集方法
A	O_2	$KClO_3$、MnO_2	a	碱石灰　h	d
B	NH_3	浓氨水、CaO	b	无水 $CaCl_2$　h	e
C	Cl_2	MnO_2、浓盐酸	c	P_2O_5　h	d
D	SO_2	Na_2SO_3、70%硫酸溶液	b	浓硫酸　i	f

4. ［2025·浙江杭州西湖区高一期末］若将铜丝插入热浓硫酸中进行如图（a～d 均为浸有相应溶液的棉花）所示的探究实验，下列分析不正确的是（　）



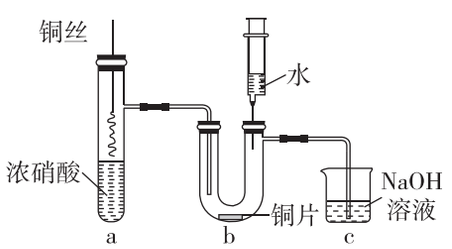
A. a 处变蓝，说明 SO_2 是酸性氧化物

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. 试管底部可能会出现白色固体

5. 将铜丝插入浓硝酸中进行如图所示的实验，下列说法正确的是（　）



A. 装置 a 中出现红棕色气体，只体现 HNO_3 的酸性

B. 一段时间后抽出铜丝，向装置 b 中 U 形管内注入水，液体在 U 形管内逐渐变成蓝色

C. 注入水后装置 b 中铜片表面产生气泡，说明 Cu 与硝酸生成 H_2

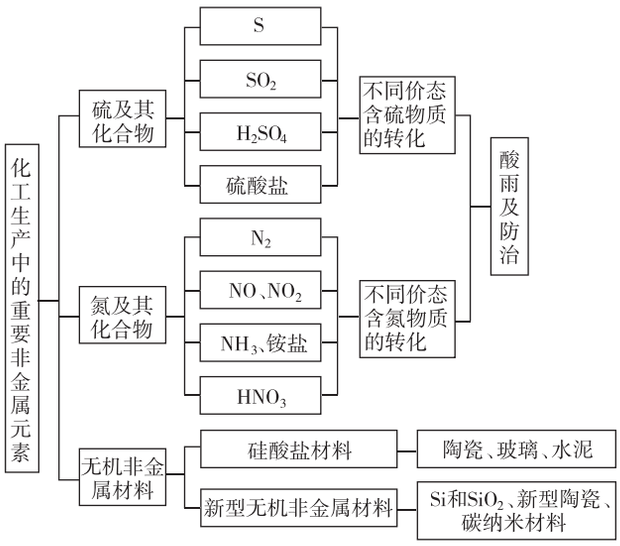
D. 装置 c 用 NaOH 溶液吸收尾气，说明 NO 和 NO_2 均是酸性氧化物

全品 30+年创始人专注教育行业

▶本章素养提升

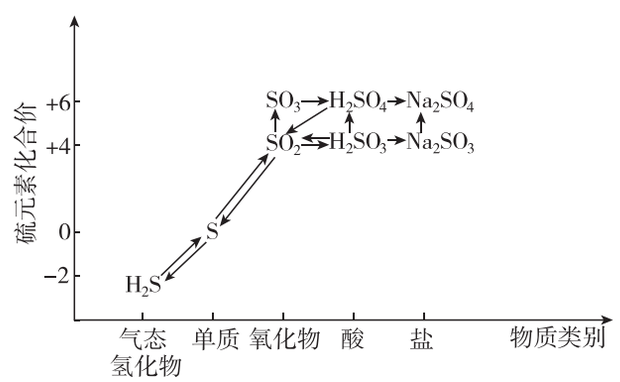
知识网络

一、本章知识体系

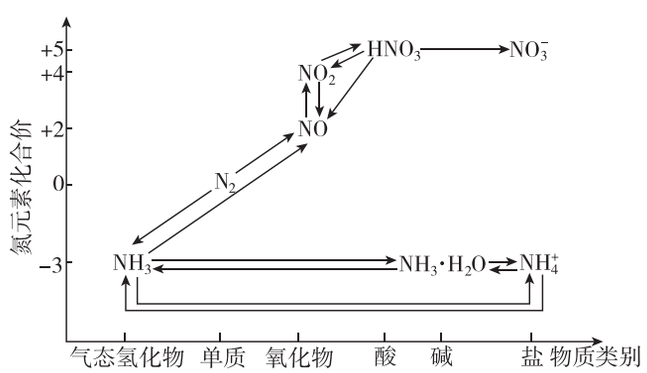


二、基于“价—类”二维角度认识物质间的转化关系

1. 硫及其化合物间“价—类”二维转化关系图



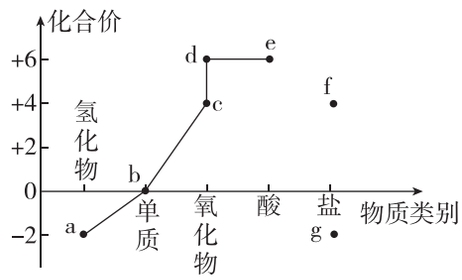
2. 氮及其化合物间“价—类”二维转化关系图



素养提升

◆ 探究点一　硫及其化合物的性质及转化

例 1 [2025·江苏盐城东台高一期末] 利用物质类别及化合价推测物质的性质是化学研究的重要手段。硫元素的“价—类”二维图如下。



下列说法不正确的是　(　)

A. c 通入 H_2O_2 溶液中可得到 e

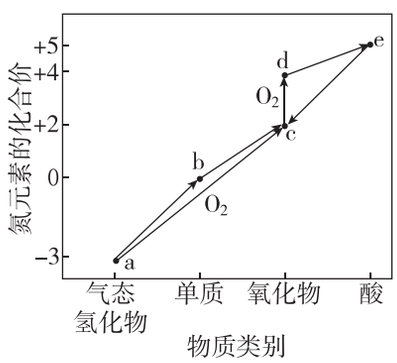
B. b 在足量的 O_2 中燃烧得到 d

C. a 与 c 可以反应生成 b

D. f 与 e 的浓溶液可以反应生成 c

◆ 探究点二　氮及其化合物的性质及转化

例 2 氮元素的“价—类”二维图如图所示。下列有关说法正确的是　(　)



A. 工业制备 e 的路线是 b→c→d→e

B. 实现 e→d 的转化一定要添加还原剂

C. c→d 的转化中一定有颜色变化

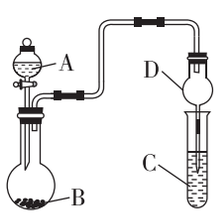
D. a 和 e 的浓溶液相遇发生氧化还原反应生成白烟

自我检测

1. 根据下列实验操作和现象所得实验结论正确的是（　）

选项	实验操作和现象	实验结论
A	碳和浓硫酸加热所得气体产物依次通过品红溶液和澄清石灰水，品红溶液褪色，澄清石灰水变浑浊	气体产物中含有 CO_2 和 SO_2
B	向溶液 X 中滴加稀 NaOH 溶液，将湿润红色石蕊试纸置于试管口，试纸不变蓝	溶液 X 中无 NH_4^+
C	向蔗糖中滴入浓硫酸，不停搅拌，固体变黑，产生有刺激性气味的气体	浓硫酸具有脱水性和氧化性
D	向 Na_2SO_3 溶液中加入 $Ba(NO_3)_2$ 溶液，出现白色沉淀，再加入稀硝酸，沉淀不溶解	检验 Na_2SO_3 溶液是否氧化变质

2. ［2025·山东聊城一中高一月考］用如图所示装置进行实验，将液体 A 逐滴加入固体 B 中，下列叙述正确的是（　）



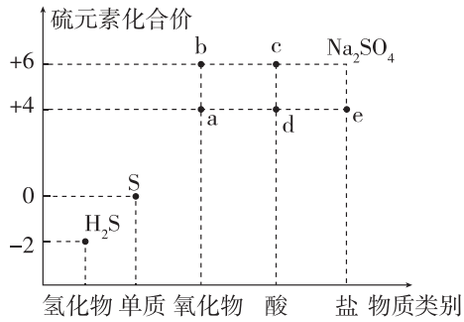
A. 若 A 为浓盐酸，B 为 Na_2CO_3，C 中盛有 Na_2SiO_3 溶液，则 C 中溶液出现白色沉淀，证明酸性：$H_2CO_3>H_2SiO_3$

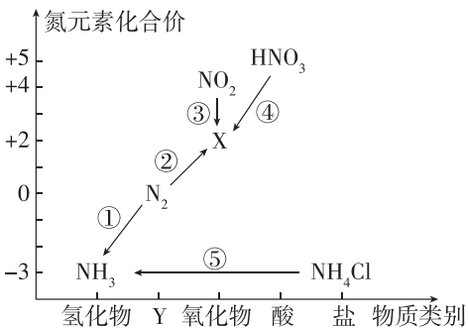
B. 若 A 为浓盐酸，B 为 $KMnO_4$，C 中盛石蕊溶液，则 C 中溶液最终呈红色

C. 若 A 为浓氨水，B 为生石灰，C 中盛石蕊溶液，则 C 中溶液最终呈红色

D. 若 A 为较浓硫酸，B 为 Na_2SO_3 固体，C 中盛有 Na_2S 溶液，则 C 中溶液变浑浊

3. 硫、氮元素是高中化学学习的两种重要非金属元素，其“价—类”二维图分别如图所示。





(1)图中物质“d”的化学式是_____；“Y”代表的物质类别是_____。

(2)将足量的 a 气体通入下列溶液中，始终没有明显反应现象的是_____（填标号）。

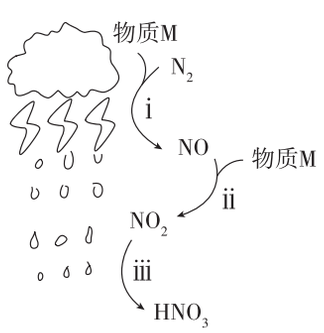
A. $Ba(NO_3)_2$ 溶液　　B. $CaCl_2$ 溶液

C. H_2O_2 溶液　　D. Na_2CO_3 溶液

(3)e 保存不当很容易变质，设计实验检验 e 是否变质：_____。

(4)写出工业上 a 转化为 b 的化学方程式：_____。

(5)如图所示为雷雨时节，雨水中硝酸的形成过程。



①图中物质 M 为_____（填化学式），转化ⅰ、ⅱ、ⅲ中属于氮的固定的是_____。

②NO_2 与水反应生成硝酸的离子方程式为_____；该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____。