

物理教学法

第四册

物理教学法教研室 編

吉林师范大学

04-42

00-42

13.3-15

2/4

5/4

物 理 教 学 法

第 四 册

物理教学法教研室 編

本书由齐庆升主编
第一、二、三册由齐庆升编写，第四册
由安忠、孙景春等同志编写
物理系教学法教研室

物 理 教 学 法 第四册

吉林师范大学出版(长春斯大林大街)

吉 林 师 范 大 学 印 刷 厂 印 刷

70千字 787×1092毫米 $\frac{1}{25}$ 4印张9插页

1963年8月第1版第1次印刷

印数：1—620

目 录

第三編 中学物理实验技术实习

前 言	1
实 习 一. 抽气机的使用和实验技术	3
实 习 二. 玻璃器皿的洗涤和水银清洁法	9
实 习 三. 基本电路联接	19
实 习 四. 演示电表的使用	23
实 习 五. 幻灯和万用投影装置的使用技术	29
实 习 六. 暗影映射法	36
实 习 七. 匀变速直线运动的演示	41
实 习 八. 牛顿运动第二定律和第三定律的演示	48
实 习 九. 流体动力学的几个演示实验	56
实 习 十. 静电现象的演示	62
实 习 十一. 全电路欧姆定律	69
实 习 十二. 电磁感应	72
实 习 十三. 几何光学的演示	80
实 习 十四. 光的干涉和衍射	93
实 习 十五. 光电效应	99

前 言

物理学是以实验为基础的科学。在中学物理教学过程中，阐述物理现象，建立物理概念、定律和理论，以及介绍它们在技术上的应用，大都以实验为基础。因此，在物理课堂教学中，教师做好演示实验，是讲清讲透物理概念和物理规律的重要手段，也是物理教学理论联系实际的基本形式。“中学物理实验技术实习”的目的，在于使高等师范院校物理系的毕业生，掌握中学物理实验的基本技术和物理课堂教学中主要演示实验的基本方法和技能。因此，每个学生必须努力学好这门课程。

一、实习内容概要

在“中学物理实验技术实习”中，共编入十五个题目，包括以下几方面内容：

1. 关于中学物理实验常用的基本仪器的构造和使用方法。如抽气机、演示电表、幻灯、弧光灯、运动学与动力学演示器、万用变压器和光盘等。

2. 中学物理实验技术方面的知识和技能。如玻璃器皿的洗涤和水银清洁法，气密技术，基本电路等。

3. 力、热、电、光学各部分有代表性的专题演示技术。如运动学部分的落棍实验，动力学部分的牛顿二、三定律的演示，电学部分的静电实验和全电路欧姆定律实验，光学部分的光的干涉和衍射及光电效应等实验。

二、对学生实习的要求

(一) 预习

1. 实习课前必须认真仔细阅读实习讲义，并做好预习笔记，写好

实习计划。

2. 实习开始前, 必须面对仪器进一步钻研实习讲义。要做到: ①明确本实习的目的和要求; ②了解与本实验有关的中学物理教材内容; ③必须了解实验的设计: 明确为什么要用这个仪器, 为什么要这样装置, 又为什么要这样操作; ④明确演示步骤和注意事项。

3. 实习开始前, 教师要提问检查学生的预习情况, 预习不合格者不得进行实习。

(二) 实习过程

1. 按照实验要求配置好仪器, 联好电路。必要时, 须经教师检查后, 方可进行实验。

2. 对每个演示实验经反复多次练习后, 应做到: ①技术熟练, 能保证成功; ②现像清楚, 明显可见。

3. 演示过程, 必须遵守操作规程, 注意安全, 绝对防止发生危险事故。

4. 实习过程应该运用自己已有知识, 随时分析出现的问题, 动脑筋想办法, 及时改正错误, 切勿单纯的机械操作。

(三) 实验总结

“中学物理实验技术实习”不要求撰写实验报告, 但每个学生必须在每次实习结束后, 认真进行总结, 提高学习质量。总结工作以小组讨论的方式进行。讨论内容可从以下几个方面考虑:

1. 本实验所用仪器和装置有何优缺点? 如何改进?
2. 本演示实验的效果如何? 做好这个实验的关键何在? 有何技巧? 怎样增强其明显性?
3. 演示过程中有何困难? 原因何在? 如何克服?
4. 你打算如何配合教学进行演示?
5. 结合实验, 回答讲义中提出的问题。

实习一 抽气机的使用和实验技术

一、实 习 目 的

1. 了解几类抽气机的构造和工作原理，掌握它的使用方法；
2. 掌握用抽气机演示马德堡圆盘实验的技巧；
3. 掌握用抽气机演示真空铃实验的技巧；
4. 掌握用抽气机演示牛顿管实验的技巧。

二、抽气机的构造和工作原理

在中学物理教学中，很多实验都要使用各种不同抽气机。因此，掌握几种主要抽气机的使用和实验技术是很必要的。学校里常用的抽气机有手持空气抽机（申茨抽机）、科莫夫斯基抽机、旋转式油抽气机和水流抽气机等。

1. 手持空气抽机

手持空气抽气机（唧筒式抽机）是属于有双重作用的空气抽机之一，可用于打气，也可用于抽气。抽气能抽到 50mm 水银柱高的真空度，打气可打到3个大气压。其构造如图1—1所示。

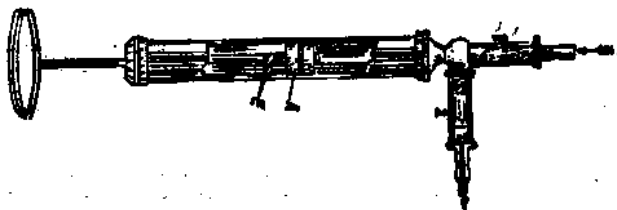


图 1—1

在金属圆筒内部紧紧装一个活塞A；用带手柄的活塞杆使活塞上下

移动。这个活塞是由两个背靠着背的皮碗 $B B$ 所组成的（图1—2）。抽机的一个阀安在圆筒的延长管上，另一个阀安在侧管上。气阀都是用圆筒形一端封闭的橡皮帽 C 做成。在橡皮帽上割一道像裂缝似的小长口 E ，有了这道小口，如果橡皮帽内部的空气压强高于外部的压强，小口就会张开，把空气放到外面来。当外部压强大于内部的压强时，小口就紧紧地闭着，不让空气进去。两个阀的装法不同，这样由于活塞的上下移动而改变内部压强，就可以实现抽气和打气两种作用。这种抽机出故障多半是由于活塞皮碗和圆筒贴得不紧，或涂油不足所致。皮碗磨损或磨光时，需重换新的。

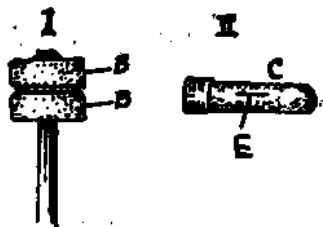


图 1—2

2. 手摇抽气机

手摇抽气机（也叫科莫夫斯基抽机）的构造和工作原理如图1—3和图1—4所示。

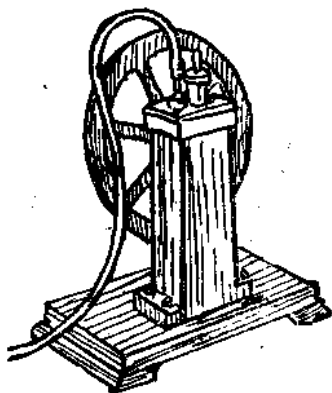


图 1—3

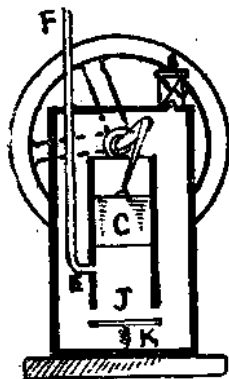


图 1—4

在沉重的飞轮上安着一个把手，用手转动它的时候，经过曲柄连杆结构，就使活塞 C 在圆筒里上下运动起来。在圆筒侧壁上有一个小孔 E ，它经管 F 与被抽容器连通。圆筒的活底 J 就是抽机的阀，它紧贴在筒壁下边。 J 用固定在外壳上的弹簧 K 支持着。抽机里装满滑油。当活塞向

上运动时，下面部分成真空，当活塞提到 E 口上时，圆筒和被抽容器相通，空气从容器抽进圆筒的活塞下面空间。当活塞压下时，活塞挡住小孔 E ，隔绝了抽机和容器的通路。活塞继续向下压，空气被压缩，等到空气压强大于一个大气压时，阀就打开，空气通过油而跑到外面去。

科莫夫斯基抽机的抽空度可达 $0.3mm$ 水银柱高，利用本抽机可进行很多实验。

3. 旋转式油抽气机

旋转式油抽气机通常用电动机来拖动，在很短时间内就可获得所需的真空度。它的工作原理见图1—5。

被抽的容器连于 A 管， A 与空隙 B 相通。当偏心圆柱体 C 依逆时针方向转动时，它和固定的柱体内壁相接触之外，沿着顺时针方向运动，因此将空气赶到 E 处。滑动片 D 由于被弹簧 F 所压，始终保持与转动的圆柱体接触。因而 E 处的空气被压缩到压强大于1气压时，推开阀 G ，空气通过油由 H 跑到抽气机外面去。

4. 水流抽气机

水流抽气机的构造如图1—6虚线右部分所示。水流以高速度从管

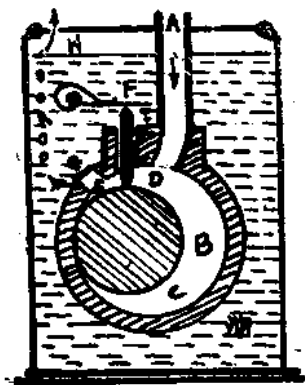


图 1—5

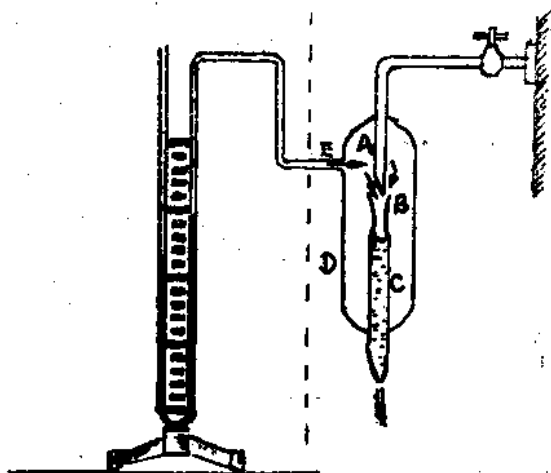


图 1—6

A 喷出来，流入另一个管子 C 的 B 口中，在此狭窄部分形成一个低压

区，因而空气从两管接头处的细缝被吸入，随水流一起从下边管C流走。结果上下装着两个管子的容器D里的空气就逐渐变得稀薄了。

实验时将A与自来水龙头连接，C管下端套橡皮管，橡皮管下端插入排水池中。E管和被抽空容器相接。

水流抽气机的抽空能力可达15—20mm水银柱高。

三、实 习 内 容

(一) 马德堡圆盘的演示

演示步骤：

(1) 将马德堡圆盘(图1—7)的两个盘的边缘擦净，然后涂抹一层凡士林油。把两个盘合起来后，要用力压一压，并稍稍左右转动一下。用胶皮管将圆盘与手持空气抽机的抽气嘴接好。

(2) 打开圆盘上的活栓，往外抽气，大约抽70—100次左右，然后关闭活栓停止抽气。

(3) 把马德堡圆盘挂在大支架上，在它的下面挂一个吊盘。往吊盘里逐次增加砝码，可承担20公斤重的砝码。

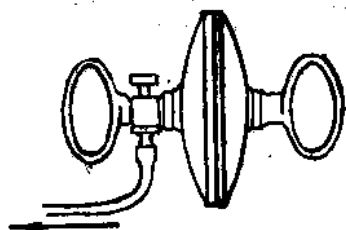


图 1—7

注意事项：

- ① 不许用单手拿已合拢的圆盘，这样容易脱落坠地损坏仪器。
- ② 抽机工作时，活塞在圆筒内的移动范围要从筒顶到筒底。如果抽送的速度太大和移动的距离过短，抽机的工作情况就不好。
- ③ 要想抽出更多的空气，每次都得把活塞压到底。这一点对于减小“死空间”是非常必要的，但不要强烈撞击筒底。

(二) 真空铃实验

抽气底盘和抽气机连用，可进行许多在真空情况下的实验。它的构造如图1—8甲、乙所示。底盘的主要部分是一个表面光滑的底部，上面放一个玻璃钟罩。底盘上安一个水银压强计M，用来测量钟罩里空气的稀薄程度。

底盘上还有一个活栓 B ，装在接管 A 的尾部。另外还有一个能撑下的接管 C ，装在底盘中央，用来跟要抽空的仪器相连接。底盘上安着送入电流的接线柱。接线柱 1.1 跟摆在底盘上的仪器相连接，接线柱 2.2 连接电源。

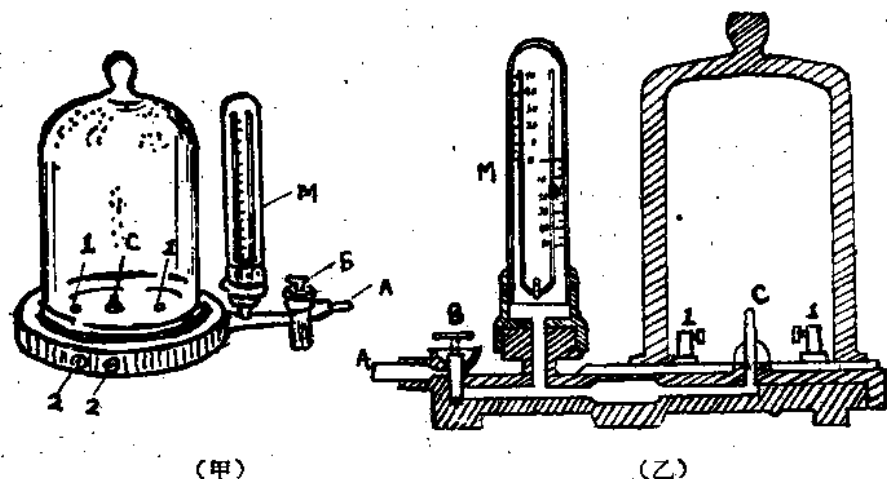


图 1-8

演示前，先用洁净的布揩去底盘上的尘埃。钟罩的下边缘，橡皮垫圈以及底盘和垫圈相接触处，要涂上一层凡士林，但不要涂得过多，否则反而会漏气。活栓也要涂上凡士林。

将电铃放在钟罩内，连好电路，并进行试验铃是否好使。之后，将钟罩安放在底盘上，密封好，并将底盘与抽气机接好，便可进行演示。

演示时，先接通电路使电铃发声，然后，打开活栓 B 进行抽气，当抽气抽到真空度达 1 cm 水银柱高以下时，关闭活栓，听听铃声并和没抽气时作一比较。在向钟罩慢慢放气时，注意听电铃声音的变化，得出结论。

注意事项：

① 抽机和底盘之间要用厚壁橡皮管连接起来，一般的橡皮管抽气时，在外界大气压的作用下会被压扁，因而会隔断抽机和底盘间的通路。

② 实验结束后，一定要关闭活栓，然后再从底盘上拿下橡皮管。往钟罩里放气时，只能逐渐打开活栓，慢慢放入空气。如太快，压强计里的水银会撞破压强计的玻璃管。

(三) 牛顿管的演示

牛顿管^①（图1—9）是用厚玻璃管长约1.2米，外径6厘米，一端封闭，另一端用带活栓的金属盖封固。活栓上具有气嘴子，以便接在抽气机上。管内装有观察落下的不同物体（金属片、羽毛和软木块等）。

演示步骤：

(1) 将牛顿管用长约2米的胶皮管与抽机底盘连接好，并进行抽气。

(2) 边抽气边演示，会看到在1大气压和抽空到不同程度时，羽毛迟落的时间不同。

演示时，用两手握住牛顿管的两头，身体稍稍倾斜一些，把管子竖直地举在前面。用迅速的动作把管子倒过来。要反复练习，掌握一定的熟练技巧。

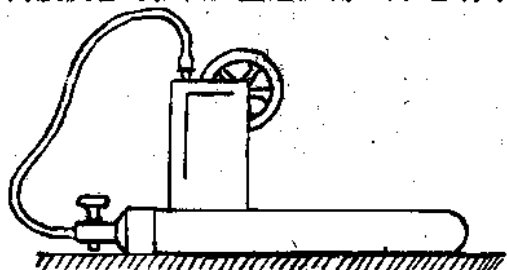


图 1—9

(3) 当抽空到管内气压达20mm水银柱高时，然后紧闭活栓，使管迅速反转180°停于竖直位置上，就会看到三种物体同时落下。

实验中切勿使牛顿管触及固体，以防止损坏。大约每实验两次就需把活栓涂一次凡士林，以保证实验的良好效果。

① 牛顿管也叫钱毛管。

实习二 玻璃器皿的洗涤和水银清洁法

一、实 习 目 的

1. 根据玻璃器皿的污秽情况，选择适当的洗涤方法，正确地进行清洁处理；
2. 掌握清洁水银的一般方法及水银的保管和使用常识；
3. 掌握向玻璃管中装水银的方法；
4. 掌握应用水银，演示饱和汽压的性质的技术。

二、玻璃器皿的洗涤

玻璃器皿每次用过后，一定要洗净，再行收藏。如果弄脏了的器皿不及时处理，那么，某些化学药品就会形成结晶或坚硬的沉淀物，牢固地附在玻璃器皿上，不易洗去，甚至用机械方法也不能清除干净。或者染上颜色，影响可见度。

实验室常用的玻璃洗涤液有下列几种：

1. 铬酸洗涤液 这是实验中最常用的一种洗涤液，价格低廉，并可使用多次。它是一种非常强烈的氧化剂。溶液的配制方法：将5克结晶重铬酸钾研成细末，倒入盛有100克浓硫酸的瓷杯中，隔水加热，使重铬酸钾完全溶解为止。

有时也可用重铬酸钠来代替重铬酸钾。其配方为：水100毫升、重铬酸钠6克、硫酸（比重为1.84）100毫升。

先将重铬酸钠溶于水，然后再缓慢地将硫酸加入。洗涤时最好先将洗涤液稍稍加热（热到 45° — 50°C ），可加强洗涤效果。

2. 过锰酸钾洗涤液 这种溶液也是强氧化剂。如果在过锰酸钾溶液中加入少量的硫酸，使温度适当升高，将具有更加强烈的氧化作用。待洗的玻璃容器应先用热水刷洗，然后倒入溶液，并滴入少量的浓硫酸

(100毫升过锰酸钾溶液中，至多加入3—5毫升的浓硫酸)，使溶液发热，直到四壁上所有的污斑都很快氧化为止。用这种溶液洗涤过的器皿，可能在器壁上出现褐色的薄层，可用亚硫酸盐或有机酸（最好是草酸）的稀溶液将它除去，然后再用水洗净。

3. 有机溶剂 乙醚、乙醚、酒精、汽油和四氯化碳等都是有机溶剂。它们都可用来清除器皿上附着的树脂、油脂、树胶、虫胶和其他有机物。但大多数有机溶剂都是易燃的，故使用时应注意安全。

4. 硝酸或盐酸清洁剂（或两者的混合液）能清除玻璃面上的金属、金属氧化物、碱类等。

5. 碱性清洁剂（即氢氧化钠或氢氧化钾）能清除沾染在玻璃面上的油污及酸类，但价格较贵。其配方为：氢氧化钠（或氢氧化钾）12克，蒸馏水100毫升。

此外，如草木灰、去污粉等也是良好的清洁剂。用以洗擦玻璃上的油污能获得良好的效果。

在实际工作时要根据玻璃器皿的污秽情况，选用适当的洗涤液，使既保证良好的效果，又能合乎经济原则。下面是实验室中玻璃器皿的具体处理方法：

(1) 结晶和沉淀物的清除 把带结晶和沉淀物的器皿装满水，在较热的地方放几天，并经常振荡或换水。在一般情况下，结晶物大都会完全溶解，沉淀物也会软化而与器壁脱离。对于不溶于水的沉淀物（如水垢），可用少量的盐酸或氢氧化钾等溶液来洗涤。对于用酸和碱洗过的器皿，应该仔细地再用清水冲洗干净。

(2) 干性油、油类和油漆的清除 清除玻璃瓶中的干性油、染料和硬的油漆。可用碱性溶液来洗涤。干性油可溶于酒精、氨水或苛性碱类的液体中。未变硬的漆类或油类（植物油和矿物油）可以溶于煤油或汽油中。

(3) 煤油的去除 玻璃器皿被煤油弄脏时，可用肥皂洗涤，也可用草木灰来洗刷。

(4) 汞齐的清除 水银的金属合金（汞齐）能附着在玻璃壁上，形成深色的痕迹和斑点，可用10%的硝酸溶液洗去，洗后用清水冲净。

(5) 玻璃上污斑的去除 在干燥的玻璃器皿上，常明显地附着一层白色物或混浊物。这种斑点如果是由于玻璃器皿长时间装贮碱类溶液而受腐蚀的结果，就没有方法将它除去。如果这种斑点是铁锈，可用盐酸洗去。盛过过锰酸钾溶液的器皿，在器壁上附着褐色斑点，这只有草酸才可洗净。

(6) 玻璃管的洗涤 托里拆利管和用水银做实验用的玻璃管必须非常洁净。如果管中带有环形黑斑时，可用10%的稀硝酸溶液来洗涤。黑斑除去后，再用清水冲洗数次。

如果是细长的托里拆利管，因内径太小，洗涤液难于注入。这时一面可用长颈漏斗注入液体，一面用细金属丝通入管内，上下拉动金属丝，使管内空气排出，液体即可徐徐注入管内，再把玻璃管上下交换倒置数次，并换几次洗涤液，即可将污斑除去。对于已洗涤干净的玻璃管应进行干燥处理，并用塞子将管口塞好，以便保存使用。

三、水银的清潔保管和使用

1. 水银的清洁

水银在物理实验中，用途很广，成为不可缺少的材料，例如在做托里拆利实验、水银压强计、水银气压计、验证波义耳—马略特定律的实验、饱和汽和未饱和汽性质的实验中，都要用到水银。水银使用日久，常因混入尘埃或溶有其他金属生成汞齐而变污浊。对于已经污浊的水银，必须进行处理，使其恢复清洁和纯净，然后方可供实验之用。清洁水银的方法有下列三种：过滤法、酸洗法和蒸馏法。

(1) 过滤法

这种方法比较简便，一般用以处理主要由于混入尘埃而污浊的水银。用过滤法也可滤去杂质。

可按图2—1所示装置进行。在长颈三角漏斗中放一张折成圆锥状的滤纸，在它的顶点戳一针孔，将水银沿滤纸缓缓地倒入。这样反复滤几次（每一次须换一张洁净的滤纸），就可以除去一些不溶解的杂质，得到比较清洁的水银。过滤时要注意水银应连续倒入，



图 2—1

因为杂质一般都浮在水银表面，如果漏斗中水银流完了再倒入水银，那么坐填杂质将会随水银一起漏下去。如果有这样的情况，就需再换一张洁净的滤纸。

另外更简便的方法是用脱脂纱布挤压过滤。其方法是用几层纱布叠在一起放在漏斗中，然后提起纱布的四角并倒入水银，加以轻微挤压，水银就可得到过滤。用过后的纱布清洁后仍可使用。

(2) 酸洗法

酸洗法是实验室中清洁水银比较严格的一种处理方法。

如果待处理的水银量不多，可将水银直接倒入浓硫酸中，用玻璃棒不停地搅动，并逐渐滴入重铬酸钾 ($K_2Cr_2O_7$) 溶液。然后用清水冲洗，再用脱脂棉浸入吸去水分，使之干燥。（用10%的稀硝酸直接洗涤水银也可。）

较完善的酸洗装置如图 2—2 所示。粗玻璃管长约 80—100 厘米，直径 3—5 厘米，其上端放一个长颈玻璃漏斗，内装几层叠压一起的纱布（或滤纸）。放纱布（或滤纸）的目的：一是起过滤作用；二是加强洗涤效果。粗玻璃管下端用橡皮管接上一根 S 形的细玻璃管，在橡皮管上用一夹子作开关，控制水银的流出。整个装置可设法固定在木架或铁架上。同时在 S 形管的出口端安放一清洁容器，以备盛洁净水银。此装置最好放在大木盘（或瓷盘）中进行实验，以防不慎撒出水银时，便于收集。

在甲管中倒入 10% 稀硝酸或 80% 的硫酸，乙管中装蒸馏水。溶液的高度宜低于管口 10 厘米左右，以防止倒入水银后溶液外溢。然后放上漏斗，将待处理的水银徐徐地、连续地倒入甲管漏斗中。经初步过滤，散成细粒的水银流过稀酸，从 S 管末端流

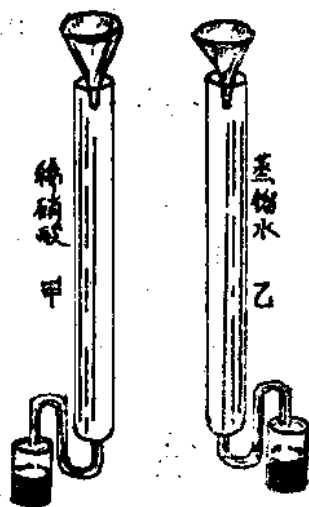


图 2—2

入容器中。然后再倒入乙管中，用蒸馏水冲去酸液，除去水分就得到洁净的水银。

(3) 蒸馏法

蒸馏法是比较彻底的方法，能除去低熔点的金属和污物、水气等杂质。得到纯度较高的水银。对于电真空器件、温度计、真空压力计、压强计以及精密实验中的水银，必须经过真空蒸馏，才能满足得到良好的实验数据的要求。

真空蒸馏器的装置如图 2—3 所示。使用方法如下：

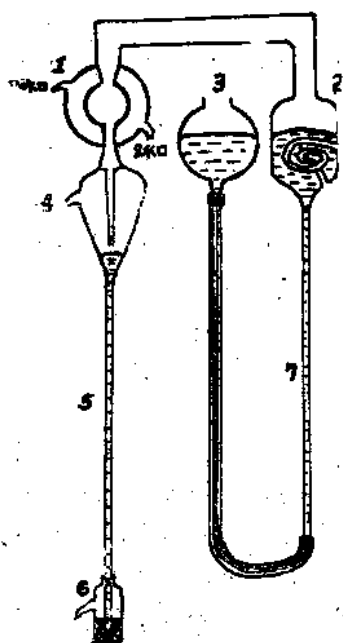


图 2—3

将需要蒸馏的水银先进行过滤和酸洗，然后放置在容器(3)内，在毛细管(5)的下端管口处，放置瓶(6)，用以接受清洁的水银。开始时，先在(6)内放一定量的洁净的水银作为预备，抽气口(4)用厚壁橡皮管接抽气机。当进行抽气时，水银便从细管(7)和(5)同时上升至相当于一个大气压的水银柱高度。

这时对抽气口继续抽气，并通过电炉丝缓慢加热，水银便开始蒸发。水银蒸汽在玻璃泡(1)内冷却（水冷），凝成液态，经管(5)流到收集瓶(6)中。这样就能获得蒸馏过的水银。

利用此蒸馏器蒸馏水银时，不必连续抽气，为了保持管(7)中的水银柱高度可提高容器(3)来调节。在停止工作时，先关闭电炉，等水银冷却并停止蒸发后，关闭(4)上的抽气管（使蒸馏器内保持真空），最后关闭抽气机并对抽气机放气。使细管(7)和(5)内保留一定量水银并使蒸馏器内保持真空，以便下次应用。

注意事项：

(1) 工作时，冷水不可滴到玻璃泡(2)上，以免引起爆炸。