

普通化学实验

上海交通大学化学教研组编

一九八〇年五月

前 言

化学是一门以实践为基础的自然科学。化学实验，在化学学习中占有一定重要的地位，我们要深刻地领会和掌握化学基本知识，就必须亲自进行化学实验。

本课程所安排的实验，有属于验证理论的，有属于说明性质的，有属于制备物质的。通过实验，将使课堂中讲授的重要理论及概念得到巩固、深化和扩大。化学实验，不仅使理论知识形象化，并能细致地说明理论、规律在应用时的条件、范围和方法，从而反映了化学现象的复杂性和多样性。

实验课可以培养学生独立思考和独立工作的能力，正确地掌握实验操作的基本技能。此外，通过实验还能培养学生在科学工作中必须具有忠实于客观现象的“实事求是”的科学态度和严肃、准确、细致、整洁等良好的科学习惯，而这些都是做好实验的必要条件。

前 言

实验室规则及注意事项	(1)
化学实验基本仪器介绍	(2)
化学实验的基本操作	(9)
实验一 硫酸铜的提纯	(20)
实验二 分析天平的使用	(25)
实验三 金属当量的测定	(35)
实验四 溶液的配制和中和滴定	(39)
实验五 化学反应速度和化学平衡	(47)
实验六 电解质溶液	(54)
实验七 电化学(一) 原电池和	(60)
实验八 电化学(二) 金属腐	(63)
实验九 元素及其化合物	(73)
实验十 有机高分子化合物	(80)
实验十一 溶液 pH 值的测定、醋酸电离度和电 离常数的测定	(86)

实验十二	氯化铅溶度积的测定 (离子 交换法)	(97)
实验十三	阿佛加德罗常数的测定	(104)
实验十四	硫酸亚铁的制备	(109)
实验十五	从废电解液回收铜盐	(111)
附录 1	不同温度下饱和水蒸气的压力	(114)
附录 2	常见弱电解质的电离常数	(117)
附录 3	难溶化合物的溶度积	(119)
附录 4	络离子的不稳定常数	(121)
附录 5	标准电极电位	(122)
附录 6	几种常用的酸碱指示剂	(125)

实验室规则及注意事项

1. 实验前，必须预习，明确实验目的，了解实验内容和注意事项，做到心中有数。

2. 做实验前，认真检查所用仪器，如有缺少、破损，应立即报告教师补上和掉换。在实验过程中，损坏仪器，也应立即报告教师登记。

3. 实验时，集中思想，认真操作，仔细观察实验现象，在实验报告中详细记录。

4. 取用药品时，应注意标签上的名称、浓度，用毕立即盖好放回原处。药品取出后不应倒回原瓶，以免带入杂质。

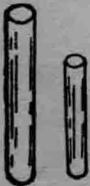
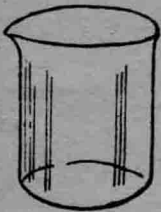
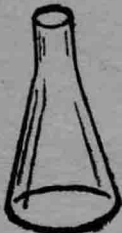
5. 爱护国家财产，小心使用仪器，不得私自携出仪器药品。节约水、电、药品和煤气。

6. 注意安全操作，严防着火、触电、中毒等事故发生。

7. 保持实验室的清洁卫生，废纸、金属等固体物品及腐蚀性废液不要倒入水槽，应分别放进纸篓及废液缸内。

8. 实验完毕，应将仪器洗净放回原处，清洁桌面，切断电源，并关紧水龙头及煤气龙头。

化学实验基本仪器介绍

仪 器	一 般 用 途	使用时注意事项
 图 1 试 管	反应容器，便于操作、观察，用量少。	在火焰上加热时，须用试管夹夹好；且不断摇荡，使管内各部分液体受热均匀；但管口不能对着别人或自己。
 图 2 烧 杯	主要用于配制溶液，溶解样品，溶液加热或蒸发，进行沉淀反应等。	不宜直接加热，应放在石棉铁丝网上加，加热时，烧杯外壁要干燥，不得沾有水珠。
 图 3 锥形瓶	可用作反应器和容量分析滴定容器。	同烧杯
 图 4 表玻璃(表面皿)	1. 盖在蒸发皿上，以免液体溅出。 2. 盛放小结晶进行观察。 3. 盖在烧杯上。	1. 不能加热。 2. 其直径应比被盖之物大。

化学实验基本仪器介绍

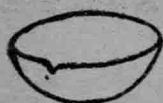


图 5 蒸发皿

反应容器，蒸发液体用。

1. 可耐高温。可直接用火烧。
2. 高温时不可用冷水去洗，以防破裂。
3. 使用完毕后，立即洗净。

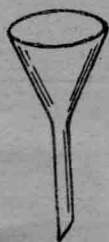


图 6 漏斗

1. 过滤用。
2. 转移溶液或粉末状固体到口径较小的容器中。

不能用火直接加热。

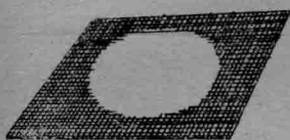


图 7 石棉网

当玻璃反应容器加热时，垫上石棉网，能使加热较为均匀。

1. 勿使石棉铁丝网浸水，以免铁丝网锈坏。
2. 防止石棉心从铁丝网上脱落。

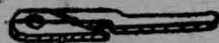


图 8 试管夹

加热试管时夹持试管。可耐高温。

小心使用，不要被火烧坏。

化学实验基本仪器介绍

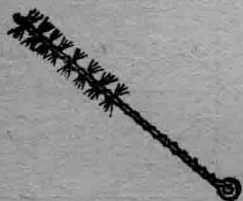


图 9 试管刷

洗刷试管及其它仪器用。

洗刷试管时勿用力过度，防止铁丝顶端将试管底顶破。



图 10 研钵

研磨固体物质。

1. 不可代替反应容器。
2. 不可加热。
3. 使用完毕后，要立即洗净。



图 11 量筒

量度一定体积的液体用。

1. 不能作为反应容器，也不能加热。
2. 量度体积时，以液面最低点所达的刻度为准。
3. 观察刻度时，眼睛应与液面在同一平面上。

化学实验基本仪器介绍



图 12
容量瓶

配制一定体积的
溶液用。

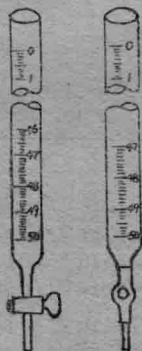
1. 同量筒。
2. 同上。
3. 同上。
4. 液面不可超过
刻度。



图 13 移液管

吸取一定体积的
液体用。

同容量瓶中的
2、3、4。



(1) 酸式 (2) 碱式

图 14 滴定管

用以取得准确体
积的液体作滴定
用。

1. 滴定管用后应
立即洗净。
2. 酸液放在具有
玻塞的滴定管
中，碱液放在
带橡皮管的滴
定管中。
3. 用滴定管时要
洗涤洁净，液
体流下时，管
壁不得有水的
珠，滴定管的
活塞下部也要
充满液体，全
管不得留有气
泡。

化学实验基本仪器介绍

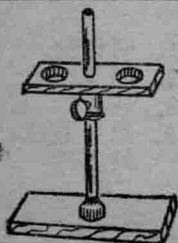


图 15 漏斗架

过滤时承接漏斗用。

应先将木圈放在适当高度，然后旋紧螺旋方可进行过滤。

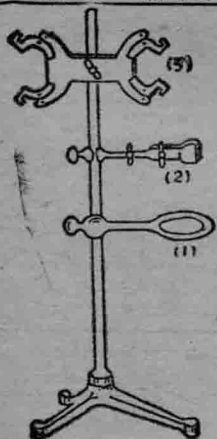


图 16 铁架

1. 铁环
2. 铁夹
3. 滴定管夹

1. 铁环及铁夹用来固定反应容器。
2. 滴定管夹用来固定滴定管。

1. 不可用铁夹或铁环敲打其它硬物以免折断。
2. 应先将铁夹、铁环或滴定管夹放至合适高度，然后旋紧螺丝，方可进行实验。

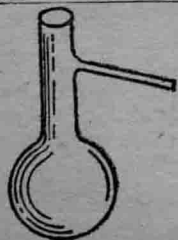


图 17 蒸馏烧瓶

用于蒸馏液体和少量气体（如 Cl_2 、 NO_2 、 SO_2 等）的制备。

不宜直接加热，应放在石棉铁丝网上加热。加热时应使用铁夹夹住侧管下的瓶颈处，使之固定在铁架上。

化学实验基本仪器介绍

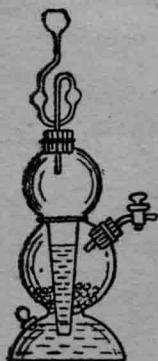


图 18 启普发生器

使固体与液体物质反应制备大量气体时用，并能间歇使用。

1. 固体反应物的颗粒必须较大，否则易落入底部。
2. 液体反应物的浓度不宜太大，以免反应发热较多而使仪器破裂。

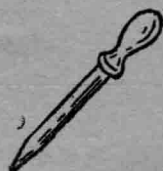


图 19 滴 管

滴加少量液体试剂用。

1. 吸取溶液不得吸进橡皮乳头。
2. 用后立即洗净内外管壁。



图 20 水浴锅

隔水（或油）加热反应容器，可保持温度均匀而稳定。

加热过程要经常补充水，以防止水被蒸干。

化学实验基本仪器介绍

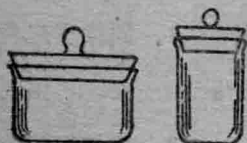


图 21 称量瓶

精确称量时，
盛放固体试剂。

不能加热。



图 22 塑料洗瓶

盛蒸馏水，洗
涤沉淀和容器。

不能加热。

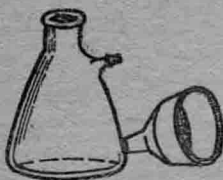


图 23 吸滤瓶、布氏
漏斗

两者配套使用于化学制备中晶体或沉淀的减压过滤。利用水泵或真空泵降低吸滤瓶中压力时，将加速过滤。

滤纸要略小于漏斗的内径，才能贴紧。先开水泵，后过滤。过滤完毕后，先分开水泵与吸滤瓶短的连接处，后关水泵。

化学实验的基本操作

一、天平的使用

实验中由于对重量准确度的要求不同，需使用不同类型的天平进行称量，常用的天平有台天平(图1)和分析天平。一般说来，台天平可称量至0.1克，而分析天平则可称量至0.0001克

1. 台天平的使用：

(1) 使用前的检查：

使用台天平前，应先把游码移到刻度尺的零处，检查天平的摆动是否平衡。如果平衡，则指针摆动时所指标尺上的左右格数应相等，而指针静止时则应指在标尺的中线。如果不平衡，可以调节螺旋，使之平衡。

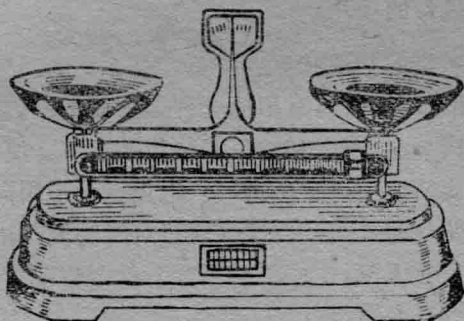


图1 台天平

(2) 物品称重:

将要称的物品放在左盘上,然后在右盘上添加砝码。10克(或5克)以下的砝码用游码代替,直到天平平衡为止。台天平的砝码和游码可以用干净的手指直接拿取和移动。

称固体药品时,应在两盘上各放重量相仿的纸一张,然后用骨匙将药品放在左盘的纸上(称NaOH、KOH等易潮解、易腐蚀的固体时,应衬以表面皿)。称液体药品时,需用已称过重量的容器盛放药品,称法同前。

(3) 称量后的结束工作:

称量后把砝码放回砝码盒中,将游码移回刻度零处,并取下盘上的物品。

台天平应保持清洁,称量液体时,切勿将液体洒在盘上。

2. 分析天平的使用:

分析天平的构造和使用方法在实验二“分析天平的使用”中说明。

二、煤气灯的使用

1. 煤气灯的构造和点燃:

煤气灯的式样不一,常用的一种如图2所示。它是由灯座1、煤气针形阀2、灯身3和空气调节管4组成。使用时,把调节管向下旋转,关闭空气进口;把煤气针形阀向下旋开,打开煤气龙头的开关,使煤气通过灯身的侧管进入,用火在调节管口点燃煤气。

2. 煤气灯的燃烧:

点燃煤气后,把调节管向上旋转,导入空气,煤气燃烧完全,形成蓝色火焰。若空气量不足,则火焰发黄光,应将

调节管旋高，增加空气量。但空气过多，会发生“侵入火焰”（点燃煤气时，如空气口开得太大，也会产生这种现象）。这时火焰缩入管内，煤气在管内空气入口处燃烧，而管口火焰消失，或者变为细长的一条绿色火焰，同时发出嘶嘶的特殊响声，并可嗅到煤气的臭味，灯身发热（注意，此时切勿立刻用手去关小空气入口，以免烫伤），应立即关闭煤气龙头，待灯管冷却后，将调节管旋低，关小空气门重新点燃使用。

3. 煤气灯的火焰：

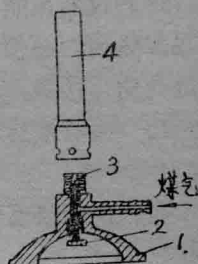
当煤气完全燃烧时，生成的火焰可以分为三个锥形部分，如图3所示：

内层1：在这里空气和煤气进行混合，并未完全引燃，称为焰心，温度最低。

中层2：在这里煤气不完全燃烧，火焰具有还原性，称为还原焰。还原焰上部，温度最高，被加热的物体应放在还原焰上部。

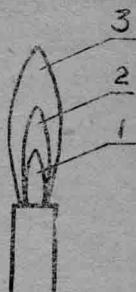
外层3：在这里煤气完全燃烧，由于含有过量空气，这部分火焰具有氧化性，称为氧化焰。

由于煤气中含有有毒物质（主要是CO，但燃烧后的产物是无毒的）。所以煤气绝不可漏到室内，不用时，一定要把煤气龙头关紧。



1—灯座 2—煤气针形阀
3—灯身 4—空气调节管

图2 煤气灯的构造



1—焰心 2—还原焰
3—氧化焰

图3 煤气灯的火焰

三、加热方法

实验室中常用的玻璃仪器有烧杯、烧瓶、锥形瓶、试管等。这些仪器虽能承受一定的温度，但不宜骤热或骤冷。因此在加热前，必须将仪器外面的水擦干，加热后不能立即与潮湿的物体接触，以免由于骤热骤冷而破裂。

1. 盛有液体的烧杯、烧瓶、锥形瓶等玻璃仪器的加热：

加热这些玻璃仪器时，必须将仪器放在石棉网上（图4）。否则容易因受热不均匀而破裂。

2. 盛有液体的试管的加热：

加热试管时，应用试管夹夹住试管的中上部（微热时，可用拇指、食指夹住试管）。试管与桌面约成 60° 的倾斜（图5）。先加热液体的中上部，再慢慢移动试管热及下部，同时不停地上下摇动试管，以使各部分液体受热均匀。否则管内液体会因受热不均匀而骤然溅出。加热时，

还要注意管口不能对着别人和自己，以免液体溅出把人烫伤。

3. 盛有固体的试管的加热：

加热试管中的固体时，必须使试管稍为向下倾斜，以免凝结在试管上的水珠流到灼热

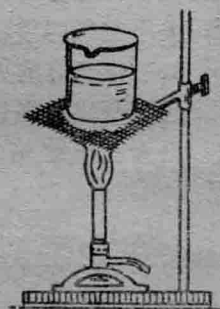


图4 烧杯加热

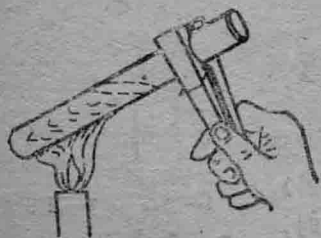


图5 盛液体的试管加热

的管底，而使试管破裂（图6）。

4. 在一定温度范围内进行较长时间的加热：

温度低于 100°C 可用水浴加热，温度高于 100°C 则可用砂浴、油浴等加热。

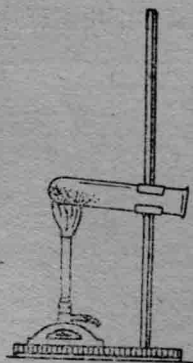


图 6 盛固体的试管加热

四、玻璃管的操作

1. 截玻璃管：

取玻璃管一根，平放在桌上，用刚玉片在要切断的地方用力划一刻痕，然后用两手握住玻璃管，使刻痕向外，两大拇指放在刻痕对向，一面用力向两侧弯折，一面用拇指轻轻加压，即可将玻管折断，如图 7 所示。



图 7 玻璃管的折断

2. 拉尖端玻管（滴管）：

将玻管握在手中，在煤气灯上加热玻管中部，加热时应不断旋转玻管使其受热均匀。玻管烧至红热时就开始软化，此时两手旋转速度必须一致，以防玻管扭转。当玻管软化到一定程度时，将其从火焰中取出，立即拉至所需长度（图8），然后两手固定不动，等待玻管硬化，以免玻管弯曲。待玻管冷却