

专题 4

ZHUAN TI SI

硫、氮和可持续发展



第一单元 含硫化合物的性质和应用

课/程/内/容	核/心/素/养	
1. 结合真实情境中的应用实例或通过实验探究, 了解硫及其重要化合物的主要性质, 认识其在生产中的应用和对生态环境的影响。 2. 结合实例认识硫及其化合物的多样性, 了解通过化学反应可以探索物质性质、实现物质转化, 认识物质及其转化在自然资源综合利用和环境保护中的重要价值。	证据推理与模型认知	能基于证据, 对硫单质及其重要化合物的变化提出可能的假设, 通过分析推理加以证实或证伪; 能运用模型解释化学现象, 揭示现象的本质和规律。
	科学探究与创新意识	能根据硫单质及其重要化合物的性质提出有探究价值的问题; 能从问题和假设出发, 确定探究目的, 设计探究方案, 进行实验探究。
	科学态度与社会责任	具有严谨求实的科学态度, 具有探索未知、崇尚真理的意识; 赞赏化学对社会发展的重大贡献。

学习任务 1 硫及其氧化物 硫化氢 亚硫酸

知/识/整/合

一、硫单质

1. 自然界中的硫

(1) 游离态: 硫单质俗称硫黄, 主要存在于火山喷口附近或地壳的岩层里。

(2) 化合态: 主要以硫化物和硫酸盐的形式存在。

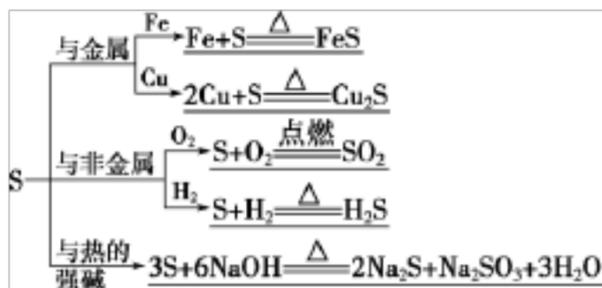
有关硫化物和硫酸盐的化学式见下表:

硫铁矿	黄铜矿	石膏	芒硝
FeS_2	CuFeS_2	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

2. 物理性质

色态	淡黄色或黄色晶体
溶解性	不溶于水, 微溶于酒精, 易溶于 CS_2

3. 化学性质

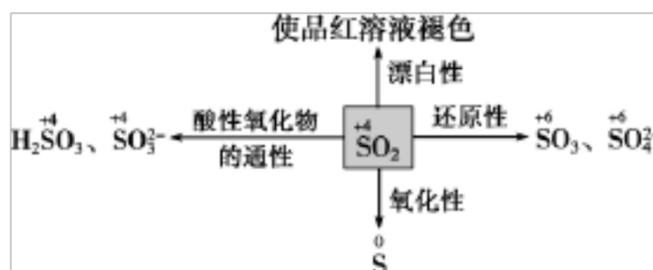


二、二氧化硫(SO_2)

1. 物理性质

颜色	气味	毒性	密度	溶解性
无色	有刺激性气味	有毒	比空气大	易溶于水

2. 化学性质



(1) 具有酸性氧化物的通性

与少量 NaOH 溶液反应： $\text{SO}_2 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaHSO}_3$;

与足量 NaOH 溶液反应： $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 具有还原性，能被 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 H_2O_2 、 KMnO_4 等氧化剂氧化。

① SO_2 与卤水反应： $\text{SO}_2 + \text{X}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HX} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (X 为 Cl、Br、I)。

② 使 FeCl_3 溶液由棕黄色变为浅绿色。

③ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ 。

(3) 具有氧化性

与 H_2S 反应： $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

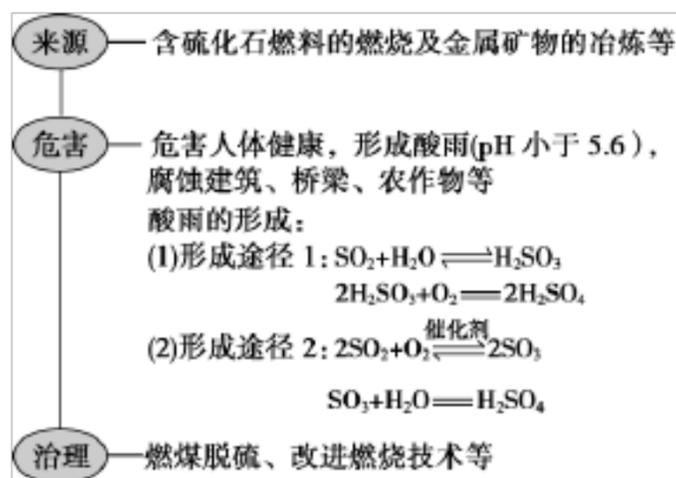
(4) 具有漂白性

使品红溶液褪色 (原理： $\text{SO}_2 + \text{有色物质} \rightarrow \text{无色物质} \xrightarrow{\text{加热}} \text{有色物质} + \text{SO}_2$)。

三、三氧化硫(SO_3)

SO_3 在标准状况下为无色、针状晶体，能与水反应： $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$ ，放出大量的热。 SO_3 是酸性氧化物，跟碱性氧化物或碱都能反应生成硫酸盐。

四、硫的氧化物的污染与治理



五、硫化氢(H_2S)、亚硫酸(H_2SO_3)

1. H_2S 、 H_2SO_3 的弱酸性

(1) 都是二元弱酸，在水中分步电离，能使紫色石蕊溶液变红。

(2) 与 NaOH 反应都可生成两种盐：正盐(Na_2S 、 Na_2SO_3)和酸式盐(NaHS 、 NaHSO_3)。

(3)酸性: $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{SO}_3$ 。 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 HS^- 、 HSO_3^- 都可以发生水解反应, 其中 S^{2-} 、 HS^- 可与 Al^{3+} 发生相互促进的水解反应, 如 $3\text{S}^{2-} + 2\text{Al}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

2. H_2S 、 SO_2 、 H_2SO_3 的还原性

(1)都可被 Fe^{3+} 、 O_2 、 $\text{X}_2(\text{X}=\text{Cl}、\text{Br}、\text{I})$ 、 HNO_3 、酸性 KMnO_4 溶液等氧化。

(2) H_2S 在 O_2 中燃烧时, $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{少量}} \text{S}$, $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow[\text{点燃}]{\text{过量}} \text{SO}_2$; H_2S 可被 SO_2 、 H_2SO_3 氧化, 如 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

自主检测

1. 判断正误, 正确的打“√”, 错误的打“×”。

- (1) (2019高考全国卷III)向饱和亚硫酸钠溶液中滴加浓硫酸可制备少量二氧化硫气体。
()
- (2) (2018高考全国卷II)密闭容器中, 2 mol SO_2 和 1 mol O_2 催化反应后分子总数为 $2N_A$ 。
()
- (3) (2017高考全国卷I改编)氢硫酸的还原性强于亚硫酸不能作为比较氢硫酸与亚硫酸酸性强弱的依据。()
- (4)硫在自然界中仅以化合态存在。()
- (5)硫在空气中燃烧的产物是二氧化硫, 在纯氧中燃烧的产物是三氧化硫。()
- (6)硫黄易溶于 CS_2 , 所以可用 CS_2 溶解试管内壁的硫。()
- (7) SO_2 具有漂白性, 所以 SO_2 可使溴水褪色。()
- (8) SO_2 气体通入 BaCl_2 溶液中产生 BaSO_3 白色沉淀。()
- (9) SO_2 和 Cl_2 等物质的量混合后通入装有湿润的有色布条的集气瓶中, 漂白效果更好。
()

答案: (1)√ (2)× (3)√ (4)× (5)× (6)√ (7)× (8)× (9)×

2. (教材改编题)在下列反应中硫元素只表现氧化性的是()

- A. $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{S}_3$
- B. $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{SO}_2 \uparrow$
- C. $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2 + \text{S} \downarrow$
- D. $3\text{S} + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

解析: 选 A。A 项, 该反应中 S 的化合价由 0 价变为 -2 价, 所以只体现氧化性, 正确; B 项, 该反应中 S 的化合价由 0 价、+6 价变为 +4 价, 所以 S 体现还原性和氧化性, 错误; C 项, 该反应中 S 的化合价由 -2 价变为 0 价, 所以 S 只体现还原性, 错误; D 项, 该反应中 S 的化合价由 0 价变为 -2 价、+4 价, 所以 S 体现氧化性和还原性, 错误。

3. (教材改编题)下列物质均有漂白作用, 其中漂白原理与其他三种不同的是()

A. HClO

B. SO₂

C. O₃

D. Na₂O₂

解析：选 B。SO₂ 的漂白属于加合型，而 HClO、O₃ 和 Na₂O₂ 的漂白均属于氧化型。

素/养/提/升

提升一 硫及其氧化物的性质

1. (教材改编题)下列说法错误的是()

A. 残留在试管内壁上的硫可用 CS₂ 溶解除去，也可用热的 NaOH 溶液除去

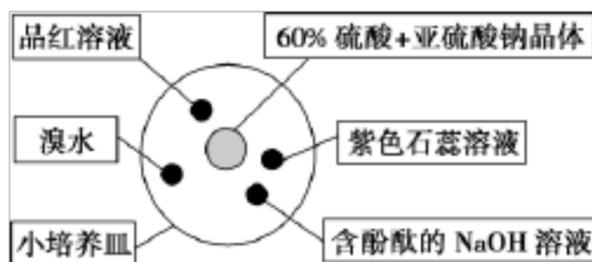
B. 硫单质与变价金属反应时一般生成低价态的金属硫化物

C. 汞蒸气有毒，实验室里不慎洒落一些汞，可撒上硫粉进行处理

D. 单质硫或含硫物质燃烧时，氧气少量时生成 SO₂，氧气足量时生成 SO₃

解析：选 D。硫易溶于 CS₂，且能与 NaOH 反应生成可溶性的 Na₂S 和 Na₂SO₃，A 项正确；硫在氧气中燃烧只生成 SO₂，D 项错误。

2. (2020 蚌埠模拟)如图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，且不易污染空气。下列说法中错误的是()



A. 紫色石蕊溶液变蓝色

B. 品红溶液褪色

C. 溴水橙色褪去

D. 含酚酞的 NaOH 溶液红色变浅

解析：选 A。Na₂SO₃ 与 60% H₂SO₄ 反应生成 SO₂，SO₂ 的水溶液呈酸性，能使紫色石蕊溶液变红；SO₂ 能使溴水、品红溶液褪色，能与 NaOH 溶液反应而使含酚酞的 NaOH 溶液红色变浅。

3. 已知有机色质的发色官能团可以被氧化或发生加合反应生成无色物质。

(1)为了探索比较 SO₂ 和 Cl₂ 的漂白原理，甲同学做了如下对比实验：

a. 将干燥的 SO₂ 和干燥的 Cl₂ 分别通到干燥的品红试纸上，发现品红试纸均不褪色；

b. 将 SO₂ 和 Cl₂ 分别通入品红溶液中，发现品红溶液均褪色；

c. 加热 b 中漂白后的溶液，发现前者恢复红色，并产生刺激性气味的气体，后者无明显现象；

d. 将 SO_2 和 Cl_2 分别持续通入紫色石蕊试液中，发现前者只变红，不褪色，后者先变红，后褪色。

请根据甲同学的实验事实，简要说明 SO_2 与 Cl_2 漂白原理的相同与不同之处。

①相同之处： SO_2 和 Cl_2 本身都没有漂白性，起漂白作用的分别是其与水反应后的产物_____和_____。

②不同之处： H_2SO_3 只能与某些有机色质发生_____反应，生成不稳定的无色物质，生成物受热分解再放出 SO_2 ，是非氧化还原反应。 HClO 能与很多有机色质发生_____反应，生成物较稳定。

(2)乙同学为了探索对比 O_3 、 H_2O_2 和 Cl_2 的漂白能力大小，将等体积等浓度的品红溶液与三种漂白剂分别反应，至完全褪色时，发现消耗三种漂白剂的物质的量相同，但褪色时间 O_3 最短， H_2O_2 次之， Cl_2 最长。

①消耗三种漂白剂的物质的量相同的原因是每摩尔物质_____相等。

② O_3 漂白速度较 H_2O_2 快的主要原因是_____；

Cl_2 漂白速度最慢的主要原因可能是_____。

解析：注意题干中的对比实验现象，仔细分析褪色原因。

答案：(1)① H_2SO_3 HClO ②加合(或化合) 氧化还原

(2)①得电子数 ②氧化性 $\text{O}_3 > \text{H}_2\text{O}_2$ Cl_2 与 H_2O 反应生成的 HClO 浓度较小

反思归纳

常见漂白物质归纳

物质	SO_2	HClO 、 H_2O_2 、 Na_2O_2 、 O_3	活性炭
漂白原理	与有色物质结合生成无色物质	将有色物质氧化为无色物质	吸附有色物质
变化类型	化学变化	化学变化	物理变化
是否可逆	可逆，加热或久置后恢复原来颜色	不可逆，加热或久置后不恢复原来颜色	—
漂白对象	有色的有机物，不能漂白指示剂	有色的有机物和指示剂	有机色质

提升二 SO_2 与 CO_2 的检验

4. (双选)下列溶液能够区别 SO_2 和 CO_2 气体的是()

A. 澄清石灰水

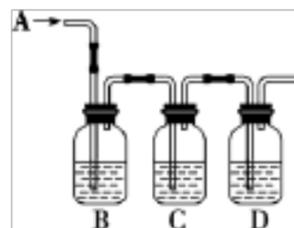
B. H_2S 溶液

C. 酸性 KMnO_4 溶液

D. 紫色石蕊试液

解析：选 BC。 SO_2 和 CO_2 都属于酸性氧化物，它们都能使澄清石灰水变浑浊，所以不能利用澄清石灰水区别 SO_2 和 CO_2 。 SO_2 具有氧化性，能将 H_2S 溶液氧化生成单质硫(有淡黄色沉淀生成)； SO_2 也具有还原性，能被酸性 KMnO_4 溶液氧化(溶液褪色)； CO_2 与这两种溶液不反应。 SO_2 和 CO_2 都能使紫色石蕊试液变红，不能利用紫色石蕊试液区别 SO_2 和 CO_2 。

5.如图是检验某无色气体 A 是 SO_2 和 CO_2 的混合气体的装置图，按要求回答下列问题。



(1)B 中加入的试剂是 _____，作用是 _____。

(2)C 中加入的试剂是 _____，作用是 _____。

(3)D 中加入的试剂是 _____，作用是 _____。

(4)实验时，C 中应观察到的现象是 _____。

解析：一定要理解题意是检验气体成分，检验二氧化硫用品红溶液，吸收二氧化硫用酸性 KMnO_4 溶液；检验二氧化碳用澄清石灰水，在检验二氧化碳之前，必须除尽二氧化硫，因为二氧化硫也能使澄清石灰水变浑浊。C 装置的作用是除去 SO_2 并检验 SO_2 是否除尽，所以酸性高锰酸钾溶液颜色变浅，但不能褪成无色，若褪成无色不能证明二氧化硫已除尽。

答案：(1)品红溶液 检验 SO_2

(2)酸性 KMnO_4 溶液 除去 SO_2 并检验 SO_2 是否除尽

(3)澄清石灰水 检验 CO_2

(4)酸性 KMnO_4 溶液的颜色变浅，但不褪成无色

反思归纳

1. 鉴别 SO_2 和 CO_2 的方法

SO_2 和 CO_2 都能使澄清石灰水变浑浊，若通入的气体过量，则沉淀都可消失，所以不能用澄清石灰水鉴别 SO_2 和 CO_2 。通常可用以下方法鉴别：

(1)用品红溶液，使品红溶液褪色的是 SO_2 ，不能使品红溶液褪色的是 CO_2 。

(2)用酸性高锰酸钾溶液，使酸性高锰酸钾溶液紫色褪去的是 SO_2 ，无明显现象的是 CO_2 。

(3)用溴水，使溴水褪色的是 SO_2 ，无明显现象的是 CO_2 。

(4)用硝酸酸化的硝酸钡溶液，产生白色沉淀的是 SO_2 ，无明显现象的是 CO_2 。

(5)用 FeCl_3 溶液，使溶液由棕黄色变浅绿色的是 SO_2 ，无明显现象的是 CO_2 。

2. 检验 SO_2 中的 CO_2 的方法

SO_2 能使澄清石灰水变浑浊，而检验 CO_2 一般也是使用澄清石灰水，因此，必须先检验 SO_2 ，后检验 CO_2 。

提升三 SO_2 对环境的污染及治理

6. (1)下列物质中，可形成酸雨的是_____。

- A. 二氧化硫
B. 氟氯代烃
C. 二氧化碳
D. 甲烷

(2)现有以下几种措施：①对燃烧煤时产生的尾气进行除硫处理；②少用原煤做燃料；③燃煤时鼓入足量空气；④开发清洁能源。其中能减少酸雨产生的措施是_____。

- A. ①②③
B. ②③④
C. ①②④
D. ①③④

解析：(1) SO_2 溶于雨水生成亚硫酸，进而被空气中的氧气氧化为硫酸，降落到地面即为酸雨；氟氯代烃破坏臭氧层； CO_2 、 CH_4 均属于温室气体，不能形成酸雨，故答案为 A。(2)二氧化硫是形成酸雨的主要原因，而大气中二氧化硫的主要来源之一是含硫燃料(包括煤、石油、天然气等)的燃烧，所以减少酸雨的重要措施是对煤等燃料进行脱硫处理，或者开发新能源来代替煤等燃料。

答案：(1)A (2)C

7. 食品、大气、工业尾气中 SO_2 均需严格检测或转化吸收，下列有关 SO_2 的检测或吸收方法正确的是()

- A. 滴定法：用酸性 KMnO_4 溶液滴定葡萄酒试样以测定葡萄酒中 SO_2 的浓度
B. 沉淀法：用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液沉淀 SO_2 ，然后将沉淀在空气中洗涤、过滤、干燥、称重以测定大气中 SO_2 的浓度
C. 氨酸法：用氨水吸收尾气中的 SO_2 后再将吸收液与硫酸反应，将富集后的 SO_2 循环使用
D. 石灰-石膏法：常温下用石灰石吸收尾气中的 SO_2 得到 CaSO_3 ，再经氧化可用于生产石膏

解析：选 C。A 项，葡萄酒中的乙醇也能被酸性高锰酸钾溶液氧化，对 SO_2 的检测有干扰；B 项，大气中的 CO_2 能被 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液沉淀，对 SO_2 的检测有干扰；C 项，氨水吸收 SO_2 生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 或 NH_4HSO_3 ， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 或 NH_4HSO_3 与硫酸反应能产生 SO_2 ， SO_2 可以循环使用；D 项，石灰石吸收 SO_2 需要在高温下才能进行。

学习任务2 浓硫酸的性质及 SO_4^{2-} 的检验

知/识/整/合

一、浓硫酸的物理性质

1. 挥发性：难挥发。

2. 溶解性：浓 H_2SO_4 与水以任意比互溶，溶解时可放出大量的热。浓 H_2SO_4 稀释的方法是将浓 H_2SO_4 沿烧杯内壁缓缓倒入水中，并不断用玻璃棒搅拌。

3. 浓硫酸对人体皮肤有强烈的腐蚀作用。如果不慎在皮肤上沾上少量浓硫酸时，处理方法是立即用大量水冲洗，然后涂上 NaHCO_3 溶液。

二、浓硫酸的特性



三、 SO_4^{2-} 的检验

1. 检验 SO_4^{2-} 的正确操作

待测液 $\xrightarrow{\text{盐酸酸化}}$ 取清液 $\xrightarrow{\text{BaCl}_2 \text{ 溶液}}$ 出现白色沉淀，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 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Ag^+ 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： $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$ 。

自主检测

1. 硫酸是中学化学实验室的常见药品，其性质有①酸性，②吸水性，③脱水性，④强氧化性，⑤催化作用，请将序号填在相应的横线上：

(1) 锌和稀 H_2SO_4 制 H_2 ：_____；

(2) 浓硫酸做干燥剂：_____；

(3) 浓硫酸与蔗糖的炭化实验(黑面包实验)：_____；

(4) 浓硫酸与铜的反应：_____。

(5) 常温下，用铁制容器盛装浓硫酸：_____。

(6) 实验室用乙醇和冰醋酸制取乙酸乙酯：_____。

(7) 纤维素的水解：_____。

(8) 浓硫酸使湿润紫色石蕊试纸先变红，后来又变黑：_____。

答案：(1)① (2)② (3)③④ (4)①④ (5)④

(6)②⑤ (7)⑤ (8)①③

2. 将 64 g 铜箔加入盛有含 2 mol H_2SO_4 的浓 H_2SO_4 的试管中加热。

(1)铜箔能否完全溶解? 请解释原因: _____。

(2)在反应后的溶液中再加入少量硝酸钠晶体, 铜箔表面又有气泡冒出, 其原因是 _____。

答案: (1)不能, 因为随着反应的进行, 浓 H_2SO_4 变为稀 H_2SO_4 , 反应停止

(2) H^+ 与 NO_3^- 又继续氧化铜片, 发生反应: $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

名师点拨

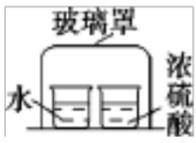
(1)浓硫酸能氧化(必要时加热)除 Au、Pt 以外的所有金属, 其还原产物是 SO_2 而不是 H_2 。

(2)常温下, 浓硫酸与 Fe、Al 并不是不反应, 而是发生了“钝化”, “钝化”是浓硫酸将 Fe、Al 氧化而在其表面形成一层致密的氧化物薄膜, 阻止了浓硫酸与 Fe、Al 的继续反应, 体现了浓硫酸的强氧化性。

素/养/提/升

提升一 硫酸的性质及应用

1. 某同学设想用如图装置来验证浓硫酸的某些性质, 其中不能达到目的的是()

选项	A	B	C	D
实验目的	吸水性	脱水性	溶解放热	强氧化性
实验装置				

解析: 选 D。A 项中由于分子是在不断运动的, 故玻璃罩内空气中的水蒸气不断地被浓硫酸吸收, 导致左侧烧杯中的水不断挥发, 最后左侧烧杯内的液体量明显少于右侧烧杯内的液体量; B 项中滤纸沾上浓硫酸后, 很快会因脱水而变黑; C 项中浓硫酸滴到小试管内的水中, 放出的热量会使锥形瓶内压强增大, U 形管内液面出现左低右高的现象; D 项中因常温下铜片与浓硫酸不反应, 无法判断浓硫酸是否表现出强氧化性。

2. 工业上常用铁质容器盛装冷浓硫酸。为研究铁质材料与热浓硫酸的反应, 某学习小组进行了以下探究活动:

(碳素钢)放入冷浓硫酸中, 10 分钟后移入硫酸铜溶液中, 片刻后取出观察, 铁钉表面无明显变化, 其原因是_____。

(2)另称取铁钉 6.0 g 放入 15.0 mL 浓硫酸中, 加热, 充分反应后得到溶液 X 并收集到气体 Y。

①甲同学认为 X 中除 Fe^{3+} 外还可能含有 Fe^{2+} 。若要确认其中的 Fe^{2+} , 应选用_____ (选填序号)。

- a. KSCN 溶液和氯水
- b. 铁粉和 KSCN 溶液
- c. 浓氨水
- d. 酸性 KMnO_4 溶液

②乙同学取 336 mL(标准状况)气体 Y 通入足量溴水中, 发生反应: $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$, 然后加入足量 BaCl_2 溶液, 经适当操作后得干燥固体 2.33 g。由此推知气体 Y 中 SO_2 的体积分数为_____。

(1)

反应。(2)①检验 Fe^{3+} 溶液中含有 Fe^{2+} , 可根据 Fe^{2+} 具有还原性这一特点选择氧化剂, 因原溶液中存在 Fe^{3+} , 无法用 KSCN 溶液检验是否存在 Fe^{2+} , 只有 d 项酸性 KMnO_4 溶液可将 Fe^{2+} 氧化, 同时自身被还原为 Mn^{2+} , 可通过溶液紫红色是否褪去判断 Fe^{2+} 是否存在。②混合气体的物质的量为 $0.336 \text{ L} / (22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0.015 \text{ mol}$ 。由硫原子守恒, 可得 $n(\text{SO}_2) = n(\text{BaSO}_4) = 2.33 \text{ g} / (233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0.01 \text{ mol}$, 则 Y 中 SO_2 的体积分数为 $0.01 \text{ mol} / 0.015 \text{ mol} \times 100\% = 66.7\%$ 。

答案: (1)铁钉表面被钝化 (2)①d ②66.7%

归纳总结

浓硫酸与金属的反应规律

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

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

(3)浓硫酸在与金属的反应中既表现强氧化性又表现酸性。浓硫酸在与非金属的反应中只表现强氧化性。

提升二 SO_4^{2-} 的检验

3. 下列过程中最终的白色沉淀不一定是 BaSO_4 的是()

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液 $\xrightarrow[\text{通SO}_2]{\text{过量盐酸}}$ $\xrightarrow{\text{BaCl}_2\text{溶液}}$ 白色沉淀

B. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液 $\xrightarrow{\text{过量盐酸}}$ $\xrightarrow{\text{Na}_2\text{SO}_3\text{溶液}}$ 白色沉淀

C. 无色溶液 $\xrightarrow{\text{稀HNO}_3}$ $\xrightarrow{\text{BaCl}_2\text{溶液}}$ 白色沉淀

D. 无色溶液 $\xrightarrow{\text{过量盐酸}}$ 无色溶液 $\xrightarrow{\text{BaCl}_2\text{溶液}}$ 白色沉淀

C. A 项中 NO_3^- 、 H^+ 能将 SO_2 氧化成 SO_4^{2-} ，故能产生 BaSO_4 白色沉淀。B 项中 H^+ 、 NO_3^- 能将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} ，故能产生 BaSO_4 白色沉淀。C 项中不能排除 AgCl 沉淀的可能。D 项中加盐酸无现象，可排除 Ag^+ 的存在，再加入 BaCl_2 溶液，产生不溶于盐酸的白色沉淀，即 BaSO_4 白色沉淀。

4. 有一瓶 Na_2SO_3 溶液，可能部分被氧化，某同学进行如下实验：取少量溶液，滴入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，产生白色沉淀，再加入足量稀硝酸，充分振荡后，白色沉淀不溶解。对此实验的下列叙述正确的是()

- A. 实验证实 Na_2SO_3 已部分被氧化
- B. 实验中加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液后的沉淀一定是 BaSO_4
- C. 实验中加入足量硝酸后的沉淀是 BaSO_4 和 BaSO_3 的混合物
- D. 此次实验不能确定 Na_2SO_3 是否部分被氧化

解析：选 D。 Na_2SO_3 溶液可能部分被氧化变质，则滴入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，生成的白色沉淀中一定有亚硫酸钡，可能有硫酸钡，加入足量稀硝酸后，亚硫酸钡被氧化成硫酸钡，即此时的白色沉淀是硫酸钡。

反思归纳

SO_4^{2-} 检验的易错点

(1) 只加可溶性钡盐，不酸化。误将 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 等干扰离子判断成 SO_4^{2-} 。因上述离子会产生 BaCO_3 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 BaSO_3 白色沉淀。

(2) 误将 Ag^+ 、 Pb^{2+} 判断成 SO_4^{2-} 。例如：向待测液中滴加 BaCl_2 溶液，再加稀盐酸有白色沉淀便断定含 SO_4^{2-} 。其错误是未注意溶液中不含 SO_4^{2-} ，而含 Ag^+ 或 Pb^{2+} 时也会产生同样的现象： $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ (白色)， $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{PbCl}_2 \downarrow$ (白色)。

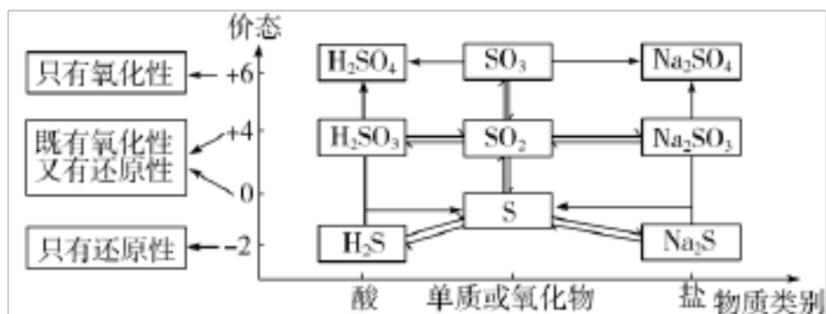
(3) 误将 SO_3^{2-} 判断成 SO_4^{2-} 。例如：向待测液中滴加用稀硝酸酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液生成白色沉淀，便误以为有 SO_4^{2-} 。该错误是未注意 NO_3^- 在酸性环境中具有强氧化性，发生反应： $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} = \text{BaSO}_3 \downarrow$ (白色)， $3\text{BaSO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{BaSO}_4$ (白色) + $2\text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

知/识/整/合



$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 是一种中等强度的还原剂，可被碘氧化成 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ (连四硫酸钠)，该反应常用来定量测定碘的含量，反应的离子方程式为 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ ；可被氯、溴等氧化为 SO_4^{2-} ，如 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HCl}$ ；可与酸反应，离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

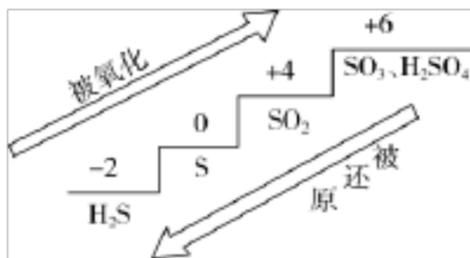
二、从物质分类的角度定位硫及其化合物间的转化



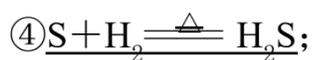
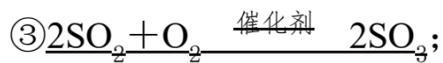
三、从氧化还原反应的角度定位硫及其化合物间的转化

1. 相邻价态的同种元素的微粒间不发生氧化还原反应，如 S 和 H_2S 、S 和 SO_2 、 SO_2 和浓硫酸之间不发生氧化还原反应。

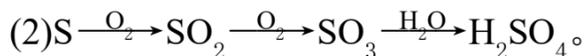
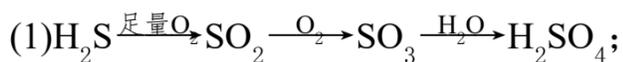
2. 当硫元素的化合价升高或降低时，一般升高或降低到其相邻的价态，即台阶式升降。可用如图表示：



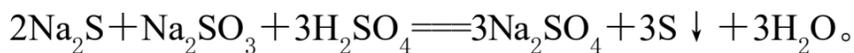
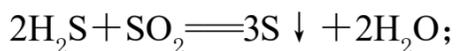
写出③④⑤反应的化学方程式：



3. 含硫物质的连续转化

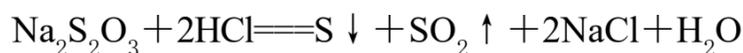


4. 典型的归中反应

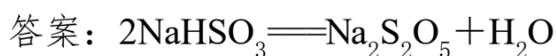


自主检测

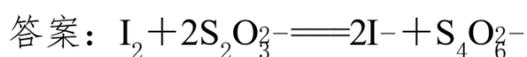
1 (2019·) II)向盛有饱和硫代硫酸钠溶液的试管中滴加稀盐酸,有刺激性气味气体产生,溶液变浑浊,写出发生反应的化学方程式:



2. (2018 高考全国卷 I)生产 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, 通常是由 NaHSO_3 过饱和溶液经结晶脱水制得。写出该过程的化学方程式:



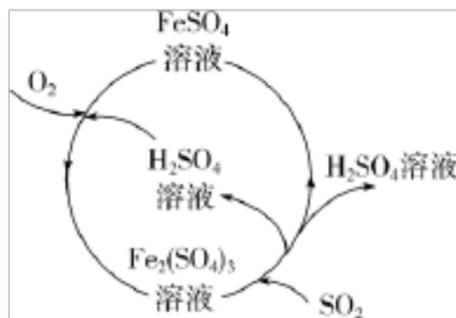
3. (2017 高考全国卷 II 改编)用标准 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定 I_2 生成 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 的离子方程式为



素/养/提/升

提升一 硫及其化合物的转化及应用

1. (2020 湖南雅礼中学月考)含硫煤燃烧会产生大气污染物,为防治该污染,某工厂设计了新的治污方法,同时可得到化工产品,该工艺流程如图所示,下列叙述不正确的是()



- A. 该过程中可得到化工产品 H_2SO_4
- B. 该工艺流程是除去煤燃烧时产生的 SO_2
- C. 该过程中化合价发生改变的元素只有 Fe 和 S
- D. 图中涉及的反应之一为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

解析: C。根据工艺流程图可知,该工艺中 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液吸收 SO_2 生成 FeSO_4 和 H_2SO_4 , 该反应的化学方程式为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$, 该工艺不仅吸收了二氧化硫,还得到了化工产品硫酸, A、D 项正确; 根据题图分析可知,该工艺流程是除去煤燃烧时产生的 SO_2 , B 项正确; 该过程中化合价发生变化的元素有 Fe、S 和 O, C 项错误。

2. 物质的类别和核心元素的化合价是研究物质性质的两个重要视角。硫及其化合物与价态变化为坐标的二维转化关系如图所示。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/108020112016006121>