

广州市中学课本

化 学

高中一年级

HUAXUE



目 录

第一章 硫 硫酸	(1)
第一节 硫	(1)
第二节 硫化氢	(5)
第三节 二氧化硫 三氧化硫	(8)
第四节 硫酸 硫酸盐	(11)
第五节 硫酸工业	(14)
第六节 离子反应 离子方程式	(18)
第七节 氧族元素性质的比较	(22)
第二章 摩尔 反应热	(26)
第一节 摩尔	(26)
第二节 气体的摩尔体积	(30)
第三节 摩尔浓度	(34)
第四节 克当量	(38)
第五节 当量浓度	(41)
第六节 热化学反应	(45)
第三章 物质结构 元素周期表	(50)
第一节 原子的组成 同位素	(50)
第二节 原子核外电子的运动状态	(54)
第三节 核外电子排布的周期性和元素周期律	(62)
第四节 元素周期表	(65)
第五节 分子的形成与化学键	(74)
第六节 化合价	(80)
阅读资料 晶体结构	(82)
第四章 氮和磷	(87)
第一节 氮	(88)
第二节 氨	(90)

第三节	铵盐	(93)
第四节	硝酸和硝酸盐	(96)
第五节	氧化——还原反应方程式的配平	(99)
第六节	磷 磷盐酸	(102)
第五章	化学平衡 合成氨	(105)
第一节	化学反应速度	(105)
第二节	化学平衡	(115)
第三节	氨合成反应的适宜条件分析	(125)
第四节	合成氨工业	(129)
阅读资料	化学模拟生物固氮展望	(135)
第六章	碳族 胶体	(137)
第一节	碳	(137)
第二节	碳的化合物	(141)
第三节	硅和锗	(145)
第四节	硅的化合物	(147)
第五节	胶体溶液	(153)
学生实验		(157)
实验一	硫酸的性质 硫酸根离子的检验	(157)
实验二	配制一定当量浓度的溶液	(158)
实验三	周期表中元素性质的递变规律	(159)
实验四	氨和铵盐的性质	(161)
实验五	硝酸的性质 硝酸根离子的检验	(163)
实验六	影响化学反应速度的因素	(165)
实验七	浓度对化学平衡移动的影响	(167)
实验八	胶体溶液的性质	(167)
附表	碱、酸和盐的溶解性表	
附表	元素周期表(长式)	

第一章 硫 硫酸

氧和硫跟人类的关系非常密切，应用很广，这是两种极为重要的元素。关于氧的知识，在初中化学里已经学过，在这章里，重点学习硫。

硫在自然界中有游离态和化合态存在。化合态的硫主要以硫酸盐和硫铁矿(FeS_2)形式存在。我国的硫铁矿贮量丰富，它不仅是制取硫酸的原料，而且也是制取单质硫的原料。由硫铁矿制硫的反应方程式如下：



下面学习有关硫的单质的性质。

第一节 硫

一、硫的同素异形体

硫是一种淡黄色的晶体，通常叫做硫黄。它的比重大约是水的两倍。硫很脆，容易研成粉末，不溶于水，微溶于酒精，易溶于二硫化碳。它常制成块状（硫块）或粉末状（硫华）。

【实验 1—1】 将盛着硫粉的大试管加热，使硫熔化。继续加热，注意观察硫的颜色的变化，并不断倾侧试管，试验硫的粘性，注意它的变化。等到看见试管口有硫的蒸气发生，立即把一块玻璃片悬置在硫的蒸气上。观察玻璃片表面

发生的现象。

硫受热到 113°C 开始熔化，变成淡黄色容易流动的液体。温度再高，硫就开始变成暗棕色，并逐渐变得粘稠；温度再高，颜色加深，粘性再增，直到几乎完全不能流动。继续加热，硫又重新变成流动性的液体，呈深棕色，硫在 444.6°C 沸腾，生成橙黄色的蒸气。使硫的蒸气急速冷却，它会凝华而变成很小的晶体（硫华）。所以把冷的物体（如玻璃片、瓷坩埚盖）悬置在硫的蒸气上，表面就有硫华的薄层凝聚。利用凝华的方法可以将硫提纯。

硫受热时所发生的变化，是由于在不同的温度下，硫分子的组成和结构发生变化而引起的。

硫以多种单质存在。晶体的有斜方硫（图 1—1）、单斜硫（图 1—2）两种。天然的硫都是斜方硫。单斜硫是把熔化的硫慢慢地冷却而制得的。

把热到沸腾的液态硫注入冷水，可以得到一种无定形硫，叫做弹性硫（图 1—3）。

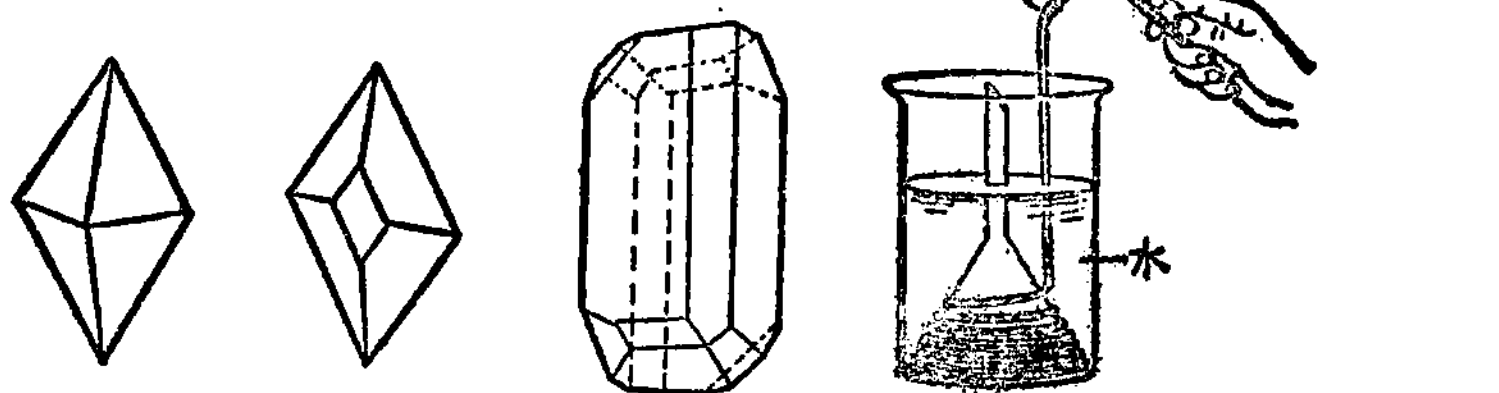


图 1—1 斜方硫

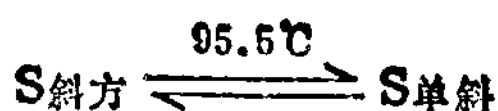
图 1—2 单斜硫

图 1—3 弹性硫

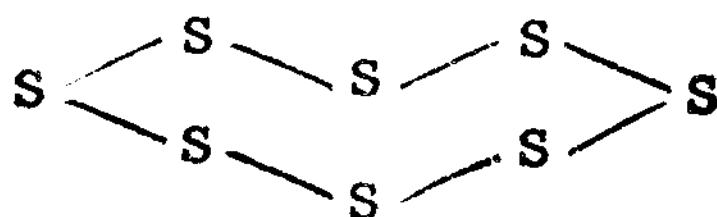
【实验 1—2】观察制备好的斜方硫、单斜硫、弹性硫的样品。注意它们的颜色和形态。

斜方硫在室温时稳定，单斜硫在 95.5°C 以上稳定，在

95.5℃时它们能互变。



硫的分子有 S_8 、 S_6 、 S_4 、 S_2 等，硫在通常状态以 S_8 存在。 S_8 分子中 8 个 S 原子结合成环：



加热时，环就断裂而且彼此连接成长形的大分子，故粘度增高，不易流动。温度超过 250°C 时，长形的大分子断裂，其平均长度随温度的升高而逐渐缩短，因而又逐渐变成易于流动的液体，液态硫热至 444.6°C 时开始沸腾。在沸点附近的蒸气中，含有 S_8 、 S_6 、 S_4 、 S_2 等分子。这些分子之间存在着下列相互转化关系：



温度越高，越向右方转化。温度达 1500°C 时，开始有单原子硫形成。 2000°C 以上，几乎全部变为原子状态。

硫在加热时，发生一系列的变化。第一，生成分子混合物；第二，改变分子组成；第三，发生由这一变体到另一变体的转变。

一种元素生成几种单质的现象，叫做同素异形现象。由同一种元素生成的多种单质，叫做同素异形体。同素异形体由于组成它们分子的原子数不同；分子或原子排列的方式不同，性质也就彼此不同，体现了由量变到质变的客观规律。除硫有多种同素异形体外，其他许多元素也有同素异形体。

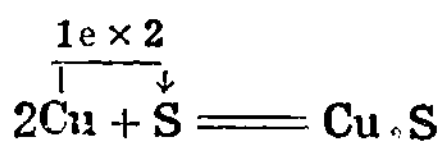
二、硫的化学性质

硫是一种比较活泼的元素。加热时，能直接与氢、氧、

氯、碳等非金属以及除金、铂之外的所有金属反应，生成各种硫化物。

1. 硫跟金属的反应

硫能够跟绝大多数金属直接化合，生成金属的硫化物。例如性质不活动的金属铜在硫蒸气里也能燃烧而生成黑色的硫化亚铜。



【实验 1—3】 给盛着硫的大试管加热到硫沸腾而产生蒸气。用坩埚钳夹住一束细铜丝伸入管口（图 1—4），观察发生的现象。

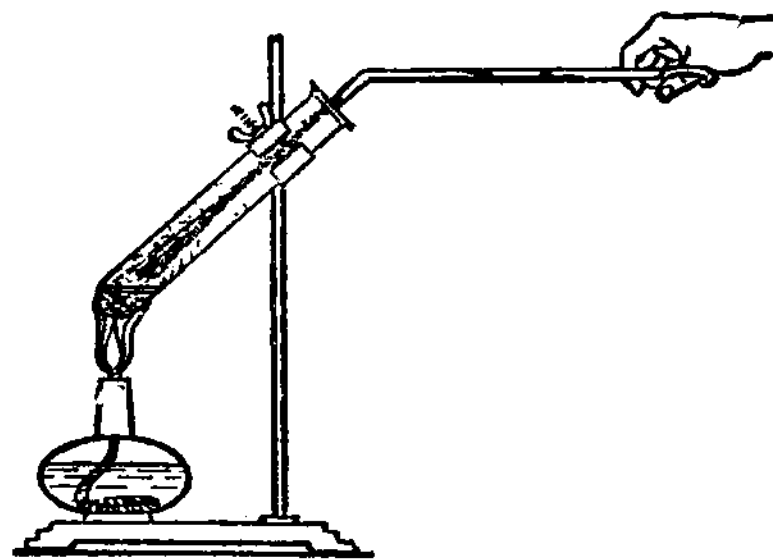
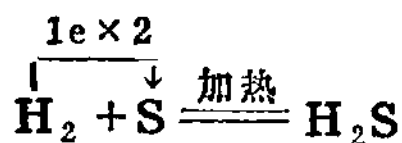


图 1—4 铜在硫蒸气里燃烧

2. 硫跟氢气的反应

【实验 1—4】 在大试管里装入约 3 克硫黄粉，通入氢气把试管里的空气排出，将硫黄加热到沸腾时（图 1—5），就能在导管口闻到硫化氢所特有的腐败鸡蛋似的恶臭味。



硫跟氢气化合生成硫化氢，有毒。硫化氢

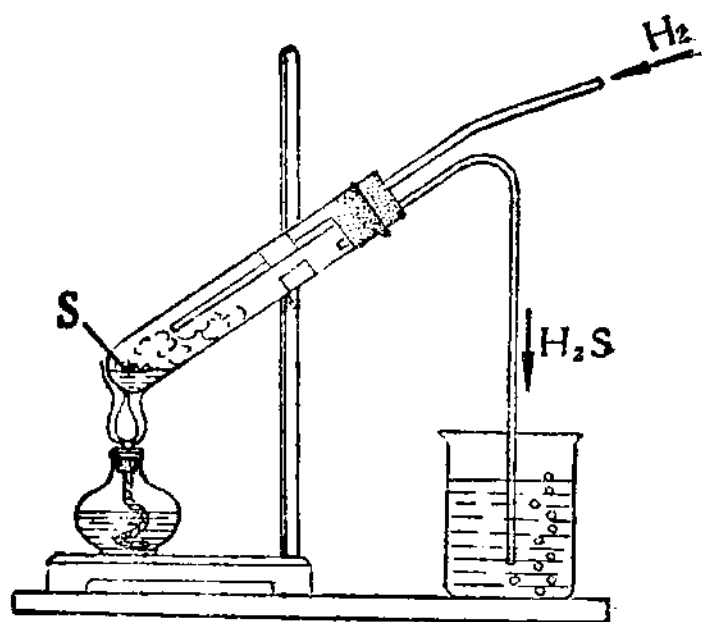
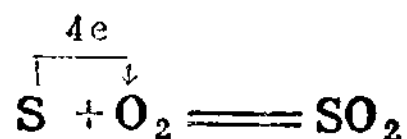


图 1—5 硫跟氢气的反应

微溶于水生成氢硫酸。氢硫酸是一种弱酸。

3. 硫跟氧气的反应

硫在空气里燃烧而发生淡蓝色火焰，生成无色而有刺激性气味的二氧化硫气体。



三、硫的用途

硫的用途很广，工业上用来制造硫酸、黑火药、火柴以及硫化橡胶等，农业上用作杀虫剂，例如石灰硫黄合剂可以防治棉花等作物的病虫害，医药上还用以制硫黄软膏。

习 题 一

1. 什么叫做同素异形体？硫有哪些同素异形体？它们之间怎样相互转变？

2. 指出下列化合物里硫的化合价：



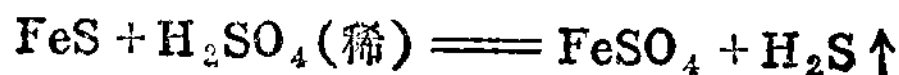
3. 比较硫和氧气的化学性质。

4. 天然硫里常混有砂石，利用硫的什么性质，采用什么方法，可以把硫提纯？

第二节 硫化氢

一、硫化氢的实验室制法

实验室常用启普发生器或类似的简易装置（图 1—6）来制取硫化氢。稀硫酸（或稀盐酸）跟硫化亚铁起反应生成硫化氢。



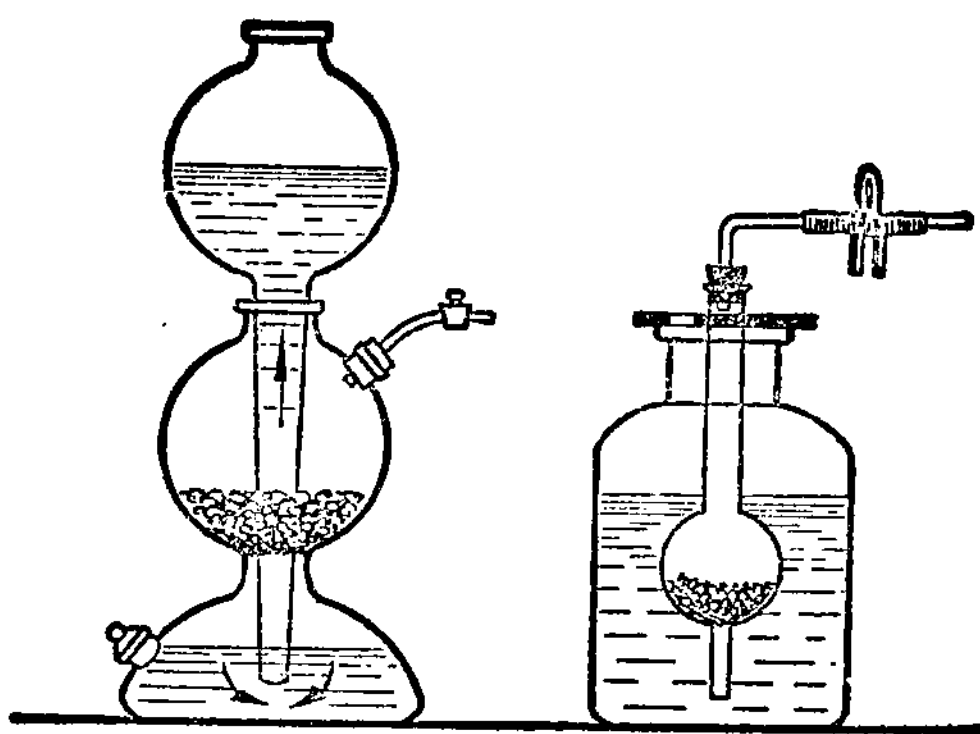


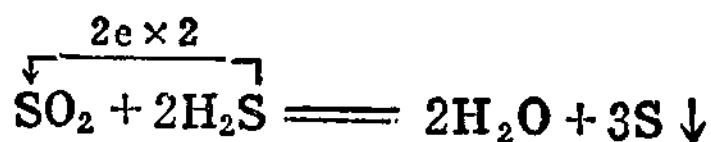
图 1—6 启普发生器或类似的简易装置

二、硫化氢的性质

硫化氢是一种带有臭鸡蛋气味的无色气体。有毒，吸入混有微量硫化氢的空气，会感到头痛、头晕和恶心，吸入多量可能致死。呼吸新鲜空气能够减轻硫化氢的毒害。

硫化氢具有还原性。

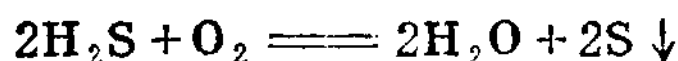
【实验 1—5】用导管把硫化氢通入已集满了二氧化硫的集气瓶里。注意观察导管口周围和瓶壁很快就附有黄色固体的硫。



硫化氢中的硫显 -2 价，它容易失去电子而变为游离态硫或高价硫化物。例如硫化氢在空气中燃烧，当空气足量时，生成二氧化硫和水。



当空气不足时，则生成水和硫。

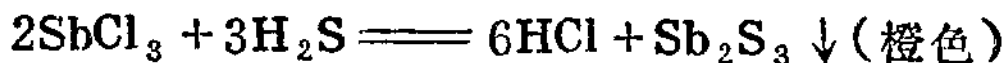
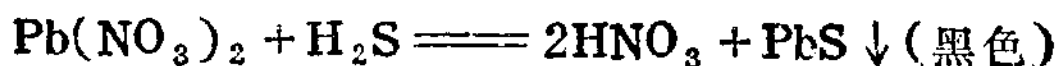


硫化氢水溶液放置空气中渐渐变混浊，就是由于硫化氢被氧化而析出硫所致。

从以上反应可知，硫化氢是一种还原剂。

硫化氢微溶于水，其水溶液叫氢硫酸。氢硫酸是一种弱酸，具有酸的通性。氢硫酸的盐通称金属硫化物，除钾、钠和铵的硫化物外，其余大多不溶于水，并且大多具有特征性的颜色。

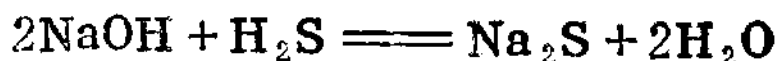
【实验 1—6】在盛硝酸铅($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)、硫酸镉(CdSO_4)、氯化锑(SbCl_3)溶液的三支试管里，分别通入硫化氢，观察试管里都有不同颜色的沉淀生成。



此外，还有硫化锌是白色、硫化锰是肉红色、硫化锡是棕色等等。

由于各种金属硫化物大多具有特征性颜色，所以实验室里可用硫化氢检验这些金属离子的存在。反之，利用这些金属离子也可以检验硫化氢的存在。如硫化铅是黑色沉淀，实验室里收集硫化氢时，常用涂有硝酸铅溶液的试纸来检验它是否充满。

硫化氢能与碱作用：



在染料厂生产硫化染料过程中，有大量硫化氢气体逸出，严重危害工人和附近居民的健康。许多染料厂的工人大搞综合利用，变“废”为“宝”，改建了设备，用碱溶液吸收硫化氢气体，不但改善了劳动条件，而且回收大量硫化钠

(Na_2S 俗名硫化碱)，为国家创造了财富。

习 题 二

1. 透明无色的硫化氢水溶液，在空气中搁久了为什么变浑浊？

2. 用导管将氯气通入已集满了硫化氢的集气瓶里，在导管口周围和瓶壁很快就附有黄色固体的硫。试写出这实验的化学方程式。指出什么元素被氧化？什么元素被还原？

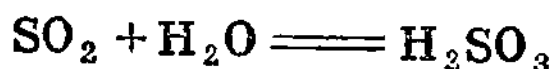
3. 利用硫化氢的什么性质，用怎样的方法回收废气中的硫化氢？

第三节 二氧化硫 三氧化硫

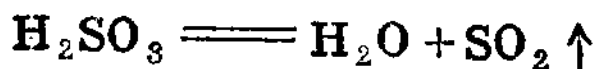
硫的氧化物有二氧化硫和三氧化硫两种。

一、二氧化硫

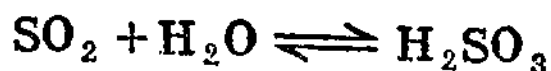
二氧化硫是无色而有刺激性气味的有毒气体，比重是空气的两倍多。易溶于水，它跟水化合生成亚硫酸。



亚硫酸很不稳定，容易分解成二氧化硫和水。



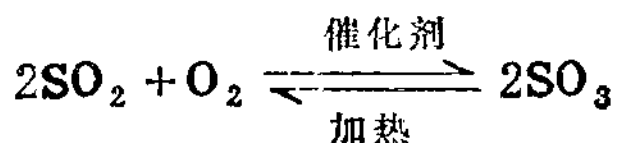
象这种在同一条件下，既能向一个方向进行，同时又能向相反方向进行的反应，叫做可逆反应。通常把向生成物方向进行的反应叫做正反应，向反应物方向进行的反应叫做逆反应。在化学方程式里，用两个方向相反的箭号代替等号来表示可逆反应。



亚硫酸是一种较弱的酸。它易被氧化成硫酸，因此它是

一种还原剂。

二氧化硫在适当的温度并有催化剂(如五氧化二钒)存在的情况下,可以被氧气氧化而生成三氧化硫(SO_3)。三氧化硫也能分解而生成二氧化硫和氧气,所以这这也是一个可逆反应。

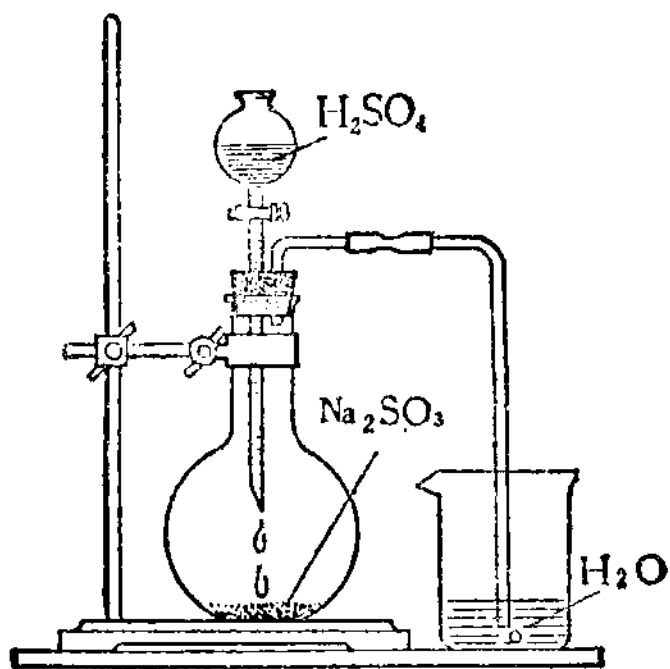


二氧化硫能够漂白某些有机色质。

【实验1—7】把二氧化硫气体通入盛有三分之一试管的品红溶液里,观察品红溶液颜色的变化。

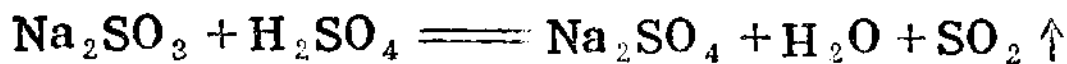
二氧化硫的漂白作用是由于它本身能跟某些有机色质化合而生成不稳定的无色化合物。这种无色化合物容易分解而使有机色质恢复原来的颜色。用二氧化硫漂白过的草帽日久又渐渐变成黄色,就是这个缘故。

实验室里,制取二氧化硫通常用硫酸跟亚硫酸盐起反应来制取(图1—

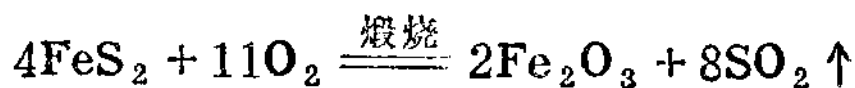


7)。

图1-7 制取二氧化硫和它的水溶液



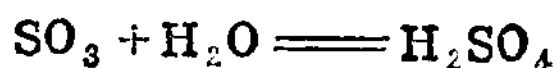
在工业上常用煅烧硫铁矿(FeS_2)的方法来制取。



二、三氧化硫

三氧化硫是一种无色的气体,在 16.8°C 会凝成白色的容易挥发的丝状晶体。三氧化硫遇水立刻起剧烈的反应而生成

硫酸。所以三氧化硫又叫硫酐。



三氧化硫很容易溶解在浓硫酸里，而形成粘稠的发烟硫酸^①。

三氧化硫的制法是使二氧化硫和氧气的混和气体热到450℃左右，再通过催化剂（例如 V_2O_5 ），二氧化硫就被氧气所氧化，放出大量的热而生成三氧化硫。使三氧化硫溶解在水里，就生成硫酸。

【实验1—8】按照图1—8那样的装置，使二氧化硫和氧气同时慢慢地通过浓硫酸，除去其中的水分，然后使混和气体通过硬质玻璃管里灼热的钒催化剂（或氧化铬 Cr_2O_3 ），就有三氧化硫生成。使三氧化硫溶解在水里。注意观察水面上有大量白色酸雾形成。最后用石蕊试纸、氯化钡溶液来证明水里有硫酸生成。氯化钡能跟硫酸生成不溶于稀硝酸的白色硫酸钡沉淀。

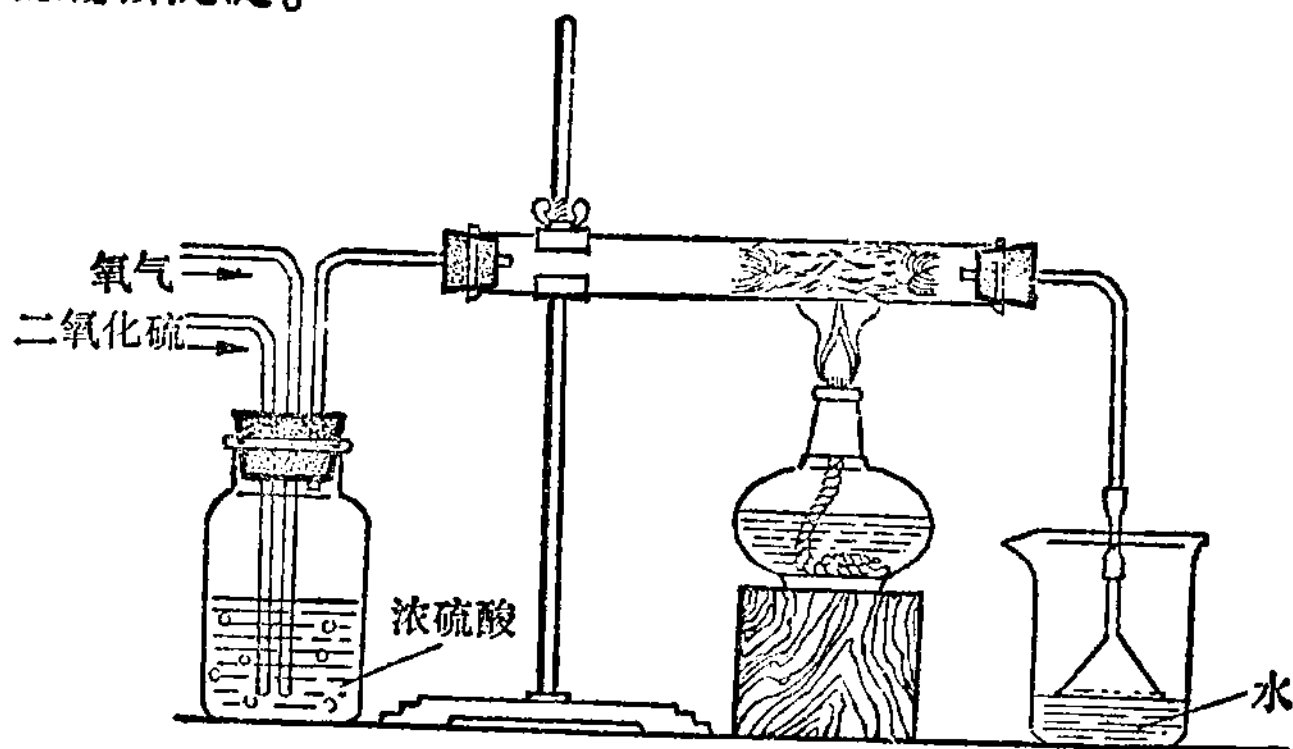


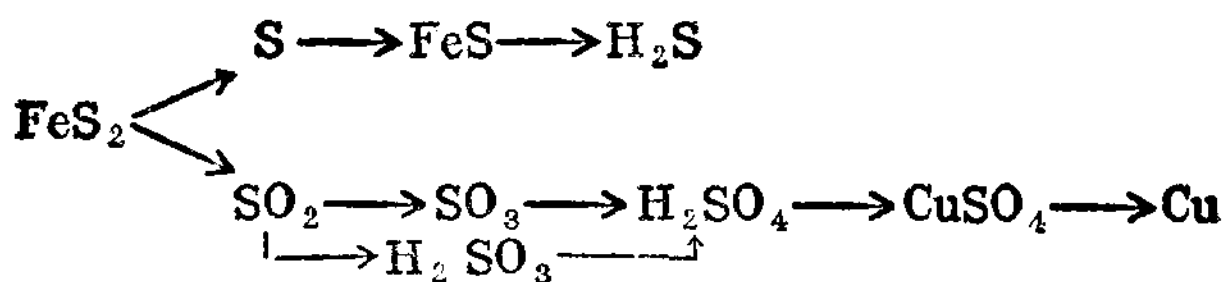
图 1—8 制取三氧化硫和它的水溶液

①在常温下，这种酸里会有一部分三氧化硫放出，三氧化硫遇到空气里的水蒸气会发生白色酸雾，所以叫它发烟硫酸。

当用水吸收三氧化硫时，由于水面上的蒸气压较大，三氧化硫会跟水蒸气化合而生成硫酸液滴。上面的实验里水面上的白色酸雾就是这些硫酸液滴所形成的。由于酸雾不易被水吸收，因此用这种方法制得的硫酸很稀。

习 题 三

1. 用化学方程式表示下列物质间的转化：



2. 比较氯气跟二氧化硫的漂白作用。

3. 写出实验室制取下列各种气体的化学方程式，并说明收集这些气体的方法以及证明这些气体已经满瓶的方法。

(1) 氧气 (2) 氯气 (3) 硫化氢 (4) 二氧化硫

第四节 硫酸 硫酸盐

一、硫酸

纯硫酸是无色油状的液体，有强烈的吸水性，能够以任何比例溶解在水里。实验室常用的是98%的硫酸，这种硫酸的比重是1.84克/毫升。硫酸不容易挥发，也没有气味。

稀硫酸是一种强酸，具有酸的通性。而浓硫酸却有其特性。

1. 浓硫酸的氧化性

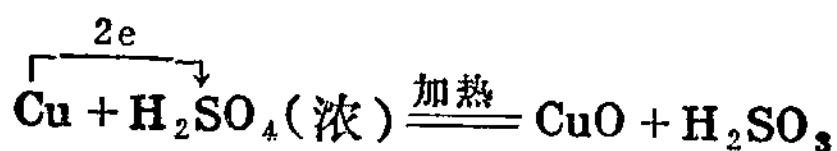
在常温下，浓硫酸跟某些金属如铁、铝等接触，能够使金属表面生成一薄层致密的氧化物保护膜，防止内部金属继

续跟浓硫酸起反应。这种现象称为“钝化”。所以在常温下,可以用铁制容器盛装浓硫酸。但是,在受热的情况下,浓硫酸不仅能够跟铁、铝等起反应,而且能够跟绝大多数金属起反应。浓硫酸跟金属起反应的结果跟稀硫酸不同,除了生成那种金属的硫酸盐以外,不放出氢气而放出二氧化硫,甚至硫或硫化氢。

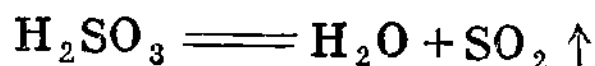
【实验 1—9】在试管里放入一块铜片,注入 1 毫升浓硫酸,加热,观察试管里所起的变化。用润湿的蓝色石蕊试纸放在试管口检验所放出的气体,观察试纸颜色的变化。把试管里的溶液倒在盛着 2~3 毫升水的另一试管里,使溶液稀释,观察溶液的颜色。

从上面的实验可以看到,试管里的溶液稀释以后是蓝色的,这是硫酸铜溶液。试管里放出的有刺激性气味的气体能使润湿的蓝色石蕊试纸变成红色,这是二氧化硫气体。这个反应的过程如下:

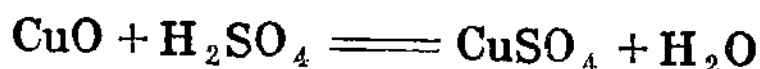
反应开始是浓硫酸把铜氧化成氧化铜,硫酸本身还原成亚硫酸。



亚硫酸不稳定,容易分解为二氧化硫和水。



生成的氧化铜立即又同其余的硫酸发生反应,生成硫酸铜和水。



把三个化学方程式合并起来,去掉中间产物,就得到一个总的化学方程式。



在加热的条件下，浓硫酸也能氧化碳、硫、磷等非金属。

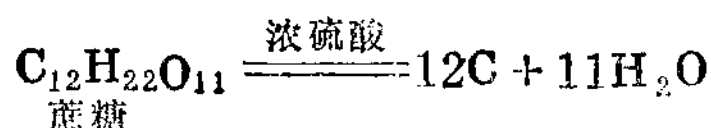
2. 浓硫酸的吸水性

浓硫酸溶于水的时候，由于跟水分子发生反应生成水化物而放出大量的热。

浓硫酸很容易吸收空气里的水蒸气。因而它常作干燥剂，用于干燥氯气、二氧化硫等多种气体。

3. 浓硫酸的脱水性

浓硫酸能够跟蔗糖、淀粉、木材等有机化合物（它们成分主要含有碳、氢、氧三种元素）起反应，按照水分子里氢氧原子数的比，夺取这些有机物分子里的氢原子和氧原子，而留下游离态的碳，因而使有机物发生碳化现象。例如，浓硫酸使蔗糖脱水的反应可以用化学方程式表示如下：



衣服沾上浓硫酸时发生了碳化现象，衣服就被损坏。

二、硫酸盐

硫酸盐里除硫酸钡、硫酸铅不溶于水和硫酸钙、硫酸亚汞、硫酸银等微溶于水外，其他硫酸盐都能够溶解于水。可溶性硫酸盐的晶体常含结晶水。含结晶水的硫酸盐俗称“矾”。五水硫酸铜（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ）叫胆矾，是农药和电镀工业的原料；七水硫酸亚铁（ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）叫绿矾，是制颜料、蓝墨水等的原料；七水硫酸锌（ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ）叫皓矾，可作木材防腐和制白色颜料的原料。

初中已学过，硫酸或可溶性硫酸盐溶液能与氯化钡溶液反应，生成不溶于稀硝酸的硫酸钡白色沉淀，这是硫酸根离子的检验法。

习 题 四

1. 浓硫酸跟稀硫酸的性质有哪些不同？试举例说明。

2. 利用废铜屑制取硫酸铜，有两种可能途径：一种是铜与浓硫酸直接反应，一种是将废铜屑焙烧成氧化铜，再与稀硫酸反应。试写出两种方法的化学方程式，并从节约观点比较哪种方法好？

3. 用什么方法可以鉴别硫酸铜和氯化铜？

第五节 硫酸工业

硫酸工业是化学工业的基础。硫酸在工农业生产和国防建设上有广泛的应用。它在国民经济中有着重要地位。

在旧中国，由于帝国主义、封建主义和官僚资本主义的掠夺和摧残，硫酸工业十分落后。一九四九年全国硫酸产量仅有4万吨。

解放后，我国硫酸工业的广大职工遵照毛主席关于“独立自主、自力更生”的教导，自己设计和施工的许多大、中、小型硫酸厂很快建造起来，硫酸产量大幅度增长。广东一九七七年的产量比一九四九年有成千倍的增长，仅广州一间中型硫酸厂的年产量，就超过了解放前全国的年产量。我国于一九六六年还建成了具有先进水平的利用冶炼有色金属的含硫废气制造硫酸的新工艺，简化了硫酸生产过程中的炉气净化系统。在无产阶级文化大革命中，我国制成了硫酸中