

14.41
2480

高等医药院校

供医疗、卫生、儿科、口腔专业用

无机化学实验指导

储 镐 主 编

王崇信 吴纯熙 陈枝馨 编 写

人 民 卫 生 出 版 社

无机化学实验指导

开本：787×1092/32

印张：4

字数：89千字

储 镐 主 编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京书刊出版业营业许可证出字第〇四六号)

• 北京崇文区禄子胡同十五号 •

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店经售

统一书号：14048·3130

1965年12月第1版—第1次印刷

定价：(科五)0.38元〔K〕

印数：1—650

序 言

本实验指导是根据 1964 年 8 月卫生部颁布的《四门化学教学大纲(草案)》中无机部分的规定, 1964 年 4 月颁布的《高等医学院校六年制医学专业学生基本技能训练项目(草案)》内的有关部分, 以及同年 5 月召开的四门化学实验教材编写会议讨论的精神而编写的。

由于目前全国医学院校在化学实验条件上还不完全相同, 要对实验内容提出统一的教材是有困难的。为此, 在编写本教材时有意识地多写了一些实验项目, 每一实验项目的内容可能偏多, 这样可使各兄弟院校能结合具体情况选择适合的项目进行实验; 每一实验项目中的内容可以不必全部都做; 也可从几个实验项目选择部分内容作为一次实验课的实验内容。

一些仪器的正确使用方法只在教材中第一次遇到时才加以说明, 如果说明所在的实验项目未经选用, 则以后用到这些仪器时, 应查阅前面说明, 按照操作。

教材中每一实验项目都附有习题, 可使学生预习时借以进行思考, 一般不要求作书面解答。

每一实验项目规定为三学时做完(包括写报告), 但也可根据具体情况, 适当变动。

本教材定稿时, 正值全国进行教育改革之际, 编者虽竭力把教改精神贯彻在本教材中, 奈限于水平, 因而本教材内容必定存在不妥及错误之处, 敬希读者多多提出批评和指正。批评意见请寄交本教材主编单位杭州浙江医科大学。

本教材编写过程中曾蒙浙江医科大学、沈阳医学院和四川医学院等领导同志给予重要指示和大力支持。此外，在选材方面曾参考许多兄弟院校的实验讲义，并承有关同志提供很多宝贵意见，特一并在此说明。

編 者

1964年12月

目 录

序言

实验规则	1
实验一 洗瓶的装置和仪器的洗涤	4
实验二 硫酸铜的精制	20
实验三 天平的称量练习	25
实验四 金属当量的测定(氧化合法)	35
实验五 金属当量的测定(置换氢法)	41
实验六 二氧化碳分子量的测定	49
实验七 化学反应速度和化学平衡	55
实验八 溶液的配制	66
实验九 酸硷溶液浓度比较的滴定练习	74
实验十 固体的溶解度和溶解度曲线的绘制	83
实验十一 溶液的性质	89
实验十二 电解质溶液	94
实验十三 缓冲溶液的制备及缓冲作用	101
实验十四 测定溶液 pH 值的缓冲比色法	107
实验十五 氧化还原反应	112
实验十六 络合物与络离子	117
附录	122

1. 常用元素的原子量约数表
2. 重要酸溶液浓度比重对照表
3. 若干酸硷指示剂
4. 对数表

实 驗 規 則

实验是在既定条件下所进行的科学实践，是科学教学中的一个重要环节。其任务可概括为验证理论，进行基本技能训练，培养独立工作能力与科学思维方法等方面。

按照六年制医学专业化学教学大纲的规定，实验课占化学课程总学时数的一半以上；五年制的也接近一半。如何发挥实验课应有的作用，显然是一个重要的问题。无机化学实验是学生进入高等学校后进行化学实验的第一步，是为以后做好其他各门化学实验的基础。所以在无机化学实验阶段，如何对学生进行良好的科学训练，则是一个基本问题。所谓指导学生养成良好的科学训练，至少应当使他们初步掌握化学实验中的若干基本操作技能，养成严肃不苟的科学作风、实事求是的科学态度和整齐、清洁、有条不紊的工作习惯，等等。为此，在上实验课时，必须要求学生严肃认真，一丝不苟，并要求他们遵守实验规则，按照严格的操作规程和严密的科学方法来进行实验。只有这样，无机实验课才能发挥它应有的作用。实验规则分为下列三个部分：

一、工作规则

1. 每次实验前必须预习《实验指导》，要求明确本次实验的目的、实验的要求、实验的原理、实验的步骤和操作方法。每一学生在进入实验室时，应对本次实验的内容都已心中有数，进行实验时，能够手脑并用。

2. 按照《实验指导》规定的手续、操作方法和教师指出的注意事项进行实验，并保持仪器、手及实验桌面的清洁与整

齐(火柴梗和废纸等应丢入指定的废物缸内,不可随地乱丢或投入水槽内)。

3. 实验时要严肃认真、细心观察,并将实验过程中所发生的现象、所得到的数据、有关的反应式、解释或结论等随时记录在实验报告单上。

4. 使用公用仪器和药品后,应立即放回原处。

5. 应当很好掌握实验时间,哪些实验应该先做,哪些应该同做,都要妥善安排,以免拖延;同时逐渐养成有条不紊的工作习惯。

6. 实验时应尽量不损坏仪器,浪费药品;仪器如有破损,应填写破损单,请教师证明后,亲到准备室补领。

7. 每次实验结束时,应把所用仪器洗净,收入柜内,自行加锁保管,并把实验桌面及所在地点清理整洁,废物缸内杂物倒入指定地方后,洗净该缸。

8. 实验报告,除得教师同意外均要在实验课内写好交与教师。

二、药品使用规则

1. 药品的用量应按照《实验指导》的规定,如《指导》未指出用量,则应尽可能取用少量,以节省药品及实验时间。

2. 从试剂瓶中取用试剂后,应立即用原来塞子将试剂瓶塞好,千万不可塞错瓶子。同样,滴瓶中的滴管也不可插错,应尽量避免用自备的吸管吸取试剂;如不得已须用自备吸管时,吸管必须十分清洁并无存水,方可插入试剂瓶中吸取试剂。

3. 固体药品,要用特制的小匙(玻璃的或塑料的)取用,用后立即盖好药瓶,擦净小匙。

4. 取出的药品未用完时不得退回原瓶,故应注意取用分

量,以免浪费。

5. 尽量节约水、电和灯用酒精或煤气。

三、实验室安全规则

1. 做有毒和有恶臭气体的实验时,应在通风柜内或室外进行。

2. 使用易燃药品,如乙醚、乙醇、苯等,应远离灯火。

3. 稀释浓酸时,特别是浓硫酸,应将酸注入水中,切勿把水注入酸中。

4. 倾注试剂溶液或正在加热液体时,切勿俯视容器,以免液滴飞溅脸上。

5. 轻度烫伤如未破皮,不要用水冲洗,而用碳酸钠的饱和溶液涂擦伤处。如伤处已破,则用棉花蘸 10% 高锰酸钾浓溶液或紫药水或苦味酸溶液涂敷伤处。

6. 如有浓酸溅污皮肤,应立即用多量自来水冲洗,再用 NaHCO_3 稀溶液冲洗;如有硷液溅污皮肤,则应立即用水冲洗至溅污处不再滑腻为止,必要时可用 2% 醋酸冲洗片刻,再用水冲洗。

7. 如遇严重烫伤或酸硷伤,应即送请医师处理。

8. 离开实验室前应检查水、电、煤气等开关已否关闭,门窗是否关好。

实验一 洗瓶的装置 和仪器的洗涤

I. 实验目的

1. 学习煤气灯或喷灯的使用方法。
2. 练习玻璃管的初步加工；塞子的钻孔等基本实验技术。
3. 进行用台秤称量和用量筒量取液体的初步训练。
4. 学习装置洗瓶及洗涤仪器的方法。

II. 仪器、药品与其他材料

1. 仪器 煤气灯(或酒精喷灯)、玻璃管、三角锉、钻孔器、压塞机、500 ml平底烧瓶、量筒、台秤、砝码、400 ml烧杯、玻塞试剂瓶、试管刷、瓶刷以及一些其他普通玻璃仪器。
2. 药品 浓硫酸、重铬酸钾(钠)。
3. 其他材料 灯用酒精、木塞(配平底烧瓶之口)、肥皂、细软去污粉,公尺。

III. 实验步骤

1. 煤气灯及喷灯的使用 化学实验室在有煤气设备时,大都使用煤气灯作为热源,因为它不需添加燃料,易于调节火焰温度,且能够得到很高的温度。煤气为一种无色有毒的气体,所以煤气灯不用时必须严密关闭气门,勿使煤气漏入室内。

实验室中最常用的煤气灯为本生灯和托氏灯。

本生灯的外型和构造如图 1-1 所示：a 为灯管，可以拔出，近底处有一通气圆孔，b 为煤气的出口，c 为一具有小孔的套管，可以转动，使其小孔与灯管底部的圆孔全部或部分相对，以调节空气进入灯管的量。

托氏灯的结构如图 1-2 所示：a 为煤气入口；b 为一具有螺旋空心轴的圆盘，当它旋转向下移动时，它的轴就部分地挡住 a 的出口，借以控制煤气的流量。c 为下部成锥形的灯管，它的底形如 d 所示。灯管也可旋转上下移动。改变 b 与 c 间孔隙的宽度，借以控制空气进入灯管的流量，从而调节火焰的温度。

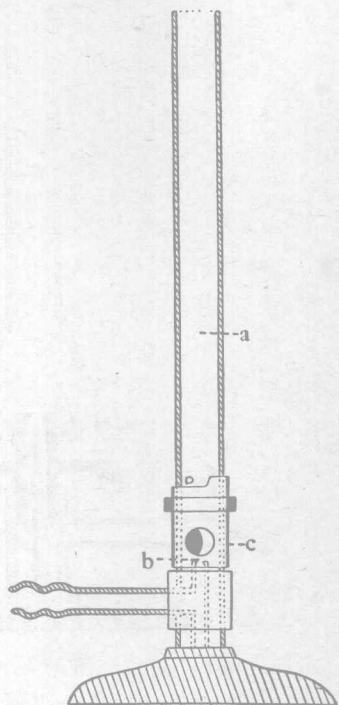


图 1-1 本生灯

使用煤气灯时先要关闭空气入口，划着火柴放在灯管口上，扭开煤气门，煤气立即燃着，这时因空气口关闭，管口外火焰显蓝色，上部显亮黄色。如遇冷物能析出黑烟(故称为发烟火焰)，这时慢慢打开空气门，以调节空气与煤气的比例，使煤气燃烧完全，则焰心略显蓝绿色，外层接近浅蓝或无色，焰端既不发亮又不分层(称为正常火焰)。一般加热都用这种火焰。

若空气门再稍放大，大量供给空气，则此时火焰便分为明

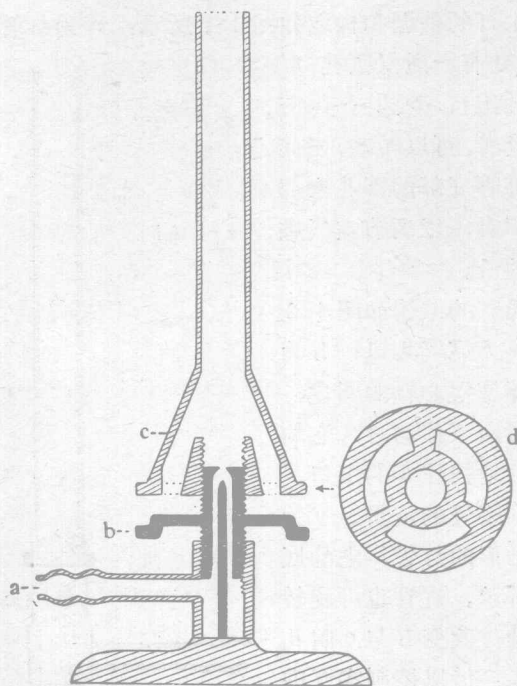


图 1-2 托氏灯

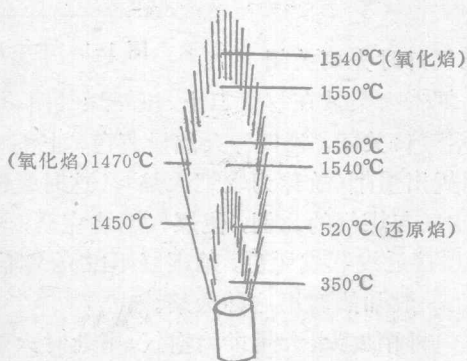


图 1-3 本生灯火焰温度

显两层,灯管口的火焰为蓝色,外焰则为无色或淡紫色,焰尖不发光亮,此时有伴随着火焰喷射之嘶声,其各层约略温度如图 1-3 所示。在进行高温加热或焰色反应时多用这种火焰。

若空气进入灯管过多,则火焰不稳,嘶声加强,且火焰容易缩入灯管,在管内燃烧,这种火焰称为侵入火焰,可使灯管烧热,容易造成危害。发生侵入火焰时,应立即关闭煤气,以熄灭火焰,待灯管冷后,重新燃点。

若煤气及空气的输入量都很大时,则不易点着,火焰会在管口的上面燃烧而形成极不稳定的临空火焰。这种火焰容易自灭,流散煤气,应当避免。所以在开始燃点煤气灯时均应关闭空气门。

酒精喷灯的使用 在无煤气供应的实验室,需用高温时常使用酒精喷灯。①

常用的酒精喷灯有挂式和座式二种。挂式喷灯〔图 1-4(a)〕使用法: (1)在贮酒精的筒 A 中注入酒精,酒精需先滤清以免其中混有固体物质阻塞喷孔,把酒精筒挂于壁上。(2)在喷灯下部的圆环槽 B 中燃起少量酒精。(3)当灯管燃至相当高温时,打开酒精筒底部的活门 C,使酒精经由橡皮管流入喷灯下部挥发成蒸气再在灯管燃点即着,喷出火焰相当激烈,有喷射嘶声,可适当旋转 D 以调节火焰。(4)熄灭时先将活门 C 关闭,再旋转 D 将灯关闭。

座式喷灯使用法 座式喷灯〔图 1-4(b)〕的构造与挂式基本相同,只是不用橡皮管而是将灯管与储酒精器联结在一起;使用时: (1)扭开 C 处,将滤过的酒精注入 A 中,注入量切勿超过容器容量的三分之二。(2)旋紧 C,在 B 槽中盛酒精少

① 有时实验室中也用煤油喷灯以获得高温。煤油喷灯的使用方法,视喷灯的类型而不同,一般购买该项喷灯时都附有使用说明书,可依照说明使用。

许, 点燃, 至相当高温时酒精蒸气经灯芯自行进入灯管 D 转入 E 中。(3) 在 E 处用火点燃 (4) 用完后只须扭松 C, 火即熄灭。其火焰喷射情况与挂式喷灯相同, 并可上下移动 F 以调节火焰的强度。

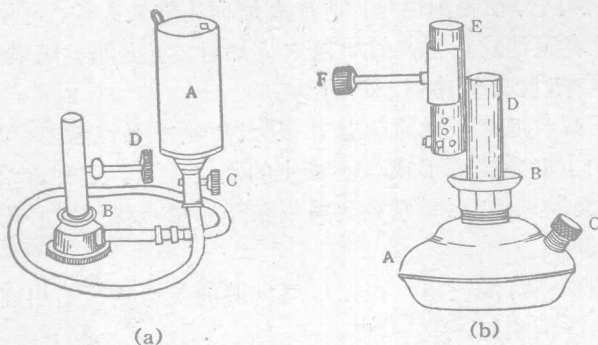


图 1-4 酒精喷灯

2. 玻璃管的初步加工 本实验通过洗瓶的装配, 练习玻璃管的初步加工(包括切断、弯曲和拉细)和塞子钻孔等操作技术。

装配洗瓶需要 500 或 250 毫升平底烧瓶及适当的双孔瓶塞各一个、弯曲玻璃管二支、短橡皮管一段及玻璃尖口一个。各管的长度及弯管的角度如第 11 页上图 1-7 所示。瓶塞的大小要适合所用烧瓶的瓶口, 塞上的两孔要恰能插入上述两支弯曲玻璃管, 孔径不可太大。

今先将玻璃管的切断、弯曲、拉细等操作方法依次叙述如下:

(1) 玻璃管的切断法: 取外径约为 6 cm、长约 50~60 cm 的玻璃管一支, 切取三段。其中两段各长约 15 cm, 而另一支的长度则随配成洗瓶的烧瓶大小及瓶颈的长短而异。大约应

比瓶的高度长 6~7 cm。

切断玻璃管的方法为先将长玻璃管平放实验桌上，量好所需长度，在需要割断的地方用三角钢锉的锋口猛锉一次（不要来回锉），使形成一深刻的凹痕^①。然后两手执管，使痕纹向外，在对着痕纹的背面用两拇指紧压（如图 1-5 a），同时两臂稍向左右平拉（如图 1-5 b），管即断开。断口一般都较平整，若仅用拇指紧压而不向左右平拉，则断口往往成犬齿形；再将各段两端断口烧圆即成。（烧圆切口时要将玻管旋转如图 1-5 c 所示，使管端各处受热均匀）。

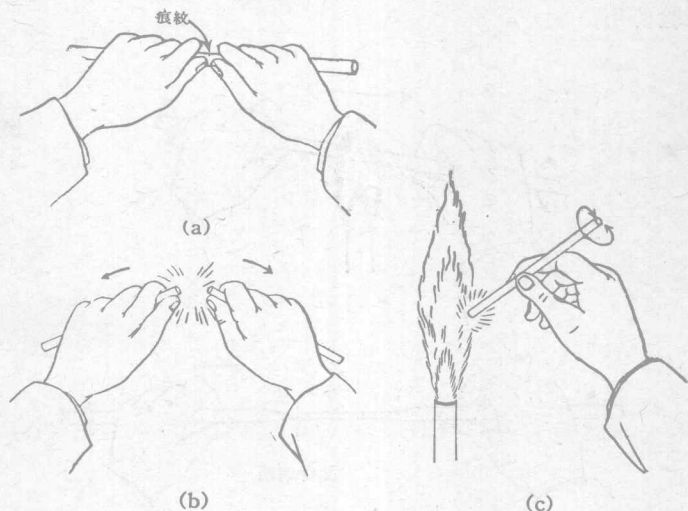


图 1-5 玻管截断法

(2) 玻璃管的拉细与拉尖口：用布将一支长 15 cm 的玻璃管擦净，先用小火预热，然后放高温火焰内，双手持玻管斜放

^① 切割较粗玻管（例如外径在 6~10cm 的）则需锉出管圆周全长四分之一的痕纹。锉时也只能单向进行，不可来回拉锉。

于火焰中并向左右略略移动，以增大火焰与玻璃管的接触面积(图 1-6 a)(或加鱼尾灯罩以扩展火焰)。玻管加热时不可过急，温度应力求均匀并且在火焰中不断旋转玻管，待玻璃管烧成红黄色时，移至火焰外用两手稍向内轻轻压挤，使管壁稍稍增厚，一、二秒后再向外拉。应当注意，拉长玻管时须同时用手指将玻管前后转动(图 1-6 b)，否则拉细部分偏在一边，如图 1-6 c 所示。当拉成所需要的细度后，待冷，再按图示处切断，并用小火烧圆。图中右手所执的部分切短烧圆后作洗瓶的尖咀，左手所执部分装上橡皮帽，即成毛细滴管，供以后实验使用。

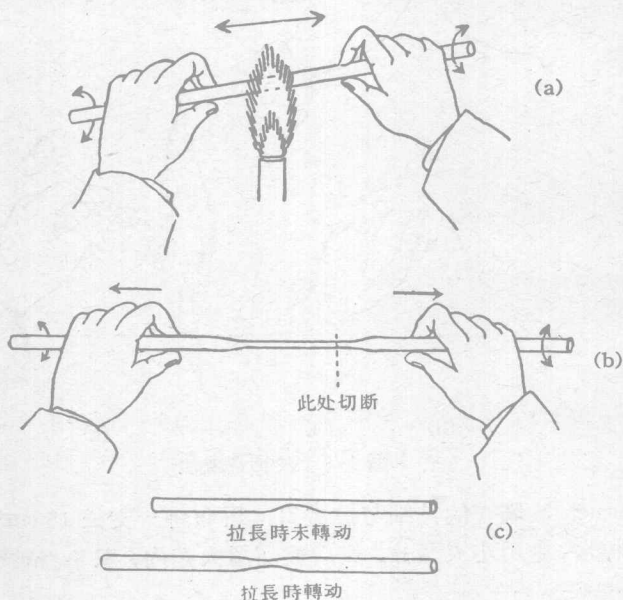


图 1-6 玻璃管拉细法

(3) 弯曲玻璃管：将切下的其他两支玻璃管弯成图 1-7 所示形状，弯曲时玻璃管须在大火焰中加热以使受热范围宽大，同时须用手指不断旋转，并左右移动。在需要弯曲的地方应加热使呈黄色。在玻璃管受热变得足够柔软时，移至焰外，借其一端的自身重量自然弯曲，并稍稍用力使其弯成所需的角为止。如在尚未弯成所需角度时，玻管已硬，则可在弯曲点的偏旁重新加热，软后仍移至焰外按原角方向继续弯曲，直至弯成所需角度(图 1-7)。

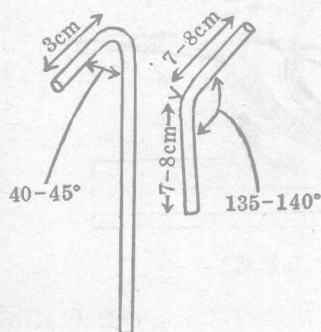


图 1-7 弯曲玻璃管所需的角度和长度

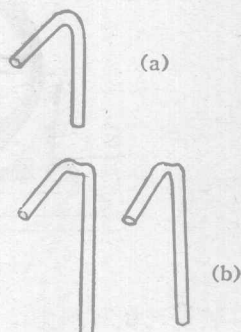


图 1-8 弯玻璃管的弧形
(a)合格；(b)不合格。

玻管弯好后，应检查角度是否正确，两臂是否在同一平面，尤其重要的是弯曲处要内外均圆，不折不皱，方为合格(图 1-8)。

3. 塞子的选用与钻孔 实验室中常用的塞子有三种，即软木塞、橡皮塞和玻璃塞。

软木塞易被酸、硷及氧化剂腐蚀。橡皮塞虽能把瓶口塞得更紧，但可被有机溶剂如汽油、苯、乙醚、氯仿、丙酮以及强

酸和氧化剂等所腐蚀。

在不能用软木塞和橡皮塞的情况下,就只能用玻璃塞了。但装硷液的瓶子不可用玻璃塞。

塞子的钻孔 在瓶口配置塞子时,如为软木塞,其直径应比瓶的口径稍大,塞紧后塞子应露出瓶口 $\frac{1}{8} \sim \frac{1}{2}$ 。塞子选定以后,须用压塞机(如图 1-9)轻轻压缩。如无压塞机,可用木板在桌上来回压滚。经此手续后,木塞变软而富有弹性,能够紧紧塞住容器。

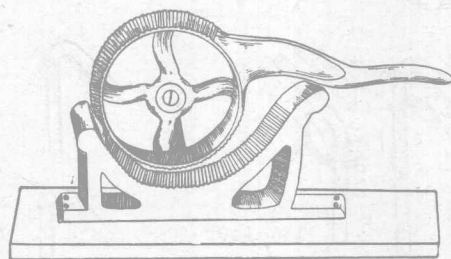


图 1-9 压塞机

装置洗瓶时须先按瓶口大小选好塞子,再在其上钻通两孔。塞子钻孔用的器具称钻孔器,是一套直径不同的金属管(如图 1-10 a),它们的一端有柄另一端是刃口,钻孔时应预先决定孔的位置;要钻两孔时,更须预先排好。钻孔时把塞子倒立桌上(小的一端向上),将适当直径的钻孔器的刃口放在准备钻孔的位置上,向一个方向轻轻旋转(如图 1-10 b),二、三转后,审视钻孔器是否垂直于塞子的底面。如不垂直,应在旋转中纠正。当钻至塞子长度的二分之一或三分之二深度时,把塞子拿在手中继续钻孔,钻孔器仍向原来方向旋转(切勿往复旋转)。直至接近钻通时,将木塞倒立在另备的木板上,挤压钻孔器,使其刃口露出塞外,木塞即已钻通。然后将钻孔器