

目 录

绪论	(1)
第一章 化学实验室一般常识	(2)
第一节 化学实验室一般常识	(2)
第二节 化学实验室的消防设施	(5)
第二章 化学实验室基本操作	(8)
第一节 加热与灼烧	(8)
第二节 化学器皿的洗涤与干燥	(13)
第三节 溶液的配制及浓度表示方法	(17)
第四节 过滤与洗涤	(23)
第五节 蒸发、重结晶与升华	(29)
第六节 蒸馏、回流与萃取	(31)
第七节 气体的制备、干燥、净化与收集	(35)
第八节 塞子的选择、打孔与仪器的安装	(39)
第三章 玻璃细工	(43)
第一节 玻璃细工实习的目的与要求	(43)
第二节 玻璃细工所用材料	(45)
第三节 几点准备知识	(47)
第四节 玻璃细工所用工具	(49)
第五节 基本练习	(51)
第六节 玻璃仪器的修理范围与技术	(66)

第四章 无机物制备与精制	(71)
第一节 无机物制备.....	(71)
第二节 无机试剂的精制.....	(75)
第五章 有机物制备与提纯	(79)
第一节 有机物制备.....	(79)
第二节 有机物提纯.....	(82)
第六章 分析天平	(83)
第一节 等臂双盘天平.....	(83)
第二节 不等臂单盘天平.....	(95)
第三节 试样的称量方法.....	(104)
第四节 天平常见故障的调修.....	(107)

绪 论

一个合格的化学工作者，不仅应掌握一定的科学理论知识，并应具有熟练的基本操作技能。《教学实习》的目的和任务，就在于培养学生实验室工作的良好习惯、实事求是的科学态度、严肃认真的工作作风；熟悉化学实验室的基本装置和通用设施；掌握化学分析实验室的基本操作。通过《教学实习》，引导与培养学生对问题观察、分析、判断的能力；严格按照要求操作、记录、处理数据及书写报告的能力及对设计性（开发性）实验进行科学总结、比较、归纳的能力。

《教学实习》是培养学生分析问题和解决问题能力的重要途径。当前我们面临的是科学技术发展迅速、知识更新极快的时代，急需培养既有实际工作能力，又能适应时代需要的人才。只有这样，才能适应“面向现代化，面向世界，面向未来”的需要。

第一章 化学实验室一般常识

化学分析是化学的一个重要分支。化学是一门实验科学，化学工作者活动的主要场所是实验室。因此，一个合格的化学工作者必须熟知化学实验室的一般常识。

第一节 化学实验室一般常识

一、化学实验室及其主要设施

要想把工作做好，就需要有一定的条件，其中包括有一个适当的场所，从事化学分析工作，也就应当有一个合格的实验室，否则我们从事的工作就会受到一定的限制。那么一个比较理想的实验室应当具有哪些条件呢？

1、实验室要宽敞——在这样的场所工作，可使工作人员情绪饱满，精神愉快，工作方便，提高效率。

2、室内要阳光充足，空气流通——在实验室的四周多开窗户，就可以经常保持室内的光线充足、空气流通。

3、需有通风设备——在做有毒、有臭及易燃、易爆物的实验时（譬如氯气的制备，酸类的蒸发等），必须在通风橱内进行，以确保安全。

4、水电要方便——所有的化学实验室均与水电的使用

分不开，所以水电设施必须齐全、方便。

5、安装实验台——实验台是实验室主要设备之一，所有的化学实验与分析，几乎都要在实验台上进行。实验台的台面有三种类型：

①中国大漆面——这种台面的优点是与其接触的玻璃仪器不易碰破，其缺点是易受酸碱类的侵蚀。

②瓷砖面——这种台面的优点是不受酸碱的侵蚀，但易使玻璃仪器破碎。

③化学漆面——这种台面兼有以上两种台面的优点而又无其缺点，故此种台面最好。

在实验台上应装有自来水管、煤气管、空气管（高温或玻璃细工用），抽气管（减压或抽真空用），台下应装有小柜橱和抽屉（以备盛实验器皿和工具），在台之两头应装水槽。另外实验室还需备有电烘箱及高温炉（马福炉），供干燥和灼烧用。

二、实验工作规则

在进行分析实验时，必须严格遵守下列规则：

1、预先阅读教材中的有关章节和听课笔记，熟悉实验内容。

2、在未检查实验所需用的全部仪器、药品前，不准开始实验。

3、在实验中应切实遵守实验指导书所规定的规则和实验次序。

4、做好一切必要的预防措施，如防毒、防火、防腐蚀、防灼伤等措施。

5、实验时要精心操作，注意观察，做好记录，以便研究实验过程中发生的各种现象（特别是异常现象）。

6、实验终结后，把所用的设备仪器洗净揩干，把所在的工作场所打扫干净。

7、实验所用的仪器、药品、设施，均须经常保持整洁。

8、书写报告时，应按次序写下日期、实验项目、反应原理、操作程序（包括装备图）、计算和结论（讨论）结果等。报告的文字要清晰，一定要反映实验的真实内容。

三、使用药剂的规则

所需药剂无论是在溶液状况或固体状况下，都需保存在带有磨口塞或橡皮塞、软木塞的瓶中，并在瓶上贴上标签，标明药剂的名称和规格。

使用药剂时应遵守下列规则：

1、如果在实验指导书里没有说明药剂用量，在实验中应尽可能的取用小量。这样，既可降低药剂消耗，又可保证实验的安全。

2、实验剩余的药剂不要倒回原来的容器内，也不要随意倾弃，以免发生意外事故。

3、取用药剂后，应立即用塞子将瓶子盖好，并放回原处。

4、干的药剂应用特制的小匙或不锈钢制的小铲来取用。小匙或小铲在任何时候必须保持清洁和干燥，每当使用后应随即将它擦拭干净（最好用滤纸擦）。

四、化学试剂纯度的等级标准

我国已能生产的有机化合物和无机化合物数以万计，它

们的等级标准是根据不同的纯度来确定的，在实验室中，可根据实验要求选用不同等级标准的化学试剂。

化学试剂的等级标准和性质，一般在瓶签上用符号加以注明，并用不同颜色的标签加以区别。

目前，按其用途、纯度或性质分类如下：

1、保证纯（优级纯或一级纯）试剂：它的纯度很高，杂质极少，可用作基准物质，用于精密分析和科学研究。常以GR代表，标签颜色为绿色。

2、分析纯（或二级纯）试剂：纯度比一级品略差，适用于重要分析和一般性研究工作。常以AR代表，标签颜色为红色。

3、化学纯（或三级纯）试剂：纯度与二级品相差较多，适用于工厂、学校一般性的化学实验。常以CP代表，标签颜色为蓝色。

4、实验纯试剂：纯度比三级更差，只用于一般实验，不能用于分析。常以LR代表，标签颜色为棕色或其它色。

第二节 化学实验室的消防设施

在进行化学实验时，由于工作疏忽，或因仪器破损，偶而可能发生着火事故。为了防止这种意外事故扩大，酿成火灾，一般在实验室四周应设有消防设施。

大家知道，燃烧是可燃物质达到着火点，与空气中的氧进行激烈的化学反应并发出光和热的现象。燃烧有三个要素，即可燃物、助燃物和一定的温度，三者缺一不可。因此要灭

火，就必须使可燃物隔绝氧，或者把温度降到可燃物的着火点以下，停止其氧化反应，火就灭了。实验室常用下列几种有效方法灭火：

1、砂土：平时将砂子贮放在小箱里或装在小布袋里。发生火灾，立即将砂子覆盖在火焰上，隔绝空气，即可灭火。用这种方法灭火，其优点是取材方便，成本低廉，简便易行。

2、泡沫灭火器：这种灭火器的构造，就是在一个铁筒里和其内的一个玻璃内筒里分别装有碳酸氢钠和硫酸铝。使用时，将铁筒倒置，使两种不同的物质接触而起化学变化，产生 CO_2 泡沫。 CO_2 比空气重，罩在火焰周围，使燃烧的物质接触不到空气（氧），达到灭火目的。这种灭火器适用于油类失火和一般性的初起火灾。

3、四氯化碳灭火器：利用这种灭火器时，可将四氯化碳液体直接喷射到火焰之上，四氯化碳因受热而变成气体，四氯化碳气体比空气重，笼罩在火焰周围，其灭火作用与 CO_2 相同。

这种灭火器适于电器失火。但在空气不流通的地方不能使用。严禁使用四氯化碳灭火器扑救二硫化碳的燃烧，否则会产生光气一类的剧毒气体。二硫化碳失火，可以用水、砂子或泡沫灭火器扑救。

4、干粉灭火器：这种灭火器的构造，是在一个铁筒里装有干粉。干粉主要成分是碳酸氢钠等盐类物质，加入适量的润滑剂和防潮剂，在干粉灭火器上装有 CO_2 作为喷射动力。干粉灭火器喷出的灭火粉末，盖在固体的燃烧物上，能够构成阻碍燃烧的隔离层，并且通过受热而分解出不燃气体，

因而能稀释燃烧区域中的含氧量。同时干粉还有中断燃烧连锁反应的作用，因此灭火速度快。干粉灭火器综合了泡沫式和四氯化碳式灭火器的优点。这种灭火器适用于扑救油类、可燃气体、电器设备、精密仪器、文件资料和遇水燃烧物质的初起火灾。

第二章 化学实验室基本操作

第一节 加热与灼烧

一、加 热

1、加热的目的及其重要性：加热是化学实验中最常用的操作之一，因为加热可以加速化学反应，促成蒸发、蒸馏、干燥、溶解等操作。

2、加热的仪器：一般实验室里常用的加热仪器有下列几种。

①酒精灯：酒精灯通常是玻璃的，带有磨口的盖，灯中装有工业酒精，并有棉线灯芯。酒精灯不能供给很高的温度，当实验在试管中进行时，用它加热比较方便。工作完后应将灯盖好，以免酒精挥发。

酒精灯只能用火柴去点燃，切不可用另一盏点燃的灯去点，因为酒精容易倾出而引起火灾。熄灭时，只能用灯罩盖上，切不可口吹火焰，因为口吹不仅不易使之熄灭，并且会使灯内酒精着火而引起火灾。

另外有金属制的酒精灯，其构造和用法与玻璃制的酒精灯相差不多，故不再赘述。

②酒精喷灯：用金属制造，火焰温度可达900℃以上。
每小时燃烧酒精约0.5kg。

使用方法：

首先将灯身上的加酒精螺母旋开，用加液漏斗注入适量的清洁酒精，然后将螺母拧紧。

每次使用前先用通针将喷火孔扎通，以免堵塞，不能喷水。

再给预热杯中加入酒精，但应避免溢出，以防烧焦胶木手轮和发生意外事故。

一切准备就绪后，用火柴将预热杯中酒精点燃（应避免吹风，以保证预热火焰的集中），待酒精将要燃尽时，喷火筒即行喷火。但如果引火点燃一次、二次不着，必须查找原因（如喷火嘴堵塞或加酒精螺母与灯头连接螺帽松动等），对症进行处理。否则，不得继续引燃，以防发生意外事故。

调节火力时，须旋转调火手轮，向上移动到适当位置，待达到火力集中，喷火强烈时，将手轮拧紧、固定，即可正常工作。

工作结束时，可将调火手轮拧松放到最低位置，约待2分钟后可自动熄灭，如嫌慢可用嘴吹熄。

使用酒精喷灯应注意：

使用时绝对禁止附加任何热源。

当连续使用2小时后，如需继续使用则应增加酒精。

在使用中如遇喷火不够通畅、喷火嘴堵塞、灯身变形、连接部位漏气等现象，应停止使用，排除故障，切不可强行使用。

灯芯约半年左右更换一次。

喷灯在使用过程中和结束时，不得立即用手触及喷火头等部位，以免烫伤。

喷灯工作时应注意周围环境，室内温度不宜过高。

③煤气灯：如果实验室备有煤气，则在加热操作中常用煤气灯。煤气灯有两种，一种叫本生灯，一种叫托氏煤气灯，其构造和使用方法较简单，不另介绍。

④电炉：电炉加热的操作与控制非常方便，对易燃物加热时，由于火源易于截断，较难发生着火事故。

⑤电热板：在实验室里常用于液体加热，由于电热板受热均匀，玻璃仪器不易损坏，并可同时在上边放多个加热器。

⑥红外加热：近年来，实验室中应用红外线加热，可使加热效率成倍地提高。红外加热，是利用物质吸收红外辐射能，分子产生振动，使物体自身发热而升高温度，从而达到加热或干燥的目的。

3、加热的方法

被加热的东西，应当放在火焰的正上面，如果需要更大的热量，则可放在火焰最热部分。在火焰上加热试管时，试管口必须向外，切勿对着自己和别人，因为其中液体过度加热时，会喷射出来，灼伤皮肤，尤其要小心眼睛。

用烧瓶及烧杯加热时，如果直接放在火上进行很危险，因为这样会使仪器破裂，最好是放在石棉铁丝网（石棉网）上加热。如图1，图2所示。

水浴：普通的水浴装置，就是把一个铝制或铜制的水浴锅，放在铁架台的大铁环上（在铁环上可放一石棉网），里面放上三分之二的水，用煤气灯或酒精喷灯将水煮沸后，即

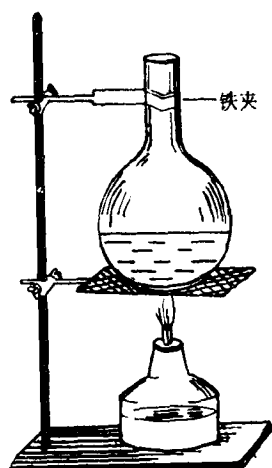


图1 烧瓶在石棉网上加热

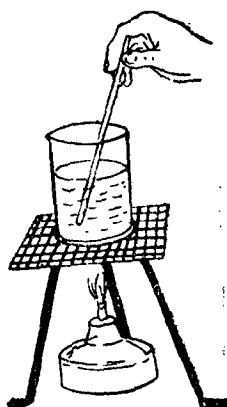


图2 烧杯在石棉网上加热

可把所要加热的仪器放在水浴锅内加热。一般常用的水浴锅如图3所示。

砂浴：砂浴就是在一个圆的铁盘或铜盘上放一些砂子，然后把盘子放在火焰上加热，而将需要加热的仪器放在砂盘上。这样加热的优点是受热均匀，不致使加热的玻璃仪器破损。其加热温度为 400°C 以下。



图3 水浴锅

油浴：油浴和水浴的装置极为相似，其不同点仅在于油浴锅中放的是油而不是水。因油的沸点高于水，故可用于 100°C 以上的加热。

49922

二、灼 烧

灼烧和加热很难严格区分。一般说来，前者比后者的温度可能更高一些。譬如，在重量分析上，灼烧沉淀，其温度一般多在七八百度以上。

在定量分析上，灼烧常用的仪器为坩埚和高温炉（马福炉）。坩埚按构造和质量可分多种，在实验室里常用的有瓷坩埚及铂坩埚（白金坩埚）。

1、瓷坩埚：瓷坩埚最好选择矮形的，也就是高比上口径短一点的，口径不要大于30—35毫米，否则就太重了。

在使用坩埚前，必须先清除坩埚内的沉淀或其它的脏东西，用自来水洗或用铬酸混合液洗，然后再用自来水洗，最后再用蒸馏水清洗内外两面。

灼烧的时候，先将清洗干净的坩埚，放在泥三角上，泥三角放在铁架的铁环上。然后小心地以喷灯或煤气灯的火焰指向坩埚底部来烘干它。但须注意，只有在坩埚已经充分热的时候，才能把灯放在坩埚的正下面大火加热，否则会炸裂。

2、铂坩埚（白金坩埚）

铂又叫白金，价格比黄金贵，由于它具有许多优良的性质，尽管有不少代用品出现，但许多分析工作者仍然离不了铂。铂的熔点很高（ 1773.5°C ），在空气中灼烧不起变化，而且大多数试剂与它不发生作用。在瓷坩埚内绝对不能作 Na_2CO_3 ，尤其是苛性碱的熔融，因为二者都会侵蚀瓷中的硅酸盐。熔融 Na_2CO_3 时，必须用白金坩埚，熔融苛性碱可以用铁、镍或银坩埚，铂坩埚如图4所示。在使用白金坩埚时，

应特别注意，白金较软，又很贵重，一旦损坏就会造成较大的经济损失。所以在使用白金坩埚时应注意：

烧红的白金比较容易和碳化合成为脆的碳化铂。要避免和碳化合，就绝不可以用发亮的火焰来灼烧白金坩埚，因为这种火焰里有热的碳微粒。

在使用白金坩埚时，操作者绝不可离开现场，因为煤气灯的兰色火焰有时会由于煤气与空气的比例改变而变成光亮的火焰（因为蓝色火焰温度高，只有在空气充分时才能得到，而光亮火焰温度低，在空气不充分时易形成）。

灼烧坩埚一定要放在泥三角上加热。但须注意，泥三角要完整，否则灼烧的白金与泥三角中的铁丝会形成合金，因而使坩埚受到损坏。

在白金坩埚内不能灼烧磷酸铵镁（ MgNH_4PO_4 ）或砷的化合物，因为它们可侵蚀白金坩埚。

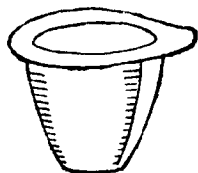


图4 铂坩埚

第二节 化学器皿的洗涤与干燥

一、器皿的洗涤

一个化学工作者对所使用的任何化学器皿，都应当保持绝对的清洁。因为在日常工作中，往往因一点点的污秽存在，就会影响到化学反应及分析的结果，使实验者无法肯定、甚至于引出错误的结论，因而不得不重复整个工作，既

浪费了药品，又浪费了时间。因此我们无论是在学校学习或者将来走上工作岗位，都必须经常注意这个问题。器皿洗净的标志是，洗净的器皿，它的内壁应能被水均匀润湿而无条纹及水珠。

1、洗涤的方法。

化学仪器种类很多，洗涤方法亦各有不同。简述几种常用的方法如下：

在实验室里最常用的化学器皿有试管、滴定管、烧瓶、烧杯及坩埚等。在使用这些仪器之后，必须将内容物立即倒出，所有不需要的溶液亦需倾入特备的废容器内。然后将这些用过的器皿用自来水洗涤，用试管刷、烧杯刷或滴定管刷等刷洗，最后再用蒸馏水洗涤。

灼烧沉淀的坩埚可用热盐酸洗涤，然后用铬酸混合液洗涤，再用自来水冲洗，最后用蒸馏水冲净。

容器内如有油脂时，可用酒精或乙醚洗涤。为了很快的洗去容器内的污垢，亦可用刷子或顶端套有橡皮管（或乳胶管）的玻璃棒去摩擦，使污垢脱落，再以适当溶剂冲洗之。

一般器皿洗涤可先用自来水，并用适当刷子刷洗。这样如仍不洁净，可用去污粉或苏打液代替水重复这个操作，然后再用自来水或蒸馏水冲洗。如果这样洗几次后仍有污垢存在时，即可用浓硫酸或铬酸混合液来洗，随后再用自来水冲洗，蒸馏水冲洗。经过这一番洗涤后，仔细观察器皿，如果水能从器皿上成平层流下，在任何地方也没有水珠存在，那么这个器皿就可称为洁净的器皿了。

有些容量器皿，除了用上述方法洗涤外，还可利用热蒸气来洗涤，其作用往往比上述方法更为有效。具体洗涤操作，

如图5所示。将欲洗的器皿套在一根玻璃管上，气流自装有煮沸水的烧瓶通过玻璃管进入该器皿，凝结在器壁的液体回流到漏斗和烧瓶中。一直蒸到被洗涤剂壁上已看不到水珠存在时为止。

2、常用洗涤液的配制

热肥皂液及碱液洗涤液

器皿上有植物油或动物油时，可用此液浸泡15分钟后（浓碱液30—40%即可），用水冲洗，水洗后用浓盐酸洗，最后再用自来水、蒸馏水洗涤。

合成洗涤剂。把市售合成洗涤剂（又称洗衣粉）用热水配成浓溶液，洗时放入少量溶液，加热效果更好，振荡后倒掉，再用自来水和蒸馏水洗清洁。

如果洗涤剂没有冲净，装水后弯月面变平，洗滴定管、容量瓶，用水要冲洗到弯月面正常为止。

铬酸洗涤液配制

在工业天平上称取研细的重铬酸钾（又称红矾钾）5克，置于250毫升烧杯中，加水10毫升，加热使它溶解，冷却后再慢慢加入80毫升浓硫酸（应注意切不可将水加入硫酸中），边加边搅拌，配好的洗液应为深褐色，储于磨口瓶中密塞备用。使用时防止被水稀释。

氢氧化钠的高锰酸钾洗涤液

在工业天平上称取高锰酸钾4克，溶于少量水中，向该溶液中慢慢加入100毫升10%氢氧化钠溶液即成。该溶液用

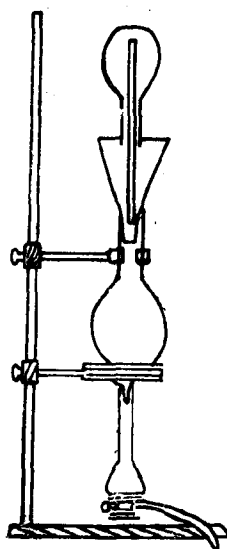


图5 蒸汽洗涤装置