

昔

高等医学院校实验教材

医学化学

实验技术

主编 张 杰
李淑艳
吴 山

北京大学医学出版社

高等医学院校实验教材
(供临床医学、检验、预防、护理等专业使用)

医学化学实验技术

主编	张 杰	李淑艳	吴 山
编者	王宏兰	王海君	许 凤
	孙 革	冯 丽	阮长青
	邬洪源	李凤兰	李红梅
	李淑艳	吴 山	张 杰
	张可勇	张春晶	周 波
	夏春辉	高 涵	黄海涛
	常东胜	孙辑凯	

北京大学医学出版社

YIXUE HUAXUE SHIYAN JISHU

图书在版编目 (CIP) 数据

医学化学实验技术/张杰, 李淑艳, 吴山主编. —
北京: 北京大学医学出版社, 2006. 11
高等医学院校实验教材
ISBN 7-81116-216-4

I. 医… II. ①张…②李…③吴… III. 医用
化学-化学实验-医学院校-教材 IV. R313-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 129539 号

医学化学实验技术

编 著: 张杰 李淑艳 吴山

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumppress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京东方圣雅印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 简浦 责任校对: 潘慧 责任印制: 郭桂兰

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 22.75 字数: 576 千字

版 次: 2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷 印数: 1-5000 册

书 号: ISBN 7-81116-216-4/R·216

定 价: 32.80 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

齐齐哈尔医学院教材建设委员会

主任委员：刘吉成

副主任委员：张晓杰

委员：（按姓氏笔画为序）

王淑清 李 莉 李 涛

李荐中 李静平 孙迎春

孙要武 刘金煜 刘新堂

杨立群 张 浩 张春娣

张淑丽 苗 术 孟宪洪

崔光成 潘洪明

秘书：云长海 李福森 韩 霜

前 言

医学化学实验技术是应教学改革的需要,将基础化学、有机化学、生物化学三门课的实验课合并而成的一门新课。这门课程旨在培养学生设计实验的能力,加强学生实验技能的训练,锻炼学生独立思考问题、解决问题的能力,提高学生的综合素质。

考虑到这门课程的特点,目前尚没有合适的教材供使用,齐齐哈尔医学院、齐齐哈尔大学、八一农垦大学、哈尔滨医科大学的教师们通力合作,查阅了大量的文献,并结合多年的教学经验,编写成了《医学化学实验技术》一书。为了实现课程的整体化,本书还将分析化学、物理化学、无机化学和仪器分析各科实验编入其中,因而本书既可供临床医学、医学检验、预防医学、护理学、药学等专业使用,也适用于理工类的相应专业。本书减少了验证性实验内容,着重讲述医学化学实验基本技术,各项技术附有若干个实验,对学生掌握该技术很有帮助。各院校可根据自己的实际情况和学时数选做若干实验。此外,我们还编写了一些很适用的附表,可以作为学生和教师的参考资料,也供实验技术人员准备实验用。

本书是由齐齐哈尔医学院、齐齐哈尔大学、八一农垦大学、哈尔滨医科大学四所院校联合编写的。其中吴山编写第一篇第一章、第二章,第二篇第四章第一、二、三、四节;张杰编写第二篇第四章第五、六、七节,第二篇第六章实验六、七、八,附录1~10;常东胜编写第一篇第三章,第二篇第五章实验十一;王海君编写第二篇第五章实验二、三、四;许凤编写第二篇第五章实验五、六;孙辑凯编写第二篇第五章实验七、八;周波编写第二篇第五章实验九、十;孙革编写第二篇第六章实验一、二、三、四、五,第二篇第八章;李红梅编写第二篇第九章;黄海涛编写第二篇第七章实验八、九、十、十一、十二、十三;邬洪源编写第二篇第七章实验一、二、三、四、五、六、七;阮长青编写第二篇第五章实验一;王宏兰编写第三篇第十章第一节生物化学基本理论二、三、四、五,第三篇实验十七、十八;李淑艳编写第三篇第十章第一节生物化学基本理论一、第十章第二节分子生物学基本理论、实验十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、附录十一、十二、十三、十四;张春晶编写第三篇实验二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五;高涵、张可勇编写第三篇实验一;冯丽、李凤兰编写第三篇实验十六。

在编写过程中得到了齐齐哈尔医学院教务处、基础医学部等领导的支持和帮助。另外齐齐哈尔医学院的刘亚琴教授对本书进行了审核,在此表示感谢。由于时间仓促,限于编者水平,缺点和错误在所难免,不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2006年5月

目 录

第一篇 实验常识

第一章 实验室须知	(1)
第一节 实验室工作规则	(1)
第二节 实验室安全知识及意外事故处理	(1)
第二章 数据处理	(2)
第一节 误差	(2)
第二节 有效数字及运算规则	(3)
第三节 电子计算器的使用	(4)
第三章 玻璃仪器和化学试剂	(6)
第一节 常用的玻璃仪器	(6)
第二节 玻璃仪器的洗涤和干燥	(19)
第三节 化学试剂	(20)

第二篇 医学化学实验

第四章 实验技术	(23)
第一节 混匀	(23)
第二节 保温、加热和冷却	(23)
第三节 结晶、过滤和离心分离	(24)
第四节 透析、浓缩和盐析技术	(28)
第五节 蒸馏、分馏和水蒸气蒸馏	(28)
第六节 萃取	(31)
第七节 定性分析	(32)
第五章 无机实验	(37)
实验一 酒精喷灯的使用和玻璃操作	(37)
实验二 粗盐的提纯	(40)
实验三 硫酸亚铁铵的制备	(41)
实验四 配位化合物	(43)
实验五 氮和磷的化合物	(45)
实验六 常见离子的鉴定	(47)
实验七 胶体溶液	(50)
实验八 二氧化碳分子量的测定	(52)
实验九 醋酸电离常数和电离度的测定	(54)
实验十 化学平衡常数的测定(比色法)	(60)
实验十一 综合设计性实验	(62)

第六章 有机实验	(65)
实验一 乙酰水杨酸的制备	(65)
实验二 非那西汀的制备	(67)
实验三 物质的鉴定	(68)
实验四 苯胺的提纯	(73)
实验五 烟碱的提纯及性质	(75)
实验六 从茶叶中提取咖啡因	(76)
实验七 糖类化合物	(77)
实验八 分子模型	(80)
实验九 无水乙醇的制备	(84)
实验十 减压蒸馏	(85)
第七章 物化实验	(88)
实验一 化学反应速率的测定	(88)
实验二 冰点降低法测定分子量	(93)
实验三 化学反应热的测定	(95)
实验四 燃烧热的测定	(96)
实验五 恒温槽装配和性能测试	(101)
实验六 乙醇-环己烷双液系相图	(105)
实验七 液体饱和蒸汽压的测定	(107)
实验八 电极制备及电池电动势的测定	(111)
实验九 Pb-Sn 体系相图的绘制	(114)
实验十 溶液表面张力的测定——最大气泡法	(120)
实验十一 中和热的测定	(124)
实验十二 溶解热的测定	(127)
实验十三 废液中环己烷的回收	(130)
第八章 分析实验	(134)
第一节 分析化学实验的一般知识	(134)
第二节 分析用的纯水	(139)
实验一 离子交换法制备去离子水	(141)
实验二 分析天平的使用	(142)
实验三 滴定分析操作练习	(148)
实验四 酸碱滴定法	(153)
实验五 双指示剂法测定混合碱的含量	(155)
实验六 配位滴定法	(156)
实验七 银氨络离子配位数和稳定常数的测定	(159)
实验八 碘量法	(160)
实验九 高锰酸钾法	(164)
实验十 沉淀重量法测定硫酸钠的含量	(166)
实验十一 沉淀滴定法	(170)
实验十二 水杨酸钠的含量测定	(173)

实验十三 维生素 C 的性质及含量测定	(174)
实验十四 血钙的测定	(176)
第九章 仪器分析	(178)
第一节 电化学分析法	(178)
第二节 光化学分析法	(182)
第三节 色谱分析法	(184)
实验一 氧化还原反应和电化学	(185)
实验二 溶出伏安法	(188)
实验三 盐酸的电位滴定	(192)
实验四 离子选择电极测定离子浓度	(193)
实验五 电导滴定分析法测定强酸、弱酸的浓度	(198)
实验六 邻二氮菲分光光度法测定微量铁	(200)
实验七 紫外分光光度法	(202)
实验八 原子吸收光谱法测定发样中 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 含量	(206)
实验九 荧光法测定维生素 B_2	(209)
实验十 旋光度和折光率的测定	(212)
实验十一 纸层析	(217)
实验十二 薄层色谱法	(219)
实验十三 气相色谱法	(221)
实验十四 高效液相色谱法	(226)

第三篇 生物化学与分子生物学

第十章 生物化学与分子生物学基本理论	(233)
第一节 生物化学基本理论	(233)
第二节 分子生物学基本理论	(268)
第十一章 生物化学与分子生物学基本实验	(271)
实验一 蛋白质的盐析与透析	(271)
实验二 凝胶层析法分离蛋白质	(272)
实验三 血清 γ 球蛋白的分离提纯	(273)
实验四 酶作用的特异性和影响酶促反应速度的因素	(276)
实验五 琥珀酸脱氢酶的作用及丙二酸的竞争性抑制作用	(278)
实验六 酮体的生成和氧化	(280)
实验七 精氨酸酶在尿素合成中的作用	(281)
实验八 维生素 C 的性质及含量测定	(282)
实验九 血钙的测定	(284)
实验十 血清胆固醇总量的测定	(286)
实验十一 双缩脲法测定蛋白质	(287)
实验十二 血糖的测定	(288)
实验十三 酵母蔗糖酶 K_m 值的测定	(291)
实验十四 饱食、饥饿和激素对小鼠肝糖原含量的影响	(293)

实验十五	转氨基作用与血清谷丙转氨酶活性的测定	(295)
实验十六	胡萝卜素的柱层析分离	(297)
实验十七	血清乳酸脱氢酶同工酶的电泳分离	(298)
实验十八	血清蛋白质的凝胶等电聚焦电泳	(300)
实验十九	血清蛋白质醋酸纤维素薄膜电泳定量测定	(302)
实验二十	聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳分离血清蛋白质	(304)
实验二十一	SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳测定蛋白质的相对分子量	(308)
实验二十二	DNA 的分离和含量测定	(311)
实验二十三	动物组织总 RNA 的提取	(315)
实验二十四	细胞核的分离与核酸的鉴定	(317)
实验二十五	质粒 DNA 的提取及酶切鉴定	(321)
实验二十六	E. coli 感受态细胞的制备和转化	(323)
实验二十七	聚合酶链反应 (PCR) 技术体外扩增 DNA	(324)
实验二十八	Southern 印迹转移	(326)

附 录

一、希腊字母表	(329)
二、我国高压气体钢瓶标记	(329)
三、用于构成十进制倍数和分数单位的词头	(330)
四、常用酸碱的相对密度、质量分数、质量浓度和物质的量浓度	(330)
五、一些难溶化合物的溶度积 K_{sp} (298K)	(331)
六、一些酸和碱在水溶液中的电离常数	(334)
七、标准电极电势 (298K)	(335)
八、水的蒸气压	(340)
九、液体的折光率 (25℃)	(340)
十、摩尔凝固点降低常数	(341)
十一、生化实验常用样品的制备	(341)
十二、常用缓冲溶液的配制方法	(343)
十三、常用生化正常值	(347)
十四、硫酸铵饱和度的常用表	(349)
参考文献	(351)

第一篇 实验常识

第一章 实验室须知

第一节 实验室工作规则

1. 水、电、煤气一经使用完毕就应立即关闭。
2. 一切有毒或有刺激性的气体的实验都应在通风橱内进行。
3. 绝对不允许任意混合各种化学药品，以免发生意外事故。
4. 浓酸、浓碱具有强腐蚀性，切勿溅在皮肤或衣服上，更应注意眼睛。稀释它们时（特别是浓硫酸），应将它们慢慢倒入水中，而不能相反地进行，以免迸溅。
5. 有毒药品（如重铬酸钾、钡盐、铅盐、砷的化合物、汞的化合物、特别是氰化物）不得进入口内或接触伤口。剩余的废液也不能随便倒入下水道，应倒入废液缸中。
6. 加热试管时，不要将管口对着自己或别人，更不能俯视正在加热的液体，以免液体溅出而烫伤。
7. 实验室所有药品不得携出室外；用剩的药品应交还给教师。

第二节 实验室安全知识及意外事故处理

1. 遇有烫伤事故，可用高锰酸钾溶液或苦味酸溶液擦洗烫伤处，再涂上凡士林或烫伤膏。
2. 若遇酒精、苯或乙醚等着火时，应立即用湿布或砂土等扑灭，火势大时可用泡沫灭火器。
3. 若眼睛或皮肤上溅着强酸或强碱，应立即用大量水冲洗，然后再用碳酸氢钠或硼酸溶液冲洗。
4. 若吸入氯气、氯化氢等气体，可立即吸入少量酒精和乙醚的混合蒸汽解毒；若吸入硫化氢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，如果伤口内有玻璃碎片，须先挑出，然后抹上红药水并包扎。
6. 遇触电事故时，应首先切断电源，然后进行人工呼吸等抢救。
7. 对伤势较重者，应立即送医院医治。

第二章 数据处理

第一节 误差

一、误差和偏差

分析结果的准确度通常用误差来表示，误差越小，表示分析结果越接近真实值。误差有两种表示方法，即绝对误差和相对误差。

绝对误差 = 测得值 - 真实值

例如，用分析天平称得 NaCl 的质量为 3.4180g，已知它的真实值是 3.4181g，则绝对误差为 -0.0001g。

绝对误差不能反映出这个差值在测定结果中所占的比例，因此，在实验中经常用相对误差来表示分析结果的准确度。绝对误差在真实值中所占的百分比叫做相对误差。

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{真实值}} \times 100\%$$

在前例中，相对误差为 $\frac{-0.0001}{3.4181} \times 100\% = -0.0029\%$ 。

如果所称 NaCl 的质量为 0.3417g，而它的真实值是 0.3418g，则它的绝对误差仍为 -0.0001g，而相对误差却为 $-0.0001 \div 0.3418 \times 100\% = -0.029\%$ 。尽管前后两次称量的绝对误差相同，但后一次称量的相对误差比前一次大了 10 倍，所以前一次称量要比后一次准确得多。

实验中真实值不易求得，一般是在同一条件下平行测定几次，然后以几次测定结果的平均值当作“真实值”。几次平行测定结果相互接近程度叫做分析结果的精密度。精密度的高低用偏差来表示，偏差越小，则精密度越高。偏差也分绝对偏差和相对偏差，绝对偏差是某次测定结果与“真实值”（几次测定结果的平均值）之差，相对偏差是绝对偏差在“真实值”中所占的百分比。

二、误差的来源和提高准确度的方法

误差分为系统误差和偶然误差两类。

系统误差是由于测定过程中仪器、试剂本身缺陷或是操作者的生理缺陷等比较确定的原因造成的，它对分析结果的影响比较固定。

偶然误差是一些不固定的原因造成的，偶然误差是难以察觉的，它可能是由于气压、温度、湿度等因素的波动或是没有意识到的错误操作等所引起的。

从误差产生的原因看，准确度的好坏，是系统误差和偶然误差联合效应的结果；而精密度的好坏，则纯粹是由偶然误差所造成的。在实验中系统误差可以采取对仪器进行校正、空白实验、对照实验等一些校正的办法加以消除，实验者主要是尽量减少偶然误差，使分析结

果的偏差变小，精密度变高。

第二节 有效数字及运算规则

一、有效数字

在实验中，需要记取很多读数，例如滴定管读数 21.30 毫升，分析天平指针平衡点读数 10.8234g，等等，这些测量得到的数据，一般允许最后一位是估计的，虽不太准确，但也不是任意的。例如上述滴定管读数，是在操作者认为它是比 21.29 毫升多一些、比 21.31 毫升少一些，最接近 21.30 毫升的情况下记录的。也就是认为该读数实际值在 21.30 毫升 $\pm$ 0.01 毫升范围内，根据绝对误差和相对误差的定义，其绝对误差为 $\pm$ 0.01 毫升，相对误差为 0.047%。如果将该读数记为 21.3 毫升，则表示该读数实际值在 21.3 毫升 $\pm$ 0.1 毫升范围内，其绝对误差为 $\pm$ 0.1 毫升，相对误差为 0.47%。所以 21.30 这四个数字中，虽然最后一位是估读的，但它是有效的，所以称为有效数字。

仪器读数的有效数字由仪器的性能决定。例如分析天平可称量准确至 0.0001g，滴定管可读准至 0.01 毫升等。在记录测量数值时，必须保留而且只保留一位估计值。

一个数从左边第一个非零数字开始直到最右边的数字，都叫做这个数的有效数字。例如：0.035 有两位有效数字，253.40 有五位有效数字。

二、数的修约

当计算涉及几个测量值，而它们的有效数字不相同，便要舍去多余的数字，称为数的修约 (rounding)。过去常采用“四舍六入五成双”的规则，现在有了国家标准新的修约规则，其内容如下：

1. 在数据处理中，常遇到一些准确度不相等的数进行运算，对数据修约可以节省时间，并减少错误。

2. 修约是用修约数代替已知数，修约数来自选定的修约区间的整数倍。例如：修约区间为 0.1，11.4、11.5、11.6、11.7 都是 0.1 的整数倍；如果修约区间为 10，则 11.4、11.5、11.6、11.7 就都不是 10 的整数倍，而 1140、1150、1160、1170 则都是 10 的整数倍。

3. 如果一个整数倍最接近已知数，则该整数倍就是修约数。例如：修约区间为 0.1，已知数 11.421、11.451、11.481 的修约数分别为 11.4、11.5、11.5。

4. 如果两个连续的整数倍同等地接近已知数，则有两种不同的修约规则可选用。

规则 A：选取偶数整数倍作为修约数，此规则常用于处理测量数据。

规则 B：选取较大的整数倍作为修约数，此规则常用于计算机。

例如：修约区间为 0.1，已知数 11.45，11.4 和 11.5 为修约区间 0.1 的两个连续的整数倍，并且同等地接近已知数 11.45。按照规则 A 和规则 B，修约数分别为 11.4 和 11.5。

5. 用上述规则做多次修约时，可能会产生误差，因此应该一次完成修约。例如：11.451，应修约成 11.5，而不能分两次，先修约成 11.45，然后再修约成 11.4。

6. 上述规则只用在对选择修约数没有特殊规定的情况。

三、有效数字的运算规则

1. 加减法 和或差的有效数字按照原始数据中小数点后位数最少的数据确定。在计算过程中,为减小舍入误差的累积,可以多保留一位有效数字进行计算,最后将计算结果按修约规则进行修约。例如 0.0131, 25.64, 1.05782 三个数相加,应该用 0.013、25.64、1.058 相加,并将结果 26.711 修约成 26.71。

2. 乘法 积或商的有效数字按照原始数据中有效数字位数最少的数确定。在计算过程中,为防止修约造成的误差累积,可以多保留一位有效数字进行计算,最后将计算结果按修约规则进行修约。例如计算 5.3259×10^{10} 与 3.2×10^{-18} 的积,应先将 5.3259×10^{10} 修约成 5.33×10^{10} ,然后用 5.33×10^{10} 与 3.2×10^{-18} 相乘,得数 1.7056×10^{-7} 修约成两位有效数字 1.7×10^{-7} 。

3. 对数与反对数 对数尾数的有效数字应与真数的有效数字相同。例如: $\lg 345 = 2.538$, 2.538 的整数部分是指数,不计入。

又如 $[\text{H}^+] = 6.6 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{pH} = 9.18$, 而不是 $\text{pH} = 9.2$ 。

第三节 电子计算器的使用

一、电子计算器的分类

实验测得的数据很多为四位有效数字,需要使用电子计算器。电子计算器按其功能可分为三类:一般型、函数型和程控型。一般型只能完成四则运算、平方、平方根及百分比计算;函数型增加了初等函数和统计计算功能,溶液中 H^+ 浓度与 pH 值间的换算、偏差等的计算要使用此功能;程控型又增加了一定步数的程序步,可输入数学公式、编程进行自控计算,分析较多的化验数据时极为有用。

电子计算器从内部设计的运算体制不同可分为 A 型机和 B 型机。这两种计算器进行四则运算时,同样的操作将得到不同的结果。A 型机执行“AOS”体制,即代数运算制,运算的次序是最优先计算变量函数,其次计算乘除,最后计算加减,如有括号先计算括号,括号内仍执行“AOS”体制。B 型机的运算体制是按照输入的先后次序进行计算。例如,以下相同按键操作的结果截然不同:

$$1 \boxed{+} 2 \boxed{\times} 3 \boxed{=} 7 \text{ (A 型机)}$$

$$1 \boxed{+} 2 \boxed{\times} 3 \boxed{=} 9 \text{ (B 型机)}$$

以上运算可以作为判断机型的方法。

在使用计算器前应先弄清机型,若是 B 型机要遵守代数运算制法则,可借助加括号或使用存储键来实现:

$$1 \boxed{+} \boxed{[]} 2 \boxed{\times} 3 \boxed{[]} \boxed{=} 7$$
$$1 \boxed{[Min]} 2 \boxed{\times} 3 \boxed{[M^+]} \boxed{[MR]} \rightarrow 7$$

二、电子计算器的按键

计算器的按键最主要的有置数键、指令键和存储键。

计算器采用十进制数进行置数，共需 0~9 十个数码键，还有一个小数点键，总共十一个键。

指令键包括： $\boxed{+}$ 、 $\boxed{-}$ 、 $\boxed{\times}$ 、 $\boxed{\div}$ 、 $\boxed{=}$ 、 $\boxed{x^2}$ 、 $\boxed{\sqrt{\quad}}$ 、 $\boxed{1/x}$ 、 $\boxed{\%}$ 等，这些指令键用来完成最基本的算术运算。在函数型和程控型计算器中，还有一些其他的指令键以及函数和统计键等。有些函数如 e^x 和 10^x 指令键是写在 $\boxed{\ln}$ 、 $\boxed{\log}$ 键的上方，要想取得该函数，需要先按 $\boxed{2ndF}$ 键（函数型）和 $\boxed{\text{shift}}$ 键（程控型）予以转换。例如用函数型计算器，想取 e^2 ，按 2 $\boxed{2ndF}$ $\boxed{\ln}$ ，显示 7.389056099。

简单变量函数求值，如求某数的平方、倒数、对数、三角函数及其反函数值时可不按等号键，输入数后按下相应的指令键即可显示出答案。但在混合运算式中，最后的计算结果必须使用等号键才能显示出来。

在计算器中还设有存储键，可以把中间计算值随时存入（按 $\boxed{\text{Min}}$ 键）、累加（按 $\boxed{M^+}$ 键）、取出（按 $\boxed{\text{MR}}$ 键）。

三、电子计算器工作状态的检查

新计算器或长期未使用的计算器，使用前应检查工作状态，以免使用病机贻误计算工作，检查方法是：

1. 输入 8888888888（全位数），逐个检查每个数字有无缺笔断划之处。
2. 输入 1.1111111 $\boxed{\times}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{=}$ ，应显示为 1.2345679（八位机）或 1.234567899（十位机）。
3. 输入 111111111 $\boxed{+}$ $\boxed{+}$ $\boxed{=}$ 后，再连续按七次等号键，应分别显示为 2、3、4、5、6、7、8、9 的全位数。

第三章 玻璃仪器和化学试剂

第一节 常用的玻璃仪器

玻璃仪器按玻璃的性质不同可以简单地分为软质玻璃仪器和硬质玻璃仪器两类。软质玻璃承受温差的性能、硬度和耐腐蚀性都比较差，但透明度比较好，一般用来制造不需要加热的仪器，如试剂瓶、漏斗、量筒、吸管等。硬质玻璃具有良好的耐受温差变化的性能，用它制造的仪器可以直接用灯火加热，这类仪器耐腐蚀性强、耐热性能以及耐冲击性能都比较好，常见的烧杯、烧瓶、试管、蒸馏器和冷凝管等都用硬质玻璃制作。

玻璃仪器按用途分，可以分为容器类、量器类和其他常用器皿三大类。

一、烧杯

常用的烧杯有低型烧杯、高型烧杯、三角烧杯等三种，主要用于配制溶液，煮沸、蒸发、浓缩溶液，进行化学反应以及少量物质的制备等。烧杯用硬质玻璃制造，它可承受500℃以下的温度，在火焰上可直接或隔石棉网加热，也可选用水浴、油浴或沙浴等加热方式。烧杯的规格从25毫升至5000毫升不等。烧杯的主要规格详见表3-1。

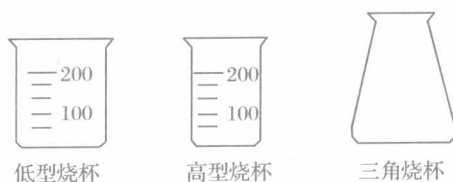


表 3-1 烧杯的主要规格

名称	容量 (ml)	高度 (mm)	外径 (mm)
低型烧杯	50	58	46
	100	72	52
	250	94	69
	500	115	87
	1000	150	110
高型烧杯	50	67	40
	100	88	45
	250	122	60
	600	165	80
	1000	195	100
三角烧杯			口外径/底外径
	125	110	34/55
	250	135	43/70
	500	155	53/88

二、烧瓶

烧瓶用于加热煮沸，以及物质间的化学反应，主要有平底烧瓶、圆底烧瓶、三角烧瓶和定碘烧瓶。平底烧瓶不能直接用火加热，圆底烧瓶可以直接用火加热，但两者都不能骤冷，通常在热源与烧瓶之间加隔石棉网。三角烧瓶也称锥形瓶，加热时可避免液体大量蒸发，反应时便于摇动，在滴定操作中经常用它作容器。定碘烧瓶主要用于碘法的测定中，也用于须严防液体蒸发和固体升华的实验，但加热或冷却瓶内溶液时应将瓶塞打开，以免因气体膨胀或冷却，使塞子冲出或难以取下。

蒸馏烧瓶是供蒸馏使用的，蒸馏常用的还有三口烧瓶和四口烧瓶。

烧瓶的主要规格详见表 3-2，表 3-3。

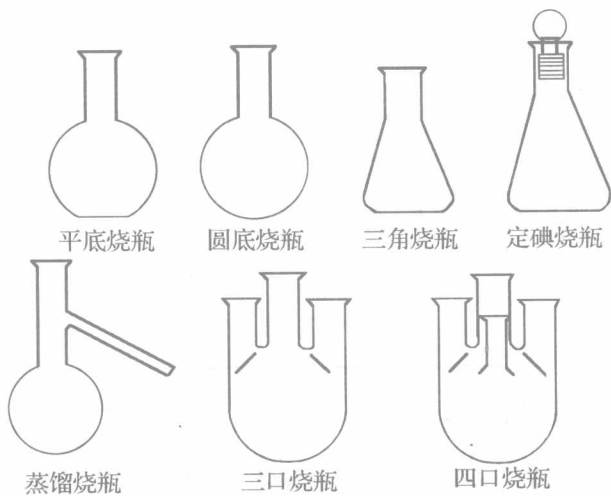


表 3-2 烧瓶的主要规格

名称	容量 (ml)	瓶高 (mm)	球 (底) 外径 (mm)	颈外径 (mm)
平底烧瓶	50	100	53	20
	100	120	65	21
	250	160	88	25
	500	200	110	30
	1000	250	140	35
圆底烧瓶	50	100	53	20
	100	120	63	21
	250	165	88	25
	500	210	110	30
	1000	260	140	35
三角烧瓶	50	90	52	20
	100	105	60	22
	150	120	69	25
	250	144	83	30
	500	195	100	35
	1000	225	128	40

续表

名称	容量 (ml)	瓶高 (mm)	球 (底) 外径 (mm)	颈外径 (mm)
定碘烧瓶	50	110	55	20
	100	114	60	20
	250	155	83	26
	500	200	98	28
	1000	220	130	33

表 3-3 蒸馏烧瓶的主要规格

名称	容量 (ml)	全高 (mm)	球外径 (mm)	颈外径 (mm)	中颈外径 (mm)	侧颈外径 (mm)
蒸馏烧瓶	30	122	42	18		
	60	150	57	20		
	125	190	70	23		
	250	220	88	25	—	—
	500	270	100	30		
	1000	350	140	35		
三口烧瓶	250	140	88		26	20
	500	175	100		30	22
	1000	215	140		35	24
四口烧瓶	250	140	88		26	20
	500	175	100		30	22
	1000	215	140		35	24

三、分馏管、冷凝管和接管

分馏管也称分馏柱或分凝器，主要用于分馏操作。常见的分馏管有无球分馏管、一球分馏管、二球分馏管、三球分馏管、四球分馏管和刺形分馏管。分馏管的主要规格详见表 3-4。

冷凝管也称冷凝器，供蒸馏操作中冷凝用。常见的冷凝管有空气冷凝管、直形冷凝管、球形冷凝管、蛇形冷凝管、直形回流冷凝管和蛇形回流冷凝管，它们的规格详见表 3-5。

接管是蒸馏时连接冷凝管用的，常见的有直形接管和弯形接管。接管的主要规格详见表 3-6。

表 3-4 分馏管的主要规格

名称	刺形管长 (mm)	管全长 (mm)	管外径 (mm)	球外径 (mm)	下管外径 (mm)
无球分馏管		200	15		
一球分馏管		250	17	40	
二球分馏管		300	17	40	
三球分馏管		400	17	35	
四球分馏管		460	17	35	
刺形分馏管	250	410	21		10
	500	690	25		12
	1000	1220	33		15