

高等学校试用教材

普通化学实验

浙江大学普通化学教研组 编

普通化学实验

浙江大学普通化学教研组 编



人
人

06-3
4

社

人民教育出版社

高等学校试用教材

普通化学实验

浙江大学普通化学教研组 编

人 民 教 育 出 版 社

高等学校试用教材

普通化学实验

浙江大学普通化学教研组 编

*

人民教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海市中华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 11 2/8 字数 256,000

1981年1月第1版 1981年5月第1次印刷

印数 000,001—111,500

书号 13012·0549 定价 0.85元

前 言

本书是根据教学需要,配合我教研组编《普通化学》(1981年修订本)而编写的实验教材。编写时注意了以下几点:

1. 明确实验与讲课的关系。实验的主要内容配合讲课,注意理论与实际的联系,使讲课中重要理论和知识通过实验能进一步巩固、扩大和深化。

2. 加强基本操作技能的训练。书中对于常用仪器、主要操作技能以及操作中常发现的错误,都用文字和插图作了说明。不同仪器的使用及不同操作方法的练习尽量分散于各个实验中,便于学生有步骤有目的地学习。某些最基本的操作技能如称量、加热、洗涤、分离等尽可能在不同的实验中多次运用,以利于反复训练。对分析天平、酸度计、电位计、电导率仪、分光光度计、气体分析仪等仪器,还编写了使用说明。

3. 培养独立思考和独立工作能力。书中对实验所根据的基本原理作了简要的提示;在实验内容后有思考题,便于学生在实验预习时联系理论进行思考。对于实验内容的安排,在配合讲课系统的同时,尽可能地根据循序渐进的原则,由浅入深,由简到繁,逐步培养学生独立地观察现象、分析现象并归纳出结论的能力。在较后面的实验中,还选入了一些定性检验、工业分析等内容,有的实验还要求学生独立设计实验步骤及自己装置仪器,以便进一步培养其运用理论和实验操作技能来解决具体问题的能力。

4. 便于实验预备室的工作。书中对某些药品的配制方法作了必要的说明;对于各实验中所用溶液的浓度,尽可能统一了规格(酸碱用当量浓度表示,盐类用摩尔浓度表示),并减少了药品的种类,降低了药品的用量;对于需回收的药品、可公用的仪器以及代用的药品和仪器,也一一加以注释。

根据当前学生的基础及各校专业设置、设备条件的情况,实验内容应具有较广泛的适应性。书中共编写了二十四个实验,其中包括一些选做的实验内容(大都用*号标明),供教师根据具体情况灵活选用。在书末,附有每个实验的实验报告,供选用或参考。

本书初稿于1979年夏完成,同年秋在浙江大学热能、内燃、低温等专业试用;后又参考1980年5月高等学校工科化学教材编审委员会扩大会议审订的《普通化学》(80学时)教学大纲,作了修改。

书稿经华中工学院、北京工业学院、天津大学、华东化工学院四校复做实验和审阅,并于1980年8月在杭州的审稿会上由普化、无机教材编审小组复审。根据审稿意见作了修改。还有一些兄弟院校提供了不少建设性意见。在此一并谨致谢意。

参加本书编写工作的有李博达、李明馨、刘湘兰、张瑜、王明华、宋宗簏、周永秋、孙义毛、周庭午、朱远黛、陶秋初、胡宗烈、吴芷如、李国德、蔡训织、蔡菊香、吴月珍等。

由于编写者水平有限,书中错误及不妥之处希读者批评指正!

浙江大学普通化学教研组

1981年1月

目 录

前言

实验目的	1
实验的程序与要求	2
实验室规则	3
实验室安全守则	4
实验室意外事故的处理	5
普通化学实验的常用仪器	6
普通化学实验的基本操作	9
一、天平的使用	9
二、灯的使用和加热	9
三、玻璃仪器的洗涤	11
四、药品的取用	12
五、容量瓶、滴定管和移液管的洗涤和使用	13
六、液体和固体的分离	15
七、干燥器的使用	18
八、比重计的使用	19
九、启普发生器的使用	19
十、蒸馏	20
十一、玻璃操作	20
实验及计算中的有效数字	22
实验一 硫酸铜的提纯	23
实验二 硫酸亚铁铵的制备	25
实验三 分析天平的使用	27
实验四 金属当量的测定	33
实验五 气体分子量的测定	36
实验六 溶液的配制与酸碱滴定	38
实验七 熔点的测定	41
实验八 溶质分子量的测定	43
实验九 化学反应速度与化学平衡	46
实验十 化学反应焓变的测定	50
实验十一 电解质溶液	53
实验十二 醋酸电离度和电离常数的测定	57
实验十三 二氧化铅溶度积的测定	61

实验十四	氧化还原与电化学	64
实验十五	原电池电动势的测定	69
实验十六	单质	73
实验十七	无机化合物	78
实验十八	络合物的形成和性质	85
实验十九	三价铁离子与磺基水杨酸络合物的组成和稳定常数的测定	88
实验二十	有机化合物	93
实验二十一	水的净化	99
实验二十二	气体分析	104
实验二十三	阳离子的纸上色层分析法	109
实验二十四	铁矿中铁的测定	112
附录		115
一、	化学药品的规格	115
二、	常用酸碱溶液的浓度	115
三、	不同温度时水的饱和蒸气压	116
四、	弱电解质的电离常数	116
五、	难溶电解质的溶度积	117
六、	标准电极电位	118
七、	络离子的稳定常数	120
八、	国际原子量表	120
九、	硫酸溶液的密度	121
十、	对数表	122
实验报告		125

实验目的

普通化学是一门实验科学。实验是普通化学课程不可缺少的一个重要环节。它的目的是：

1. 使课堂中讲授的重要理论和概念得到验证、巩固和充实，并适当地扩大知识面。普通化学实验不仅能使理论知识形象化，并且能说明这些理论和规律在应用时的条件、范围和方法，较全面地反映化学现象的复杂性和多样性。

2. 培养学生正确地掌握一定的实验操作技能。有正确的操作，才能得出准确的数据和结果，而后者又是正确结论的主要依据。因此，化学实验中基本操作的训练具有极其重要的意义。

3. 培养学生独立思考和独立工作能力。学生需要学会联系课堂讲授的知识，仔细地观察和分析实验现象，认真地处理数据并概括现象，从中得出结论。

4. 培养学生的科学工作态度和习惯。科学工作态度是指实事求是的作风，忠实于所观察到的客观现象。如发现实验现象与理论不符时，应检查操作是否正确或所用的理论是否合适等。科学工作习惯是指操作正确、观察细致、安排合理等，这些都是作好实验的必要条件。

实验的程序与要求

1. 预习 充分预习实验教材是保证做好实验的一个重要环节。预习时应当搞清实验的目的、内容、有关原理、操作方法及注意事项等,并初步估计每一反应的预期结果,根据不同的实验及指导教师的要求做好预习报告。(如有需要,某些实验内容可到实验室中在教师的指导下进行预习。)对于实验内容后面的“实验前准备的思考题”,预习时应认真思考。

2. 提问和检查 实验开始前由指导教师进行集体或个别提问和检查。一方面了解学生的预习情况,另一方面可以具体指导学生的学习方法。查问的内容主要是实验的目的、内容、原理、操作和注意事项等。如发现个别学生准备不够,教师可以停止他进行本次实验,在指定日期另行补做。

3. 进行实验 学生应遵守实验室规则,接受教师指导,按照实验教材上规定的方法、步骤及药品的用量进行实验。细心观察现象,如实记录于实验报告中。同时,应深入思考,分析产生现象的原因。如有疑问,可相互讨论或询问教师。

4. 做实验报告 实验完毕后,应当堂(或在指定时间内)做好实验报告,由课代表收齐交给指导教师。实验报告要记载清楚、结论明确、文字简练、书写整洁。不合格者,教师可退回学生重做。教师在接受报告时,可以提出实验中的问题,对学生进行再次查问。

实验室规则

1. 实验前清点仪器。如发现有破损或缺少,应立即报告教师,按规定手续向实验准备室补领。实验时仪器如有损坏,亦应按规定手续向实验准备室换取新仪器。未经教师同意,不得挪用别的位置上的仪器。

2. 实验时保持肃静,集中思想,认真操作,仔细观察现象,如实记录结果,积极思考问题。

3. 实验时应保持实验室和桌面清洁整齐。火柴梗、废纸屑、废液、金属屑等应投入废纸篓或倒入废液钵中,严禁投入或倒入水槽内,以防水槽和下水管道堵塞或腐蚀。

4. 实验时要爱护国家财物,小心地使用仪器和实验设备,注意节约水、电、药品。使用精密仪器时,必须严格按照操作规程进行,要谨慎细致。如发现仪器有故障,应即停止使用,及时报告指导教师。

药品应按规定量取用,自瓶中取出药品后,不应将药品倒回原瓶中,以免带入杂质;取用药品后,应立即盖上瓶塞,以免搞错瓶塞,沾污药品;并随即将瓶放回原处。

5. 实验时必须按正确操作方法进行,注意安全。

6. 实验完毕后将玻璃仪器洗涤干净,放回原处。整理好桌面,打扫干净水槽和地面,最后洗净双手。

7. 实验完毕后必须检查电插头或闸刀是否拉开,水龙头是否关闭等。实验室内的一切物品(仪器、药品和产物等)不得带离实验室。

实验室安全守则

化学药品中有很多是易燃、易爆炸、有腐蚀性或有毒的。所以在化学实验时，首先必须在思想上十分重视安全问题，决不能麻痹大意。其次，在实验前应充分了解安全注意事项。在实验过程中要集中注意力，遵守操作规程，以避免事故的发生。

1. 加热试管时不要将试管口指向自己或别人，不要俯视正在加热的液体，以免液体溅出，受到伤害。
2. 嗅闻气体时，应用手轻拂气体，偏向自己后再嗅。
3. 使用酒精灯，应随用随点，不用时盖上灯罩。不要用已点燃的酒精灯去点燃别的酒精灯，以免酒精流出而失火。
4. 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿溅在衣服、皮肤、尤其眼睛上。稀释浓硫酸时，应将浓硫酸慢慢倒入水中，而不能将水向浓硫酸里倒，以免迸溅。
5. 能产生有刺激性或有毒气的实验，应在通风橱内(或通风处)进行。
6. 有毒药品(如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物等，特别是氰化物)不得进入口内或接触伤口。也不能将有毒药品随便倒入下水管道。
7. 对于易燃物质，应尽可能使其远离火焰。
8. 实验完毕，应洗净双手后，才可离开实验室。实验室内严禁饮食、吸烟。

实验室意外事故的处理

1. 若因酒精、苯或乙醚等引起着火，应立即用湿布或砂土(实验室应备有灭火砂箱)等扑灭。若遇电气设备着火，必须先切断电源，再用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火。
2. 遇有烫伤事故，可用高锰酸钾或苦味酸溶液揩洗灼伤处，再搽上凡士林或烫伤油膏。
3. 若在眼睛或皮肤上溅着强酸或强碱，应立即用大量水冲洗，然后相应地用碳酸氢钠溶液或硼酸溶液冲洗(若溅在皮肤上最后还可涂些凡士林)。
4. 若吸入氯、氯化氢气体，可即吸入少量酒精和乙醚的混和蒸气以解毒；若吸入硫化氢气体而感到不适或头晕时，应立即到室外呼吸新鲜空气。
5. 被玻璃割伤时，伤口内若有玻璃碎片，须先挑出，然后抹上红药水并包扎。
6. 遇有触电事故，首先应切断电源，然后在必要时，进行人工呼吸。
7. 对伤势较重者，应立即送医院。

普通化学实验的常用仪器

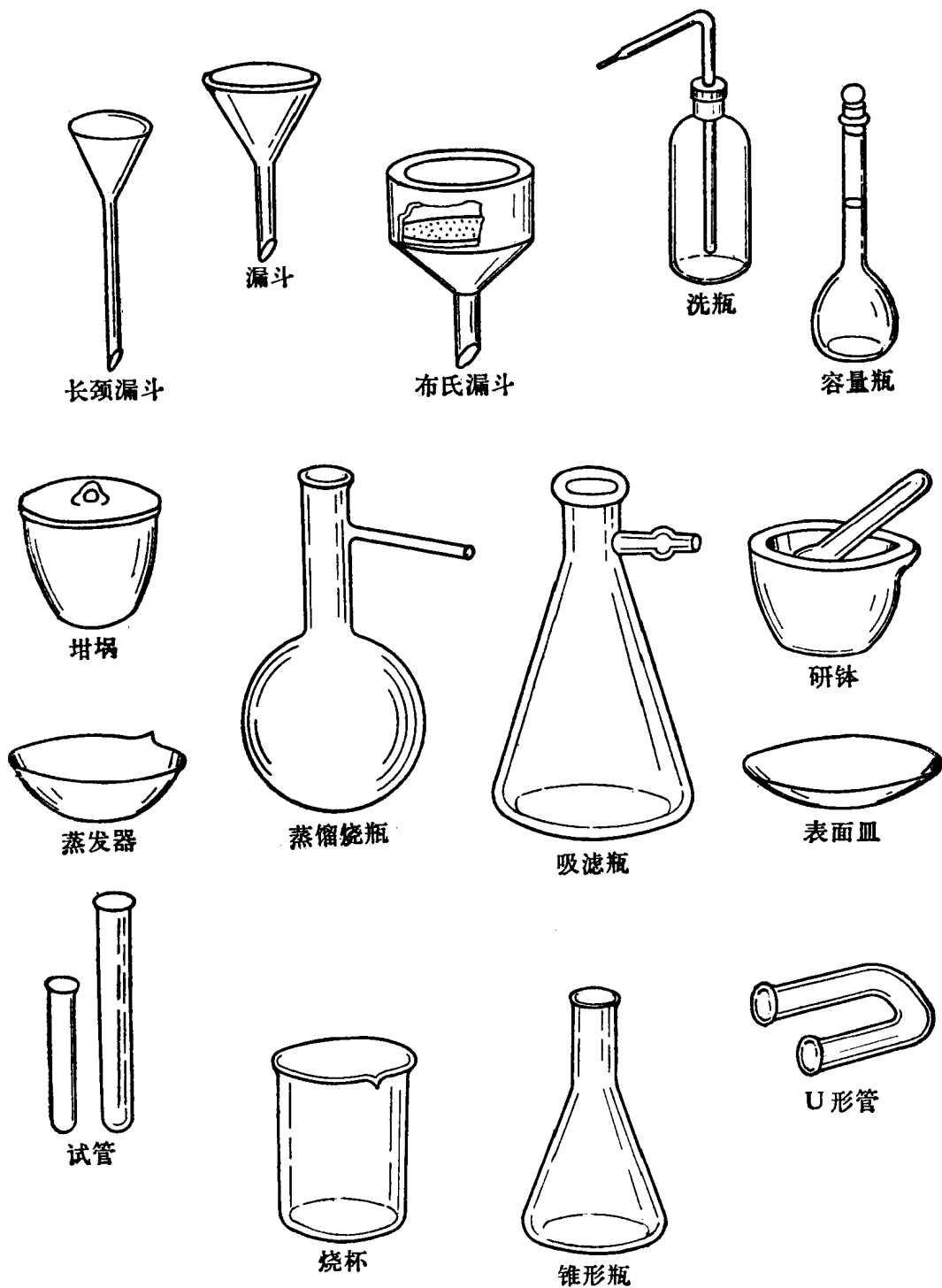


图 1 普通化学实验的常用仪器之一

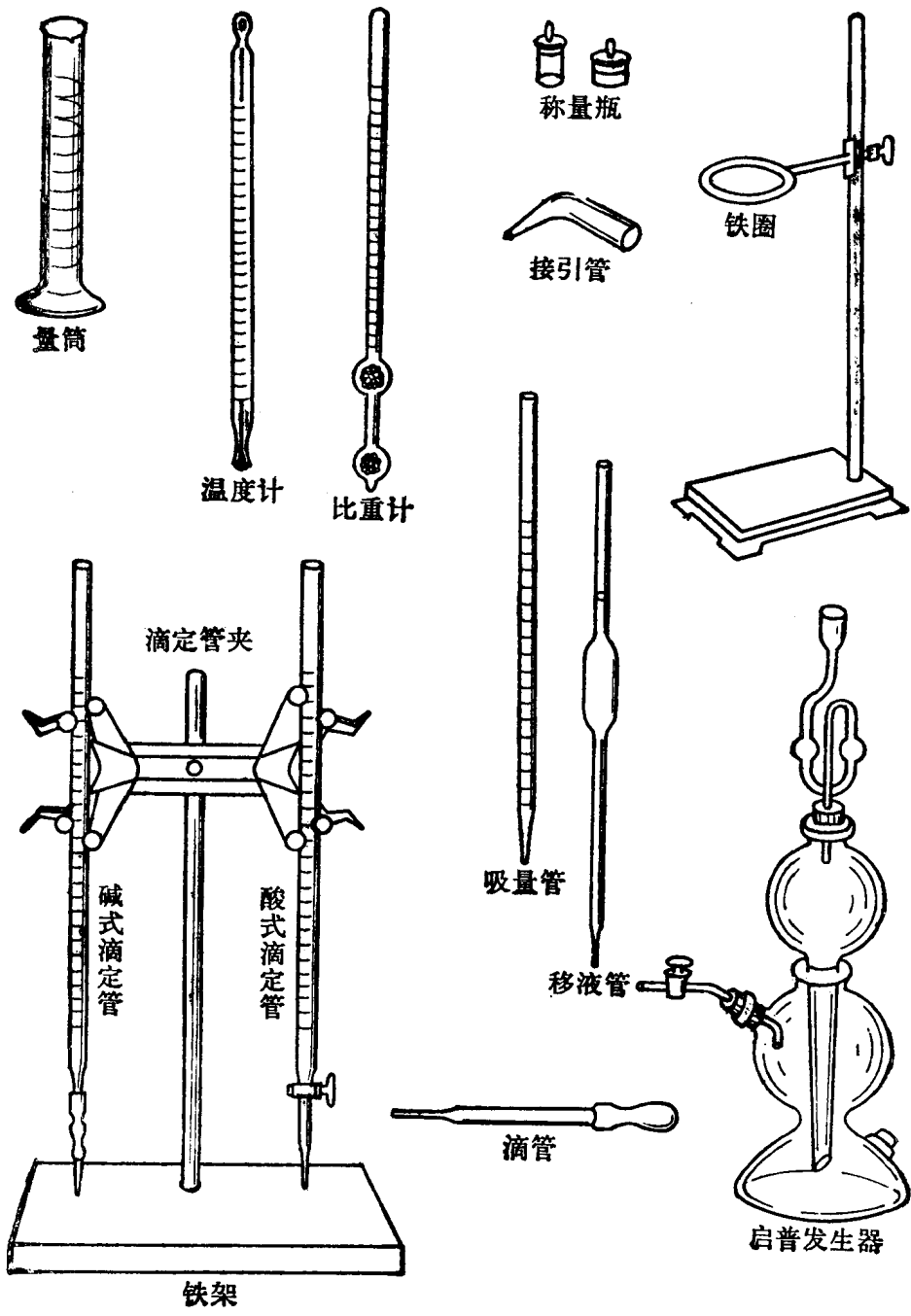


图 2 普通化学实验的常用仪器之二

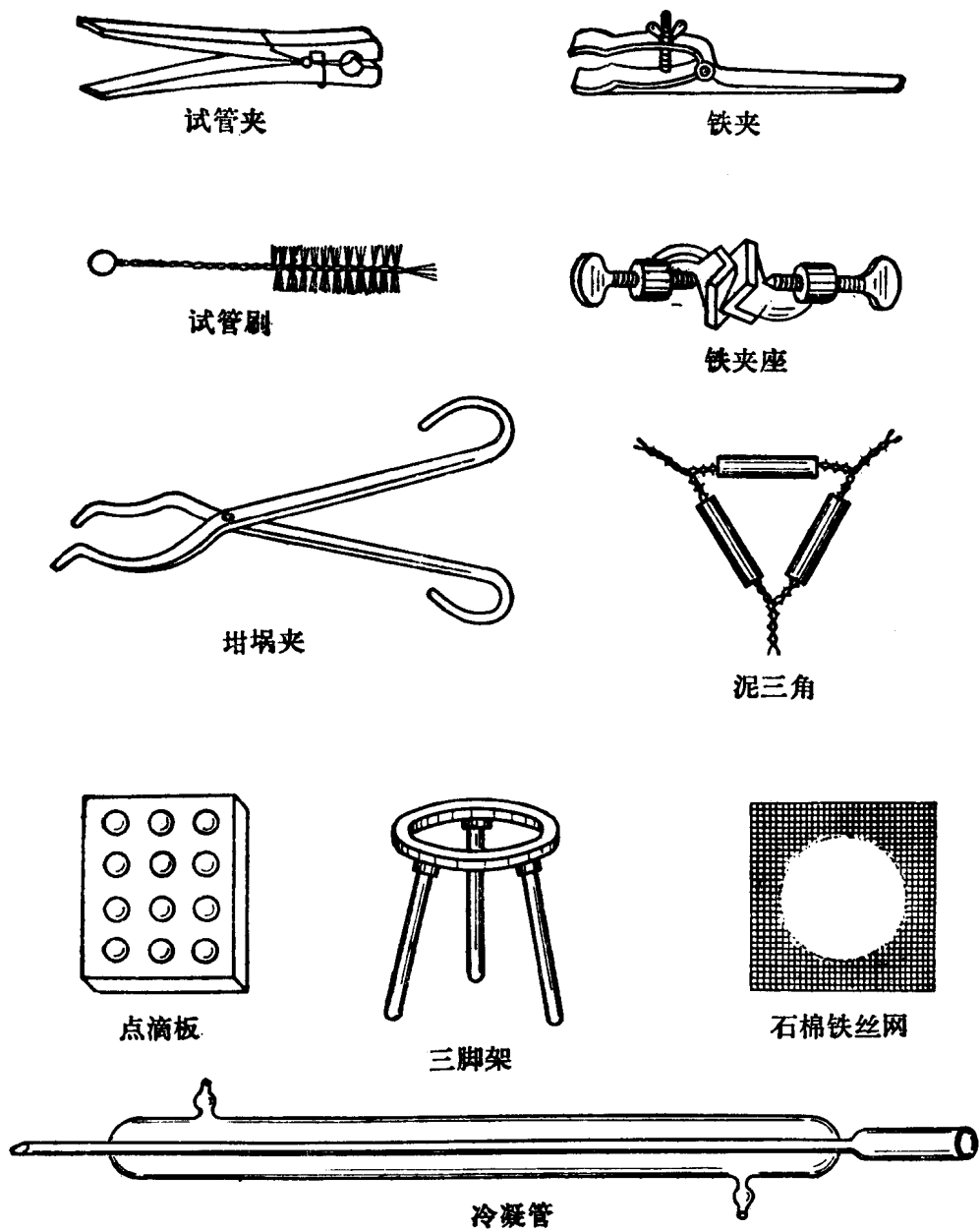


图 3 普通化学实验的常用仪器之三

普通化学实验的基本操作

一、天平的使用

实验中由于对重量^①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(也叫台秤)、化学天平和分析天平等。一般来说，台天平的感量(称量的精确程度)是0.1克，化学天平的感量是0.01克，而分析天平的感量则为0.0001克。

台天平 使用台天平前需先把游码放在刻度尺的零处，检查天平的摆动是否平衡。如果平衡，则指针摆动时所指示的标尺上的左右格数应相等，当指针静止时应指在标尺的中线。如果不平衡，可以调节螺旋，使之平衡。

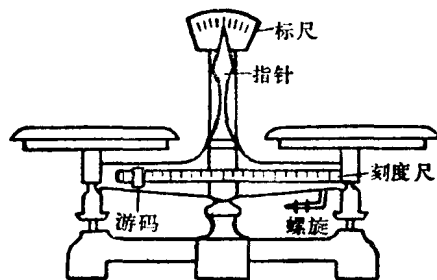


图4 台天平

称量时，将要称的物品放在左台上(或左盘内)，然后在右台上(或右盘内)添加砝码。砝码通常从大的加起，如果偏重，就换放小的砝码，10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，应在两台上(或两盘内)各放一张重量相仿的腊光纸，然后用药匙将药品放在左台(或左盘)的纸上(称NaOH、KOH等易潮解或有腐蚀性的固体时，应衬以表面皿)。称液体药品时，要用已称过重量的容器盛放药品，称法同前。

化学天平 化学天平的构造和使用方法可参看分析天平。

分析天平 分析天平的构造和使用方法在实验三“分析天平的使用”中说明。

二、灯的使用和加热

灯的使用

在实验室的加热操作中，常使用酒精灯、酒精喷灯、煤气灯或电炉等。酒精灯的温度通常可达400~500℃，酒精喷灯或煤气灯的温度分布如图5所示，最高温度处通常可达1000℃左右。

酒精灯 点燃酒精灯需用火柴，切勿用已点燃的酒精灯直接去点燃别的酒精灯。熄灭火焰时，切勿用口去吹；可将灯罩盖上，火焰即灭；然后再提起灯罩，待灯口稍冷，再盖上灯罩；这样可以防止灯口破裂。长时间加热时最好预先用湿布将灯身包围，以免灯内酒精受热大量挥发而发生危险。不用时，必须将灯罩盖好，以免酒精挥发。

^① 这里的“重量”实际上指的是“质量”，但习惯上沿用“重量”，以后所用的“重量”均指“质量”。

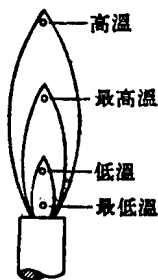


图 5 灯的火焰温度的分布

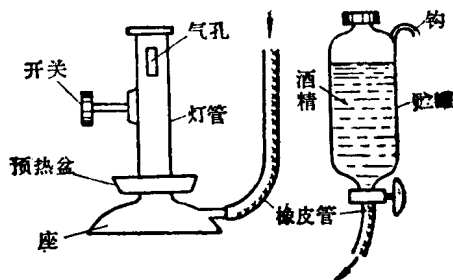


图 6 挂式酒精喷灯的结构

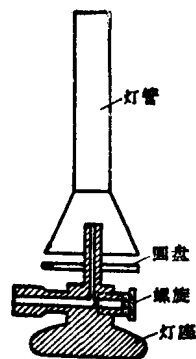


图 7 煤气灯

酒精喷灯 常用的酒精喷灯有挂式(图6)及座式两种。挂式喷灯的酒精贮存在悬挂于高处的贮罐内,而座式喷灯的酒精则贮存在灯座内。

使用前,先在预热盆中注入酒精,然后点燃盆中的酒精以加热铜质灯管。待盆中酒精将近燃完时,开启开关(逆时针转),这时由于酒精在灯管内气化,并与来自气孔的空气混和。如果用火点燃管口气体,即可形成高温的火焰。调节开关阀门可以控制火焰的大小。用毕后,旋紧开关,即可使灯焰熄灭。

应当指出:在开启开关、点燃管口气体以前,必须充分灼热灯管;否则酒精不能全部气化,会有液态酒精由管口喷出,可能形成“火雨”(尤其是挂式喷灯),甚至引起火灾。

挂式喷灯不使用时,必须将贮罐的开关关好,以免酒精漏失,甚至发生事故。

煤气灯 煤气灯的式样不一,常用的一种构造如图7所示。使用时把灯管向下旋转以关闭空气入口;再把螺旋向外旋转以开放煤气入口。慢慢打开煤气管阀门,用火柴在灯管口点燃煤气,然后把灯管向上旋转以导入空气,使煤气燃烧完全,形成蓝色火焰。

煤气燃烧时,若空气量不足,则火焰发黄色光,即应加大空气入口,增加空气量。若空气过多,则会产生“侵入”火焰。这时火焰缩入管内,煤气在管内空气入口处燃烧,而灯管口火焰消失,或者变为一条细长的绿色火焰。同时煤气灯管中发出嘶嘶的声音,可闻到煤气臭味,而灯管被烧得很热。此时应立即关闭煤气管阀门。待灯管冷却后,关闭空气入口,重新点燃使用。

煤气是易燃而有毒的气体。煤气灯用毕,必须随手关闭煤气管阀门,以免发生意外事故。

加 热

常用的受热仪器有烧杯、烧瓶、锥形瓶、蒸发皿、坩埚、试管等。这些仪器一般不能骤热,受热后也不能立即与潮湿的或过冷的物体接触,以免由于骤热骤冷而破裂。加热液体时,液体体积一般不应超过容器容积的一半。在加热前必须将容器外壁擦干。

烧杯、烧瓶和锥形瓶加热时必须放在石棉铁丝网(或铁丝网)上;否则容易因受热不匀而破裂。

蒸发皿、坩埚灼热时,应放在泥三角上(图8);如需移动则必须用坩埚夹夹取。

在火焰上加热试管时,应使用试管夹夹住试管的中上部(微热时也可用拇指和食指持试

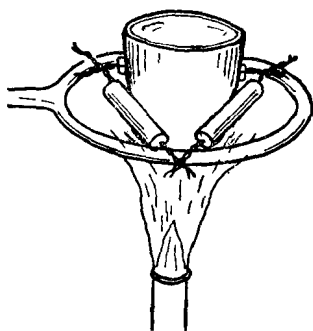


图 8 坩埚的灼烧

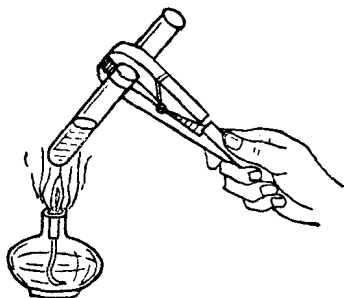


图 9 用试管加热液体



图 10 用试管加热潮湿的固体

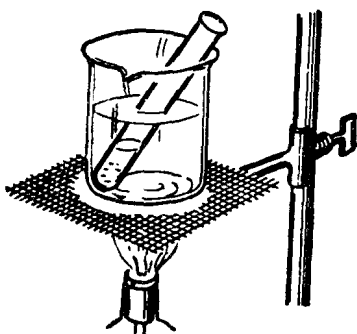


图 11 烧杯代替水浴加热

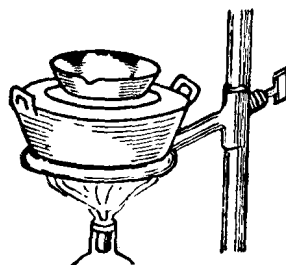


图 12 蒸气浴加热

管), 试管与桌面成约 60° 的倾斜(图 9)。如果加热液体, 应先加热液体的中上部, 慢慢移动试管, 热及下部, 然后不时上下移动或摇荡试管, 务使各部分液体受热均匀, 以免管内液体因受热不匀而骤然溅出。

如果加热潮湿的或加热后有水产生的固体时, 应将试管口稍微向下倾斜, 使管口略低于底部(图 10), 以免在试管口冷凝的水流向灼热的管底而使试管破裂。

如果要在一定范围的温度下进行较长时间的加热, 则可使用水浴(图 11)、蒸气浴(图 12)或砂浴等。水浴或蒸气浴是具有可移动的同心圆盖的铜制水锅[也可用烧杯代替(图 11)]。砂浴是盛有细砂的铁盘。应当指出: 离心试管由于管底玻璃较薄, 不宜直接加热, 应在热水浴中加热。

三、玻璃仪器的洗涤

为了使实验结果正确, 必须将实验仪器洗涤干净。现以洗涤试管为例, 说明洗涤方法。

在试管内装入约 $1/4$ 的水, 摇荡片刻, 倒掉, 再装水摇荡, 倒掉, 若管壁能均匀地被水所湿润而不沾附水珠, 可认为基本上已洗涤清洁(图 13)。

洗涤时也可使用试管刷。刷洗时注意将试管刷前部的毛捏住后放入管内, 以免铁丝顶端将试管戳破。如有需要, 可用去污粉刷洗(但不要用于去污粉刷洗有刻度量器, 以免擦伤器壁)。