

高等学校教材

普通化学实验

(第二版)

浙江大学普通化学教研组 编

高等教育出版社

高等学校教材

普通化学实验

(第二版)

浙江大学普通化学教研组 编

高等教育出版社

高等学校教材
普通化学实验
(第二版)

浙江大学普通化学教研组 编

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
人民教育出版社印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 10.5 字数 230 000

1989 年 1 月第 1 版 1989 年 3 月第 1 次印刷

印数 0001—15 140

ISBN7-04-001937-X/O·702

定价 2.15 元

第二版修订说明

本书是根据教学需要,配合我教研组编《普通化学》(第三版),并在1981年第一版《普通化学实验》的基础上修订而成的实验教材。

修订之处主要有:(1)删减一些中学化学可做的实验内容。(2)配合《普通化学》(第三版)教材的体系,作了调整、充实和改编。变动较大的实验有:将化学反应速度与化学平衡改编为反应级数的测定、反应活化能的测定和化学平衡常数的测定三个实验;将单质、无机化合物、络合物的形成和性质三个实验改编为主族元素、副族元素与配位化合物两个实验;将有机化合物改编为聚乙烯醇缩甲醛胶水的合成。(3)加强了与工程实际的联系,调整并编写了一些新的应用实验,如塑料电镀、含铬废水的处理、钢铁中锰含量的测定、废定影液中金属银的回收等。(4)集中编写了一些精密仪器的结构和使用说明,除分析天平、分光光度计、酸度计、电导率仪、电势(差)计、奥氏气体分析仪外,还增加了恒温槽。(5)加强独立操作、观察记录、分析归纳、撰写报告、综合设计等多方面能力的培养。除在一些实验中安排了小的实验内容设计外;还编写了一个全由学生设计的实验——草酸含量的测定;并可用作实验考查。此外,删去了每一实验的实验报告,而代之以实验报告示例。(6)使用国际单位制(SI)。(7)注意适用性和因材施教,在保证完成教学基本要求的前提下,适当增加一些实验内容的可选择性。

结合《普通化学》(第三版)教材的体系,本书的实验内容大致分类并安排如下:

实 验 分 类	实 验 内 容
基本操作训练	实验一、二
第一章 热化学	实验三、四
第二章 反应的方向、程度与速率	实验五、六、九
第三章 溶液与离子平衡	实验十、十一、十二
第四章 氧化还原与电化学	实验十三、十四、十五
第五章 原子结构与分子结构	实验七、八
第六章 周期系主族元素与晶体结构	实验十六、十九、二十二
第七章 副族元素与配位化合物	实验十七、十八、二十一
第八章 有机化合物	实验二十三
综合性应用实验	实验二十、二十四
实验设计或考查	实验二十五

本版修订初稿于1985年夏完成,在浙江大学多数工科专业试用,后又参考工科化学课程教学指导委员会普通化学课程教学指导小组扩大会议通过的《普通化学教学基本要求》意见稿作了修改。

书稿经华东化工学院、哈尔滨工业大学、华中理工大学三院校分别在周志浩、周定、苏嫦指导下复做实验和审稿。根据审稿意见作了修改。不少兄弟院校也对本书的修订提供了许多建设性的意见。在此一并谨致谢意。

参加本书第二版编写工作的有李明馨(编写实验二十五)、宋宗簏(编写实验十、十一、十二、二十四)、朱远黛(编写实验三、四、五、六、九)、孙义毛(编写实验八、十三、十四、十五)、胡宗烈(编写实验十六、十九、二十、二十二)、蔡训织(编写实验一、十七、二十一、二十三)、陶秋初(编写实验二、七、十八)。全书由李明馨负责修改、统稿;宋宗簏协助修改、统稿。

由于编写水平有限,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

1987年6月

目 录

第二版修订说明	1	实验七 熔点的测定	70
实验目的	1	实验八 溶质摩尔质量的测定	73
实验的程序与要求	2	实验九 化学平衡常数的测定	76
实验室规则	3	实验十 电解质溶液	80
实验室安全守则	4	实验十一 醋酸离解度和离解常数的测定	86
实验室意外事故的处理	5	实验十二 二氯化铅溶度积的测定	91
普通化学实验的常用仪器	6	实验十三 氧化还原与电化学	96
普通化学实验的基本操作	10	实验十四 原电池电动势的测定	102
一、天平的使用	10	实验十五 塑料电镀	104
二、灯的使用和加热	10	实验十六 主族元素	108
三、玻璃仪器的洗涤	12	实验十七 副族元素与配位化合物	115
四、药品的取用	13	实验十八 三价铁离子与磺基水杨酸配合物的组成和稳定常数的测定	121
五、容量瓶、滴定管和移液管的洗涤和使用	14	实验十九 水的软化和净化处理	124
六、液体与固体的分离	17	实验二十 含铬废水的处理——铁氧体法	129
七、干燥器的使用	20	实验二十一 钢铁中锰含量的测定	133
八、密度计的使用	20	实验二十二 气体分析	136
九、启普发生器的使用	21	实验二十三 聚乙烯醇缩甲醛胶水的合成	140
十、蒸馏	22	实验二十四 废定影液中金属银的回收	145
十一、玻璃操作	22	实验二十五 草酸含量的测定	147
普通化学实验的精密仪器	24	附表	148
一、分析天平	24	附表1 化学药品的规格	148
二、恒温槽	29	附表2 常用酸碱溶液的浓度	148
三、分光光度计	32	附表3 不同温度时水的饱和蒸气压	149
四、酸度计	34	附表4 一些弱电解质在水溶液中的电离(离解)常数	149
五、电导率仪	37	附表5 一些难溶物质的溶度积	150
六、电势(差)计	39	附表6 标准电极电势	151
七、奥氏气体分析仪	41	附表7 一些配离子的稳定常数和不稳定常数	153
实验及计算中的有效数字	43	附表8 国际原子量	154
普通化学实验报告示例	44	索引	156
实验一 硫酸亚铁铵的制备	48		
实验二 分析天平的使用	51		
实验三 摩尔气体常数的测定	52		
实验四 化学反应焓变的测定	57		
实验五 反应级数的测定	61		
实验六 反应活化能的测定	66		

实 验 目 的

普通化学是一门实验科学的基础课程。实验是普通化学课程不可缺少的一个重要组成部分，是培养学生独立操作、观察记录、分析归纳、撰写报告等多方面能力的重要环节。它的主要目的是：

1. 使课堂中讲授的重要理论和概念得到验证、巩固、充实和提高，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。只有正确的操作，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。如果发现实验现象与理论不符时，应检查操作是否正确或所应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,应当搞清楚实验的目的、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(若有需要,某些实验内容可到实验室中在教师的指导下进行预习)。对于每个实验中“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。若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,按照实验教材上所指导的方法、步骤、要求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。若有疑问,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。学生可以根据每个实验的不同要求,自己设计报告格式。普通化学实验报告示例中列出一些实验的报告格式,供学生书写时参考。但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. 实验前要清点仪器,如果发现有破损或缺少,应立即报告教师,按规定手续向实验预备室补领。实验时仪器若有损坏,亦应按规定手续向实验预备室换取新仪器。未经教师同意,不得挪用别的位置上的仪器。

2. 实验时应保持安静,思想集中,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,应严格按照操作规程进行,要谨慎细致。如果发现仪器有故障,应立即停止使用,及时报告指导教师。

药品应按需用量取用,自药品瓶中取出的药品,不应倒回原瓶中,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,并随即将药品瓶放回原处。

5. 实验时要求按正确操作方法进行,注意安全。

6. 实验完毕后应将玻璃仪器洗涤洁净,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. 实验结束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、药品和实验产物等)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。所以在实验前应充分了解安全注意事项。在实验时,应在思想上十分重视安全问题,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,扇向自己后再嗅。

3. 使用酒精灯时,应随用随点燃,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、尤其勿溅到眼睛上。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中倒,以免迸溅。

5. 乙醚、乙醇、丙酮、苯等有机物极易引燃,使用时必须远离明火,取用完毕后应立即盖紧瓶塞。

6. 能产生有刺激性或有毒气体的实验,应在通风橱内(或通风处)进行。

7. 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。

8. 对于易燃物质,应尽可能使其远离火焰。

9. 实验室内严禁饮食、吸烟。实验完毕,应洗净双手后,才可离开实验室。

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(实验室应备有灭火设备)。
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,最后还可搽些凡士林)。
4. 若吸入氯、氯化氢等气体,可即吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气以解毒;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(关断)电源,然后在必要时,进行人工呼吸。
7. 对伤势较重者,应立即送医院医治。

普通化学实验的常用仪器*

序	仪 器 名 称	序	仪 器 名 称
1	台式天平	37	吸量管
2	分析天平	38	吸气橡皮球
3	蜡光纸	39	酸式(即玻璃塞式)滴定管
4	酒精灯	40	碱式(即简易式)滴定管
5	酒精喷灯	41	滴定管夹
6	煤气灯	42	白瓷板
7	电炉	43	洗瓶
8	烧杯	44	玻璃棒
9	表面皿	45	漏斗、长颈漏斗
10	烧瓶	46	漏斗架
11	锥形瓶	47	滤纸(滤纸碎片)
12	蒸发皿、有柄蒸发皿	48	玻璃纤维
13	坩埚	49	布氏漏斗
14	坩埚钳	50	吸滤瓶
15	泥三角	51	玻璃抽气管
16	试管	52	安全瓶
17	试管架	53	U 形管
18	试管夹	54	T 形管
19	试管刷	55	电动离心机
20	石棉铁丝网	56	离心试管
21	铁丝网	57	干燥器
22	铁架	58	称量瓶
23	铁圈	59	密度计
24	铁夹	60	启普发生器
25	铁夹座	61	洗气瓶
26	三脚架	62	蒸馏烧瓶
27	螺丝夹	63	冷凝管
28	水浴锅	64	接引管
29	砂浴	65	软木塞
30	药匙	66	橡皮塞
31	研钵	67	橡皮管
32	滴管	68	乳胶管
33	点滴板	69	温度计
34	量筒	70	砂纸
35	容量瓶	71	防护眼镜
36	移液管		

* 部分常用仪器示意图参见图 1、图 2 及图 3。

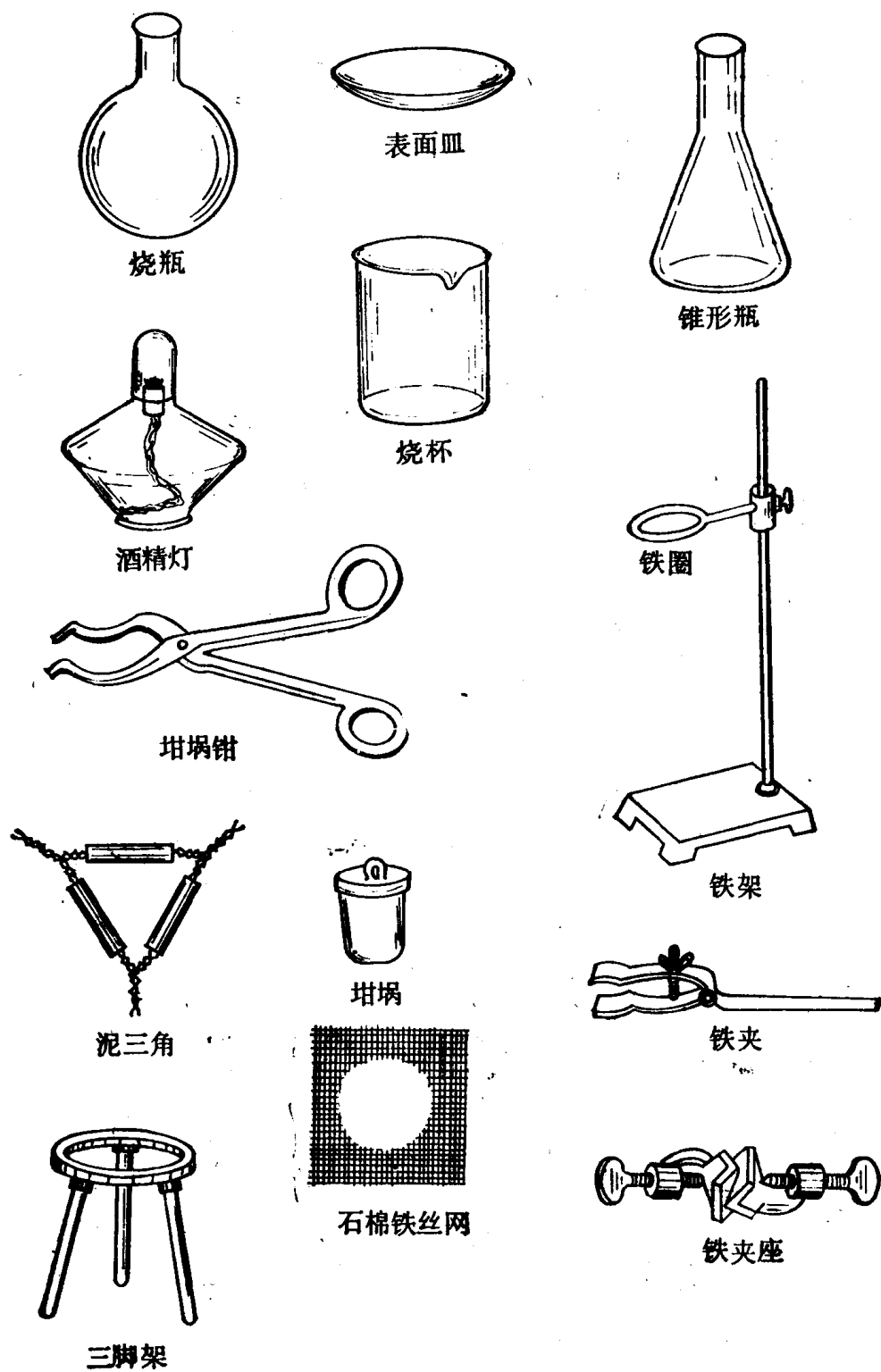


图1 普通化学实验的常用仪器之一

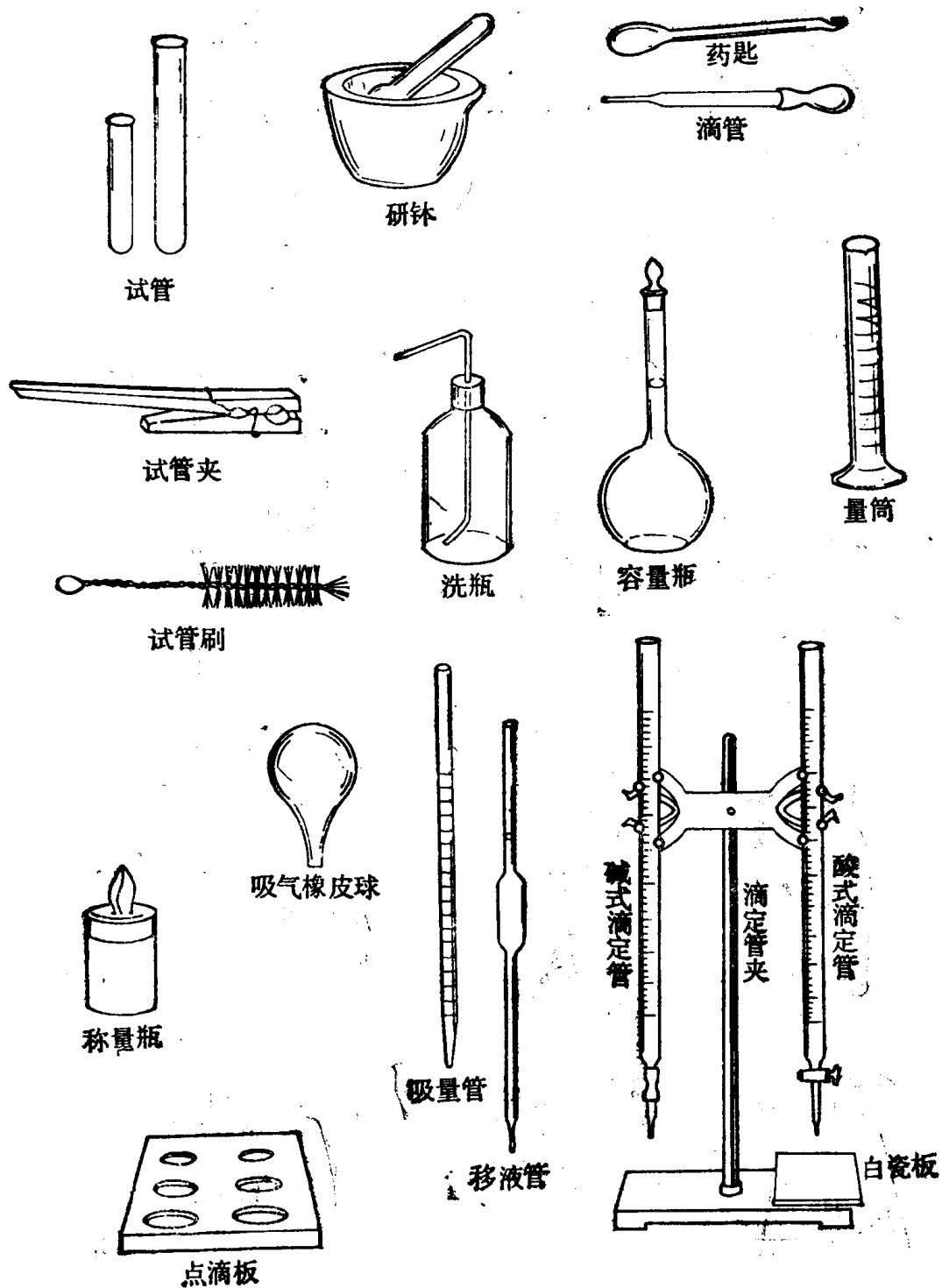


图2 普通化学实验的常用仪器之二

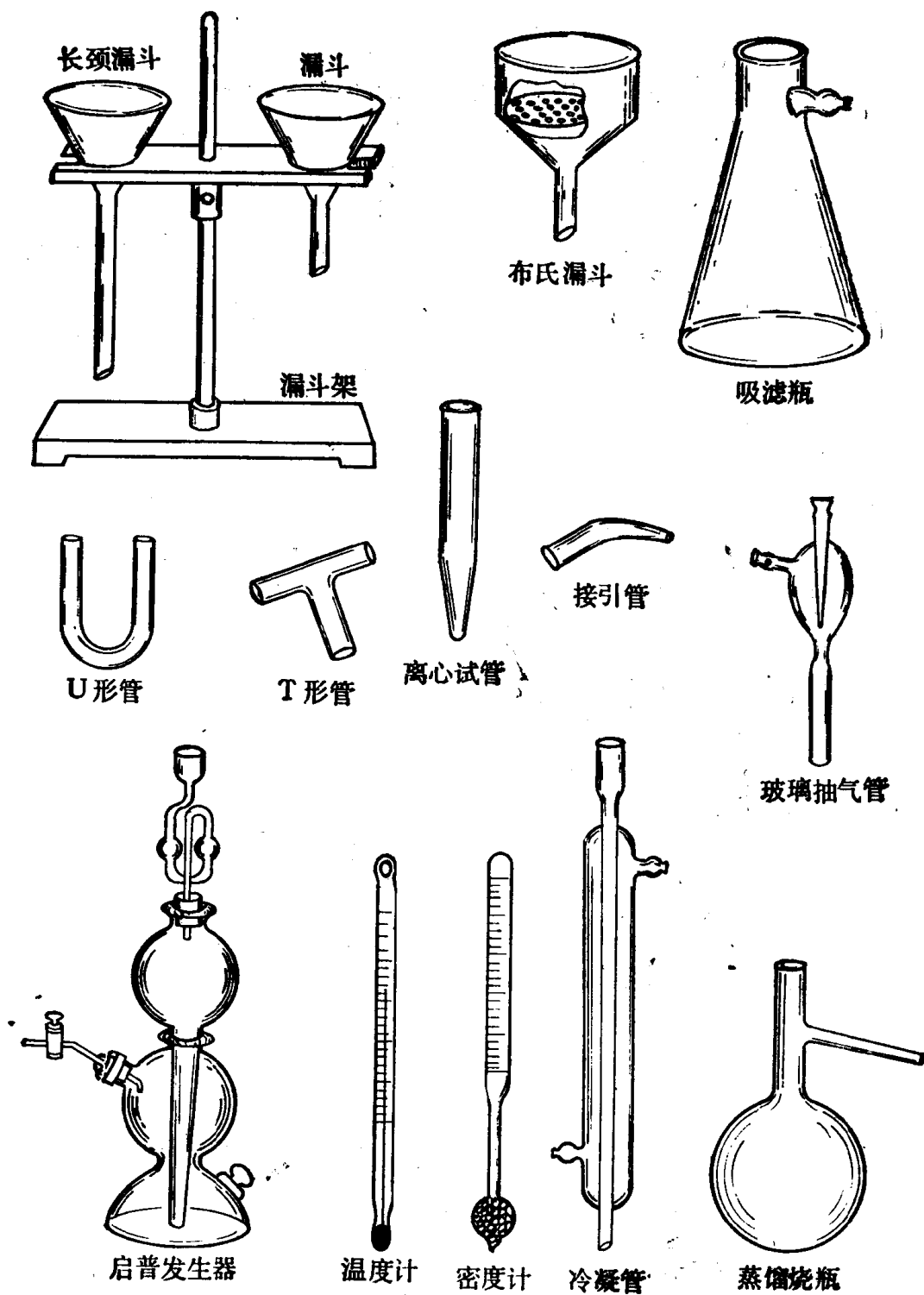


图3 普通化学实验的常用仪器之三

普通化学实验的基本操作

一、天平的使用

实验中由于对质量准确度的要求不同,需要用不同类型的天平进行称量。常用的天平有台式天平(又称为台秤)、化学天平和分析天平等。一般来说,台式天平的感量(称量的精确程度)是 0.1 g,化学天平的感量是 0.01 g,而分析天平的感量则为 0.0001 g。

台式天平 台式天平的构造如图 4 所示。使用前,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。

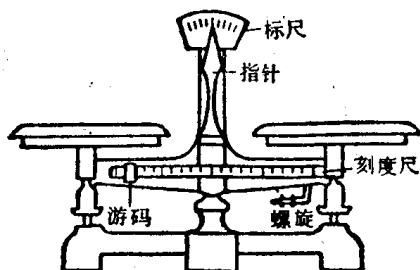


图 4 台式天平

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,就调换小的砝码,10 g 以下的砝码用游码代替,直到天平平衡为止。台式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)各放一张质量相均衡的蜡光纸,然后用药匙将药品放在左台(或左盘)的纸上(称 NaOH、KOH 等易潮解或具有腐蚀性的固体时,应衬以表面皿)。称液体药品时,要用已称过质量的容器盛放药品,称法同前。

化学天平 化学天平的构造和使用方法可参见分析天平。

分析天平 分析天平的构造和使用方法参见普通化学实验的精密仪器一、分析天平。

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°C,酒精喷灯或煤气灯的最高温度通常可达 1000°C 左右。灯的火焰温度的分布如图 5 所示。

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。熄灭灯焰时,切勿用口去吹,可将灯罩盖上,火焰即灭;对于玻璃做的灯罩,还应再提起灯罩,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裹,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。

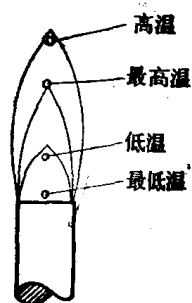


图5 灯的火焰温度的分布

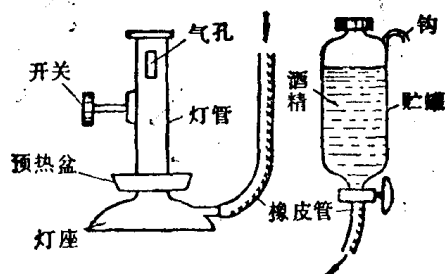


图6 挂式酒精喷灯的结构

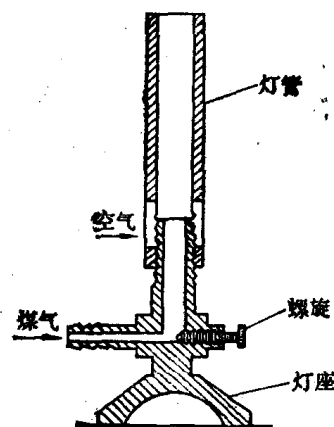


图7 煤气灯

酒精喷灯 常用的酒精喷灯有挂式(参见图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,灯管温度足够高时,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合,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,而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。

挂式喷灯使用前应先开启酒精贮罐开关,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(图7中未画出),用预先点燃的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,则火焰发黄光,此时应加大空气入口,增加空气量。若空气量过多,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。

煤气是易燃且有有毒的气体。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

常用的受热容器有烧杯、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、烧瓶和锥形瓶等容积较大的仪器加热时,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(参见图8);若需移动则必须用坩埚钳夹取。