

全国高等院校医学实验教学规划教材

医学化学实验

第2版

主编 夏春辉 付 双



科学出版社

全国高等院校医学实验教学规划教材

医学化学实验

第2版

主 编 夏春辉 付 双

副主编 许 凤

编 者 (按姓氏笔画排序)

王海君(齐齐哈尔医学院) 付 双(齐齐哈尔医学院)

孙 革(齐齐哈尔医学院) 许 凤(齐齐哈尔医学院)

李 爽(齐齐哈尔医学院) 李红梅(齐齐哈尔医学院)

邹淑君(黑龙江中医药大学) 赵占义(哈尔滨医科大学)

侯 鹏(齐齐哈尔医学院) 夏春辉(齐齐哈尔医学院)

崔继文(佳木斯大学)

科 学 出 版 社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303(打假办)

内 容 简 介

本书根据医药学各专业教学大纲中对化学实验的要求,按照医药学学生岗位胜任力的实际需要,综合基础化学实验和有机化学实验编写而成。内容包括医学化学实验基础知识(涵盖安全知识、化学试剂、仪器设备、基本操作),基础性实验 16 个,综合设计实验 11 个,视频演示实验 2 个;共四个部分 4 个专题、29 个实验;减少了验证性实验内容,增加了综合设计性实验,强调医学化学实验基本技术,书后附有适用的附表。各院校可根据自己的实际情况和学时数选做若干实验。

本书适用于医药专业本科学生使用,也可以作为学生和教师的参考资料,或供实验技术人员准备实验用。

图书在版编目(CIP)数据

医学化学实验 / 夏春辉,付双主编. —2 版. —北京:科学出版社,2015.9
全国高等院校医学实验教学规划教材

ISBN 978-7-03-045328-0

I. ① 医… II. ① 夏… ② 付… III. ① 医用化学—化学实验—医学院校—教材 IV. ① R313-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 184526 号

责任编辑:朱 华 / 责任校对:张怡君

责任印制:肖 兴 / 封面设计:范璧合

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 11 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2015 年 9 月第 二 版 印张:6 1/2

2015 年 9 月第四次印刷 字数:136 000

定价:22.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《全国高等院校医学实验教学规划教材》

编委会

主 主 副 编	审	张晓杰	郭金城				
	编	李 涛	张淑丽	高 音			
	主	编	潘洪明	朱坤杰	郑立红	刘伯阳	刘 婷
			姚立杰	廉 洁	王宏兰	李淑艳	付 双
编	者	(按姓氏笔画排序)					
		于海涛	马 勇	王 玉	王 岩	王 洁	王 洋
		王 珺	王 斌	王玉阁	王立平	王丽萍	王宏兰
		王晓东	王海君	仇 惠	文丽波	邓凤春	石艳会
		卢长柱	田 华	付 双	包丽丽	冯淑怡	师 岩
		吕 莹	吕丽艳	吕艳欣	朱坤杰	朱金玲	刘 丹
		刘 婷	刘文庆	刘秀财	刘伯阳	刘哲丞	刘雅楠
		刘楠楠	齐晓丹	衣同辉	许 凤	孙 权	孙 革
		孙 贺	孙石柱	孙晓杰	孙翠云	纪 亮	李 宇
		李 波	李 恋	李 涛	李 爽	李 雪	李永涛
		李光伟	李红梅	李志勇	李建蓉	李淑艳	李鹏辉
		李霄凌	杨旭芳	杨秀珍	肖 宇	肖 薇	吴艳敏
		吴 琦	何 军	邹淑君	沈 雷	宋 娟	张立平
		张明龙	张春庆	张春晶	张 威	张 鹏	张晓东
		张海燕	张淑丽	张善强	陈 萍	岳丽玲	金 莉
		郑立红	官 杰	郎蔚雅	赵占义	侯 鹏	姜 杨
		姜 颖	姚立杰	姚洪波	姚淑娟	都晓辉	夏春辉
		柴 英	钱丽丽	徐 晋	徐 晶	徐文弟	高 音
		高 涵	高恒宇	郭红艳	郭林娜	梅庆步	崔继文
		董 静	廉 洁	蔡文辉	潘洪明	薛茂强	薛俭雷

序

齐齐哈尔医学院组织编写的“全国高等院校医学实验教学规划教材”丛书（第1版）于2011年在科学出版社出版，获得了参编院校广大师生的欢迎和好评。按照《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》的要求，配合教育部“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材建设，全面推进现代医学实验教学的发展，加大对实验项目、实验条件、实验教学体系的改革力度，建立以能力培养为主线，分层次、多模块、互相衔接的实验教学体系，与理论教学既联系又相对独立，实现基础与前沿、经典与现代的有机结合是我们修订及编写本系列教材的初衷。

依照此要求修订及编写的基础医学实验系列教材，其编写指导思想是“符合人才培养需求，体现教育改革成果，确保教材质量，形式新颖创新”。配合教育部、卫计委提出的要逐步建立“5+3”（五年医学院校本科教育加三年住院医师规划培训）为主体的临床医学人才培养体系。依照“三基、五性、三特定”原则，我们广泛听取了读者和同仁对上版教材的反馈意见，在继承和发扬原教材优点的基础上，修改不足之处。

本次系列实验教材修订，我们和多所医学院校合作，由长期工作在教学和科研一线的教师编写而成，他们分别来自齐齐哈尔医学院、哈尔滨医科大学、内蒙古医科大学、天津医科大学、大连医科大学、黑龙江中医药大学、厦门大学、绍兴大学、陕西中医学院、中国中医科学院、中央民族大学、牡丹江医学院、佳木斯大学、华中科技大学同济医学院、北华大学15所院校，力求做到体系创新、理念创新及编写精美。

本系列实验教材的实验内容在原有的基本实验操作及常用仪器使用、经典验证性实验、综合性实验和创新性实验，实验报告等基础上，增加了虚拟仿真实验。系列教材由上版7本，再版后增至8本，包括《人体解剖学实验》《医学微形态学实验》《医学机能实验学》《医学细胞生物学与遗传学实验》《医学免疫学与病原生物学实验》《生物化学与分子生物学实验》《医学物理学实验》和《医学化学实验》。

本系列教材读者对象以本科临床医学专业为主，兼顾预防、口腔、影像、检验、护理、药学、精神医学等专业需求，涵盖医学生基础医学全部的实验教学内容。

由于水平和时间的限制，难免存在疏漏，敬祈同仁和广大读者批评、指正。

李 涛 张淑丽 高 音

2015年6月

前 言

本教材在第1版教材《医学化学实验》的基础上,将基础化学与有机化学两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,加强学生基本实验技能的训练,锻炼学生独立思考问题、解决问题的能力。

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、哈尔滨医科大学、佳木斯大学、黑龙江中医药大学四所院校的教师们通力合作,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》一书。本书减少了验证性实验内容,增加了综合设计性实验,强调医学化学实验基本技术。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,也可供实验技术人员准备实验用。

本书共四章,其中夏春辉编写第一章,第二章实验一~实验六,第四章实验二十八;付双编写第二章实验八~实验十五,第三章实验二十(三);许凤编写第二章实验七,第三章实验二十(一)、实验二十一、实验二十三~实验二十六;李红梅编写第二章实验十六,第三章实验二十(二);孙革编写第三章实验十九、二十二;王海君编写第三章实验十七;侯鹏编写第四章实验二十九;崔继文编写第三章实验二十七;邹淑君编写第三章实验十八;赵占义编写附录;李爽编写荧光分光光度计、红外分光光度计及高效液相色谱仪。

本书在编写过程中由于时间仓促,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。

夏春辉 付 双

2015年6月

目 录

第一章 医学化学实验基础知识	1
第一节 医学化学实验的安全知识	1
第二节 化学试剂	2
第三节 医学化学实验玻璃仪器与设备	3
第四节 医学化学实验基本操作	9
第二章 医学化学基本实验	18
实验一 旋光度的测定	18
实验二 折光率的测定	21
实验三 物质熔点的测定	24
实验四 物质沸点的测定	26
实验五 减压蒸馏	27
实验六 纸层析分离氨基酸	31
实验七 分光光度法测定化学平衡常数	32
实验八 酸碱滴定	35
实验九 NaOH 滴定法测定阿司匹林的含量	38
实验十 KMnO_4 法测定双氧水中 H_2O_2 含量	40
实验十一 碘量法测定维生素 C 的含量	42
实验十二 EDTA 滴定法测定水的硬度	44
实验十三 荧光分光光度法测定维生素 B_2 含量	46
实验十四 阿司匹林的红外光谱测定	48
实验十五 高效液相色谱法测定阿奇霉素的含量	49
实验十六 紫外-可见分光光度法测定维生素 B_{12} 注射液的含量	51
第三章 综合设计实验	53
实验十七 配位化合物	53
实验十八 从茶叶中提取咖啡因	55
实验十九 粗盐的提纯及纯度检验	56
实验二十 抗贫血药硫酸亚铁的制备与定量分析	57
实验二十一 硫酸亚铁铵的制备及等级鉴定	61
实验二十二 氧化还原与电化学	63
实验二十三 化合物分子模型的设计	66
实验二十四 醋酸电离常数测定	73
实验二十五 常见离子的分离和鉴定	81
实验二十六 缓冲溶液的配制及 pH 的测定	82
实验二十七 三草酸合铁(III)酸钾的制备、组成测定及表征	83
第四章 视频演示实验	85
实验二十八 纸上电泳法分离氨基酸	85
实验二十九 烟碱的提取及性质	86
参考文献	90
附录	91

第一章 医学化学实验基础知识

第一节 医学化学实验的安全知识

为了防止事故的发生和事故发生后的及时处理,在进行医学化学实验时下列事项应引起高度重视,并切实遵守。

一、实验时的一般注意事项

为了保证医学化学实验正常、安全、有序进行,我们必须注意以下事项:

- (1) 实验前必须认真预习,了解实验中使用药品的性能和有可能引起的危害及相应的注意事项。
- (2) 实验中遵守实验室安全规程,认真操作,仔细观察,如实记录,并经常注意反应是否正常,有无碎裂和漏气的情况,反应是否正常进行。
- (3) 对有可能发生危险的实验,应采用必要的防护措施,如戴防护手套、眼镜、面罩等防护设备。
- (4) 各种药品不得随意遗弃,废液应倒入指定的回收容器中(严禁将废液倒入水槽中)。
- (5) 熟悉灭火消防器材的存放位置和正确使用方法。
- (6) 严禁在实验室中吸烟、喝水和吃食物。
- (7) 实验结束后,把实验台面收拾干净,按要求将仪器洗刷干净,并把仪器、试剂等摆放整齐,然后关好水、电、门、窗,经教师检查后方可离开。

二、实验中事故的预防及处理

1. 着火预防及处理 为预防着火发生,在医学化学实验中使用易燃物质时须做到:

- (1) 不能用敞口容器存放、加热易燃物质。
- (2) 加热时,应根据实验要求及易燃物的特点选择热源,注意远离明火。
- (3) 尽量防止或减少易燃的气体外逸,注意室内通风。
- (4) 不得将易燃、易挥发物倒入废液缸内。
- (5) 回流或蒸馏易燃有机溶剂时,应加入沸石,防止暴沸,如事先忘记加沸石,应等液体冷却后再加入。

如果发生了着火事故,一方面立即熄灭附近所有火源,切断电源,移开附近未着火的易燃物,另一方面立即灭火。灭火时,视着火情况采取以下不同的处理方法:

- (1) 火势小时,可用湿布盖灭,或用沙子灭火。
- (2) 油浴和有机溶剂着火时,要用沙子或灭火器灭火,绝对不能用水浇。因为油和一般有机物都比水轻,泼水后,火不但不熄,反而漂浮在水面燃烧,火随水流促其蔓延。
- (3) 电器着火时,应切断电源,然后使用不导电的二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器来灭火,决不能用水或泡沫灭火器灭火。
- (4) 身上着火时,切勿乱跑,应用厚的外衣包裹使其熄灭,必要时在地上滚动以熄灭火焰。
- (5) 大火时,应根据具体情况采用下列灭火器材:

二氧化碳灭火器：二氧化碳灭火器用以扑灭有机物及电器设备着火。使用时注意：一手提灭火器，一手应握在喷二氧化碳喇叭筒的把手上(不能手握喇叭筒，以免冻伤)。

四氯化碳灭火器：四氯化碳灭火器用以扑灭电器内或电器附近的火，但不能在通风不良的实验室中应用，因为四氯化碳在高温下能生成剧毒的光气(碳酰氯)，而且与金属钠接触会发生爆炸。

泡沫灭火器：由于泡沫灭火器喷出大量的硫酸氢钠、氢氧化铝，污染严重，给后处理带来麻烦，因此，除不得已时最好不用这种灭火器。

不管用哪一种灭火器都是从火的周围开始向中心扑灭。

2. 割伤预防与处理 医学化学实验中使用的玻璃仪器容易割伤皮肤，所以在操作仪器时应注意：

(1) 预防

1) 玻璃管(棒)切割后，断面应在火上烧熔，以消除棱角。

2) 正确使用操作技术。

(2) 处理：如果割伤了皮肤，视割伤情况采取以下不同的处理方法：

1) 若伤口较小，则清除玻璃碎片，让血流片刻，再用蒸馏水洗净伤口，涂上红药水，撒上止血粉，用纱布包扎好。

2) 伤口较大或割破了主血管，则应用力按紧主血管，以防止大出血，及时送医院治疗。

3. 中毒预防与处理 医学化学实验中使用的药品大多数有毒，因此在实验时应注意：

(1) 预防

1) 称量任何药品都应使用工具，不得用手直接接触。

2) 药品不要沾在皮肤上，尤其是剧毒的药品。

3) 使用和处理有毒或腐蚀性物质时，应在通风柜中进行，并戴上防护用品。

4) 对沾染过有毒物质的仪器和用具，实验完毕应立即采取适当方法处理以破坏或消除其毒性。

5) 实验完毕后应立即洗手。

(2) 处理：如果发生了中毒，视中毒情况采取以下不同的处理方法：

1) 皮肤接触可渗透入皮肤的有毒物质时，如硝基化合物、二甲亚枫、含磷有机物等，应立即用酒精擦洗，然后用肥皂和水冲洗。

2) 毒物溅入口中而没有咽下时，应立即吐出来，用大量水冲洗口腔。如已经吞下，应根据毒物的性质给以解毒剂，并立即送医院。

3) 吞下强酸：先饮大量水，然后服用鸡蛋白、牛奶、氢氧化铝膏，不要吃呕吐剂。

4) 吞下强碱：先饮大量水，然后服用醋、鸡蛋白、牛奶、酸果汁，不要吃呕吐剂。

5) 当吸入有毒气体时，应立即将中毒者抬到室外，平卧，解开衣领及纽扣。对于吸入少量氯气和溴蒸气时，可用碳酸氢钠溶液漱口后，并立即送医院。

第二节 化学试剂

一、化学试剂的等级标志和符号

常用国产化学试剂的等级标志与符号见表 1-1。

表 1-1 常用化学试剂的等级标志和符号

级别	一级品	二级品	三级品	四级品	五级品
标志	优级纯(保证试剂)	分析纯(分析试剂)	化学纯	实验试剂	生物试剂
代号	GR	AR	CP	LR	BR 或 CR
瓶签颜色	绿色	红色	蓝色	棕色	黄色

除上述几种试剂外,还有基准试剂、高纯试剂、光谱纯试剂等。基准试剂杂质的含量相当于优级纯试剂,高纯和光谱纯试剂杂质的含量比优级纯试剂低。

二、化学试剂的取用

1. 液体试剂的取法

(1)从磨口试剂瓶取用试剂的方法:取下瓶塞把它仰放在台上,用左手的大拇指、食指和中指拿住容器(如试管,量筒等),用右手拿起试剂瓶(注意使试剂瓶上的标签对着手心),倒出所需量的试剂。倒完后,将试剂瓶口在容器上靠一下,竖直放置试剂瓶(避免遗留在瓶口的试剂从瓶口流到试剂瓶的外壁),再将瓶塞盖在试剂瓶上,把试剂瓶放回原处,并使瓶上的标签朝外。

(2)滴管取用少量试剂的方法:首先提起滴管,使管口离开液面。然后用手指紧捏滴管上部的橡皮胶头(赶出滴管中的空气),将滴管伸入试剂瓶中,放开手指,吸入试剂。再提起滴管,将试剂滴入试管或烧杯中。一般滴管的一滴液体体积约为 0.05 毫升,即 1 毫升约为 20 滴。

(3)定量取用试剂的方法:用量筒或移液管定量取用试剂。取用时应注意多余的试剂不能倒回原瓶,应倒入指定容器内供他人使用。

2. 固体试剂的取法 固体试剂取用一般使用药匙。此外,有毒固体药品须在教师指导下取用。

第三节 医学化学实验玻璃仪器与设备

一、医学化学实验玻璃仪器

(一)医学化学实验常用玻璃仪器

化学实验常用玻璃仪器一般具有很好的透明度、一定的机械强度、良好的绝缘性能、很高的化学稳定性与热稳定性等。医学化学实验常用玻璃仪器为试管、烧杯、烧瓶、冷凝管、蒸馏头、接液管、抽滤瓶、抽滤管、漏斗、研钵、蒸发皿、表面皿、称量瓶、量筒、量杯、容量瓶、移液管与滴定管等。

1. 试管与烧杯 试管(见图 1-1A)主要用作少量试剂的反应容器,常用于定性试验。烧杯(见图 1-1B)主要用于配制、煮沸、蒸发、浓缩溶液,或用于进行化学反应、少量物质的制备等。

2. 烧瓶 烧瓶主要包括圆底烧瓶、平底烧瓶、蒸馏烧瓶、克氏蒸馏烧、三角烧瓶(也称锥形瓶)。平底烧瓶(见图 1-2A)适于轻度加热液体,圆底烧瓶(见图 1-2B)特别适于加热煮沸液体,蒸馏烧瓶(见图 1-2C)用于液体蒸馏或分馏,克氏蒸馏烧瓶(见图 1-2D)用于液体减压蒸馏,三角烧瓶(见图 1-2E)一般用于滴定、制

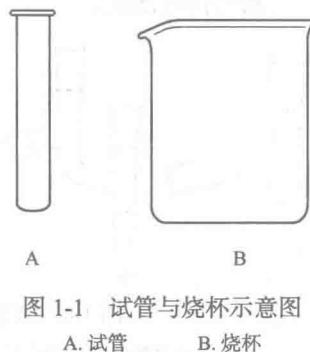


图 1-1 试管与烧杯示意图

A. 试管 B. 烧杯

取气体或反应容器等。

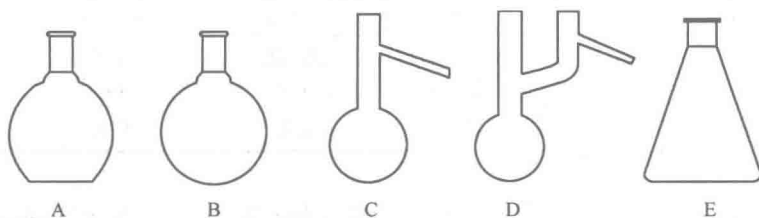


图 1-2 烧瓶示意图

A. 平底烧瓶 B. 圆底烧瓶 C. 蒸馏烧瓶 D. 克氏蒸馏烧瓶 E. 锥形瓶

3. 冷凝管 冷凝管也称冷凝器，供蒸馏回流操作中冷凝用。常见的冷凝管有直形冷凝管（见图 1-3A）、球形冷凝管（见图 1-3B）、蛇形冷凝管（见图 1-3C）与空气冷凝管（见图 1-3D）。

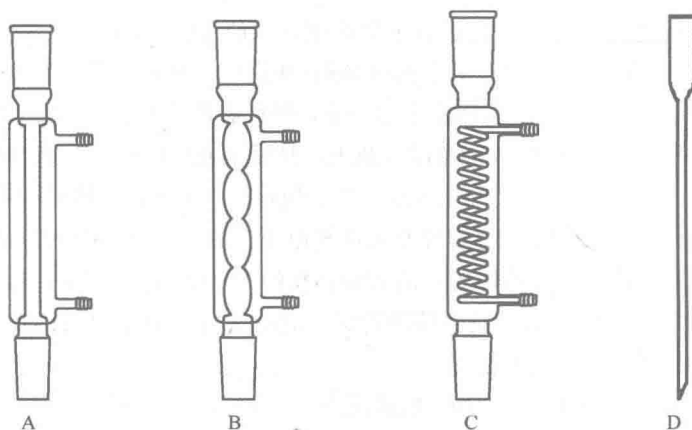


图 1-3 冷凝管示意图

A. 直形冷凝管 B. 球形冷凝管 C. 蛇形冷凝管 D. 空气冷凝管

4. 蒸馏头与接液管 蒸馏头主要有普通蒸馏头（见图 1-4A）与克氏蒸馏头（见图 1-4B）。接液管主要有单尾接液管（见图 1-4C）、双尾接液管（见图 1-4D）及三尾接液管。普通蒸馏头与单尾接液管主要用于蒸馏装置连接。克氏蒸馏头与多尾接液管主要用于减压蒸馏装置连接。

5. 抽滤瓶与抽滤管 抽滤瓶（见图 1-5A）与抽滤管（见图 1-5B）主要用于晶体或沉淀进行减压过滤时接收滤液。

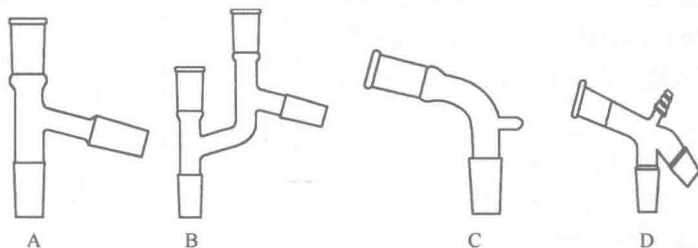


图 1-4 蒸馏头与接液管示意图

A. 普通蒸馏头 B. 克氏蒸馏头 C. 单尾接液管 D. 两尾接液管

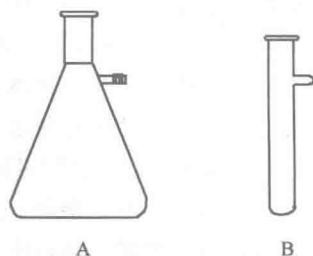


图 1-5 抽滤瓶与抽滤管示意图

A. 抽滤瓶 B. 抽滤管

6. 漏斗 常用的漏斗有普通漏斗（见图 1-6A）、热滤漏斗（见图 1-6B）、布氏漏斗（见图 1-6C）与分液漏斗（见图 1-6D）。普通漏斗用于过滤或向小口容器转移液体，热滤漏斗用于热过滤液体，

布氏漏斗用于减压过滤液体,分液漏斗用于分离互不相溶液体或向反应器中随时滴加液体。

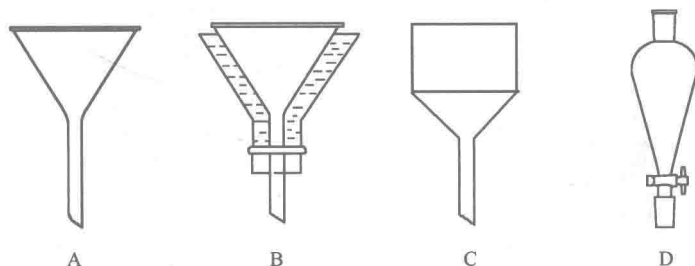


图 1-6 漏斗示意图

A. 普通漏斗 B. 热滤漏斗 C. 布氏漏斗 D. 分液漏斗

7. 研钵 研钵(见图 1-7)主要有玻璃研钵、瓷研钵与玛瑙研钵等。玻璃研钵、瓷研钵适用于研磨硬度较低的物质,玛瑙研钵用于研磨硬度大的物质。

8. 蒸发皿与表面皿 蒸发皿有平底(见图 1-8A)和圆底(见图 1-8B)两种形状,其主要用于蒸发液体、浓缩溶液或干燥固体物质。表面皿(见图 1-8C)主要用于烧杯、蒸发皿等容器的盖子。

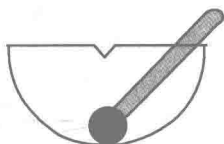


图 1-7 研钵示意图



A



B



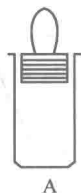
C

图 1-8 表面皿与蒸发皿示意图

A. 平底蒸发皿 B. 圆底蒸发皿 C. 表面皿

9. 称量瓶 称量瓶一般用于准确称量一定量的固体,也可用于烘干试样,但不能用火直接加热。称量瓶有高形(见图 1-9A)和扁形(见图 1-9B)两种,高形称量瓶用于称量基准物或样品,扁形称量瓶用作测量水分或在烘箱中烘干基准物。

10. 量筒与量杯 量筒(见图 1-10A)和量杯(见图 1-10B)主要用于不要求很精确量取一定体积的液体。



A



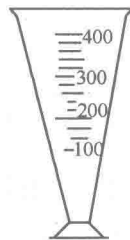
B

图 1-9 称量瓶示意图

A. 高形称量瓶 B. 扁形称量瓶



A



B

图 1-10 量筒与量杯示意图

A. 量筒 B. 量杯

11. 容量瓶 容量瓶(见图 1-11)用于配制准确体积的标准溶液或被测溶液,也用作溶液的定量稀释。容量瓶瓶塞是磨口的,不能互换,以防漏水。容量瓶不能用火直接加热,可水浴加热。容量瓶有无色和棕色之分,棕色瓶用于配制需要避光的溶液。

12. 移液管 移液管用于准确移取一定体积的液体。常见的移液管有单标记移液管(见图 1-12A)和刻度移液管(也称为吸量管,见图 1-12B)。有的吸量管上标有“吹”字或“blow out”,

使用时要用洗耳球将管尖部液体吹下。

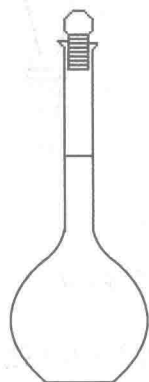


图 1-11 容量瓶示意图

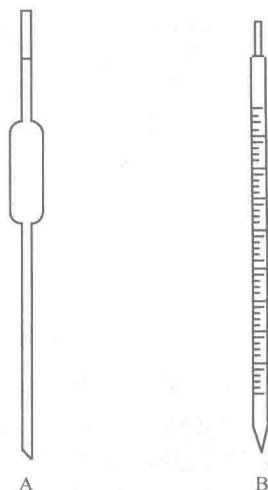


图 1-12 移液管示意图

A. 单标记移液管 B. 刻度移液管

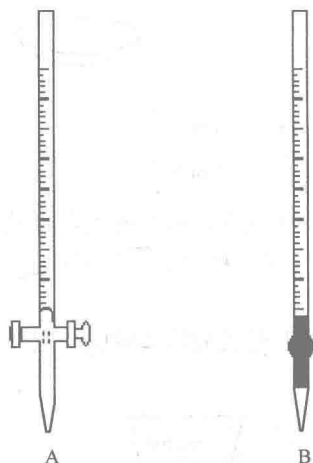


图 1-13 滴定管示意图

A. 酸式滴定管 B. 碱式滴定管

13. 滴定管 滴定管是用于精确测量滴定溶液体积的仪器。常用的滴定管有酸式和碱式两种。滴定管下端有一玻璃活塞的为酸式滴定管(见图 1-13A)，其主要用来盛酸性溶液。滴定管下端尖嘴玻璃管和胶管(胶管中有一玻璃珠)连接的为碱式滴定管(见图 1-13B)，其主要用来盛碱性溶液。此外，滴定管有无色和棕色之分，棕色滴定管用来盛装见光分解的溶液。

(二) 医学化学实验玻璃仪器使用注意事项

使用医学化学实验常用玻璃仪器时，须注意以下几个方面：

- (1) 使用玻璃仪器时要轻拿轻放。
- (2) 锥形瓶与平底烧瓶不能用于减压系统。
- (3) 大多数玻璃器皿(试管除外)不能直接用火加热，须隔石棉网加热。
- (4) 敞口容器不能用以贮放易燃溶剂，以防溶剂挥发而造成火灾。
- (5) 在使用带活塞的玻璃仪器时，须在活塞上涂一层薄薄的凡士林，以免漏液。使用后，用小纸片垫在活塞和磨口间，以防止粘结。不要将塞好的活塞放入烘箱内烘干，以防取出后发生粘结。

(三) 医学化学实验玻璃仪器的洗涤

医学化学实验用的玻璃仪器必须清洁干燥。洗涤应坚持少量多次原则。当仪器倒置，器壁不挂水珠时，表示已洗净。凡是洗净的仪器，决不能再布或纸擦拭。否则，布或纸的纤维将会留在器壁上而沾污仪器。常用的洗涤方法如下：

(1) 用试管刷蘸上皂粉或去污粉刷洗润湿的器壁，直到玻璃表面的污物除去为止，最后再用自来水清洗(如对仪器干净的要求特别高，应再用蒸馏水冲洗)。有时去污粉的微小粒子粘附在玻璃器皿壁上，不易被水冲走，此时用 2% 的盐酸摇洗一次，再用自来水清洗。

(2) 用洗液清洗玻璃仪器。洗液配制方法如下: 取 5 克重铬酸钾放入 400 毫升烧杯中, 加水 10 毫升, 搅拌使之溶解后, 用干燥量筒量取浓硫酸 90 毫升, 沿烧杯壁慢慢倾入重铬酸钾水溶液中(不可将重铬酸钾倒入浓硫酸中, 否则将因反应过猛而爆炸), 并不断搅拌, 放冷至室温, 将此液倾入预先备好的干燥瓶中, 加盖备用。由于洗液的吸水性很强, 所以应把装洗液的瓶子盖严, 以防吸水, 降低去污能力。洗液可反复使用, 当出现绿色(重铬酸钾还原成硫酸铬的颜色)时, 失去了去污能力, 不能继续使用。

(3) 用超声波仪清洗玻璃仪器。超声波仪使清洗溶剂流动而产生数以万计的微小气泡, 气泡闭合形成的瞬间高压连续不断地冲击玻璃仪器表面, 使污垢迅速脱落, 从而达到仪器表面净化的目的。超声波清洗一般有化学溶剂与水基清洗剂两种溶剂。

(四) 医学化学实验玻璃仪器的干燥

医学化学实验的仪器常常需要干燥。干燥玻璃仪器的方法有以下几种:

1. 自然风干法 洗净后仪器倒置或放在干燥架子上自然风干。烧杯、三角烧瓶、量筒、容量瓶、滴定管等玻璃仪器常用自然风干法干燥。

2. 加热法 洗净的仪器应先尽量把水倒干, 然后放在电烘箱(控制在 105°C 左右)内烘干。称量用的称量瓶烘干后放在干燥器中冷却和保存。砂芯玻璃仪器、带实心玻璃塞及厚壁的玻璃仪器烘干时要缓慢升温并且温度不可过高, 以免烘裂。一些常用的烧杯、蒸发皿等可置于石棉网上小火烤干(容器外壁的水珠应先揩干)。试管可直接用火烤干, 火焰从底部开始, 缓慢向下移至向下倾斜的管口(以免水珠倒流炸裂试管), 如此反复烘烤到不见水珠后, 再将管口朝上, 把水汽烘赶干净。

3. 有机溶剂法 需立即使用的仪器, 可将水尽量沥干后, 加入少量丙酮或乙醇摇洗, 再用电吹风吹干。先通入冷风 1~2 分钟, 当大部分溶剂挥发后, 再吹入热风使其干燥完全(有机溶剂蒸汽容易燃烧和爆炸, 所以不宜先用热风吹)。吹干后, 用冷风使仪器逐渐冷却。否则, 被吹热的仪器在自然冷却过程中会在瓶壁上凝结一层水气。

(五) 医学化学实验玻璃仪器装置

医学化学实验的玻璃仪器装置一般用铁夹(铁夹的双钳应贴有橡皮、绒布等软性物质, 防止铁夹将仪器夹坏)将仪器固定于铁架上。用铁夹夹玻璃仪器时, 先用左手手指将双钳夹紧, 再拧紧铁夹螺丝, 待夹钳手指感到螺丝触到双钳时, 即可停止旋动, 做到夹物不松不紧。

仪器装置安装应先下后上, 从左到右, 做到正确、整齐、稳妥、端正, 其轴线应与实验台边沿平行。

二、医学化学实验设备

1. 加热仪器 见本章第四节, 医学化学实验基本操作的加热与冷却部分。

2. 电吹风 电吹风可吹冷、热风, 用于吹干玻璃仪器。

3. 电动搅拌器 电动搅拌器由电动机及搅拌棒(通常用玻璃棒制成, 棒的下端可在火焰上烧制成不同式样, 如图 1-14 所示)两部分组成。电动机竖直安装在铁支架上, 其轴头与搅拌棒之间通过两节真空橡皮管与玻璃棒连接(见图 1-15), 这样搅拌器导管不至磨损或折断。电动搅拌器通常用于搅拌物料较多或较黏稠的情况。

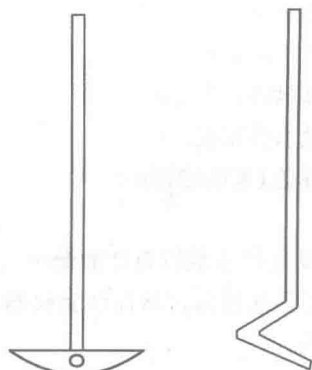


图 1-14 搅拌棒示意图

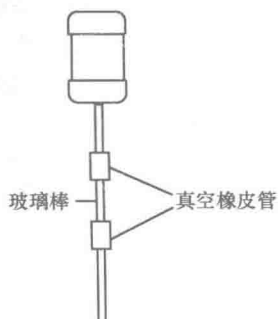


图 1-15 电动搅拌器示意图

4. 加热磁力搅拌器 磁力搅拌器(见图 1-16)主要由一根以玻璃或塑料密封的软铁(磁棒)、一个旋转的磁铁组成。一般磁力搅拌器都兼有加热装置,可以调速调温。使用时,将磁棒投入盛有欲搅拌物质的容器中,然后将容器放置于有旋转磁场的搅拌器托盘上,接通电源,容器内的磁棒随之旋转,达到搅拌的目的。加热磁力搅拌器适用于物料较少的搅拌,不宜用于搅拌很黏稠的反应物。

5. 烘箱 烘箱(见图 1-17)用以干燥玻璃仪器或烘干无腐蚀性、加热时不分解的物品。使用烘箱应注意:①一般干燥玻璃仪器时应先沥干,无水滴时才放入烘箱烘干;②烘箱放玻璃仪器时,仪器口朝下,自上而下依次放入,以免残留的水滴流下,使下层已烘热的玻璃仪器炸裂;③刚用丙酮、乙醇淋洗过的玻璃仪器或挥发性易燃物切勿放入烘箱,以免爆炸。

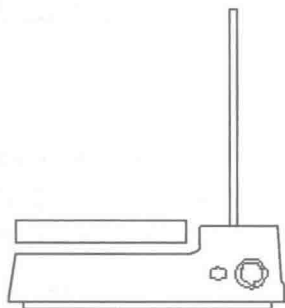


图 1-16 加热磁力搅拌器示意图

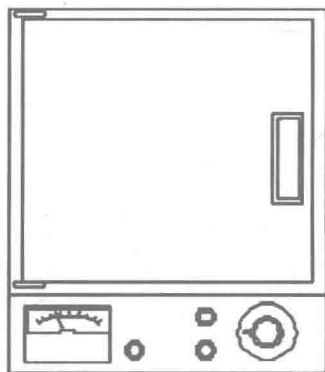


图 1-17 烘箱示意图

6. 旋转蒸发仪 旋转蒸发仪(见图 1-18)用以蒸发溶剂。其优点是液体蒸发速度快,可加快实验进度。使用时按下列步骤操作:①将旋转蒸发仪接通冷凝水,连上水泵,转动旋转蒸发仪顶端的活塞使其通大气;②将须蒸发溶剂的反应混合物倒入烧瓶内,把烧瓶套在蒸发仪上,用夹子夹住;③打开水泵抽气,转动顶端活塞使之与大气隔绝,调节控速旋钮,使旋转速度在适宜的情况下;④在旋转的烧瓶下置一热源加热。

若溶剂已挥发,欲停止蒸发,应按以下次序操作:①去掉热源,将控速旋钮调到零位,关闭电源;②慢慢旋转顶端活塞使之与大气想通,待瓶中压力与大气压相等时,取下烧瓶(切不可在减压下拿下烧瓶,否则产物会冲溢出烧瓶);③关闭水泵及冷凝水。

7. 旋光仪 见实验一, 旋光度的测定。

8. 折光仪 见实验二, 折光率的测定。

9. 紫外可见分光光度计 见实验七, 分光光度法测定化学平衡常数。

10. 荧光分光光度计 见实验十三, 荧光分光光度法测定维生素 B₂ 含量。

11. 红外分光光度计 见实验十四, 阿司匹林的红外光谱测定。

12. 高效液相色谱仪 见实验十五, 高效液相色谱法测定阿奇霉素的含量。

13. 酸度计 见实验二十四, 醋酸电离常数测定。

14. 电导率仪 见实验二十四, 醋酸电离常数测定。

15. 电泳仪 见实验二十八, 纸上电泳法分离氨基酸。

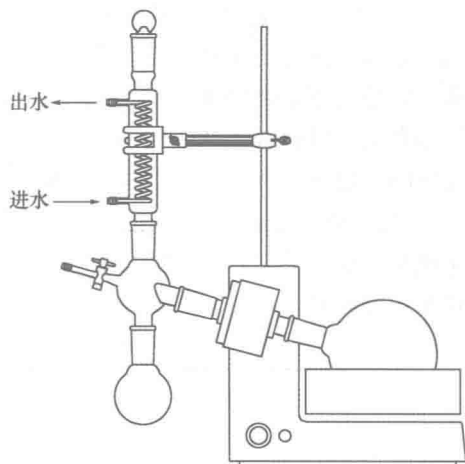


图 1-18 旋转蒸发仪示意图

第四节 医学化学实验基本操作

一、加热与冷却

(一) 加热

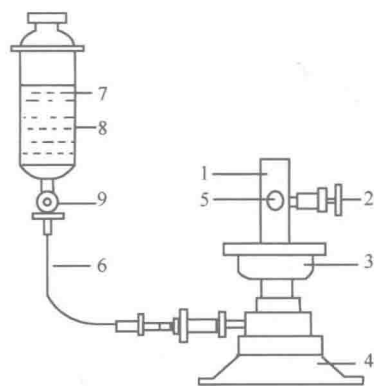


图 1-19 酒精喷灯构造

1. 灯管; 2. 酒精喷灯开关; 3. 预热盆; 4. 灯座; 5. 气孔; 6. 橡皮管; 7. 酒精; 8. 储罐;
9. 酒精储罐开关

加热的方式分为直接加热与间接加热。

1. 直接加热 医学化学实验常用的直接加热热源有煤气灯、酒精灯、酒精喷灯等。下面我们主要介绍酒精喷灯。酒精喷灯构造见图 1-19。酒精喷灯的火焰温度通常可达到 700~1000℃。

酒精喷灯使用时应按下列次序操作：①在预热盆 3 上注满酒精，点燃盆内的酒精，以加热钢质灯管；②待预热盆内酒精要燃完时，开启开关 9，用火柴在管口处点燃，即可得到高温火焰；③调节开关 2，可以控制火焰的大小，向左加大火焰，向右减小火焰至熄灭。酒精喷灯使用时应该注意：①在开启开关、点燃以前，须充分灼烧灯管，否则在灯管内酒精不会全部气化，有液态酒精从管口喷出，形成“火雨”；②不用时，必须关好酒精储罐开关，防止酒精泄露。

2. 间接加热 在医学化学实验中，为保证加热均匀和操作安全，一般不用直接火焰加热，常可选用以下间接加热的方式：

(1) 水浴与油浴：当需要加热的温度在 100℃ 以下时，可将容器浸入水浴中。在进行 100~250℃ 加热时，可用油浴。油浴可使用植物油、石蜡油、硅油等。使用油浴时应注意：①避免直接加热油，防止着火；②油浴严重冒烟时应立即停止加热；③要放温度计于油浴中，以便控制油温；④油浴中油量不能过多；⑤应防止水滴溅入油浴中。

(2) 电热套：电热套(见图 1-20)是由一块玻璃纤维织成的毡做成，几圈电热丝埋在毡内，其加热温度最高可达 450~500℃。它的优点是快速、安全、方便，可控制加热温度，又不产生明火，特适用于易燃物质加热。使用电热套时应注意：①应悬置受热容器于加热套的中央，不能接触套的内壁；②因从改变电压到温度升高需一些时间，故在加热时应慢慢调节电压；③勿让易燃物质进入电热套内，以免引起火灾；④为有效地保温，可用玻璃布围在套口和容器之间。

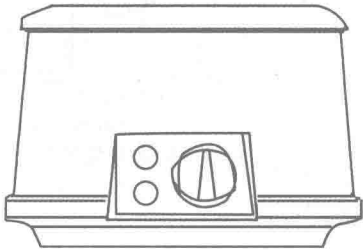


图 1-20 加热套示意图

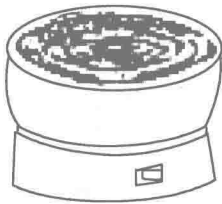


图 1-21 电炉

(二) 冷却

在医学化学实验中，一般的冷却可采用冷水、冰水、流动自来水或自然冷却等。如果需要冷却至 0℃ 以下，可用碎冰和某些无机盐按一定比例混合作为冷却剂(见表 1-2)。干冰(固体 CO₂)和丙酮、氯仿等溶剂以适当的比例混合，温度可降至 -78℃。液氮可降至 -188℃。如果要长期保持低温，需使用冰箱。

表 1-2 冰盐冷却剂

盐类分子式	100 份碎冰中加入盐的份数	达到最低温度(℃)
NH ₄ Cl	25	-15
NaCl	33	-21
CaCl ₂ · 6H ₂ O	100	-29
CaCl ₂ · 6H ₂ O	143	-55

二、干燥、过滤、倾析、重结晶与萃取

(一) 干燥

干燥是指除去物料中水分或溶剂的操作过程。下面主要介绍液体干燥与固体干燥。

1. 液体干燥 液体干燥通常是把干燥剂直接放入液体中。液体干燥剂主要包括氯化钙、硫酸镁、硫酸钙、碳酸钾、氢氧化钠(钾)、氧化钙、五氧化二磷及分子筛等。

干燥剂干燥液体时，首先将被干燥的液体(干燥液体前要尽量把水分除净，不应有可见的水层，如水分太多，须将此水层分去或用吸管将水层吸去)加入锥形瓶中，添加干燥剂(对于含水量较多的液体干燥，常先用吸水量较大的干燥剂吸水，然后用干燥性强的干燥剂除微量水分)，振荡，静置 30min 以上，然后将被干燥的液体直接滤入蒸馏瓶进行蒸馏。

干燥剂使用时应注意以下几个方面：①干燥剂与被干燥的物质物不能发生化学反应；②干