

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中学化学教学法实验



## 中学化学教学法实验

## 绪论

### 一、中学化学教学法实验的目的和任务

中学化学教学法实验是中学化学教学法课程的重要内容之一。它的目的是使学生在已有的教育学科和化学专业知识的基础上，根据中学化学实验教学的要求，初步掌握中学化学实验教学的技能，培养学生独立从事中学化学实验教学的初步能力，为学生毕业后进行中学化学实验教学和实验研究打下基础。其基本任务是：

1. 掌握中学化学教学中某些典型实验的教学方法及某些典型仪器在中学化学实验教学中的应用；
2. 培养学生进行中学化学课堂实验的准备和演示、以及为中学生实验作准备实验的初步能力；
3. 培养学生根据中学化学教学内容的需要和中学化学实验教学的要求，以及中学现有设备条件的情况，自行设计和改进中学化学实验、装配实验仪器的初步能力。

### 二、中学化学教学法实验对学生的要求

中学化学教学法实验的性质和任务与其他化学实验课（例如无机化学实验课、有机化学实验课、分析化学实验课等）有所不同。首先，后者着重帮助学生认识和掌握本门学科的基础知识和基本技能；而前者则是作为培养学生的教学能力的一种途径，它以学生已有的化学基础知识和基本技能为基础，着重训练和培养学生独立从事中学化学实验教学的基本技能（这可称之为化学教学法实验的“教学性”）。在教学法实验中，如果仅仅满足于了解实验所涉及的化学知识和掌握这些实验的操作技能，那就远远未能完成本实验的任务，而与中学生的实验没有多大区别了。再者，由于化学教学法实验更多地考虑的是实验的“教学法”因素，即如何成功地将化学实验运用于化学教学。这就经常会遇到设计或选择教学实验的最优化方案，寻求实验仪器、药品的代用或实验方法的改革等等，因而必须引导学生进行教学实验的设计及实验改革的探索等。故此，化学教学法实验具有明显的研究和探索的性质（这可叫做化学教学法实验的“探究性”）。

有鉴于此，我们特对学习本课的学生提出以下几点要求：

1. 要以教育学、心理学和中学化学教学法的理论作为指导，把教学理论与所学的化学知识充分结合起来，解决中学化学实验教学中的具体问题。要时时处处想到自己是“以中学化学教师的姿态”、为了完成某一教学任务在做实验；
2. 要深入钻研实验和相应的中学化学教材的内容。切实理解该实验在教材中的地位和作用，以及实验本身的基本要求，根据教学的需要和实验条件，认真、细致地设计实验方案，做到目的明确，步骤具体，成竹在胸；
3. 要认真参阅有关资料。既要善于吸取前人的成功经验，又要大胆改革，敢于创新，结合具体条件，完成实验任务；
4. 要严格要求自己。在实验过程中，要注意训练自己实验操作的规范化。要注意培养保持整洁、勤俭节约、严肃认真的工作作风，和精细严谨、实事求是、一丝不苟的科学态度；
5. 要认真总结经验，珍惜自己的实验成果。每个实验之后，要按照要求

认真完成实验总结，写出书面总结报告。

## 实验一 “氧气的性质”演示实验的准备

### 一、实验目的

1. 了解“氧气的性质”演示实验在相应教材和教学中的地位 and 作用，掌握本实验的操作技术，总结实验成功的关键。
2. 初步体会教师应该如何做好预备实验，培养准备演示实验的能力。
3. 探索快速演示“氧气的性质”的简易仪器装置及方法。

### 二、实验题目

1. 木炭在氧气中燃烧
2. 硫在氧气中燃烧
3. 铁丝在氧气中燃烧
4. 蜡烛在氧气中燃烧

### 三、实验步骤

1. 课前写出预备实验计划根据指定的演示实验题目，钻研初中化学课本中有关的实验内容和相应的课文，以及参考资料（见后）。分析本实验在初中化学教材和教学中的地位 and 作用。写出预备实验计划。（要求包括：实验题目，演示目的，仪器药品及材料的名称、规格和数量，实验步骤、装置及操作要点等。）并于实验前交指导教师审阅。

2. 进行预备实验。在实验室按计划进行实验，细心操作，仔细观察，反复研究。注意按演示实验的要求总结本实验成功的关键和注意事项。为此，在实验研究的过程中，应详细记录实验方法及步骤、实际操作条件（如温度，压力，湿度，仪器规格，药品纯度，浓度和用量等）、实验现象（包括正常现象和反常现象）和效果，完成实验所需时间等。

在总结出成功的关键和注意事项，并掌握了本实验的操作技术之后，将必需的仪器、药品和器材，清洁整齐地排列在实验台上，再报告指导教师检查、考核。在这次考核中，重点要求清洁、整齐、操作规范、现象鲜明，迅速得出实验结果、不发生安全事故。

3. 探索快速演示“氧气的性质”的简易仪器装置及方法。

在做好以上预备实验的基础上，进一步为在缺少仪器、药品的条件下能做出“氧气的性质”演示实验探索简易仪器装置及方法，研究自制仪器、药品或代用品。

首先，利用横口管进行“氧气的性质”实验（操作方法见参考资料，已有文献介绍自制和使用横口管的经验），研究、总结用横口管代替常用化学仪器做实验的优缺点。然后本着自力更生、因陋就简而又不失科学性的原则，提出自己设想的简易仪器装置和方法的合理方案，或提出自制仪器、药品以及代用品的设计方案。

4. 按照下列讨论题目进行总结，写出书面报告。

讨论题目：

（1）对上列四个演示实验，分别按直观、简单、安全、可靠的要求，总结出保证实验成功的条件、关键和注意事项。

（2）横口管用在“氧气的性质”演示实验中有哪些优缺点？你在探索快速演示“氧气的性质”的简易仪器装置和方法以及仪器、药品的自制或代用

等方面有什么设想？

(3) 试比较教师备课中进行演示实验的预备实验与学生学习中进行的实验，二者的目的要求有哪些相同点和不同点？

#### 四、参考资料

##### 1. 有关实验操作中的一些问题。

在演示氧气的化学性质时，须事前收集多瓶氧气，如要临时充氧气，最好用贮气瓶，因为用贮气瓶供氧气迅速方便。

各种物质在盛有氧气的集气瓶里燃烧时，反应都比较剧烈，放出大量的热，以致集气瓶往往容易破裂，所以要选用较大的（250ml）集气瓶；用来燃烧的物质取量不宜太多（例如硫或磷，约取绿豆粒大小的一粒就够了）；演示时还要注意不可让燃着的物质以及盛燃烧物质的燃烧匙和瓶壁接触；用来燃烧铁丝的一瓶氧气，预先装入瓶中的水或细砂铺在瓶底的厚度可约在 2—3cm 之间。

木炭在氧气里燃烧须事先把木炭燃红。若将木炭放入燃烧匙内在空气里则很难烧红，以致拖延演示时间。若用镊子夹取一小块木炭在酒精灯焰上烧红，然后用嘴吹旺，再放入燃烧匙里伸入盛有氧气的集气瓶中试验，则可节约演示时间。将点燃的物质放进盛氧气的集气瓶里时，必须从瓶的口部燃起，慢慢地伸到瓶底，这样做有两个好处：第一，可以使集气瓶的瓶壁受热均匀；第二，可以利用全部氧气，使燃烧的时间延长，效果明显。鉴定燃烧生成的二氧化碳要用新制的、饱和的、澄清的石灰水，因为石灰水放置过久，其中的氢氧化钙会与空气中的二氧化碳起反应而失效。浓度小的石灰水遇到较多的二氧化碳容易生成可溶性的碳酸氢钙，使开始时出现的浑浊，一会儿又变得澄清了。

在氧气里燃烧硫、磷、钠等一般都要用燃烧匙。为了防止燃烧匙被烧坏，并且使用过的燃烧匙易于洗净，在燃烧匙的底部可先铺上一层石棉绒或一块石棉纸，也可以先放一些砂子。但要注意，如果燃烧的火焰未呈现预期的颜色，就要考虑燃烧匙中是否混入了影响焰色的杂质。燃烧匙的柄，最好是穿在一块圆形小木片或厚纸板中央的小孔里。实验时，使小木片或厚纸板盖在集气瓶口上，这样可以防止燃烧生成的有毒气体大量逸出。磷在氧气里燃烧时会发出耀眼的光亮、若取用白磷，则将它在水中切取一小块，从水中取出后，须用滤纸将其表面的水充分吸干，然后再放入燃烧匙内。置于氧气瓶中，再用灼热的玻璃棒头接触使之着火。若白磷附有水，则在燃烧时常向四处喷射飞沫，飞沫附着在瓶壁上又燃烧起来，因而容易使玻璃瓶炸裂。实验完毕后，如果还有燃着的硫或磷，应该立即把它浸在冷水里，使之熄灭。或者把它拿到通风的地方燃烧完。

要使铁丝在氧气里燃烧，用来燃烧的铁丝应相当的细，并须事先用砂纸擦去铁锈，再把它烧红。但是当铁丝在火焰上烧红后移出火焰时，它就很快冷却了，为了顺利地做好这个实验，可把一段长 15cm 左右并经擦光的细铁丝绕成螺旋形，将其一端紧系在一根较粗的铁丝（或木条）上，而另一端必须连接着一种易燃的物质（用一小团蘸有酒精的棉花、或一小块软木，或一段火柴梗等都可以）。先把易燃物点燃，待大部分燃完时，再把铁丝伸进氧气瓶里。当易燃物烧尽，铁丝烧着时，就见有火花向四面四射。应注意观察生成物的颜色和状态。

蜡烛在氧气里燃烧，要确证有水生成，所用的氧气和集气瓶都应该是干燥的。因此，这瓶氧气应该用排气法收集，集气瓶也应事先烘干。所用蜡烛应尽可能短小一些，反应结束后，应注意检验生成物。

2. 利用横口管进行“氧气的性质”实验的装置和操作简图。

(1) 木炭在氧气中燃烧

药品及用量：

氯酸钾约 1g、二氧化锰约为氯酸钾重量的 1/3。

澄清石灰水适量。

木炭条。

(2) 硫在氧气中燃烧

药品及用量：

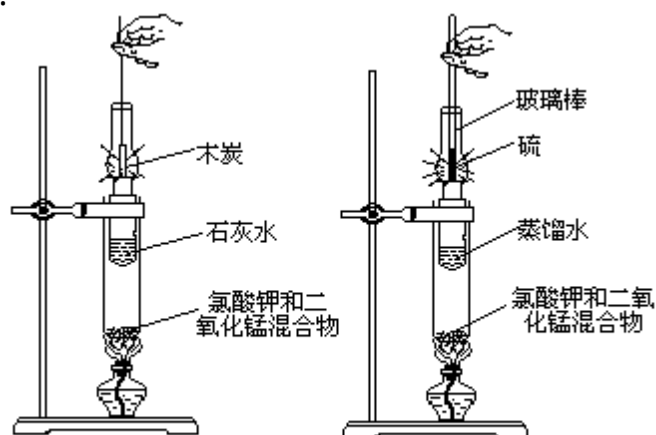


图1-1 木炭在氧气中燃烧

图1-2 硫在氧气中燃烧

氯酸钾和二氧化锰用量同(1)。

把硫粉粘附在玻璃棒上。方法是：取一支干燥清洁的玻璃棒，在酒精灯焰上把一端预热，然后插入硫粉中，则硫粉粘附在玻璃棒上，备实验使用（注意：玻璃棒温度不宜太高，否则硫粉熔融，反而不易粘上）。

蒸馏水适量。

(3) 铁丝在氧气中燃烧

药品及用量：

氯酸钾和二氧化锰用量同(1)。

细河沙适量。

细铁丝。

(4) 蜡烛在氧气中燃烧

药品及用量：

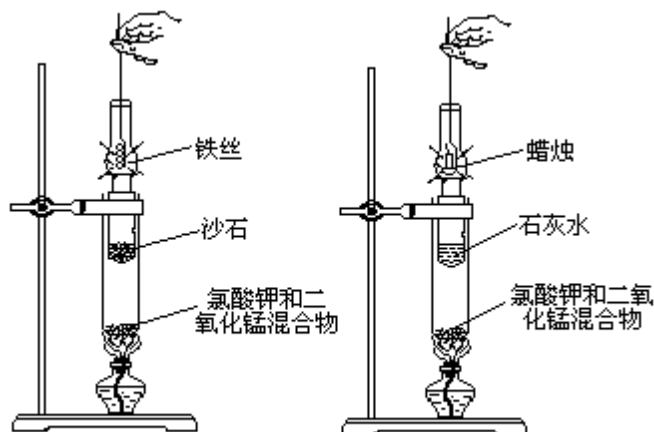


图1-3 铁丝在氧气中燃烧

图1-4 蜡烛在氧气中燃烧

氯酸钾和二氧化锰用量同(1)。

蜡烛(按需要大小自制小蜡烛)。

澄清石灰水适量。

#### (5) 氧气的性质连续操作实验

连续操作步骤如下：如图试验木炭在氧气中燃烧。取去上面的小横口管，再将带火星的铁丝插入大横口管中，试验铁丝在氧气中燃烧。取去大横口管，再将燃着硫的玻璃棒伸入产生氧气的大试管中，试验硫在氧气中燃烧。(注意，勿使硫掉入管底)。

注：1. 不要使氧气发生得太猛，可用移动酒精灯的办法控制氧气发生的速度。

2. 除用氯酸钾和二氧化锰混和加热产生氧气外，亦可采用高锰酸钾分解产生氧气。

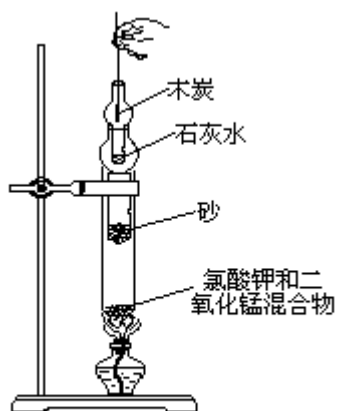


图1-5 氧气的性质实验连续操作装置

#### 参考文献

- 1 四川师范学院化学系编印，中学化学实验，第一册(1980)。
- 2 罗彦茹、桂正良、杨盛书，“横口管快速实验法”，化学教育，5，(1980)。
- 3 卢瑞，“用自制仪器开展化学实验”，化学教学，2，(1980)。



## 实验二“电解水”实验的准备和演示

### 一、实验目的

1. 掌握“电解水”演示实验的操作技术；
2. 探索水电解器（霍夫曼电解器）的代用装置；
3. 培养学生“以教师的姿态”做好演示实验的预备实验以及进行演示的初步能力。

### 二、实验题目

#### 电解水

### 三、实验步骤

#### 1. 课前写出预备实验计划和演示（试讲）计划

钻研初中化学课本中电解水这个演示实验的内容和相应的课文以及本实验后列的参考资料。根据中学化学教学大纲的精神分析本实验在初中化学教材和教学中的地位 and 作用。写出预备实验计划和演示（试讲）计划，于实验前交指导教师审阅。预备实验计划的要求见实验一，并参阅本实验的步骤2。演示（试讲）计划相当于教案中教学过程的一个片段，其内容可包括：演示和讲授的课题（写出段落标题），如何引入本段课文的讲解（写出引言），如何交待演示实验的目的（简述实验目的），如何安装仪器并向学生说明实验装置的构造和作用（画出装置图，写出讲述要点），如何演示及指导学生观察（简述操作步骤，列出观察要点），如何根据实验现象分析、归纳得出结论（写出讲授提纲）等。

#### 2. 进行预备实验

实验过程中的要求和注意事项同实验一，且特别要注意本实验中各实验装置、实验条件和实验效果的比较和总结。

##### （1）实验操作及效果的初步体验

采用霍夫曼电解器作实验装置，以1:10的 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液作电解液，用6V的直流电源进行电解实验。观察和记录两极产生气泡的大小及速度、收得可检验量的氢气（约15ml）所需的时间、所收得的氢气和氧气的体积比以及检验氢气和氧气的直观效果、操作是否简便等。

运用上述装置，将直流电压依次升高到12V和18V分别进行实验。注意练习实验操作，对比电解速度及直观效果。

##### （2）实验条件的探索及实验装置的代用试验。

i、按本书图2—2的装置，以1:10的 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液为电解液，直流电压6V，分别用保险丝（或铅棒）、石墨棒（干电池芯）、铜片作电极，依次进行电解实验。观察和记录的要求同前，并注意相互对比。

ii、仍按上述图2—2的装置，以10%的NaOH溶液为电解液，直流电压6V，用铁钉（或粗铁丝）作电极进行电解实验。观察和记录的要求同前。改变两只电极之间的距离（由最远移到最近，但两极不可相碰而短路），观察和比较两电极之间距离的改变对电解速度的影响。

问：如果将电解液稀释，电解速度将如何变化？

实验装置不变，将铁电极先后换成石墨电极和铜片电极，分别进行电解实验，按以上同样的要求进行观察和记录。

通过以上各次实验，试讨论小结下列问题：

a、是否用任何材料作电极、配以任何溶液作电解液，都适用于电解水（证明水的组成）的演示实验？

b、影响电解速度的主要因素有哪些？

c、在某些实验中，所得氢气和氧气的体积比远远偏离 2 : 1，其原因何在？

d、如果让你自行设计一种霍夫曼电解器的代用装置，原则上应考虑哪些方面的问题？

iii、用本书图 2 - 7 所示的双管电解器（任取一种），以 10% 的 NaOH 溶液作电解液，直流电压 6V，进行电解实验。正式实验之前应预先电解一次，对阳极和电解液分别进行氧化和氧气饱和的处理。正式电解时观察和记录的要求同前。

按直观、简单、安全、可靠等演示实验的基本条件，选择并准备一套电解水的演示实验装置以及所需的药品和材料，供演示（试讲）之用

3. 电解水实验的演示（试讲）

以小组为单位，在小组内轮流演示试讲。小组成员互相观摩，并进行评议，提出优缺点及改进意见。

4. 按照下列讨论题目写出书面总结

讨论题目：

（1）整理实验记录，总结获得电解水的演示实验较佳效果的条件、关键和注意事项。选择或设计一套较优的霍夫曼电解器代用装置，画出装置图，简述操作步骤及注意事项，阐明装置的优点或（和）进一步改进的意见。

（2）演示实验的准备与其后的课堂演示之间的关系如何？在进行演示的过程中，应遵循哪些基本要求？试谈谈你自己的体会。

#### 四、参考资料

实验室电解水常用的装置是“霍夫曼电解器”，它是由两支有刻度的玻璃管和一支球形漏斗管用三通管相联通而组成的。两支刻度玻璃管的上端各有一个活塞，而其下端均嵌有白金电极。

演示前打开两刻度玻璃管的活塞，往球形漏斗里先倒入浓度为 1.5% 的硫酸溶液，以浸没两个铂电极为度。再倒入清水，待两支刻度玻璃管中的液体即将升到活塞时，加水的速度应放慢，使液面稍超过两个活塞，然后将活塞关闭，伸入卷成细条的滤纸吸去超过活塞部分的水。

若用 1 : 10 的硫酸溶液作电解液（不再稀释），可加快电解速度。

电解时使用 6—18V 的直流电源，电源的电压较高时，电解的速度也较快。

为了便于检验电解所得的氢气和氧气，须在气体体积大的那支刻度玻璃管（与阴极相连的那一支）的上端，用橡皮管接上一根弯曲的尖嘴管；而在另一支刻度玻璃管（与阳极相连的那一支）的上端，用橡皮管接上一个空的球形干燥管。检验氢气和氧气时，把带余烬的木条伸入空的球形干燥管中，旋开此刻度管上的活塞，即见木条复燃，证明阳极放出的是氧气。用干燥的小试管罩在另一支弯曲的尖嘴管上，旋开此刻度管上的活塞，用排空气法收集气体，移至火焰上燃烧，以证明它是氢气。

用霍夫曼电解器电解水所得的氢气和氧气其体积比为 2 : 1，用以证明水

的组成是较理想的，但在一般中学，很难找到这种装置。故中学化学教师自制了多种代用装置，现选列几种，如图 2 - 1 至图 2—5 所示。

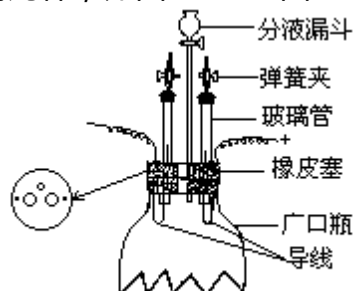


图2—1 霍夫曼电解器的模拟装置

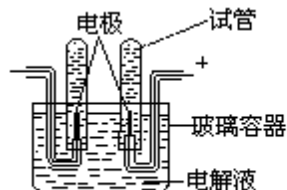


图2—2 电解水的槽式简易装置

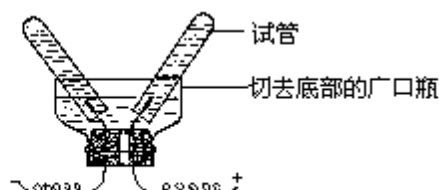


图2—3 用半截玻璃瓶做成的水电解器

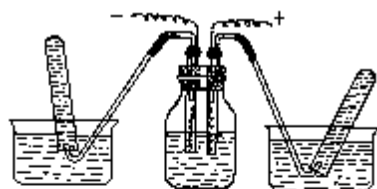


图2—4 用广口瓶装配成的水电解器

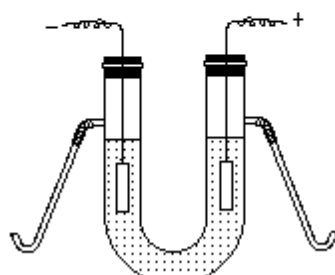


图2—5 用U形管做成的水电解器

在所列各装置中，图 2 - 1 的装置最接近于霍夫曼电解器。图 2—2 和图 2 - 3 的装置较简单，但在将收集气体的试管放入或取出电解液时，手会被溶液所粘污而受腐蚀。为了克服这一缺点，可事先将集气管按管口的大小配一个胶塞，并使胶塞固定在一段粗铁丝的一端，再按需要弯成适当的角度（使呈钩形）如图 2 - 6，即得一带柄胶塞。当将集气管放入或取出电解液时，都事先用此胶塞将管口塞住，以代替手的作用。图 2—4 和图 2 - 5 装置的特点是将制得的氢气和氧气用导管导出后再收集。但装置内的空气无法事先排尽，是其缺点。

在各种电极材料中，以铂电极为最好。它不受氧化，氢和氧在铂电极上的超电压都小。钨、钼电极也较好（用铂、钨、钼做电极材料均采用酸性电解液）。然而这些材料在一般的中学里不易找到。因而在自制电解器中，多采用其它金属材料作电极。据验证，当采用 5—10% 的 NaOH 或 KOH 溶液作电解液时，铁钉或粗铁丝、不锈钢片等是较好的电极材料，因为在这种条件下进行电解，这些电极的阳极表面能形成难溶的保护膜，这就避免了电极材料在电解过程中不断被氧化、溶解，不至于使生成的氧气又被消耗掉。如果用

1 10 的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  作电解液，则可以用铅棒或保险丝作电极。总之，用非铂材料作电极时，电极材料与电解液的匹配非常重要。其基本原则是，所选的电极材料应与所用的电解液起化学反应，且在电解时能在阳极表面形成不溶于该电解液的保护膜。例如，铁在碱性溶液中是比较好的电极材料，但在酸性溶液中则不行。因为一方面铁要与酸反应置换出氢，同时，在电解时，作为阳极的铁又要不断被氧化而溶解在酸中，使氧气生成的量大大减少。无论采用酸或碱作电解液，都不宜采用铜或碳棒作电极。前者在电解时其阳极要不断地被氧化溶解减少氧气的生成；后者的超电压高，对气体的吸附作用强，产气慢。

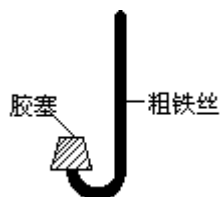


图2—6 带柄胶塞

用自制的水电解器电解水，所收集到的氢气和氧气的体积比往往不等于 2 : 1，氧气的体积比理论值要小。其主要原因是：第一，阳极材料被氧化要消耗一部分氧，第二，在相同温度下，氧气的溶解度比氢气的大。例如，在 20℃ 时，氧气的溶解度为 31ml/L，而氢气为 18.2ml/L；第三，两极的电流效率可能不同。改进的方法是：第一，注意电极材料与电解液的匹配，并将两极固定使用（给阳极套上一段红色塑料软管作为标记）。在正式演示之前先进行一次电解，使阳极表面氧化而形成保护膜，在正式演示时仍以该极作为阳极；第二，电解开始后暂不收集，使气体在电解液中饱和。或事先用氧气使电解液饱和；第三，所用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  或  $\text{NaOH}$  等电解质应尽可能纯净。

经多年来的使用证明，在各种自制的水电解器中，“双管电解器”具有易于观察、操作方便、电解速度快、所得氢气与氧气的体积比接近于 2 : 1 等优点。图 2—7 是这种装置的几种形式。

双管电解器 A，是一只直径 1.5—2cm、臂长 15—20cm 的特制 U 形管，其弯曲处接有三个支管。两侧的支管中各插入一根套有极小橡皮塞（由钻孔时所得的胶塞芯作成）的大铁钉作电极。中心支管为排液管，其尾端套一段带弹簧夹的乳胶管。装置应不漏气不漏液。

实验时将电解器夹持在铁架台上。在排液管的下面，放一只空的烧杯。夹好排液管上的弹簧夹，拨开上口的两只胶塞，向电解器中注入 10% 左右的  $\text{NaOH}$  溶液至满，将上口的两只胶塞塞紧，管内应不留气泡。打开弹簧夹，此时，如果上口的胶塞确实是塞紧了，则由于大气压力的作用，电解器中的溶液不会自动流出。接通 6V 直流电源，两极上立即有气泡产生，气体分别汇集于两臂管中，并将溶液由排液管排出，滴入事先放好的烧杯中。约 3 分钟左右，可得氢气 12ml，同时得氧气 6ml 左右。停止通电，夹好弹簧夹。先拨开阳极一边管口的胶塞，用带有余烬的木条伸入管内检验收得的氧气；再用燃着的木条移近阴极一边的管口，拨开胶塞，点燃以检验氢气。

在正式演示之前，应预先进行一次电解，使阳极表面形成保护膜，并将两极做上标记，以便以后固定使用。同时，将电解液用氧气饱和。这是保证氢气与氧气的体积比为 2 : 1 的必要措施。

双管电解器 B，是用一只 250ml 广口瓶和两支无底的、大小相同的中号

试管(15mm×150mm)装配而成。在瓶口的胶塞上并排地钻两个大小与试管匹配的孔,把试管的底端插入塞孔,管的下沿不要超过塞子的下底面,以免装电解液时瓶内留下气泡。用两段粗铁丝从塞面穿入瓶内,并使其下端弯转分别伸入两支试管内作电极。处于试管以外部分的铁丝应该用胶套管套住,并用石蜡封严,使之不与电解液接触。在塞面上另钻一个小孔,装一根直角玻璃导管,并联接一段带弹簧夹的乳胶管作为排液管,瓶塞的截面如图2—8所示。

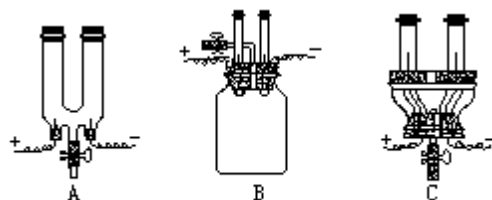


图2—7 几种形式的双管电解器

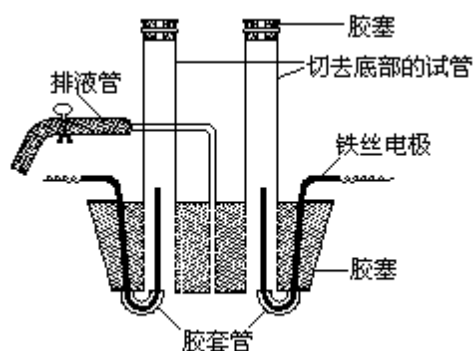


图2—8 双管电解器B瓶塞部分侧面图

电解前先在广口瓶内装满10%NaOH溶液,塞紧瓶口的胶塞,注意瓶内不能留有气泡。以下的操作与双管电解器A的操作完全相同。

由于电解器B的材料易得,制作简便,电解时可直接摆放在讲台上,勿须用铁架台,操作甚为方便。

双管电解器C的结构与B相似,容器部分为一只截去底部的广口瓶作成。

### 参考文献

1. A·A·格拉别兹基著,程观楚译,《化学实验》,上海教育出版社,第52—55页(1959)。
2. 费立特著,《中学化学实验的技术和教学法》,人民教育出版社,第145—147页(1955)。
3. 金立藩、马经德编著,《中学化学课堂实验》上册,上海教育出版社,第90—97页(1979)。
4. 凌祖颐编著,《中学化学教学中的实验》,上海教育出版社,第78—79页(1962)。
5. 四川师范学院化学系编,《初中化学教学演示实验》,四川人民出版社,第67—72页(1974)。

## 实验三“氢气”演示实验的准备

### 一、实验目的

1. 掌握氢气的制法和性质实验的操作技术，探讨本实验的鲜明、生动、直观的演示方法和安全注意事项；
2. 探索启普发生器的代用装置；
3. 进一步培养学生做好演示实验的预备实验的能力。

### 二、实验题目

1. 氢气的实验室制法
2. 用氢气流吹肥皂泡
3. 氢气在空气里燃烧
4. 氢气和氧气的爆炸实验
5. 检验氢气纯度的实验
6. 氢气在氯气里燃烧
7. 氢气还原氧化铜

### 三、实验步骤

#### 1. 课前写好预备实验计划

在深入钻研实验内容和相应的课文以及参考资料的基础上，写出预备实验计划（要求见实验一）于实验之前交指导教师审阅。

#### 2. 进行预备实验

在实验的过程中，应特别注意总结有关基本操作的规范化，演示效果，操作中的安全注意事项，以及有关实验的改革方案等。例如，注意启普发生器的使用、氢气纯度的检验，氢气还原氧化铜实验等有关操作规范化的训练；

氢气在普通玻璃管嘴上燃烧时，其火焰常常为黄色，可用石英玻璃管嘴或铝质管嘴代替普通玻璃管嘴，这时氢气火焰为淡蓝色，可改善该实验的效果；

由启普发生器中导出的氢气，若直接点火燃烧，假若氢气不纯，可能引起爆炸事故。可将导出的氢气先通过一个安全燃烧装置，然后再进行燃烧实验，就不会再有危险；

用铁皮罐头盒做氢、氧混合气体的爆炸实验，常使学生产生畏惧心理。可将铁皮罐头盒改为纸筒，或将氢氧混和气体鼓入肥皂泡中进行爆炸实验。

#### 3. 按以下讨论题目写出书面总结

讨论题目：

- （1）系统总结氢气的制法和性质实验的演示技术及安全注意事项。
- （2）在氢气的制法和性质实验的演示过程中，如何对中学生进行安全与危险的辩证关系的教育。

### 四、参考资料

#### 1. 启普发生器的结构和用法

启普发生器是由球形漏斗 1，球形和半球形容器 2（又称底座）和导气管 3 等三部分组成（如图 3—1）。容器的球形部分有两个开口，正上方的开口是球形漏斗插入的孔道，旁边的一个是气体的出口，用橡皮塞连接导气管，

半球部分旁侧的口是倾倒废液用的，用磨砂玻璃塞塞紧。球形漏斗的长颈几乎伸到半球体的底部，它与球形容器上口的相接处是磨砂的，很密合，以防漏气。

在使用时应先检查是否漏气。取下球形漏斗和导气管上的玻璃活塞，在其上的磨砂部位涂上一层薄薄的凡士林，然后照原样塞紧，转动数次，打开导气管上的活塞，从球形漏斗的上口加入自来水。当水进入容器 2 并封闭球形漏斗的下口时，关闭导气管上的活塞，再往球形漏斗内加水，使球形漏斗中的水位高于容器 2 中的水位。静置数分钟，观察球形漏斗中的水位是否下降，若水位下降，说明漏气。必须找出原因加以纠正。倒出自来水，按原样安装好。

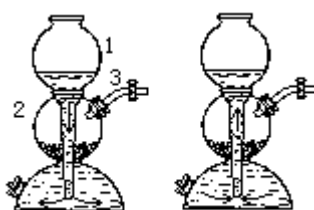


图3-1 启普发生器

把锌粒装入启普发生器，一般可采用下列手续：先将球形漏斗从容器 2 中抽出，把容器 2 横放在桌上，再把锌粒从上口放进容器 2 的球形部分里，切勿使锌粒落入容器下部的半球形部分。然后将球形漏斗按原样插回。再把整个装置直立起来。这时锌粒的大小如果适中，就都嵌在球形漏斗管与容器 2 颈部之间的缝隙的上面。如果此处的缝隙太宽，为了避免锌粒下落，可事先用一块带小孔的圆环形橡皮垫套在球形漏斗管上（或在容器 2 的颈部填上一些玻璃棉），当将球形漏斗插入容器 2 时，使橡皮垫（或玻璃棉）恰好盖（或填塞）在容器 2 的颈部。这样既可阻止锌粒下落，又可以使酸液从小孔（或缝隙）自由通过。

也有人主张拔开带导气管 3 的橡皮塞，从此处装入锌粒。

为了减少酸的用量，可在容器 2 的半球形部分装入玻璃珠或碎玻璃，用以占据一部分空间。

制备气体的操作可按下述步骤进行：装好锌粒后，打开导气管的活塞，将 3mol/L 的稀硫酸由球形漏斗注入发生器，酸液沿漏斗管流入容器 2 的半球形部分，再升到中间的球形容器里。当酸液刚好浸没锌粒后，停止加酸。这时锌与酸反应产生氢气，氢气由导气管导出。如果关闭导气管的活塞，生成的氢气使球形容器里的压强增大，将酸液经底部半球形容器压入球形漏斗中，使酸与锌粒分开，反应停止。用启普发生器制备气体，有“要用即来，不用即止”的优点。

凡是用块状固体跟液体反应以制备气体，且反应时不需加热者，都可利用启普发生器。

在制取氢气的过程中，如果中途需要添加锌粒，可关闭导气管上的活塞，当酸液与锌粒脱离接触后，用橡皮塞将球形漏斗的上口塞紧，再拔下带导气管的橡皮塞。这时由于大气的压力，漏斗中的硫酸不会流入容器 2，所以可将锌粒从塞导气管的开口处加入。加好锌粒后，塞紧带导气管的橡皮塞，拔下球形漏斗口上的橡皮塞，即可继续使用（须重新检查氢气纯度）。如果中途要更换酸液，可在锌粒与酸液分开（方法如前）的情况下，用橡皮塞将球形漏斗的上口塞紧，然后将启普发生器放在玻璃水槽或废液缸的边沿上，拔

下容器 2 下部侧口的玻璃塞，再慢慢地拨开球形漏斗上口的橡皮塞，用控制空气进入球形漏斗的速度来控制废酸流出的速度，待废酸放完后，塞上容器 2 下部侧口的玻璃塞，再从顶部加入新酸。

## 2. 有关操作中的一些注意事项

在检验氢气纯度时须特别注意的是，当用试管接向下排空气法收集氢气检验后，若须再次收集检验，则必须用拇指按住试管口一会儿后再收集，或者换用另一支试管收集。因为第一次检验之后，试管内可能仍有氢气在燃烧（它颜色浅淡，不易观察出来），若将它立即拿去再收集氢气，就会将导气管口的氢气点燃。如果这时启普发生器内的氢气还未纯净，就会引起爆炸事故。

收集氢气可用排水法和向下排空气法。但用排空气法难以判断氢气是否已经收满，且气流较小时收得的氢气常不够纯净，故无特别要求时，一般以排水法收集较好。

在用氢气流吹肥皂泡的实验中，肥皂液中不能有固态微粒存在。可称取肥皂或洗衣粉 1g 于蒸发皿中，加蒸馏水 30—40ml，使之充分溶和。为了增加肥皂液的粘性及肥皂泡膜的坚固性，可再往肥皂液中加入 2—3ml 甘油。

欲要吹出又大又好的肥皂泡，必须用相当强的氢气流。氢气流出口处应安装特别的管嘴，如尾接管、球形干燥管、毛笔的竹制笔帽等。口径宜稍大，边缘应平整圆滑。毛笔的竹笔帽是比较理想的管嘴。因它的摩擦系数较大，吹成的肥皂泡不易在它的上端滑动，而且它一端的孔较小，另一端（与肥皂泡接触）较大，肥皂液沿管的内壁逐渐扩大，容易吹成气泡，不易破裂。

使肥皂泡很好地脱离管嘴是实验成功的又一关键。这步操作可用手轻轻向肥皂泡扇动，或用嘴轻吹，或抖动一下管嘴等方法。上述方法如果操作不当，肥皂泡会因受压不均而破裂。如果用一支尖嘴玻璃管以水平方向对准氢气泡与管嘴的附着处，轻轻一吹，（如图 3—2）则因泡只有一小部份受到压力而易于脱离开来，用这种方法吹一个成一个。

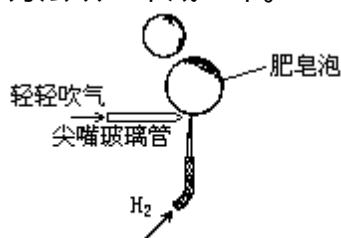


图3—2 使肥皂泡脱离管嘴的方法

要使充氢的肥皂泡能上升，泡宜大，膜宜薄，泡下不挂液滴，氢气中应不含或少含水蒸气。

氢气在空气中燃烧产生淡蓝色火焰，但如果所用的燃烧管嘴是普通玻璃的，会由于玻璃中的钠离子而使火焰变成黄色。为了避免这一弊病，燃烧的管嘴可改用石英玻璃管、铝管等，且预先用蒸馏水彻底洗净。为了使罩在火焰上方的烧杯较快地出现水珠，所用的烧杯宜稍大一些，氢气流不宜过急，火焰不宜过大，否则因温度迅速升高，水蒸气不易凝结。气温对这个实验的效果也有很大的影响，炎夏季节的实验效果往往不及严冬时的好。

从启普发生器中导出的氢气，如果通过安全燃烧装置后再点火燃烧，就可避免因氢气不纯而造成的爆炸危险。安全燃烧装置如图 3—2 所示。倒置的漏斗，其口部边缘正好浸入水面（不可浸入太深）。漏斗口下方的导气管端，



必须较深地浸没在水里，切勿露出水面。当氢气由启普发生器导出来时，它冒出水面在漏斗中聚集，然后从漏斗管放出。估计漏斗中的空气已经排尽(约1—2分钟)后，即可在连接在漏斗管上的尖嘴管口点火燃烧。如果氢气纯净，自会安静地燃烧；即使氢气不纯，因漏斗中的混和气体量较少，爆炸时可将封闭漏斗口的水排开也不会发生危险，更不会引起启普发生器爆炸。

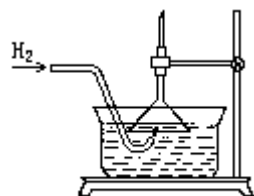


图3—3 安全燃烧装置

做氢、氧混和气体的爆炸实验所用的集气瓶应该没有裂痕或擦伤的痕迹，且一定要用毛巾包裹。在移开玻璃片进行燃点时，必须迅速使瓶口完全敞开。假如玻璃片盖住半个瓶口，气体爆炸时就可能将玻璃片炸碎而伤人。

在瓷蒸发皿或敞口的金属浅皿中，盛少量肥皂水(约3—5ml)，然后将氢氧混和气体用一支尖嘴导气管通入其中，皿内就会产生大量的充满氢氧混和气体的肥皂泡，用火点燃这些气泡，就能听见响亮的爆炸声。这个实验既安全效果又好。所用的氢氧混和气体最好由电解水而获得，因氢、氧气体的混和比刚好是2 : 1，爆炸力极强，只需少量就能获得满意的实验效果。制备氢氧混和气体的装置如图3—4所示。接通6—9V的直流电源，电解产生的氢气和氧气在瓶颈部分混和，然后由尖嘴玻璃导管导出。估计瓶颈部分原有的空气排尽之后(约1—2分钟)，再将混和气体通入肥皂液中。

用氢气还原氧化铜的实验所用的氧化铜最好少一些。把它铺在试管底成一薄层。实验开始时必须先通入纯氢，将管内空气排尽后才能加热，以防氢氧混和气体燃烧爆炸。实验中氢气要足，温度要高。结束时应先停止加热，并继续通氢，使生成的铜在氢气流中冷却，以免灼热的铜在空气中再行氧化。生成的铜常为红色粉末状，不易被学生识别，但管壁上有一层赤色的有金属光泽的铜，则很明显。若事先在氧化铜粉末中加少量水并调成糊状，用玻璃棒使之紧附于试管内壁(或将试管内壁盛氧化铜处用少量水使之润湿，再加入氧化铜粉末，使之附着在管壁上)，然后再如上法通入氢气使之还原，会在试管壁上形成光亮的铜镜，现象非常直观。

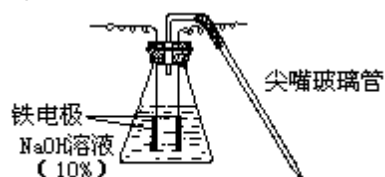


图3—4 制取氢氧混和气体的电解器

### 3. 简易启普发生器的自制

根据启普发生器的原理，可以自制多种简易装置，下列几种，是其中的一部分。

图3—5A是自制装置中的一种。装置中的有孔橡皮垫不宜放得太高，应考虑到酸的总用量以不超过长颈漏斗的总容量为宜。

在图3—5B的装置中，试管的底部有一小孔。使用时将试管向下插入，酸自试管底的小孔进入。不用时将试管向上提起，酸液自会流出。在这一装置中，固定试管的塞子不宜塞得太紧，最好在塞子的边缘留一个缺口，或用

硬纸板固定试管。

在图 3—5 C 的装置中，带孔的橡皮垫位置不宜太高，使用时打开弹簧夹使酸跟锌粒接触，不用时关闭，靠气体的压力把酸压到“U”形管的另一臂中。

在图 3—5D 的装置中，在干燥管内放一块有孔橡皮垫或一团玻璃纤维，再将锌粒置于干燥管中。不用时关闭橡皮管夹，产生的氢气将酸从干燥管内压出，反应就停止了。

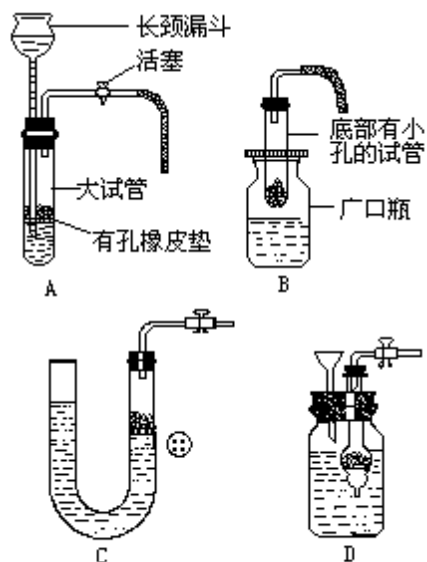


图3—5 制取氢气的几种自制简易装置

### 参考文献

1. 费立特著，《中学化学实验的技术和教学法》，人民教育出版社第 143—160 页（1955）。
2. 金立藩、马经德编著，《中学化学课堂实验》上册，上海教育出版社，第 97—112 页（1979）。
3. 凌祖颐编著，《中学化学教育中的实验》，上海教育出版社，第 76—77 页（1962）。
4. 四川师范学院化学系编，《初中化学教学演示实验》，四川人民出版社，第 72—81 页（1974）。

## 实验四 “甲烷”、“乙烯”、“乙炔”演示实验的准备

### 一、实验目的

1. 掌握甲烷、乙烯、乙炔的制法和性质实验的成功关键及演示技术；
2. 根据有机化学反应的特点，总结演示有机化学实验应注意哪些问题。

### 二、实验题目

1. 甲烷
  - 甲烷的制备
  - 甲烷的稳定性
  - 甲烷的取代反应
  - 甲烷的氧化反应
2. 乙烯
  - 乙烯的制备
  - 乙烯的加成反应
  - 乙烯的氧化反应
3. 乙炔
  - 乙炔的制备
  - 乙炔的氧化反应
  - 乙炔的加成反应

### 三、实验步骤

1. 写出预备实验计划课前按照上列的实验题目，对照并深入钻研高中化学课本中相应的演示实验内容和有关课文，参阅本实验后列的有关参考资料，写出预备实验计划（要求同前），交指导教师审阅。

#### 2. 进行预备实验

在本次实验中，应特别注意甲烷、乙烯、乙炔在制法和性质方面的特点、共同性及区别。通过实验注意掌握甲烷、乙烯和乙炔实验的演示要点和成功关键。

#### 3. 根据讨论题目写出书面总结

讨论题目：

- （1）做好甲烷、乙烯和乙炔实验的演示要点和成功关键。
- （2）根据有机化学反应的特点，演示有机化学实验时应注意哪些问题。

### 四、参考资料

#### 1. 甲烷的制备

在制备甲烷的装置中，盛无水醋酸钠和碱石灰的试管其管口必须稍低于管底，否则，凝聚的水倒流，会使灼热的试管炸裂。

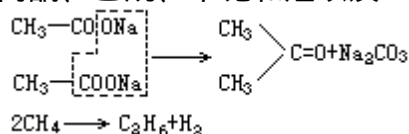
所用的碱石灰必须是干燥的。碱石灰中的消石灰并不直接参加反应，加入消石灰的目的是为了吸湿，防止氢氧化钠潮解，这样有利于甲烷的生成。如果没有碱石灰，可以自制。其制法是在铁制容器或瓷蒸发皿中，放入 2 份重量的生石灰粉末和 1 份重量饱和的烧碱溶液，充分混和然后加热蒸发至干，再继续煅烧数分钟后，研碎，即得碱石灰。贮于干燥的瓶中备用。或者，取二份重量的未吸水的块状生石灰，研成粉末，与一份重量的粒状 NaOH 混

和，现和现用，效果很好。

如果实验室只有结晶醋酸钠 ( $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ )，可将结晶醋酸钠放在蒸发皿中加热除去结晶水。结晶醋酸钠的熔点是  $58^\circ\text{C}$ ，在  $123^\circ\text{C}$  失去结晶水。因此，当加热到  $58^\circ\text{C}$  时，开始熔化为液体。这时，晶体容易向外飞溅，操作时要用玻璃棒不断搅拌，使它受热均匀。当加热到  $123^\circ\text{C}$  时开始失去结晶水，慢慢地由液体变为粉末状的无水醋酸钠。到气泡停止时，应停止加热，但仍须继续搅拌，至冷却为止，避免结成硬块粘结在蒸发皿内。制得的无水醋酸钠应研细后贮藏于密闭的瓶中备用。市售的无水醋酸钠也难免吸有水分，使用的前一天应重新加热进行除水处理，

反应物是否干燥无水，是本实验最重要的成败关键之一。

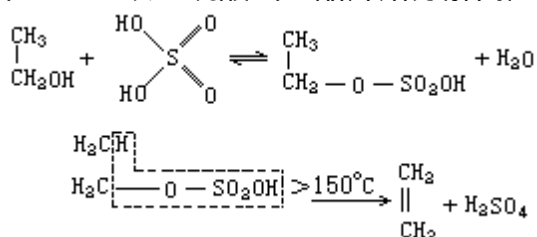
醋酸钠与碱石灰反应，必须加热才能发生。但过份的强热会发生副反应，生成丙酮、乙烷、不饱和烃以及二氧化碳等物质。例如：



这些生成物。在试验甲烷的性质时，使甲烷的火焰出现丙酮的焰色，以及使溴水或高锰酸钾溶液褪色等，造成实验现象异常。因此，在制备甲烷时，最好把生成的气体先后通过碱溶液和浓硫酸的洗气瓶，以洗掉这些杂质，然后再行使用，或贮存在贮气瓶里备用。2. 甲烷的性质试验甲烷的稳定性，可将甲烷通入高锰酸钾溶液或溴水。高锰酸钾溶液的浓度可以是  $0.002\text{mol/L}$ ，溴水以淡黄色为宜。若用溴水，通入的时间不宜过长，否则因溴易挥发，它可被甲烷气流带走。溶液也会褪色。点燃甲烷之前，必须检查甲烷的纯度。因为甲烷与空气混和物中甲烷占  $5\%—15\%$ ，或甲烷与氧气混和物中甲烷占  $5.4\%—59.2\%$  时，都会发生爆炸。欲试验甲烷与氧气混和物的爆炸，甲烷与氧气混和比以  $1:2$  (体积) 为最好。若为空气，可用  $1$  体积甲烷与  $10$  体积空气混和，但效果不如用氧气好。

### 3. 乙烯的制备

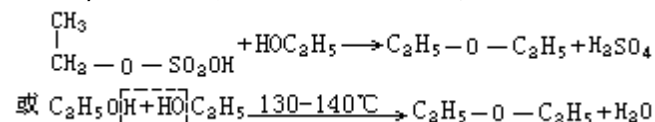
用乙醇与浓硫酸共热脱水来制备乙烯，其反应过程中先生成硫酸氢乙酯，在  $150^\circ\text{C}$  以上硫酸氢乙酯开始分解而产生乙烯：



在上列反应中有四个值得注意的问题：

第一，生成硫酸氢乙酯的反应是可逆的，反应混和物中会有乙醇的存在，当加热时，乙醇会与生成的乙烯一同逸出。在实验中为了尽可能使平衡向正反应方向移动以减少乙醇的逸出，通常是加入过量的硫酸，使浓硫酸与乙醇的体积比为  $3:1$ 。

第二，乙醇与浓硫酸的混和物在加热到  $130—140^\circ\text{C}$  时，会生成乙醚：



因此，应迅速加热，使反应物升温到 170 ，以尽量减少乙醚的产生。同时，在升温到 170 以前所产生的气体不要收集。

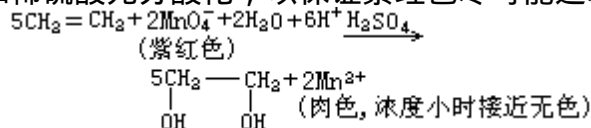
第三、硅土、无水硫酸铝等是硫酸氢乙酯分解成乙烯的催化剂。因此，在反应器里加一些用盐酸洗净并经干燥处理的砂子，不但可以防止爆沸现象，而且可起催化作用。

第四、浓硫酸既是脱水剂，又是氧化剂，在反应中它可使乙醇等有机物氧化最后生成碳、CO 和 CO<sub>2</sub>（这时反应物变黑）而本身被还原为 SO<sub>2</sub> 混杂在乙烯中。将制得的气体通过 NaOH 溶液或碱石灰处理，可以除去其中的 CO<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub>，剩下的 CO 对乙烯的性质实验无多大妨碍。

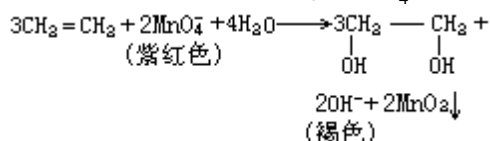
#### 4. 乙烯的性质

乙烯与空气形成爆炸性混和物，其爆炸极限是含乙烯 3.4—34%（体积），且爆炸程度比甲烷更猛烈。在点燃乙烯前必须检验纯度。乙烯燃烧的火焰比甲烷燃烧的更明亮。

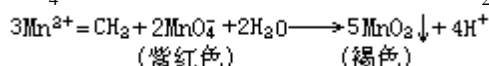
乙烯与高锰酸钾溶液作用（氧化反应），高锰酸钾溶液的浓度应当小些，例如 0.5%（约 0.3mol/L），有的甚至用 0.002mol/L 的 KMnO<sub>4</sub> 溶液，并且必须加稀硫酸充分酸化，以保证紫红色尽可能退尽。例如：



当溶液的酸度不够时，MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> 可能被还原为 MnO<sub>2</sub> 褐色沉淀：

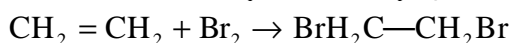


当高锰酸钾的浓度过大时，MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> 被还原而生成的 Mn<sup>2+</sup> 又可能与过剩的 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> 发生氧化还原反应而析出 MnO<sub>2</sub>：



如果反应猛烈，生成的乙二醇可进一步被氧化，导致碳-碳键的断裂，生成羧酸或二氧化碳等。

乙烯使溴水褪色（加成反应），溴水最好是新制的。



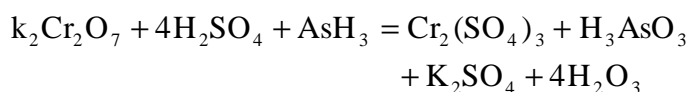
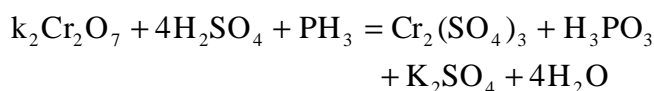
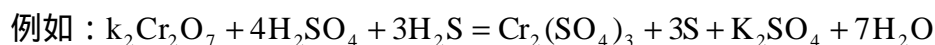
#### 5. 乙炔的制备

实验室用电石与水反应制备乙炔，由于反应十分激烈，可用饱和食盐水代替纯水，并用分液漏斗控制加水的速度，以获得稳定的气流。

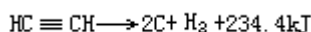
乙炔本身是无色、无臭、无味的气体，但用电石与水反应生成的乙炔，往往常有强烈的刺激性臭味。这是由于电石中含有少量 CaS、Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub>、Ca<sub>3</sub>As<sub>2</sub> 等杂质，它们与水反应生成 H<sub>2</sub>S、PH<sub>3</sub>、AsH<sub>3</sub> 混在乙炔中之故：



把制得的乙炔通过盛重铬酸钾的浓硫酸溶液或氯化汞的稀盐酸溶液，或碱溶液的洗气瓶，就可以除去上述杂质，得到较纯净的乙炔气体。



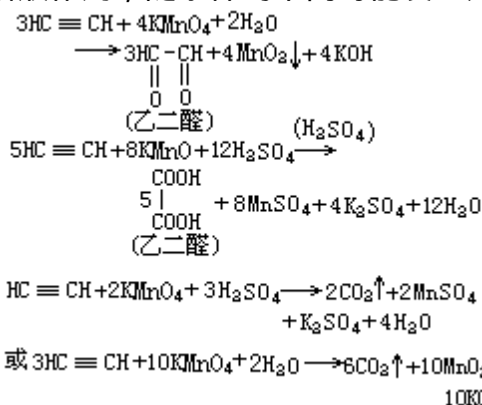
6. 乙炔的性质与甲烷和乙烯相比，乙炔更易形成爆炸性气体，因为乙炔与空气的混和物中，乙炔占 3—81%（体积）都能发生爆炸，爆炸极限范围比其它烃类要大得多。如果当压强超过  $1.47 \times 10^5 \text{Pa}$  时，则爆炸更易发生。液态乙炔即使未与空气混和，受到震动也会发生分解爆炸，并放出大量的热量。



一般不要做乙炔与空气或氧气混和气体的爆炸实验，因为爆炸非常猛烈，一般玻璃仪器不能承受这样大的压力。

在点燃纯净乙炔气体时，为了防止万一，最好预先用布包住气体发生器。

乙炔与高锰酸钾溶液作用，随条件的不同可能发生如下的一些反应：



同乙烯与高锰酸钾溶液的反应相类似，应当注意  $\text{KMnO}_4$  溶液的浓度及酸度。

乙炔与卤素、氢卤酸、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  等的加成反应，与乙烯和这些试剂的加成反应历程类似，都属于亲电加成反应。乙炔比乙烯更不饱和，似乎乙炔与溴的加成反应应该比乙烯与溴的加成反应要快。但事实恰好相反。这主要是因为乙炔中  $\text{C} \equiv \text{C}$  键的强度比乙烯中  $\text{C} = \text{C}$  键的强度要大，因而在加成时  $\text{C} \equiv \text{C}$  键更难断裂，反应速度就较慢了。这是二者在成键时的杂化轨道不同引起的。乙炔分子中的  $\text{C} \equiv \text{C}$  键，是以  $\text{sp}$  杂化轨道成键的，而乙烯中的  $\text{C} = \text{C}$  键则是以  $\text{sp}^2$  杂化轨道成键的。由于  $\text{sp}$  杂化轨道中 s 轨道的成分比  $\text{sp}^2$  杂化轨道中的 s 轨道成分多，因而乙炔分子中碳-碳间的  $\text{C} \equiv \text{C}$  键重叠较多，键长（120pm）较短，而乙烯分子中碳-碳间的  $\text{C} = \text{C}$  键重叠较少，键长（134pm）较长。这就意味着乙炔分子中的两对 p 轨道侧面重叠较多（与乙烯分子中的 p 轨道侧面重叠程度相比），因而乙炔中  $\text{C} \equiv \text{C}$  键的强度比乙烯中  $\text{C} = \text{C}$  键的强度要大。

### 7. 气体的储存

有些气体如能储存备用，要比临时制取来得方便，而且易于控制气流。正式生产的储气瓶如图 4—1 所示：

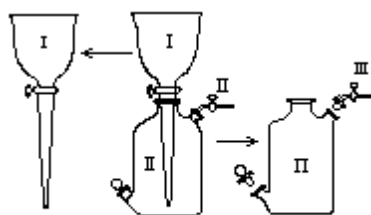


图4-1 储气瓶

它由漏斗、有上口和下口的容器和导气管所组成。在收集气体前要先充满液体，其操作是：塞住容器的下口，打开导气管和漏斗上的活塞，向漏斗里注入液体（与该气体不起反应，且该气体在其中难溶解的液体——通常是水），一直到充满漏斗的颈部，使瓶内不留有空气泡。

将气体充入储气瓶的操作是：将储气瓶里充满液体后，关闭导气管和漏斗上的活塞，把它置于盛有适量液体的水槽中，再拔去容器下口的塞子。这时容器里的液体受到外部空气的压力不会自动向外流出，但可以被气体排出。将欲储存的气体用导气管从容器下部开口导入，被气体排出的液体则流入事先准备好的水槽或水盆中，容器内的液面下降到接近容器下部开口的上缘时，就要停止充气。取出导气管，塞上塞子（必要时再用绳子捆紧）。欲将气体从储气瓶中导出时，须向漏斗中加入液体，打开漏斗和导气管上的活塞，气体即可导出。

储气瓶也有多种自制代用装置。图4-2A所示的一种是用两个带有下口的玻璃瓶装配成的，放在上边的瓶相当于储气瓶上的漏斗，下边的瓶相当于容器，从图中也很易了解各导管的作用。

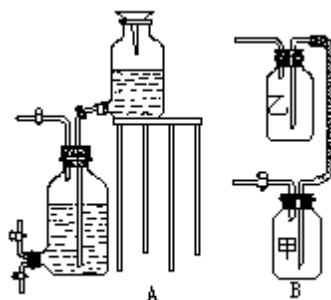


图4-2 储气瓶

如果没有带下口的玻璃瓶，也可用两只大号的小口瓶（1000ml 以上的）如图4-2B 装配而成。甲瓶的短管上的活塞也可以用安有皮管夹的一段橡皮管连接在短弯管上来代替。储气时，先在甲瓶里盛满液体，然后把短弯管（或连在短弯管上的橡皮管）跟气体发生器的气体导出管相连接；使气体进入甲瓶，而瓶里的液体通过相连的橡皮管被压入空瓶乙里。到甲瓶里剩下少量的液体，只能浸没长玻璃管的末端时，储气完毕，关闭活塞（或管夹），卸开气体发生器的导气管。要用气体时，先把储气瓶固定在铁架台上（或自制的木架上）。使甲瓶在下乙瓶在上，然后开启甲瓶上的活塞，乙瓶里的液体就因虹吸作用而流入甲瓶，把甲瓶所储的气体排出来。只要使活塞启开或关闭，就可使气体放出或停止。

此外，利用球胆，塑料充气枕芯、游泳圈、铁筒（或大的竹筒）等都可制成简易储气装置。图4-3的装置就是用铁筒做成的。储气前，将螺旋夹打开，使浮筒全部没入液体中，排尽筒中空气。灌气时，把气体发生器的排气导管与浮筒上的导管连接起来，气体就进入浮筒，并使之浮起，根据浮起的

高度，判断储气量的多少，若要停止储气，就将螺旋夹夹紧。用气时，打开螺旋夹，调整浮筒上的重物，结合调整螺旋夹，可以恰当地控制气体流量。以满足实验需要。

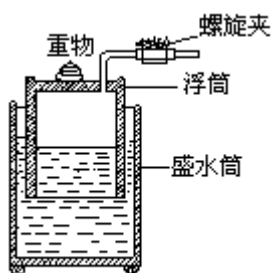


图4-3 储气筒

### 参考文献

1. 全日制十年制学校高中化学第二册《教学参考书》，人民教育出版社，第 195—197，219—221，237—241 页（1980）。
2. 金立藩、钱公达编著，《中学化学课堂实验》下册，上海教育出版社，第 49—61 页（1962）。
3. 凌祖颐编著，《中学化学教学中的实验》，上海教育出版社，第 141—143 页（1962）。
4. 湖南省教学物资仪器公司编，《中学化学实验与应用》，湖南人民出版社，第 224—227 页（1978）。
5. 王祖鏊等编，《中学生化学实验指导》，福建人民出版社，第 84—88 页（1981）。
6. 吴雪生编，《中学化学实验》，辽宁人民出版社，第 162—170 页（1979）。



## 实验五“中和热的测定”学生实验的准备

### 一、实验目的

1. 掌握“中和热的测定”这个学生实验的成败关键及影响实验结果的因素；
2. 培养学生以教师的姿态去准备学生实验的初步能力。

### 二、实验原理

将一定体积的已知准确浓度的强酸和强碱稀溶液，在绝热的量热器中进行中和反应。假设在反应中基本上没有热量散失，则反应所放出的热量  $Q$  就全部被反应后的溶液和量热器吸收。用温度计准确地测出反应前后溶液的最大温度差  $t$ ，再利用有关数据就可计算出反应所放出的总热量  $Q$ 。由参加反应的稀酸和稀碱溶液的浓度和体积，可计算出反应所生成的水的量  $n(\text{mol})$ 。 $Q$  与  $n$  的比值，就是酸碱中和生成  $1\text{mol}$  水时所放出的热量，即中和热。

$$Q_{\text{中和}} = \frac{Q}{n} = \frac{[(m_1 + m_2) + W] \cdot C \cdot \Delta t}{\frac{MV}{1000}} \Lambda \Lambda$$

式中：

$m_1$  和  $m_2$  分别为稀酸、稀碱溶液的质量，单位  $g$

$W$  量热器的水当量 单位  $g$

$C$  反应后溶液的比热，近似于水的比热单位  $J/(g \cdot ^\circ C)$

$t$  反应前后溶液的最大温度差，等于  $t_{\text{末}} - t_{\text{始}}$  单位  $^\circ C$

$M$  稀酸中的  $[H^+]$  或稀碱中的  $[OH^-]$  (以浓度小者计算) 单位  $\text{mol/L}$

$V$  稀酸或稀碱的体积单位  $\text{ml}$

$\frac{MV}{1000}$  反应生成水的量单位  $\text{mol}$

当粗略计算时，可忽略量热器所吸收的热量。即：

$$Q_{\text{中和}} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot C \cdot \Delta t}{\frac{MV}{1000}} \dots\dots\dots$$

测定中和热所用的酸和碱都是稀溶液，反应生成的盐也必然是稀溶液，其密度和比热都近似地与水的相同。如果用  $50\text{ml}$ ， $1\text{mol/L}$  的盐酸与  $50\text{ml}$   $1.1\text{mol/L}$  的氢氧化钠 (过量) 中和，反应前溶液的温度为  $t_1$ ，反应的终止温度为  $t_2$ ，则 式变为：

---

量热器的水当量，即在中和反应时，量热器吸收热量的能力，与多少克纯水相当，单位是  $g$ ，数值上等于量热器每升高  $1^\circ C$  时所吸收的热量 (即量热器的热容量)。不同的量热器有不同的水当量。中学生对“水当量”一词，恐较难理解，而对“热容量”则较为熟悉。若要向中学生介绍，可改用量热器的热容量 (设符号为  $W'$ ) 的形式变化为  $W'$ )，则公式 的形式变化为：

$$Q_{\text{中和}} = \frac{(50+50) \times 4.184 \times (t_2 - t_1)}{\frac{1 \times 50}{1000}}$$

$$= \frac{100 \times 4.184 \times (t_2 - t_1)}{0.05} \text{ (J)} (t_2 - t_1) \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta \Delta$$

此即中学化学课本里测定中和热的计算公式。

氢氧化钠常会从空气中吸收二氧化碳而变质。为了保证所用的盐酸能完全被中和，故加大了氢氧化钠的浓度而使之过量。

### 三、实验用品仪器

大烧杯 (500ml)	1 只	硬纸板 (有孔)	1 块
小烧杯 (100 ~ 150ml)	1 只	带圈玻璃搅拌器	1 支
温度计 (100 , 1/10)	1 支	碎纸条	1 只
量筒 (50ml)	2 只	保温杯	1 只
药品			
盐酸 (1.00mol/L)		氢氧化钠溶液 (1.1mol/L)	

### 四、实验步骤

实验之前，应认真钻研中学化学课本中“中和热的测定”这个实验及相应课文的内容，明确实验的目的、步骤和要求，以便在本预备实验中，以教师的姿态自觉地为指导好这个学生实验，作好知识、技能、基本操作、重难点及实验关键的指导等方面的准备。

#### 1. 酸碱溶液的配制

##### (1) 1.00mol/L 盐酸溶液的准确配制

用标准碱测定用来配制 1.00mol/L 盐酸溶液的浓盐酸的准确浓度。或测出浓盐酸的密度，从手册中查出其相应的浓度。

根据需求量，取上述已知准确浓度的浓盐酸，在容量瓶中稀释成 1.00mol/L 的盐酸溶液。

##### (2) 1.1mol/L 氢氧化钠溶液的配制及浓度的检查

配制：按需求量在托盘天平上称取氢氧化钠固体，用适量的水溶解，冷却，稀释成约 1.1mol/L 的溶液。

浓度的检查：取配制好的约 1.1mol/L 氢氧化钠溶液 10ml 于小烧杯中，加酚酞试液数滴使之显红色。然后另取配制好的 1.00mol/L 盐酸 11ml，用胶头滴管吸取并逐滴加入上述氢氧化钠溶液中，边滴边搅拌，到溶液的红色刚好消失为止。若消耗的盐酸超过 10ml，则此氢氧化钠溶液合用；否则，此氢氧化钠溶液的浓度不足，应增大其浓度。

2. 量热器水当量的测定 测定量热器的水当量，也可将中和热的理论值作为已知，采用测定中和热的操作方法，以准确浓度的酸碱稀溶液进行反应，将有关数据代入 式中算出 W。

(1) 在 500ml 的烧杯内垫一层绝热材料（例如干燥的纸屑、泡沫塑料、谷壳、锯木屑等），放入一只干净、干燥的 100—150ml 的小烧杯，按下图装配成一只简易量热器。

(2) 用量筒准确量取 50.0ml 室温下的蒸馏水（冷水），倒入简易量热器的小烧杯中，用温度计测量温度（读准到 0.1 ），并记录其温度  $t_1$ 。

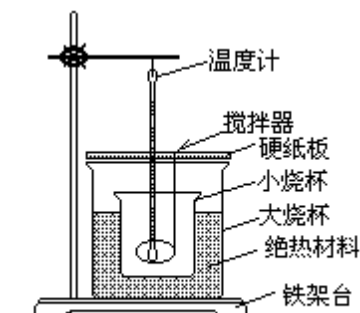


图 5-1 简易量热器示意图

(3) 准确量取 50.0ml 比  $t_1$  约高 10 的蒸馏水(热水), 量准并记录其温度  $t_2$  后, 小心而迅速地全部倒入上述冷水中。立即上下拉动玻璃搅拌器, 使冷、热水混和均匀, 并注意读取和记录混和后的恒定温度  $t_3$ 。固定温度计的高度, 以后测定中和热时不要改变其高度。

(4) 倾去小烧杯内的水。将烧杯、温度计和搅拌器用冷风吹干(或仔细擦干), 并使绝热材料散热, 冷却至室温。然后再按上述操作步骤重复测定两次。将有关数据填入表 5—1 中, 并计算出量热器的水当量。

### 3. 中和热的测定

(1) 按上述方法将烧杯、温度计和搅拌器干燥, 照图 5 - 1 装好简易量热器。

(2) 用量筒准确量取 50.0ml 1.00mol/L 的盐酸溶液, 倒入小烧杯中。准确测量温度(读准到 0.1 ), 并记录其起始温度于表 5—2 中。将温度计上的酸用水冲洗干净。然后仔细擦干。

(3) 用另一只量筒准确量取 50.0ml 1.1mol/L 的氢氧化钠溶液, 并用温度计准确测量其起始温度, 记入表 5 - 2 中。

表 5—1 测定量热器水当量的数据记录及结果处理

项目	测定次数		
	第一次	第二次	第三次
冷水的温度 $t_1$ ( )			
热水的温度 $t_2$ ( )			
混和后水的恒定温度 $t_3$ ( )			
冷水吸收的热量 $Q_1 = 50 \times C_{\text{水}} \times (t_3 - t_1)$ (J)			
热水放出的热量 $Q_2 = 50 \times C_{\text{水}} \times (t_2 - t_3)$ (J)			
量热器的水当量 $W = \frac{Q_2 - Q_1}{t_2 - t_1} + C_{\text{水}}(g)$			
水当量的平均值 $\bar{W}$			

[注] 表中的  $C_{\text{水}}$ , 即水的比热。

表 5—2 测定中和热的数据记录及结果处理

实验次数	起始温度 ( )			终止温度 ( ) $t_2$	温 度 差 ( ) $t_2-t_1$	计入水当量时的中和热		不计水当量时的中和热		
	HCl	NaOH	平均值 t			数 值 kJ/mol	误 (%)	数值 kJ	mlo	误差 (%)
1										
2										
3										
平均										
将稀盐酸的浓度数值增大 0.05mol/L 时的中和热										
将温度差( $t_2-t_1$ )的数值增大 0.5 时的中和热										

(4) 把温度计插入小烧杯内的盐酸中，并悬挂固定在原来(测定水当量时)的高度。将量筒中的氢氧化钠溶液小心而迅速地一次倒入小烧杯里(注意不要洒到外面)，立即上下拉动搅拌器(或用玻璃棒轻轻搅动溶液)。连续观察混和后溶液温度的上升情况，并准确读取其最高温度，记为终止温度填入表 5—2 中。

(5) 倾去小烧杯中的溶液，将烧杯、温度计和搅拌器用水清洗干净，再用冷风吹干(或仔细擦干)，并使绝热材料尽量散热，冷至室温。重复中和热的测定操作，并将有关数据一并记入表 5—2 中。

#### 4. 实验结果的计算及实验误差的讨论

根据上述测定数据，进行如下的计算和讨论：

(1) 按照计算公式，算出计入量热器的水当量时中和热的数值，并以中和热的理论值(25 时一元强酸跟一元强碱的中和热为 57.26 kJ/mol)为基准，计算实验的百分误差，填入表 5—2 中。

(2) 按照计算公式，算出不计入量热器的水当量时中和热的数值，并以中和热的理论值为基准，计算实验的百分误差，填入表 5—2 中。

(3) 取三次测定中和热数值的平均值，将盐酸的浓度数值增大或减小 0.05mol/L，而其它各种数据保持不变，代入公式计算这种情况下的中和热；并以原来的(未改变盐酸浓度数值时的)中和热数值为基准，计算出百分误差，填入表 5—2 中。

(4) 取三次测定中和热数据的平均值，仅将温度差( $t_2-t_1$ )的数值增大或减小 0.5 (即假定在测定温度的读数中，使温度差的误差达  $\pm 0.5$ )，而其它各种数据保持不变，代入公式计算这种情况下的中和热数值，并以原来的中和热数值为基准，计算出百分误差，填入表 5—2 中。

除以上情况外，分析和估计还有哪些引起实验误差的因素。

### 五、讨论总结

按照以下讨论题目，总结并写出书面报告：

1. 列表整理实验记录及计算结果。根据实验结果的分析对比及实验操作中的亲身体会，归纳总结造成本实验误差的主要因素及避免误差的主要措

拖，指出做好本实验的关键。

2. 为了使学生能顺利地完成本实验，教师在实验课前应为学生做好哪些准备，在实验课中应对学生重点指导哪些事项？写出本实验的指导提纲。

#### 六、参考文献

1. 全日制十年制学校高中化学第一册《教学参考书》上册，人民教育出版社，第 91—93 页和第 100—101 页（1979）。

2. 王希通，“中和热与分子量测定实验”，化学教育，第 1 期（1980）。

3. 康力平，“对高一化学中几个定量学生实验的浅见”，化学函授通讯（西南师范学院化学系，四川师范学院化学系，南充师范学院化学系合编），第 1 期（1979）。

## 实验六 “纸上层析”演示实验的准备和探索

### 一、实验目的

1. 了解纸上层析的原理、应用以及中学化学课本引进纸上层析实验的意义。
2. 探索做好纸上层析演示实验的技术关键，掌握这个实验的操作方法。

### 二、实验原理

纸上层析是用滤纸作为支持剂（载体）的一种色层分析法，这种方法的基本原理一般认为主要是利用混和物中各组分在流动相和固定相间的分配比的不同而使之分离。

在本实验中，以滤纸上吸附的水为固定相（滤纸纤维常能吸附 20% 左右的水），有机溶剂如正丁醇或乙醇（都含有一定比例的水）等为流动相，酚酞、甲基橙混和物或红、蓝墨水混和物为层析试样。把试样点在滤纸的原点位置上，当流动相溶剂在滤纸的毛细管作用下，连续不断地沿着滤纸前进通过原点时，试样中各组分便随着流动相溶剂向前移动，并在流动相和固定相溶剂之间连续发生一次又一次的分配。结果，分配比较大的物质移动速度较快，移动的距离较远；分配比较小的物质移动速度慢，移动的距离较近。这样，便把试样中各组分分开聚集在滤纸的不同位置上。这种分离过程叫展开。因此，流动相溶剂又叫做展开剂。

当分离的物质是有色的，如甲基橙，层析后在滤纸上可以直接看出它的色斑。当分离的是无色的物质，如酚酞，就必须用显色剂使之显色。无色的酚酞可以用氨水使之显红色，所用的氨水就是显色剂。

纸上层析可用于化学性质相近的混和物的分离，特别适宜于微量物质的分离和鉴别。而且使用的仪器简单，操作比较容易，重现性好。目前，纸上层析已运用到有机化学、无机化学、生物化学及生理学的定性、定量分析中。例如利用纸上层析法使蛋白质所包含的几十种氨基酸在一张滤纸上全部分离开；又如在稀有、稀土、放射性元素和核裂解产物等的分离和鉴定上，也用列纸上层析法，都有较好的效果。

为了扩大学生的眼界，提高学生的兴趣，在中学化学教材中引入了纸上层析实验，使学生初步了解用纸上层析分离物质的方法，但只要要求做出定性的结果。

### 三、实验用品

仪器：

大试管（30mm × 200mm）（带橡皮塞）	5 支
移液管（10ml）	2 支
大试管架（大孔）	1 个
培养皿（直径 8cm）	5 只
玻璃毛细管（长 8cm）	2 支
剪刀（公用） 小刀（公用）	

药品：

酚酞、甲基橙混和溶液：配制法是取甲基橙、酚酞各 0.1g，溶于 10ml 60% 乙醇中。

氨水的正丁醇饱和溶液：配制法是用浓氨水配制成 2 : 8 稀氨水 (2ml 浓氨水 + 8 ml 蒸馏水) 40ml，慢慢注入 20ml 正丁醇中，充分振荡。静置后液体分为两层，上层即氨水的正丁醇饱和溶液。

乙醇与氨水的混和溶液：配制法是用乙醇与 1mol/L 氨水按体积比 2 : 1 (2 ml 乙醇 + 1ml 1mol/L 氨水) 混和。市售白酒。

氨化市售白酒：配制方法是用市售白酒与浓氨水按体积比 10 : 1 (10ml 市售白酒 + 1ml 浓氨水) 混和。

红蓝墨水混合液：配制法是用红蓝墨水按体积比 2 : 1 (2ml 红墨水 + 1ml 蓝墨水) 混和。

浓氨水。

材料：

滤纸：圆形 (直径 9cm) 慢速、中速、快速定性滤纸各 5 张；长条形层析滤纸和中速定性滤纸各 5 条。

铅笔 (公用)。

小铁钉。

#### 四、实验步骤

本次实验使用两种不同的层析混和物，四种不同的展开剂，两种不同的展开方法和四种不同规格的滤纸作支持剂，进行 10 组 (共 25 次) 对比实验。要注意掌握纸上层析的技术，总结本实验成功的条件，探索改进实验的方法。

##### (一) 酚酞和甲基橙混和溶液的纸上层析

1. 以氨水的正丁醇饱和溶液作展开剂 (氨是显色剂。本实验把显色剂加在展开剂里，配成氨水的正丁醇饱和溶液，目的是为了简化操作手续，便于使学生直接观察实验现象)。

##### (1) 利用长条形滤纸进行层析 (上行展开)

分别利用长条形层析滤纸和中速定性滤纸按下列操作进行试验并对比试验的效果。

i. 准备：取一支带橡皮塞 (塞子底端中间切有一条缝隙) 的清洁、干燥的大试管 (30mm × 200mm)。配合大试管的内径和管长，裁取一长条滤纸，纸条的宽度比试管的内径略窄 (约 24mm)；长度按塞子底端到近试管底的距离 (约 180mm)。(裁取时，要求滤纸的纸纹均匀一致而且没有斜纹；纸面要清洁而平整；纸边要剪齐而无纸毛)。

ii 点样：在准备好的长条形滤纸的一端距端边约 2 cm 处的正中，用铅笔画一个小“×”号表示原点的位置，于此“×”号处用玻璃毛细管点上酚酞和甲基橙的混和溶液试样，点好的试样斑点的直径以不超过 0.4cm 为宜。

iii 展开：用移液管量取约 10ml 氨水的正丁醇饱和溶液，小心地将溶液转移到大试管中 (注意：勿使溶液溅到试管上部内壁)。将点好试样的条形滤纸的另一端夹在橡皮塞底端中间的缝隙里，然后小心地将滤纸条伸入盛有展开剂的大试管中，塞上橡皮塞，使滤纸垂直而两侧不接触试管内壁 (否则会造成展开剂不按水平线平行上升，影响展开效果)；滤纸条的下端浸入溶液液面下约 1cm (勿使试样斑点浸入溶液之中)，如图 6—1。

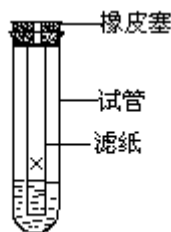


图6—1 纸上层析（上行展开）

塞好（注意密闭！）橡皮塞后，将大试管静置于试管架上，观察现象。记录酚酞与甲基橙完全分离的时间，以及二者分开后的颜色与相对位置（前后）。

iv 结束：取出滤纸条，立即用铅笔在展开剂到达的前沿处作一记号。

如果酚酞显色不鲜明，这是因展开剂上升到一定高度，水分减少， $\text{NH}_3$  在无水情况下不能使酚酞显红色之故。可将取出的滤纸条用水蒸气熏片刻，然后再用浓氨水熏一下；或将滤纸条倒置（展开剂前沿向下），在展开剂前沿处滴少许氨水；或事先把滤纸条上部（要控制好上部位置）用水润湿，待酚酞随正丁醇上升到被水润湿处则可显红色。

（2）利用圆形滤纸进行层析（环形展开或径向展开）

分别用圆形慢速、中速、快速定性滤纸按下列操作进行试验，并对比试验的效果。

i. 准备：选好所需规格的圆形滤纸，滤纸的直径应比所用的培养皿（或其它浅皿）的直径略大。再用宽 1cm 左右的滤纸条卷成直径为 0.15—0.2cm 的滤纸芯。

ii. 点样：取一张选好的（直径约 9cm）圆形滤纸，在圆心位置上用玻璃毛细管点上酚酞和甲基橙的混和溶液，点好的试样斑点直径约 0.5cm，晾干。

iii. 展开：在试样斑点的中心位置上用小铁钉穿一个小圆孔，小圆孔的直径约 0.15—0.2 cm。取一段长约 1.5cm 的滤纸芯，垂直插入小圆孔中，使滤纸芯的上端稍冒出滤纸平面。

量取约 10ml 氨水的正丁醇饱和溶液，注入直径为 8 cm 的培养皿中，将准备好的圆形滤纸盖在培养皿上，使纸芯下端浸入展开剂中，再罩上培养皿盖。如图 6—2 所示。

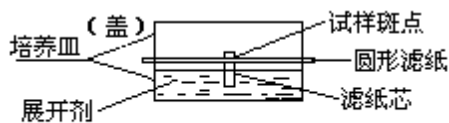


图6—2 纸上层析（环形展开）

静置，观察所发生的现象，记录观察到的现象和酚酞与甲基橙完全分离的时间。

iv. 结束、取下圆形滤纸，其后的操作同（一）-1-（1）-iv。

2. 以乙醇和氨水的混和溶液作展开剂（氨是显色剂）。

（1）利用长条滤纸进行层析（上行展开）

分别用长条形层析滤纸和中速定性滤纸进行试验，并对比试验的效果。除更换展开剂外，操作方法同（一）-1-（1）。

（2）利用圆形滤纸进行层析（环形展开或径向展开）。

分别用圆形慢速、中速、快速定性滤纸进行试验，并对比试验的效果。除更换展开剂之外，操作方法同（一）-1-（2）。



3. 以氨化市售白酒作展开剂（氨是显色剂）。（1）利用长条滤纸进行层析（上行展开）

分别用长条形层析滤纸和中速定性滤纸进行试验，并对比试验的效果。除更换展开剂之外，操作方法同（一）-1-（1）。

（2）利用圆形滤纸进行层析（环形展开或径向展开）

分别用慢速、中速、快速定性滤纸进行试验，并对比试验效果。除更换展开剂之外，操作方法同（一）-1-（2）。

（二）红、蓝墨水混和液的纸上层析。

1. 以市售白酒作展开剂。

用红、蓝墨水混和液作色层分析可不必另行显色。（1）利用长条滤纸进行层析（上行展开）。

分别用长条形层析滤纸和中速定性滤纸进行试验，并对比试验的效果。除更换层析混和物及展开剂之外，操作方法同（一）-1-（1）。

（2）利用圆形滤纸进行层析（环形展开或径向展开）。

分别用圆形慢速、中速、快速定性滤纸进行试验，并对比试验效果。除更换层析混和物及展开剂之外，操作方法同（一）-1-（2）。

2. 以氨化市售白酒作展开剂。

（1）利用长条形滤纸进行层析（上行展开）

分别用长条形层析滤纸和中速定性滤纸进行试验，对比试验效果，并注意与使用未氨化的市售白酒作展开剂的实验效果对比。除更换层析混和物及展开剂之外，操作方法同（一）-1-（1）。

（2）利用圆形滤纸进行层析（环形展开或径向展开）。

分别用圆形慢速、中速、快速定性滤纸进行试验，对比试验效果，并注意与使用未氨化的市售白酒作展开剂的实验效果对比。除更换层析混和物及展开剂之外，操作方法同（一）-1-（2）。

以上实验内容归纳如下表。

“纸上层析”实验内容总表

层析混和物	滤纸的选 显色剂 展开剂		展开方法		上行展开			环形展开		
			实验次数	氨	第一次	第二次	第一次	第二次	第三次	
					第一次	第二次	第一次	第二次	第三次	
酚酞、甲基橙混和溶液	氨水和正丁醇饱和溶液	氨	长条形层析滤纸	长条形中速定性滤纸	圆形慢速定性滤纸	圆形中速定性滤纸	圆形快速定性滤纸			
	乙醇和氨水的混和溶液	氨	同上	同上	同上	同上	同上			
	氨化市售白酒	氨	同上	同上	同上	同上	同上			
红、蓝墨水混和液	市售白酒		同上	同上	同上	同上	同上			
	氨化市售白酒		同上	同上	同上	同上	同上			

## 五、讨论总结

根据以下讨论题目，总结写出书面报告。并附交一份你这次实验中较好的层析作品。

1. 根据你在以上各次纸上层析实验中的操作条件（包括层析混和物、展开剂、显色剂、滤纸的选择、展开方法等）及实验效果（包括混和物分离的时间、分开后的颜色和相对位置等），列表（自行设计）整理实验记录，对比总结两种展开方法的优缺点，分析选择出较佳的实验条件。你认为做好纸上层析演示实验应注意哪些事项？

2. 根据你自己实验的体会，对中学化学课本中所述纸上层析演示实验的步骤和操作方法提出你的看法。

3. 本实验把显色剂加在展开剂中，对实验效果有无影响？（可进一步实验验证）。

4. 你认为在中学演示纸上层析实验时，还可采用其它哪些层析混和物、展开剂、显色剂、更为简便易行并得到良好的效果。

## 六、参考文献

1. 中小学通用教材化学编写组编，全日制十年制学校初中课本《化学》，（试用本）人民教育出版社，第三章第五节（1978）。

2. 中小学通用教材化学编写组编，全日制十年制学校初中比学全一册（试用本）《教学参考书》，人民教育出版社，第176页—186页（1978）。

3. 汪葆濬、程寰西、高华寿等，《分析化学》中册，人民教育出版社，第327页—331页（1961）。

4. 华中师范学院、东北师范大学、陕西师范大学编，《分析化学》，人民教育出版社，第570页—572页，第593页—596页（1981）。

5. 武汉大学等五校编，《分析化学》，人民教育出版社，第534页—536页（1979）。

6. [日]柴田村治、寺田喜久雄著，《纸色谱法及其应用》，增订1  
蒲 霭斌译\*1978）。

7. 《色层分析法译文集》（及其在农业科学上的应用），上海科学技术情报研究所（1976）。

8. 陈梁波，“纸上层析实验”，中学理科教学，第4期（1978）。

9. 金立藩、马经德，《中学化学课堂实验》上册，人民教育出版社，第150页—153页（1979）。

10. 徐贵荣，“纸上层析”，新教育，第12期（1978）。

## 实验七 “阿佛加德罗常数的测定(单分子膜法)” 学生实验的准备和探索

### 一、实验目的

1. “探讨单分子膜法测定阿佛加德罗常数”实验在中学化学教材中的地位 and 作用。
2. 探索做好“单分子膜法测定阿佛加德罗常数”实验的关键,掌握这个实验的操作方法和技能。
3. 学习单分子膜法测定阿佛加德罗常数的原理和实验数据的测定及计算的讲解方法。

### 二、实验原理

本实验是根据硬脂酸能在水的表面上形成一层单分子膜的性质而设计的。

硬脂酸易溶于苯,难溶于水,而苯又难溶于水且易挥发,当把极稀的硬脂酸的苯溶液逐滴滴入圆形水槽中的水面上时,硬脂酸的苯溶液就在水面上向四周扩散,同时苯不断挥发,留下来的硬脂酸分子( $C_{17}H_{35}COOH$ )随即在水面作定向而整齐的紧密排列。硬脂酸分子中亲水的极性基团(羧基— $COOH$ )这一端向下插入水面,分子中疏水的非极性基团(烃基— $C_{17}H_{35}$ )作为另一端直立向上,从而在水面上形成硬脂酸单分子膜的覆盖层,如图7—1所示。

根据本实验所配硬脂酸苯溶液总体积  $V$  (ml) 中含有硬脂酸的质量  $m$  g, 本实验测得形成单分子膜时滴入硬脂酸苯溶液的滴数  $d$  和每滴的体积  $V_d$  (ml), 以及圆形水槽的内径  $D$  (cm), 又已知每一个硬脂酸分子的截面积  $A$  ( $A=22 \times 10^{-16} \text{cm}^2$ ) 和  $1 \text{mol}$  硬脂酸分子的质量  $M$  ( $M=284.47 \text{g}$ ), 就可按下列公式计算出  $1 \text{mol}$  硬脂酸所含的分子数, 即阿佛加德罗常数  $N_A$

$$N_A = \frac{284.47 \times V \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}{22 \times 10^{-16} \times m \cdot V_d \cdot (d-1)} - \text{mol}^{-1}$$

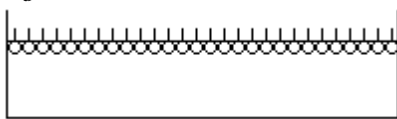


图7—1 硬脂酸分子在水的表面层上定向排列形成单分子膜的示意图

此计算公式可从下列分步计算推导得出。

1. 计算水槽里水面上形成的单分子膜中所含硬脂酸的分子个数 ( $n$ )。

$$n = \frac{\text{硬脂酸单分子膜的面积}}{\text{每个硬脂酸分子的横截面积}}$$

覆盖在水槽中整个水面上的硬脂酸单分子膜的面积, 相当于水槽中水的表面积  $S$  ( $\text{cm}^2$ ), 可由本实验测得水槽内径  $D$  计算出:  $S = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2$ 。

又已知每一个硬脂酸分子的横截面积  $A=22 \times 10^{-16} \text{cm}^2$

$$\text{故：} n = \frac{S}{A} = \frac{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}{22 \times 10^{-16}}$$

2. 计算水槽里水面上形成的单分子膜中所含硬脂酸的质量  $W$

$W = \text{每滴硬脂酸苯溶液所含硬脂酸的质量} \times (\text{滴数} - 1)$ 。

$$W = \frac{m}{V} \cdot (d - 1) = \frac{m \cdot V_d \cdot (d - 1)}{V}$$

(从总滴数中减去 1, 是因为最后一滴没有扩散, 也就是没有参加形成单分子膜。)

3. 计算每一个硬脂酸分子的质量  $W'$ 。

$$W' = \frac{W}{n} = \frac{m \cdot V_d \cdot (d - 1)}{V} \div \frac{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}{22 \times 10^{-16}}$$

$$\text{即 } W' = \frac{22 \times 10^{-16} \times m \cdot V_d \cdot (d - 1)}{V \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

4. 计算 1mol 硬脂酸所含的分子数 ( $N_A$ )。

$$N_A = \frac{M}{W'} = 284.47 \div \frac{22 \times 10^{-16} \times m \cdot V_d \cdot (d - 1)}{V \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

$$\text{即 } N_A = \frac{284.47 \times V \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}{22 \times 10^{-16} \times m \cdot V_d \cdot (d - 1)} (\text{mol}^{-1})$$

将“阿佛加德罗常数的测定”实验选入高中化学课本, 目的在于使学生通过实验, 了解阿佛加德罗常数的一种测定方法和原理, 从而能更深刻地认识阿佛加德罗常数的意义和自觉地运用这个常数去理解有关的化学基本概念并进行化学计算。同时, 也有助于提高学生的分析推理能力和学习定量地研究化学的方法。

### 三、实验用品

仪器

分析天平	一台
称量瓶	一只
烧杯 (50ml)	一只
玻璃棒	一根
容量瓶 (250ml)	一只
胶头滴管 (60—80 滴/ml), 或移液管 (5ml、带刻度、带胶头)	一支
胶头滴管 (> 130 滴/ml), 或医用注射器 (10—20ml)	一支
玻璃水槽 (圆形、直径约 33cm 左右)	一只

培养皿（直径 9cm）	一只
直尺	一把
卡尺	一把
量筒（5ml 或 10ml，0.1ml 刻度）	一只

#### 药品

硬脂酸（分析纯）

苯（分析纯，经过无水氯化钙处理）

#### 四、实验步骤

1. 硬脂酸苯溶液的制备在分析天平上用 50ml 小烧杯称取约 50—100mg 硬脂酸，以少量苯溶解后，注入 250ml 容量瓶中，用苯冲洗烧杯数次，洗涤液均倒入容量瓶中，最后再往容量瓶中加苯至刻度，配成 250ml 硬脂酸苯溶液。

2. 准确测定每滴硬脂酸苯溶液的体积取一支清洁干燥的胶头滴管（60—80 滴/ml），吸入硬脂酸苯溶液，往小量筒中滴入 100 滴，读出它的体积数（估计到小数点后两位）。并计算出一滴硬脂酸苯溶液的体积  $V_d$  (ml)。再重复操作两次，取三次结果的平均值。滴时要注意使滴管垂直，并避免空气回吸。

3. 准确测定圆形水槽中水的表面积往圆形水槽中加水至水槽高度的  $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ ，并把它放平。在水面的位置做上标记，然后用卡尺沿水面从三个不同方位准确量出水槽内径，取其平均值  $D$  (cm)。计算出水槽内水的表面积：

$$S = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 (\text{cm}^2)$$

把水槽中的水倒掉，用去污粉（必要时用碳酸钠）擦洗水槽内壁，用清水冲洗干净后，重新往水槽中注入清水至标记处。

4. 准确测定在水面上形成硬脂酸单分子膜需要滴入硬脂酸苯溶液的滴数。

用上述胶头滴管吸取硬脂酸苯溶液，使滴管垂直，保持在水槽的中心位置上方，且管尖离水面约 5cm 高，往水面上滴入一滴硬脂酸苯溶液。仔细观察，待滴到水面上的硬脂酸苯溶液全部扩散和苯已挥发而看不到珠滴时（不得用嘴吹），再滴入第二滴。如此逐滴滴入，直到滴入一滴后，硬脂酸苯溶液在水面上不再扩散而呈透镜状油珠，并在半分钟内都不消失时，表示硬脂酸单分子膜已经形成并完全覆盖水面，遂停止滴入。记下滴入的滴数  $d$ 。

在每次吸取硬脂酸苯溶液后，要立即盖上盛硬脂酸苯溶液的试剂瓶的瓶塞，避免苯挥发使溶液浓度发生变化。滴液时，捏胶头的力要均匀，避免空气回吸。

重复测定：把水槽中的水倒掉，用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  粉擦洗水槽，洗去粘在水槽上的硬脂酸（为什么一定要洗去？），用清水仔细冲洗干净后，再往水槽中注入清水至标记处。重复以上操作，再做两次实验，取三次结果的平均值。

#### 5. 数据处理

根据测得的数据，算出阿佛加德罗常数。

6.用一支每 ml 大于 130 滴的胶头滴管(或注射器)和上面实验用的圆形水槽重复实验步骤 2—5,进行实验。

7.用一只较小的容器(如培养皿),分别用每 ml 60—80 滴的胶头滴管和每 ml 大于 130 滴的胶头滴管(或注射器)重复做这个实验,探讨容器的大小和每滴硬脂酸苯溶液体积的大小对实验结果的影响。

实验记录及数据处理结果可填入下表。

m= (g)		V= (ml)					
测定项目		实验次数	一	二	三	四	五
容器名称							
V <sub>d</sub> (ml/滴)	第一次						
	第二次						
	第三次						
	平均						
D (cm)	第一次						
	第二次						
	第次						
	平均						
d (滴)	第一次						
	第二次						
	第三次						
	平均						
$N_A = \frac{284.47 \times V \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2}{22 \times 10^{-16} \times m \cdot V_d \cdot (d-1)}$ (mol <sup>-1</sup> )							

## 五、讨论总结

按照以下讨论题目,总结写出书面报告。

1.列表整理实验记录,处理实验数据。对比并总结容器的大小和每滴硬脂酸苯溶液体积的大小对实验结果的影响。

2.分析造成实验误差的因素,指出做好本实验要注意的问题。

3.扼要叙述你对本实验在中学化学教学中的地位和作用的认识。如何向中学生讲解本实验原理,提出你的讲授纲要。

## 六、参考文献

1.中小学通用教材化学编写组编,全日制十年制学校高中课本《化学》(试用本)第一册,人民教育出版社,第二章第一节,学生实验二(1979)。

2.广东省教育局《高中化学教学参考书》编写小组编,全日制十年制学校高中化学第一册(试用本)《教育参考书》上册,人民教育出版社,第59—62页(1979)。

3.人民教育出版社中学化学编辑室编，六年制重点中学高中课本《化学》（试用本），第一册，人民教育出版社，第163—165页（1983）。

4.施其康、刘正贤，“学生可以做好《阿佛加德罗常数的测定》”化学教学，第二辑（1979）。

5.陈华乐，“阿佛加德罗常数测定实验”，中学理科教学，第8期（1978）。

6.王希通，《中学化学实验技术和方法》，河北人民出版社，第59—63页（1980）。

## 实验八 用植物色素制取代用酸碱指示剂及其变色范围的测试

### 一、实验目的

1. 了解代用指示剂的制取和一种测试指示剂变色范围的简易方法。
2. 测试几种植物色素在不同 pH 值条件下的显色情况（变色范围）。

### 二、实验用品

#### 仪器

大试管 (32mm × 200 mm)	14 支
大试管架 (14 孔)	1 个
量筒 (10ml, 0.1ml 刻度)	3 只
移液管 (5ml, 带刻度)	1 支
洗耳球 1 只 小试管 (12mm × 100mm)	28 支
小试管架 (14 孔)	1 只
胶头滴管 5 支 研钵 (带杵)	1 套
表面皿 (直径 80mm)	1 只
洗瓶	1 只
玻璃棒	14 根
离心试管	4 支
离心机 (公用)	

#### 药品

氢氧化钠溶液 (1mol/L) (分析纯)  
氨水 (1mol/L) (分析纯)  
盐酸 (1mol/L) (分析纯)  
醋酸 (1mol/L) (分析纯)  
白酒 (市售)

代用指示剂 (根据实验期间采用应时植物花、叶、果皮制作)。

广范围试纸 (pH1—14) 材料标签纸浆糊剪刀

### 三、实验步骤

(一) 代用指示剂的制取：将某些新鲜植物的花瓣、叶片或果皮洗净，用研钵捣碎，加适量（按制取浓溶液的要求）的市售白酒浸泡一段时间后，挤出汁液。如汁液浑浊，则把汁液倒入离心试管内，离心分离残渣，取出上层澄清的溶液即可作代用指示剂。此种白酒浸取液可保存较长的时间。

(二) 测试代用指示剂的变色范围

#### 1. 准备 pH 溶液系列

(1) 配备溶液用洁净、干燥的大试管 14 支，依次贴上从 1 到 14 的序号标签，排列在大试管架上，然后如表 8 - 1 所示，按序号准确量取有关溶液的体积，倒入相应序号的大试管中，混和均匀。

(2) 用广范围 pH 试纸测定以上各混和溶液的 pH 值，并记录在对应的大试管序号标签的序号下，即得实验测知 pH 值的溶液系列。

#### 2. 用已测知 pH 值的溶液系列测试代用指示剂的变色范围。



表 8 - 1 pH 溶液系列的配制

序号	量取所需溶液的体积 ( ml )					pH (理论值)
	NaOH(1mol/L)	NH <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O(1mol/L)	CH <sub>3</sub> COOH(1mol/L)	HCL(1mol/L)	H <sub>2</sub> O	
1	-	-	-	2	18	1
2	-	-	-	0.2	19.8	2
3	-	-	1.2	18.8	3	
4	2.6	-	17.4	-	-	4
5	7.8	-	12.2	-	-	5
6	9.8	-	10.2	-	-	6
7	-	10	10	-	-	7
8	-	10.2	-	9.8	-	8
9	-	12.2	-	7.8	-	9
10	-	17.4	-	2.6	-	10
11	-	1.2	-	-	18.8	11
12	0.2	-	-	-	19.8	12
13	2	-	-	-	18	13
14	20	-	-	-	-	14

取上述各种 pH 值的溶液各 1ml，分别注入小试管（12mm×100mm）中，按 pH 值从小到大的顺序排列在小试管架上，然后取一种代用指示剂依次滴加 1—5 滴于小试管中，观察代用指示剂在不同 pH 值条件下的显色情况（变色范围），并将结果记录在表 8—2 中。如上方法依次测试你所采集的各种植物花瓣、叶片或果皮制成的浸取液（代用指示剂），仔细观察，并将测试结果记录在表 8—2 中。

表 8 - 2 几种代用指示剂（植物色素）在不同 pH 值条件下的显色情况

植物名称	植物浸取液原色	代用指示剂在溶液中显色	溶液序号																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								

#### 四、讨论总结

按照以下讨论题目，总结写出书面报告

1. 列表整理实验记录，总结你的实验结果。你认为哪些植物色素是较好的代用指示剂？
2. 你认为代用指示剂的制取和测定代用指示剂的变色范围的方法还可以

作哪些改进？

#### 五、参考资料及文献

1. 西南师范学院化学系实验室测试的“各种代用指示剂（植物色素）在不同 pH 值条件下的显色情况”，见表 8—3。

2. 王希通，《中学化学实验技术和方法》，河北人民出版社，第 56—58（1980）。

3. 孙志宽，“用紫萝卜作指示剂的实验”，化学通报，第 5 期（1959）。

4. 张树枝“大红花、紫荆花可作指示剂的实验”，化学通报，第 8 期（1955）。

5. 郑肇生，“用中草药‘紫草’作指示剂”，化学通报，第 8 期（1955）。

6. 蔚文，“植物性色素与酸碱性”，化学通报，第 8 期（1957）。

7. 闵浩然，“利用红萝卜皮的色素作指示剂和着色剂”，化学通报，第 8 期（1957）。

表 8-3 各种代用指示剂（植物色素）在不同 pH 值条件下的显色情况

植物名称	代用指示剂 在溶液 植物浸 取液原色	溶液序号 中显 PH 色 值	HCl	HAc- NaAc	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}-\text{NH}_4\text{Cl}$	NaOH
			1 2 3 ( 2mol/L )	4 5 6 7	8 9 10 11.5 8.5 9.5 10.5	13 ( 2mol/L )
紫红萝卜皮 (白酒浸液)	紫红		红	紫红	紫 黄紫 紫黄	黄
苏木 (白酒浸液)	红棕		橙红	黄 橙	玫瑰红	
紫草根 (白酒浸液)	红棕			红色	紫红 紫色	蓝色 蓝色
紫罗兰叶 (白酒浸液)	紫红		黄红	紫红	黄绿	黄
一串红花瓣 (白酒浸液)	红棕			黄色	橙带绿 绿黄	黄
月季花大红花瓣 (白酒浸液)	玫瑰红		红	无色	绿 黄绿 黄	
月季花粉红花瓣 (白酒浸液)	浅褐		浅红	无色	绿 黄绿 黄	
凤仙花花瓣 (白酒浸液)	红棕		浅红	无色	微绿 绿	
紫茉莉花花瓣 (白酒浸液)	浅褐			无色	草绿	

注：1. 以上实验所用苏木和紫草，均从中药店购得，其余几种花、叶，果皮、系冬季在重庆地区园林中采集。

2. 若采集的季节或植株的部位、产地不同，有的虽为同种植物，其色素浸取液在不同 pH 值条件下的显色情况可能有差异。

## 实验九 “测定硝酸钾在水中的溶解度并绘制它的溶解度曲线图” 学生实验的准备和探索

### 一、实验目的

1.明确本实验在初中化学教学中的作用及实验目的。2.探讨减小这个实验误差的方法。掌握做好这个实验的技术关键。3.进一步培养准备学生实验课的能力。

### 二、实验原理

固体的溶解度，是在一定温度下，某物质在 100g 溶剂里达到饱和状态时所溶解的量（单位为克）。

或表示为：

$$\text{某物质在}t\text{时的溶解度} = \frac{\text{饱和溶液中某物质的质量 (g)}}{\text{饱和溶液中溶剂的质量 (g)}} \times 100 (\text{g})$$

由上式可知，测定某固体物质的溶解度，就需要测知某物质在配制成饱和溶液时的温度、饱和溶液中某物质的质量和溶剂的质量。为此，可以通过两种途径来达到。

一种是固定温度，测定该温度下的饱和溶液及其中所含溶质（某物质）的质量。从而计算出这个温度下的某物质的溶解度。这就是溶质质量法。

另一种是固定溶质（某物质）和溶剂二者的质量，测定制成的溶液处于饱和状态——开始析出结晶时的温度。从而计算出所测温度下的某物质的溶解度。这就是结晶析出法。

本实验测定不同温度下硝酸钾在水中的溶解度，根据实验目的，采用了溶质质量法和结晶析出法。

### 三、实验用品

#### 仪器

托盘天平（带砝码）	一台
烧杯（250ml）	一只
烧杯（50ml）	一只
试管（35mm×130 mm，带双孔塞）	一支
试管（18mm×180mm）	五支
玻璃棒	五根
温度计（100）	一支
量筒（10ml）	一只
移液管（5ml，带刻度）	一支
坩埚钳	一把
带圈玻璃搅拌器（大圈）	一支
带圈玻璃搅拌器（小圈）	一支
铁架台	一个
铁夹	二个
铁圈	一个
石棉网	一块
酒精灯	一盏

蒸发皿	一只
干燥器 (带干燥剂 $\text{CaCl}_2$ )	一个
洗瓶	一只
胶头滴管	一支
药品	
硝酸钾 (已经烘去水分并研细) (化学纯)	

#### 四、实验步骤

实验前认真钻研初中化学课本中有关这个实验的内容明确该实验的实验目的,了解实验步骤。然后再进行实验。

##### 1. 溶质质量法

###### (1) 称量蒸发皿的质量

用托盘天平准确称量一只清洁、干燥的蒸发皿的质量 ( $m_1$ ), 将称量的数值记入表 9-1 中。

(2) 安装仪器, 制取指定温度下的硝酸钾饱和溶液。仪器安装如图 9-1。

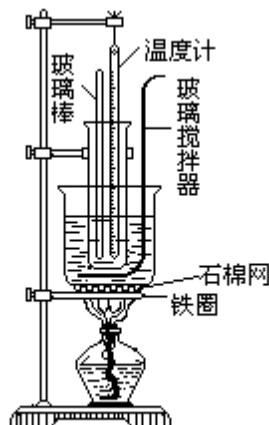


图9-1 溶质质量法测溶解度装置

用量筒量取 10ml 蒸馏水, 倒入大试管中。(大试管也可用 50ml 的小烧杯代替, 这样有利于下一步迅速地倾出恒定温度下的饱和溶液。如改用小烧杯, 则需倒入 15—20ml 蒸馏水。) 然后把一支温度计放在试管里。在一只 250ml 的烧杯里倒入约 150ml 水作为水浴。将大试管固定在烧杯中, 使试管内的液面低于烧杯中的水面, 而且试管底不与烧杯底接触。安装完毕, 进行水浴加热。利用控制水浴温度, 使试管里的温度保持恒定在指定的温度 (如 20、30、40、50、60、70)。同时逐渐向试管里加入少量硝酸钾晶体, 边加边用玻璃棒充分搅拌, 促使硝酸钾迅速溶解, 直到在恒定温度下五分钟内不再溶解为止。这时, 溶液已达饱和状态。

(3) 倾倒溶液, 称量 (蒸发皿 + 饱和溶液) 的质量。

在恒温下静置, 待未溶解的硝酸钾晶体沉到管底后, 取下试管, 把里面澄清的硝酸钾饱和溶液迅速倾倒在已称量过的蒸发皿里 (注意! 既不要把未溶解的硝酸钾晶体倒入蒸发皿中, 又要防止饱和溶液在流经试管中途时温度下降而析出晶体)。然后冷却称量, 即得 (蒸发皿 + 饱和溶液) 的质量 ( $m_2$ )。把数值记入表 9-1 中。

表 9 - 1 溶质质量法测  $\text{KNO}_3$  溶解度的实验记录

温度 ( )	次 数	蒸发皿 的 质量 $m_1/g$	蒸发皿+ 溶液的 质 量 $m_2/g$	蒸发皿 + 晶体 的 质量 $m_3/g$	水 的 质 量 ( $m_2 - m_3$ )/g	晶体的质量 ( $m_3 - m_1$ )/g	溶解度 S/g (平均值)
20							
30							
40							
50							
60							
70							

(4) 蒸发、冷却、称量(蒸发皿 + 晶体)的质量。

把蒸发皿放到石棉网上用酒精灯加热,边加热边搅拌(注意防止溶液外溅,或改用水浴加热)。待析出晶体较多时,改用微火加热,继续边加热边搅拌(防止晶体外溅),直到水分完全蒸发掉为止(防止强热使晶体熔融、分解)。待稍冷后,把蒸发皿放入干燥器中冷却,冷却后,称量。再重复加热、冷却、称量,直到两次称量的结果相差不超过 0.1g 为止,此即(蒸发皿 + 晶体)的质量( $m_3$ )。把数值记入表 9 - 1 中。

(5) 数据处理,计算溶解度

处理以上所测数据,根据下式计算出硝酸钾在指定温度下的溶解度(S)。把溶解度数值记入表 9—1 中。

计算公式:

溶质(硝酸钾晶体)的质量 =  $m_3 - m_1$  (g)

水的质量 =  $m_2 - m_3$  (g)

$$\text{硝酸钾的溶解度 } S = \frac{100(m_3 - m_1)}{m_2 - m_3} \text{ (g)}$$

(6) 绘出溶解度曲线

以横坐标表示温度,以纵坐标表示溶解度,根据本实验所得数据,绘出硝酸钾 20 —70 的溶解度曲线。

2. 结晶析出法

按照初中化学课本中编写的这个实验的步骤以及下列实验步骤分别进行实验,对比它们的优缺点,探索较佳的方法步骤。

(1) 称取硝酸钾，量取溶剂（蒸馏水）

用托盘天平称取硝酸钾 6.0g，放入一支清洁、干燥的试管（35mm × 130mm）中。再用移液管准确量取蒸馏水 5ml，注入同一支试管中。

(2) 安装仪器，测定硝酸钾溶液处于饱和状态时的温度将 100 温度计和带圈玻璃搅拌器插入双孔塞中，再把它们插入试管中，并将塞子塞住试管口。用 250ml 烧杯盛水约 150ml（作水浴用）。按图 9—2 所示装配仪器。

用酒精灯加热烧杯，使试管在水浴里加热。同时，上下抽动烧杯中及试管中的玻璃搅拌器，使杯内、管内的液体温度均匀一致并平稳上升，到硝酸钾晶体全部溶解，即停止加热。

将试管取出水浴，继续不断搅拌，让试管中溶液缓缓降温，同时仔细观察试管中的溶液和温度计，一旦有晶体出现，立即记录开始析出晶体时的温度。

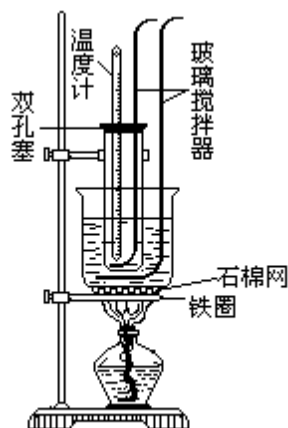


图9—2 结晶析出法测溶解度装置

重复加热和降温，并记录每次开始析出晶体时的温度，到两次温度相差不超过 0.5 度为止。取此两次温度的平均值 ( $t$ )。

(3) 增加溶剂量，测定稀释后溶液处于饱和状态时的温度。

用移液管准确量取蒸馏水 1ml，注入试管中，使试管中的溶剂增加到 6ml。再按上述加热、降温的操作方法，测定溶剂为 6ml 时溶液开始析出晶体时的温度。

按同样操作方法，每次增加蒸馏水 1ml，依次分别测定溶剂量为 7ml、8ml、9ml、10ml、11ml、12ml... 等硝酸钾溶液（溶质都是 6g 硝酸钾）在开始析出晶体时的温度。直到为 30 或更低温度时为止。

(4) 数据处理，计算溶解度

处理实验所测数据，根据硝酸钾和蒸馏水的质量以及相应的温度，计算出硝酸钾在不同温度下的溶解度 ( $S$ )。

(5) 绘出溶解度曲线

以横坐标表示温度，纵坐标表示溶解度，根据以上所得的  $t$  值和  $S$  值，绘出硝酸钾的溶解度曲线。

## 五、讨论总结

按照以下讨论题目，总结写出书面报告。

1. 列表整理实验记录。根据你实验绘制的溶解度曲线与课本中溶解度曲线进行比较，判断你的实验结果的准确程度。根据你自己实验中的体会，对比分析“溶质质量法”和“结晶析出法”

表 9 - 2 结晶析出法测  $\text{KNO}_3$  溶解度的实验记录

硝酸钾的质量(g)	水的体积*(ml)	开始析出晶体时的温度( )			溶 解 度 ( g ) S
		1	2	t/ 平均值	

\*计算时以水的体积 ( ml ) 作为水的质量 ( g )。

的实验方法、步骤、装置、操作中可能产生误差的主要因素有哪些？做好本实验的技术关键有哪些？对初中化学课本中编写的这个实验的方法步骤、装置、操作有何改进意见？

2. 估计中学生按照初中化学课本独立进行这个实验时可能发生的困难，拟出上课时应向学生交代的注意事项及课中的巡视指导计划（计划内容包括重点指导的实验内容、操作技术和能力的培养等项目）。

### 六、参考文献

1 人民教育出版社中学化学编辑室编，初级中学课本《化学》全一册，人民教育出版社，第四章第三节，学生实验选做实验一（1982）。

2. 金立藩、马经德，《中学化学课堂实验》（上），上海教育出版社，第 131—134 页（1979）。

3. 杨启富，“绘制溶解度曲线的探讨和建议”，化学教学，第 3 辑（1980）。

4. 王希通著，《中学化学实验技术和方法》，河北人民出版社，第 41—45 页（1980）。

5. B.N. 谢密申著、南开大学化学系无机化学教研组译，《普通化学实验》，高等教育出版社，第 80—81 页（1955）。



## 实验十 “电离”、“电解”演示实验的准备和探索

### 一、实验目的

- 1.明确电离和电解实验在相应教材和教学中的地位 and 掌握这些实验的演示技术；
- 2.探索电离和电解实验的改进装置。

### 二、实验用品

#### 仪器和材料

低压直流电源 (1—30V 可调)	1 台
粗铁丝 (10cm) 3 段 (225cm)	1 段
1 号干电池 (1.5V)	4—6 节
(或甲种干电池, 1.5V)	2—3 节)
粗铁钉 (3 英寸)	1 颗
烧杯 (50—100 ml)	6 只
(250ml)	2 只
砂纸	1 块
棉花	1 小团
瓷坩埚 (30ml)	1 只
烧杯或玻璃水槽 (1000—1500ml),	
带盖 (板)	1 只
试验物质导电性的装置 (如图 10—1 和图 10 - 2 ) 各	1 套
培养皿 (φ10cm)	1 只
T 形三通管	2 只
铁三脚架	1 个
泥三角	1 个
坩埚钳	1 把
滴管	1 支
U 形管	1 只
石墨电极	2 根
导线	4 段
药品	
NaCl (晶体)	100g
无水 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100ml
KNO <sub>3</sub> (晶体)	100g
蒸馏水	100ml
NaOH (晶体)	100g
KNO <sub>3</sub> 溶液 (0.5 mol/L)	100ml
NaOH 溶液 (0.5mol/L)	100ml
乙醇溶液 (0.5mol/L)	100ml
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 溶液 (0.25 mol/L)	100ml
蔗糖溶液 (0.5mol/L)	100ml
HCl 溶液 (0.5 mol/L)	100ml

NaCl 溶液 ( 0.5mol/L )	100ml
HAc 溶液 ( 0.5 mol/L )	100ml
氨水 ( 0.5mol/L )	100ml
NaCl 液 ( 0.1mol/L )	1500ml ( 自制 )
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ( 0.1mol/L )	
甲基橙试液	
BaCl <sub>2</sub> 溶液 ( 0.1mol/L )	
NaNO <sub>3</sub> 溶液 ( 0.1mol/L )	500ml ( 自制 )
Ba ( OH ) <sub>2</sub> 溶液 ( 0. 1mol/L )	
AgNO <sub>3</sub> 溶液 ( 0.1mol/L )	
KMnO <sub>4</sub> ( 晶体 )	
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ( 晶体 )	
CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O ( 晶体 )	
CuCl <sub>2</sub> 溶液 ( 30% )	20ml
( 用盐酸酸化 )	
锌片	2 块
铁片	2 块
饱和食盐水	20ml
NH <sub>4</sub> Cl	50g
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 溶液 ( 1% )	150ml
ZnCl <sub>2</sub>	5g
海鸥洗涤剂或明胶溶液	
醋酸钠	20g
HNO <sub>3</sub> ( 浓 )	3ml
铬酐 ( CrO <sub>3</sub> )	25g
NaOH ( 1% )	20ml
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ( 浓 )	2ml
盐酸 ( 浓 )	10ml

### 三、实验步骤

1. 实验前的准备在中学化学课本中，电解质的电离理论，是分步讲解的。因而有关电离的演示实验，也分散在初中和高中化学课本中。在进行本实验之前，应该认真钻研有关实验及其相应课文的内容，要求做到：

- ( 1 ) 明确各个实验的演示目的及演示要点；
- ( 2 ) 熟悉各实验的操作步骤和条件；
- ( 3 ) 查阅有关实验的资料，为掌握和改革这些实验打下基础。

2. 实验及探索参考下列内容进行预备实验，作掌握实验条件和改进实验装置的探索。

( 1 ) 物质的导电性及电解质的电离物质导电性的演示可参照初中化学课本中相应的实验装置进行。该装置示意如图 10—1。在容器里分别装入干燥的食盐晶体、硝酸钾晶体、氢氧化钠晶体、无水硫酸、蒸馏水、食盐溶液 ( 0.5mol/L )、硝酸钾溶液 ( 0.5mol/L )、NaOH 溶液 ( 0.5mol/L )、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

溶液(0.25mol/L)、乙醇溶液和蔗糖溶液。用2.2—2.5V手电筒电珠作指示灯泡，连接3—6V的直流电源，观察灯泡是否发亮。所用电压的高低，视电解质溶液的浓度，电极插入溶液的深度和电极间的距离而定。溶液浓度大，电极距离近，插入溶液深，所用电压较低，反之则高。

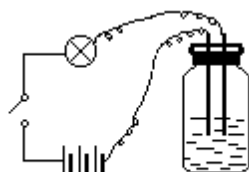


图10-1 试验物质导电性的装置

但是运用这种装置演示时，更换药品的次数太多，颇为费时费事。故可改由六个检验器并联起来使用的装置，其装置示意如图10-2。

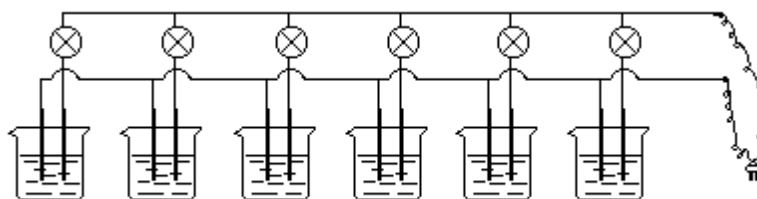


图10-2 试验物质导电性的装置

在本装置中，如果用2.2—2.5V的手电筒电珠作指示灯泡，则仍用3—6V直流电源。如果用220V15-45W的灯泡，则可用220V市用电源供电。

做熔融物的导电性实验，可用 $\text{KNO}_3$ （熔点334）5g盛于瓷坩埚中，置于泥三角上加热使之熔化，然后插入电极，接通电源试验，灯泡发亮。同时，可用蔗糖（熔点186）加热熔化，与熔融 $\text{KNO}_3$ 进行对比试验，灯泡不发亮。然后分析归纳得出电解质与非电解质的概念。并进一步分析得出电离的概念。

### (2) 酸、碱、盐的电离特征

若仅仅试验酸、碱、盐溶液的导电性，则只能证明其水溶液中有自由移动的带电微粒存在。如果采用下述装置（如图10-3），则不仅可以证明电解质可以电离成相应的阴离子和阳离子，而且可以明显地演示离子的下列性质：第一，荷电的性质；第二，在外加电场的作用下阴、阳离子的移动方向；第三，某些离子所具有的颜色。这就更生动地说明了电离概念。

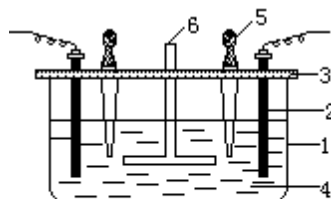


图10-3 试验物质电离的装置  
1. 1000—1500ml烧杯 2. 石墨电极  
3. 盖板 4. 电解质溶液 5. 滴管  
6. T形三通管

#### a. 试验 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 的电离

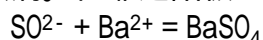
在容积为1000—1500ml的烧杯或玻璃水槽里，加入约 $\frac{1}{2}$ 容积的0.1mol/L的氯化钠溶液，将两只电极与30V的直流电源相接，用滴管在三通管中小心

用2—4只1号干电池（或甲种干电池）串联，或用蓄电池及其他低压电源供电均可。

地滴加 20—25 滴甲基橙试液，然后再滴入 0.1mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2—4 滴。

三通管里的溶液呈粉红色。约一分钟后，红色沿三通管的水平部分逐渐扩散到阴极。（向学生提问：为什么粉红色只向阴极扩散？分析学生的回答，并作出如下结论：氢离子所带电荷与阴极相反——正电荷，它向阴极移动。氢离子使甲基橙的颜色变红，红色必然向阴极扩展。）

为了证明 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 电离时有带负电荷的 SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> 存在，并向阳极方向运动，可用滴管小心地（勿搅动溶液）在三通管下部靠近阴极和阳极的管口处（如图 10—3 所示）各吸取溶液约 2ml，分别放入两支试管中。然后各滴加氯化钡溶液数滴。在靠近阳极一端的溶液里，有白色浑浊物出现，即：



可由此得出结论：H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 电离为相应的 H<sup>+</sup> 和 SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> 离子，前者荷正电，后者荷负电。且在外电场作用下，阳离子移向阴极，阴离子移向阳极。

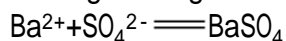
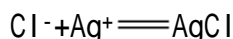
#### b. 试验 Ba(OH)<sub>2</sub> 的电离

将上述仪器洗净后安装好，在烧杯中注入 0.1mol/L NaCl 溶液，接通电源。用滴管向 T 形三通管滴入 8—10 滴酚酞试液，而后再滴入 0.1mol/L 的 Ba(OH)<sub>2</sub> 数滴。三通管内的溶液呈红色，红色逐渐向阳极扩散。

用滴管分别自三通管的靠近阴极和阳极一端各吸取溶液 2ml，用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液试验 Ba<sup>2+</sup> 和 OH<sup>-</sup>。在靠近阴极一端的溶液里，有白色浑浊现象（BaSO<sub>4</sub> 的生成）；在靠近阳极一端的溶液里，溶液原有的红色因加 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 而消失，这是由于发生了酸碱中和反应：H<sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>=H<sub>2</sub>O

#### c. 试验 BaCl<sub>2</sub> 的电离

在上述装置的烧杯中，注入 0.1mol/L 的 NaNO<sub>3</sub> 溶液，接通电源，再往 T 形三通管内注入 8—10 滴 0.1mol/L 的 BaCl<sub>2</sub> 溶液。经 1—1.5 分钟后，用滴管分别由三通管的靠近阳极和阴极一端各吸出溶液 2ml，并分别用 AgNO<sub>3</sub> 和 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液定性检验其中的 Cl<sup>-</sup> 和 Ba<sup>2+</sup>：



#### d. 检验离子的颜色

欲判断某种盐的颜色是由其中哪种离子的颜色决定的，可将欲分析的盐（例如 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>、KMnO<sub>4</sub>、CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 等）的晶体小颗粒放入上述装置的 T 形三通管内，而在烧杯中注入与欲分析的盐不起反应的另一种无色盐的溶液，当装置通电之后，观察带色溶液向哪个电极移动，从而判断带色离子电荷的正、负符号。提问学生：溶液的颜色是由哪种离子造成的？

分析综合上述四个实验，可得出酸、碱、盐的电离特征，离子荷电的正负，离子的颜色，阴、阳离子在外加电场中的移动方向等性质。

讨论：在上列酸、碱、盐的电离特征实验中：

i、当两电极之间的距离增大时，离子移动的距离也相应增大，实验现象将更加明显，但这时所需的电压也将相应地增高。

ii、如果没有电压较高的直流电源，可改用较小的装置在投影仪上进行实验，亦可达到很好的直观效果，所用装置，如图 10—4。

实验操作同前，电源可用 12V 直流电，利用投影幻灯把实验现象反射到

屏幕上。

iii、本实验中，某些离子的鉴别反应和酸碱指示剂的知识，学生在初学电离概念时还不熟悉，因而演示中的这一部分内容，会给学生增加理解上的困难。因此，在什么时候演示这个实验，或者只演示其中某些内容而删去另一些内容，是个值得很好研究的问题。

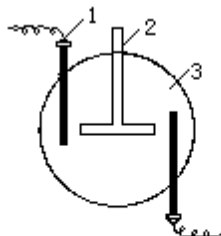


图10-4 用于投影的电离装置(俯视图)  
1. 石墨电极 2. T形三通管  
3. 培养皿(10cm)

### (3) 电解质溶液导电能力的比较——强电解质和弱电解质的概念

比较电解质溶液的导电能力，所用的实验装置如前述图 10—2。按图将仪器连接好，然后把等体积的 0.5mol/L 的盐酸、醋酸、氢氧化钠、氯化钠、氨的水溶液，分别倒入五个烧杯中，接通电源，注意观察和比较灯泡发光的亮度。由此而分析得出强电解质和弱电解质的概念。

为了在相同的条件下比较各种溶液的导电性，溶液的浓度、体积应尽可能准确，烧杯的大小应尽可能一致，各烧杯中正负两电极之间的距离及插入溶液的深度应尽可能相同。如果接通电源后各种溶液的指示灯泡的亮度没有明显差别，这时可同等程度地将各烧杯中两电极之间的距离增大，或减小小电极插入溶液的深度，使实验效果达到本实验的要求。

### (4) 电解

电解的装置可如图 10-5。往 U 形管中注入用盐酸酸化了的 30% 的氯化铜溶液约为管容积的  $\frac{2}{3}$ ，在两臂中各插入一根石墨棒作电极。接上 6—12V 的直流电源，观察管内发生的现象。用湿润的淀粉碘化钾试纸检验阳极产生的气体，试纸变成蓝色，说明产生的是氯气。5 分钟后停止通电，取出阴极，可看到石墨电极上覆盖着一层铜。由此可分析得出电解的概念。

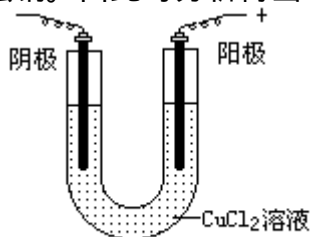


图10-5 电解装置示意图

在这个实验中，如果选用两臂较短的 U 形管，且  $\text{CuCl}_2$  溶液不要装得过多，以便使两电极之间离子移动的路程缩短，则可降低所用电源的电压，缩短实验的时间。

### (5) 电解食盐水制取氯气、氢气和烧碱。

在 U 形管里倒入饱和食盐水，分别在两臂管口各插入一根碳棒作电极。同时，在两臂管中各滴入几滴酚酞试液。接通 6V 的直流电源后，注意观察管内发生的现象，并用湿润的淀粉碘化钾试纸检验阳极放出的气体。

分析指出电解时所得的产物。

讨论：

i、本实验为了避免  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等离子的干扰，最好将食盐水事先精制。

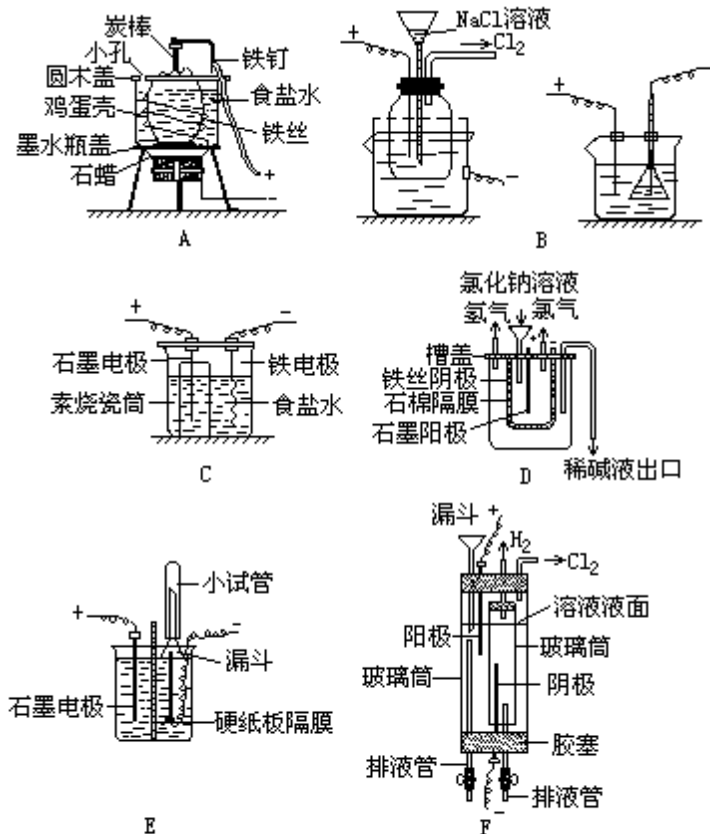


图10-6 几种演示隔膜电解槽原理的装置

- A. 用鸡蛋壳作隔膜电解食盐水； B. 氯化钠溶液的电解（钟罩法）；  
C. 氯化钠溶液的电解（隔膜法）； D. 立式隔膜电解槽演示器；  
E. 电解食盐水演示器的改进； F. 玻璃管做隔膜电解食盐水的装置。

ii、本实验如果用加塞的具支 U 形管作电解器，则阳极和阴极所生成的氯气和氢气可分别由支管导出，用排水法收集后再进行观察和检验。阴极区的溶液可从支管口倒出，再用酚酞试液检验，实验现象较为直观；如果改用双管电解器（见本书的图 2-7，并将阳极换成石墨电极）进行实验，则收集和检验气体更为直观和方便。为了观察电解时  $\text{NaOH}$  的生成。可事先在饱和食盐水中加几滴酚酞试液。

iii、工业上电解食盐水是用隔膜电解槽，在演示实验中，已有许多有关隔膜电解槽原理或模型的尝试，其中的几种如图 10-6 所示。

#### （6）电镀（无氰镀锌）

电镀是电解原理的应用。为了得到光亮的镀层，须将镀件进行镀前处理和镀后钝化，并注意控制电镀时的电流等。实验步骤如下：

a. 电镀液的配制：取氯化铵 50g，加蒸馏水 200ml，使之全部溶解；再加氯化锌 5g，醋酸钠 20g，充分搅拌，待全部溶解后，滴入几滴海鸥牌洗涤剂或明胶溶液，即得电镀锌液（pH5—6）

b. 钝化液的配制：将 20—25g 铬酐（ $\text{CrO}_3$ ）溶于 100ml 蒸馏水中，缓缓

---

工业上无氰镀锌的配方还要复杂，本实验仅选择了一种配方中的主要成分。在本实验内容之后的参考资料中选列了几种镀锌的配方供参考。

加入 98% 浓硫酸约 2ml，再加 65% 的硝酸 3ml。

c. 镀前处理：把铁质镀件（例如一颗铁钉）先用细纱布擦亮，再放到加有少量洗涤剂 1% 的氢氧化钠热溶液里，浸泡和搅拌约 5 分钟，以去掉油污，待铁钉表面完全为水所浸润时取出，用清水清洗，再放入浓盐酸中去锈，半分钟后取出，用清水冲洗，最后放入稀碱液中将酸中和，再用热水浸洗即可。

d. 电镀：将电镀液倒入电镀槽中，把两块锌板悬挂在阳极支架上，使它的 3/4 浸入镀液中，再把镀件（大铁钉）悬挂在阴极支架上，并使它有 1/2 浸入镀液，然后用导线将电镀槽、电解变阻器、干电池和电源开关连接起来，如图 10-7 所示。

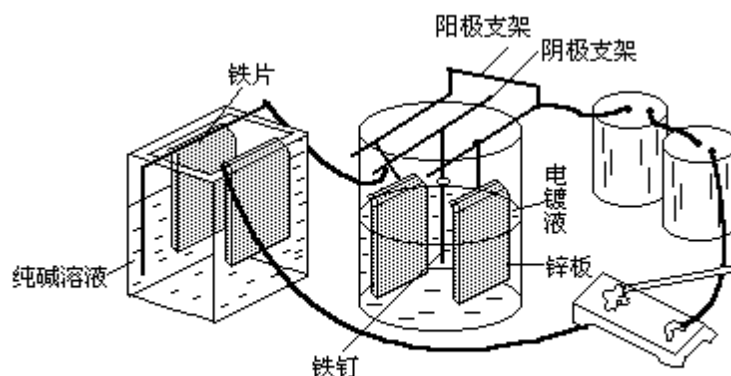


图10-7 无氧镀锌

线路中的“电解变阻器”，是用两块  $60 \times 45\text{mm}^2$  的无锈铁片将长端翻边，分别挂在并排横架在容器口的两根较粗的铁丝上，并让其下端浸入 1% 的纯碱溶液中而制成。两块铁片都要有 1/2 的长度垂直浸没在纯碱溶液中。电镀开始时，应把电解变阻器中的两块铁片间的距离移到最近，使电流稍大些，待 2—3 分钟后，移动变阻器的铁片，调节电流密度在  $0.5\text{—}1\text{A}/\text{dm}^2$ （以变阻器的阴极上产生缓慢的微少气泡为度），如果用滑线变阻器或电阻箱代替电解变阻器，操作就更方便了。经 15—20 分钟左右，可看到浸入镀液中的铁钉表面逐渐出现略呈褐黄的灰色镀层。

切断电源，取出铁钉，投入热水中浸洗，再把铁钉的镀锌部分放入钝化液中浸泡 10 秒钟左右，取出在空气中暴露 5—10 秒钟，再放入 80 的热水中浸洗，最后用冷水冲洗，甩干。此时镀锌层呈银白色。

e. 镀层防锈的试验：为了说明镀层的防锈作用，在表面皿或小烧杯中放一层浸透水的棉花，将镀过的铁钉放在棉花上面，过一昼夜以后，没镀锌部分的表面已锈迹斑斑，而镀有锌的部分仍闪闪发亮。

#### 四、讨论总结

按下列讨论题目总结并写出书面报告：

1. 总结电离实验的成功关键。试验物质的导电性，无论是用直流电源，还是用交流电源，都同样可以达到目的。为何初中化学课本中的电离演示实验，要指明“连接直流电源”？

2. “酸、碱、盐的电离特征”实验在为学生建立完整的电离概念中是否有运用价值？如果有，试拟订一个将“酸、碱、盐的电离特征”的演示实验运用于教学的实施方案。

3.设计一套电解饱和食盐水的装置。并指明仪器、材料和药品规格以及操作要点。

### 五、参考文献

- 1.金立藩、马经德《中学化学课堂实验》(上)上海教育出版社,第197—204页(1979)。
- 2.费立特《中学化学实验的技术和教学法》人民教育出版社,第181—185页(1955)。
- 3.湖南省教学物资仪器公司编《中学化学实验与应用》湖南人民出版社。第208—219页(1978)。
- 4.张德山、张文朴,“介绍一种研究电解质电离及离子性质的实验装置”,化学教育,第3期(1980)。
- 5.杨和明,“电解食盐水演示器的改进”,化学教育,第6期(1980)。
- 6.李锐增,“立式隔膜电解食盐水演示器”,化学教育,第6期(1981)。
- 7.天津大学普通化学教研室,《无机化学课堂演示实验》,人民教育出版社,第48页,76页(1979)。
- 8.刘茶金、杨宗华,“用玻璃管做隔膜电解食盐水的演示实验”,化学教育,第2期(1981)。
- 9.河北省衡水地区文教局编,《自制教具》中学部分第二分册,北京人民出版社,第73—81页(1975)。
- 10.全日制十年制学校高中化学第二册《教学参考书》,人民教育出版社,第60—61页,第66页(1980)。
- 11.沈阳技术革新展览馆编,《无氰镀锌》,机械工业出版社,第29—64页(1974)。
- 12.牛钟峒,“电解的投影演示”,化学教育,第1期(1981)。
- 13.无氰镀锌电镀液的几种配方。



氯化铵型及氯化铵-氨三乙酸型镀锌溶液的配方及工艺条件

氯化铵型		氯化铵-氨三乙酸型			基本作用
组分	用量(g/L)	组分	配方(g/L)	配方(g/L)	
氯化锌	30 — 35	氯化锌	18 — 20	40 — 60	提供电沉积所需的 $Zn^{2+}$
		氯化铵	18 — 20	/	
氯化铵	240 — 270	氯化铵	220 — 270	200 — 240	导电盐, 其它作用待研究
		氨三乙酸	40 — 50	15 — 25	
硼酸	30 — 35	醋酸钠	100 — 200	/	络合剂, 改善镀层质量缓冲剂, 稳定镀液酸度
聚乙二醇	1 — 1.5	聚乙二醇	1 — 1.5	2 — 3	
硫脲	1 — 2	硫脲	1 — 2	1.5 — 2	增光剂, 提高镀层的光亮度
“海鸥”洗涤剂	0.2 — 0.4	“海鸥”洗涤剂	0.2 — 0.4	少量	
pH 值	5.4 — 6.2	pH 值	5.8 — 6.2	5.8 — 6.2	
温度( )	10 — 35	温度( )	5 — 45	5 — 45	
阴极电流密度(A/dm <sup>2</sup> )	1 — 2.5	阴极电流密度(A/dm <sup>2</sup> )	1 — 2.5	1.2	
阴阳极面积比	2 : 1	阴阳极面积比	2 : 1	2 : 1	

## 实验十一 “二氧化硫催化氧化”演示实验的研究

### 一、实验目的

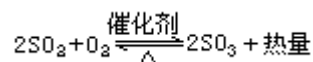
1. 探讨“二氧化硫催化氧化”实验的演示在讲授二氧化硫和三氧化硫的性质及接触法制硫酸等教学中的意义，以及这些演示实验如何与教材中有关内容相配合；
2. 掌握二氧化硫催化氧化实验的成功关键和演示技术，探索较为合理的演示实验装置；
3. 探索催化剂的选择对实验效果的影响。

### 二、实验用品

(根据需要自行拟定)

### 三、实验原理及要求

1. 二氧化硫的催化氧化 二氧化硫的催化氧化是二氧化硫的重要化学性质之一：



如果将生成的三氧化硫在致冷剂作用下冷却，可得到无色的三氧化硫晶体。将这种晶体封闭在玻璃容器中，能较长时间地保存，可用作演示三氧化硫的物理性质的样品，也可用来演示三氧化硫的化学性质。二氧化硫的催化氧化是接触法制硫酸原理中的关键性反应。接触法制硫酸的生产过程可分为三个阶段：第一，二氧化硫的制备及净化；第二，二氧化硫在催化剂作用下氧化成三氧化硫；第三，三氧化硫的吸收及硫酸的生成。这样的生产原理，完全有可能设计成课堂演示实验。

#### 2. 原料气体的制备

目前，我国在工业上制备二氧化硫，一般多用煅烧黄铁矿的方法，也有少数工厂用燃烧硫磺的方法。在演示实验中虽然也可以用这种方法来制备二氧化硫，使之与工业生产过程更为相似，但是有一定的困难：第一，所需的温度较高（约 800—900℃），必须加强热；第二，二氧化硫的流速较难控制；第三，所需煅烧的时间较长。因此，在学校的教学实验中，通常用亚硫酸钠（或亚硫酸氢钠）与硫酸反应来制取二氧化硫。其优点是：硫酸由漏斗中逐滴地加入，容易控制产生二氧化硫的速度；反应速度快，可节省实验时间；如果用浓硫酸，反应可无须加热。

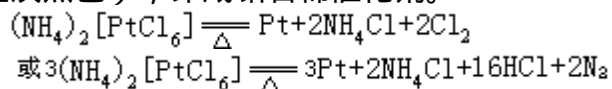
接触氧化所需的氧可直接使用空气中的氧气。将空气导入与二氧化硫混合，并保证有适当过量的氧，即可使  $\text{SO}_2$  催化氧化。如果用纯氧代替空气，则反应进行得更快。

#### 3. 二氧化硫接触氧化的催化剂

工业上二氧化硫接触氧化的催化剂，过去用铂，现在一般用五氧化二钒。在演示实验中，可以选用几种催化剂。它们一般都是附着在石棉绒或玻璃丝上的金属氧化物，实际上就是以硅酸盐为载体的催化剂。这种催化剂有较大的接触表面积，因而具有较高的催化效能，同时制作也较为方便。

(1) 铂石棉 将 2—3g 纯净石棉绒放在 5% 的氯铂酸或氯化铂溶液中充分浸透，取出，在瓷蒸发皿中蒸干。再将蒸干后的石棉绒用饱和的氯化铵溶

液浸透，石棉绒上即生成了难溶于水的氯铂酸铵。取出石棉绒，烘干，放在瓷坩埚里灼烧，使氯铂酸铵完全分解而析出铂，后者高度分散在石棉纤维上（呈灰黑色），即成铂石棉催化剂。



(2) 五氧化二钒石棉取偏钒酸铵 2g，加水 30ml，在 70℃ 左右制得饱和溶液。用石棉绒 2—3g 在偏钒酸铵饱和溶液中充分浸透，取出，烘干。再置于瓷坩埚中煅烧，或用坩埚钳夹取烘干后的石棉绒直接在喷灯火焰上灼烧而得到以石棉为载体的  $\text{V}_2\text{O}_5$  催化剂：



经煅烧分解而附着在石棉绒上的钒催化剂应呈橙黄色或棕黄色。

若有五氧化二钒成品（一种橙黄色至砖红色的粉末），可取适量（约 1—2g）与 2—3g 石棉绒充分拌和均匀、使  $\text{V}_2\text{O}_5$  粉末均匀附着在石棉纤维上，即得钒催化剂。

我国自制的工业用  $\text{V}_2\text{O}_5$  催化剂，当然也是实验用催化剂中的佳品。它是一种黄色的、直径 5mm、长 5—15mm 的小圆柱体。这种催化剂的活性仅次于铂，价格便宜，比铂不易中毒，转化率高，可达 90% 以上。

#### (3) 三氧化二铬催化剂

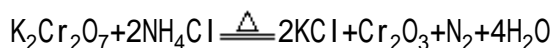
$\text{Cr}_2\text{O}_3$  极易由重铬酸铵加热分解而制得：



方法一：取重铬酸铵 3g，加水 18ml，制得 15% 的溶液。取石棉绒 2—3g 于上述溶液中充分浸透，取出，在瓷蒸发皿中烘干，并继续一边搅拌一边加热，使重铬酸铵完全分解，即得附  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的石棉载体催化剂（初制成时呈灰黑色）。

方法二：取重铬酸铵 2—3g，研细放入蒸发皿内（或堆放在石棉铁丝网上），再用一块铁丝网盖上。加热，使之分解而得疏松的暗绿色的  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ，即可直接用作催化剂。或者将  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  研细，再用 2—3g 石棉绒与之充分混合均匀，也可制得以石棉为载体的  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  催化剂。

假若没有现成的重铬酸铵，可用重铬酸钾和氯化铵按下列反应之质量比称量、研细、混匀，置试管中加热，使之反应，也可得  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ：

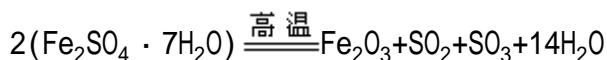


由于 KCl 易溶，而  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  难溶于水，因而很易用加水溶解、过滤的方法使  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  分离出来。

#### (4) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 催化剂

方法一：取石棉绒 2—3g 于蒸发皿中，用  $\text{FeCl}_3$  的饱和溶液充分浸透，蒸干。再加 6mol/L 氨水，使石棉绒浸透，在石棉纤维上即生成了  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。倾去多余的溶液，蒸干。继续加热，使  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  分解，赶走生成的水分即得  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  催化剂。

方法二：取石棉绒 2—3g，用硫酸亚铁饱和溶液浸透，取出，烘干，灼烧，即得以石棉为载体的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  催化剂。



方法三：取氧化铁粉末 1—2g，与石棉绒 2—3g 充分拌和均匀即成。

(5) 其它催化剂

除上述几种外， $\text{WO}_3$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{TiO}_2$  等，也都可作  $\text{SO}_2$  接触氧化的催化剂。

几种催化剂的活性比较见 90 页表。

4. 二氧化硫催化氧化实验的要求

(1) 三氧化硫晶体的制备将  $\text{SO}_2$  经催化氧化所得的  $\text{SO}_3$  用致冷剂冷却，制得  $\text{SO}_3$  晶体样品。

(2) 接触法制硫酸的原理的演示

二氧化硫接触氧化的催化剂活性比较表

催化剂	$\text{SO}_2$ 的最大转化率 (%)	相应的温度 ( )	催化剂	$\text{SO}_2$ 的最大转化率 (%)	相应的温度 ( )
铂石棉	99.5	425	$\text{CuO}$	58.7	700
$\text{V}_2\text{O}_5$	90.0	512	$\text{TiO}_2$	49.0	700
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	81.0	580	$\text{MoO}_3$	47.0	700
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	69.5	625	$\text{SnO}_2$	35.0	750
$\text{WO}_3$	62.5	670	$\text{Mn}_2\text{O}_3$	22.0	700

将  $\text{SO}_2$  接触氧化所得的  $\text{SO}_3$ ，分别通入纯水和浓硫酸中，比较在二者中溶解的难易（液面白雾的多少）；用实验证明水吸收  $\text{SO}_3$  后所得产物为硫酸溶液。

#### 四、实验步骤

##### 1. 准备

在正式进行实验研究之前，要求学生做好如下准备工作：

(1) 认真钻研化学课本中有关“二氧化硫”、“三氧化硫”和“硫酸的工业制法——接触法”的课文内容，根据中学化学教学大纲的精神，明确这些内容的教学目的和要求，探讨增加有关演示实验的必要性和可能性，设想将演示实验应用于教学的初步方案。

(2) 参阅有关本实验的资料，熟悉实验原理及已有的演示方法，为进一步探索、改进实验打下基础。

(3) 根据本实验的研究内容，从仪器药品供应室领取所需仪器药品，将反应管、玻璃导气管、三氧化硫承接器等仪器作烘干处理。

##### 2. 进行实验研究

(1) 催化剂的制备称取石棉绒 2—3g（视反应管的直径大小而定），分别制备以石棉为载体的  $\text{Pt}$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  催化剂。

(2) 晶体三氧化硫的制备

##### A、实验仪器的安装

实验装置如图 11-1。

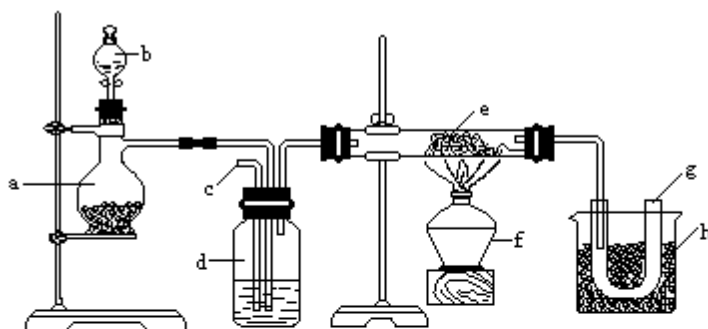


图11-1 制备三氧化硫晶体的装置图

- a. 蒸馏烧瓶（250ml），内装无水亚硫酸钠20—30g；
- b. 分液漏斗，盛浓硫酸30—40ml；
- c. 氧气入口，接盛有氧气的贮气瓶，也可用打气球鼓入空气；
- d. 由带三孔塞的广口瓶（250ml）作成的气体混和器兼干燥瓶，内装浓硫酸；
- e. 硬质玻璃反应管（直径约2cm、长25—30cm），内装 $V_2O_5$ 或 $Cr_2O_3$ 等催化剂。出气端填塞少量玻璃丝或石棉绒，并用一端绕有螺旋圆盘的细铁丝顶住。
- f. 三芯酒精灯（铜皮灯或铁皮灯）；
- g. 三氧化硫承接器，在U形管离管口2—3cm处用喷灯加热，待玻璃软化后，缓缓拉出一个细颈而成（也可用大试管在离管口2—3cm处加热后拉出一个细颈代替）。管口处各用一团石棉绒或玻璃丝疏松地堵住；
- h. 冰—盐致冷剂，将冰敲成小块，与食盐按2：1的质量比混和。

装置中用的玻璃反应管、 $SO_3$  承接器、玻璃导气管、催化剂、以及用于填塞的石棉绒或玻璃丝，都应充分干燥，以保证装置系统内干燥无水。这是本实验成功的关键之一。

装入催化剂时，可先用一团玻璃丝或石棉绒作成圆球状塞入反应管内约1/3处（不可太紧），将管竖立，从上端的管口装入催化剂让其自由落下，转动反应管并用手指轻轻敲击管壁，使催化剂均匀而疏松地充满管内4—5cm长的一段空间而不留大缝隙。然后将玻璃管放平，取长约10cm一段细铁丝，将一端绕成一个螺旋圆盘放入玻璃管中托住玻璃丝或石棉绒，另一端顶在反应管的出气一端的塞面上。再用打气球从反应管的进气一端轻轻鼓气，使催化剂稍微压实，以免在反应时向两端散落，出现缝隙或被气流冲走。

反应管与 $SO_3$ 承接器之间的导气管最好是整体的玻璃导管，不宜用橡皮管连接，以免被 $SO_3$ 腐蚀并沾污 $SO_3$ 。而且这段导管最好适当的长一些，使生成的 $SO_3$ 先在导气管中冷却，然后再在致冷剂作用下充分冷却。

应注意保证装置的气密性。

### B、三氧化硫晶体的制备与收集

用三芯酒精灯将反应管预热后，对准催化剂的进气一端集中加热，待反应管下壁的玻璃稍显暗红色时（约2分钟左右），小心旋开分液漏斗上的活塞，逐滴滴加浓硫酸，使之与亚硫酸钠反应产生二氧化硫。由浓硫酸滴加的速度来控制 $SO_2$ 的流速，同时由存放氧气的贮气瓶向气体混和器中导入氧气。调节 $SO_2$ 与 $O_2$ 混和的体积比约为1：1（由气体混和器中冒出浓硫酸液面的气泡数来估计），以保证使氧气约有1倍的过量。气流的总速度以冒出的气泡能够数清（约每秒钟4—6个）为宜。且宜先慢后快。气流太快会造成 $SO_2$ 的接触氧化不够充分，且生成的 $SO_3$ 来不及冷却凝结而从承接器中逸出。

如果用鼓入空气代替纯氧，因空气中含氧仅为1/5（体积），故空气与 $SO_2$ 的比例须相应地调整。

通气不久，承接器内即有白雾产生。3分钟左右，可见承接器内壁某处凝结出三氧化硫丝状或冰状晶体。待收集到足够量的三氧化硫晶体后（约需

5—10 分钟左右)，停止通气和加热。

### C、承接器的熔封

如果灯焰的温度不够高，可用一块宽约 6—7cm，长约 17cm 的长方形铁丝网，卷成一个直径约 5cm 的圆筒（将交接的边缘用细铁丝扎牢），作为灯罩，这样可增加灯焰的稳定性并能提高火焰的温度。

将三氧化硫承接器卸下，用一条以冰-盐致冷剂浸泡过的湿毛巾把承接器下部包裹好，而将细颈部分露出，并小心地用喷灯火焰先对准一个臂的细颈部分加热，待玻璃充分软化后，将细颈以上部分沿轴线扭转一周，再继续加热，使之熔断、密封。然后缓缓移开火焰，让其缓慢冷却，以免熔封处炸裂。用同法将另一臂熔封。

固态  $\text{SO}_3$  的熔点是 16.8。但是，如上法熔封在玻璃容器中的  $\text{SO}_3$  晶体样品，在高于 16.8 时也可较长期地保存（存放在阴凉通风处），即使在炎热的夏天， $\text{SO}_3$  晶体也可不致完全融化，用于演示  $\text{SO}_3$  的物理性质，颇为方便。

## （3）接触法制硫酸化学反应原理演示实验的探讨

### A、实验的基本装置及操作

接触法制硫酸化学反应原理的演示实验，可基本上照前图 11-1 的装置进行，只需将  $\text{SO}_3$  承接器换成两只串连起来的洗气瓶作为吸收瓶，前瓶中装浓硫酸，后瓶中装蒸馏水（洗气瓶可用广口瓶、平底烧瓶、三角瓶或大试管等自制）。为了避免未被完全吸收的  $\text{SO}_3$  和  $\text{SO}_2$  污染空气，可将最后的尾气导入盛有  $\text{NaOH}$  或  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的小口瓶中，如图 11-2。

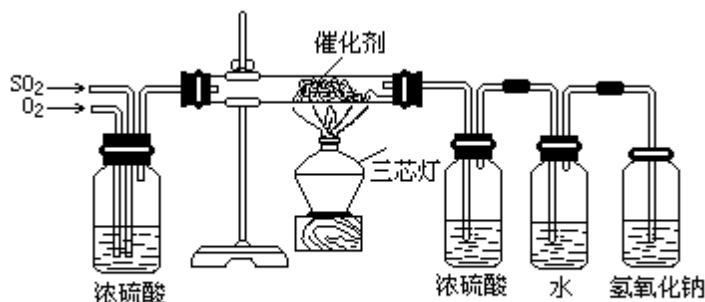


图11-2 接触法制硫酸的演示装置

当如前法使  $\text{SO}_2$  与  $\text{O}_2$  经接触氧化进入吸收瓶后，后瓶中的水面上有大量的白雾，而前瓶浓硫酸的液面上白雾较少。3—5 分钟后停止实验，从后瓶中取出水吸收  $\text{SO}_3$  后生成的溶液，用酸碱指示剂检验它的酸性，并用  $\text{BaCl}_2$  试剂检验证明有  $\text{SO}_4^{2-}$  离子的存在。

实验完毕后，结合实验装置分析说明工业上制备硫酸的过程可分为原料气体的制备与净化、 $\text{SO}_2$  的接触氧化、以及  $\text{SO}_3$  的吸收三个阶段。同时说明为什么不用纯水吸收  $\text{SO}_3$  而要用浓硫酸吸收的原因。

### B、试验并探讨催化剂的选择对实验效果的影响

利用上述图 11-2 的装置，在其它条件基本相同的情况下，依次换用铂石棉、 $\text{V}_2\text{O}_5$  石棉、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  石棉、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  石棉作催化剂进行实验，比较使用不同催化剂时，水吸收液表面出现白色酸雾的早迟及多少。在反应进行相同时间之后，取出相同量的水吸收液，比较其中所含  $\text{SO}_4^{2-}$  离子的多少（由与  $\text{BaCl}_2$  反应后生成的不溶于稀  $\text{HNO}_3$  的沉淀多少来判断。）作出催化剂的选择对实验效

果的影响的基本估价。

### C、实验装置的改进及仪器药品的代用

考虑到某些农村中学目前可能还没有硬质玻璃管、洗气瓶、贮气瓶、石棉绒等仪器药品，可用如图 11-3 的装置进行演示。

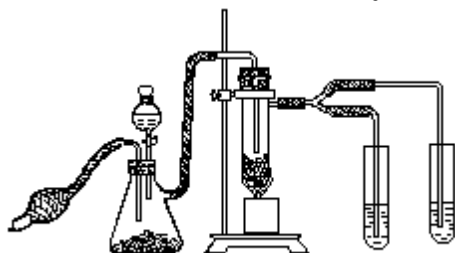


图11-3 接触法制硫酸的简易演示装置

本装置用鼓入空气代替纯氧，两种反应气体直接在  $\text{SO}_2$  发生器中混和。反应管和吸收装置都采用试管。生成的  $\text{SO}_3$  由一支 Y 形管分别导入纯水和浓硫酸内，以做吸收效果的对比。所用的催化剂，可用生了锈的废旧铁丝网（废旧铁窗纱或实验室用的废铁丝网均可），先在炉火上灼烧，以尽量除去其表面所沾附的污物，然后剪成如指甲大小的小块，再混入适量的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  粉末（加少量  $\text{MnO}_2$ ）而制成。

用作  $\text{SO}_2$  发生器的抽滤瓶如果不能找到，可用蒸馏烧瓶或带有三孔塞的广口瓶代替；如果没有 Y 形三通管，则吸收装置改为串联方式即可。

如果学校有民用电源，反应管用电热丝加热则较为方便。催化反应管如图 11-4 所示。

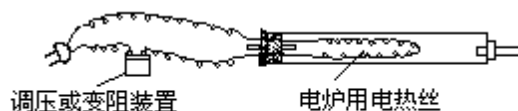


图11-4 内热式反应管

实验时将催化剂嵌在电热丝周围的空隙间，使玻璃管中部的 4—5cm 一段为催化剂所充满，插上电源插头，调节调压变压器（或电阻箱）使反应管内电热丝达到红热程度，将其周围的催化剂加热到反应所需要的温度。

## 五、讨论总结

1. 在现行中学化学教学中，有无增加  $\text{SO}_2$  催化氧化的演示实验的必要？若有必要增加这一实验，你有何具体设想？

2. 根据你实验后的体会，试为农村中学设计一套接触法制硫酸反应原理的演示装置。内容包括：实验装置图，仪器和药品的规格及用量，催化剂的制备及选用，实验操作要点，实验注意事项等。

## 六、参考文献

1. 金立藩、钱公达编著，《中学化学课堂实验》（中册），上海教育出版社，第 91—93 页和 96—98 页（1958）。

2. 费立特著，《中学化学实验的技术和教学法》，人民教育出版社，第 212—214 页（1955）。

3. 东北师范大学化学系化学教学法教研室编译，《化学教学法讲义》（第三部分），第 183—185 页（1955）。

4. 北京师范大学化学系化学教学法教研室等编，高等师范学校《化学教学法讲义》，人民教育出版社，第 412—414 页（1958）。
5. 《化学通报》1954 年 10 期，1958 年 4 期。
6. 格拉别兹基著，《化学实验》，上海教育出版社，第 26—33 页（1959）。
7. 凌祖颐编著，《中学化学教学中的实验》，上海教育出版社，第 89—90 和第 182—183 页（1962）。
8. 金立藩、马经德编著，《中学化学课堂实验》中册，上海教育出版社，第 8—14 页（1981）。
9. 钱博等编，《中学化学演示实验》上册，陕西科学技术出版社，第 73—74 页（1980）。
10. 王祖鏊等编，《中学化学实验指导》，福建人民出版社，第 49—51 页（1981）。
11. 杨先昌编著，《中学化学教学法》，湖北人民出版社，第 224—226 页（1981）。
12. 河北地区衡水文教局编，《自制教具》，中学部分第二分册，北京人民出版社 第 109—113 页（1975）。
13. 湖南省教学物资仪器公司编，《中学化学实验与应用》，湖南人民出版社，第 184—188 页（1978）。
14. 吴雪生编，《中学化学实验》，辽宁人民出版社，第 124—125 页（1979）。



## 实验十二 “氨的催化氧化”演示实验的研究

### 一、实验目的

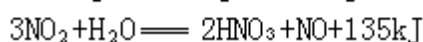
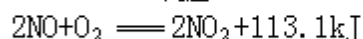
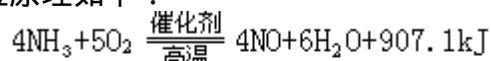
1. 掌握本实验的成功关键，操作技术及演示要点。并在此基础上，根据教学要求，结合中学化学实验室的现有条件，寻求氨的催化氧化演示实验的合理装置；

2. 培养学生根据教学要求和客观条件自行设计演示实验装置和装配实验仪器的初步能力。

### 二、实验原理及要求

氨的催化氧化是氨的重要化学性质之一，也是氨氧化法制硝酸的基础。

反应原理如下：



在硝酸的工业生产中，常用铂或铂-铑合金作催化剂。但是，它价格昂贵，且在生产过程中还有一定的损耗。为此，人们多年来一直在研究用其它金属代替，即探索非铂催化剂。近年来，国外在非铂催化剂的研究方面，已取得进展。因此，在教学演示实验中采用非铂催化剂使氨氧化，不但解决了目前某些中学缺少铂的困难，而且还反映了硝酸工业生产的发展，具有理论联系实际的意义。

在演示实验中，氨气可来源于氨水，氧气可以用纯氧，也可取自于空气。铂催化剂通常采用铂石棉或铂丝。非铂催化剂则多用以石棉为载体的  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Co}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ni}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{CuO}$ ，以及细铜丝等。实验证明，某些金属氧化物的混和物（例如  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{MnO}_2$  混和），比其组分中的任一单一氧化物的催化活性要高。

本实验在演示时的基本要求是：

1. 观察到催化剂出现并保持红热的现象（说明反应时放热）；
2. 观察到棕色的二氧化氮的生成（说明氨被氧化）；

如果演示氨氧化法制硝酸，则还须检查二氧化氮水溶液的酸性（使紫色石蕊试液变红），或用二苯胺硫酸溶液检验此水溶液（观察特征的蓝色反应）以证明硝酸的生成。

### 三、实验步骤

#### 1. 准备

在正式进行研究实验之前，要求学生做好如下准备：

（1）认真研究现行中学化学课本中有关“氨的催化氧化”的实验内容及相应的课文，明确这个实验的演示目的及基本要求；

（2）参阅本实验的有关资料，了解已有的演示方法及操作技术，为进一步研究和改进本实验打下基础；

（3）根据本实验的研究内容，向仪器和药品供应室领取所需的仪器、药品和材料，并将石棉绒、硬质玻璃反应管、二氧化氮承接瓶作烘干处理。

#### 2. 进行实验研究

### (1) 用铂作催化剂使氨氧化的实验

以铂作催化剂使氨氧化在我国用作中学化学课本中的演示实验，始见于全日制十年制学校高中课本《化学》第一册[实验4-3]，其装置如图12-1所示，操作步骤如下：

慢慢把空气通入盛浓氨水的锥形瓶中，再将螺旋状铂丝在灯焰上烧红并迅速移近液面，但不要使铂丝跟氨水接触。可观察到锥形瓶中有棕色气体生成，同时还可观察到铂丝继续保持红热状态。

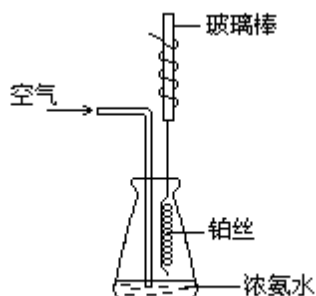


图12-1 用铂作催化剂使氨催化氧化的装置

在这个实验中，使铂丝继续保持红热现象易于实现。但是，欲使锥形瓶中产生明显的棕色气体，则难于办到。因为，反应气体分散充满于整个锥形瓶中，不能完全、充分地跟催化剂接触，被氧化的氨很少。生成的少量  $\text{NO}_2$  很易溶于水蒸汽中，并立即与大量未反应的氨作用，生成硝酸铵或亚硝酸铵微粒（白烟）。欲使实验获得满意效果，必须改进实验装置。（可参看本实验中的图12-4）。

### (2) 用非铂催化剂使氨氧化的初步试验

用非铂催化剂作氨的氧化实验，须注意以下几点：

第一，应选择并制备活性较高的催化剂；

第二，应设法获得必要的高温（800 以上）；

第三，注意调节氨在反应物中的合适比例；

第四，注意催化氧化系统和二氧化氮承接瓶的干燥，以保证反应时能顺利升温，并减少二氧化氮的溶解及铵盐（白烟）的生成。

实验可按下列步骤进行：

称取重铬酸铵 2—3g，用干法制备以石棉绒为载体的  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  催化剂（制法见实验十一），并保证催化剂（包括石棉载体）的干燥。

将催化剂均匀地、松紧适度地装入硬质玻璃反应管中。（管的内径 1.5—2cm，长约 30cm。催化剂的装法见实验十一）。

按图 12—2 装配好实验仪器。但盛氨水的瓶暂时空着，以免使仪器系统中过早地进入氨气。用轻轻地向装置系统中鼓入空气的方法，检查装置的气密性（观察碱溶液中的导管口有无气泡冒出）。当确证不漏气时，取 3：2 的氨水（含  $\text{NH}_3$  约 15—16%，15 时的比重为 0.942—0.939g/cm<sup>3</sup>）30—50ml（瓶小少用，瓶大多用），装入氨水瓶中。连接好实验装置。在配制 3：2 的氨水时，若所用的浓氨水是开瓶很久的氨水，应先检查其浓度，再按其实际浓度照需要的浓度进行稀释。

---

当只演示氨的催化氧化时，则不用图中由虚线围住的部份。只在演示氨氧化制硝酸的反应原理时，才用全图。装置中的碱溶液，用于吸收氨的氧化物，以防止空气被污染。图 12-3 中的情况相同。

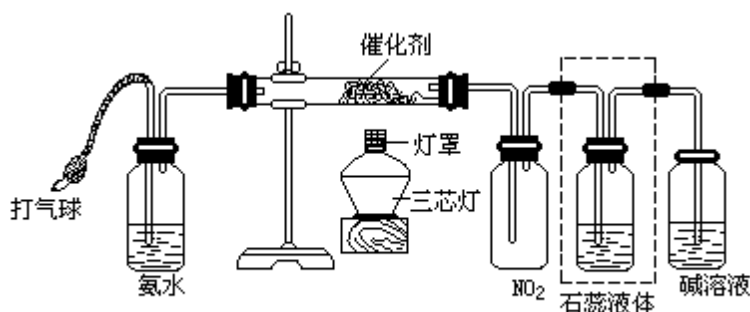


图12-2 用非铂催化剂使氨催化氧化的装置

将三芯或四芯酒精灯（铜皮灯或铁皮灯）的灯芯排列修剪整齐，使之能得到一个宽大扁平的灯焰。再加一个铁丝网罩（制法见实验十一），使灯焰稳定，并能提高灯焰的温度。先对反应管进行预热，再将灯焰的扁平方向与反应管的轴线方向一致（让催化剂有较大的受热面），并用氧化焰部分对准反应管中靠近进气一端的催化剂集中加热。灯焰应力求稳定，以获得尽可能高的温度。注意不要让反应管壁薰上黑烟，以免影响学生对实验现象的观察。当与火焰接触处的反应管壁呈暗红色时（约需 1.5—2 分钟），用打气球向氨水瓶中缓缓鼓气，使参加反应的气体与催化剂之间有较长的接触时间，以保证氨的充分氧化；同时，使反应放出的热量得以蓄积，以提高并逐渐完全达到催化剂的活化温度。约半分钟后，逐渐加快挤压打气球的频率，以增大气流速度。但每次挤压不宜太猛，以保证气流均匀。这时，可观察到靠进气一端的催化剂开始出现红热，象燃烧状。继而，红热面逐渐扩大。同时，二氧化氮承接瓶中出现的浓厚的棕色气体（此时，如果装置内装有盛石蕊试液的吸收瓶，则溶液很快变为红色。）。移去酒精灯，并继续鼓气，可见催化剂继续保持红热状态。从开始加热算起，整个过程约需 3—5 分钟。

在这个实验里，催化剂是否出现并保持红热状态是反应进行得是否良好的重要标志之一。如果在加快鼓气速度时，催化剂红热现象不明显，二氧化氮承接瓶中出现白烟，可首先检查催化剂层是否出现了缝隙，致使反应物未能与之充分接触；若无缝隙，则可能是催化剂尚未完全达到活化温度，以致氨的转化率太低。这时，可一边调节灯焰，一边继续鼓气。待催化剂大量出现并保持红热状态后，白烟自会逐渐消失，得到较纯净的棕色气体；如果催化剂红热现象早已明显而正常，而白烟久久不消失，则主要是反应物中氨气过量，这时可将氨水瓶中的进气管逐渐向上抽动，减少其插入氨水的深度（必要时可使管端完全露出液面），直至催化剂的红热现象仍能保持，白烟完全消失为止；如果这样做还不能使白烟消除，则可能是氨水的浓度太大（不合要求），可检查氨水的浓度，并按要求的浓度进行稀释。如果加快鼓气后，催化剂始终不出现红热现象，这大多是反应物中氨量不足，可先增大氨水瓶中进气管插入氨水的深度；若仍不奏效，则是氨水的浓度过低，应增大氨水的浓度。

如果在催化氧化管与二氧化氮承接瓶之间，连接一个盛浓硫酸的洗气瓶，则反应后生成的水及未转化的氨，均被浓硫酸吸收。在二氧化氮承接瓶中，就能得到纯净的棕色气体，而不易出现白烟。因此，在实验条件的控制方面，可稍许放宽一些要求，是其优点。但是，这会使整个实验装置摆得更长，是其不足。

### （3）氨水浓度对实验效果的影响

氨水的浓度，直接关系到氨在反应物中所占的比例，因而对实验效果影响极大。

实验仍按图 12 - 2 进行装置，用  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  催化剂。装置中不要添加浓硫酸洗气瓶。除氨水的浓度外，其余一切仪器药品的规格和用量、操作方法及实验条件均保持不变。在试验 3 : 2 的氨水之后，分别换用浓氨水（含氨 25—27%，不稀释）、1 : 1 氨水、1 : 2 氨水依次进行实验。注意观察和比较使用上述各种浓度的氨水时，催化剂出现红热现象的快慢及程度、棕色气体的浓度及有无白烟生成或白烟的多少、紫色石蕊试液变红所需的时间（从开始加热算起）、以及移开灯焰继续鼓气时，催化剂继续保持红热所持续的时间。

根据你实验的结果，总结本实验所用氨水的合适浓度。

#### （4）几种催化剂活性的比较

仍按图 12—2 进行装置，除催化剂的种类外，其余一切仪器、药品的规格和用量、操作方法及实验条件均保持不变。在试验  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  催化剂之后，分别换用  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$  及  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{MnO}_2$  混和催化剂 依次进行实验。观察和比较的方法同研究实验（3）。

根据你的实验观察和比较的结果，试将  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$  以及  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{MnO}_2$  的混和催化剂对氨催化氧化的活性，排列一个由大到小的顺序。

#### （5）实验装置的代用和改革

结合中学的实际，氨的催化氧化演示实验装置，迄今已设计出了许多种。现列举两种供作改进实验装置研究时参考：

A、图 12—3 是图 12—2 的一种代用和改进装置。它以易得的试管代替硬质玻璃反应管；用烧瓶（大肚型容器）作二氧化氮的承接器，以增大二氧化氮气体的观察厚度，增强观察效果；石蕊试液和碱溶液都采用试管盛装，以减少药品的用量。

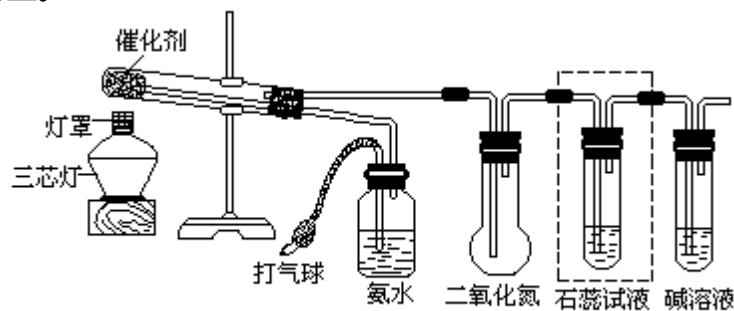


图12—3 氨催化氧化的一种改进装置

B、图 12 - 4 是氨的催化氧化的一种简易装置。催化反应管是内径 3—5mm，长约 20cm 的细玻璃管，其尾端用橡皮管连接一根直角的玻璃导气管。反应管中的石棉绒球和螺旋状铁丝，一方面可挡住催化剂，防止其被气流冲走，同时又可适当减慢气流速度，使参加反应的气体能与催化剂充分接触。氨水瓶可以用具支试管代替。可以用铂丝（绕成紧密的螺旋状）、铂片（卷成长约 1.5cm，直径与玻璃管的内径相当的实心圆筒，但层与层之间应略有缝隙，以便气体通过）、铂石棉作催化剂，也可用非铂催化剂。由重铬酸铵

---

催化剂的制法见实验十一。 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  与  $\text{MnO}_2$  的混和催化剂可如下法制备：取  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  粉末 2g， $\text{MnO}_2$  0.5 克，在研钵中混和研磨使之充分混匀。再加石棉 3g，用角匙反复搅拌（不要研磨，以免将石棉纤维研碎），使混和物均匀附着于石棉纤维上。

分解而得的疏松的  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  颗粒，最好不用载体，直接放入玻璃管内作催化剂。无论用哪种催化剂，都应在玻璃管内填满 1.5—2cm 长的一段，且松紧应适度。氨水的浓度和用量随盛氨水的容器的大小、进气管插入氨水的深度而定。

实验开始前，将锥形瓶（干燥的）取下，用玻璃酒精灯对反应管的盛催化剂部分加热，火焰应力求稳定。约 1 分钟左右，可见玻璃管壁发暗红色。继续加热，并用打气球缓缓鼓入空气。如果各种条件适宜，则可见催化剂的靠进气一端开始出现红热，并向后端延展。此时，用一张白纸衬于导气管的尾端，注意观察，待放出的气体为浓厚的棕色而又无白烟时，将导气管插入锥形瓶中。适当加快鼓气的速度，锥形瓶将迅速为  $\text{NO}_2$  气体充满。取出导气管，用胶塞塞住瓶口，以免  $\text{NO}_2$  逸散。换上另一只干燥的锥形瓶，移开酒精灯，继续鼓气，观察停止加热后催化剂继续保持红热的现象。

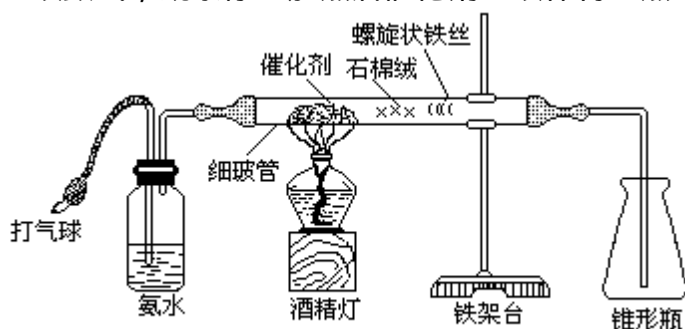


图12-4 氨催化氧化的简易装置

若要演示硝酸的生成，可拔开收集满  $\text{NO}_2$  的锥形瓶的胶塞，倒入适量的水，加塞，振荡。然后再用指示剂检查所得溶液的酸性。

如果用纯氧代替空气进行实验，效果更好。但此时必须在反应管的进气一端放入一卷铜丝网或一团细铜丝球，以防止参加反应的气体燃烧爆炸。

### 3. 讨论总结，写出书面报告。

总结的内容是：

(1) 本实验成功的关键；

(2) 利用你在实验中的收获体会，根据本实验的原理和教学要求，结合中学化学实验室的现有条件，自行设计一种氨氧化制硝酸的演示实验装置。应画出实验装置图，注明仪器药品的名称、规格、用量及反应条件，简述操作要点和注意事项。

## 四、参考文献

1. 化学通报 第 10 期（1956 年）、第 4 期（1955 年）、第 8 期和第 9 期（1957 年）。

2. 金立藩、钱公达编著《中学化学课堂实验》中册，上海教育出版社第 119—121 页（1958）。

3. 格拉别兹基著《化学实验》，上海教育出版社，第 41—46 页（1959）。

4. 东北师大化学系化学教学法教研室编译，《化学教学法讲义》第三部分，东北师范大学印刷，第 195—198 页（1955）。

5. 北京师范大学化学系化学教学法教研室等编，《化学教学法讲义》，人民教育出版社，第 419—421 页（1958）。

6. 中小学通用教材化学编写组编。全日制十年制学校高中《化学》第一

册教学参考书(下册)人民教育出版社,第17页和第21—24页(1978)。

7.凌祖颐编著《中学化学教学中的实验》,上海教育出版社,第93—94页(1962)。

8.费立特著,《中学化学实验技术和教学法》,人民教育出版社,第229—230页(1955)。

9.湖南省教学物资仪器公司编,《中学化学实验与应用》,湖南人民出版社,第182—184页(1976)。

10.人民教育出版社编辑出版,高级中学《化学》(第二册),第30—34页,1958年第二版。

11.张登云,“氨氧化制硝酸演示实验”,化学教育,第4期(1980)。

杨国权、王成昆、王芬,“氨的催化氧化演示实验的改进”,化学教育,第4期(1980)。

12.上海化工研究院编写《化肥工业知识》,燃料化学工业出版社,第76—79页(1973)。

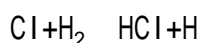
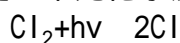
## 实验十三 “氯气与氢气的光化反应” LE 演示实验的研究

### 一、实验目的

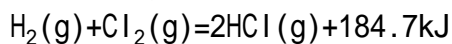
1. 掌握氯气与氢气的混和气体见光爆炸实验的成功关键及演示技能；
2. 探索氯气与氢气的混和比、空气的混入量、光源及光强度、气体的混和方式等条件对实验效果的影响。总结本实验的成功经验。

### 二、实验原理及要求

氯气与氢气在暗处混和是安全的。但将混和物曝光，则迅猛化合而爆炸。这是一个光化学反应，其原理如下：



反应循环往复，继续进行，使整个反应瞬息完成。反应放出的热使生成的氯化氢气体的体积骤然膨胀而爆炸：



本实验的基本要求是：

1. 氯气与氢气的混和气体在强光照射下发出强烈的爆炸声，并把瓶口的覆盖物冲开；
2. 反应后瓶口上方可见白雾生成（盐酸酸雾）；
3. 立即向反应后的容器中注入适量的水，用毛玻璃片盖住瓶口。震荡，再用酸碱指示剂证明有盐酸生成。

### 三、实验步骤

#### 1. 准备

在正式进行研究实验之前，要求做好以下准备：

（1）钻研中学化学课本中本实验的内容及相应的课文，查阅本实验的有关资料。明确本实验在中学化学教学中的目的和要求，了解已有的经验及尚存的问题。

（2）制订研究计划。

在分析和钻研本实验在中学化学教学中的地位和作用以及本实验的内容和要求的基础上，借鉴别人已有的经验，写出进行和研究这个实验的计划。内容包括：研究课题、研究步骤、操作要点、注意事项、所用仪器、药品和材料的名称、规格及用量等项，交实验指导教师征求意见，确定研究方案。

（3）向仪器药品供应室填报并领取所需的仪器、药品和材料，做好清洗装配等准备工作。

#### 2. 进行研究实验

在排定的时间内，按照已确定的研究计划进行实验和研究。

#### 3. 讨论总结，写出书面总结报告

报告的内容可重点总结本实验成功的关键、光源及氯气与氢气的混和比对实验效果的影响。

### 四、参考文献

1. 费立特著《中学化学实验的技术和教学法》，人民教育出版社，第 189 - 100 页（1955）。

2. 中小学通用教材化学编写组编，全日制十年制学校初中《化学》全一册教学参考书，人民教育出版社，第 205 页（1978）。

3. 西南师范学院、四川师范学院、南充师范学院合编，《化学函授通讯》1 期（1981）。

4. 茅孝先，“用化学光源做氯气跟氢气化合反应的实验”，化学教学，第 2 辑（1980）。



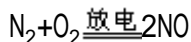
## 实验十四 “电弧法合成一氧化氮”演示实验的研究

### 一、实验目的

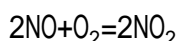
1. 根据教材内容的要求和氮气与氧气合成一氧化氮的化学反应原理，设计一种合成一氧化氮的演示实验装置；
2. 进一步培养学生独立从事中学化学演示实验工作的能力。

### 二、实验原理及要求

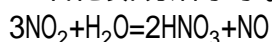
在放电条件下，氮气跟氧气能直接化合生成无色的一氧化氮（NO）。



一氧化氮不溶于水，在常温下很容易跟空气中的氧气化合，生成棕色并有刺激性气味的二氧化氮（NO<sub>2</sub>）。



二氧化氮易溶于水。它溶于水后生成硝酸和一氧化氮。



用演示实验的事实来说明这些变化，在加深学生对氮气的化学性质的认识方面，是大有好处的。本实验的基本要求是：1. 观察氮气和氧气的混和气体在火花放电条件下有棕色的二氧化氮气体的生成。2. 用水将二氧化氮气体溶解，应检查到有硝酸生成。本实验所需的氮气和氧气，可直接用空气，也可在空气中再补充一部分纯氧，以调节氮气与氧气达到合适的比例。可使用感应圈获得电火花。

### 三、实验步骤

#### 1. 准备

在正式进行研究实验之前，应做好以下准备：

（1）钻研中学化学课本中与本实验有关的课文内容，查阅与本实验有关的参考资料。

（2）制订研究计划。

根据教材内容的需要和演示实验的要求，借鉴别人已有的经验，设计一套“电弧法合成一氧化氮”的演示实验装置。画出装置图，简述操作要点，写出所需仪器药品和材料的名称、规格和用量。订出探讨氮气与氧气的混和比对实验效果影响的研究步骤。交实验指导教师征求意见，确定研究方案。

#### 2. 进行实验研究

在排定的时间内按拟订好的研究计划进行实验和研究。重点探讨合理的演示实验装置和实验成功的关键，以及氮气与氧气的混和比对实验效果的影响。

#### 3. 讨论总结，写出书面报告。

总结报告的内容是：本实验合理的演示装置（画出装置图，简述操作要点及注意事项、注明仪器药品材料的名称规格及用量）；实验成功的关键；氮气与氧气的混和比对实验效果的影响。

### 四、参考文献

1. H. · 格琳卡著，哈尔滨工业大学化学教研室译，《普通化学》第三

册，高等教育出版社，第 430—431 页（1956）。

2. 涅克拉索夫著，北京大学化学系无机化学教研组译，《普通化学教程》中册，商务印书馆，第 372—373 页（1954）。

3. 金立藩、钱公达编著，《中学化学课堂实验》中册，上海教育出版社，第 103 页（1958）。

4. 东北师范大学化学系化学教学法教研室编译，《化学教学法讲义》第三部分，东北师范大学印刷，第 200—201 页（1955）。

5. 费立特著，《中学化学实验技术和教学法》，人民教育出版社，第 228—229 页（1955）。

6. 北京师范大学化学系化学教学法教研室等编，《化学教学法讲义》，人民教育出版社，第 419 页（1958）。

## 实验十五 “胶体的电泳”演示实验的研究

### 一、实验目的

1. 掌握胶体电泳的演示实验技术，根据中学的现有条件，探索一种易于推广的胶体电泳演示装置。
2. 进一步培养学生自行设计或改进演示实验的能力。

### 二、实验原理及要求

在外加电场的作用下，胶体的微粒在分散剂里向阴极或阳极作定向移动的现象，叫做电泳。电泳是表明胶体微粒带有电荷的有力证据。

在胶体的性质的教学中，如能将胶体的电泳实验演示给学生，必能大大增强学生对胶体微粒的荷电性质的认识。

要使胶体的电泳既明显，又省时，就必须获得高浓度、高密度、较纯净（不含或少含简单离子）的胶体溶液和使用电压较高的直流电源（30—150V），以及尽量缩短两极间胶体内部电路的路程以减小电阻。然而高电压的直流电源在中学一般不易获得，因此，各个条件的妥善配合是使实验成功至关重要的因素。

本实验的基本要求是在电压不太高（例如30V左右或更低）的直流电作用下，在5—10分钟之内能明显地观察到两极间胶体的液位差。或者设计出简单易行的能获得较高电压（例如100V以上）的整流装置，使电泳实验能顺利进行。

### 三、实验步骤

#### 1. 准备

在正式进行研究实验之前，要求做好下列准备：

（1）钻研中学化学课本中相应的课文，熟悉有关胶体电泳的内容和教学要求。查阅有关胶体电泳的演示实验资料，吸取前人的成功经验。（2）制订研究计划

本次实验可在掌握实验成功关键的基础上，重点研究实验方法及装置的改革。研究计划的内容可包括：电泳实验的基本装置及操作步骤；在保证必要的演示效果的前提下，降低电压的可能限度及实验方法和装置改革的探索计划；仪器、药品和材料的名称、规格和用量等。将计划初稿交实验指导教师征求意见，确定研究方案。

#### 2. 进行实验研究

在排定的时间内，按照研究计划进行实验和研究。首先应着重掌握本实验的成功关键。然后进行降低电压的探索（配合改善其它条件），以及实验方法和装置改革的探索等。

#### 3. 讨论总结，写出书面报告。

总结一种效果较好、条件容易实现的胶体电泳的演示方法。应绘出实验装置图，写出操作步骤，注明仪器、药品、材料的规格和用量，以及注意事项等。

### 四、参考文献

1. 凌祖颐编著，《中学化学教学中的实验》，上海教育出版社，第202

—203 页 (1962)。

2. 全日制十年制学校高中化学第一册《教学参考书》下册, 人民教育出版社, 第 179 页 (1979)。

3. 天津大学化学系普通化学教研室编, 《无机化学课堂演示实验》, 人民教育出版社, 第 27—28 页 (1979)。

4. 金立藩、马经德编著, 《中学化学课堂实验》(中), 上海教育出版社, 第 120—124 页 (1981)。

5. 钱博等编, 《中学化学演示实验》上册, 陕西科学技术出版社, 第 116—120 页 (1980)。

6. 吴雪生编, 《中学化学实验》, 辽宁人民出版社, 第 141—143 页 (1979)。

7. 中山大学、辽宁大学等校编, 《无机化学实验》, 人民教育出版社, 第 133—134 页 (1978)。

8. 王祖鏊等编, 《中学生化学实验指导》, 福建人民出版社, 第 202—203 页 (1981)。

9. 王振江、刘典圣“高压电泳实验”, 化学教学, 第 3 期 (1981)。

10. 高扎礼等, “投影实验之三——胶体的电泳”, 化学教育, 第 3 期 (1980)。

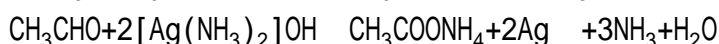
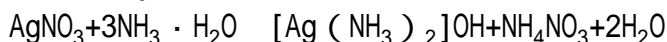
## 实验十六 “银镜反应”演示实验的研究

### 一、实验目的

1. 探索生成光亮银镜的实验条件；
2. 探讨银镜反应化学原理的教学方法。

### 二、实验原理及要求

在碱性溶液中，醛及某些含有醛基的有机化合物能使银氨配合物中的银离子还原成银。以乙醛为例其反应如下：



析出的银在玻璃器壁上形成光亮的镀层即银镜，故称银镜反应。但是，如果实验条件掌握不当，则析出的银粒不能附着在容器内壁，而呈疏松的黑色沉淀从溶液中析出，这种沉淀有发生爆炸的危险。

在高中二年级时，学生已经知道从得氧失氧、从元素化合价的升高或降低、从原子的得电子或失电子（包括共用电子对的偏移）等几个方面去认识氧化还原反应。在学到醛类的氧化还原性质时，教材中指出可以从加氢和脱氢来判断氧化还原反应。这几种方法是否有相对统一的标准？如何讲清银镜反应是乙醛的氧化反应？

此外，在银氨溶液的配制中，有  $\text{AgOH}$  沉淀的生成， $\text{AgOH}$  的分解，及  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  的形成等一系列反应过程。就学生已  $\text{AgOH}$  有的知识水平而言，这些过程该讲到何种深度也是值得考虑的问题。

本实验的要求是：

1. 醛（或某些含醛基的物质）与银氨溶液作用时，生成光亮的银镜。
2. 根据实验事实，分析反应的原理，说明反应的本质是醛基被银离子所氧化。

### 三、实验步骤

#### 1. 准备。

钻研有关银镜反应的实验及相应的课文，查阅“银镜反应”演示实验的有关资料，制订出本实验的研究计划。内容包括：实验题目、仪器、药品的规格及用量、研究的内容及步骤、操作要点、注意事项等项。交实验指导教师征求意见，确定实验方案。

#### 2. 进行实验研究。

在排定的时间内对实验成功的条件进行探索。重点探索反应容器的清洁程度及实验温度对实验效果的影响。

#### 3. 讨论总结。

根据实验后的体会写出总结报告。内容包括：

（1）银镜反应实验的操作步骤（包括仪器药品的规格和用量、温度和加热方式等）及注意事项。

（2）你对如何讲清银镜反应的化学原理的见解。

### 四、参考文献

1. 费立特著,《中学化学实验的技术和教学法》,人民教育出版社,第 261 页(1955)。
3. 北京师范大学化学系化学教学法教研室等编,高等师范学校《化学教学法讲义》,人民教育出版社,第 437 页(1958)。
3. 凌祖颐编著,《中学化学教学中的实验》,上海教育出版社,第 147 页(1962)。
4. 金立藩、钱公达编著,《中学化学课堂实验》下册,上海教育出版社,第 96—97 页(1962)。
5. 湖南省教学物资仪器公司编,《中学化学实验与应用》湖南人民出版社,第 238—241 页(1978)。
6. 吴雪生编,《中学化学实验》,辽宁人民出版社,第 181—182 页,(1979)。
7. 全日制十年制学校高中化学第二册《教学参考书》,人民教育出版社,第 313—314 页,(1980)。
8. 钱博等编,《中学化学演示实验》上册,第 149—152 页,陕西科学教育出版社,(1980)。
9. 王祖鏊等编,《中学生化学实验指导》,福建人民出版社,第 101 页(1981)。
10. 谢遵生“甲酸的银镜反应演示实验”,化学教学,第 4 期(1981)。

## 实验十七 幻灯机、投影器和教学电影机的使用与维护

### [ 一 ] 幻灯机、投影机的使用与维护

#### 一、实验目的

1. 了解幻灯机和投影器的构造；
2. 学会幻灯机和投影器的使用与维护方法；
3. 练习幻灯片和投影实验器具的制作方法。

#### 二、实验器材

透射式幻灯机	投影器
幻灯片	表面皿
试管	粗铜丝
纯锌条	铜导线
稀硫酸	食盐
碳酸钠	碳酸铝
石蕊试液	透明胶片
平板玻璃	环氧树脂
氧化镁	脱脂棉
绘图墨汁	铜质空心铆钉
幻灯照像透明颜色水	砂纸
细铁丝	钢锯
锉刀	夹钳
剪刀	金刚石刀
绘图笔	小楷毛笔

#### 三、仪器构造及操作方法

##### 1. 幻灯机的构造和使用

幻灯机的种类很多，按照控制换片、装片方法的不同，分为普通幻灯机、半自动幻灯机和自动幻灯机；按照屏幕上成像光线路径的不同，又分为透射式幻灯机、反射式幻灯机和透射反射两用幻灯机等。透射式幻灯机是利用透过画面的光线在屏幕上成像的（如图 17—1），它专供放映透明图片之用。反射式幻灯机是利用画面的反射光在屏幕上成像的（如图 17 - 2）它专供放映不透明的图片和实物之用。透射反射两用幻灯机（如图 17 - 3）既可利用画面的透射光成像，也可利用画面的反射光成像，兼备透射式幻灯机和反射式幻灯机的性能，因此适用范围较广。

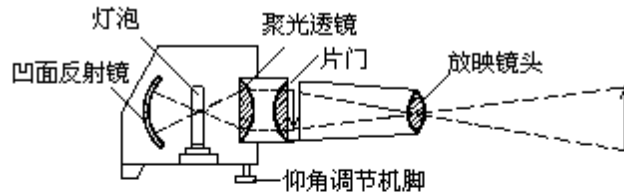


图17-1 透射式幻灯机的结构示意图

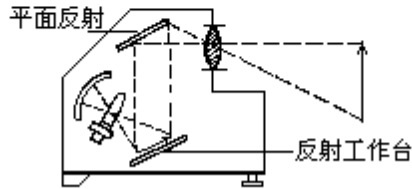


图17-2 反射式幻灯机的结构示意图

上述三种幻灯机的构造大致相同，现以常用的透射式幻灯机为例，分别介绍它的各主要部件及其作用。

(1) 光源：常用白炽灯、弧光灯或幻灯放映灯等，它的作用是产生足够亮度的光，供放映幻灯片之用。

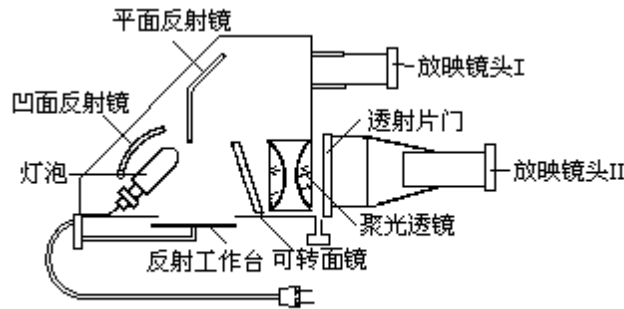


图17-3 透射反射两用幻灯机的结构示意图

(2) 凹面反射镜：它是用玻璃镀银或金属抛光镀层成光亮的凹面镜，其作用是将光源向后发射的那部分光反射回去，让更多的光通过幻灯片，使光线得以充分利用。

(3) 聚光透镜：它由两块平凸透镜组成，其作用是使光源发出的光均匀地照射在幻灯片上，并使透过幻灯片的光会集在放映镜头处。

(4) 放映镜头：放于幻灯片前面的透镜，它的作用是使屏幕上能产生一个放大的清晰明亮的幻灯片的倒像。正因为如此，所以放映时要将幻灯片倒着插入片门内。

(5) 片门：安插幻灯片和放映物的架子。

(6) 散热装置：通常用百叶箱或小抽风机，主要作用是把光源产生的热量带走，起到冷却、保护各部件和幻灯片的作用。

(7) 调节装置：包括调节放映镜头距离的调焦装置和光源开关，冷却系统开关等。

反射式幻灯机的主要部件与透射式幻灯机大致相同，只是没有聚光透镜，而增加一块平面反射镜，代替片门的是反射工作台。这种幻灯机是利用放映图片的反射光成像的，光源照射到图片上的光只有一小部分得到利用（一般只有10%），所以使用时，教室必须遮光。因此，教学上不常使用。

透射反射两用幻灯机的主要部件也与透射式幻灯机大致相同，只是要多一块平面反射镜、一块可转面镜和一个成像镜头。当它作为反射式幻灯机使



用时，将可转面镜转至竖直位置，把画片平放在反射工作台上，画面被照亮以后，它漫反射的光线，有一部分从平面反射镜的表面反射出去，经放映镜头折射而成像在屏幕上。当它作为透射式幻灯机使用时，应将放映镜头盖上，并将可转镜面转至水平位置，然后把幻灯片倒插入片门内，透过幻灯片的光经放映镜头的折射，即可成像在屏幕上。

各种幻灯机在使用时大都有以下几个步骤：

(1) 幻灯机的选择及准备：根据所放映的幻灯片(或实物)选择幻灯机，使片门及片夹都与所要放映的幻灯片(或实物)尺寸相符。再根据作反射或透射放映的要求，调配好光学部件。供电电压应符合幻灯机的电压额定值。

(2) 屏幕映射画面尺寸及位置的调整：改变幻灯机与屏幕之间的距离，可以改变屏幕上画面的尺寸。画面的高低可以通过调节仰角调节机脚来改变。屏幕应与光轴垂直。

(3) 光线校正：各放映用光学部件应保持共光轴，并且尽可能使画面照度均匀。为了使屏幕上成像清晰，可以通过前后移动放映镜头的位置来调节。

(4) 装片及换片：装片要保证画面是正常图象，不能出现倒像或反字。为此，在透射式幻灯机装片时，应将画面面对主光轴并倒置地放入片夹上，再推入片门内。如果装反射式幻灯机的画片，则应将画片倒转再水平地放在反射工作台上。

推拉式换片装置的片夹，有一个空位留在机外，供预先换装好下一张要放映的画片，装片后横向推入机内，即达换片目的。幻灯片若为卷片，则换片时旋动换片旋钮就行了。若为自动幻灯机，只要按揿换片操作手柄，就能自动完成换片过程。

## 2. 投影器的构造和使用

投影器又称投影幻灯或白昼幻灯，它的构造(如图 17-4)与幻灯机相似，因而具备幻灯机的主要部件。但投影器也有某些不同于幻灯机的地方：首先，投影器的光源是采用体积小、发光效率高、光色好的溴钨灯，因此可以在一般室内无须遮光的条件下放映到几米远的屏幕上。其次，投影器的聚光镜较大，特别是采用先进的螺纹透镜作聚光镜时，由于其聚光性能好，投影面积大，且能很好地消除像差，所以屏幕上的影像大而清晰。在投影器中聚光镜是水平放置的，其上放有书写玻璃板，它除可用来放映透明图片外，还可作书写投影之用。投影器的投影系统(放映镜头和平面反射镜)是装置在机座的固定杆上的，其间可以放置投影实验器具，进行实验投影。可见，投影器比幻灯机适用范围更广，是化学教学中最常使用的一种电化教具。

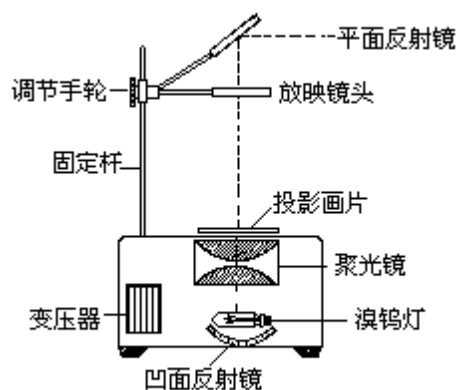


图17-4 投影器示意图

投影器的使用方法与幻灯机大致相似，屏幕映射面的高低，可由转动放映镜头上方的平面反射镜来调节；而放映镜头的位置，可由旋动固定杆上的调节手轮来调节。当使用投影器来放映画片时，可将画片正面向上放在书写玻璃板上。若要进行书写投影，可用专用水笔直接书写在书写玻璃板或透明胶片上。若要进行实验投影，可根据具体情况采用竖放投影或卧放投影。

所谓竖放投影，就是指投影器在竖直放置的情况下，将实验器具直接放在书写玻璃板上进行的实验投影（如图 17 - 5），演示时，只要将实验器具放在书写玻璃板上，就可以将所发生的实验现象和化学变化投射到屏幕上。一般在结晶皿、表面皿或烧杯等实验器具中进行的演示实验，都可用此法投影。

所谓卧放投影，就是指投影器在横卧放置的情况下，将实验器具放在聚光镜或螺纹透镜前所进行的实验投影。投影时，为了在屏幕上得到正像，还须在投影器的前上方再装置一块平面反射镜（如图 17 - 6）。通常实验器具为试管或 U 形管的实验，宜采用卧放投影。

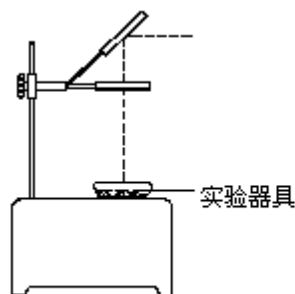


图17-5 竖放投影示意图

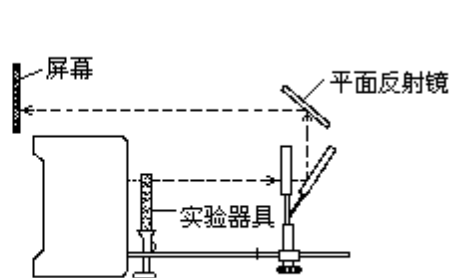


图17-6 卧放投影示意图

在进行卧放投影时，如果直接使用试管、U 形管等圆筒状器具，则其映射影像的边缘会出现黑影，尤其是在仪器中装有溶液时，黑影会扩大。为了克服上述缺点，可将这些仪器放入盛水的扁平玻璃槽内进行投影。此外也可根据实验需要自行设计制作专门的投影实验器具。

### 3. 幻灯机和投影器的维护

（1）接通电源前，应检查电源电压是否符合光源灯泡额定要求，一般不得超出光源额定电压的 5%。

（2）为了保证散热良好，应在接通放映光源的电源之前就先接通电风扇的电源；放映完毕，要在切断放映光源的电源之后，再切断电扇的电源。

（3）保持光学部件的清洁，不要用手或硬质的布、纸拭擦，更不要使硬的器具触碰这些部件，以防损伤。如果透镜面上有灰尘或油污时，最好用电吹风去尘，然后再用擦镜纸轻轻拭擦。

（4）当放映光源点亮时，应防止受冲击或震动，以免灯丝断毁。

（5）在保管过程中应注意防尘、防湿、防震，以免使用时影响图像质量。

### 4. 幻灯片和投影实验器具的制作

#### （1）幻灯片的制作

幻灯片可以购置，也可以自行制作。幻灯片的种类很多，制作方法也不尽相同。下面着重介绍一般幻灯片的制作过程。

一般幻灯片是在片基上直接绘制所需要的图案和文字而成的。画幅的大小，视幻灯机而异，一般教学幻灯片的画面尺寸为 8.7cm × 12.0cm。常用的片基有透明胶片、光玻璃片和废底片等。透明胶片通常是一面涂有胶膜，另

一面无胶膜，图案和文字常绘制在有胶膜的一面，它是制作彩色幻灯片的最适宜材料。光玻璃片也是常用的材料，但由于它表面光滑，不易上墨和着色，因此用它来制作幻灯片时必须先进行处理。处理的方法很多，如先把玻璃片洗净，用大蒜头拭擦，或均匀地涂上蛋清，或涂上松香酒精，或用胶水配上颜色绘制，等等。若用废底片作片基时，可先将废底片放在赤血盐溶液里浸泡，把黑影部分洗掉，再放在海波（大苏打）溶液里浸泡一会，把底片上的浅红薄膜去掉，便成为透明底片。

经过上述选择和处理后的片基，即可用来绘制幻灯片了。绘制过程大致如下：首先根据教学内容和要求，确定画面主题和文字说明；然后进行构图，拟好草图底稿；最后再绘制在片基上。黑白幻灯片，可用绘图墨汁和绘图笔来绘制。彩色幻灯片可用小楷毛笔蘸透明颜料来绘制。常用的透明颜料有“幻灯照像透明颜色水”或“幻灯照相透明颜色本”（一种贴在本子上的固体颜料），也可用红墨水、蓝墨水、碘酒、紫药水等代替。广告颜料、水粉颜料等由于含有粉质，不透明，不能使用。

一般幻灯片放映出来的画面是静止的。为了提高幻灯教学的效果，也可制作成画面能够活动的幻灯片，这就是活动幻灯片。活动幻灯片通常有三种：复合式幻灯片、抽动式幻灯片、转动式幻灯片。

复合式幻灯片是由多张幻灯片组合而成的，使用时可根据内容和要求，依次一张一张递加上去，使画面上所显示的内容由少到多，由简单到复杂。反之，可依次递减，由繁到简。例如，为了让学生清楚地认识氯化钠的晶体结构，可将其结构分别绘制成  $\text{Na}^+$  的面心立方点阵图（如图 17-7 (a)）及  $\text{Cl}^-$  的面心立方点阵图（如图 17-7 (b)）。放映时，先分别放映 (a) 及 (b)。再将 (a)、(b) 重叠放映，即得完整的  $\text{NaCl}$  晶体结构图形（如图 17-8）。

抽动式幻灯片则是在两张或两张以上的片基上各绘制一部分画面，放映时抽动其中一张或两张画片，使画中各部分之间的距离变动，因而产生活动画面的效果。例如，为了让学生很好地理解  $s$  轨道和  $\text{sp}^3$  杂化轨道形成  $\sigma$  键的过程，可以制作一张  $\sigma$  键形成的抽动式幻灯片。首先，在三张片基上分别绘制下列三部分画面（如图 17-9 (a)、(b)、(c)）。

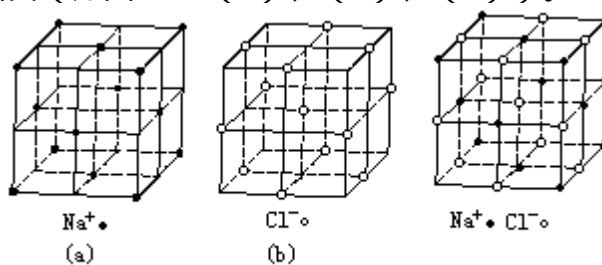


图17-7

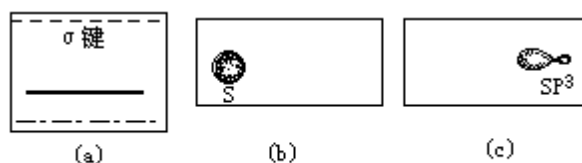


图 17-9

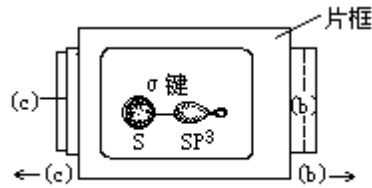


图 17-10

然后把 (a) 沿上、下虚线处固定在硬纸制作的片框上，作为固定片，最后把 (b)、(c) 叠起来从固定片的左侧至右侧穿入 (a) 与片框之间，即得一幅抽动式幻灯片 (如图 17-10)。放映时，只要将 (b)、(c) 沿图中箭头所示的方向同时抽动，就能在屏幕上出现 s 轨道、 $sp^3$  杂化轨道逐渐接近，形成  $\sigma$  键的活动的影像。

转动式幻灯片与抽动式幻灯片相似，也是在两张或两张以上的片基上各绘制一部分画面，放映时转动其中一张或两张画片，即可产生活动画面的效果。例如，在帮助学生建立电子云的概念时，就可以制作一幅氢原子电子云的转动式幻灯片。首先，在三张圆形 (其中两张带柄) 的片基上分别绘出三部分画面 (如图 17-11 (a)、(b)、(c))。



然后将 (a) 的边缘固定在内孔呈圆形、孔径略小的片框上作为固定片，最后将 (a)、(b)、(c) 叠整齐，在圆心处用铜质空心铆钉固定后即成。放映时只要将 (b)、(c) 的柄向反方向同时转动，就能在屏幕上看到氢原子核的周围有无数作不规则运动的闪烁的亮点，亮点的多少即表示核外电子在空间出现的机率。为了便于操作，也可将 (b)、(c) 按下图 (图 17-12) 所示用硬纸手柄连接起来。使用时只须把手柄沿片框细缝来回搬动，(b)、(c) 就能同时作反向转动。

## (2) 投影实验器具的制作

投影实验中所用器具，种类很多，有的可直接使用一般的玻璃仪器 (如竖放投影时使用的结晶皿、表面皿、烧杯等)，有的则须要自行制作 (如卧放投影时使用的扁平水槽及其它一些实验器具)。制作时所使用的材料通常是有机玻璃，有时也可用平板玻璃。现以制作扁平水槽为例，说明制作投影器具的一般方法。

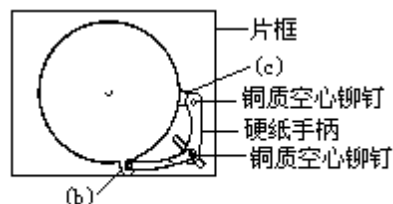


图 17-12

当用有机玻璃制作扁平水槽时，首先应根据水槽所盛试管或 U 形管的大小，确定其大小尺寸。然后用钢锯将厚度为 2—4mm 的有机玻璃锯成所要的形状和大小，并用锉刀和砂纸把剖面打磨得方正平整。接着再用棉花蘸取糊状氧化镁用力擦拭各板的透光面直至除去板上的划道和刻痕为止，洗净晾干。最后将各板用粘合剂 (少量有机玻璃溶于二氯乙烯或氯仿的溶液) 粘合成扁

平水槽（如图 17—13）。

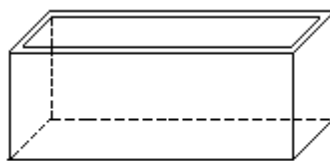


图 17—13 扁平水槽

扁平水槽也可用平板玻璃制作。先将玻璃切割成所需的形状和大小，再用环氧树脂把各玻璃片粘合成扁平水槽。更为简便的方法是用两块大小相同的平板玻璃，其间夹上一根弯曲成 U 形的粗橡皮管，两端再用细铁丝捆紧即成（如图 17—14）。

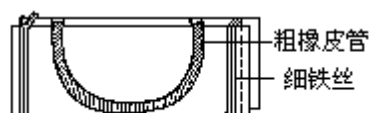


图 17—4 用玻璃片和橡皮管捆扎成的简易水槽

其它投影实验器具可仿照述上各法自行设计制作。

#### 四、实验步骤

1. 设计制作一幅教学用活动幻灯片。
2. 设计制作一个投影用扁平水槽。
3. 了解透射式幻灯机和投影器的构造。
4. 练习用透射式幻灯机和机投影器放映教学幻灯片（购置的和制作的）。
5. 练习用投影器进行演示实验投影。

（1）用投影器演示电化锈蚀实验：首先，将纯锌条弯制成锌的元素符号（Zn），将粗铜丝弯制成铜的元素符号（Cu），并放入表面皿中（如图 17-15（a））。然后，将表面皿放置在投影器书写玻璃板上，并向表面皿中注入稀硫酸。此时在屏幕上看到 Zn 表面上有一些细小的气泡产生，Cu 的表面上没有气泡生成。最后，用“T”字形铜导线将 Zn 和 Cu 连接起来（如图 17-15（b）），可以看到 Cu 上也有许多气泡产生；同时在 Zn 的表面上反应更加剧烈。当“T”字形导线离开时 Cu 表面的气泡消失（如图 17-15（c））。重复此操作几次，可以看到，由于与铜相连接，加速了锌的消耗。

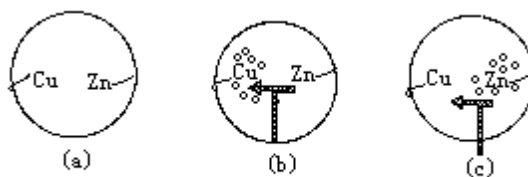


图 17—15 用投影器演示电化锈蚀实验的简易装置

（2）用投影器演示盐类水解实验：取三支大小相同盛有等量蒸馏水的试管，分别滴入少量等体积的石蕊试液，此时溶液颜色一致，均呈紫色，然后再向三支试管中分别加入少量固体食盐、碳酸钠和硫酸铝，最后将三支试管同置于扁平水槽中，进行卧放投影。在屏幕上可以清楚地看到：食盐溶液不变色，溶液呈中性；碳酸钠溶液变蓝色，溶液呈碱性；硫酸铝溶液变红色，溶液呈酸性。

#### 五、参考资料

1. 幻灯机和幻灯片编写组，《幻灯机和幻灯片》，上海人民出版社，（1978）。
2. 谢贤群，《中学物理教学》，广东科技出版社（1981）。
3. 许国梁，《中学物理教学法》，人民教育出版社（1981）。
4. 应礼文等，“投影实验在化学演示实验中的应用”，《化学教育》，第1期（1980）。
5. 河北衡水地区教具研究小组，“利用幻灯演示电化锈蚀实验”，《中学理科教学》，第4期（1978）。
6. 刘永丽，“利用幻灯演示不同类型的实验”，《中学理科教学》，第1期（1979）。

## [二] 教学电影机的使用

电影机按其所放影片的宽度有 35mm 电影机、16mm 电影机及 8.75mm 电影机三种。教学上常用的电影机是 16mm 电影机。

### 一、16mm 电影放映机的主要结构

现以长江 F16 - 4 型电影放映机为例，简要介绍它的结构。放映机主要包括光学、动力传动和输片、还音、电路等部分。

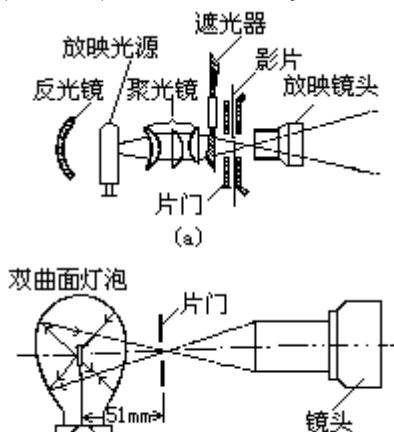


图 17—16 放映机的光学系统示意图

#### 1. 放映光学系统

放映光学系统的作用，是供给片门以强烈的光亮，通过放映镜头将影片中的图像放大并清晰地投射在银幕上。这一部分包括放映灯泡、聚光镜、反光镜、放映镜头等部件，如图 17—16 (a) 所示。现在常用的双曲面（全反射）放映灯泡具有将反光镜、聚光镜与放映光源统一为一体的作用，如图 17—16 (b) 所示。此外，还有采用溴钨灯作光源的，这时，反光镜采用深椭圆形多层干涉膜反光镜，使之主要反射可见光，而让红外线反射较少；同时，使溴钨灯丝位于椭圆反光镜的第一焦点上，反射后的光线比较集中，这样可不必再用聚光透镜。

#### 2. 传动输片部分

传动输片部分如图 17—17 所示。它以电动机作动力，用传动机构将动力传到各运转部分。这一部分主要包括输片齿轮（供片齿轮和收片齿轮）、各

种滑轮、片门、间歇运动机构和供、收片装置等机件。

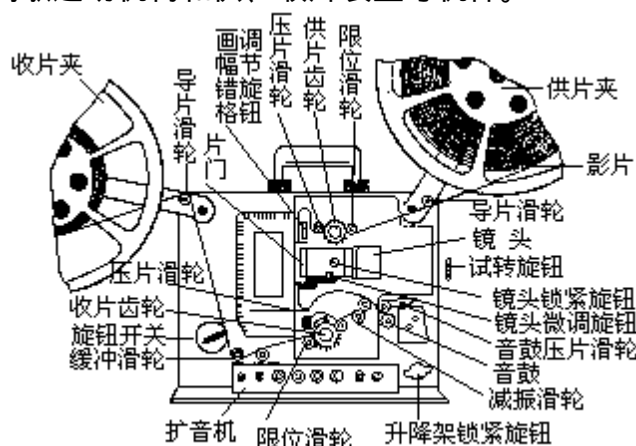


图 17-17 放映机的传动输片系统示意图

输片齿轮是在放映影片时拨动影片的机件，它能使影片齿孔套在输片齿轮上均匀地移动。

滑轮是放映机上用来改变影片移动方向或限定影片左右位置、稳定影片移动速度和减缓影片震动的机件。它的构造因所处位置及其作用不同而稍有差异。这些滑轮都是依靠影片来带动的。

放映机片门由片槽和压片板组成。片槽上开有透光孔，压片板上开有片门孔。放映影片时，影片停留在片门孔上接受光照。如果影片的画幅不正好对片门孔，在银幕上就会映出分格线，这叫做“错格”。出现错格时，应调节画幅错格调节器旋钮，加以改正。16mm的画幅错格调节器是采用移动片门孔和镜头，来凑合影片画幅的。

间歇运动装置是保证影片在通过片门时能作一停一动的运动。它由抓片爪、圆歪板、三角歪轮等组成。一般放映机规定每秒放映 24 幅画面。为使在影片移动时不致有光照射到银幕上，每当影片更换画面时，由遮光器遮挡住射向片门孔的光。遮光器的另一个作用是当影片在片门孔停留时再遮光一次，以提高闪烁频率，减少人眼观察银幕画面的闪动感。

供片装置用来支撑供片夹并将影片均匀供给放映机的输片部分，供片装置应给供片夹以适当的阻力矩。收片装置用来收卷已放映过的影片。它常采用摩擦传动方式来传递动力，使拉影片的力适当。拉力过大将会损伤影片的齿孔，并易产生跳片；拉力过小则会使影片卷不紧，容易使画面产生磨损。片夹按容纳影片的长度分为 360m、240m 和 120m 等大、中、小三种。

### 3. 还音和扩音部分

影片声带有光学声带和磁性声带两种。光学声带还音方法是，由白激励灯泡产生稳定的光源，经激励镜头形成扁平的光刃，当光透过移动着的影片声带时，透射光强度随影片声带而发生变化。最后，透过声带的光照到硅光电池或光电管上，产生电流形成电讯号。电讯号经扩音机放大，推动扬声器发出声音。磁性声带还音方法是，当磁性声带经过还音磁头时，磁带上的变化磁场就变为电讯号，再经扩音机放大还原为声音。

为了使影片在通过还音元件时的走速均匀，放映机由音鼓、飞轮及压片滑轮和减震滑轮组成了匀速装置。飞轮和音鼓装在同一个轴上，利用飞轮的惯性，使影片均匀走动。

长江 F—16 型放映机中扩音部分的旋钮如图 17-18 所示。它的额定输出

功率为 15W，负载阻抗为 15 Ω。上有话筒插口和拾音插口，分别用“话筒音量”和“拾音量”旋钮来控制音量大小。在光还音时，分别用“音调”、“光音量”旋钮控制音调和音量。

#### 4. 电路部分

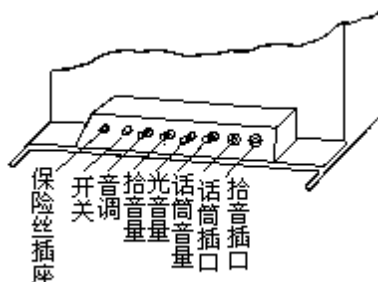


图 17—18 放映机中扩音部分的旋钮

长江 F16—4 型放映机是靠同轴多层旋钮开关(叫做放映开关)来控制电路接点的。放映前，放映开关的旋钮应置于“停止”位置，此时指示灯泡已点亮。将旋钮按顺时针方向转到“启动”位置，电动机带动收片减速器转动。当旋钮转到“机动”位置时，放映机的传动输片机构包括散热装置都正常工作，放映灯丝微亮(预热)，指示灯泡应点亮。当旋钮转到“放映”位置时，便可放映。此时除指示灯泡不亮外，放影机各部分都处于工作状态。放映完毕，旋钮应逆时针旋经“机动”、“启动”，回到“停止”位。

放映电源附有电压指示表头。当 F16—4 型机正常工作时，表头指示供电电压应为 220V。在放映过程中，可调节电压升降开关，使电压保持在这一数值。

## 二、F16—4 型电影放映机的使用和维护

### 1. F16—4 型电影放映机的使用

#### (1) 放映前的准备及机器的架设

电影放映前的准备及机器的架设应注意以下各点：

设备情况的检查各设备应完好，特别是电源线、喇叭线及接地线应完好，以保证用电安全。

架设银幕及喇叭本机所用的银幕配用  $3 \times 2.19\text{m}^2$  的标准银幕，放映机距离银幕约 15—16m。

放映影片的检查注意影片的次序及是否都已倒正。

放映机的润滑加油在每次放映之前，在规定的经常加油的油孔(常涂有红漆记号)内滴入一两滴润滑油(或锭子油)。

架设机器打开放映机前盖，将收片臂与供片臂抬起到预定位置，这时引导滑轮轴会弹入定位孔。

放映机及扩音机、放映电源和喇叭的连接如图 17 - 19。大插头线一端插入放映机大插座  $A_2$ ，另一端插入放映电源(图的左下方)相应的大插座  $A_1$ ；扩音机的插头线也分别插入(扩音器一侧的)输入插座  $B_2$  与放映电源的相应插座  $B_1$  内；将喇叭线分别插入扬声器的插口  $Y_1$  与扩音器上的扬声器插口  $Y_2$ 。放映电源的电源线由接线 C 插座接出。

试机重新检查一次接线，在保证无误后，即可将电源线接入民用电源，并旋转放映电源中变压器的调压开关旋钮，使电压调到额定值。按顺时针方向旋转放映开关旋钮，使从“停止”经“启动”、“机动”到“放映”，各



段情况必须正常。让放映开关保留在“放映”位置，调节放映镜头（这时要先旋松锁紧旋钮）使银幕上获得清晰的片门孔轮廓；再调节放映灯泡的位置，使银幕上的亮度大而均匀。打开扩音器的电源开关，将“光音量”控制旋钮转到中间位置，用手挡一下放映镜头，使放映光束反射到光电池上，若听到扬声器中有嗡嗡声，则表示还声扩音部分工作正常。

### （2）挂片及放映

挂片及放映工作的程序如下：



图17—19 电影放映设备的布置

先将空片夹装到收片轴上，然后把要放的影片夹装到供片轴上，并将轴端锁扣扣牢。必须注意：这时影片的齿孔应在靠近操作人员一侧，影片上的影像应是倒立的。

从供片夹中拉出长约 1.5m 的影片，打开片门，以两手中指压着影片，使它平直地放在片槽内，并使齿孔套在抓片爪上，然后用拇指推上片门。

影片的通路如图 17—17 所示。挂片时应使影片在片门上方保留一个长约 10—12 个画幅的缓冲弯，在片门下方也留一个缓冲弯，并使片门孔中心到激励镜头处一段影片的长度为 26 个画幅，以保证图声同步。为便于挂片，在挂片前使供、收片齿轮边的压力滑轮移开，挂片后再恢复原位。音鼓压片滑轮也可以稍稍抬起，在挂片后让它恢复原位。

挂片后用手压下“试转旋钮”并沿逆时针方向转动，观察影片在片门处是否能间歇地走动。

旋转放映开关从“停止”、顺次经“启动”、“机动”到“放映”位置，放映影片，并调节扩音机的光音量，使声音达到适当的响度。为了使画面最清晰，可调节镜头微调旋钮（注意要先将镜头锁紧旋钮旋松一点，调好后再锁紧）。如果画幅有错格现象，可用画幅错格调节旋钮纠正。

在放映过程中，要注意机器走动的情况，如突然出现故障，可立即将旋转开关旋至“停止”，检查和排除故障后再进行放映。在正常情况下，一卷影片放完后，旋转开关应从“放映”经“机动”、“启动”位置，一直等到影片走完后再回到“停止”位置。

### （3）放映后处理

在影片全部放完以后，除按操作规程做好机器收装和场所清理工作外，还应及时做好放映情况的记录，以供保养机器时参考。

#### 2.16mm 放映机的维护

放映机的维护要点如下：

（1）保持放映部件清洁，防止沾上灰尘和油污。输片系统要用干软的布擦拭。镜头等光学玻璃元件不能用手去触摸，也不可布擦拭，只能用擦镜纸、软毛刷、柔细的专用绒布等轻轻擦拭。硅光电池尽量保持清洁，避免油污，在清除其上的灰尘油污时，必须用酒精淋洗，不得用手或棉球直接擦拭。

（2）定时加注润滑油。

(3) 在操作之前, 必须充分了解机器的性能及其操作规程。在使用放映机时应按操作规程谨慎操作。所用电压不得超过额定值。

### 三、电影片的使用和维护

在电影放映工作中, 必须做好“爱机护片”工作。

#### 1. 倒片

每部影片放映后, 必须用空片夹把影片倒回, 使片头在外, 供下次放映使用。

倒片要用倒片机在清洁的室内进行。倒片机须架设在桌子或长凳的边沿。以面对片夹方向为标准, 收片夹在右, 供片夹在左, 相距约 60cm, 如图 17-20 所示。两片夹应在同一平面内, 然后用右手摇动倒片机的摇柄。为了使影片卷绕得平整严实, 可将左手拇指和食指稳住影片的边缘, 但手指不可磨擦影片的画面和声带, 以防划伤影片。倒片速度不宜过快。如果中途必须停止倒片, 应逐步降低速度, 并用左手制止从动片夹的旋转, 以防影片飞散或扯断。

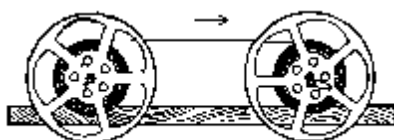


图 17-20 倒片装置示意图

倒好影片后, 用胶布将片头粘牢, 放入护片袋内, 再竖着放入片箱内。倒得不齐的影片要重新倒齐, 严禁拍打、压挤, 否则将会使影片画面产生横向损伤。

#### 2. 修片和接片

若影片有一个或两个齿孔破裂时 [见图 17-21 (a)], 可以用剪刀将齿孔边缘剪成圆角, 如图 17-21 (b) 所示。以防破裂的齿孔被机件撕大。

若影片连续有两个以上齿孔破裂, 但长度不大时, 可以将破裂的齿孔剪去, 另取一段收缩率与原影片相同的齿孔带 (通常可从片尾或片头剪取)。在原影片的光面涂上接片胶水, 补上这段齿孔, 如图 17-22 所示。

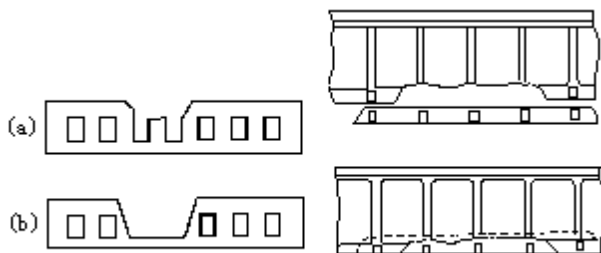


图 17-21

图 17-22

若影片有短距离的中间撕裂现象时, 可在平整的台面上铺一张能吸水的白纸, 将影片的撕裂部分放平对齐, 再用饱蘸接片专用胶水的接片笔轻触裂缝, 并沿着裂缝移动, 让胶水渗入裂缝中, 待胶水将干时, 在裂缝处, 以有 2kg 左右压力的光滑物体压在裂缝上, 并沿裂缝来回移动, 使其密合。然后再在影片的另一面以同法涂压一次。待胶水快干时, 再在光面的药膜面沿着裂痕各涂一次胶水, 干后即可供使用。

如果影片已断裂, 或其裂痕已侵入画面而无法修补时, 就必须进行接片。不同片基的接片液不同。常用三醋酸片基的接片液是以丙酮或二氯甲烷为主

配制的溶剂。粘接后的影片，其齿孔距应不变，如图 17 - 23 所示。为了使接片后影片齿孔距不变，常用专用的影片接片机来接片。16mm 影片接片机如图 17—24 所示。

接片步骤分为切齐影片、刮去药膜、涂胶压合三步。

先把要粘接的影片一端药膜向上，由接片机左端的两个定位销间穿入。把要切除的影片放在切口处，使影片齿孔套在定位齿上。把要接的另一段影片的一端药膜向下，也由左端穿入，盖在前一段影片的上部，齿孔套在定位齿上。放下接片机的左、右压片，将影片压紧，并压下切刀，切齐影片。

然后将切刀扳起，用刮刀沿着右压片将漆光层朝上的 2mm 长的一段影片表面稍稍刮毛，露出片基，再以同法将药膜层朝上的一段影片的药膜刮去，露出片基。把已刮好的影片，一左一右套在接片机两边的定位齿上，使刮去药膜的片基部分重叠，用左、右压片将影片压住。再将影片重叠处涂上适量的接片液，然后立即压下中压片，将接头处压住。待一分钟后，即可取下影片。接片的接头处应保持清洁，不得有手指印、气泡、变形或片边不直等情况。此外接片的接头要牢固，但涂的接片液不宜过多，以免造成画面模糊或接头处翘曲等缺陷。

### 3. 影片与维护

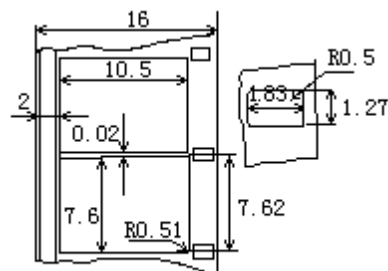


图 17—23 影片的齿孔距 (单位mm)

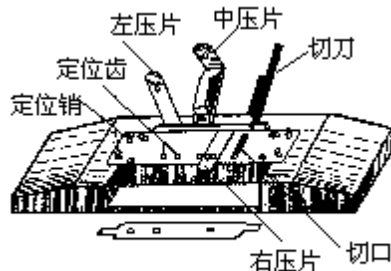


图 17—24 接片机

维护影片要注意以下各点：

影片只有在放映机能正常使用的条件下，才能装片放映。放映的环境应保持清洁。

必须按规定装片，而且要保护片头、片尾。凡遇片头、片尾短小或损坏时，应于补修完整后才能使用。

放映时应注意电影机的运转情况，如有不正常现象，应立即停机检查，不得勉强放映，尤其严禁拉片、打片。

不可在影片运行时调节缓冲弯，否则就会损坏片孔或扯断片子。

影片应存放在密闭的影片箱中。存放时应注意防潮、防热、防尘。存放影片较适宜的温度应在 15—20 之间，相对湿度应在 65—70%左右。若影片过份潮湿或过份干燥，则会引起齿孔距离的伸长或缩短，结果在放映时就

将发生“跳片”现象。例如 16mm 影片的正常齿孔距应为  $7.62 \pm 0.01\text{mm}$ ，齿孔距过大，说明影片太潮，过小说明影片过干。如果影片太潮，可在倒片时用电吹风烘吹移动着的影片。如果影片太干，可把一张吸有适量的湿润剂（如食盐的饱和水溶液等）的吸水纸放在片箱内，并将片箱盖好，这样存放一天，影片就可恢复正常。若电影片是磁性声带影片，存放时严禁靠近强磁场，不可靠近永磁喇叭、变压器，以防止磁声带因受外磁场的影响而感应消磁或磁化。

在运输影片的过程中，片箱要竖放，以防影片因卷绕不紧而产生横向磨伤。同时还要防震、防晒、防火。

## 附录 中学化学实验室的建设和管理

化学是一门以实验为基础的科学，实验教学是化学教学的重要环节，是提高化学教学质量的关键，必须充分重视，切实加强。而化学实验室的合理建设和科学管理则是保证顺利开展化学实验教学活动的必备条件。化学教师对此应有足够的认识。

一个合格的化学实验室应符合以下基本要求：环境幽静，宽敞明亮，通风良好，安全方便。

### 一、实验室的建设

#### (一) 实验室的环境、结构和布局

实验室宜选择空气流通、常年供水充足的地方，注意环境绿化并尽可能远离生活区和运动场，以免相互干扰。

理想的中学化学实验室应包括学生化学实验室、实验准备室、仪器药品贮藏室（危险品最好另辟库房或地下室贮藏）、天平室、化学教研室。为了方便管理和使用，以上各室应位于同一层楼并尽可能相连。下面介绍几种布局方案（见图 1）供各校新建或改建实验室时参考（注意：各校应结合本校的条件和开设化学课的班级的多少因地制宜地设计）。

条件好的学校还可设计 1—2 个阶梯教室，供教师进行边讲边演示之用。

#### (二) 实验室的设备与设计

实验室的设备系指开展实验教学所必备的物质条件。从房屋的建筑到水电、桌凳、橱柜、仪器、试剂、直观教具（模型、标本、挂图、电化教具等）的配备都因各室所担负的具体任务而有所不同。

##### 1. 学生化学实验室

这是实验室各组成部分的核心，也是本章讨论的重点。

学生化学实验室一般应当是既能用作学生分组实验，又能用作教师边讲学生边实验或教师边讲边演示的实验教室，还可作为学生开展化学课外活动的场地。

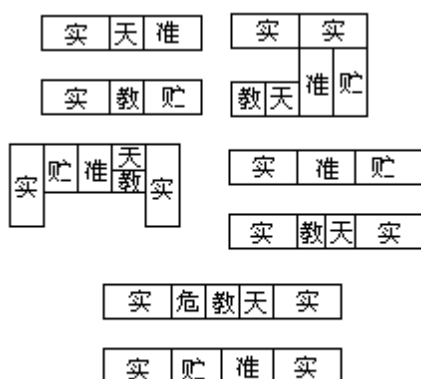


图1 实验室各组成部分的布局

学生化学实验室的大小应估计到学生班的人数，以每个学生平均占地 1.3~1.5 平方米为宜。中学学生班通常为 48—56 人，可分 24—28 组进行实验，故学生化学实验室可设计成长 10.5m，宽 7m，其长宽比为 3:2 的长方形屋子。

实验室的门窗位置及大小要能保证空气流通，窗户应尽可能多而大，光线要充足，并从学生座位的左方射入。

为适应电化教学的需要，实验室的窗户应配备深色活动窗帘，在条件不足的学校，至少在靠黑板一端左面墙的第 1—2 堵窗户上应配有窗帘。

学生的座位都应面向黑板，要使教师在讲台上能看到每个学生；每个学生在座位上也能看清楚教师的活动以及演示桌上的仪器、模型、黑板上的板书及挂图、银幕上的幻灯和电影图象等。

实验室的地面以铺设水磨石或瓜米石为宜，既美观耐用又便于清扫，也有助于设备的保养、维护（有条件的学校还可用耐酸水泥或瓷砖铺地面）。

实验室的桌面均应涂上天然生漆，以抗酸碱侵蚀，这样的桌面能经久耐用，涂一次可用 20—30 年。在缺乏生漆的地方可用苯胺黑作涂料，其配方见下表：

方法	氯酸钾法	重铬酸钾法
甲溶液	硫酸铜 100g	重铬酸钾 129g
	氯酸钾 50g	水 2000g
	水 615g	
乙溶液	苯胺盐酸盐 100g	苯胺 74g
	氯化铵 40g	硫酸 38g
	水 615g	水 2000g

苯胺盐酸盐系由苯胺中加入工业盐酸制成。欲制 100g 苯胺盐酸盐，需用苯胺 27g。配制时可往苯胺中加入盐酸使成糊状；取少量加水稀释，如其中含有油滴，证明仍有游离苯胺，应再加盐酸，直至无游离的苯胺时为止（盐酸稍过量无妨）。

无论是氯酸钾法或重铬酸钾法，都是在桌面先涂甲溶液，待干后擦净再涂乙溶液，如此反复 5—6 次后烫蜡便可耐酸碱浸蚀（涂一次能用几年）。

此外，实验室内应设救护药箱及消防设备（如消防砂箱、灭火器等），且应放在取用方便的固定位置上，平日要注意进行这方面的教育，以便遇急时师生及实验员人人都会进行有效的救护工作，而不至慌乱。

室内的重要设备及其设计：

讲台：长 300cm、宽 73cm、高 20cm。

黑板：长 400cm、宽 105cm、其上沿距天花板 150cm，下沿距讲台 105cm，两侧距左右墙分别为 140cm 和 160cm。黑板右侧或上方的空墙上可挂能方便卷放的放映银幕。黑板上沿装有钉钩，用以悬挂图表（有条件的学校可设活动黑板，其后面墙内嵌银幕，放映幻灯或电影时黑板可从二分之一处断开分别向左右两侧空墙滑开而露出银幕）。

黑板下面的墙上开一小橱，内设两个插座和控制室内 6 盏 40 瓦日光灯及排风扇等的电源开关，教师在演示时能方便地使用电器设备同时也可控制日光灯和排风扇。

教师演示桌：桌面宜宽大（以便放置教科书、教案、演示用的器材、直观教具和进行演示实验）并略低于黑板下沿（以免遮住板书）。桌内设 1—2 个横隔板，用以放置当堂课和下堂课要用的器材、教具等（如演示提篮、水槽、铁架台等）。桌子的位置靠近讲台（距黑板约 80cm），左边设水槽，槽下放置一废液缸（无自来水的地方可用贮水桶供水或用按图 2 设计的自制水箱和接水桶）。教师演示桌的式样和尺寸见图 3。（有条件的学校还可设置多用讲桌，以方便电化教学）。

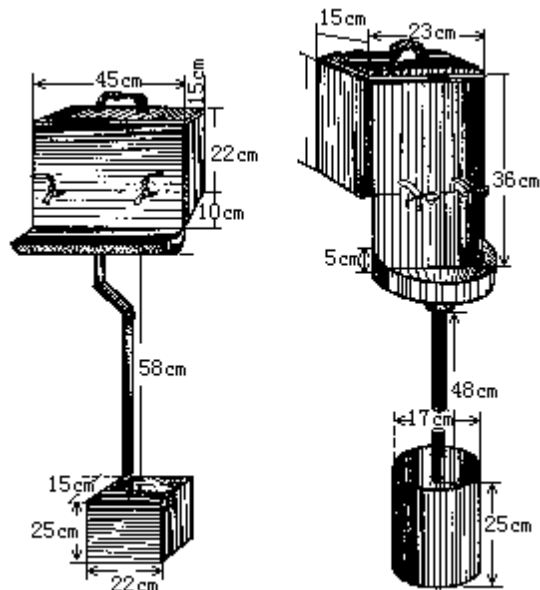


图2-1 水箱和接水桶

图2-2 装带夹橡皮管的水箱

学生实验桌、凳：桌子的大小以适于两人进行实验为宜（如果班级人数较多时可在桌的一端增设活动折板，改成三人使用）。桌面的前沿和左右两边靠前沿三分之一处装 8cm 高的挡板，以防止桌上的物品掉下。桌下设抽屉板，供学生放置书籍和文具。其式样和尺寸如图 4。

这样的实验桌每个实验室横放四张，两两共用一水槽，竖放六至七排，桌间距约 60cm，以组成三个竖形通道且四周空的图案（前排距黑板约 200cm，后排距墙 130—150cm，中间通道宽约 50cm，两边通道略宽，约 55cm），这种排列有利于教师的巡视和指导（见图 7）。

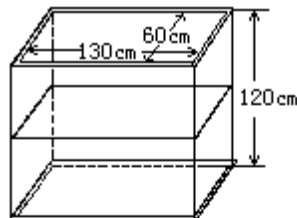


图 3 教师演示桌

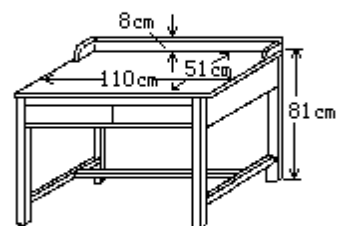


图 4-1 不带折板的学生实验桌

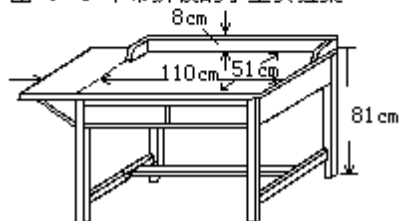


图 4-2 带活动折板的学生实验桌

学生实验时的坐凳高 44cm，可做成圆形或方形（能升降的更好）。

学生用水槽：最好设在横排的相邻两桌之间，这样实验用水和洗涤仪器时都无需来回跑动，不仅方便、省事，更重要的是可避免因用水而引起的混

乱，有助于维持实验过程中的正常教学秩序。

水槽设在两桌之间，下水道的铺设是比较考究的，这一点在设计实验室的地面时必须考虑周全，否则在使用过程中，下水道往往因杂物堵塞或腐蚀，而不得不停止使用，进行疏通或更换管道。积多年之经验并根据大量的调查研究提出下面两种结构简单，行之有效的设计方案：

(1) 点式水槽：系由单个水槽和承接每个水槽污水并与下水道相通的带活动盖板的暗沟（以下简称暗沟）两部分组成。每个水槽距地面高 76cm，水槽长 40cm、宽 30cm、深 33cm（水槽不宜再浅！否则用水时水易溅出槽外），槽下排污水的竖管末端紧靠暗沟的内侧上壁，这样各水槽排出的污水均可顺沟流入下水道（教师演示桌旁的水槽所排出的污水也经一管道流入暗沟）。

带活动盖板的暗沟是在室内地面下砌成的沟形槽，内壁衬以耐酸水泥，上盖活动板，保持地面平整。活动板可用宽度恰当、长短、厚薄适宜的瓷砖或空花铸铁板、木板等制成（最简易的甚至可用普通砖块）。暗沟应有一定的斜度（保证污水畅流），接下水道的一端沟底有一出水洞，洞上安耐蚀篦（用铜、不锈钢或塑料制成）以挡住杂物。每次实验后都应掀起最后一块活动板将杂物清除，如果其它部位有堵塞影响排水时，也可掀起相应部位的活动盖板加以清除。这样的暗沟每个实验室应有两条，其长度应比前后两端水槽间的距离约长 60cm，污水可通过下水道（如图 5-1、5-3）或汇集到与它们相连的横沟直接排入室外阴沟（如图 5-4 所示）。如果活动盖板的长为 25cm、宽为 21.5cm、厚为 1.5cm，则与之配套的暗沟的纵、横剖面图和俯视图分别如图中 5-1、5-2、5-3、5-4 所示。

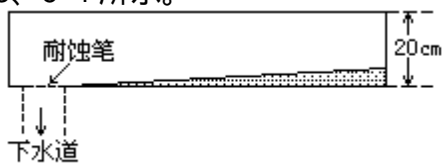


图 5-1

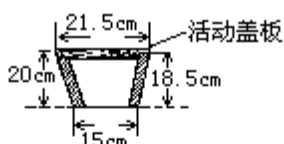


图 5-2

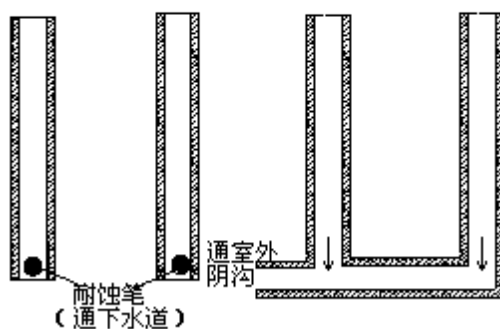


图 5-3

图 5-4

两桌坐位间紧靠水槽处安放一张台面四周带挡板的小几，用以放置两桌间共用的试剂、材料和小废物缸。小几高 55cm（加上 8cm 高的挡板，总高度为 63cm）、长 50cm、宽 30cm。

(2) 沟式水槽：系由沟形槽身和支架（钢架或钢筋水泥架，架高约 41cm）两部分组成。槽宽约 30cm、槽底有一定斜度，最深处约 35cm。槽壁镶嵌白瓷



砖（也可用硬质耐蚀塑料板焊成）。槽在两桌间的部位用作水槽（自来水管经两桌间的槽侧伸向槽上），两桌座位间的部位盖以长方形木制骑盘（如图7-2中的8），其作用与点式水槽旁附设的小几相同。这样的沟式水槽每个实验室也应有两条，靠讲台一端的槽底开一出水洞与下水道相通，洞上仍安有耐蚀篦，其纵横剖面的形状如图6-1、图6-2。

这种水槽的突出优点是结构简单，使用和清扫都很方便。

此外，实验室左面窗台下有六个带滑动纱门的壁橱，橱长130cm、高86cm、深33cm，内放铁架台、漏斗架、试管架等（为了放置更多的杂物，可把橱内分成两格）。

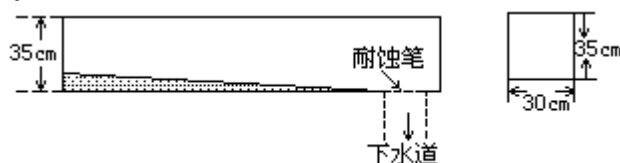


图 6-1

图6-2

实验室内黑板对面的墙上设带玻璃门的大展览橱（橱内放置活动隔板，可根据实际需要加、取隔板）以陈列标本、模型、挂图、常用仪器和配套的典型实验装置。平日橱要锁上，更换内容时才打开，这样不仅安全也能保持整洁。如果每个年级有一个实验室，则壁橱的展品可结合教学进度更换，以增强教学的直观性，到了初、高中毕业年级进入总复习阶段时，还可将各室的展览橱统一用来布置实验系统复习展览，这又解决了另辟专室举办实验展览的困难。

抽风排气设备：这是关系师生健康的大问题，必须解决好。在做有毒气体的演示实验时，为了确保师生的健康还应增设通风排气设备。一般是安装排风扇或设通风橱以解决此问题。

当然，有条件的学校可在每一实验桌上设排毒气效果最佳的吸气罩，甚至再安上电源，使每一个实验桌实现水、电、风三通，这就更为理想了。

学生实验室的平面图如图7所示。

## 2. 实验准备室

实验准备室既是实验员为师生准备教师演示实验、学生分组实验用品和从事其它日常本职工作的地方，又是教师进行演示和分组实验的预备实验的场所。以上两方面的工作合在同一室内进行好处甚多，不仅能节省房间，也便于实验员协助教师做好预备实验。

准备室应位于实验室各组成部分的中心位置。这样，教师、尤其是实验员在工作过程中可节省很多花在来回走路上的时间，对提高工作效率颇有好处。

准备室的大小应随开设化学课的学生班的多少和化学教师的人数而定。

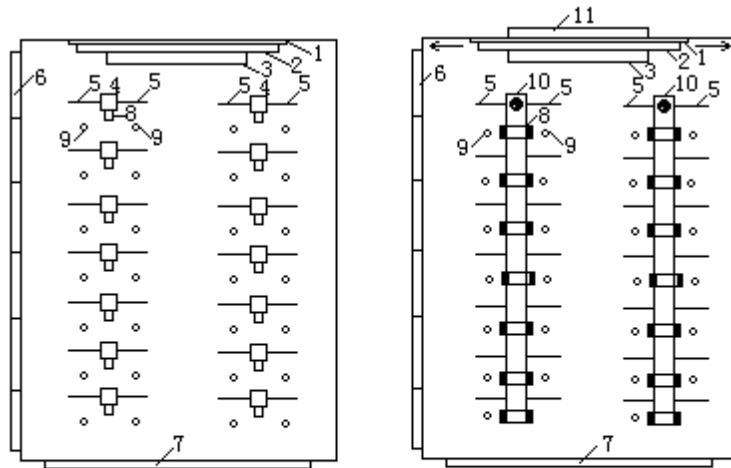


图 7-1

图 7-2

- |                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| 1. 黑板                        | 6. 窗台下壁橱          |
| 2. 讲台                        | 7. 展览橱            |
| 3. 演示桌                       | 8. 图7-1小几、图7-2木骑盘 |
| 4. 水槽（图7-1点式）<br>（图7-2为沟式水槽） | 9. 学生坐凳           |
| 5. 学生实验桌                     | 10. 耐蚀盘           |
|                              | 11. 银幕（图7-2）      |

室内的主要陈设一般应有实验员的办公桌、教师预备实验桌、实验员的配药桌、烘箱、离心机、钻孔机、玻璃工灯具、足够多的橱柜及方便的电源、水源等。

预备实验桌最好各年级教师各用一张并按人定位，以免相互干扰，影响教学。

实验员的办公桌宜宽大多层。以便实验员在这里学习、查阅资料、登记账目以及从事一般简单设备的维修等。屉内除放置书籍（实验书籍、各年级教科书和化学工具书等）、账本（仪器、试剂、直观教具等分类明细账目）和各种单据（演示、分组实验通知单、仪器报损登记簿等）外，还可存放各类小型工具（万用电表、验电笔、夹钳、锉刀、卷尺、剪刀等）。

教师预试实验桌和实验员的配药桌其形式、大小可完全一致。桌面宜宽大，桌面下尽可能多设抽屉（有的屉内又分几格）以放置小件玻璃仪器（如温度计、比重计、玻璃棒等）和各种杂物（如滤纸、胶塞、火柴、弹簧夹、石蕊试纸、pH试纸、木条、木垫板等）。已预备好的演示实验用品均放入专用的木质提篮内置于桌面各人固定的那个位置，以便课前成套地提到教室或实验教室使用，课后洗净仪器并将用过的物品整理入篮放回原处由实验员统一收管。实验桌的上方应有明亮的日光灯，附近应有方便的水源、电源插座，水槽旁的墙上设仪器晾板（如图8），槽下放废物缸。

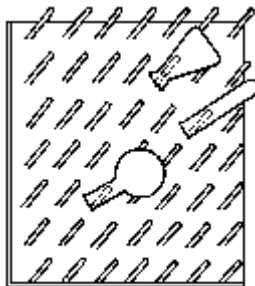


图8 仪器晾板

仪器橱：用以放置仪器、模型、标本、挂图、电化教具等。为了少占地、多装物橱宜稍高以充分利用室内空间；为便于取放物品及必要时的搬动，橱

的宽、深又要适度。其具体尺寸和式样如下：高 214cm、深 46cm、宽 125cm、分上下两层，每层空间高 93cm、均设双扇门。橱内四根立柱上都有若干规格一致、距离相等的齿（齿间距为 7cm），用以安放活动木方，木方上再放活动隔板（如图 9）。这种设计是相当科学的，放置物品时可根据所需存放的仪器之高度灵活调整隔板，既充分利用了橱内空间，又解决了某些较高的仪器放不进橱的困难。

药品橱：用以放置瓶装试剂。橱的外形和尺寸与仪器橱相同，区别仅在于橱内搁置的不是活动隔板而是活动台阶，试剂瓶都按一定规律排在台阶上。也可设计成其它试样，如图 10。

分组实验试剂橱：用以存放学生分组实验用的试剂。鉴于分组实验用的试剂瓶（滴瓶、小广口瓶和小细口瓶）都比较矮小且数量多，不必另设几个正规的试剂橱来放置，可设计一个多格的简易橱柜，将其集中放在一起。每格放置一种试剂，格子的大小以能放下 32 个这类小瓶为宜，因为一个学生班通常为 48—56 人，分 24—28 组进行实验，所以每种试剂都必须装 28—32 瓶配套入格（其中一瓶作机动以便应急，另外三瓶供教师演示之用，为保证演示实验的效果，师生用药必须严格分开！通常可以不同颜色的标签加以区分）。中学里一般分装或配制的一定浓度的试剂约八、九十种，加上常见的酸、碱和某些个别的盐各年级往往可能同时都要使用，每种应备 2—3 套，总共不外百余套，橱的格数也需与之相应才够放。橱上每相邻水平两格间装两块可滑动的玻璃门，以遮档灰尘，取出和放回药瓶也方便。

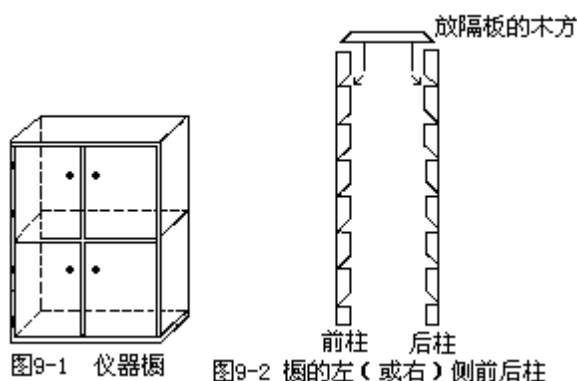


图9-1 仪器橱

图9-2 橱的左（或右）侧前后柱

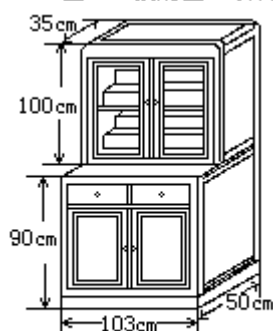


图10 药品橱

此外，室内还应安装离子交换柱用来处理净化自来水，以保证配制、稀释溶液和洗净某些仪器等实验用水的需要。

### 3. 仪器药品贮藏室

仪器药品贮藏室为存放待用的仪器、材料和一般试剂的专门用房，而危险品——易燃、易爆、剧毒和强腐蚀性的药品则应放地下室或专门库房贮藏

(条件差的学校也需在贮藏室内专辟一角存放)。

贮藏室要求门窗通风对流、干燥避光。室内排列的都是存放物品的橱柜(试剂橱宜放在离窗户较远的位置)。

#### 4. 天平室

由于中学化学教学的更新,定量实验的增多和课外化学科技活动的开展对称量的要求提高了,有必要建立天平室放置精密天平(千分之一和万分之一),供师生及实验员进行准确称量。

为使室内放置较多的天平和容纳较多的学生同时进行称量,应在室内四周沿墙修建宽 55cm、高 85cm 的水磨石平台,中央也应修建同样高度但更为宽大的水磨石平台。每架天平配一个坐凳置于台下。

#### 5. 化学教研室

化学教研室是化学教师备课、批改作业、研究教学中的问题的地方。根据化学课实验占有重要地位的特点,化学教研室一定要和实验室在一起,才能得以充分利用并发挥其作用。

室内除配备 1—2 盏 40W 的日光灯、一个水槽和一个书柜(如图 11,柜内放置教研室共用的教学参考书籍、资料以及各年级的复习材料等)外,每个教师还应有带柜三屉办公桌一张、椅子一把。

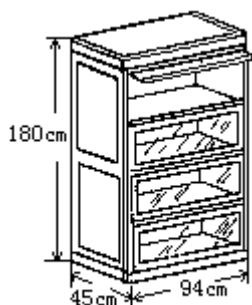


图11 教师用书柜

### (三) 中学化学教学用仪器、试剂配备

按现行教材内容并适当考虑开展化学课外科技活动以及教师进修的需要,将实验室应常备的普通仪器、试剂、材料的名称、规格和大概的数量分别列表,供拟定采购计划时参考(特殊仪器、电化教具可根据本校实际情况配备)。(四) 实验室的人才建设——实验员

实验室的建设除基本设备外还应包括实验员的配备、培养和提高,这一点在某种意义上比物质建设更为重要。

虽有一个设备完善的实验室但缺乏高质量的实验员去进行科学管理,也不能很好地发挥其作用;相反,如果实验室只有一定的基本设备但有得力的实验员以主人翁的姿态,闲不住的精神与教师一道主动积极地工作,

中学化学试剂配套一览表

名称	规格	数量	名称	规格	数量
金属钾	3级	20g	黄磷	4级	50g
金属钠	3级	200g	硫磺	工业	1000g
金属钙	3级	10g	活性炭	工业	500g
镁粉	3级	200g	氧化铝	4级	200g
镁带	3级	50g	过氧化钠	4级	100g
铝粉	3级	200g	过氧化钡	4级	100g
铝片	工业	300g	氧化镁	工业	300g
锌粒	4级	1000g	氧化锌	工业	300g
锌片	工业	1000g	氧化铁	4级	500g
还原铁粉	2级	100g	氧化铜粉	工业	500g
细铁丝	工业	200g	二氧化锰	工业	2000g
锡条	工业	50g	钨触媒	工业	20g
铜丝	工业	300g	五氧化二碘	4级	25g
铜片	工业	500g	过氧化氢	3级	220ml
汞	工业	100g	氢氧化钾	{ 4级	100g
镍铬丝	工业	50g		{ 工业	200g
溴	4级	200ml	氢氧化钠	{ 4级	1000g
碘	4级	200g		{ 工业	2000g
红磷	工业	500g	氢氧化钙	4级	100g
盐酸	{ 4级	2000ml	氢氧化钡	4级	100g
	{ 3级	1000ml	氨水	4级	2000ml
	{ 工业	2000ml	碱石灰	4级	1000g
硫酸	{ 3级	1000ml	硫酸钠	4级	500g
	{ 4级	2000ml	亚硫酸钠	4级	500g
	{ 工业	2000ml	硫代硫酸钠	4级	200g
硝酸	{ 3级	1000ml	硫酸铝	4级	300g
	{ 4级	1500ml	硫酸钾铝	工业	500g
磷酸	4级	200ml	硫酸镁	4级	300g
氢氟酸	3级	100ml	硫酸锌	4级	300g
氯化钾	4级	200g	硫酸钙	4级	100g
氯化钠	{ 4级	500g	硫酸亚铁	4级	100g
	{ 工业	2000g	硫酸铜	{ 4级	500g
氯化镁	4级	200g		{ 工业	2000g
无水氯化钙	工业	500g	硫酸锰	3级	50g
三氯化铝	3级	100g			

续表

名称	规格	数量	名称	规格	数量
氯化钡	3级	200g	硫酸镉	4级	50g
氯化锌	工业	100g	硫酸铵	4级 工业	500g 1000g
三氯化铁	4级	500g			
氯化铜	4级	100g	硫酸亚铁铵	4级	50g
二氧化汞	4级	100g	硫化钠	4级	100g
氯化铵	4级	100g	硫化亚铁	4级	1000g
	工业	2000g	硫化铵	3级	100g
氯酸钾	工业	2000g	硫氰化铵	4级	50g
溴化钠	4级	300g	硫氰化钾	4级 3级	100g 500g
碘化钾	4级	300g			
碘化钠	4级	100g	硝酸钾	工业	1500g
硝酸钠	4级	100g	碳酸氢铵	工业	1000g
	工业	200g	碳化钙	工业	1000g
亚硝酸钠	4级	100g	硅酸钠	工业	300g
硝酸钡	4级	100g	硅胶	工业	200g
硝酸铜	4级	200g	重铬酸钾	4级 工业	100g 200g
硝酸铅	4级	300g			
硝酸汞	4级	50g	重铬酸铵	4级	200g
硝酸银	2级	200g	高锰酸钾	4级 工业	100g 1500g
硝酸铵	4级	100g			
	工业	500g	钼酸铵	3级	25g
磷酸钠	4级	200g	铁氰化钾	3级	100g
磷酸氢二钠	4级	50g	亚铁氰化钾	3级	100g
磷酸二氢钠	4级	50g	无水乙酸钠	4级 工业	500g 1000g
过磷酸钙	工业	500g			
磷酸钙	工业	500g	乙酸铅	4级	50g
碳酸钾	4级	100g	石油(原油)	工业	500ml
	工业	500g	石蜡	工业	500g
碳酸钠	4级	200g	苯	4级 工业	1000ml 1000ml
	工业	500g			
碳酸氢钠	4级	200g	甲苯	4级	500ml
	工业	500g	二甲苯	4级	500ml
碳酸钙	工业	2000g	萘	工业	100g
碳酸锂	3级	25g	三氯甲烷	4级	200ml
碱式碳酸铜	4级	100g	尿素	工业	500g

续表

名称	规格	数量	名称	规格	数量
四氯化碳	工业	1000ml	苯胺	4 级	200g
无水乙醇	4 级	2000ml	二苯胺	4 级	50g
酒精	工业	5000ml	葡萄糖	工业	200g
正丁醇	4 级	100ml	蔗糖	4 级	200g
乙二醇	4 级	100ml	可溶性淀粉	4 级	200g
丙三醇	工业	500ml	琼脂	3 级	20g
苯酚	工业	500g	阴离子交换树脂	工业	1000g
乙醚	4 级	200ml	阳离子交换树脂	工业	1000g
甲醛	4 级	500ml	环氧树脂	工业	100g
乙醛	4 级	500ml	石蕊		30g
丙酮	4 级	500ml	酚酞		30g
甲酸	工业	500ml	甲基橙		30g
乙酸	4 级	500ml	品红		10g
乙酸酐	4 级	100g	pH 广范围试纸		35 本
冰乙酸	4 级	500ml		{ 红	{ 30 管
草酸	工业	100g	石蕊试纸	{ 蓝	{ 30 管
硬脂酸	2 级	25g	酚酞试纸		2 管
苯甲酸	工业	100g	滤纸	10 × 10	500 张
乙酸乙酯	工业	200ml			
植物油	工业	200ml			
溴乙烷	4 级	100ml			
二硫化碳	4 级	500ml			

中学化学仪器配套一览表

名称		规格		数量	
计	量筒		10ml	35 只	
			50ml	35 只	
			100ml	35 只	
			250ml	2 只	
			500ml	3 只	
	量杯		250ml	3 只	
		容量瓶		50ml	3 只
			100ml	35 只	
			250ml	2 只	
			500ml	2 只	
	1000ml		3 只		
量	称量瓶	25mm	低型 25 ×	2 只	
			低型 50 ×	2 只	
	滴定管		酸式	25ml	35 支
				50ml	3 支
			碱式	25ml	35 支
				50ml	3 支
器	移液管		2ml	2 支	
			5ml	35 支	
	刻度吸管		25ml	2 支	
		不完全流出式	1ml	2 支	
		不完全流出式	5ml	2 支	
温度计	酒精（红色）	100	35 支		
	水银	100	35 支		
	水银	250	2 支		
	水银	360	2 支		
比重计			2 支		
比轻计			2 支		



续表

名称		规格	数量	
加 热 容 器	试管	10 × 100mm	200 支	
		15 × 150mm	2000 支	
		20 × 200mm	300 支	
		32 × 200mm	50 支	
		具支试管	20 × 200mm	50 支
	烧杯	50ml	120 只	
		100ml	200 只	
		250ml	200 只	
		500ml	35 只	
		1000ml	5 只	
	烧瓶	圆底短颈厚	150ml	35 只
		圆底短颈厚	250ml	5 只
		圆底长颈	250ml	35 只
		圆底长颈	500ml	5 只
		圆底长颈	250ml	35 只
		圆底长颈	500ml	5 只
	锥形烧瓶		150ml	100 只
	蒸馏烧瓶		250ml	15 只
			125ml	35 只
	蒸发皿	瓷质	250ml	5 只
60ml			35 只	
100ml			3 只	
燃烧匙	铁质或瓷质	150ml	3 只	
			35 只	
容 器 类	玻璃水槽（或水槽）	圆	250 × 100mm	35 只
			200 × 100mm	35 只
		圆	270 × 140mm	4 只
	集气瓶		125ml	300 只
			250ml	50 只

续表

	名称	规格	数量	
容 器 类	广口瓶	60ml	1000 只	
		125ml	100 只	
		250ml	100 只	
		500ml	50 只	
		棕色 60ml	100 只	
	细口瓶	60ml	1000 只	
		125ml	200 只	
		250ml	100 只	
		500ml	200 只	
		1000ml	20 只	
		3000ml	20 只	
		棕色 60ml	200 只	
		棕色 125ml	50 只	
		棕色 500ml	20 只	
		棕色 1000ml	10 只	
下口瓶	棕色 3000ml	5 只		
	5000ml	5 只		
	滴瓶	30ml	1000 只	
		60ml	500 只	
		棕色 30ml	200 只	
棕色 60ml		50 只		
漏 斗 类	三角漏斗	60ml	70 个	
	安全漏斗	100ml	5 个	
		分液漏斗	直形 长颈	35 个
			双球	5 个
		布氏漏斗	球形 60ml	35 个
	125ml		3 个	
	250ml		2 个	
	80 或 100mm		2 个	
其 它 类	酒精灯	150ml	100 盏	
	三芯灯	铜皮或白铁皮	4 盏	

续表

名称		规格	数量	
其 它 类	酒精喷灯	座式	2 个	
	干燥塔	100ml	2 个	
	气体洗瓶	250ml	10 个	
	双口瓶	500ml	2 只	
	过滤瓶	500ml	2 只	
	干燥管	单球 190mm	5 支	
	坩埚	瓷	15ml	35 只
			铁 30ml	2 只
	泥三角	160mm	10 个	
	干燥器	250mm	2 个	
	干燥器	直形 300mm	2 个	
	冷凝管	球形 300mm	2 支	
		蛇形 300mm	2 支	
		牛角管 18 × 150mm	2 支	
	研钵	玻质 60mm	2 支	
		瓷质 90mm	2 个	
	表面皿	60mm	2 个	
	培养皿	60mm	35 个	
	U 形管	200 × 80 × 150mm	35 只	
	具支 U 形管	20 × 80 × 150mm	10 个	
	T 形管		10 个	
	Y 形管		10 个	
	滴定台	瓷面	35 个	
铁架台		70 个		
三角架		100 个		
试管夹		120 个		
石棉铁丝网		100 块		
坩埚钳	8	35 把		
镊子	12cm	35 把		
角匙	塑料	50 把		
试剂刷		100 把		
烧瓶刷		2 把		

续表

名称		规格	数量
其它类	玻璃棒	3—4mm	2 公斤
	玻璃管	5—6mm	5 公斤
		7—8mm	2 公斤
	分析天平	1/10000g	1 台
		1/1000g	30 台
	托盘天平	500g	6 台
	电钟		1 只
	离心机	电动	1 台
		手摇	1 台
	钻孔机		1 台
	钻孔器		15 套
	方座支架	60cm 附烧瓶夹一个,大小铁	35
	胶塞	环各一个 3、4、5、6 号	5 公斤
	万能夹		35 个
	螺旋夹或弹簧夹		35 个
	滴定管夹		35 个
	烧瓶夹		90 个
	试管架		10 个
	漏斗架	24V 多档可调 6A 带稳压	1 台
	低压电源		2 个
	铅蓄电池		1 台
	pH 计		1 只
	食盐水电解槽		1 只
	水电解器	附支架	1 台
		功率 2.2kw, 50—250 工	2 个
	电烘箱	作室尺寸 450 × 450 × 350mm	2 个
电炉	500W	1 个	
水浴锅		2 根	
保温漏斗	铜质	30 个	
白金丝	250 × 180 × 100mm		
塑料水槽	附集气架		
乳胶管	6 × 9, 4 × 7	10 公尺	

名称		规格	数量
其它类	点滴板	白, 六穴	30 个
	注射器	20ml	30 支
	乳胶头	50ml	1 支
	启普发生器	150ml	12 袋
			5 个

发挥创造性的劳动, 对设备进行妥善管理和维护并有计划有步骤地增添新设备, 制作教具等也能满足教学需要, 避免混乱、事故和浪费, 把实验室建设得更加合理和完备。所以, 配备和培养一定数量的高质量的实验员是实验室重要的人才建设。一般中学化学实验室应配专职实验员 1—2 人。

实验员的培养应纳入教研组的工作计划。首先是思想上的关心、教育和培养, 使其充分认识这项工作为提高化学课教学质量中的意义, 安心并热爱自己的工作, 然后才谈得上培养提高其业务能力。后者的培养方法主要是从协助教师进行预备实验和指导学生的分组实验的实践过程中学习, 在不影响实验准备工作的前提下应尽可能安排系统听课、做作业等, 教师应给予热情帮助和耐心指导; 其次是注意向附近兄弟学校的有经验的实验员学习; 有条件时还可保送参加实验员短期培训班等。

实验员的工作是复杂多样、零碎而艰巨的, 如何才能做好这一工作, 下面就比较重要的几点谈谈我们的看法:

#### 1. 制订好学期计划并付诸执行

每学期末, 应结合期终清点、检查工作和下期教材中的实验, 切实订出下期工作计划。其内容包括实验室的水电、门窗、黑板、桌凳等设备的修缮和试剂、器材的添购等。前者应与学校有关部门联系, 开学前务需修缮完毕, 后者可视教材先后和轻重缓急, 分期分批采购或与师生一道创制齐全, 总之, 要把准备工作做在事前, 以满足教学需要。

#### 2. 准备好教师演示和学生分组实验的用品

按教师所填写的实验通知单(一般要求教师提前一周左右交给实验员)的要求, 按时准备好教师演示和学生分组实验的用品, 协助教师做好预备实验, 并从中逐步理解每个实验的原理、熟悉其操作、掌握实验的成败关键, 从而不断提高自己的业务水平, 和教师一道改进实验装置或方法, 以增强演示和学生实验的效果, 这是实验员经常而大量的工作。

#### 3. 协助教师上好实验课

学生分组实验时, 实验员应尽可能参加对学生的辅导工作, 协助教师指导学生做好实验。此外, 还要及时添加试剂、更换损坏的仪器等以保证实验的顺利进行, 并从中发现问题及时改进工作。

#### 4. 保持实验室的整洁

实验员应经常注意实验室的清扫和整理工作, 一般应每天小扫一次, 一周大扫一次, 以保持实验室的整洁, 做到各种设备井井有条, 门窗桌面和橱柜内外无灰尘等。但因实验室内设备较多, 使用人员多, 工作量颇大, 单靠实验员去搞是困难的, 必须师生与之合作, 建立必要的管理制度。如:

教师做完预备实验或演示实验后应及时洗净仪器, 并将用品清洁整齐地放回预备实验桌自己的那个位置上, 让实验员统一收拾。

学生做完实验后，应洗净仪器、擦干净桌凳并将实验物品按原样摆整齐，损坏了仪器，应在实验员处办好手续重新领取补齐，值日生还要做好公共区的整洁工作并请教师或实验员检查后方可离去。

实验室的定期大扫除，由实验员与负责实验室清洁的学生班联系，在全校大扫除的时间内进行。

5. 每天下班前务须巡视实验室一周，如发现问题应及时处理，门窗水电都应关好后才能离去。

6. 和教师一道对实验室进行科学管理（见后）。

## 二、实验室的科学管理

有了一个设备完善的实验室后，还必须有一套科学的管理方法和必要的规章制度，才能高效率，高质量和确保安全地开展实验教学活动，否则会因管理不善、制度不严而出现混乱局面，既无法保证实验教学的正常进行也易造成安全事故和财产的浪费、损失。所以，对实验室进行科学管理是教师尤其是实验员的一项重要工作，学校领导也应经常关心和检查。实验室的管理主要包括以下内容：

### （一）设备的管理

实验室里的设备品种繁多、规格多样、性能各异，总的说来均需按科学方法归类入橱、屉、贴标签定位放置。存放时，轻便的放在橱的上部，笨重的放在橱的下部。试剂与仪器、模型、标本、挂图、电化教具等应分开。使用时轻拿轻放，用后还原，切忌乱扔乱堆！只有这样才能做到取用时方便、省时、减少不必要的损失、防止事故的发生。

此外，有些设备还不能仅仅满足于用时取出用后还原，必须根据它们各自的特性，随季节的变化和天气的好坏，用不同的方法积极妥善地保养：才能延长仪器、设备等的使用时间，防止试剂变质。具体分述如下：

#### 1. 仪器的管理

中学化学实验使用的仪器大量的是玻璃仪器，此外也有少量的金属仪器和瓷质、木质仪器。

（1）玻璃、瓷质仪器的主要缺点是容易破损，故保管时应特加小心，存放入橱时平底的仪器要注意高后、矮前、左右前后成行成列并保持一定的间隔；烧瓶等圆底仪器应倒置于特制的搁板上（搁板如图 12）：冷凝管和滴定管等应放置在特制的横架上；小件不能直立的（如温度计、比重计、移液管、干燥管和玻璃棒等）应分放在抽屉里的一定格子内，有些还应在下面衬以棉花或碎纸条防止其滚碰，取用时轻拉轻关抽屉；各种成套磨口玻璃仪器（如酸式滴定管、容量瓶、启普发生器、分液漏斗、带磨口玻璃塞开关的导气管等）的玻璃塞和仪器是配套的，不能调换，必须用结实的细线或皮筋套在一起以免错乱，玻璃塞的磨口处应垫一纸条，防止其日久粘结（如若磨口玻璃塞仪器打不开时，可在酒精灯焰上转动着均匀地烤一烤，利用热胀冷缩原理就可很容易地打开了，万不可使劲去拧而将其拧坏；特殊成套仪器（如天平、水电解器、pH 计等）价格昂贵，必须配套妥善放置；演示用的成套装置，安装和拆卸都较麻烦、费事，用后不要拆散，最好成套入橱，如果平行班多，而仪器橱少存放不下时，每种至少应保持一套入橱，以供复习展览之用。

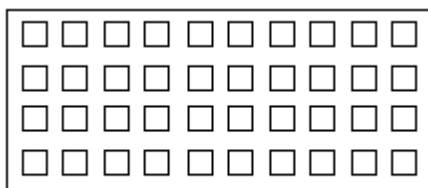


图12 放置烧瓶仪器的特制搁板

(2) 金属仪器(如铁架台、铁圈、铁夹、坩埚钳、喷灯、三芯灯、打孔器、水浴锅等),其主要缺点是容易锈蚀,用后应擦干净置于通风干燥处;有螺旋的地方和打孔器等应加少量润滑油或煤油;铁架台和三角架等可涂以黑色或深绿色的瓷漆,既美观又耐用(遇有脱落处应及时刷上漆);加热时注意勿将铁夹柄上的绒垫或胶皮套烧坏。

(3) 其它仪器:

塑料或橡胶制品(如胶塞、胶管、球胆、橡皮手套、塑料杯、管等)容易老化和粘结,用后要洗净并放在有盖的容器中,久存时可撒上少量滑石粉以延长使用时间,有时还在放有橡胶制品的容器内放一杯清水,防止其日久干裂。

精密仪器如天平、pH计等应加罩,防止尘埃玷污和酸气侵蚀。分析天平要注意防震防潮,为此,天平应置于水磨石平台或具有漆面的结实木台上,天平匣内应放干燥剂,干燥剂最好用硅胶,若其色由蓝变红,表明已失效,必须置烘箱内烘干,使之重新变成蓝色后方能使用,没有硅胶可以廉价的生石灰代替,但需注意干燥剂必须盛在烧杯中放入天平匣内,不能直接放入其中。

蓄电池是易损坏的设备,使用和保养时注意以下几点:

不能使其过量充电和放电。这可从电池内硫酸溶液的比重或电池电压的大小测验出来。蓄电池充电后的正常电压是2.3V,在放电过程中逐步下降。电压大于2.3V即停止充电,小于1.8V即终止放电。

几个电池串联充电时,酸液的比重必须相近,否则会造成有的过量充电,有的又充电不足。

应用蓄电池时不可长时间使用过强的电流,尤其不要使其发生短路现象。

长时期(如暑假)不用时,应倾出酸液,过滤后倒入试剂瓶中并将电极取出充分洗净后擦干放置备用。

此外,实验室里的各类工具(电工、钳工等工具)均应尽可能放在工具箱里,用后归还,以免散失。

## 2. 试剂的管理

试剂是指实验室里用来发生化学反应的物质(可从试剂商店购买),中学里的化学试剂主要有固体和液体两类,气体都是临时制备。

化学试剂的规格是根据不同的纯度来决定的,实验中应根据实际需要,选用相应纯度的试剂。

国产化学试剂的纯度规格,按国家颁布标准主要分为四个等级,列表如下:

纯度规格	特点	使用范围	包装标签
一级 (优级纯试剂)	有效成份高 (杂质含量低)	精确分析和高级科研	绿色
二级 (分析纯试剂)	有效成份较高 (杂质含量较低)	一般分析和科研	红色
三级 (化学纯试剂)	质量略低于二级	一般无机和有机实验	蓝色
四级 (实验试剂)	质量低于三级但 高于工业品	一般中学化学实验	黄色

此外，还有基准试剂、生物试剂、指示剂和工业纯试剂等。

试剂的等级不同，价格相差较大，采购和使用时都必须厉行节约。只要能达到应有的实验效果，原则上就应尽量采用级别较低的试剂。中学化学实验一般用四级，少数情况用三级，有时甚至还可用工业纯（从包装标签的颜色和内容，便可帮助了解试剂的纯度规格和有关性能）。

保管化学试剂要特别注意安全，防止其挥发、风化、潮解、见光受热分解、氧化、燃烧、爆炸以及试剂间的相互作用等，总之，应防患于未然；试剂必须放置在阴凉、干燥、通风的地方；并根据它们各自的特性进行科学分类和按一定顺序妥善存放。

化学试剂的分类原则一般是把有机物与无机物、强氧化剂与强还原剂、危险品与非危险品分开。其分类方法多种多样，每一大类中的排列顺序也各有其规律。中学里较为有效的方法是先按试剂的状态分为固体和液体两大类，再以试剂本身所属的物质类别为准按一定的顺序规律排列。

无机物一般分为单质、氧化物、碱、酸、盐。单质又分为金属与非金属，金属按活动顺序或统一按周期表中的族；盐类可按照酸根分为卤化物、硫酸盐、硝酸盐、碳酸盐、硫化物等或按阳离子分为钠盐、钾盐、铵盐、铜盐、铁盐和其它盐（锌、铝、铅、铬、锰、镍、钴盐等）。

有机物一般按官能团（烃、醇、醚、醛、酮、酸、酯、糖、含氮化合物等）顺序排列。指示剂集中放置。

分装出的固体试剂应盛于分组实验用的小广口瓶中，浓酸等液体试剂和配制的各种溶液除盛于滴瓶或小细口瓶中外，每一种溶液都应有足够量盛于500(或1000)ml细口瓶中备用，以便实验后添加补充。常用酸碱配成6mol/L、2mol/L溶液，盐溶液配成10%，常用定性检验试剂（如AgNO<sub>3</sub>等）则配成1—2%，常用指示剂（酚酞、石蕊、甲基橙）配成0.1-1%等，其它浓度溶液和某些挥发性很大的或易失效的试剂宜在临用前配制（但盛这些试剂的分组试剂瓶应事先统一准备好放在分组实验试剂橱的一定格子内待用）。

各试剂瓶都应有标签。除注意保护原装标签外，分装出的固、液体试剂和配制的溶液都应按瓶的大小及时贴上统一自制的，大小恰当颜色一定的标签（一般是红酸、蓝碱、白盐、黄有机，万一标签发霉、腐蚀时，也可从其颜色和试剂的物理性质去识别和推断出是何物）。为防止标签受试剂污染和腐蚀，标签外应薄薄的涂一层石蜡或清漆；为防止标签霉烂，可在贴标签用的胶水或浆糊中加少许水杨酸溶液；为防止日久标签字迹不清，应用墨汁书写。规范化的标签上都应写明试剂的名称、化学式，固体和有机物要注明试



剂的纯度或等级，溶液要注明浓度。示例如下：

硫酸 $H_2SO_4$ 6mol/L	硝酸铜 $Cu(NO_3)_2$ (化学纯)	冰醋酸 $CH_3COOH$ (化学纯)
---------------------------	------------------------------	----------------------------

标签不明或失去标签的试剂，在未经鉴定确证是何物之前不能使用，以免发生意外事故。

易风化、潮解、挥发的试剂都应盖严并用石蜡或火漆密封；见光易分解的需盛在棕色瓶内并置于冷暗处；酸、氯水、溴水等应盛在带磨砂玻璃塞的细口试剂瓶中（不能用胶塞！）；盛强碱的瓶口则应用胶塞而不能用玻璃塞

危险品尤应加强管理，否则可能导致火灾、爆炸、中毒等事故。除严格规章制度，加强责任制外，在存放时原则上都应密封后分类隔开放置在冷、暗、干燥、通风而安全的地方，瓶子最好都置于消防砂里。

现将中学实验里可能接触到的危险品的保存方法和注意事项概要介绍如下：

燃烧爆炸性固体 钾、钠、钙、电石等遇水猛烈反应并发生爆炸；白磷（黄磷）与空气接触即发生氧化作用而引起自燃；三硝基甲苯（T、N、T）、硝化纤维、苦味酸、樟脑等燃点低，在空气里或与氧化剂接触，受热、冲击、摩擦能引起急剧燃烧，甚至爆炸。存放这类试剂应与易燃物质、氧化剂分开，盛装这些试剂的瓶子要密封后置于用砖砌成的铺有足够消防砂的槽中。钾、钠、钙要浸没在煤油里，白磷则浸没在水中，且瓶身的三分之二应埋在砂里。浸于液体中的试剂应经常检查，若瓶内的试剂因液体挥发而露出液面时，要及时补充液体使之浸于液体中。

强氧化剂 这类试剂包括过氧化物（过氧化钠、过氧化钡等）、强氧化性的含氧酸（如高氯酸等）及其盐（如硝酸盐——硝酸铵、硝酸钾、硝酸钠；氯酸盐——氯酸钾、氯酸钠；高氯酸盐——高氯酸钾、高氯酸钠；重铬酸盐——重铬酸铵、重铬酸钾；高锰酸钾）。它们在适当条件下也可能爆炸，并可与有机物、镁粉、铝粉、锌粉、硫粉、碳粉等易燃固体形成爆炸混和物。其中过氧化物遇水有发热爆炸的危险，硝酸铵本身就是炸药。存放时应与酸类、可燃物、易燃物以及易被氧化的物质分开。易燃液体 乙醚、丙酮、二硫化碳、汽油、松节油、苯、甲苯、二甲苯、乙酸乙酯、氯乙烷、溴乙烷、乙醇等都是易燃液体。它们都易挥发成蒸气，遇明火即燃烧。存放这类液体时要与其它可燃、易燃物以及易发生火花的器物隔开，更应远离火源。强腐蚀剂 发烟硝酸、浓硝酸、发烟硫酸、浓硫酸、浓盐酸、磷酸、氢氟酸、甲酸、冰醋酸、液溴、苯酚、三氯化磷、五氧化二磷、无水三氯化铝、氢氧化钠、氢氧化钾、硫化物、氨水等对人体的皮肤、粘膜、眼、呼吸器官及金属等有极强的腐蚀性。存放时应置于用抗蚀性材料制成的高矮恰当、取放方便的专用橱架上或砂中。挥发性酸应与碱性物质分开，液体应盛于带磨砂玻璃塞的细口玻璃瓶中（氢氟酸腐蚀玻璃，只能存放在耐酸塑料瓶或铅瓶中，过氧化氢盛于塑料瓶中）。剧毒品 氰化钠、氰化钾、三氧化二砷（砒霜）、二氯化汞（升汞）等，吸入极少量即能引起中毒致死。存放时应专人负责，专橱加锁。使用时应有严格的制度并限制其用量。

### 3、模型、标本、幻灯片、挂图等的管理

由于学制的改革、教材内容的更新和教学手段的改进，中学里直观教具的内容日趋丰富、复杂、多样、数量也大大增加，如何保管好它们已提到了议事日程。针对以往普遍存在的问题提出几点意见：

- (1) 各类教具应按年级并依教材顺序存放入专门橱架，避免腐蚀；霉烂；
- (2) 说明书应与相应的教具配套放在一起，切勿随用随扔；
- (3) 标本要存入特制的标本管或瓶内，配套的要装入标本盒中；模型、标本要防止碰坏，如有损坏应及时修复；幻灯片和挂图等要特别注意防潮、防霉、防蛀。

## (二) 设备的采购和登记

实验室的各种设备都应有分类的明细账目，一般是按试剂、仪器、直观教具（模型、标本、挂图、电化教具等）和工具材料等分类造册、购入和耗损都必须登记、登记的表格和手续均应力求简单明确便于实行，切忌流于形式。

在制定采购计划时，应从学校开设化学课班级多少和当前中学化学教学手段发展趋势的实际情况出发，本着勤俭节约原则，即在不影响实验效果的前提下，以有限的经费购置较多的设备、试剂。一般采购内容有以下几个方面：

- (1) 教材规定的实验设备，配合课堂教学的直观教具，最好按要求的规格购置，并力争有一定的贮备。

- (2) 开展化学课外科技活动、自制教具及实验室维修用的工具、材料等也需适当购置。

- (3) 教师科研进修所需的器材可视学校经费情况酌情购置。

注意：制定采购计划时，必须注明各种试剂和器材的规格。

## 参考文献

[1] 刘惟一、田风歧著《中学化学实验室设备和管理的点滴经验》，人民教育出版社。

[2] 河北师范学院编《中学教学法讲义》

[3] 四川省教育厅化学实验研究组，四川省教学仪器设备公司合编，《中学化学实验》，四川人民出版社（1982）。

[4] 格洛里奥卓夫著《苏联中学化学实验室的组织经验》，人民教育出版社（1954）。[5] 苏 . . 沃斯克烈光斯基著，《实验室工作技术基础》，化学工业出版社（1959）。

[6] 英 H A. J. 裴爱德斯著《化学实验室安全手册》，科技出版社\*1957）。

[7] 四川省教育厅，四川省化学化工学会编《中学化学实验管理》（惨澹 \*1980）。

