

化学实验课的任务和要求

本实验课程包括普通化学实验与分析化学实验两门实验课的有关内容，二者紧密结合，融会贯通，形成一门独立的课程。

通过本课程的学习，学生可以加深对普通化学和分析化学基本概念和基本理论的理解；了解无机物的一般分离、提纯及制备方法以及物质组成含量的各种分析方法；正确和熟练地掌握常用仪器的使用、基本操作和技能；学会正确获取实验数据、正确处理数据和表达实验结果；培养独立思考、独立解决问题的能力及良好的实验素养，为后续课程的学习，参加科学研究及实际工作打下坚实的基础。

为了学好实验课内容，学生应做到：

（一）课前预习

实验课前应认真预习，明确实验目的和要求，弄清实验原理及方法，了解实验步骤和注意事项，做到心中有数。预先写好实验报告的有关内容，列好表格，查好有关数据。

（二）实验过程中做到

（1）实验时严格按照规范操作进行，仔细观察现象，认真思考，学会运用所学理论知识解释实验现象，解决实验中出现的問題。

（2）认真记录实验现象及测量到的数据。一切测量的原始数据均应真实地记录在实验报告本上，不得随意乱记。

（3）严格遵守实验室规则，注意安全操作。要随时保持实验台面及整个实验室的清洁整齐。

（4）养成严谨的科学态度和实事求是的科学作风，切不可弄虚作假，随意修改数据。如遇实验失败或产生的误差较大时，应找出原因，经教师同意后重做实验。

（三）实验报告

实验报告是实验的记录和总结，实验完毕，应认真写好实验报告。实验报告格式应规范，字迹应端正、整齐、清洁。

第一章 化学实验基本知识

第一节 实验室常识

一、实验室规则

为保证实验室环境的正常秩序，保证实验顺利进行，防止发生意外事故，必须严格遵守实验室规则：

(1) 实验室要保持安静，不得嬉戏喧哗。

(2) 实验台面要保持清洁，台面及实验柜内的仪器要摆放整齐。实验完毕，应及时洗净所用仪器，不应收藏不干净的仪器，因为污物干涸后，洗涤就比较困难。

(3) 保持水槽干净，切勿往水槽中乱抛杂物。火柴头、废纸片、碎玻璃等应投入废物箱，废酸和废碱应小心倒入废液缸内。

(4) 要爱护试剂。称取药品后及时盖好原瓶盖，放回原处。所有配好的试剂都要贴上标签，注明名称、浓度及配制日期。注意节约药品、水、电和煤气。

(5) 要爱护实验室的仪器设备。损坏仪器应及时补领或赔偿。使用精密仪器时，应严格遵守操作规程，不得任意拆装和搬动。用毕，应登记，请教师检查签名。

(6) 实验完毕，应请教师检查仪器、桌面，交报告本，然后离开实验室。学生轮流值日，负责打扫和整理实验室。最后应检查自来水和煤气开关是否关紧，电源是否切断。关闭窗口。经教师检查合格后，值日生方可离开实验室。

二、实验室安全规则

在化学实验中，经常使用易碎的玻璃仪器，易燃、易爆、有腐蚀和有毒性的化学药品，电器设备及煤气等。如不慎，则会影响实验的正常进行，甚至危及人身安全，给国家财产造成重大损失。因此，必须严格遵守实验室规则。

(1) 实验室严禁饮食、吸烟，一切化学药品禁止入口。实验完毕应洗手。

(2) 使用电器设备应特别细心，切不可用湿润的手去开启电闸和电器开关。凡是漏电的仪器不要使用，以防触电。电源打开后，如发觉无电必须立即关闭。

(3) 使用铬酸洗液、浓酸、浓碱、溴等具有强腐蚀性试剂时，切勿溅在皮肤和衣服上。如溅到身上应立即用水冲洗，溅到实验台上或地上时要用水稀释后擦掉。

要注意保护眼睛，必要时应戴上防护眼镜。

(4) 遇有下列情况，应在通风橱内操作：使用 HNO_3 、 HCl 、 HClO_4 、 H_2SO_4 等浓酸及实验过程中产生的有刺激性或有毒气体（如 H_2S 、 Cl_2 、 Br_2 、 NO_2 、 CO 等）。

(5) 使用剧毒药品如 KCN 、 As_2O_3 、 HgCl_2 时，应格外小心！用过的废液切不可倒入下水道或废液桶中，要回收集中处理。

(6) 使用天然气时，应特别注意正确使用，严防泄漏！使用天然气灯加热时，火源应远离其他物品，不得长时间离开，以防熄火漏气。用毕应关闭燃气管道上的小阀门，离开实验室时还应再检查一遍，以确保安全。

(7) 使用乙醚、乙醇、丙酮、苯等易燃性有机试剂时应远离火源，用后盖紧瓶塞，置阴凉处保存。钾、钠和白磷等在空气中易燃烧的物质，应隔绝空气存放。钾、钠保存在煤油中，白磷保存在水中，取用时应使用镊子。

(8) 加热试管中的液体时，切不可将管口对着自己或他人，也不可俯视正在加热的液体，以防液体溅出伤人。不可用鼻子直接对着瓶口或试管口嗅闻气体的气味，应当用手轻轻煽动少量气体进行嗅闻。

三、实验室中意外事故的紧急处理

实验过程中如不慎发生意外事故，应及时采取救护措施，处理后受伤严重者应马上送医院医治。

(一) 酸腐蚀

马上用大量水冲洗，然后用饱和 NaHCO_3 溶液或肥皂水冲洗，最后再用水冲洗。如果酸液溅入眼内，应立刻用大量水冲洗，然后用 2% $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 溶液洗眼，最后再用蒸馏水冲洗。

(二) 碱腐蚀

先用大量水冲洗，然后用 2% HAc 溶液冲洗，最后用水冲洗干净并涂敷硼酸软膏。如果碱液溅入眼内，应马上用大量水冲洗，再用 3% H_3BO_3 溶液冲洗，最后用蒸馏水冲洗。

(三) 溴腐蚀

用乙醇或 10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液洗涤伤口，再用水冲洗干净，然后涂敷甘油。

(四) 磷灼伤

先用 5% CuSO_4 溶液或 KMnO_4 溶液洗涤伤口，然后用浸过 CuSO_4 溶液的绷

带包扎。

(五) 烫伤

切不可用水冲洗。应在烫伤处涂烫伤膏或万花油。

(六) 割伤

马上用消毒棉棒揩净伤口，涂上红药水，洒上消炎粉或敷上消炎膏并用绷带包扎。

(七) 吸入刺激性或有毒气体

吸入 Br_2 , Cl_2 , HCl 等气体时，可吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒。若吸入 H_2S 气体而感到不适时，应马上到室外呼吸新鲜空气。

(八) 触电

立即切断电源。必要时进行人工呼吸。

(九) 起火

根据起火原因立即采取灭火措施。首先切断电源，移走易燃药品。有机溶剂和电器设备着火，马上用四氯化碳灭火器、专用防火布、干粉等灭火，切不可用水或泡沫灭火器灭火。

第二节 实验室常用仪器简介

无机化学实验与分析化学实验中经常使用的仪器，大部分为玻璃制品。玻璃仪器按玻璃性能分为可加热的如各类烧杯、烧瓶、锥形瓶、试管等及不能加热的如试剂瓶、量筒、容量瓶等。按用途分为容器类如试剂瓶、烧杯等，量器类如移液管、滴定管、容量瓶等以及特殊用途类如漏斗、干燥器等。以上常用仪器见图 1 所示。它们的使用方法将在以后各章节中加以详细介绍。

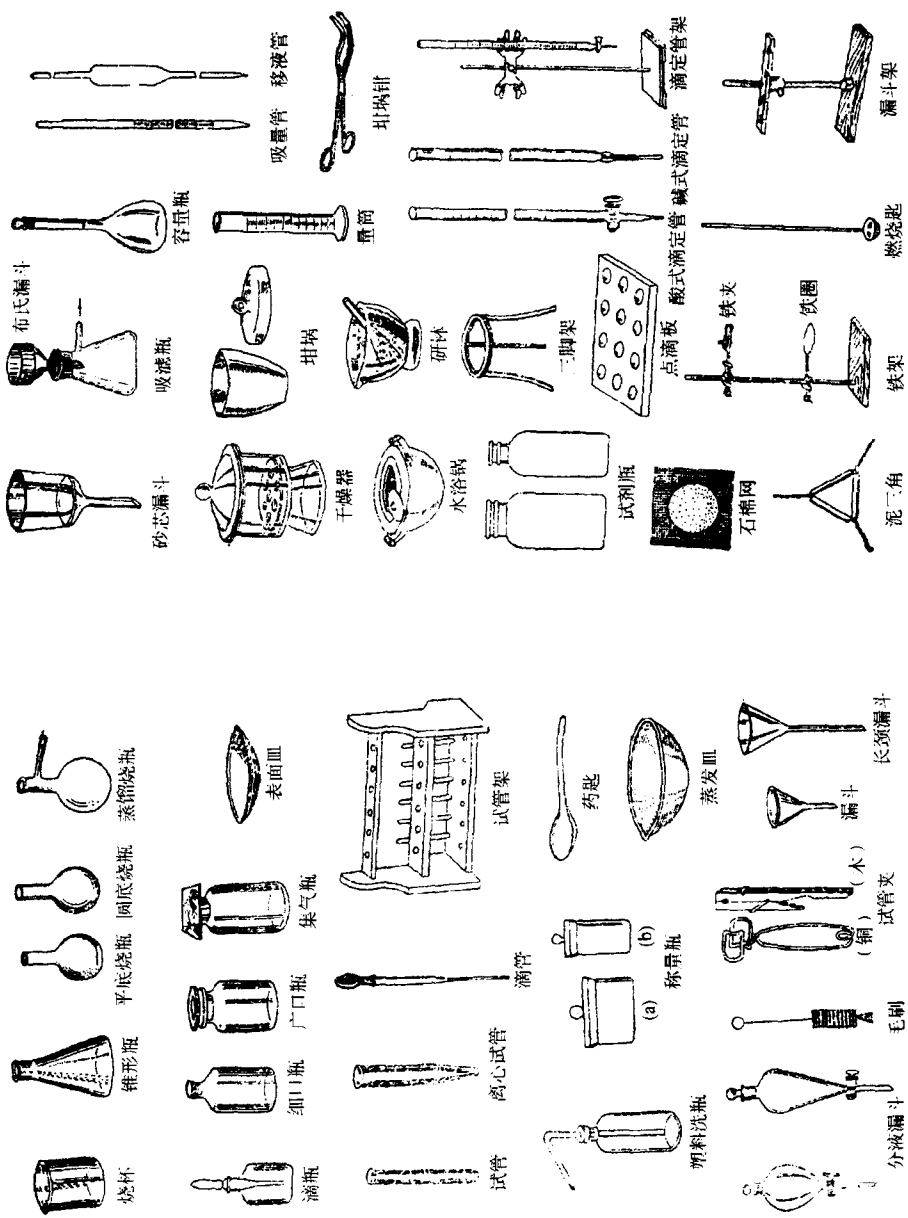


图 1 化学实验中常用的仪器

第三节 化学试剂的一般知识

一、一般试剂

实验室最普遍使用的试剂为一般试剂，可分为四个等级，其规格及适用范围见表 1。

表 1 一般试剂规格及用途

级 别	中文名称	英文标志	标签颜色	主要用途
一级	优级纯	GR	绿	精密分析实验
二级	分析纯	AR	红	一般分析实验
三级	化学纯	CP	蓝	一般化学实验
生物化学试剂	生化试剂生物染色剂	BR	咖啡色 (染色剂:玫红色)	生物化学及医化学实验

指示剂也属于一般试剂。此外，还有标准试剂、高纯试剂、专用试剂等。

按规定，试剂瓶的标签上应标示试剂名称、化学式、摩尔质量、级别、技术规格、产品标准号、生产许可证号(部分常用试剂)、生产批号、厂名等。危险品和毒品还应给出相应的标志。

二、试剂的选用

应根据实验要求，本着节约的原则，合理选用不同级别的试剂。在能满足实验要求的前提下，尽量选用低价位的试剂。

三、试剂的保管

试剂应保存在通风、干燥、洁净的房间里，防止污染或变质。氧化剂、还原剂应密封、避光保存。易挥发和低沸点试剂应置低温阴暗处。易侵蚀玻璃的试剂应保存于塑料瓶内。易燃易爆试剂应有安全措施。剧毒试剂应由专人妥善保管，用时严格登记。

第四节 实验用水

化学实验对水的质量有一定的要求，纯水是最常用的纯净溶剂和洗涤剂，应根据实验的要求选用不同规格的纯水。

一、规格

表 2列出了实验室用水的级别及主要指标。

表 2 实验室用水的级别及主要指标

指标名称	一级	二级	三级
pH 值范围(25℃)	—	—	5.0~7.5
电导率(25℃, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) $\leq$	0.1	1.0	5.0
吸光度(254nm, 1cm 光程) $\leq$	0.001	0.01	—
二氧化硅($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) $\leq$	0.02	0.05	—

二、制备方法

按水的质量可将实验用水分为一级、二级、三级。

(一) 一级水

可用二级水经过石英设备蒸馏或离子交换混合床处理后,再经 $0.2\ \mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤来制取。一级水主要用于有严格要求的分析实验,包括对微粒有要求的实验,如高效液相色谱分析用水。

(二) 二级水

可用离子交换或多次蒸馏等方法制取。二级水主要用于无机痕量分析实验,如原子吸收光谱分析、电化学分析实验等。

(三) 三级水

可用蒸馏、去离子(离子交换及电渗析法)或反渗透等方法制取。三级水用于一般化学分析实验。

制备分析实验用水的原水应当是饮用水或其他适当纯度的水。

三级水是最普遍使用的纯水,一是直接用于某些实验;二是用于制备二级水乃至一级水。过去多采用蒸馏法制备,称为蒸馏水。目前多采用离子交换法(称去离子水)电渗析法。

各种制备方法介绍如下:

(一) 蒸馏法

把自来水或较纯净的天然水在蒸馏装置中加热气化,水蒸气冷凝即可得蒸馏

水。此法除去的是水中的非挥发性杂质和微生物等，未除去易溶于水的气体。且由于蒸馏装置的腐蚀（蒸馏装置一般用玻璃、铜及石英等材料制成），蒸馏水中仍含微量杂质。25℃时，其电阻率为 $1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 左右。为三级水。

（二）电渗析法

电渗析法是将自来水通过阴、阳离子交换膜组成的电渗析器，在外电场的作用下，利用阴、阳离子交换膜对水中阴、阳离子的选择透过性，使杂质离子从水中分离出来。电渗析水纯度比蒸馏水低，未除去非离子型杂质。电阻率为 $10^4 \sim 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 接近三级水质量。

（三）离子交换法

离子交换法是将自来水通过装有阳离子交换树脂和阴离子交换树脂的离子交换柱，利用交换树脂中的活性基团与水中的杂质离子进行交换作用，除去水中的杂质离子。此法制得的水称“去离子”水。其纯度较高，电阻率大于 $5 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ (25℃) 未除去非离子型杂质 含有微量有机物 为三级水。

一级水基本上不含溶解或胶态离子杂质及有机物，可将二级水用石英蒸馏器进一步蒸馏、通过离子交换混合床或 $0.2 \mu\text{m}$ 的过滤膜等方法制得。二级水可含微量的无机、有机或胶态杂质，可采用蒸馏、反渗透或去离子后再蒸馏等方法制备。

三、检验

纯水的质量可以通过水质鉴定，根据水中杂质离子含量多少确定。主要质量指标是电导率（或电阻率）。水的纯度越高，杂质离子的含量越少，水的电阻率越高。

测定电导率应选用适于测定高纯水的电导率仪（最小量程为 $0.02 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ）。测定一、二级水时，电导池常数为 $0.01 \sim 0.1$ 进行“在线”（即将电极装入制水设备的出水管道中）测定。测定三级水时，电导池常数为 $0.1 \sim 1$ ，用烧杯接取约 300ml 水样，立即测定。

第二章 普通化学实验基本操作

第一节 玻璃仪器的洗涤及干燥

一、玻璃仪器的洗涤

化学实验中经常使用各种玻璃器皿，洗净的玻璃器皿应透明，其内壁应能被水均匀地润湿而不挂水珠。

一般的器皿如烧杯、试剂瓶、锥形瓶等可用自来水或适当的洗涤液浸泡刷洗，污染严重时可用热的洗涤剂水溶液刷洗，然后用自来水冲洗，最后用少量去离子水冲洗内壁 2~3 次，以除去残留的自来水。自来水和去离子水都应按少量多次的原则使用。

滴定管、容量瓶、移液管等，由于其容量精确、形状特殊，不宜用刷子机械地擦其内壁。通常是用铬酸洗液浸泡内壁，然后依次用自来水和去离子水冲洗，其外壁用毛刷沾去污粉刷洗。

光度分析用的吸收池被有色溶液或有机试剂染色后，应用盐酸-乙醇洗涤液浸泡内外壁后再用自来水及去离子水洗净。

二、常用洗涤剂

(一) 铬酸洗液

称取 25g 工业用或化学纯 $K_2Cr_2O_7$ 置于烧杯中，加 50ml 水，加热搅拌溶解后，边搅拌边缓慢沿杯壁加入 450ml 工业用浓 H_2SO_4 （注意：刚开始加 H_2SO_4 要特别缓慢，防止剧烈放热而溅出，最好带上橡胶手套操作），冷却后转入细口玻璃试剂瓶中，盖紧。新配好的洗液呈棕红色。铬酸洗液具有强氧化性和强酸性，适于洗去无机物和某些有机物。使用时应注意：

(1) 太脏或盛过有机物的仪器应先用自来水洗一遍。加洗液前应尽量倒尽仪器内的水，以防洗液被稀释。

(2) 洗液可反复使用，用后倒回原瓶并盖紧，以防吸水。当洗液由棕红色变为绿色（ Cr^{3+} 颜色）时，即失效。可再加入适量 $K_2Cr_2O_7$ ，加热溶解后可继续使用。

(3) 洗液腐蚀性很强，使用时应特别小心，不要溅在手、衣物、实验台或地上，一

旦溅上，应马上用自来水冲洗擦净。

(4)六价铬毒性较大，大量使用会污染环境。能用其他洗涤剂洗净的仪器尽量不使用铬酸洗液。

(二) 去污粉

去污粉是实验室最普通的洗涤剂，一般的器皿可用毛刷沾去污粉反复刷洗。

(三) 盐酸-乙醇溶液

由化学纯盐酸与乙醇按 1 + 2 的体积比混合，主要用于洗涤被染色的吸收池、比色管、吸量管等。

(四) 盐酸

由化学纯盐酸与水按 1 + 1 的体积比混合，亦可加入少量草酸，该液为还原性强酸洗涤剂，用于洗去多种金属氧化物和金属离子。

三、玻璃仪器的干燥

如洗净的玻璃仪器需要干燥，可采用下述几种方法：

(一) 用丙酮、乙醇等有机溶剂快速干燥

对于不能用高温加热方法干燥的，带有刻度的容量仪器，如移液管、吸量管、容量瓶、滴定管等，如需干燥时可将仪器用少量丙酮或酒精等有机溶剂淋洗一遍后，倾出含水混合液(应回收)晾干。

(二) 烘干

把洗净的仪器放在电热烘箱中，温度控制在 105℃ 左右烘干。此法不能用于精密度高的容量仪器。待烘干的仪器放入烘箱前应尽量把水倒净，并在烘箱的最下层放一个搪瓷盘，防止仪器上滴下的水珠落入电热丝中，烧坏电热丝。

(三) 烤干

能加热的仪器可以直接在煤气灯上小火烤干。该法适用于试管、烧杯、蒸发皿等。

(四) 吹干

用电吹风机热风直接吹干。

(五) 晾干

不急用的仪器，可将其洗净后倒置于洁净的仪器架上晾干。

第二节 化学试剂的取用方法

一、固体试剂的取用方法

固体的取用一般用牛角匙或不锈钢匙。匙使用前应洗净擦干。取用试剂时应专匙专用，千万不可交叉使用。匙的两端一大一小，取量大时用大匙一端，取量少时用小匙一端。取用完试剂后应立即盖严瓶塞，将试剂瓶放回原处。

在台秤或分析天平上称量固体试剂时，试剂不能直接放在称盘上，应垫上纸或表面皿。对于腐蚀性或易潮解的固体试剂应放在表面皿或小烧杯中称量。试剂量应按要求称取，不要多称，以免造成浪费。

二、液体试剂的取用方法

从细口试剂瓶中倒取液体试剂时，一般用左手拿住盛接容器（试管或量筒等），右手掌心向着标签握住试剂瓶，让瓶口紧靠盛接容器的边缘慢慢倾倒（图 1）。倒够所用试剂量时，试剂瓶口应在容器上靠一下，再使瓶子竖直，这样可使试剂瓶口残留的试剂顺着盛接容器的内壁流入容器内，而不至沿试剂瓶外壁流下。如盛接容器是烧杯，则应左手持玻棒，让试剂瓶口靠在玻棒上，使溶液顺玻棒流入烧杯。倒毕，应将瓶口顺玻棒向上提一下再离开玻棒，使瓶口残留的溶液顺玻棒流入烧杯（图 2）。

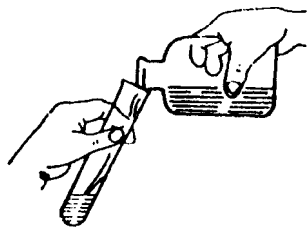


图 1 往试管中倒取液体试剂

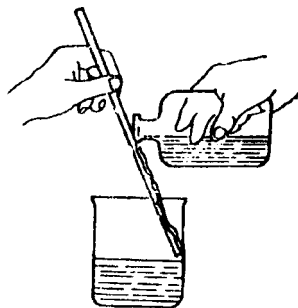


图 2 往烧杯中倒入液体试剂

从滴瓶中取用试剂时，应先将滴管提至液面以上，挤压橡皮乳头排出空气，然后再伸入液体中，放松橡皮乳头吸入试剂，取出滴管，滴管管尖垂直放在试管口上方，挤压橡皮乳头，使溶液垂直滴入试管中。试管应垂直不要倾斜。滴管不可伸入试管内，以免沾污滴管（图 3）滴管用毕要立即插回原瓶，要专管专用。滴管不可取出倒置，以免其中的溶液流入橡皮乳头而被污染，更不可取出随意乱放和用自己的滴管随意去取滴瓶中的试剂，以免沾污或搞错。

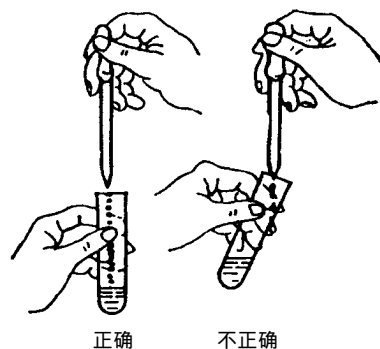


图 3 往试管中滴加液体试剂

第三节 常用度量仪器

一、量筒

量筒是用以量取液体体积的仪器。可根据不同的需要选用不同容量的量筒。应使所量取溶液的体积与量筒的容量相接近。如量取 8.0ml 的液体时，应使用 10ml 的量筒，产生的测量误差为 $\pm 0.1\text{ml}$ 。如使用 100ml 的量筒，则会产生 $\pm 1\text{ml}$ 测量误差。

使用量筒量取液体体积读数时，应使视线与量筒内凹月面下缘最低点处于同一水平切线上（图 4）。

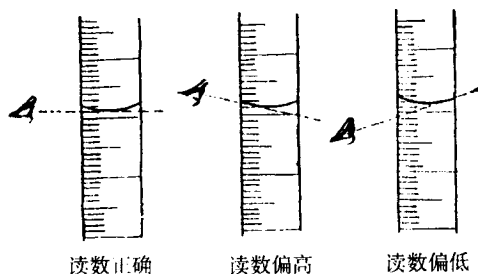


图 4 量筒的读数方法

二、温度计

实验室中常用水银温度计测温。水银温度计是把水银封固于玻璃毛细管中制成。常用的三种规格为： $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 、 $0\sim 250^{\circ}\text{C}$ 、 $0\sim 360^{\circ}\text{C}$ 精度为 0.1°C 。刻度为 $1/10$ 的温度计精度为 0.01°C 。

边加热液体边测其温度时，应将温度计固定在一定位置上，使水银球完全浸入液体中。不可使水银球靠在容器壁上或接触容器底部。

不可将温度计当搅棒使用；刚测过高温的温度计不可马上用冷水冲洗，以免玻璃炸裂；温度计应轻拿轻放，以免打碎。温度计用毕要及时装入温度计套中。

温度的标尺或温标，一般用两个固定的温度点：在 101325Pa 标准状态下冰的熔点和水的沸点。在国际百分温标中，冰的熔点为 0°C 水的沸点为 100°C 在开尔文温标中 冰的熔点为 273.16K 水的沸点为 373.16K 。两点间均分为 100 等分。

应避免用水银温度计测量过高或过低的温度，因为玻璃的软化点约为 450°C ，而水银在常压下的凝固点为 -39°C 沸点为 365.7°C 。

一般使用电阻温度计或热电偶温度计测量较高的温度。

三、气压计

测量大气压力时使用气压计，实验室中一般用福廷式气压计 如图 5 所示。

（一）福廷式气压计构造

主要部件由一支盛有汞的玻璃管倒置于汞槽中组成。玻璃管顶部为真空。汞槽底部连通一个羚羊皮囊 6，下方被螺丝 7 顶着，旋转螺丝即可调节汞槽内液面的高低。盛汞的玻璃管外部套一黄铜管，黄铜管上部一侧刻有表明汞柱高度的标线，在标线区域，前后对应开两个长方形的槽窗，以供观察玻璃管中汞柱的顶端高度。黄铜管的刻度标尺 2 为主尺，槽缝中镶嵌着一个活动的与主尺严密接触的游标尺 1 为副尺。

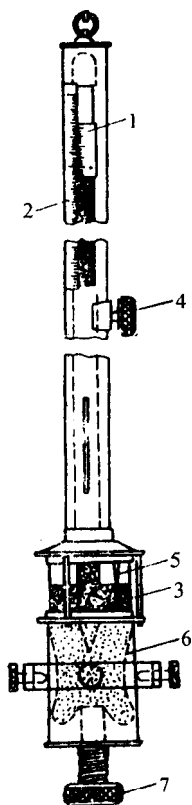


图 5 福廷式气压计

1. 游标尺（副尺） 2. 刻度标尺（主尺） 3. 汞槽 4. 游标调整旋钮 5. 象牙针 6. 皮囊 7. 汞液面调整螺丝

(二) 气压计的使用

气压计应垂直安装，若偏离垂直 1° 便会使气压计的读数带来误差。

使用步骤如下：

(1) 记录气压计上温度计的读数。

(2) 调节汞槽内汞面高度。旋动螺丝 7，使槽内汞面恰与象牙针 5 的尖端相接触。黄铜管上的刻度读数是以象牙针尖端为零点开始计算的。

(3) 调节游标尺 旋转游标旋钮 4，使游标尺的下沿略高于汞柱液面，然后慢慢下降，使游标尺的下沿与汞弯月面相切并与视线处于同一水平线上。

(4) 读数 先根据与游标尺零点相对应的黄铜标尺（主尺）的刻度，读出接近游标尺零点以下的刻度值，如 101.2（图 6）再从游标尺上找出与主尺刻度线吻合得最好的一条刻度线的数值 如为 5 则气压计读数为 101.25kPa。

(5) 读数毕 应向下转动螺丝 7 使汞液面离开象牙针 2~3cm。

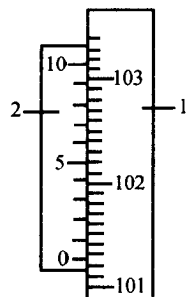


图 6 读数方法
1. 主尺 2. 游标尺

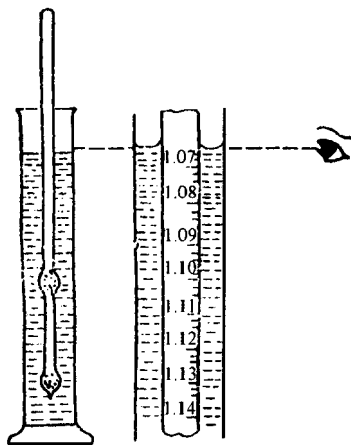


图 7 比重计及液体相对密度的测定

四、比重计

比重计用以测量液体的相对密度。

一般比重计分为重表和轻表两类。重表用于测量相对密度大于 $1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ 的液体，轻表用于测量相对密度小于 $1 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$ 的液体。

测量方法：将待测相对密度的液体盛入大量筒中，把比重计慢慢放入量筒，此时应用手夹住比重计的上端，待其停稳后，再松开手，比重计浮于液面上，读数（图 7）。

测量完毕 应冲洗干净比重计 用布擦干，放入比重计盒中保存。

第四节 加热装置与加热方法

实验室中常采用各种灯具和电热设备作为加热装置。

一、酒精灯

酒精灯所用的燃料为酒精。它的组成为灯罩、灯芯、灯壶三部分（图 8）。酒精

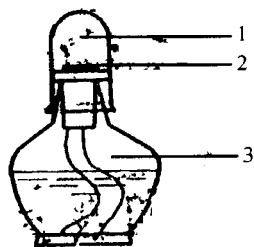


图 8 酒精灯

1. 灯罩 2. 灯芯 3. 灯壶

灯的火焰温度为 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$ 。使用酒精灯时应注意：

(1) 灯内的酒精不应超过容积的 $\frac{2}{3}$ ，以免装得太满，导致移动灯时酒精倾出或点燃时酒精受热膨胀溢出。

(2) 用火柴点燃酒精灯。不得用燃着的酒精灯引燃。酒精灯熄灭时应用灯罩盖熄灭，不得用嘴吹灭。

(3) 酒精灯不得连续长时间使用，以免火焰使酒精灯本身灼热，灯内酒精大量汽化形成爆炸混合物。

二、酒精喷灯

酒精喷灯的燃料亦是酒精，它是先将酒精汽化后与空气混合才燃烧的，其火焰温度可达 900°C 左右。

挂式酒精喷灯构造如图 9 所示。用时把酒精贮罐挂在 1.5m 高的地方。灯管下部为一预热盆，盆的下方有一支管，通过橡皮管与挂在高处的酒精贮罐相通。使用时操作步骤如下：

(1) 打开活塞 3 使预热盆 5 中装满酒精。

(2) 点燃预热盆中酒精 烧热灯管 当盆中酒精近干时，灯管已被灼热。

(3) 点燃火柴移至灯口：打开开关 6 从贮罐 2 流入热灯管 9 中的酒精立即汽化并与从气孔 7 进来的空气混合，即可点燃。

(4) 调节开关 6 可控制火焰的大小。

(5) 使用毕 关闭开关 6 火焰熄灭。

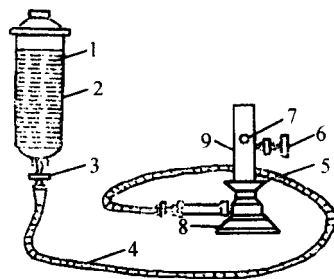


图 9 酒精喷灯

1. 酒精 2. 酒精贮罐 3. 活塞
4. 橡皮管 5. 预热盆 6. 开关
7. 气孔 8. 灯座 9. 灯管

三、煤气灯

煤气灯由灯管 2 和灯座组成（图 10）。灯管的下部设有螺旋和进入空气的气孔，旋转灯管即可控制气孔的大小，从而调节空气的进入量。灯座的侧面为煤气入口 3，通过橡皮管与煤气管道相连接。灯座下面设

有用以调节煤气进入量的螺旋形针形阀 5。点燃过程：先关闭空气入口 4，点燃火柴放在灯管口边缘，此时打开煤气开关 1，灯即点燃。调节空气及煤气进入量，让煤气完全燃烧，即可得到淡紫色分层的正常火焰。

正常火焰分成三层（图 11a）。内层是焰心，由未燃烧的煤气和空气的混合物组成；中层是还原焰，由煤气不完全燃烧并分解为含碳的产物，这部分火焰具有还原性，温度较高，火焰呈淡蓝色；外层是氧化焰，煤气完全燃烧，这部分火焰由于有过剩的空气而具氧化性。最高温处的温度约为 1500°C 位于还原焰顶端上部的氧化焰处。

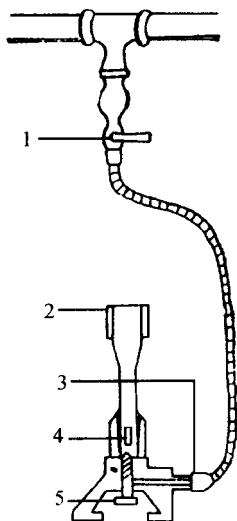


图 10 煤气灯

1. 煤气开关 2. 灯管 3. 煤气入口
4. 空气入口 5. 煤气调节器
(针阀)

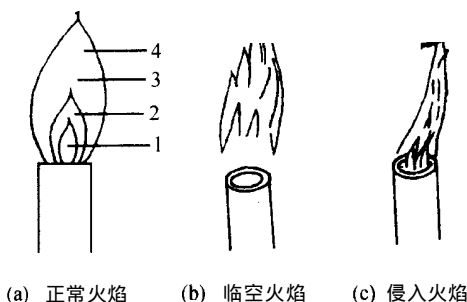


图 11 各种火焰

1. 焰心 2. 还原焰 3. 最高温度处 4. 氧化焰

如果空气或煤气的进入量调节得不合适，会产生不正常的火焰。如煤气和空气的进入量都很大，气流冲击管外，火焰在灯管上空燃烧，形成“临空火焰”（图 12b）。如煤气进入量很小，而空气进入量很大时，火焰在灯管内燃烧，火焰呈绿色，并发出特殊的嘶嘶声，形成“侵入火焰”（图 12c）。如产生这两种不正常的火焰时，必须立即关闭煤气开关，重新调节后再点燃。

四、电炉、电热板、马弗炉

用电炉加热时，容器与电炉之间应隔一块石棉网，使容器受热均匀，以免炸裂。电热板的加热面积比电炉大，可用于加热体积较大或数量较多的试样。