

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C	B	B	D	D	C	D	D	D	B	C	B	C

14. 酸式  $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- = 2\text{ClO}_2^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  【电解硫酸钠，实质是电解水，右边生成NaOH溶液，说明右边是电解池的阴极，左边是阳极，阳极水失电子，生成 $\text{O}_2$ 和 $\text{H}^+$ ，得到硫酸】 阴极【题目问 $\text{H}_2$ 在哪极产生，所以答案是阴极】  $2\text{ClO}_2 + 2\text{CN}^- = \text{N}_2 + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^-$  259.6a  $\text{Na}_2\text{S} > \text{NaCl} > \text{NaF} > \text{NaClO}_2$  【离子对应的酸，酸性越弱，越容易水解， $\text{S}^{2-}$ 对应的酸，是 $\text{HS}^-$ ，其电离平衡常数更小，碱性最大】 前者大 【两种离子水解程度不同，会导致溶液酸碱性不同，会导致溶液中 $\text{H}^+$ 离子浓度不一样， $\text{ClO}_2^-$ 水解程度小，pH较小，氢离子浓度大，所以阴阳离子总数大】

15. 1) Cl原子半径小，H-Cl键能大， $\text{NH}_4\text{Cl}$ 分解温度低

(2)  $\text{Cl}_2\text{O}$ 、 $\text{Cl}_2$  萃取，分液 气化(加热、蒸馏) 【萃取分液，得到有机层，然后气化得到 $\text{Cl}_2\text{O}$ 气体】  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}_2\text{O} \uparrow + 2\text{NaHCO}_3 + 2\text{NaCl}$  【题目有说碳酸钠是过量的】  $2\text{Cl}_2\text{O} = 2\text{Cl}_2 + \text{O}_2$ 、 $2\text{ClO}_2 = \text{Cl}_2 + 2\text{O}_2$ ，取一定体积的气体在一定条件下使其完全分解，然后向分解产物中加入足量氢氧化钠溶液，剩余 $\frac{1}{3}$ 体积的是 $\text{Cl}_2\text{O}$ ，剩余 $\frac{2}{3}$ 体积的是 $\text{ClO}_2$  【检验方法应是越简单越好，能定性就不定量】

3. 在给定条件下，下列物质间转化能一步实现的是

- A. 漂白粉(aq)  $\xrightarrow{\text{过量CO}_2}$   $\text{HClO(aq)} \xrightarrow{\text{光照}}$   $\text{Cl}_2(\text{g})$  B.  $\text{Cu} \xrightarrow{\text{FeCl}_3}$   $\text{CuCl}_2 \xrightarrow{\text{SO}_2}$   $2\text{CuCl}$
- C.  $\text{BaCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{CO}_2}$   $\text{BaCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})}$   $\text{BaSO}_4(\text{s})$  D.  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta}$   $\text{MgCl}_2 \xrightarrow{\text{通电}}$   $\text{Mg}$
- 会水解，得不到无水 $\text{MgCl}_2$
- $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_2 + 2\text{Cl}^- = 4\text{H}^+ + 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-}$

6. 常温下，向1L 1.0mol/L的 $\text{NaClO}$ 溶液中缓慢通入 $\text{SO}_2$ 气体，使其充分吸收，溶液pH与通入 $\text{SO}_2$ 物质的量关系如图所示(忽略溶液体积的变化和 $\text{NaClO}$ 、 $\text{HClO}$ 的分解)。下列说法错误的是

A. 常温下， $\text{HClO}$ 电离平衡常数的数量级为 $10^{-8}$

B. a点溶液中存在 $4c(\text{Cl}^-) = c(\text{HClO}) + c(\text{ClO}^-)$

C. b点溶液中存在 $c(\text{Na}^+) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

D. c点溶液中 $c(\text{H}^+) = 2\text{mol/L}$

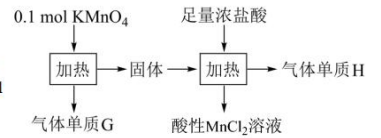
b点前发生的反应： $3\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{HClO}$

a点: 0.6 0.2 0.2 0.4  
余: 0.4 0.2 0.2 0.4  
b点: 1/3 1/3

c点发生的反应： $\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$

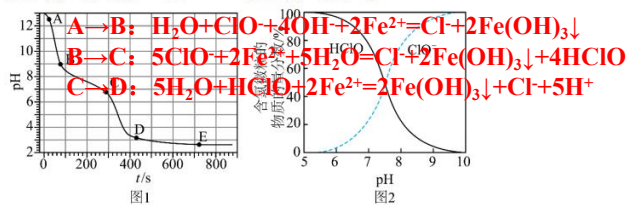
9. 实验室中利用固体 $\text{KMnO}_4$ 进行如图实验，下列说法正确的是

- A. G与H均为还原产物
- B. 实验中 $\text{KMnO}_4$ 只做氧化剂
- C. Mn元素只参与了2个氧化还原反应
- D. G与H的物质的量之和可能为0.2mol



$2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$   
 $\text{K}_2\text{MnO}_4 + 8\text{HCl(浓)} = 2\text{KCl} + \text{MnCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl(浓)} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
 如果 $\text{KMnO}_4$ 加热时没有分解完，也能与浓盐酸反应  
 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl(浓)} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

12. 分析含有少量 $\text{NaOH}$ 的 $\text{NaClO}$ 溶液与 $\text{FeSO}_4$ 溶液的反应。已知：图1表示将 $\text{FeSO}_4$ 溶液逐滴滴加到含少量 $\text{NaOH}$ 的 $\text{NaClO}$ 溶液中的pH变化；图2表示 $\text{NaClO}$ 溶液中含氯微粒的物质的量分数与pH的关系[注：饱和 $\text{NaClO}$ 溶液的pH约为11]。



关于上述实验，下列分析错误的是

- A. A点溶液的pH约为13，是 $\text{NaOH}$ 和 $\text{NaClO}$ 共同作用的结果
- B. AB段pH显著下降的原因是： $5\text{ClO}^- + 2\text{Fe}^{2+} + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe(OH)}_3 \downarrow + 4\text{HClO}$
- C. CD段较BC段pH下降快的主要原因是： $\text{HClO} + 2\text{Fe}^{2+} + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe(OH)}_3 \downarrow + 5\text{H}^+ + \text{Cl}^-$
- D. 反应进行至400s时溶液产生 $\text{Cl}_2$

(5) 印染工业常用亚氯酸钠( $\text{NaClO}_2$ )漂白织物，漂白织物时真正起作用的是 $\text{HClO}_2$ 。下表是 $25^\circ\text{C}$

弱酸	$\text{HClO}_2$	$\text{HF}$	$\text{HCN}$	$\text{H}_2\text{S}$
$K_a$	$1 \times 10^{-2}$	$6.3 \times 10^{-4}$	$4.9 \times 10^{-10}$	$K_1 = 9.1 \times 10^{-8}$ $K_2 = 1.1 \times 10^{-12}$

常温下，物质的量浓度相等的 $\text{NaClO}_2$ 、 $\text{NaF}$ 、 $\text{NaCN}$ 、 $\text{Na}_2\text{S}$ 四种溶液的pH由大到小的顺序为\_\_\_\_\_；体积相等、物质的量浓度相同的 $\text{NaClO}_2$ 、 $\text{NaCN}$ 两溶液中所含阴阳离子总数的大小关系为\_\_\_\_\_ (填“前者大”、“相等”或“后者大”)。

离子对应的酸或碱越弱，越容易水解

找准对应的酸或碱

15. (1)已知常压下  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的分解温度为  $337^\circ\text{C}$ ， $\text{NH}_4\text{Br}$  的分解温度为  $452^\circ\text{C}$ ，从化学键角度分析两者分解温度差异的原

因\_\_\_\_\_

三、稳定性的比较

【物质热稳定性的本质】主要取决于化学键强度，强化学键物质通常热稳定性更高（微观视角）

1.  $\text{NH}_3$ 与 $\text{PH}_3$ 相比，热稳定性更强的是  $\text{NH}_3$ ，为什么？

【说理】氮原子半径比磷原子小，氮氢键键长短，键能大，分子热稳定性强

2. 碳酸盐的阳离子不同，热分解的温度不同，分析其变化规律的原因？

碳酸盐	$\text{MgCO}_3$	$\text{CaCO}_3$	$\text{SrCO}_3$	$\text{BaCO}_3$
热分解温度/ $^\circ\text{C}$	402	900	1172	1360
阳离子半径/pm	66	99	112	135

【说理】阳离子所带电荷数相同，阳离子半径越小，其结合氧阴离子的能力就越强，对应的碳酸盐就越容易分解。

3. 铵盐大多不稳定。 $\text{NH}_4\text{F}$ 、 $\text{NH}_4\text{I}$ 中，较易分解的是  $\text{NH}_4\text{F}$ ，原因是\_\_\_\_\_。

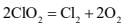
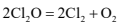
【说理】F原子半径比I原子小，H-F键比H-I键能大，H-F更易形成，F更易夺取 $\text{NH}_4^+$ 中的H<sup>+</sup>

【方法与策略】分解时，若断裂不同的键，比较所断键的键能大小。

若分解时，断裂相同键时，比较分解后所成键的键能，形成的键能越大，原物质热稳定性越差。

说理题还是说不清楚的同学，可以把上次发的整理的，去做做看看

③  $\text{ClO}_2$ 也是一种高效安全消毒灭菌剂。现有一瓶气体X，可能是  $\text{ClO}_2$ 或 $\text{Cl}_2\text{O}$ 。已知 $\text{ClO}_2$ 或 $\text{Cl}_2\text{O}$ 都可完全分解，产物都是  $\text{Cl}_2$ 和 $\text{O}_2$ 。请设计实验通过分解产物来确定气体X是哪种化合物\_\_\_\_\_。

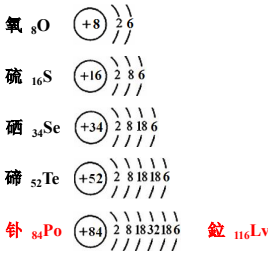


检验原则：方法越简单有效越好  
能定性就不定量

硫及其化合物

9

【考点一】VIA元素及其原子结构特点



原子结构：最外层都是6个电子；

化学性质：性质相似，且它们的单质都是活泼和较活泼的非金属，都具有强或较强的氧化性【相似性与递变性】，能与常见金属元素组成盐，称**氧族元素**。

10

【考点一】VIA元素及其原子结构特点

	氧	硫	硒	碲	钋	鉈
元素符号	O	S	Se	Te	Po	Lv
核电荷数	8	16	34	52	84	116
相同点	最外层6个电子，能得二个电子，具氧化性					
不同点	核电荷数递增，电子层数递增，原子半径依次增大，得电子能力逐渐减弱，非金属性逐渐减弱，金属性逐渐增强					
主要化合价	-2、-1	除有-2价外，还有+4、+6价的化合物。				

11

【考点二】VIA元素单质物理性质的变化规律

单质	$\text{O}_2$	S	Se	Te
颜色	无色	淡黄色	灰色	银白色
状态	气 体	固 态	固 态	固 态
密度	增大			
熔沸点	升高			
导电性	不导电	不导电	半导体	准金属



12

【考点二】VIA元素氢化物、氧化物、含氧酸比较

	化合条件	稳定性	还原性	水溶液酸性 (pKa <sub>1</sub> )
H <sub>2</sub> O				
H <sub>2</sub> S	变	减	增	7
H <sub>2</sub> Se	难	弱	强	8.9
H <sub>2</sub> Te	不能直接化合, 只能间接制取			2.64

	次高价氧化物	次高价含氧酸	最高价氧化物	最高价含氧酸	酸性
硫 (S)	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
硒 (Se)	SeO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	SeO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub> (强酸)	
碲 (Te)	TeO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> TeO <sub>3</sub>	TeO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> TeO <sub>4</sub> (弱酸)	减 弱

【拓展】由H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>与H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>酸性强弱, 思考同一元素形成的不同含氧酸酸性如何比较?  
如HClO、HClO<sub>2</sub>、HClO<sub>3</sub>、HClO<sub>4</sub>酸性? 一般, 成酸元素价态高, 酸性强。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
C	B	D	B	C	B	B	A	D	B	B	B	D	A	BD	CO

14. (1) 浓硫酸 【B的作用: 干燥水, 防止后续SO<sub>2</sub>与Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>反应干扰, 所以得浓硫酸】。吸收未反应的SO<sub>2</sub>, 防止污染空气, 同时防止空气中的水蒸气进入装置与Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>反应, 干扰实验  
(2) 将带火星的木条放在干燥管D出口处, 若木条复燃, 则有氧气生成, 否则无氧气生成  
(3) 装置F中溶液蓝色褪去: SO<sub>2</sub>+I<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O=2I<sup>-</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+4H<sup>+</sup>  
(4) 不合理: 装置E中溶液溶解的SO<sub>2</sub>可被稀硝酸氧化成SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 也可与BaCl<sub>2</sub>反应, 生成白色沉淀, 会对SO<sub>2</sub>与FeCl<sub>3</sub>反应产物(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)的检验造成干扰  
15. (1) 3Cu+2HNO<sub>3</sub>=3Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+2NO↑+4H<sub>2</sub>O  
(2) 向试样中滴加KSCN溶液, 若溶液显红色, 则Fe<sup>3+</sup>未除净, 否则Fe<sup>3+</sup>除净  
(3) CuO或Cu(OH)<sub>2</sub>或CuCO<sub>3</sub>或Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 【不能引入新的杂质, 所以像NaOH, 氨水这些都不可以, 可以选择难溶氧化物、氢氧化物、碳酸盐等这些调节pH】Fe(OH)<sub>3</sub>, (4) 3NO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O=2HNO<sub>3</sub>+NO 【不要写总的, 前面已经写了一步了】  
(5) 3CuSO<sub>4</sub>+△+3CuO+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>=O<sub>2</sub>↑  
(6) 混合气体通过饱和NaHSO<sub>3</sub>溶液, SO<sub>2</sub>被吸收生成硫酸, 和NaHSO<sub>3</sub>反应生成SO<sub>2</sub>, 设法确定SO<sub>2</sub>和SO<sub>3</sub>的质量, 因此需要去掉饱和NaHSO<sub>3</sub>溶液的装置; 此外排水量氧气的体积时, 气体从短导管通入, 【两体错误】  
16. (1) 干燥气体, 使SO<sub>2</sub>与O<sub>2</sub>充分混合  
(2) BaCl<sub>2</sub>+SO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O=BaSO<sub>4</sub>↓+2HCl; 降低反应体系的温度, 避免三氧化硫在与装置③中的溶液反应时生成酸雾, 影响吸收效果, (3) SO<sub>2</sub>已使装置④吸收完全  
(4) 锥形瓶中沉淀的质量或装置④中增加的质量, 22.4m/23.5V  
(5) 将装置中的三氧化硫和二氧化硫全部赶到后面的装置中, 以便被充分吸收  
17. (1) H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> 催化制H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, (2) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=H<sup>+</sup>+HO<sub>2</sub><sup>-</sup>, (3) OH<sup>-</sup>+HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>=SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>+H<sub>2</sub>O, (4) bd, (5) Na<sup>+</sup>[Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Na]<sup>-</sup> ab, (6) 3NO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O=2HNO<sub>3</sub>+NO; Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+

8. Y形管是一种特殊的仪器, 与其他仪器组合可以进行某些实验探究。利用如图装置可以探究SO<sub>2</sub>与BaCl<sub>2</sub>反应生成BaSO<sub>3</sub>沉淀的条件。下列判断正确的是

A. e、f两管中的试剂可以分别是浓氨水和NaOH固体  
B. 玻璃管的作用是连通大气, 使空气中的氧气进入广口瓶, 参与反应  
C. c、d两根导管都必须插入BaCl<sub>2</sub>溶液中, 保证气体与Ba<sup>2+</sup>充分接触  
D. Y形管乙中产生的为氧化性气体, 将BaSO<sub>3</sub>氧化为BaSO<sub>4</sub>沉淀

SO<sub>2</sub>与BaCl<sub>2</sub>不反应, 不会生成BaSO<sub>3</sub>

12. 利用下列装置可以完成的实验组合是

选项	制气装置	洗气瓶中试剂	瓶中气体
A	氯酸钾、MnO <sub>2</sub>	浓硫酸	O <sub>2</sub>
B	石灰石、稀盐酸	NaHCO <sub>3</sub> 溶液	CO <sub>2</sub>
C	Zn、稀硫酸	浓硫酸	H <sub>2</sub> 应向下排空气
D	MnO <sub>2</sub> 、浓盐酸	浓硫酸	Cl <sub>2</sub>

14. 烟气脱硫能有效减少SO<sub>2</sub>的排放。实验室用粉煤灰(主要含Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>等)制备碱式硫酸铝[Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>x</sub>(OH)<sub>6-2x</sub>]溶液, 并用于烟气脱硫。下列说法不正确的是

A. 上述过程中, 所得滤渣I和滤渣II的主要成分分别为SiO<sub>2</sub>、CaCO<sub>3</sub> CaSO<sub>4</sub>  
B. 调pH时, 若pH偏高, 则所得碱式硫酸铝中x将偏小  
C. 碱式硫酸铝溶液吸收SO<sub>2</sub>后再热分解出SO<sub>2</sub>, 所得溶液中c(OH<sup>-</sup>)将减小  
D. 碱式硫酸铝溶液经多次循环吸收SO<sub>2</sub>后, 可加入CaCO<sub>3</sub>粉末再生

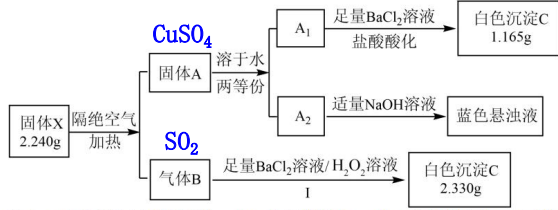
热解时, 有部分亚硫酸铝转化为硫酸铝, 酸性增强

15. 某同学按图示装置进行实验, 向抽滤瓶溶液中通入足量a气体获得a的饱和溶液, 再通入足量的b气体, 抽滤瓶中最终一定得到沉淀。下列物质组合符合要求的

A	b	c	
A	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	饱和食盐水
B	Cl <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	BaCl <sub>2</sub> 溶液
C	HCl	NH <sub>3</sub>	AgNO <sub>3</sub> 溶液
D	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	AlCl <sub>3</sub> 溶液

侯氏制碱法, 先通NH<sub>3</sub>后通CO<sub>2</sub>  
Cl<sub>2</sub>+SO<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O=2HCl+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> AgCl溶于氨水, 形成Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl

16. 某兴趣小组对化合物 X 开展探究实验。

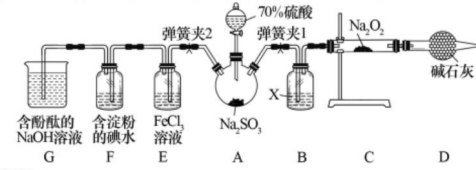


其中：X 是易溶于水的强酸盐，由 3 种元素组成；A 和 B 均为纯净物；B 可使品红水溶液褪色。下列说法不正确的是：

- A. 组成 X 的 3 种元素是 Cu、S、O，X 的化学式是  $\text{Cu}_2\text{S}_2\text{O}_6$  **溶解  $\text{O}_2$  氧化，生成  $\text{BaSO}_4$**
- B. 将固体 X 加入温热的稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中，产生气体 B，离子方程式是： $\text{S}_2\text{O}_6^{2-} + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} \text{SO}_4^{2-} + \text{SO}_2 \uparrow$
- C. 步骤 I，某同学未加  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，发现也会缓慢出现白色浑浊，此时产生  $\text{BaSO}_3$  白色沉淀
- D. 气体 B 通入石蕊试液，溶液先变红后褪色，体现了 B 的水溶液具有酸性和漂白性

**$\text{SO}_2$  不漂白酸碱指示剂**

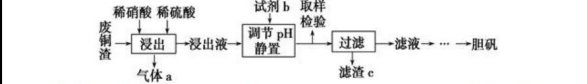
17. 实验室进行二氧化硫制备与性质实验的组合装置如图所示，部分夹持装置未画出。



请回答下列问题：

- (1) 为检验  $\text{SO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的反应是否有氧气生成，装置 B 中盛放的试剂 X 应为 **品红溶液**，装置 D 中碱石灰的作用是 **吸收未反应的  $\text{SO}_2$ ，防止污染空气，同时防止空气中的水蒸气进入装置与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应，干扰实验**

15. 硫酸铜在生产、生活中应用广泛。某化工厂用含少量铁的废铜屑为原料生产胆矾的流程如下：



已知生成氢氧化物沉淀的 pH：Cu(OH)<sub>2</sub>：开始沉淀 4.2、完全沉淀 6.7；Fe(OH)<sub>2</sub>：开始沉淀 6.5、完全沉淀 9.7；Fe(OH)<sub>3</sub>：开始沉淀 1.5、完全沉淀 3.7。

- (1) 写出浸出时铜与稀硫酸、稀硝酸反应生成硫酸铜的化学方程式： **$\text{Cu} + 2\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} \uparrow$**
- (2) 取样检验是为了确认  $\text{Fe}^{3+}$  是否除净，你的检验方法是 **取少量滤液，加入 KSCN 溶液，若溶液变红，则  $\text{Fe}^{3+}$  未除净；若溶液不变红，则  $\text{Fe}^{3+}$  已除净。**
- (3) 试剂 b 是 **难溶性氧化物、氢氧化物、碳酸盐、碱式碳酸盐等**
- (4) 气体 a 可以被循环利用，用化学方程式表示气体 a 被循环利用的原理为  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$

(5) 一定温度下，硫酸铜受热分解生成 CuO、 $\text{SO}_2$  气体、 $\text{SO}_3$  气体和  $\text{O}_2$  气体，且  $n(\text{SO}_2) : n(\text{SO}_3) = 1 : 2$ ，写出硫酸铜受热分解的化学方程式：

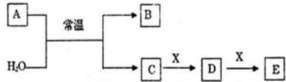
(6) 某同学设计了如下图所示的实验装置分别测定生成的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$  气体的质量和  $\text{O}_2$  气体的体积。此设计有不合理之处，请说明理由：



16. 为探究工业制硫酸接触室中的反应，设计如图所示装置，并测定此条件下二氧化硫的转化率。



- (1) ①中浓硫酸的作用除了通过观察气泡，调节气体的流速外，还能 **干燥气体**。
- (2) ③锥形瓶中盛放的是足量的氯化钡溶液，实验过程观察到锥形瓶中产生白色沉淀，反应的化学方程式为  **$\text{SO}_2 + \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{HCl}$** ；锥形瓶置于冰水浴的原因是 **降低反应体系的温度，避免三氧化硫在与装置③中的溶液反应时生成酸雾，影响吸收效果**。
- (3) ⑤中品红颜色没有发生改变，说明  **$\text{SO}_2$  已被完全吸收**。
- (4) 若通入  $\text{SO}_2$  的体积为 V L (已折算为标准状况下的体积)，要测定该条件下二氧化硫的转化率，实验时还需要测定的数据是 **m g**，则 m 可以是  **$\text{BaSO}_3$  的质量**，此条件下二氧化硫的转化率是  **$\frac{m}{64V} \times 100\%$**  (列式表示)。
- (5) 反应结束后还需通入  $\text{N}_2$  的原因是 **将装置中的三氧化硫和二氧化硫全部赶到后面的装置中，以便被充分吸收**。



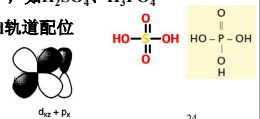
若 A 为常见的金属单质，焰色反应呈黄色，X 能使品红溶液褪色，写出 C 和 E 反应的离子方程式：

- (4) 若 A 为短周期元素组成的单质，该元素最高价氧化物的水化物酸性最强，则 X 可能为  **$\text{H}_2\text{SO}_4$**  (填代号)；a.  $\text{NaHCO}_3$  b.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  c.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  d.  $\text{NaAl}(\text{OH})_4$
- (5) 若 A 为淡黄色粉末，则 A 的电子式为  **$\text{Na}^+ \text{O}^{2-} \text{Na}^+$** ，若 X 为一种最常见的造成温室效应的气体。则鉴别等浓度的 D、E 两种溶液，可选择的试剂为 **石蕊试液** (填代号)；a. 盐酸 b.  $\text{BaCl}_2$  溶液 c.  $\text{NaOH}$  溶液 d.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液
- (6) 若 A 为氧化物，X 是 Fe，溶液 D 中加入 KSCN 溶液变红。则 A 与  $\text{H}_2\text{O}$  反应的化学反应方程式为  **$2\text{FeO} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$** ，E 是  **$\text{Fe}(\text{OH})_3$**  (填化学式)。

【考点三】重要单质和化合物的性质—— $\text{O}_2$  和  $\text{O}_3$

氧的成键特征

- (1) 离子键  $\text{O}$  得两个  $e^-$ ，形成  $\text{O}^{2-}$ ，与金属阳离子以离子键结合，如  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$
- (2) 共价键 与非金属等元素通过共用电子对结合，如  $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{OF}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_2$
- (3) 大  $\pi$  键 端 O 的 p 轨道或未杂化 p 轨道与其他原子形成，如  $\text{H}_3\text{O}^+$  ( $\text{O}_3$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2^-$ )  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ )
- (4) 配位键  $\star$  氧原子 p 轨道上的孤电子对可以向其他原子的空轨道配位，如  $\text{H}_3\text{O}^+$   
 $\star$  氧原子也可以将 p 轨道上成单电子挤到一个轨道，空出一条 p 轨道，接受其他原子的电子对的配位  $\uparrow\downarrow + \uparrow \rightarrow \uparrow\downarrow \uparrow$ ，如  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{H}_3\text{PO}_4$   
 $\star$  氧原子 p 轨道的孤电子对可以向中心原子的 d 轨道配位





【考点三】重要单质和化合物的性质——O<sub>3</sub>

一、结构



二、物性的比较

1. 在常温常压下, 臭氧是一种有特殊臭味的淡蓝色气体, 液态臭氧呈深蓝色, 固态时呈紫黑色;

2. 比氧气更易溶于水【原因?】;

三、化性的比较

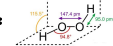
◆ **强氧化性**: 1. 氧化性比氧气强 (怎么分析?) 【O<sub>3</sub>键能比O<sub>2</sub>弱】, 可以将Ag、Hg氧化  
2. O<sub>3</sub> + 2I<sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O = I<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> + 2OH<sup>-</sup>

◆ **具漂白性**: 氧化型漂白剂

◆ **相互转化**: 2O<sub>3</sub>  $\xrightleftharpoons[\text{放电}]{\text{不稳定}}$  3O<sub>2</sub> ΔH < 0

25

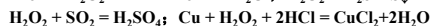
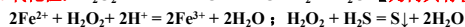
【考点三】重要单质和化合物的性质——过氧化氢H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

结构:  O原子sp<sup>3</sup>杂化

其水溶液俗称双氧水, 外观为无色透明液体【沸点150.2℃, 远比水高, 为何?】, 是一种强氧化剂, 适用于伤口消毒及环境、食品消毒。

1. **酸性**: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>是二元弱酸, 具有一定的酸性。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ⇌ H<sup>+</sup> + HO<sub>2</sub><sup>-</sup> (2.3 × 10<sup>-12</sup>) HO<sub>2</sub><sup>-</sup> ⇌ H<sup>+</sup> + O<sub>2</sub><sup>2-</sup>

2. **氧化性**: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 2KI + 2HCl = 2KCl + I<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O 【为何具有较弱的氧化性】



3. **还原性**: 2KMnO<sub>4</sub> + 5H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 2MnSO<sub>4</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 5O<sub>2</sub>↑ + 8H<sub>2</sub>O

4. **不稳定性**: 过氧化氢在常温可以发生分解反应生成氧气和水 (缓慢分解), 在加热或者加入催化剂后能加快反应, 催化剂有二氧化锰、硫酸铜、碘化氢、二氧化铅、三氯化铁、氧化铁, 及生物体内的过氧化氢酶等。强酸性物质如盐酸等也能使双氧水快速分解, 同时放出大量热, 足以使双氧水沸腾。

**保存方法**: 实验室里常把H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>装在棕色瓶内避光并放在阴凉处。

**用途**: 作消毒、杀菌剂, 作漂白剂、脱氯剂, 纯H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>还可作火箭燃烧的氧化剂等。

26

理解、练习与应用

例: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>因其具有强氧化性而具漂白作用。请设计实验证明H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的漂白性是由强氧化性造成的?

NaOH + 滴加H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> { A: 弱酸性 滴加NaOH  
酚酞(红色) (无色) { B: 强氧化性 (红色不出现) 结论: B 正确

27

【考点三】重要单质和化合物的性质——单质硫S

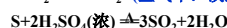
 分子式为S<sub>8</sub>的单质硫最稳定 (其他还有S<sub>2</sub>、S<sub>4</sub>、S<sub>6</sub>等)

**硫 (俗称硫黄)**: 黄色晶体, 质脆, 易研成粉末, 不溶于水, 微溶于酒精, 易溶于CS<sub>2</sub>。

1. 氧化性

S可与大多数金属反应, 但金属若有变价时, 与S反应只能生成低价金属硫化物, 但Hg是特殊的【Hg + S = HgS】。

2. 还原性



3. 既有氧化性又有还原性 (歧化反应)



28

理解、练习与应用

例: 为了证明铁与硫反应产物中铁的价态, 下图是某个实验设计的一部分:



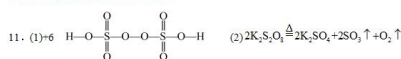
- 混合粉末A中硫粉过量的原因是防止因铁粉过量而使滤渣C中含铁粉与H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>反应生成Fe<sup>2+</sup>干扰实验;
- 反应在惰性环境中进行的原因是防止环境中的O<sub>2</sub>参与反应;
- 操作①是用烧热的玻璃棒点触混合粉末, 反应即可继续进行, 说明硫和铁粉反应是放热的;
- 操作②的作用是除去混合物中的硫粉; 也可改用加入CS<sub>2</sub>;
- 操作③稀H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>煮沸的目的是防止溶解的氧气氧化生成的Fe<sup>2+</sup>;
- 为证明产物中铁的价态, 对D溶液的实验操作最好是取样, 加入煮沸的KSCN溶液, 如无明显现象。再滴加氯水, 溶液变红色, 说明是+2价铁。

29

第VIA族 氧族元素及其化合物 二

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	A	A	B	A	B	B	B	D	D

选择题部分解析: 见资料中心答案



(3) 低温、无水【H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 容易分解, 需要低温; 产物易水解, 须无水】(4) Na<sup>+</sup> [S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>]<sup>-</sup> Na<sup>+</sup>

(5) 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> 【这是自偶电离, 一个硫酸分子失去一个H<sup>+</sup>, 另一个硫酸分子结合这个H<sup>+</sup>, 类似于水的自偶电离】 (6) -O-O-

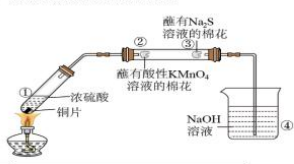
(7) 2SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - 2e<sup>-</sup> = S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup> 【一般来说, 硫酸根确实不会先于水失电子, 但是, 这道题是有错误的】不能 铜是活性电极, 铜作阳极时本身会失去电子 (8) C

12. (1) 蒸馏烧瓶 【有支管口的圆底烧瓶有专有名称——蒸馏烧瓶】 b  
(2) ①浓硝酸分解 二氧化氮逸出 ②生成的HNO<sub>3</sub>为该反应的催化剂  
(3) ①作溶剂, 同时作吸水剂防止亚硝酸磺酸遇水分解 ②滴入最后半滴(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>标准溶液, 溶液变为粉红色, 且半分钟内不恢复原色 3% 【确定原理: 酸性环境下, 硝酸根和Fe<sup>2+</sup>发生氧化还原反应, 当还有硝酸根的时候, 溶液中不存在Fe<sup>3+</sup>, 而当硝酸根 (由于溶液呈酸性, 所以所有的硝酸根都可以反应完) 反应完后, 再滴加硫酸亚铁铵, 溶液中就会出现Fe<sup>2+</sup>, 与NO<sub>2</sub>结合生成粉红色, 指示终点】

6. 实验室用如图所示装置研究不同价态硫元素之间的转化, 下列操作或结论正确的是

- A. 向①中试管加水, 观察颜色, 确认有  $\text{CuSO}_4$  的产生  
 B. 浓硫酸具有吸水性, 可用于干燥二氧化硫  
 C. ③中有黄色固体生成, 氧化剂与还原剂物质的量之比为 2:1  
 D. 反应结束后, 可观察到①中产生黑色浑浊, 该黑色物质为  $\text{CuO}$ 、 $\text{CuS}$  和  $\text{Cu}_2\text{S}$  的混合物

7. 探究含硫化化合物的性质, 下列方案设计和、现象和结论都正确的是



8. 为探究  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的性质, 实验小组同学进行了如下实验:

①  $1\text{mL } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液

5滴  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$  溶液 → ② 产生白色沉淀  $\text{BaSO}_3$   $\text{Na}_2\text{SO}_3, \text{NaCl}$

1mL  $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  稀硝酸 → ③ 沉淀不消失 有刺激性气味  $\text{BaSO}_4$   $\text{SO}_2, \text{NO}(\text{NO}_2?)$

④ 有刺激性气味  $\text{H}_2\text{SO}_3, \text{SO}_2$   $\text{NaNO}_3$

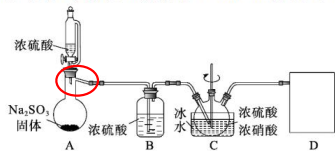
5滴  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$  溶液 → ⑤ 无明显变化  $\text{H}_2\text{SO}_3, \text{SO}_2$   $\text{NaNO}_3, \text{BaCl}_2$

静置1小时 → ⑥ 产生白色沉淀 有刺激性气味  $\text{BaSO}_4$   $\text{NO}(\text{NO}_2?)$

下列说法一定正确的是

- A. ③和④中产生的气体成分完全相同  
 B. ②和⑥中沉淀的主要成分不同  
 C. ①→②和④→⑥均只发生了复分解反应  
 D.  $\text{SO}_3^{2-}$  的还原性在酸性条件下增强

12. 亚硝酸磺酸( $\text{NOSO}_4\text{H}$ )是一种浅黄色液体, 遇水易分解, 溶于浓硫酸, 主要用于染料、医药领域的重氧化反应。实验室用如图装置(夹持装置略)制备少量  $\text{NOSO}_4\text{H}$  并测定产品中杂质硝酸的含量。



回答下列问题:

(1) 装置 A 中盛装  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  固体的仪器名称是 \_\_\_\_\_, 装置 D 最好选用 \_\_\_\_\_ (填字母)。



(2) 装置 C 中浓硝酸与  $\text{SO}_2$  在浓硫酸作用下反应制得  $\text{NOSO}_4\text{H}$ 。

- ① 装置 C 中温度过高产率降低的原因是 **酸雾? X**  
 ② 开始通  $\text{SO}_2$  时, 反应缓慢, 待生成少量  $\text{NOSO}_4\text{H}$  后, 温度变化不大, 但反应速率明显加快, 其原因是 **类似: 草酸与高锰酸钾的反应**

(3) 测定亚硝酸磺酸产品中杂质硝酸的含量。

称取  $1.400\text{ g}$  产品放入  $250\text{ mL}$  锥形瓶中, 加入  $80\text{ mL}$  浓硫酸, 用  $0.1000\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  标准溶液滴定, 消耗标准溶液  $20.00\text{ mL}$ 。

已知:  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  可与  $\text{NO}$  生成粉红色的  $\text{FeSO}_4\cdot\text{NO}$ 。

- ② 锥形瓶中加入浓硫酸的作用是 \_\_\_\_\_。  
 ② 判断滴定达到终点的现象是 \_\_\_\_\_。  
 ③ 亚硝酸磺酸中硝酸的含量为 \_\_\_\_\_。

### 【考点三】重要单质和化合物的性质——二氧化硫 $\text{SO}_2$

结构:  $\text{S}$  原子  $\text{sp}^2$  杂化, 有 2 个  $\text{S}-\text{O}$   $\sigma$  键和一个  $\pi_3^4$

物性: ①易液化; ②有毒; ③1:40 溶于水 (吸收时注意防倒吸); ④无色; ⑤刺激性气味

1. 易液化的气体: 常压:  $\text{SO}_2(-10^\circ\text{C})$ 、 $\text{Cl}_2(-34.6^\circ\text{C})$ 、 $\text{NH}_3(-33^\circ\text{C})$ 、 $\text{SO}_3$  (沸  $44.8^\circ\text{C}$ , 熔  $16.8^\circ\text{C}$ )

2. 实验中注意尾气处理: 碱液吸收 ( $\text{NaOH}$ ), 但要注意防倒吸。

化性: ①  $\text{SO}_2$  是一种酸性氧化物, 具有酸性氧化物的通性;  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$  (亚硫酸)

$\text{SO}_2 : \text{NaOH} = 1 : 2$   $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{SO}_2 : \text{NaOH} = 1 : 1$   $\text{SO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_3$

$\text{H}_2\text{SO}_3$ : 二元弱酸  $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$   $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$

【思考】 $\text{SO}_2$  不断通入到澄清石灰水, 有何现象? 类似的还有哪个物质?

【思考】 $\text{SO}_2$  是形成酸雨的主要原因, 请写出酸雨形成的两个途径?

【思考】请写出“钙基固硫”的反应方程式?

### 理解、练习与应用

例: 高温下硫酸亚铁发生如下反应:  $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2\uparrow + \text{SO}_3\uparrow$ , 若将生成的气体通入氯化钡溶液中, 得到的沉淀物是 **D**

A.  $\text{BaSO}_3$  和  $\text{BaSO}_4$  B.  $\text{BaS}$  C.  $\text{BaSO}_3$  D.  $\text{BaSO}_4$

例: 在某  $\text{BaCl}_2$  溶液中通入  $\text{SO}_2$  气体, 未见沉淀生成; 若先通入一种气体, 再通入  $\text{SO}_2$ , 则可以看到沉淀生成。这种气体可能是 **ABD**

A.  $\text{Cl}_2$  B.  $\text{NH}_3$  C.  $\text{HCl}$  D.  $\text{O}_3$

例: 如何除去混有的气体?

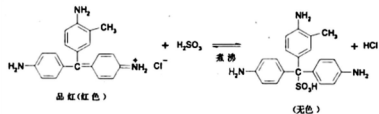
$\text{CO}_2$ ( $\text{HCl}$ )	$\text{SO}_2$ ( $\text{HCl}$ )	$\text{H}_2\text{S}$ ( $\text{HCl}$ )	$\text{CO}_2$ ( $\text{SO}_2$ )
饱和的 $\text{NaHCO}_3$	饱和的 $\text{NaHSO}_3$	饱和的 $\text{NaHS}$	饱和 $\text{NaHCO}_3$ 酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液、溴水

注: 弱酸性气体中混有强酸性气体, 用饱和的弱酸式盐溶液洗气!

### 【考点三】重要单质和化合物的性质——二氧化硫SO<sub>2</sub>

**化性：**②SO<sub>2</sub>具有漂白性；

SO<sub>2</sub>对品红的漂白是不稳定的，受热能复原。但要注意使品红褪色的物质是多种的，如Cl<sub>2</sub>。



**氧化型漂白：**物质本身具有强氧化性，能将有色物质氧化成稳定的无色物质。如：HClO、次氯酸盐、Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>等。

**化合型漂白：**常指SO<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O生成的H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>与某些有色物质化合生成不稳定的无色物质，受热时，易分解而恢复原来的颜色。（注：**SO<sub>2</sub>不漂白酸碱指示剂**）

**吸附型漂白：**有些固体物质疏松多孔，具有较大的表面积，可以吸附一些有色物质，而使其褪色。如：活性炭、胶体、硅藻土等。

37

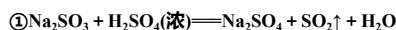
### 资料卡片

#### 食品中的二氧化硫

食品中添加适量的二氧化硫可以起到漂白、防腐和抗氧化等作用。例如，在葡萄酒酿制过程中，葡萄汁中某些细菌的繁殖会影响发酵，添加适量的二氧化硫可以起到杀菌的作用。二氧化硫又是一种抗氧化剂，能防止葡萄酒中的一些成分被氧化，起到保质作用，并有助于保持葡萄酒的天然果香味。

尽管二氧化硫在蜜饯、干果、食糖、果酒等食品的加工中起着重要作用，但如果使用不当就有可能造成食品中二氧化硫的残留量超标，从而对人体健康造成不利影响。为保证消费者健康，我国在食品添加剂使用标准中规定了二氧化硫在食品中的使用范围和最大使用量，如二氧化硫用于葡萄酒的最大使用量为0.25 g/L。

### 二氧化硫的实验室制备



#### 70%浓硫酸



#### 【实验5-3】

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，观察实验现象。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，观察溶液的颜色。

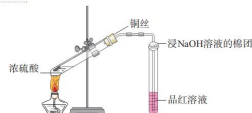


图 5-6 浓硫酸与铜反应

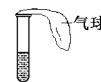


### 理解、练习与应用

例：某学生课外活动小组利用右图所示装置分别做如下实验：

(1)在试管中注入某红色溶液，加热试管，溶液颜色逐渐变浅，冷却后恢复红色，则原溶液可能是 **稀氨水和酚酞** 溶液；加热时溶液由红色逐渐变浅的原因是：**稀氨水中的NH<sub>3</sub>气逸出，所以溶液的颜色变浅**

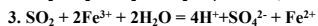
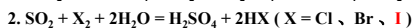
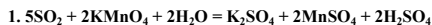
(2)在试管中注入某无色溶液，加热试管，溶液变为红色，冷却后恢复无色，则此溶液可能是 **溶有SO<sub>2</sub>的品红** 溶液；加热时溶液由无色变为红色的原因是 **SO<sub>2</sub>气体逸出，品红溶液恢复红色**



40

### 【考点三】重要单质和化合物的性质——二氧化硫SO<sub>2</sub>

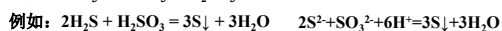
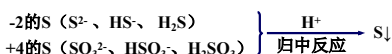
**化性：**③具有还原性；



SO<sub>2</sub>还可以和其他一些强氧化剂反应：Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、HNO<sub>3</sub>、O<sub>3</sub>……

**拓展：****+4价S的化合物具有还原性**（亚硫酸、亚硫酸盐等）

**化性：**④氧化性：2H<sub>2</sub>S + SO<sub>2</sub> = 3S↓ + 2H<sub>2</sub>O



41

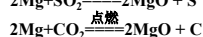
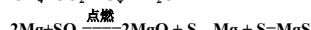
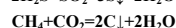
### 理解、练习与应用

对比：SO<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>的性质差异

**相似点：**

(1)两者均为酸性氧化物，都能使澄清的石灰水变浑浊，再通入过量又变澄清。但对应的酸的酸性：H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

(2)两者都有氧化性：2H<sub>2</sub>S+SO<sub>2</sub>=3S↓+2H<sub>2</sub>O



**差异点：**

(1)**SO<sub>2</sub>具有漂白性**，能使品红，而CO<sub>2</sub>不能。

(2)**SO<sub>2</sub>具有还原性**，能使(H<sup>+</sup>)KMnO<sub>4</sub>、氯水、溴水、铁盐等溶液褪色，而CO<sub>2</sub>不具还原性。

42

.....理解、练习与应用.....

【思考】鉴别SO<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>有哪些方法？

- (1)用品红溶液，使品红溶液褪色的是SO<sub>2</sub>，不能使品红溶液褪色的是CO<sub>2</sub>。
- (2)用高锰酸钾溶液，紫色褪去的是SO<sub>2</sub>，无明显现象的是CO<sub>2</sub>。  
 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- (3)用溴水，使橙色褪去的是SO<sub>2</sub>，无明显现象的是CO<sub>2</sub>。  
 $\text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
- (4)用FeCl<sub>3</sub>溶液，使颜色变浅的是SO<sub>2</sub>，无明显现象的是CO<sub>2</sub>。  
 $2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{FeCl}_2 + \text{FeSO}_4 + 4\text{HCl}$
- (5)用硝酸酸化的硝酸钡溶液，产生白色沉淀的是SO<sub>2</sub>，无明显现象的是CO<sub>2</sub>。  
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 + 3\text{SO}_2 = 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}\uparrow$

【思考】如何除去SO<sub>2</sub>中混有的SO<sub>3</sub>？

1. 通过浓硫酸吸收  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{nSO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{nSO}_3$  【发烟硫酸】
2. 通过饱和的NaHSO<sub>3</sub>溶液  $2\text{NaHSO}_3 + \text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. 通过冰水溶液液化分离

43

【考点三】重要单质和化合物的性质——三氧化硫SO<sub>3</sub>



考点1：标准状况下不是气态（为无色针状晶体）（选择题中常考）


考点2：工业生产硫酸第3步（吸收塔）： $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$

该反应放热，若用H<sub>2</sub>O直接吸收SO<sub>3</sub>容易形成酸雾，吸收效果不好，工业上用98.3%的浓硫酸吸收SO<sub>3</sub>得到更浓的硫酸

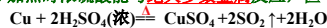
考点3：SO<sub>3</sub>通入BaCl<sub>2</sub>溶液产生白色沉淀BaSO<sub>4</sub>

44

【考点三】重要单质和化合物的性质——浓硫酸H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

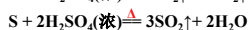
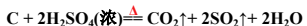
1. 吸水性： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{浓H}_2\text{SO}_4} \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$  吸收原本存在的H<sub>2</sub>O
2. 脱水性： $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \xrightarrow{\text{浓H}_2\text{SO}_4} 11\text{H}_2\text{O} + 12\text{C}$  将物质中氢和氧按2：1的比例脱H<sub>2</sub>O的过程（原来无H<sub>2</sub>O）
3. 强氧化性：为什么浓硫酸具有强氧化性？而稀硫酸具有弱氧化性？  

  - ①分子中极化能力很强的H<sup>+</sup>有很强的反极化作用（相当于将硫氧键的共用电子对往O拉），从而削弱了硫和氧之间的作用，大大减弱硫酸的稳定性。稀硫酸中以H<sup>+</sup>和SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>存在
  - ②硫酸分子中H-O-S键长（154pm左右）明显大于S-O键键长（142pm左右）容易断裂形成SO<sub>3</sub>。稀硫酸中硫酸以SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>离子形式存在，该离子中存在大π键，结构对称键能较大不容易断裂形成SO<sub>2</sub>。所以浓硫酸容易还原为二氧化硫而稀硫酸很难还原为二氧化硫

① 加热时浓硫酸能与绝大多数金属反应，但不生成氢气。

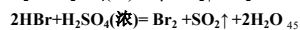
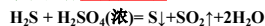


【注】常温下，Fe、Al在浓硫酸中会钝化。

② 氧化多种非金属单质



③ 氧化多种低价化合物



45

.....理解、练习与应用.....

例：如图所示，小试管内盛有约3mL饱和硫酸铜溶液，与锥形瓶连通的U形细管内盛有少量水(为便于观察，预先染成红色)，沿试管的内壁小心地慢慢倒入约3mL浓硫酸，静置片刻。可观察到的现象有(填写标号，有几个填几个) ABC。

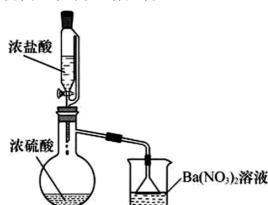
- A.小试管内液体分成两层，上层蓝色，下层无色
- B.U形细管内左边液面下降，右边液面升高
- C.有少量的白色固体析出
- D.以上现象都没有，无明显变化



46

.....理解、练习与应用.....

II. 某兴趣小组为验证浓硫酸的性质进行实验，如图。实验中观察到的现象有：蒸馏烧瓶内有白雾，烧杯中出现白色沉淀。请回答：



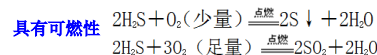
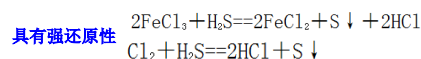
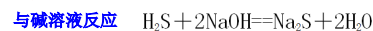
- (1) 将浓硫酸和浓盐酸混合可产生HCl气体的原因是 吸水或放热导致HCl挥发。
- (2) 烧杯中出现白色沉淀的原因是 HCl气体会将H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>带出，与Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>作用生成BaSO<sub>4</sub>。

HCl气体会将H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>带出，与Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>作用生成BaSO<sub>4</sub>

【考点三】重要单质和化合物的性质——硫化氢H<sub>2</sub>S

1. 物性 无色、有臭鸡蛋气味的气体，有剧毒，是一种大气污染物。能溶于水，其水溶液叫氢硫酸，是一种二元弱酸。

2. 化性



3. 制备  $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$

4. 可溶性硫化物可与单质硫反应，形成多硫化物  $\text{Na}_2\text{S}(\text{aq}) + (x-1)\text{S} = \text{Na}_2\text{S}_x$   
 x一般为2-6

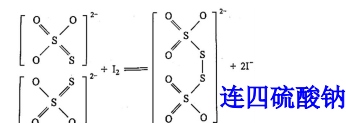


### 【考点三】重要单质和化合物的性质——硫代硫酸钠 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

硫代硫酸钠又称大苏打、海波或次亚硫酸钠。它是一种无色晶体，易溶于水，在碱性、中性溶液中稳定，遇强酸反应产生硫和二氧化硫。



49



a.  $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ ，这是分析化学中“碘量法”定量测定碘的一个重要反应。

b.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HCl}$ ，在纺织和造纸工业上 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 作脱氯剂。

(2)制备方法



### 【考点三】重要单质和化合物的性质——焦亚硫酸钠 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$

(1)制备：由 $\text{NaHSO}_3$ 过饱和溶液结晶脱水而成， $2\text{NaHSO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)性质

①与酸反应放出二氧化硫，如 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

②强还原性，如 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + 2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHSO}_4 + 4\text{HI}$ 。



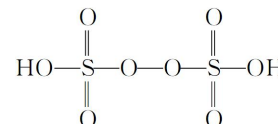
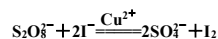
51

### 【考点三】重要单质和化合物的性质——过二硫酸钠 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

(1)不稳定性：受热分解 $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{SO}_3 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(2)氧化性： $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 中S元素的化合价是+6价，其阴离子 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 结构中含有1个过氧键(—O—O—)，性质与过氧化氢相似，具有强氧化性。所以 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 是一种强氧化剂。

例如： $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Ag}^+} 2\text{MnO}_4^- + 10\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$



52

### 【考点三】重要单质和化合物的性质——连二亚硫酸钠 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

也称为保险粉， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 易溶于水，难溶于乙醇，S为+3价，具有极强的还原性，能将 $\text{I}_2$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 还原，易被空气中的氧气氧化，在碱性介质中稳定。其阴离子的结构如图所示：



【例】白色固体 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 常用于织物的漂白，也能将污水中的某些重金属离子还原为单质除去。下列关于 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 说法不正确的是（ C ）

- A. 可以使品红溶液褪色
- B. 其溶液可用作分析化学中的吸氧剂
- C. 其溶液可以和 $\text{Cl}_2$ 反应，但不能和 $\text{AgNO}_3$ 溶液反应
- D. 已知隔绝空气加热 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 分解可生成 $\text{SO}_2$ ，则其残余固体产物中可能有 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

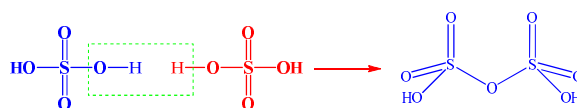
53

### 【考点三】重要单质和化合物的性质——焦硫酸 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ 或 $\text{H}_2\text{SO}_4\cdot\text{SO}_3$

焦硫酸是一种硫的含氧酸，常温常压下为无色透明结晶，主要用于氧化剂、磺化剂及硝化反应中的脱水剂，制染料、炸药，石油产品精制和其它有机磺化合物。



焦硫酸可看作是由两分子硫酸脱去一分子水所得的产物



小结：硫的各种非最高价含氧酸及其盐，一般都具有较强的还原性

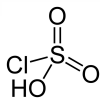
54

## 硫酸和亚硫酸的各种衍生物

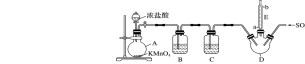
11.  $\text{SOCl}_2$  (亚硫酰氯) 是一种液态化合物, 沸点为  $77^\circ\text{C}$ 。向盛有  $10\text{ mL}$  水的锥形瓶中小心滴加  $8\sim 10$  滴  $\text{SOCl}_2$ , 可观察到剧烈反应, 液面上有白雾形成, 并有带刺激性气味的气体逸出, 该气体中含有能使品红溶液褪色的  $\text{SO}_2$ 。轻轻振荡锥形瓶, 待白雾消失后, 向溶液中滴加  $\text{AgNO}_3$  溶液, 有不溶于稀硝酸的白色沉淀析出。 **反应原理 P76**

(1) 根据实验现象, 写出  $\text{SOCl}_2$  与水反应的化学方程式。

(2) 将  $\text{AlCl}_3$  溶液蒸干并灼烧得不到无水  $\text{AlCl}_3$ , 而将  $\text{SOCl}_2$  与  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  混合并加热, 可得到无水  $\text{AlCl}_3$ , 试解释原因。



13. 硫酰氯 ( $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ) 是一种重要的化工试剂, 氯化法是合成硫酰氯 ( $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ ) 的常用方法。实验室合成硫酰氯的实验装置如下图所示 (部分夹持装置未画出)。



已知: ①  $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{l})$

$\Delta H = -97.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

② 常温下硫酰氯为无色液体, 熔点  $-54.1^\circ\text{C}$ , 沸点  $69.1^\circ\text{C}$ , 在潮湿空气中“发烟”。

③  $100^\circ\text{C}$  以上或长时间存放硫酰氯都易分解, 生成二氧化硫和氯气。

回答下列问题:

(1) 硫酰氯在潮湿空气中“发烟”的原因是

(用化学方程式表示)。

## 【2020.01浙江选考】

24.  $100\%$  硫酸吸收  $\text{SO}_3$  可生成焦硫酸 (分子式为  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$  或  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ )。下列说法不正确的是

- A. 焦硫酸具有强氧化性
- B.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$  水溶液呈中性
- C.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$  可与碱性氧化物反应生成新盐
- D.  $100\%$  硫酸吸收  $\text{SO}_3$  生成焦硫酸的变化是化学变化

【2022 湖北卷】硫代碳酸钠能用于处理废水中的重金属离子, 可通过如下反应制备:  $2\text{NaHS}(\text{s}) + \text{CS}_2(\text{l}) = \text{Na}_2\text{CS}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ , 下列说法正确的是

- A.  $\text{Na}_2\text{CS}_3$  不能被氧化
- B.  $\text{Na}_2\text{CS}_3$  溶液显碱性
- C. 该制备反应是熵减过程
- D.  $\text{CS}_2$  的热稳定性比  $\text{CO}_2$  的高

B

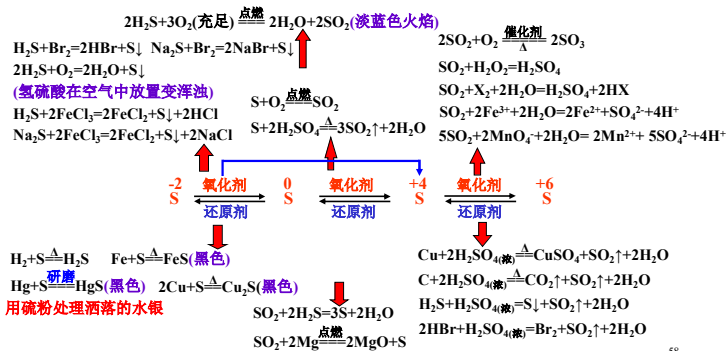
$\text{Na}_2\text{CS}_3$  中硫元素为  $-2$  价, 还原性比较强, 能被氧化, A 错误;

$\text{Na}_2\text{CS}_3$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  均为强碱弱酸盐, 硫代碳酸根离子水解显碱性, B 正确;

该反应为气体分子数增加的反应, 熵增过程, C 错误;

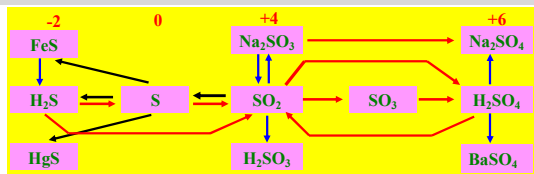
$\text{CS}_2$  和  $\text{CO}_2$  是结构相似的分子, S 的原子半径比 O 大, C=S 键长比 C=O 键长长, 故 C=S 键能比 C=O 键能小,  $\text{CS}_2$  的热稳定性比  $\text{CO}_2$  的低, D 错误。

## 【考点四】硫和含硫化合物的相互转化

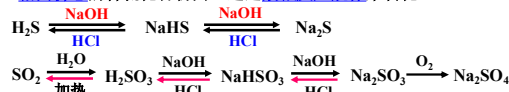


58

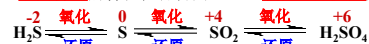
## 【考点四】硫和含硫化合物的相互转化



■ 相同价态的含硫化合物间, 通过酸碱反应规律来转化:

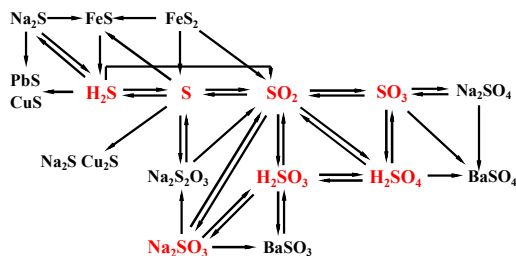


■ 不同价态的含硫化合物间, 通过氧化还原反应规律来转化:



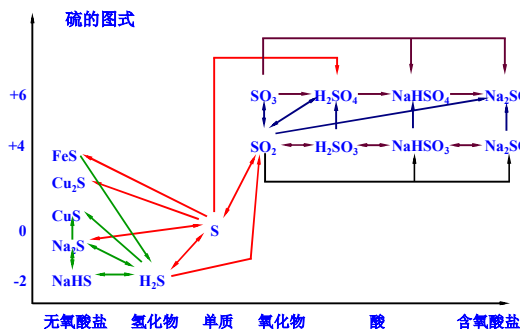
59

## 【考点四】硫和含硫化合物的相互转化



60

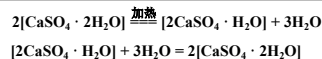
#### 【考点四】硫和含硫化合物的相互转化



61

#### 【考点五】几种重要的硫酸盐

名称	化学组成	主要用途
硫酸钙	石膏: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 熟石膏: $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	制造模型, 作石膏绷带, 调节水泥凝结时间, 制硫酸。
硫酸钡	$\text{BaSO}_4$ (重晶石)	透视胃肠的内服造影剂钡餐, 白色颜料, 制造其它钡化合物的原料
硫酸亚铁	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (绿矾)	制作缺铁性贫血药剂; 生产铁系净水剂及颜料铁红粉 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 的原料
硫酸铜	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (胆矾)	制取其他铜盐, 农业杀虫剂、杀菌剂、电解精炼铜、镀铜
硫酸铝钾	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (明矾)	制备铝盐、发酵粉、净水剂等
硫酸钠	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (芒硝)	制水玻璃、玻璃、瓷釉、纸浆、医药品等
硫酸锌	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (皓矾)	制造立德粉, 并用作媒染剂、收敛剂、木材防腐剂等



62

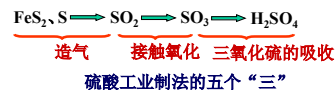
#### 思考与讨论 是否一定含有 $\text{SO}_4^{2-}$ ?

未知液1	加 $\text{BaCl}_2$ 白色沉淀	加 $\text{HCl}$ 沉淀不溶	$\text{AgNO}_3$	→ 注意 $\text{Ag}^+$ 干扰
未知液2	加 $\text{BaCl}_2$ 白色沉淀	加 $\text{HNO}_3$ 沉淀不溶	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	→ 注意 $\text{SO}_3^{2-}$ 干扰
未知液3	加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 白色沉淀	加 $\text{HCl}$ 沉淀不溶	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	→ 注意 $\text{SO}_3^{2-}$ 干扰
未知液4	加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 白色沉淀	加 $\text{HNO}_3$ 沉淀不溶	$\text{Na}_2\text{SO}_3$	→ 注意 $\text{SO}_3^{2-}$ 干扰
未知液5	加 $\text{HCl}$ 无沉淀	加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 白色沉淀		→ 注意溶解的 $\text{SO}_2$ 被氧化干扰
未知液6	加 $\text{HCl}$ 无沉淀	加 $\text{BaCl}_2$ 白色沉淀		→ 含 $\text{SO}_4^{2-}$

(提示1. 亚硫酸盐很容易被氧化成硫酸盐。2.  $\text{HNO}_3$  具有强氧化性)

63

#### 【考点六】工业制硫酸流程



	具体内容
三原料	黄铁矿、空气、98.3%浓 $\text{H}_2\text{SO}_4$
三反应	$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ (放大量热)
三设备	沸腾炉、接触室、吸收塔 (用98.3%浓硫酸吸收 $\text{SO}_3$ 防止形成酸雾, 影响吸收)
三原理	充分接触原理、热交换原理、逆流吸收原理
三净化	除尘、洗涤、干燥

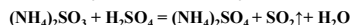
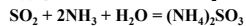
64

#### 【考点六】工业制硫酸流程——三废处理

化工生产必须保护环境, 严格治理“三废”, 并尽可能把“三废”变为有用的副产品, 实现原料的综合利用。

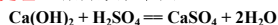
例如: 硫酸生产中产生的“三废”(废气、废水、废渣)处理

1. 尾气吸收: 尾气中少量的  $\text{SO}_2$  用氨水吸收



(作肥料) (生产硫酸的原料)

2. 污水处理: 可用石灰乳中和处理



形成的氢氧化铁絮状沉淀可吸收重金属离子。

3. 废渣的利用:

黄铁矿矿渣一般可作为制造水泥的原料或用于制砖,

含铁品位高 (>45%) 的矿渣, 经处理后可以炼铁、制造硫酸铁、氧化铁红颜料等产品。

废水中主要含有少量硫酸、氟化物、铁离子、铅离子等。

65

#### 【202306浙江9】下列反应的离子方程式正确的是 B

- A. 碘化亚铁溶液与等物质的量的氯气:  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 2\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$   
 B. 向次氯酸钙溶液通入足量二氧化碳:  $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$   
 C. 铜与稀硝酸:  $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   
 D. 向硫化钠溶液通入足量二氧化硫:  $\text{S}^{2-} + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{S} + 2\text{HSO}_3^-$

A. 碘化亚铁溶液与等物质的量的氯气:  $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$

B. 向次氯酸钙溶液通入足量二氧化碳:  $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$

C. 铜与稀硝酸:  $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

D. 向硫化钠溶液通入足量二氧化硫:  $2\text{S}^{2-} + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{S} \downarrow + 4\text{HSO}_3^-$

66

理解、练习与应用

例：蔗糖是白色固体，分子式为 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，在小烧杯中放入蔗糖，加入蒸馏水少许，再加入浓硫酸，并且用玻璃棒搅拌，可测出温度升高，蔗糖逐渐变黑，体积迅速膨胀，形成疏松的“炭柱”，并有大量酸雾形成；试用学过的化学知识解释其原因，并写出相应的化学方程式。

(1) 浓硫酸有吸水性，可吸收蔗糖中加入的少量蒸馏水，并放热使温度升高。 $H_2SO_4 + nH_2O \rightarrow H_2SO_4 \cdot nH_2O$ ；

(2) 在此基础上，浓硫酸与蔗糖作用又表现出强脱水性，使蔗糖脱“水”炭化变黑。 $C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12C + 11H_2O$ ；

(3) 生成的炭又在受热条件下跟浓硫酸反应，被浓硫酸氧化生成 $CO_2$ 气体，硫酸被还原为 $SO_2$ 气体，两种气体的逸出，将混合物“吹起”，使体积迅速膨胀，形成疏松“炭柱”。 $C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$ 。

(4) 二氧化硫与水蒸气作用形成酸雾。 $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$ 。

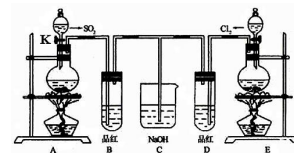
67

理解、练习与应用

某化学实验小组的同学为了探究和比较 $SO_2$ 和 $Cl_2$ 水的漂白性，设计了如下的实验装置。

(1) 实验室用装置E制备 $Cl_2$ 气体，反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

(2) 实验室用装置A制备 $SO_2$ 气体。某同学在实验开始时发现打开A装置中的分液漏斗活塞K后，漏斗中液体并没有流下，你认为可能原因是：

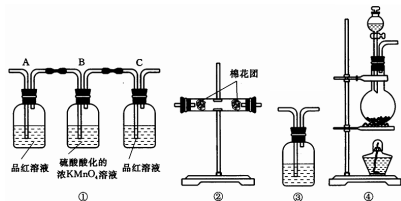


(3) 第二个实验小组的同学认为 $SO_2$ 和 $Cl_2$ 水都有漂白性，二者混合后的漂白性会更强，他们将制得的 $SO_2$ 和 $Cl_2$ 同时通入到品红溶液中，结果褪色效果并不像想象的那样快。试说明原因？

68

理解、练习与应用

例：试用下图所列各种装置设计一个实验来验证炭与浓硫酸反应产物中含有 $CO_2$ 、 $SO_2$ 、 $H_2O$ 。



这些装置的连接顺序，按产物气流从左到右的方向是（填装置的编号）：④②①③。

69

理解、练习与应用

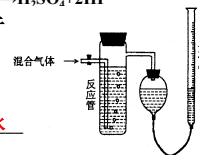
例：工业上测量 $SO_2$ 、 $N_2$ 、 $O_2$ 混合气体中 $SO_2$ 含量的装置如下图：反应管中装有碘的淀粉溶液。 $SO_2$ 和 $I_2$ 发生的反应为（ $N_2$ 、 $O_2$ 不与 $I_2$ 反应）： $SO_2 + I_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2HI$

(1) 混合气体进入反应管后，量气管内增加的水的体积等于  $N_2$ 、 $O_2$  的体积（填写气体的分子式）。

(2) 反应管内溶液蓝色消失后，没有及时停止通气，则测得的 $SO_2$ 含量 偏低（选填：偏高，偏低，不受影响）。

(3) 反应管内的碘的淀粉溶液也可以用 酸性高锰酸钾溶液或溴水 代替（填写物质名称）。

(4) 若碘溶液体积为 $V_1$  mL，浓度为 $C$  mol·L<sup>-1</sup>， $N_2$ 与 $O_2$ 的体积为 $V_0$  mL（已折算为标准状况下的体积）。用 $C$ 、 $V_1$ 、 $V_0$ 表示 $SO_2$ 的体积百分含量为： $22.4cV_1 / (22.4cV_1 + V_0) \times 100\%$



70

理解、练习与应用

例：固体A、B都是由两种相同的元素组成的。在A、B中两种元素的原子个数比分别为1：1和1：2。将A和B在高温时燃烧，产物都是C(固体)和D(气体)。由D最终可制得E(酸)，E和另一种酸组成混合酸，常用于制取有机炸药。E的稀溶液和A反应时，生成G(气体)和F(溶液)，G通入D的水溶液，有浅黄色沉淀生成。在F中滴入溴水后，加入KOH溶液，有红褐色沉淀生成，该沉淀加热时又能转变为C。则A为  $FeS_2$ ，B为  $FeS_3$ 。

例：有A、B两种无机盐，式量都为120，为了确定A和B，将它们溶于水，制成溶液，并进行如下实验：①将两种溶液混合并加热，有刺激性气味的气体产生；②在两种溶液中分别加入 $BaCl_2$ 溶液，A无沉淀生成，B有白色沉淀析出；③在两种溶液中分别加入 $Ba(OH)_2$ 溶液，均有白色沉淀生成。

(1) A是  $KHSO_3$ ，B是  $NaHSO_4$ ；

(2) 实验①的离子方程式是  $HSO_3^- + H^+ \xrightarrow{\Delta} SO_2 \uparrow + H_2O$

(3) 实验③的离子方程式是  $HSO_3^- + Ba^{2+} + OH^- = BaSO_3 \downarrow + H_2O$      $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4 \downarrow$

71