

ZHONGXUE HUAXUE KETANG SHIYAN

中学化学课堂实验

中

上海教育出版社

3.8
8

中学化学课堂实验

中 册

金立藩 马经德 编著

上海教育出版社

中学化学课堂实验

中 册

金立藩 马经德 编著

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 江苏启东印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.25 字数 92,000

1981 年 5 月第 1 版 1981 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—30,000 本

统一书号: 7150·2490 定价: 0.37 元

目 录

第三篇 高中一年级化学课堂实验

第一章 硫 硫酸1

1. 硫的性质(1)
2. 硫化氢的制取和性质(3)
3. 二氧化硫的性质(6)
4. 可逆反应(7)
5. 接触法制硫酸(8)
6. 浓硫酸的性质(14)
7. 硫酸盐(16)
8. 离子反应(17)
9. 硫酸的性质 硫酸根离子的检验(19)

第二章 摩尔 反应热.....22

1. 阿佛加德罗常数的测定(22)
2. 气体摩尔质量的测定(25)
3. 配制一定摩尔浓度的溶液(28)
4. 中和热的测定(一)(30)
5. 中和热的测定(二)(33)

第三章 物质结构 元素周期律.....36

1. 元素周期律和周期表(36)
2. 元素的金属性和非金属性(39)
3. 同周期主族元素性质的递变(42)
4. 同主族元素性质的递变(43)
5. 同周期、同主族元素性质的递变(45)
6. 离子键和离子化合物(47)
7. 共价键和共价化合物(48)
8. 配位键和配位化合物(50)

第四章 氮族.....52

1. 氮气的化学性质(52)
2. 氨的化学性质(55)
3. 氨的实验室制法(59)
4. 铵盐的化学性质(60)
5. 氨的制备和性质 铵离子的检验(62)
6. 氮的氧化物(64)
7. 硝酸的实验室制法(65)
8. 硝酸的性质(一)(67)
9. 硝酸盐的性质(72)
10. 硝酸的性质(二)(74)
11. 磷的化学性质(75)
12. 磷酸和磷酸盐的性质(78)

第五章 化学反应速度和化学平衡 合成氨.....80

1. 浓度对化学反应速度的影响(80)
2. 温度对化学反应速度的影响(82)
3. 催化剂对化学反应速度的影响(83)
4. 化学反应速度(84)
5. 浓度对化学平衡的影响(85)
6. 压强对化学平衡的影响(87)
7. 温度对化学平衡的影响(88)
8. 化学平衡(90)
9. 合成氨工业(91)

第六章 碳族 胶体.....97

1. 碳的同素异形体(97)
2. 二氧化碳的制取和性质(100)
3. 一氧化碳的制取和性质(104)
4. 碳酸和碳酸盐(107)
5. 硅和二氧化硅(109)
6. 硅酸和硅酸盐(111)
7. 硅酸盐工业(113)
8. 胶体溶液(119)
9. 胶体溶液的性质(125)
10. 实验习题(126)

第三篇 高中一年级

化学课堂实验

第一章 硫 硫酸

1. 硫 的 性 质

目的：认识硫的化学性质。

类型：演示实验。

实验用品：试管、坩埚钳、酒精灯、铁架台、铁夹、磁铁、试管夹、烧杯、双孔橡皮塞、玻璃导管、药匙、氢气发生器、燃烧匙、集气瓶、玻璃片、滴管、研钵及杵、石棉板。

硫块(或硫粉)、还原铁粉、铝粉、铜丝(或铜片)、银片、锌粒、稀盐酸、醋酸铅、硝酸镉、石蕊试纸。

准备和操作：

(1) 硫跟金属的反应

(i) 硫跟铜的反应 在试管里盛硫粉 $1/3$ 管，加热到硫沸腾而产生蒸气。用坩埚钳夹住一束细铜丝或一小条铜薄片(事先可不加热)伸入试管口，铜丝或铜薄片就在硫蒸气里燃烧到发红，生成黑色的硫化亚铜(图 1)。

(ii) 硫跟铁的反应 将还原铁粉 3.5 克和硫粉 2.5 克(硫粉略过量)混和均匀后放入干燥试管中，固定在铁架台上，用酒精灯火焰在试管底部附近缓缓加热，然后用火焰温度最

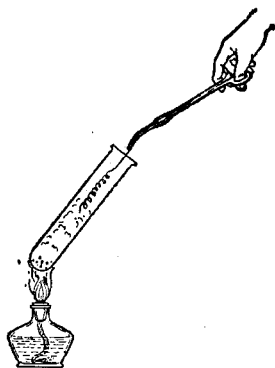


图 1 铜在硫蒸气里燃烧

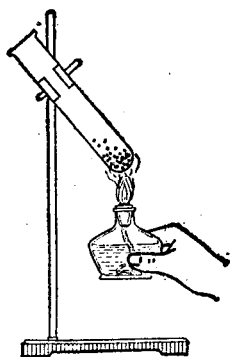


图 2 硫跟铁的反应

高的部分集中在试管底部的一点上加强热(图2)。约经一、二分钟以后,当试管内有一小部分变成赤红时,立即移去灯火。硫跟铁化合是放热反应,放出的热量能使反应继续进行,试管内赤红部分会逐渐扩大到全部,并有闪光发生。

冷却后将试管击破,取出生成物,放在研钵内轻轻碾碎,用磁铁吸引,证明其中的铁已化合成硫化亚铁而失去顺磁性。

将少量生成物加入盛有3毫升稀盐酸的试管里,即见有气泡发生。用蘸有醋酸铅的试纸放在管口,试纸变黑,证明生成的气体不是氢气而是硫化氢气体。

(iii) 硫跟银的反应 用湿布蘸少量硫粉在擦净的银片上摩擦,银片表面即生成一层黑色的硫化银(Ag_2S)。

(2) 硫跟非金属反应

(i) 硫跟氢的反应 在一个大试管里盛硫粉约 $1/6$ 管,斜夹在铁架台上,配上装有两根玻璃导管的双孔橡皮塞。一根通入氢气的导管要插到接近硫的表面处,把另一根导管较短的一端插入试管里,较长的一端浸入盛水的烧杯里

(图3)。检查氢气发生器里导出氢气的纯度后，往试管里通入较强的氢气流约2分钟，用以排出试管里的空气。待空气排尽后，减小通入的气流，加热试管使硫熔化并达到沸腾。氢气在沸腾的硫的上方经过时跟硫化合生成硫化氢，可以闻到臭鸡蛋气味。硫化氢气体由导管通出，溶解在水里生成氢硫酸。要检验氢硫酸，可以从烧杯里取出一些溶液放在试管里，滴入几滴硝酸银溶液，即有黑色的硫化银生成。

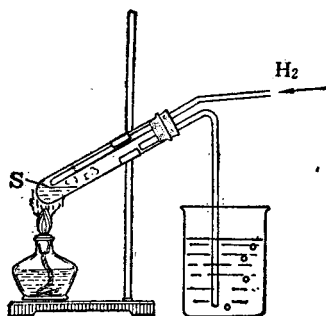


图3 硫跟氢的反应

(ii) 硫跟氧的反应 加热的硫在氧气里燃烧，在初中化学里学习氧气的性质时已实验过，现在要使硫在空气里燃烧。用燃烧匙把燃着的硫伸入空的集气瓶里，硫发出蓝色的火焰继续燃烧，生成白色的烟雾。反应完毕后，取出燃烧匙，盖上玻璃片，往瓶里注入少量水，振荡，使生成的二氧化硫溶解在水里，再用蓝色石蕊试纸检验溶液的酸性。

通过上面的演示，要向学生指出硫的性质跟氧相似，容易跟金属、氢气起反应，也容易跟氧气起反应。

2. 硫化氢的制取和性质

目的：用酸跟硫化亚铁反应制取硫化氢并认识它的性质。

类型：演示实验。

实验用品：硫化氢发生器、导管、尖嘴管、烧杯、蒸发皿、坩埚钳、玻璃导管。

稀硫酸、硫化亚铁、硝酸铅。

准备：使稀硫酸或稀盐酸跟硫化亚铁起反应，就生成硫化氢气体。实验室里通常用启普发生器制取，它的结构和装配方法见上册第 100 页。启普发生器体积较大，所用试剂较多，用作演示实验似太浪费。因为这个反应不需加热，一般可用较小的容器如试管、锥形烧瓶、集气瓶等来装配发生器。为了演示硫化氢的燃烧，用大试管作容器时，只要在试管口配上一个单孔橡皮塞和一支短的尖嘴玻璃导管就可以了。有时为演示其它性质，要制取较多量的硫化氢最好装成象启普发生

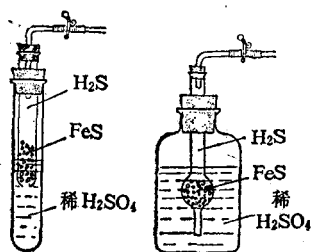


图 4 硫化氢气体发生器

器相似的装置，可以根据需要，能使反应随时进行随时停止，如图 4 所示。左图是用一个双套的试管，在一个底上有孔的较小试管里装入硫化亚铁的碎块，配上单孔橡皮塞和导管。在另一个较大的试管里盛稀硫酸，管口上配一个有大孔的橡

皮塞。孔的大小必须跟盛硫化亚铁的小试管密合，既要不漏气，又要使小试管在塞孔里能自由地升降。使用时，把小试管里的硫化亚铁浸入稀硫酸里，立即有硫化氢气体发生。提起小试管使硫化亚铁与稀硫酸分开，反应就停止。右图是用集气瓶代替大试管，用氯化钙干燥管代替小试管装配成的气体发生器。硫化氢有毒，实验时所用的装置一定要很紧密，不能漏气。在这两种装置里所用的硫化亚铁要敲成蚕豆大的小块，硫酸要用 1:5 的浓度。

操作：

(1) 硫化氢气体的发生 调节硫化氢发生器里小试管的

位置,让硫化亚铁跟稀硫酸接触,即有硫化氢气体发生。用蘸有硝酸铅(或醋酸铅)溶液的湿纸条放在导管口检验,硝酸铅变黑。告诉学生这是检验硫化氢的简易方法,反应很灵敏,空气内混有少量硫化氢时就能使试纸变色。提起小试管,硫化亚铁跟稀硫酸分开,反应就停止。此时可以闻到有臭鸡蛋的臭味。告诉学生,硫化氢气体能使神经中枢中毒,轻者头痛、呕吐,重者会引起昏迷,严重中毒的可以致命。所以在实验时必须打开窗户使空气流通,下课后要离开教室,呼吸新鲜空气。

(2) 硫化氢的燃烧 用检验氢气纯度同样的方法检验硫化氢的纯度后,用火点燃尖嘴导管口逸出的硫化氢气体,看到有淡蓝色的火焰。把一只干燥洁净的烧杯罩在硫化氢火焰的上方(图5),烧杯底部会有水珠凝聚。做这个实验以前,先让学生看到烧杯的内壁是干燥、洁净、透明的,罩在火焰上后有微细水珠凝聚,透明的玻璃就变得模糊。演示时,硫化氢火焰要小,时间不宜过长,否则烧杯受热,水珠不会凝聚。

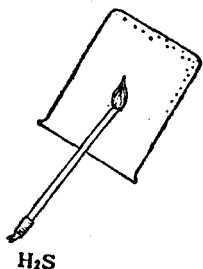


图5 硫化氢在空气里完全燃烧

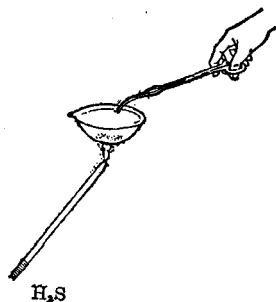
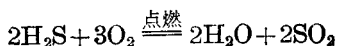


图6 硫化氢在空气里不完全燃烧

再把一只冷而干净的白磁蒸发皿的底部压到硫化氢火焰里(图6),就有一薄层黄色的硫产生。如果用白磁砖代替蒸

发皿,移动燃烧硫化氢的尖嘴管,可以在白磁砖上写出硫黄的字迹。

比较这两个不同的现象,让学生写出下列两个方程式。



3. 二氧化硫的性质

目的: 认识二氧化硫的性质。

类型: 演示实验。

实验用品: 二氧化硫发生器、集气瓶、玻璃片、玻璃导管、玻璃水槽、酒精灯、试管、试管夹、双孔塞、玻璃筒。

浓硫酸、亚硫酸钠、一品红溶液(或红色鲜花)、发烟硝酸。

准备和操作:

(1) 二氧化硫的溶解性 将收集好的二氧化硫一瓶倒立在加有蓝石蕊溶液的玻璃水槽或大烧杯里。二氧化硫溶于水生成亚硫酸,瓶里的水慢慢上升,溶液变成红色。

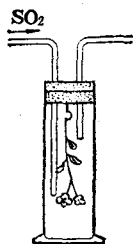
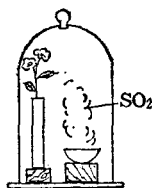


图7 二氧化硫漂白红色鲜花

(2) 二氧化硫的漂白性 将二氧化硫通过盛有一品红溶液的试管,红色即退去。把漂白了的一品红溶液加热煮沸,红色又出现。将在冷水里浸湿的红色鲜花挂在配有导管和双孔塞的玻璃筒里,通入二氧化硫。或将红色鲜花放在燃烧硫黄的玻璃钟罩里(图7),几分钟后,红花即被漂白。



二氧化硫的漂白作用跟氯气的漂白作用不同。后者是由于氧化作用，前者是由于二氧化硫跟有机色素作用生成一种不稳定的无色物质。当它跟氧化剂接触一个时间后，就能分解而恢复原来的颜色。

4. 可逆反应

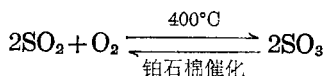
目的：认识什么是可逆反应。

类型：演示实验。

实验用品：硬质玻璃管、蒸馏烧瓶、玻璃导管、橡皮管、单孔塞、铁架台、铁夹、铁圈、石棉铁丝网、酒精喷灯、氢气发生器。

铁屑、铁丝绒、锌粒、稀硫酸。

准备和操作：二氧化硫跟氧气在一定的条件下能化合生成三氧化硫，同时三氧化硫也能分解成二氧化硫和氧气，这是一个可逆反应。



在这个反应里的反应物和生成物都是无色的，用肉眼无法鉴别。为了说明可逆反应，可进行下列演示实验。

用一支 20×300 毫米的硬质玻璃管作为燃烧管，其中装入 5 厘米长一段铁屑。铁屑的两端用铁丝绒松松地塞住，使水蒸气能顺利地通过。用酒精喷灯灼烧盛在玻璃管里的铁屑和铁丝绒。同时将蒸馏烧瓶里的水烧至沸腾，让水蒸气通入燃烧管跟灼热的铁起作用。装置如图 8 所示。放出的氢气可以在气体导出口直接点火燃烧，但点火前要先要检验氢气的纯度。

在实验前，先让学生看到铁屑和铁丝绒都是白色有金属

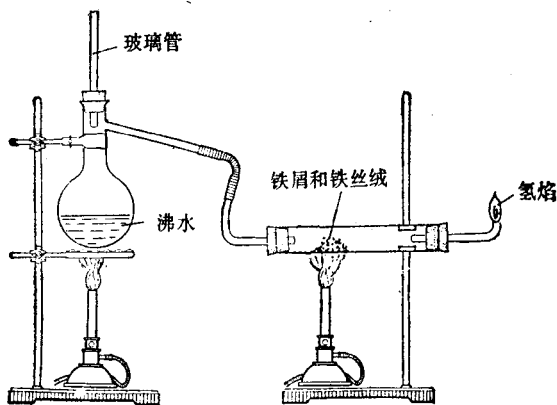


图 8 铁屑和水蒸气反应的装置

光泽的。在实验后，再观察，铁已变成黑色的磁性氧化铁了。



待燃烧管冷却，取出四氧化三铁，击碎后放入硬质试管的底部，通入氢气使它还原成铁。仪器装置、操作方法以及应注意的事项可参阅上册第 109 页图 66 氢气还原氧化铜实验的说明，所不同的是氧化铜换了四氧化三铁。这一实验需用氢气，应特别注意操作安全。

5. 接触法制硫酸

目的：认识接触法制硫酸的过程并理解为什么要用浓硫酸吸收三氧化硫的道理。

类型：演示实验。

实验用品：圆底烧瓶、滴液漏斗、双孔橡皮塞、贮气瓶、集气瓶、硬质玻璃管、单孔橡皮塞、玻璃导管、烧杯、酒精喷灯、铁架台、铁夹。

亚硫酸钠、稀硫酸、浓硫酸、氧气、钒触媒。

准备：接触法制硫酸分三个主要阶段进行：(1) 燃烧硫或金属硫化物等原料来制取二氧化硫；(2) 使二氧化硫在适当温度和有催化剂的条件下氧化成三氧化硫；(3) 三氧化硫跟水化合而生成硫酸。

为了说明接触法制硫酸的过程，本实验可采用图 9 的装置进行演示：

(1) 二氧化硫的制取 工业上是用煅烧黄铁矿来制取二氧化硫的。但这个实验装置比较复杂，操作时既要控制二氧化硫和氧气的流速，还要注意加热催化剂的温度，如用煅烧黄铁矿来制取二氧化硫就更增加了如下的困难：(i) 所需的温度较高（约 $800\sim 900^{\circ}\text{C}$ ），必须加强热，演示时多一重照顾；(ii) 加热的时间较长；(iii) 气体的流速较难控制。因此，本实验以采用亚硫酸钠跟稀硫酸反应为适宜。

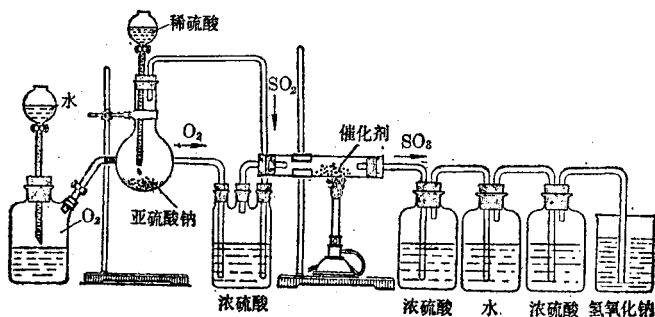
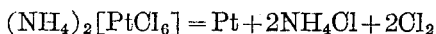


图 9 接触法制硫酸的装置

(2) 三氧化硫的制取 制取三氧化硫需用催化剂，铂粉、钒酐、氧化铬、氧化铁等都可作催化剂，它们的制备方法如下：

(i) 铂石棉绒 把少量洁净的石棉绒放在 5% 的氯铂酸

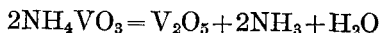
或氯化铂的溶液里浸透。取出，压去多余的溶液。待石棉绒略干后，再在饱和的氯化铵溶液里浸过。石棉绒上即生成了不溶于水的氯铂酸铵。再压去多余的溶液，将石棉绒烘干后，放在磁坩埚里灼烧。这时氯铂酸铵分解：



或 $3(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6] = 3\text{Pt} + 2\text{NH}_4\text{Cl} + 16\text{HCl} + 2\text{N}_2$

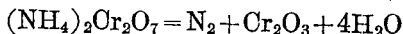
这时在石棉绒上就有高度分散的铂粉沉积起来。铂粉是制取三氧化硫最好的催化剂。

(ii) 钒酐石棉绒 将 6.3 克偏钒酸铵加在 100 毫升水里，加热到 70°C 制成饱和溶液。把石棉绒在偏钒酸铵溶液里浸透。取出，挤去多余的溶液。将石棉绒烘干后再煅烧，偏钒酸铵就分解成钒酐：



这时就在石棉绒的表面上覆盖了一层橙黄色至深红色的钒触媒。工业上常采用粒状的钒触媒作为制取三氧化硫的催化剂。

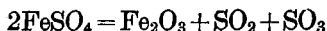
(iii) 氧化铬 在磁坩埚里加入研碎了的重铬酸铵，盖上坩埚盖，露出一条隙缝，放在石棉网上加热。桔红色的重铬酸铵晶体即分解成疏松的绿色氧化铬粉末：



加热到不再发生反应，冷却，打开坩埚盖，再灼烧 10 分钟赶去水分，就得干燥的氧化铬粉末。应用时可以把氧化铬撒布在石棉绒上。

(iv) 氧化铁 先将石棉绒在 4 *M* 氯化铁溶液里浸透，挤去多余的溶液，稍待干燥后再浸入 6 *N* 的氢氧化铵溶液里，使石棉绒上生成氢氧化铁。再一次挤去多余的溶液，烘干即成。也可把石棉绒放在硫酸亚铁溶液里浸透，取出，灼烧到硫酸亚

铁完全分解为止,



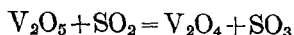
上述几种催化剂制备好后, 都要放在洁净而干燥的瓶子里保存起来。如果用铂石棉作催化剂, 实验完毕后, 应用蒸馏水仔细洗涤, 直到不再有硫酸根离子存在为止。灼烧后保存起来, 留待下次实验再用。

下面是几种不同催化剂对二氧化硫氧化成三氧化硫的活性比较:

催化剂	SO ₂ 氧化为 SO ₃ 的最大 转化率 %	和最大转化 率相应的 温度 °C	催化剂	SO ₂ 氧化为 SO ₃ 的最大 转化率 %	和最大转化 率相应的 温度 °C
Pt 石棉	99.5	425	CuO	58.7	700
V ₂ O ₅	90.0	512	TiO ₂	49.0	700
Cr ₂ O ₃	81.0	580	MoO ₃	47.0	700
Fe ₂ O ₃	69.5	625	SnO ₂	35.0	750
WO ₃	62.5	670	Mn ₂ O ₃	22.0	700

我国工业上是采用五氧化二钒作催化剂的。它的优点是: (1) 活性仅次于铂; (2) 比较价廉; (3) 比用铂触媒容易控制, 不易中毒, 因此可简化气体的净化过程。但所需转化温度较高, 对二氧化硫的氧化是不利的。我国自制钒酐催化剂是一种黄色的小圆柱体, 长 5~15 毫米, 直径 5 毫米, 抗压不小于 5~15 公斤/厘米²。其中含有二氧化硅和氢氧化钾等附加物, 控制温度在 500°C 左右, 转化率为 97%, 填充的密度为 0.7 吨/米³。

钒酐对二氧化硫的催化作用可用下列反应式表示:





本实验可采用 V_2O_5 作为催化剂。

(3) 三氧化硫的吸收和硫酸的生成 硫酸虽然是三氧化硫跟水化合而制得的,但不能用水直接吸收,否则就会生成大量不易溶解于水的酸雾,使三氧化硫的吸收效率大大降低。本实验可以先用 98% 的硫酸吸收三氧化硫,再让未被吸收的三氧化硫通过水,就可以看到硫酸微滴所生成的白雾,用以说明为什么生产上要用浓硫酸吸收三氧化硫的道理。然后再让酸雾通过浓硫酸而被吸收。最后用氢氧化钠吸收尾气。

操作: 装好仪器,检查整个装置的气密性后,进行下列操作:

(1) 先加热接触管使催化剂受热后,让反应气体通过接触管。这样可以提高转化率和使催化剂损坏。

(2) 在二氧化硫发生器里滴入稀硫酸,使跟亚硫酸钠发生反应生成二氧化硫。同时从贮气瓶里压出氧气。控制氧气的流速为二氧化硫流速的 1.5~2 倍。这可以从用作干燥剂的浓硫酸里通过的气泡来估计,并加以调节。使气体通过浓硫酸的主要目的是要除去其中的水蒸气。

(3) 生成的三氧化硫先用 98% 的浓硫酸吸收制成发烟硫酸。

(4) 未被吸收的三氧化硫通过水时可以看到有白雾生成,让学生注意并说明这是硫酸微滴所形成的酸雾。

(5) 最后用氢氧化钠吸收尾气以防扩散到空气里。

本实验事先做好充分准备,操作过程只需 5~6 分钟就可以完成。

接触法制硫酸这一部分教材如果不用演示实验,也可以改用电化教学课或参观课,根据高一化学课本“硫酸工业制