

高中化学实验初探

高中化学实验初探

上海教育出版社



高中化学实验初探

凌 清 玲

上海教育出版社

内 容 提 要

本书分两篇,第一篇课堂实验,第二篇简单玻璃仪器的加工和部分实验装置。作者针对目前各地中学“缺仪(器)少药(品)”的现象,结合中学教学实际,改进了课本上部分难做的演示实验和学生实验,使内容比课本上更充实。另外还介绍了因陋就简,修旧利废自制改装仪器装置的小例子。叙述详细具体,不拘形式,是中学化学教师和实验室工作人员必备的一本教学参考书。

高中化学实验初探

凌 清 玲

上海教育出版社出版

(上海永嘉路123号)

总发书处上海发行所发行 江苏高邮印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.75 字数 56,000

1982年2月第1版 1982年2月第1次印刷

印数 1—19,000本

统一书号: 7150·2653 定价: 0.24元

前 言

化学是一门实验性很强的科学。在搞好课堂教学的同时,加强实验教学(包括课堂演示实验和学生实验),不仅能调动学生学习化学的积极性,帮助他们正确地理解和巩固所学过的化学知识,而且能培养学生观察现象,分析问题解决问题的能力以及实际操作能力,提高化学教学质量。基于上面的认识,根据全日制十年制学校中学化学教学大纲(试行草案)的要求,我们总结了多年来的教学实践,并参考国内外有关资料和经验,编写了这本《高中化学实验初探》。借此,帮助实验条件差的学校和新教师解决课堂演示实验和学生实验中常遇到的困难。如指明实验的成败关键和注意事项,选用代用药品,自制改装仪器,修旧利废等。有的实验介绍了多种方法,教师可根据自己的条件选择或指导学生课外活动。另外还适当补充了内容紧扣课本的实验。这些实验现象明显,操作简便,费时不多,并附有插图,供广大中学教师和实验室工作人员备课时参考。

本书选编的实验,我们都反复做过,并且在上海地区作过多次示范教学,得到中学教师的欢迎。但是限于我们的水平和经验,本书肯定还有些不完善的地方,恳切希望广大读者批评指正。

凌 清 玲

一九八一年四月

目 录

第一篇 课堂实验

一、高一部分	1
1. 硫和铜的反应	1
2. 硫化氢的还原性	1
3. 硫化氢的受热分解	2
4. 制备硫酐	3
5. 接触法制硫酸	6
6. 阿佛加德罗常数的测定	7
7. 中和热的测定	9
8. 氨在水中的溶解度——喷泉试验	11
9. 氨和酸的反应	11
10. 氨氧化法制硝酸	12
11. 碳酸氢铵的受热分解	14
12. 硝酸盐的受热分解	15
13. 浓度对化学反应速度的影响	16
14. 催化剂对反应速度的影响	17
15. 压强对化学平衡的影响	20
16. 氨的合成	20
17. 丁达尔现象	23
18. 胶体的布朗运动	24
19. 渗析	26
20. 氢氧化铁溶胶的电泳现象	27
二、高二部分	29
1. 电解质溶液的导电性	29

2. 饱和食盐水的电解	30
3. 镀锌	31
4. 铝热剂	33
5. 硬水的软化	34
6. 铁和氯气的反应	38
7. 铁和水的反应	39
8. 氢氧化亚铁的制备	41
9. 一氧化碳还原三氧化二铁	41
10. 甲烷的制取和性质	42
11. 甲烷和氯气的反应	44
12. 苯和高锰酸钾溶液的反应	45
13. 甲苯、二甲苯的氧化	46
14. 乙醇结构式的测定	46
15. 肥皂的制取	49

第二篇 简单玻璃仪器的加工及部分实验装置

一、简单玻璃仪器的加工	50
二、部分实验装置	57
1. 投影演示仪器	57
2. 自制水电解器	58
3. 自制小型气体启普发生器	59
4. 自制验温器	60
5. 二氧化硫气体使品红溶液褪色的演示投影装置	61
6. 气体发生装置的改进	62
7. 气体的贮藏	64
8. 塑料洗瓶的制作	65
附录一 酸和碱的百分比浓度和比重($\frac{15^{\circ}}{4^{\circ}}\text{C}$)对照表	67
附录二 配制一定百分比浓度溶液时所需药质的量	68

附录三	已知比重配制一定百分比浓度的酸碱溶液	69
附录四	几种常用酸碱的浓度	69
附录五	酸类溶液的配制	70
附录六	碱类溶液的配制	71
附录七	盐类溶液的配制	72
附录八	易水解的盐溶液的配制	74
附录九	特殊试剂的配制	75
附录十	常用洗涤液的配制或使用	76
附录十一	指示剂的配制	77
附录十二	几种试纸的制取	78
附录十三	土壤里氮磷钾速测实验中部分试剂的配制	79

第一篇 课堂实验

一、高一 部分

1. 硫和铜的反应

实验分析 做高中课本第一册[实验 1-1]，把铜丝伸进试管后，有时因为硫蒸气不足，看不到铜丝在硫蒸气中燃烧的现象。建议按下述方法改进。

操作 把盛硫粉的大试管垂直固定在铁架台上，加热试管到硫沸腾并有大量硫蒸气产生时，将一束细铜丝伸入管内硫蒸气最浓处，铜丝就在硫蒸气里燃烧，发出红光，并生成黑色的硫化亚铜。

说明 1. 铜丝要稍细些，最好用从导线里拆出来的细铜丝，用砂皮擦去表面的氧化膜，再把它扭成一束。

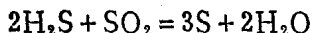
2. 加热产生的硫蒸气又多又浓，至少占半试管时，才能把铜丝伸入试管，但是不要碰到试管壁。

3. 切勿事先加热铜丝，以免表面的铜变成氧化铜，不能和硫反应。

2. 硫化氢的还原性

原理 硫化氢有强还原性，它能把二氧化硫还原成单质

硫。



仪器 简易启普发生器(作硫化氢发生器) 二氧化硫发生器(蒸馏烧瓶、单孔塞、分液漏斗) 集气瓶(250 毫升) 两只 毛玻片两块

药品 硫化亚铁 盐酸(1:1) 亚硫酸钠 浓硫酸

操作 在课前制取二氧化硫和硫化氢气体各一瓶(一定要装满),用毛玻片盖好。演示时把两个集气瓶的瓶口对合在一起,抽去毛玻片,片刻,瓶壁上有析出的硫(图 1)。



图 1 二氧化硫和硫化氢的反应

说明 1. 为了加快反应,预先在其中一个瓶里滴几滴水。

2. 二氧化硫的密度比硫化氢大,所以对合瓶口时,装二氧化硫的瓶应放在上面,便于二氧化硫下沉,跟硫化氢迅速混和。

3. 硫化氢的受热分解

目的 认识硫化氢的不稳定性。

原理 硫化氢加热到 300°C 以上,就分解成氢气和硫。



仪器 简易启普发生器 附有双孔塞的大试管 直
角导管 尖嘴玻璃管 酒精灯 铁架台(附铁夹)

药品 硫化亚铁 盐酸(1:1) 滤纸

操作 如图 2 所示连接实验装置。在右边的试管里放硫化亚铁和稀盐酸。在试管的外部贴一条沾湿的滤纸,用来冷

却生成的硫。

待硫化亚铁和盐酸反应后,打开夹子,让硫化氢气体通入试管。用酒精灯加热试管,不久,黄色的硫沉积在导管口和贴有湿滤纸条的试管内壁上,氢气从尖嘴玻璃管口逸出(其中混有少量硫化氢气体),可以点燃。

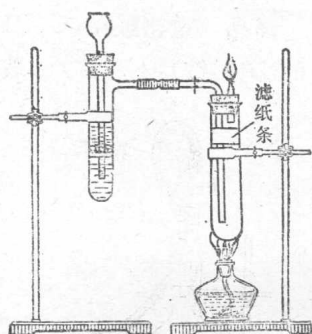
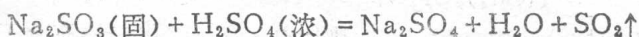


图2 硫化氢的受热分解

4. 制备硫酐

目的 用催化氧化二氧化硫的方法制得固体三氧化硫,帮助学生了解“三氧化硫是一种无色易挥发的固体”。

原理 实验室中常用亚硫酸钠和浓硫酸反应来制取二氧化硫气体。



在适当的温度下,二氧化硫和过量的氧混合,在三氧化二铬催化下生成三氧化硫。



三氧化硫气体经冰和食盐(或硝酸铵)混和物冷却后,就成为无色的晶体。

仪器 蒸馏烧瓶(250 毫升) 分液漏斗(60 毫升)
广口瓶(125 毫升) 拉细的大试管 烧杯(500 毫升)
大试管 球胆 酒精灯 铁架台(附铁夹) 石棉网
双孔塞 三孔塞 气唧 螺旋夹 直角导管数根

药品 重铬酸铵(C.P) 浓硫酸 亚硫酸钠 食盐(或硝酸铵) 冰 玻璃丝

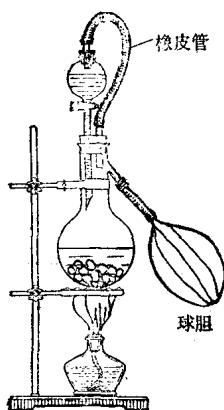


图3 SO₂气体的制取

操作 1. 二氧化硫的制取：如图3装置，在分液漏斗里装30毫升浓硫酸，打开活塞，把浓硫酸逐滴加到盛有50克亚硫酸钠的蒸馏烧瓶中。小心地加热烧瓶，待大量二氧化硫气体产生时，收集到球胆中备用。

2. 催化剂三氧化二铬的制备和装入：取2克重铬酸铵堆放在石棉网上，用酒精灯加热。分解一开始，立即移去灯

火，重铬酸铵剧烈分解，生成暗绿色的三氧化二铬。



重铬酸铵分解完全后，再加热片刻，使三氧化二铬充分干燥。冷却后，把新制的三氧化二铬装入试管，再放平试管，让三氧化二铬平铺在试管的一边管壁上。把玻璃导管插到试管中央接近管底处（离管底约0.5厘米），塞紧橡皮塞，慢慢竖直试管，三氧化二铬就均匀地分散在导管周围（别让三氧化二铬堵住导管口，以免妨碍气体流通），便于混和气体和催化剂充分接触（图4）。

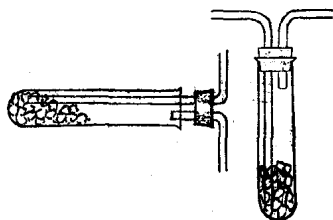


图4 催化剂的装入

为了不使催化剂被气流带出，可以在导管出口处放些玻

璃丝(图5)。

3. 硫酐的制备: 如图6装置(先不要接承接管, 检查一

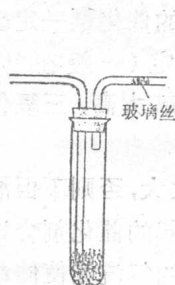


图5 玻璃丝的装入

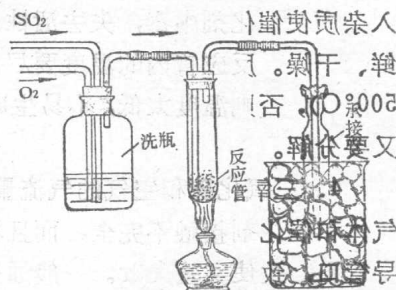


图6 制备硫酐的装置

下整个装置, 使它不漏气。加热反应管, 预热一会催化剂, 微微打开球胆夹子, 轻轻挤压球胆和气唧, 让二氧化硫和氧气一起经过洗气瓶, 被浓硫酸干燥、除尘后进入反应管。当管里产生白雾时, 立即接上承接管, 生成的三氧化硫(导管约插到占整个承接管长度的三分之二处)进入承接管。为了减少三氧化硫气体的逸出, 在承接管管口塞少量棉花, 但是不要塞得太紧。不一会, 导管和承接管管壁上就附有三氧化硫晶体。如果做得好, 从通入气体到生成三氧化硫晶体只需15分钟。最后, 先移去酒精灯, 再停止鼓气, 并用高温细火焰(去掉煤气灯灯管, 再点燃)强热承接管的拉细处, 迅速拉去上半部分并封住承接管细口。

说明 1. 制备固体三氧化硫(硫酐)用的催化剂五氧化二钒, 一般中学都没有。本实验改用价廉又易取的三氧化二铬作催化剂, 预先充好二氧化硫气体的球胆, 便于控制三氧化硫气体流量, 可以较顺利地制得硫酐。

2. 实验所用的仪器必须非常干燥, 不然催化剂要失效。

三氧化硫吸潮也会变成难于收集的酸雾。

3. 盛放催化剂的石棉网要干净(最好用新的), 以免混入杂质使催化剂中毒, 失去活性。实验用的催化剂一定要新鲜、干燥。反应管内的温度要尽量保持恒定(一般在 $400 \sim 500^{\circ}\text{C}$), 否则温度太低, 不易生成三氧化硫, 太高, 三氧化硫又要分解。

4. 三氧化硫和空气的气流量都不能太大, 否则不但混合气体和催化剂接触不完全, 而且被气流冲起的催化剂会堵住导管口, 致使实验失败。一般通过反应管的气流能使催化剂表面有微小起伏即可。

5. 承接管是把大试管管口拉细后制成的, 以便封口。封口后, 承接管不能立即离开火焰, 要慢慢缩小火焰, 逐渐降低封口的温度到冷却, 以防温度骤变使封口破裂。

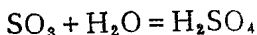
6. 承接管和反应管间的橡皮管要短些, 以免橡皮管被腐蚀, 杂质混进生成物中。

7. 往冰块中加食盐(或硝酸铵), 使冰盐混合物的温度保持在 -5°C 以下。必要时还可以在冰块的空隙间注满水, 使冰盐混合物跟承接管充分接触, 促使三氧化硫晶体生成。

5. 接触法制硫酸

目的 了解工业上用接触法制硫酸的化学原理。

原理 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cr}_2\text{O}_3} 2\text{SO}_3$



仪器 蒸馏烧瓶(250 毫升) 广口瓶(125 毫升) 分液漏斗(60 毫升) 球胆 气唧 大试管四支 石棉网 三孔塞 酒精灯 直角导管数根

药品 亚硫酸钠 浓硫酸(C.P) 重铬酸铵(C.P)
氢氧化钠(10%)

操作 装好制取三氧化硫的装置(见实验4)。分别在三

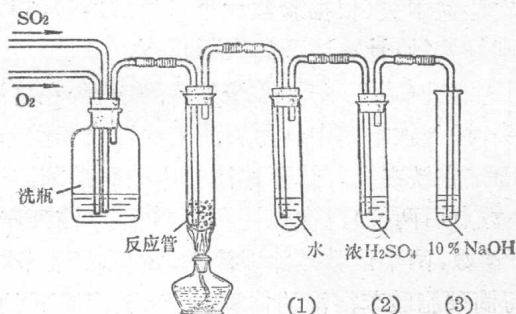


图7 接触法制硫酸

支试管里盛等体积(约是试管容积的四分之一)的水、浓硫酸和10%的氢氧化钠溶液(图7)。

反应开始后不久,试管(1)的水面上出现浓厚的白雾,试管(2)内白雾近于消失,这说明工业上必须用浓硫酸来吸收三氧化硫。氢氧化钠溶液用来吸收剩余气体,防止三氧化硫逸入空气,污染环境。

6. 阿佛加德罗常数的测定

实验分析 高中课本第一册学生实验二“阿佛加德罗常数的测定”是个比较复杂的定量实验。根据我们的体会,除了搞清基本原理和实验步骤外(实验步骤参阅课本),还要注意下面几点:

根据公式 $N = \frac{MSV}{Amv(d-1)}$ 可知: S 、 V 、 m 是变量,需要

准确测得。

1. 由于 $S = \pi r^2$ ，所以实际上 r 是变量。脸盆的直径比水槽大，用脸盆代替水槽，可以减小误差。把一根一定长度的玻璃棒放在脸盆中央（根据脸盆大小，自己制作），加水到液面和玻璃棒刚好接触，计算液面的表面积 S 。

2. 用 1 毫升（或 2 毫升）移液管代替滴管，在移液管上套个乳胶滴头，插入软木塞中。用移液管吸取硬脂酸苯溶液后，把软木塞固定在铁夹上。记下移液管中硬脂酸苯溶液的读数（估计到小数点后两位），往烧杯里滴 20~30 滴硬脂酸苯溶液，再记下读数，两个读数差除以滴数，重复做两三次，取平均值，就是每滴硬脂酸苯溶液的体积 v 。为了使滴下的每一滴硬脂酸苯溶液的体积尽可能一样，操作时移液管必须垂直，捏挤乳胶滴头的用力要一样。另外，假如移液管内有气泡，应及时除去。移液管下口外有余液，要用滤纸吸净。

3. 硬脂酸和苯的纯度要高，最好用分析纯（AR）的。苯里常含有极少量的水分，应该除去。方法是在 300 毫升分析纯苯中加无水氯化钙 5 克，充分振荡后过滤。如果条件许可，脱水后再蒸馏，收集沸点是 $80^{\circ}\text{C}/760$ 毫米汞柱的馏分，效果更好。

4. 要准确称量硬脂酸和配制硬脂酸苯溶液，用量是 0.36 克/升~0.4 克/升。配好后塞紧瓶塞，以免苯挥发。

5. 往脸盆里滴加硬脂酸苯溶液时，一定要等苯挥发后，再滴下一滴。尤其是最后 1~2 滴溶液扩散得很慢，往往要等 5~6 分钟，必须耐心观察。待滴下的溶液不再扩散，成透镜状液滴时，停止滴液。重复上述操作 2~3 次，记下硬脂酸苯溶液滴数的平均值。重复操作时，一定要使用相同的仪器，并

先挤净移液管内剩余的硬脂酸苯溶液，吸取新鲜溶液，以免移液管口的苯挥发，引起溶液浓度变化。

6. 仪器要洁净，脸盆要先用碱水洗，再用自来水漂净。如果不干净，硬脂酸单分子膜就难以形成。

7. 也可以用直径 10~12 厘米的培养皿代替水槽，虽然培养皿的表面积比水槽小，但是如果把原来浓度的硬脂酸苯溶液稀释十倍，效果同样也很好。并且培养皿容易洗净。

7. 中和热的测定

实验分析 高中课本第一册学生实验四“中和热的测定”也是个要求较高的实验。按照课本的规定去做，误差较大。除了保温、隔热不好外，酸、碱溶液的浓度也较大。这样溶液中阴阳离子的相互牵制，消耗了一部分中和热。另外在计算中和热时，近似地认为酸碱溶液的密度、比热都跟纯水一样，但实际上，它们的密度、比热比纯水大，因此实验得出的中和热比理论值要小。如果用个换算因数来减少误差，学生又感到不好理解。

中和热是“水溶液中的反应热”。根据溶液中热效应的一些规律，测定中和热所用溶液的浓度只能在 0.1~0.3N 之间。经过实践，如果用 0.27M 氢氧化钠溶液和 0.25M 盐酸做，误差就能减小，基本上达到理论值。

在隔热方面，我们还改进了课本中的实验步骤 1：在大烧杯里放些碎纸条，把小烧杯放在碎纸条上，利用两个烧杯间的空气隔热。把插粗玻璃管（管中插着玻璃搅拌器）和温度计的泡沫塑料盖盖在大烧杯上，泡沫塑料盖要尽量和杯口吻合，如有空隙，用棉花填塞，防止热量散失。实验步骤 2、3 参阅课

本。实验步骤4改进如下：通过粗玻璃管把氢氧化钠溶液注进小烧杯，立即把套在搅拌器上的小硬纸片盖在玻璃管管口上，小心地用玻璃搅拌器搅拌溶液，待反应充分，溶液温度上升稳定后，记下读数。实验步骤5参阅课本(图8)。

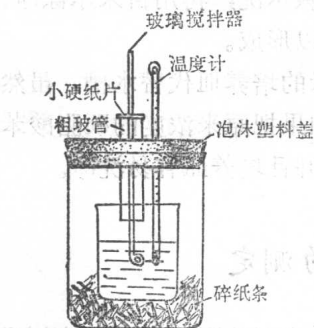


图8 中和热的测定

说明 1. 0.25 M 盐酸溶液的配制：取 100 毫升 0.5 M 盐酸溶液稀释到 200 毫升。

0.27 M 氢氧化钠溶液的配制：取 100 毫升 0.6 M 氢氧化钠溶液稀释到 222 毫升。

2. 配好的盐酸和氢氧化钠溶液要冷却到室温后才能使用。倾倒时，尽量不要把碱液倒在粗玻璃管外，并且酸、碱溶液要一次倒尽。

3. 如果用 $0\sim 150^{\circ}\text{C}$ 范围的水银温度计测量温度，实验误差较大。因此最好用 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围的水银温度计，还可以读到 0.2°C 。测量时，要把温度计的水银球完全浸没在溶液中，稳定一段时间后再读数。

4. 室温在 25°C 以上时，可以用硬纸板代替泡沫塑料盖。

5. 为减少热量损失，不要在风口做实验。

6. 在室温较低时，可以采用图9的保暖装置：在一块厚

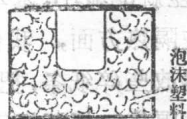


图9 用泡沫塑料隔热

泡沫塑料中间挖一凹坑，刚好能放下如图8的小烧杯，再在上