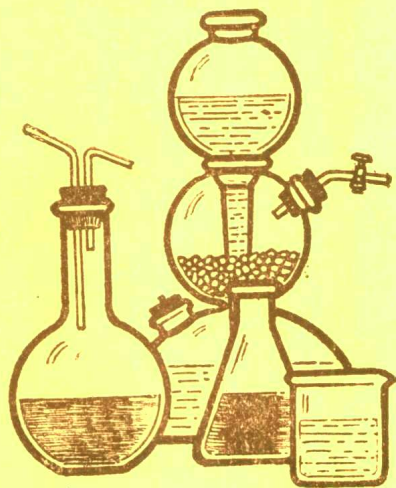


全日制十年制学校高中一年级

化学实验 教学参考

北京市海淀区教师进修学校主编



教育科学出版社

全日制十年制学校高中一年级

化学实验教学参考

北京市海淀区教师进修学校主编

教育科学出版社

一九八二年·北京

全日制十年制学校高中一年级
化学实验教学参考
北京市海淀区教师进修学校主编

*

教育科学出版社出版
(北京北环西路 10 号)
新华书店北京发行所发行
北京市房山县印刷厂印装

*

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 3.5 字数 73,000

1982 年 9 月第 1 版 1983 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—45,000 册

书号: 7232·142 定价: 0.34 元

前 言

化学是一门以实验为基础的科学。广大中学教师为了提高化学教学质量，在教学实践中迫切希望能有一本指导实验教学的参考书，以做好课堂演示实验、组织好学生实验及解决实验中的疑难问题。为此，我们组织本区在化学实验方面有一定经验的教师，配合现行中学化学教材（初中化学全一册、高中化学第一册和第二册），编写了这套《中学化学实验教学参考》。全书共分三册，本册是配合高中化学第一册的化学实验教学参考。

本书对教材中每个演示实验和学生实验，都分为六个方面加以阐述：一、反应原理，二、仪器药品，三、实验装置，四、操作步骤，五、现象结论，六、实验讨论。

“反应原理”放在每个实验的开头，以使理论和实验更好地结合；“仪器药品”是为了方便教师和实验管理员准备实验、节约时间；“操作步骤”和“现象结论”分作两部分讲解，是为了把实验现象和理论紧密结合，便于教师教学；“实验讨论”指出实验成败的关键，对实验现象进行解释，分析出现反常现象原因，还对有的实验的反应机理进行了讨论，并介绍有关参考资料。

为了帮助学生深入理解某些基本概念，更好地掌握重要元素、化合物的性质、制法等，我们把教学中增加的一部分实验也编入本书，供教师在教学中选用和参考。考虑到有些边

远地区及农村中学实验设备不足,还介绍了一些实验代用品,以便帮助他们完成教材中所规定的实验。

本书由北京铁道附中陈彦文、北京市第一二三中学严秀珍、北京市西颐中学杨正钊、北京市第一二二中学卞学诚、北京师范学院附属中学王绍宗、北京市第一〇五中学祁代君等同志编写,我校解桂珍、田风岐、孙贵恕、郑禄和和王家骏同志审阅、整理。

本书内容曾经编者几次集体讨论和审阅者整理,但由于我们知识水平有限,还会有许多缺点和错误,诚恳希望老师们给予批评指正。

北京市海淀区教师进修学校

1982.7.

目 录

第一章 硫 硫酸

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1. 硫和铜化合.....(1) | 9. 硫化氢的强还原性.....(17) |
| 2. 硫和铁化合.....(3) | 10. 氢硫酸盐的性质.....(20) |
| 3. 硫化氢燃烧.....(5) | 11. 二氧化硫的性质.....(21) |
| 4. 二氧化硫的漂白性.....(8) | 12. 可溶性亚硫酸盐的鉴别.....(23) |
| 5. 浓硫酸与铜反应.....(11) | 13. 接触法制硫酸.....(24) |
| 6. 硫酸根离子鉴定.....(13) | 14. 浓硫酸氧化木炭.....(26) |
| 7. 硫酸的性质 硫酸根离子检验.....(15) | 15. 溶液里的离子反应.....(27) |
| 8. 硫和氢化合.....(16) | |

第二章 摩尔 反应热

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1. 配制 0.5M 的食盐溶液.....(30) | 的测定.....(31) |
| 2. 阿佛加德罗常数 | 3. 中和热的测定.....(34) |

第三章 物质结构 元素周期律

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. 钠、镁跟水反应的比较.....(37) | 3. 氢氧化铝是两性氢氧化物.....(40) |
| 2. 镁、铝与盐酸反应的比较.....(39) | 4. 钾、钠金属性比较.....(43) |

第四章 氮族

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. 氮跟水反应.....(45) | 9. 硝酸盐受热分解.....(60) |
| 2. 氮跟氯化氢反应.....(47) | 10. 红磷和白磷着火点的比较.....(62) |
| 3. 氮的催化氧化.....(49) | 11. 白磷的自然.....(64) |
| 4. 氮的实验室制法.....(51) | 12. 硝酸的性质.....(66) |
| 5. 氮的性质 铵离子的检验.....(53) | 13. 炭在硝酸里燃烧.....(66) |
| 6. 氯化铵受热分解.....(54) | 14. 二氧化氮溶于水制硝酸.....(67) |
| 7. 氮催化氧化法制取硝酸.....(55) | |
| 8. 铜片和硝酸作用.....(58) | |

第五章 化学反应速度和化学平衡 合成氨

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. 浓度对化学反应速度的影响.....(70) | 的影响.....(73) |
| 2. 温度对化学反应速度的影响.....(71) | 5. 压强对化学平衡的影响.....(76) |
| 3. 催化剂对化学反应速度的影响.....(72) | 6. 温度对化学平衡的影响.....(79) |
| 4. 浓度对化学平衡 | 7. 氮气与氢气合成氨.....(80) |

第六章 碳族 胶体

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. 用木炭还原氧化铜.....(84) | 7. 分子量测定.....(98) |
| 2. 镁在二氧化碳里燃烧.....(87) | 附录一、本书实验中常用溶液浓度.....(101) |
| 3. 硅酸的形成.....(89) | 附录二、实验室常用酸、碱的浓度.....(102) |
| 4. 胶体的渗析.....(91) | 附录三、常用溶液的配制.....(103) |
| 5. 电泳现象.....(92) | |
| 6. 胶体的凝聚.....(97) | |

第一章 硫 硫酸

[实验一] 硫和铜化合

反应原理 $2\text{Cu} + \text{S} \triangleq \text{Cu}_2\text{S}$

仪器药品 铁架台、酒精灯、干试管、火柴、药匙。粗铁丝、硫粉、细铜丝。

实验装置 见图 1-1

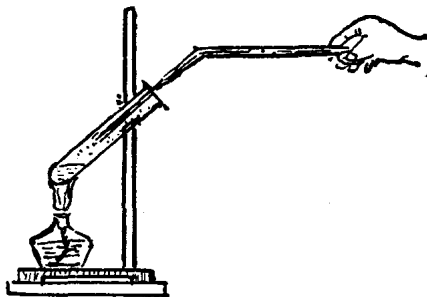


图 1-1 铜在硫蒸气里燃烧

操作步骤

1. 将细铜丝用砂纸擦亮，让学生观察金属光泽及颜色。然后把铜丝松松地扭成一束，系在粗铁丝的一端。
2. 在一支干燥的试管中加入 1—2 勺硫粉按实验装置图固定在铁架台上。
3. 点燃酒精灯加热试管，当硫激烈地沸腾时，将系住的那束铜丝伸入试管和高温硫蒸气接触。

现象结论

1. 硫粉是淡黄色粉末, 加热到 112.8°C 时, 硫开始熔化变成易流动的深黄色液体。随着温度继续升高, 硫的颜色逐渐加深, 由深黄色变为暗红色, 流动性也减小变得粘稠起来。继续加热, 重新变为易流动的黑红色液体, 444.6°C 硫沸腾产生硫蒸气。试管底部的硫蒸气温度较高保持暗红色, 接近试管口的地方有黄色硫蒸气, 试管壁上附一层由硫蒸气凝结而成的黄色晶体。

硫单质的分子式是 S_8 , 这个分子具有环状结构, 每个硫原子采用 SP^3 杂化, 并形成两个共价单键。当单质硫加热到高于 160°C 时, S_8 开始破裂形成开链状的线型分子并且聚合成成为更长的长链, 因此流动性变小。进一步加热到 290°C 以上时, 长链断裂为较小的分子如 S_6 、 S_3 、 S_2 等, 444.6°C 时, 硫达到沸点, 蒸气含有 S_2 的气态分子。

2. 未反应前铜丝有红色金属光泽, 伸入试管中与热的硫蒸气反应时, 铜丝燃烧而发红, 取出反应完毕的铜丝, 见它失去原有的金属光泽而成为黑色, 同时也失去金属的可塑性变成黑而脆的硫化亚铜, 稍用力可以将生成的硫化亚铜折断。

实验讨论

1. 实验失败时, 往往只能看到铜丝表面有一薄层黑色的硫化亚铜生成, 而不能看到铜丝燃烧放热发红的现象。为保证实验成功, 铜丝不能太粗, 否则它和硫蒸气的接触面过小而不能燃烧起来, 因此应选用电线里拆出来的细铜丝, 扭成一束使用。

2. 为成功地看到实验时铜和硫激烈化合放热而发红, 操作时须加热到硫激烈地沸腾, 有大量高温硫蒸气(主要是 S_2), 即在试管的底部有暗红色硫蒸气时, 迅速将擦亮的铜丝

伸入试管和暗红色硫蒸气接触立即可以看到反应现象。此时铜丝不能只伸到试管口和黄色的硫蒸气接触，而要尽量将铜丝伸到试管底部至熔融态硫的上方。

3. 不能为了想看到铜燃烧的红热现象，而将铜丝预先烧红再放入硫蒸气中。这样会使铜丝因加热而表面氧化生成氧化铜，阻碍了铜和硫蒸气的接触，反而看不到燃烧现象，因此铜丝不要事先预热。

4. 若硫蒸气温度不够高时，将铜丝伸入试管，铜丝表面变黑生成硫化亚铜，但只是较薄的一层。由于反应不强烈放出热量少，就不能看到铜丝燃烧而发红。

表面已生成硫化亚铜的铜丝再伸入到高温硫蒸气中也不会看到红热现象。因此必须用砂纸将硫化亚铜全部擦掉重新实验。

5. 为获得高温硫蒸气应选择燃烧良好的酒精灯。

6. 加热完毕的试管粘有未反应完的硫不易洗掉。最好用管口已有破损的试管进行实验，实验完毕后把它扔掉。

[实验二] 硫和铁化合

反应原理 $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$

仪器药品 酒精灯、试管夹、研钵、试管、火柴、药匙。硫粉、还原铁粉。

实验装置 见图 1-2

操作步骤

1. 用药匙取少量还原铁粉放在白纸片上用磁铁隔着纸片吸引还原铁粉。

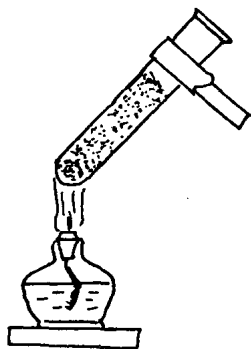


图 1-2 铁和硫化合

2. 称取硫粉和还原铁粉按质量4与7之比充分混和，(由于加热时硫升华，而部分损失。因此，实际称量时称4.5克硫粉与7克铁粉，可作四次实验)用研钵研磨放入试管中。

3. 把试管底轻轻地桌上冲击几下，使试管中混和物粉末之间接触紧密不留空气。

4. 加热试管，(加热时集中在一点上)直到试管底红热，立即离开酒精灯，观察试管中硫与铁化合时的放热现象。

5. 试管稍冷却后，取出硫与铁反应生成物经研磨后仍放在白纸片上，用磁铁吸引它。此时，可以比较磁铁对还原铁粉及对反应生成物吸引的差别。

现象结论

1. 还原铁粉可以被磁铁吸引。

2. 加热反应物看到红热现象，离开酒精灯后，红热现象由试管底部开始蔓延至其余部分的反应物。说明硫与铁在一定温度下发生反应。铁和硫化合是个放热反应，放出的热量可以使反应继续进行。

3. 反应后生成的黑色物质不能被磁铁吸引。证明此黑色物质不是铁，而是生成的新物质硫化亚铁。

实验讨论

1. 实验效果不好时是灼热到发红的程度不明显，生成的粉末仍被磁铁吸引。其原因是铁粉和硫粉不纯或颗粒太粗，铁粉应取化学纯还原铁粉，硫粉取纯净研细的硫粉。

2. 按一般的加热方法会使部分的硫粉在未反应之前蒸发掉，从而留下未反应的铁粉就仍能使生成物被磁铁吸引。因此加热时，应集中在一点加热。

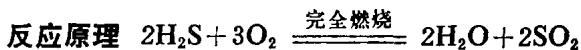
3. 由于硫和铁反应放热量大，试管会被烧坏，最好用管口已有破损的试管来代替完好的试管做这个实验。

4. 除硫与铜、铁反应外,也可以演示硫粉与锌粉的反应,操作时硫粉与锌粉按质量 2 与 1 之比混和均匀后放在铁盘内加热至反应发生。移去酒精灯,反应继续剧烈进行,火花四射,生成黄白色的硫化锌(铁盘应放在铁架台上加热)。

简易方法可称取 4 克锌粉与 2 克硫粉混和均匀,在石棉网或砖头、瓦片上堆成小沙丘状,并将石棉网放在桌面的沙盘上。将玻璃棒一端在酒精灯(或酒精喷灯)上烧红,迅速插进混和物中,可以看到剧烈反应,燃烧并发出亮光,产生黄白色的硫化锌成一圆饼粘在玻璃棒上。或用堆沙丘的方法也可以演示硫与铁、硫与铝的化合。硫与铝反应时,硫粉与铝粉的质量按 16 与 9 之比混和,而每次演示只需要混和物 2—3 克。

5. 若没有还原铁粉,不能用铁屑或放置长久的铁粉,可以用锉刀将新锉下的铁粉代替还原铁粉。

[实验三] 硫化氢燃烧



仪器药品 简易气体发生器、带尖嘴的导管、胶管、蒸发皿、坩埚钳。硫化亚铁、6M 盐酸、品红溶液。

实验装置 见图 1-3

操作步骤

1. 按图 1-3 装好仪器,检查装置的气密性。
2. 在大试管内装入硫化亚铁,长颈漏斗内装入盐酸。
3. 打开气体发生器旋塞,待空气排净后,点燃硫化氢气体,观察火焰。
4. 将湿润的品红试纸悬在火焰的上方,观察品红试纸颜

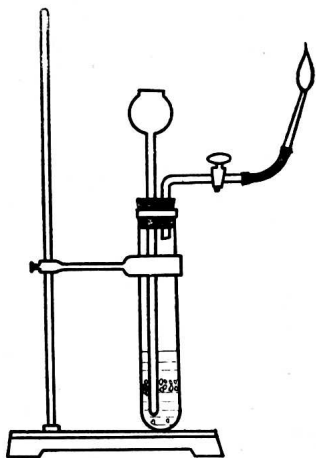


图 1-3 硫化氢燃烧

色变化。

5. 将洗净的蒸发皿用坩埚钳夹住,使蒸发皿底部靠近硫化氢的火焰,观察蒸发皿底部发生什么现象。

现象结论

1. 硫化氢是可燃性气体,燃烧时呈淡蓝色火焰,火焰上方湿的品红试纸褪色,说明硫化氢完全燃烧时生成二氧化硫气体。

2. 靠近火焰的蒸发皿底部附着硫的黄色细粉及水珠。说明硫比氢在不完全燃烧时生成了硫和水。

实验讨论

1. 硫化氢和空气混和,当达到爆炸极限时,点燃就要爆炸。因此,在点燃气体之前须等待反应进行一段时间,使气体发生器内的空气排净后,经过验纯(用排气取气法收集硫化氢气体于小试管中,用酒精灯点燃)才可以点燃从导管尖端排出来的硫化氢气体。

2. 制取硫化氢气体时,不可用硝酸及浓硫酸,因为它们都有氧化性。

用实验室存放过久的硫化亚铁制取硫化氢反应速度很慢。这主要是硫化亚铁置于空气中被氧化。结果使亚铁变为三价铁的氧化物, S^{-2} 也被氧化变为硫的单质。为此制取硫化氢气体时,最好用新烧制的硫化亚铁。

为了能清楚地看到硫化氢气体的燃烧,要求产生硫化氢的速度快,除用新制的硫化亚铁外;还可以把盐酸加热至 30°C 再倒入长颈漏斗,注意盐酸不能过稀,用1:1的盐酸较适宜。

少量制取硫化氢气体时,可以改用更简易装置见图1-4。此装置的优点是在反应速度慢时对反应物还可以加热。



图1-4 制硫化氢简易装置

3. 品红试纸制法:用0.01克品红溶于70毫升水中用滤纸沾取该溶液,制得品红试纸。实验时将品红试纸卷成喇叭口状用坩埚钳夹住,罩在火焰上方。

4. 实验完毕把装置移至室外通风处。

5. 用土法制硫化氢

将5份重的石蜡,3份重的硫磺和1份重的石棉丝混匀、研碎。取1~2克混和物放入硬质试管中,将带有导管的胶塞塞好,象实验室制取氧气的装置装在铁架台上,用酒精灯稍稍加热,就有硫化氢气体产生。

这种方法制取硫化氢,操作简便,产生气体容易控制,加热便有气体放出,加热停止很快就没气体放出,原料易得,但混有二硫化碳和石蜡蒸气杂质。

[实验四] 二氧化硫的漂白性

反应原理 二氧化硫能和某些有色物质化合生成不稳定的无色物质，这种无色物质容易分解而使有色物质恢复原来的颜色。

仪器药品 圆底烧瓶、分液漏斗、双孔胶塞、铁架台、铁夹、铁环、石棉网、酒精灯、火柴、胶管、玻璃导管、试管、烧杯、试管夹。亚硫酸钠、 $12M$ 硫酸溶液、 $1M$ 浓 $NaOH$ 溶液。

实验装置 见图 1-5

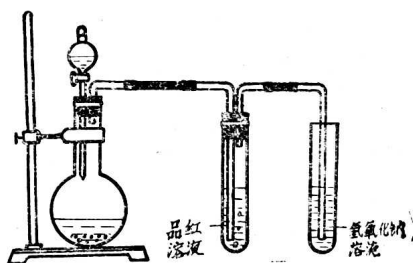


图 1-5 二氧化硫漂白

操作步骤

1. 将装置连接好。检查气密性。
2. 大约取 10 克亚硫酸钠放入烧瓶中，分液漏斗中加入 $12M H_2SO_4$ 溶液 25 毫升。
3. 试管中加入 10 毫升品红溶液，另一试管中加入半试管 $1M$ 氢氧化钠溶液。
4. 打开分液漏斗旋塞使硫酸溶液滴入烧瓶中，（若产生二氧化硫过慢时可用酒精灯加热）至品红溶液呈无色为止。
5. 将完全褪色的品红溶液置于酒精灯火焰上加热，观察

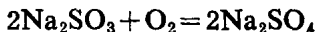
溶液颜色的变化。

现象结论

1. 烧瓶内发生剧烈反应产生大量的气泡,生成的气体是二氧化硫。
2. 品红溶液褪色,说明二氧化硫有漂白性。
3. 加热褪色的品红溶液又变为红色,说明二氧化硫与有机物形成的无色物不稳定,这种无色物易分解而恢复原来的颜色。

实验讨论

1. 亚硫酸钠跟硫酸反应产生二氧化硫,如果亚硫酸钠放置过久,可能被氧化为硫酸钠。



因此,用放置过久的亚硫酸钠进行实验时,只有很少的二氧化硫产生。这是应加以注意的。因此实验时用新打开瓶盖的亚硫酸钠,取用后立即用蜡把瓶口密封。

若无亚硫酸钠或亚硫酸钠放置已久,则可以改用铜片与浓硫酸反应来制取二氧化硫。

2. 品红溶液不宜过浓。

3. 为了全面认识二氧化硫的性质,除演示使品红溶液褪色外,还可以演示二氧化硫对石蕊溶液,饱和硫化氢溶液,碘水的作用。即在另三个试管中依次加入上述溶液 5 毫升,当品红溶液褪色后,把盛放品红溶液的试管取下,而把盛有石蕊溶液,饱和硫化氢溶液,碘水的试管分别换上。也可以将各个试管串联起来装置如图 1-6(药品用量如前所述)。

4. 投影演示:用试管或小烧杯放入 1-2 厘米高的石蕊溶液,品红溶液,饱和硫化氢溶液及碘水。再分别向其中加入亚硫酸的饱和溶液至获得明显现象。

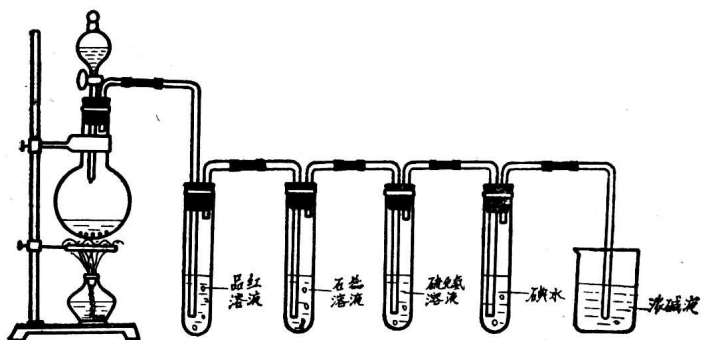


图 1-6 二氧化硫性质

现象: 紫色石蕊溶液变红, 品红溶液褪为无色, 硫化氢无色透明溶液变成乳白色混浊液, 碘水由棕红色褪为无色。

反应如下: $2\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 = 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$

$\text{I}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$

5. 二氧化硫是污染大气的有害气体, 吸入人体内部会引起呼吸道疾病, 因此实验时剩余的二氧化硫应用碱液吸收。

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

6. 将盛有被二氧化硫漂白的品红溶液加热时, 不稳定的无色物分解, 逐渐恢复了品红原有的红色, 随温度升高气体在水中的溶解度减小, 因而闻到二氧化硫的刺激性气味。

加热后红色的品红溶液渐渐冷却时又可以看到红色逐渐褪去以至又成为无色溶液。这是由于原溶液加热时只逸去一部分二氧化硫气体, 但溶液中还存在着二氧化硫, 它又使品红溶液变为不稳定的无色物质。对此无色物质再加热, 仍能看到此不稳定物质分解而恢复为原来的红色。为使漂白的品红溶液完全恢复它的红色, 而不再和溶液中的二氧化硫反应生成无色物质, 就应该把加热煮沸的时间延长 1—2 分钟, 使