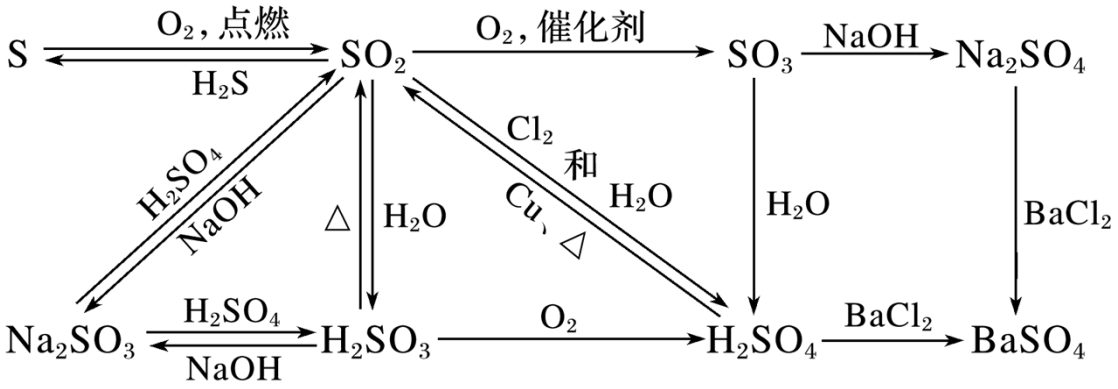
人教版（2019） 必修第二册

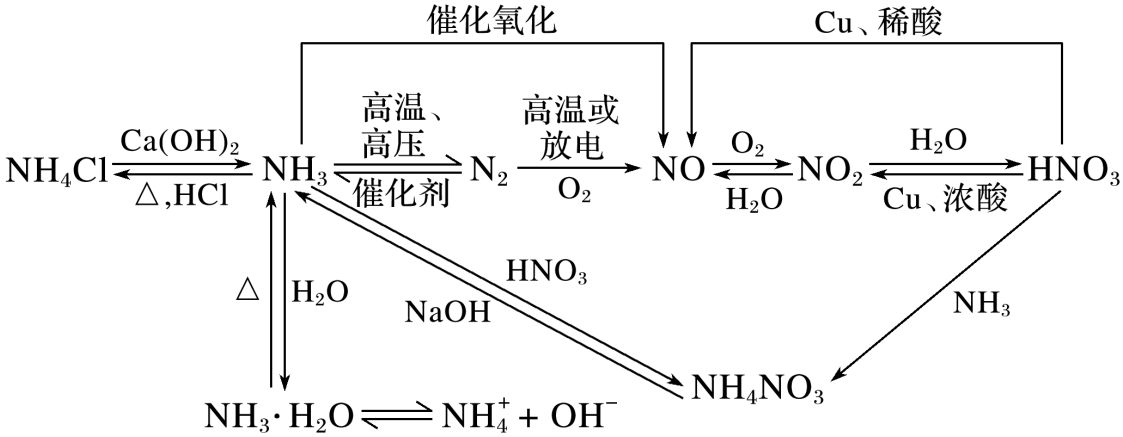
第五章 化工生产中的重要非金属元素

知识网络

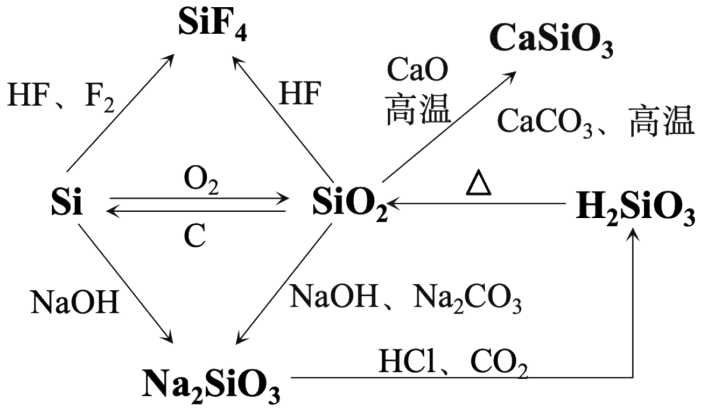
1、硫及其化合物的转化



2、氮及其化合物的转化



3、硅及其化合物的转化



必备知识一　硫及其化合物

一、硫单质

1、硫的物理性质：

俗名：_____，常温下为_____固体，质脆，易研成粉末，难溶于____、微溶于_____、易溶于_____。

2、硫的化学性质：

（1）弱氧化性，能与许多金属单质及非金属单质发生化学反应。

$2Na + S = Na_2S$　　$Fe + S \xlongequal{\triangle} FeS$（硫化亚铁）

$2Cu + S \xlongequal{\triangle} Cu_2S$（硫化亚铜）　　$H_2 + S \xlongequal{\triangle} H_2S$（硫化氢，臭鸡蛋气味气体）

【特别提醒】 $3Cl_2+2Fe \xlongequal{点燃} 2FeCl_3$，$Cl_2$ 的氧化性强于 S，将 Fe 氧化到较高价态。

（2）还原性

$S + O_2 \xlongequal{点燃} SO_2$（在空气中燃烧产生_____的火焰，在纯氧中燃烧产生明亮的蓝紫色火焰，都产生有刺激性气味的 SO_2 气体）

硫与浓硫酸反应：_____

（3）既表现氧化性，又表现还原性

硫与热的氢氧化钠溶液反应：_____

【特别提醒】试管壁附着的硫可用热的_____洗涤，或用_____洗涤。

3、应用：实验室里不慎洒落一些汞，可撒上硫粉处理，_____

制黑火药：“一硫二硝三木炭”_____

二、二氧化硫

1、物理性质

SO_2 是一种_____、_____气味的有毒气体，密度比空气_____，易液化，易溶于水，通常情况下，1 体积的水溶解约 40 体积的 SO_2。

2、化学性质

（1）酸性氧化物

a.可与水反应生成弱酸：_____，该反应为可逆反应。

b.可与碱反应：

_____

_____

_____

c.与碱性氧化物的反应：_____

（2）SO_2的强还原性

a.二氧化硫在催化剂存在并适当温度的条件下，可被氧气氧化，生成三氧化硫

_____

b.能是氯水、溴水、酸性高锰酸钾溶液褪色，发生氧化还原反应

_____

$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$

（3）SO_2的弱氧化性

二氧化硫还能与硫化氢反应，生成硫和水：_____

（4）SO_2的漂白性

SO_2能与某些有色有机化合物生成不稳定的无色物质。这些无色物质很容易分解而使有色物质恢复为原来的颜色。（如SO_2使品红溶液褪色，加热又恢复为_____）

【易错提醒】常见的漂白剂有SO_2、HClO、NaClO、 H_2O_2、活性炭等

物质	SO_2	HClO、NaClO、$Ca(ClO)_2$、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（非氧化还原反应）	化学变化（氧化还原反应）	物理变化
是否可逆	可逆，加热或久置后恢复原来的颜色	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

注意：①SO_2使品红溶液褪色表现的是漂白性，加热后溶液恢复至红色；

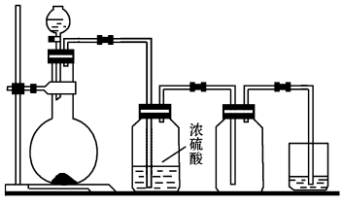
SO_2使酸性高锰酸钾溶液、溴水、氯水、碘水褪色表现的是_____，加热后溶液颜色不复原。

②SO_2不能漂白酸碱指示剂，只能使紫色石蕊溶液变红，不能使其褪色。

3、SO_2的实验室制法

（1）发生装置：

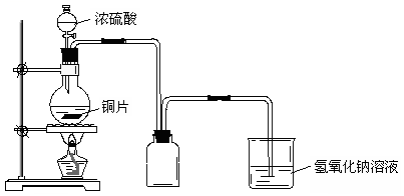
制法一：Na_2SO_3粉末与较浓的硫酸（70%）反应：



①不用稀硫酸的原因；SO_2易溶于水，逸出SO_2的较少

②不用浓硫酸的原因；在Na_2SO_3表面生成Na_2SO_4固体，阻止反应持续进行

制法二：Cu与浓H_2SO_4混合加热：$Cu+2H_2SO_4$（浓）$\xrightarrow{\Delta}CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O$



（2）除杂装置（假设用亚硫酸钠和稀盐酸反应）

先用饱和$NaHSO_3$溶液除 HCl、再用浓硫酸或无水氯化钙除水蒸气

（3）收集装置

排饱和$NaHSO_3$溶液法，导气管长进短出；或向上排空气法，导气管长进短出

（4）检验：通入品红溶液，品红褪色，加热又变红

（5）尾气处理装置：注意导气管末端不能插入液面以下，以防发生倒吸

酸性气体：一般用 NaOH 溶液吸收；还原性气体：一般用酸性高锰酸钾溶液

吸收

4、SO_2 的用途

SO_2 可用于生产三氧化硫和硫酸；工业上常用二氧化硫来漂白纸浆、毛、丝、草帽辫等；还可用于杀菌消毒，还是一种食品添加剂（葡萄酒中添加 SO_2）。

三、三氧化硫

常温常压下，SO_3 为无色液体，熔点为 16.8℃，沸点为 44.8℃。标准状况下为无色、易挥发的晶体。

SO_3 的化学性质：**酸性氧化物**

a.与水反应：_____

b.与碱反应：_____

c.与碱性氧化物反应：_____

四、硫化氢（H_2S）

常温下，硫化氢是一种_____色、_____气味的有毒气体，密度比空气_____。

1、化学性质

a.可燃性：

_____（发出淡蓝色火焰，析出淡黄色固体）

_____

b.强还原性：

$H_2S + X_2 = 2HX + S\downarrow$ （X= Cl、Br、I ）

$2FeCl_3 + H_2S = 2FeCl_2 + S\downarrow + 2HCl$

c.弱酸性：硫化氢为_____弱酸，可与碱反应

五、硫酸（H_2SO_4）

纯净的硫酸是无色粘稠的油状液体，易溶于水，难挥发。浓硫酸溶于水放出大量的热，硫酸密度比水大，98.3%的浓硫酸的密度为 1.84g/cm^3。

1、稀硫酸的化学性质

具备酸的通性：

①使紫色石蕊溶液变红色；

②与活泼金属置换出氢气，如锌与稀硫酸反应：_____

③与碱发生中和反应，

如稀硫酸与氢氧化钠反应：_____

④与碱性氧化物反应，如硫酸与氧化钠反应：_____

⑤与某些盐反应，如硫酸与碳酸钠反应：_____

2、浓硫酸的性质

浓硫酸具有吸水性，可做干燥剂；脱水性，能使有机物中的 H 和 O 以 2:1 的形式脱去；浓硫酸有_____，能氧化大多数金属单质和部分非金属单质，还能跟其他还原性物质发生反应。

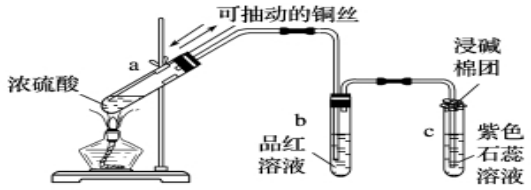
浓硫酸的强氧化性：

（1）和绝大多数金属单质反应

【实验探究】浓硫酸与铜反应

实验原理：_____

实验装置：



实验现象铜丝上有气泡产生,试管 b 中品红溶液_____,c 中紫色石蕊_____,a 中可能有白色固体（无水 $CuSO_4$）产生，慢慢倒入水中，溶液变_____。

【易错提醒】

＊常温下，铁、铝与浓硫酸发生钝化反应，在表面生成一层致密的氧化物薄膜，阻止酸与内层金属继续反应，故常温下可以用铁制、铝制容器盛装浓硫酸。

加热时，铁、铝与浓硫酸发生氧化还原反应生成二氧化硫。

（2）与非金属单质反应

★浓硫酸与碳反应：_____

（3）跟其他还原性物质发生反应

$H_2S + H_2SO_4(浓) = S\downarrow + SO_2\uparrow + 2H_2O$

$2HI + H_2SO_4(浓) = I_2 + SO_2\uparrow + 2H_2O$

不能用浓硫酸制取或干燥 H_2S、HI、HBr 等还原性气体。

六、SO_4^{2-}的检验

1、检验原理：

在溶液中，SO_4^{2-}可与 Ba^{2+}反应，生成不溶于水且不溶于酸的白色沉淀 $BaSO_4$，离子方程式为_____

2、操作方法：

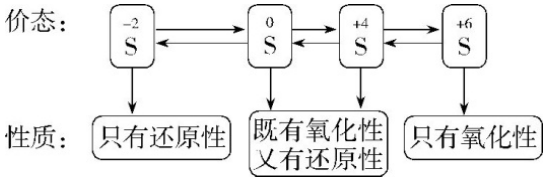
取少量待测液于试管中，先加入适量_____酸化，再加入少量_____，若产生白色沉淀，说明待测液中有 SO_4^{2-}。

【特别提醒】先加入稀盐酸酸化的目的是排除 Ag^+、CO_3^{2-}、SO_3^{2-} 的干扰；不能用稀硫酸和稀硝酸代替稀盐酸，因为硫酸本身还有 SO_4^{2-}，硝酸能将 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-}。

七、不同价态硫元素的转化与性质

（1）硫元素常见的化合价有 2、0、+4、+6，可以通过氧化还原反应实现不同价态含硫物质的相互转化。

（2）利用氧化剂，可将硫元素从低价态转化为高价态；利用还原剂，可将硫元素从高价态转化为低价态。



1、不同价态含硫物质的转化

序号	转化目标	转化前的含硫物质	选择试剂	转化后的含硫物质

①	−2→0	H_2S	O_2(不足)	S
			SO_2	
②	0→−2	S	H_2	H_2S
			Fe 或 Cu	FeS 或 Cu_2S
③	−2→+4	H_2S	O_2(足量)	SO_2
④	0→+4	S	O_2	SO_2
⑤	+4→0	SO_2	H_2S	S
⑥	+4→+6	SO_2	O_2	SO_3
			Cl_2	H_2SO_4
⑦	+6→+4	H_2SO_4	Cu	SO_2

有关化学方程式：

①$2H_2S+O_2\xlongequal{点燃}2S+2H_2O$，$SO_2+2H_2S=3S+2H_2O$；

②$H_2+S\xlongequal{\Delta}H_2S$，$Fe+S\xlongequal{\Delta}FeS$ 或 $2Cu+S\xlongequal{\Delta}Cu_2S$；

③$2H_2S+3O_2\xlongequal{点燃}2SO_2+2H_2O$；

④$S+O_2\xlongequal{点燃}SO_2$；

⑤$SO_2+2H_2S=3S+2H_2O$；

⑥$2SO_2+O_2\xrightarrow[\triangle]{催化剂}2SO_3$，$SO_2+Cl_2+2H_2O=2HCl+2H_2SO_4$；

⑦$Cu+2H_2SO_4(浓)\xlongequal{\Delta}CuSO_4+2H_2O+SO_2\uparrow$。

必备知识二　氮及其化合物

一、氮气及氮的固定

氮气电子式：$\cdot\dot{N}\vdots\dot{N}\cdot$，结构式：$N\equiv N$。氮元素的存在形式：主要以_____分子存在于空气中，部分氮元素存在与动植物体内的蛋白质中，还有部分氮元素存在于土壤、海洋李的硝酸盐和铵盐中。氮是自然界各种生物体生命活动不可缺少的重要元素。

1、N_2 的物理性质

通常情况下，氮气为_____、_____的气体，密度比空气_____，难溶于水。

2、N_2 的化学性质

a.通常情况下，氮气较稳定，与其他物质不反应。

b. **还原性**

在放电或高温下，能与氧气反应生成 NO：_____

c.氧化性

在一定条件下与活泼金属反应： $3Mg + N_2 \xlongequal{点燃} Mg_3N_2$ ；

工业上合成氨：_____

氮气的用途广泛，工业上，氮气是制硝酸、含氮化合物和氮肥的原料，含氮化合物也是重要的化工原料；氮气化学性质稳定，常用作保护气；在医学上，常用液氮作医疗麻醉。

3、氮的固定

将大气中_____的氮转化为_____的过程叫氮的固定。

氮的固定	举例
自然固氮	大自然通过闪电释放能量将氮气转化为含氮的化合物
人工固氮	通过人工方法将游离态氮转化为化合态氮的过程叫人工固氮，如工业合成氨（_____）等。
生物固氮	通过豆科植物的根瘤菌将氮气转化为氨

二、氮的氧化物

1、NO 和 NO_2

NO 常温下，是_____、_____、难溶于水的有毒气体，大气污染物之一。

NO_2：_____、有刺激性气味的气体，有毒，大气污染物之一。

物质	NO	NO_2
化学	①还原性： 常温下，与氧气化合：	①与水反应： _____

性质	_____现象：_____气体变为_____色，故常用此方法检验NO。 ②弱氧化性： $4NH_3+5O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 4NO+6H_2O$	②NO_2能与NaOH溶液反应，化学方程式为 $2NO_2+2NaOH==NaNO_2+NaNO_3+H_2O$（实验室常用NaOH溶液吸收$NO_2$） ③$NO_2$和$N_2O_4$相互转化 $2NO_2$（红棕色）$\rightleftharpoons$ N_2O_4（无色）
实验室制法	$3Cu+8HNO_3(稀)==3Cu(NO_3)_2+2NO\uparrow+4H_2O$	$Cu+4HNO_3(浓)==Cu(NO_3)_2+2NO_2\uparrow+2H_2O$

探究：联系NO_2、NO的性质，若将充满NO_2、NO的试管分别倒置于水槽中（如下图），并通过导管通入少量的氧气有何现象？并分析其原理。

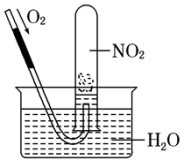


图1

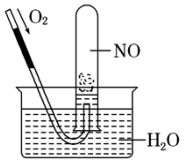


图2

图1中红棕色气体逐渐变为无色，试管内液面上升，持续通入适量O_2，试管内可充满水。当$V(NO_2):V(O_2)=4:1$时，NO_2完全转化成HNO_3。

化学方程式为_____;

图2无色气体先变成红棕色，后逐渐变为无色，试管内液面上升，持续通入适量O_2，试管内可充满水。当$V(NO):V(O_2)=4:3$时，NO完全转化成HNO_3。

化学方程式为_____;

2、氮的几种氧化物

氮元素常见化合价有3、0、+1、+2、+3、+4、+5，能形成6种氧化物，分别为N_2O（笑气）、 NO 、N_2O_3 、NO_2 、N_2O_5。

其中N_2O_3 、N_2O_5为酸性氧化物，分别是HNO_2和HNO_3的酸酐，二者与水反应的化学方程式分别为_____、_____

【注意】NO 、NO_2 都不是酸性氧化物！

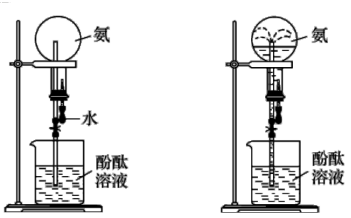
三、氨

1、氨

氨气，常温下为_____色、刺激性气味的气体，密度比空气_____，极易溶于水（1 体积水能溶解 700 体积的氨气），易液化成液氨，汽化时需要吸收大量的热，使周围温度急剧降低，因此，液氨可用作制冷剂。

（1）NH_3 的喷泉实验

在干燥的圆底烧瓶中充满氨气，用带有玻璃管和滴管(滴管里预先吸入水)的塞子塞紧瓶口，倒置烧瓶，使玻璃管插入盛有水(含酚酞)的烧杯中，轻轻挤压滴管的胶头，使少量水进入烧瓶，装置如图。



现象：打开止水夹，挤压滴管的胶头，烧杯中的溶液由玻璃管进入烧瓶，形成喷泉，烧瓶内液体_____。

结论：上述实验说明氨_____溶于水，其水溶液呈_____。

【思考】引发喷泉的实验操作是什么？实验成功的关键是什么？

操作：引发喷泉的实验操作是打开止水夹，挤压胶头滴管的胶头，滴管里少量的水进入烧瓶，氨几乎全部溶于水中，使烧瓶内压强急剧_____，烧瓶内外形成较大**压强差**；大气压将水压入烧瓶，形成喷泉；

关键：实验成功的关键是装置_____良好；圆底烧瓶要_____；装置内气体的纯度要高。

能引发喷泉实验的组合

气体	HCl	NH_3	CO_2、Cl_2、H_2S、SO_2	NO_2＋O_2
吸收剂	水或 NaOH 溶液	水或盐酸	NaOH 溶液	水

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/646200104030011040