

医学生物化学与分子生物学

实验技术与方法

S H I Y A N J I S H U Y U F A N G F A

主编 王天云 王 俐



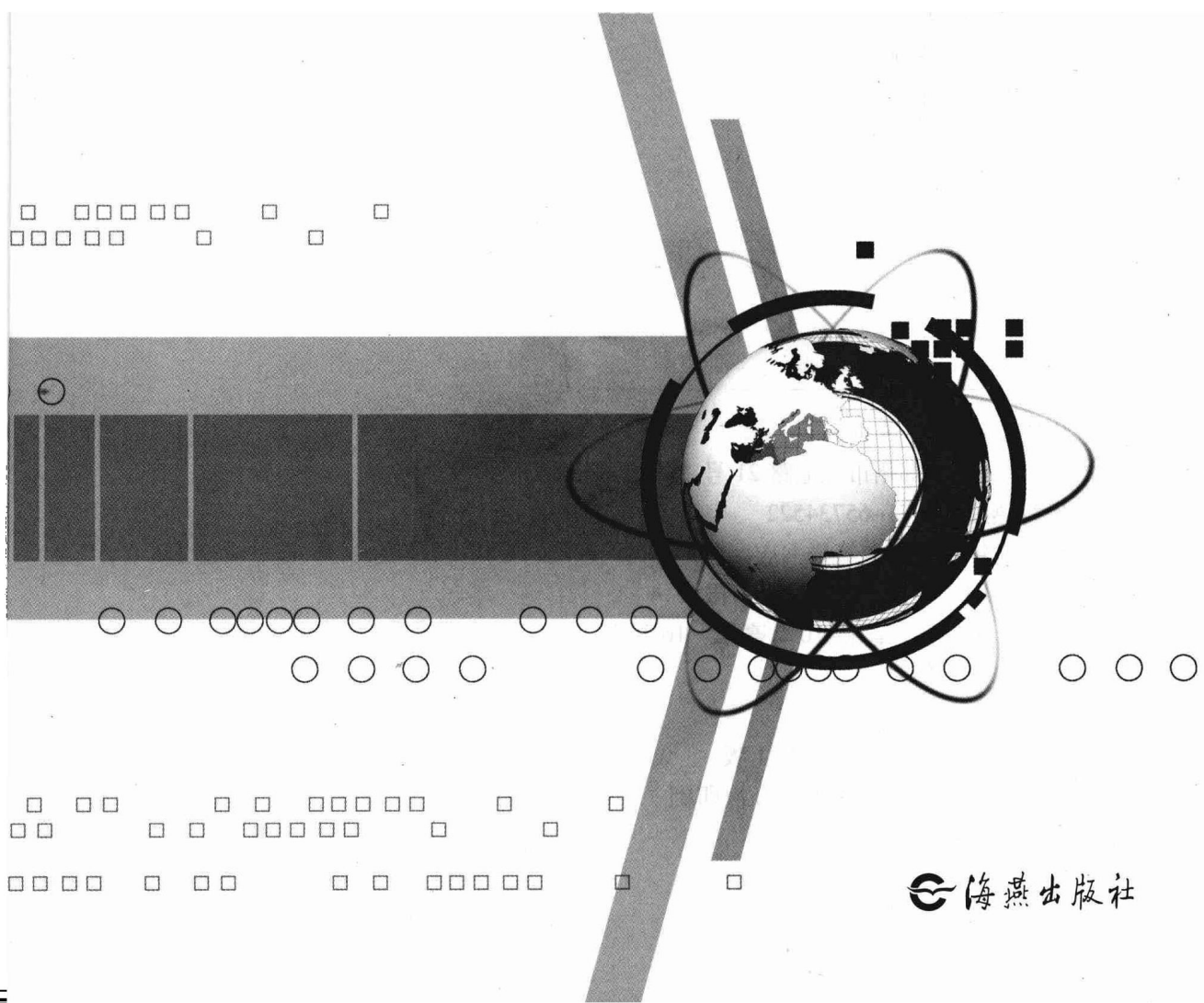
海燕出版社

医学生物化学与分子生物学

实验技术与方法

S H I Y A N J I S H U Y U F A N G F A

主编 王天云 王 俐



© 海燕出版社

图书在版编目(CIP)数据

医学生物化学与分子生物学实验技术与方法/王天云,王俐主编.—郑州:海燕出版社,2008.8

ISBN 978-7-5350-3823-4

I.医… II.①王…②王… III.①医用化学:生物化学—实验②医药学:分子生物学—实验 IV.Q5-33 Q7-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第115475号

插图:木 木

责任编辑:房 平

封面设计:李岚岚

责任校对:王 森

责任印制:邢宏洲

责任发行:卢曙光

出版发行:海燕出版社

(郑州市经七路21号 邮编:450002)

发行热线:0371-65734522

经 销:全国各新华书店

印 刷:辉县市文教印务有限公司

开 本:787毫米×1092毫米 16开

印 张:16印张

字 数:400千字

版 次:2008年8月第1版

印 次:2008年8月第1次印刷

印 数:1-6500册

定 价:22.00元

主 编 王天云 王 俐

副主编 赵长安 石如玲 赵春澎

咎玉玺 柴玉荣

编 委 (按姓氏笔画排列)

王小引 王天云 王 芳 王 俐

王 颖 王聪睿 付 云 石如玲

刘红涛 许 娜 谷兆侠 张俊河

张艳芳 吴朝霞 张 煜 单琳琳

赵长安 咎玉玺 赵春澎 柴玉荣

郭 丽 姚朝阳 董卫华 韩忠敏

前 言

20 世纪生命科学取得了重大进展，生物化学与分子生物学是其中最为活跃的学科之一，各种新技术、新方法层出不穷，特别是近 20 年来分子生物学技术突飞猛进，各种理论和技术已渗透至基础医学和临床医学的各个领域，并衍生出了许多新兴的交叉学科，如分子免疫学、分子微生物学、分子遗传学、分子药理学等。实验教学是高校教学工作中一个重要的组成部分，是培养学生实践能力和创新能力的重要环节，也是提高学生专业素养和就业竞争力的重要途径。

在长期的科研与教学中，我们积累了一些经验和体会，以此为基础，编写了这本《医学生物化学与分子生物学实验技术与方法》，以适应生物化学与分子生物学技术的迅猛发展及教学、科研的需要。全书共分两大部分：上篇为生物化学与分子生物学基本知识与操作，包括光谱光度分析技术、电泳技术、层析技术、离心技术和分子生物学技术等；下篇为生物化学与分子生物学实验，既包括基础的生物化学实验，也包括最近发展起来的分子生物学实验。附录列出常用生物化学试剂的配制方法、生物化学与分子生物学常用数据及生物化学与分子生物学网上资源及数据库，可供有关人员查阅参考。本书主要是为配合基础生物化学教材而编写，所涉及的技术面比较广泛，可供基础医学、临床医学、医学检验、影像学、预防医学、生命科学、生物技术等相关学科本科学生使用，也可供研究生、进修生及从事生物化学与分子生物学科研工作的相关人员参考使用。

本书编写人员主要是新乡医学院、郑州大学医学院及郑州铁路职业技术学院从事生物化学与分子生物学教学与科研工作的教师，他们具有丰富的科研和教学工作经验，为本书的编写投入了大量的精力。另外，海燕出版社工作人员在编辑加工中做了大量细致的工作。在此对他们表示衷心感谢！

尽管每位编者都为本书的编写付出了辛勤劳动，大家在繁忙的教学、科研工作之余，查阅资料，收集素材，撰写文稿，力求为读者提供一本与生物化学理论教学内容相匹配、难度适中、可操作性强的实验指导用书，但是由于编者水平有限，书中难免出现缺点和错误，敬请使用本书的同行提出宝贵意见，以便再版时减少谬误。

编 者

2008 年 5 月

目 录

上 篇

第一章 生物化学与分子生物学实验基本知识	1
第一节 实验室基本规则	1
第二节 实验基础知识与操作	5
第二章 光谱光度分析技术	16
第一节 比色法与分光光度法	16
第二节 荧光分析法	26
第三章 电泳技术	30
第一节 电泳技术的基本知识	30
第二节 常用电泳技术	36
第四章 层析技术	45
第一节 吸附层析	45
第二节 分配层析	51
第三节 凝胶过滤层析	55
第四节 离子交换层析	61
第五节 亲和层析	68

第五章 离心技术	78
第一节 离心技术的原理	78
第二节 离心技术的分类与应用	82
第三节 离心机的类型与结构	86
第六章 常用分子生物学技术	89
第一节 重组DNA技术	89
第二节 聚合酶链反应技术	100
第三节 分子杂交技术	117

下 篇

实验一 双缩脲法测定蛋白质含量	129
实验二 Folin-酚试剂法测定蛋白质含量	131
实验三 紫外分光光度法测定蛋白质含量	133
实验四 考马斯亮蓝G-250染色法测定蛋白质含量	135
实验五 BCA法测定蛋白质含量	137
实验六 血清蛋白质醋酸纤维素薄膜电泳	140
实验七 血清蛋白质聚丙烯酰胺凝胶圆盘电泳	144
实验八 SDS-PAGE测定蛋白质的相对分子质量	148
实验九 氨基酸薄层层析	153

实验十 凝胶柱层析法分离蛋白质	155
实验十一 紫外吸收法测定核酸含量	157
实验十二 肝脏DNA和RNA的分离与测定	158
实验十三 碱性磷酸酶的分离纯化与比活性测定	163
实验十四 碱性磷酸酶的动力学分析	171
一、pH对酶促反应速度的影响	171
二、温度对酶促反应速度的影响	174
三、底物浓度对酶促反应速度的影响	175
四、抑制剂对酶促反应速度的影响	176
实验十五 测定血糖及激素对血糖浓度的影响	177
实验十六 血清甘油三酯的测定	180
实验十七 血清丙氨酸氨基转移酶测定	184
实验十八 血清尿素测定	188
实验十九 聚合酶链式反应体外扩增DNA	191
实验二十 琼脂糖凝胶电泳检测DNA	194
实验二十一 质粒DNA的提取	196
实验二十二 DNA的限制性内切酶消化	199
实验二十三 DNA的重组技术——DNA的连接、感受态细胞制备及质粒转化.....	201
实验二十四 外源基因在大肠杆菌中的诱导表达	205
实验二十五 Southern blot	207

实验二十六 Northern blot 210

实验二十七 Western blot 214

实验二十八 单链构象多态性分析技术检测基因突变 218

附 录

附录一 实验室常用试剂、缓冲液的配制方法 222

附录二 常用培养基及抗生素的配制方法 231

附录三 生物化学与分子生物学常用数据 232

附录四 生物化学与分子生物学网上资源、数据库及国内外期刊 240

参考文献 244

上 篇

第一章 生物化学与 分子生物学实验基本知识

第一节 实验室基本规则

一、实验守则

(一) 实验教师守则

1. 结合临床知识和科研最新进展认真做好实验内容的筛选,在熟练掌握医学生物化学与分子生物学基本实验知识的基础上,积极开展实验科学研究,努力提高综合性、应用性、设计性实验的比例,提高学生的动手能力和创新能力,提高实验教学质量。

2. 协助实验室技术人员搞好实验室的教学与科研管理,严格贯彻、实施有关规章制度,认真做好实验室的日常教学管理,填写好实验记录。

3. 积极认真备课,每次实验课前,带教教师都要进行实验课集体备课和预实验,并做好相关记录。对规定实验外确需增加或改变的实验内容,必须先提出实验原理和方法,并进行实验验证,征得各位带教教师和实验技术人员同意,经学院批准后方可进行。

4. 认真做好课堂指导,尽职尽责,保证实验教学质量,耐心辅导学生,细心核对学生的实验数据,认真及时地批改实验报告,对实验教学中出现的问题和疑问及时正确做出解答,并于实验课结束后及时组织学生进行实验课的考核。

5. 做好实验仪器设备的领用、管理、归还工作,填写有关仪器的使用记录,确保仪器设备处于正常运转状态,保证实验教学顺利进行。

6. 负责本实验室的安全。督促学生按规定处理各种试剂或废液,严禁在实验室洗手池中倒杂物及废渣;实验后认真检查实验室的水、电、火源、门窗是否关闭,试剂和仪器是否完整,检查值日生的卫生值日情况。

(二) 学生守则

1. 学生进入实验室必须穿工作服,不准穿背心、拖鞋等进入实验室,在实验室内禁止吸烟、饮食、大声喧哗及追逐打闹。不熟悉的试剂和仪器不得随意翻动,以免造成身体伤害或仪器损坏,严格遵守实验室的各项规章制度和仪器设备的操作规程,遵从教师和实验

技术人员的指导，保证实验顺利完成。

2. 每次实验前必须认真预习实验教材中的相关实验内容，明确实验目的、实验原理、实验步骤、注意事项及相关仪器的使用等，实验操作时做到有条不紊。

3. 实验课上认真听取教师的讲解，教师授课期间严禁接打手机，实验中严禁使用收音机、MP3、MP4等音、视频用品。操作时严格按照操作规程和教师的指导进行，合理安排时间，做到科学有序、积极主动、安全高效，需要改变实验操作程序或试剂用量时，必须征得教师的同意后方可进行。

4. 实验时必须注意安全，防止人身和设备安全事故的发生，严禁带电接线或拆线，仪器设备接好线路后，要认真复查，确信无误或请教师审查后方可接通电源。一旦发生事故，要保持镇定，迅速切断电源，保护现场，并向教师报告，待指导教师查明原因排除故障后，方可继续实验。

5. 节约用水、用电和药品。爱护仪器设备。使用前详细检查，使用后要整理归位，发现丢失或损坏立即报告。未经许可不得随意更改试剂或样品的用量，不要动用与本实验无关的仪器设备及其他物品。

6. 要爱护公物，对因不遵守实验操作规程造成的仪器、标本等损坏，必须立即向教师报告，按仪器设备赔偿办法进行赔偿。对于大型仪器的损坏要列出详细报告，根据情况酌情赔偿。对违反规定造成事故和损失的，肇事者必须写出书面检查，视情节轻重和认识程度予以处理。

7. 实验中注意保持桌面、地面、水池、仪器整洁，实验完毕，值日生整理试剂仪器及实验台，将各种试剂和仪器原位归放整齐，清理水池中的杂物，打扫实验室，清倒废物，检查水、电开关，关好门窗。

8. 实验完毕后，要认真填写实验室仪器设备使用记录，经实验室工作人员检查仪器设备、工具、材料及实验记录，做好卫生值日后方可离开。

9. 实验后要认真完成实验报告，包括记录实验过程、分析结果、处理数据、绘制图表等，实验报告要求实事求是，杜绝相互抄袭，不合要求的实验报告退回重做。

10. 每个实验室选一名学生室长，协助教师负责实验室的相关工作，并负责安排每日的卫生值日和按时收发实验报告。实验结束后，协助教师检查仪器，清点试剂，关闭水、电、燃气等的开关，关好门窗，经教师同意后才可离开实验室。

二、实验室安全

（一）实验室安全防护

1. 初次进行医学生物化学与分子生物学实验前应自觉接受安全教育，了解使用水、电及化学试剂的基本知识和紧急事故处理办法。

2. 做实验前，根据所做实验的安全要求做必要的准备和充分的预习，在得到教师允许后方可开始实验。

3. 实验时思想集中，认真操作，未经允许不随意改动实验操作前后次序及试剂用量。

4. 严格按照要求取用各种化学试剂，不浪费化学试剂，不随意混合各种试剂或将试剂倒入水池，按规定回收或将试剂倒入指定废液缸，不将实验室内物品带出。

5. 易燃试剂（如甲醇、乙醇、乙醚、丙酮、氯仿等）与空气的混合物具有一定的爆炸性，使用时注意远离火源，加强空气流通。

6. 剧毒、致癌和强腐蚀性试剂可通过皮肤、消化道、呼吸道侵入人体，对人体造成伤害，操作过程中应注意加强通风，禁止用手直接取用药品，使用后放回原位。实验的废液多含有强酸、强碱、致癌等试剂残留，应谨慎处理。如强酸、强碱性废液不能直接倒入水池，应先将其稀释，然后倒掉，并用大量自来水冲洗，以防损坏下水道。

7. 在电器设备（如离心机、电泳仪、烤箱、水浴锅等）的使用中要严防触电，绝不可用湿手或在眼睛旁视的情况下，开启电闸或电器开关。使用加热用的电器（如电炉、烤箱、电热板等）应做到人走电断。

8. 一旦发生事故，要保持镇定，迅速切断电源，保护现场，并向教师报告，待指导教师查明原因排除故障后，方可继续实验。

9. 实验结束后，关闭门、窗及水、电、燃气等阀门，经指导教师检查认可后，再离开实验室。

（二）实验室意外事故处理

1. 试剂灼伤处理

（1）若受到强酸的腐蚀，先用大量清水冲洗，然后涂上碳酸氢钠油膏。若浓硫酸洒到皮肤上，迅速用布擦去，再用水冲洗，然后涂上碳酸氢钠溶液。若稀酸溶液洒在皮肤上，立即用大量水冲洗，再涂上3%~5%的碳酸氢钠溶液。伤势严重时，应立即送医院急救。当酸溅入眼睛时，首先用大量水冲洗眼睛，然后用稀的碳酸氢钠溶液冲洗，最后再用清水洗眼。

（2）若强碱洒在皮肤上，用水冲洗，再涂上2%的硼酸或者2%的醋酸稀溶液。当碱液溅入眼睛时，先用水冲洗，再用饱和的硼酸溶液冲洗，最后滴入蓖麻油后用蒸馏水冲洗。

（3）碱金属、氰化物、氢氰酸灼伤皮肤，先用高锰酸钾溶液洗，再用硫化铵溶液冲洗，然后用水冲洗。

2. 误吸入有害试剂的处理

（1）吸入强酸液体，立即用清水或0.1mol/L的氢氧化钠溶液漱口，再服用氧化镁、镁乳等和牛奶的混合剂数次，每次约200mL或服用万用解毒剂（木炭粉2份、氧化镁1份、鞣酸1份混合而成）1汤匙，切忌服用碳酸氢钠液体，以免造成胃刺激。

（2）吸入强碱液体，立即用清水或5%的硼酸溶液漱口，再服用适量0.8mol/L的醋酸溶液。

（3）误吸入煤气等有毒气体时，应立即在室外呼吸新鲜空气；误吸入溴蒸气、氯气等有毒气体时，立即吸入少量酒精和乙醚的混合蒸气，以便解毒，同时应到室外呼吸新鲜空气。

3. 触电处理 触电后应立即切断电源，尽快用绝缘物（干燥的木棒、竹竿）将触电者与电源隔离。必要时进行人工呼吸，待出现自主呼吸后移至通风处继续抢救，当触电者情况较严重时，做了上述急救后速送医院治疗。

4. 起火处理 一般有机物，特别是有机溶剂，大都容易着火，它们的蒸气或其他可燃性气体、固体粉末等（如氢气、一氧化碳、苯、油蒸气、面粉）与空气按一定比例混合后，当有火花时（点火、电火花、撞击火花）就会引起燃烧或猛烈爆炸。万一发生着火，要沉着快速处理，首先要切断热源、电源，把附近的可燃物品移走，再针对燃烧物的性质采取适当的灭火措施。但不可将燃烧物抱着往外跑，因为跑动时空气更流通，火会烧得更

剧烈。常用的灭火措施有以下几种，使用时要根据火灾的轻重、燃烧物的性质、周围环境和现有条件等进行选择。

(1) 水：常用的救火物质。它能使燃烧物的温度下降，但一般有机物着火不适用，因溶剂与水不相溶，又比水轻，水浇上去后，溶剂还漂在水面上，扩散开来继续燃烧。但若燃烧物与水互溶，或用水没有其他危险时，方可用水灭火。在溶剂着火时，先用泡沫灭火器把火扑灭，再用水降温是有效的救火方法。

(2) 泡沫灭火器：实验室常用的灭火器材。使用时，把灭火器倒过来，往火场喷。由于它生成二氧化碳及泡沫，使燃烧物与空气隔绝而灭火，效果较好，适用于除电流起火外的灭火。

(3) 二氧化碳灭火器：在小钢瓶中装入液态二氧化碳，救火时打开阀门，把喇叭口对准火场，喷射出二氧化碳以灭火，在工厂和实验室都很适用。它不损坏仪器，不留残渣，对于通电的仪器也可使用，但金属镁燃烧不可使用它来灭火。

(4) 干沙土：一般装于沙箱或沙袋内，只要抛撒在着火物体上就可灭火。适用于不能用水扑救的情况，但对火势很猛、面积很大的火焰效果欠佳。

(5) 石棉布：适用于小火。用石棉布盖上以隔绝空气，就能灭火。如果火很小，用湿抹布或石棉板盖上就行。

(6) 石墨粉：当钾、钠或锂着火时，不能用水、泡沫灭火器、二氧化碳、四氯化碳等灭火，可用石墨粉扑灭。

电路或电器着火时，扑救的关键是先要切断电源，防止火势扩大。电器着火最好的灭火器是四氯化碳和二氧化碳灭火器。

5. 中毒 生物化学实验室常见的化学致癌物有石棉、砷化物、铬酸盐、溴乙锭等。剧毒物有氰化物、砷化物、乙腈、甲醇、氯化氢、汞及其化合物等。中毒的原因主要是不慎吸入、误食或由皮肤渗入。中毒急救的方法主要有：

(1) 误食了酸或碱，不要催吐，可先立即大量饮水，误食碱者再喝些牛奶；误食酸者，饮水后再服氢氧化镁乳剂，最后饮些牛奶。

(2) 吸入了毒气，立即转移至室外，解开衣领，休克者应施以人工呼吸，但不要对口对口法。

(3) 砷和汞中毒者应立即送医院急救。

6. 割伤和烫伤

(1) 割伤（玻璃或铁器刺伤等） 若伤口内有异物，先取出异物，如轻伤可用蒸馏水、生理盐水或硼酸液擦洗伤处，然后涂上碘酒等消毒，必要时进行包扎；伤势较重时，则先用酒精在伤口周围清洗消毒，再用纱布按住伤口压迫止血，并立即送往医院。

(2) 烫伤 立即涂上烫伤膏（可用10%的高锰酸钾溶液擦洗灼伤处）；若伤势较重，撒上消炎粉或烫伤药膏，用油纱布带包扎。勿用冷水冲洗，更不能把烫起的水泡戳破。

三、实验报告与考核

（一）实验报告的要求

1. 使用统一规格的实验报告册认真书写实验报告，封面记录清楚姓名、班级及学号。

2. 实验报告包含的具体内容如下：

- (1) 实验名称和日期；
- (2) 实验目的与要求、实验原理及主要仪器；
- (3) 实验主要试剂与主要步骤；
- (4) 实验数据的记录及处理；
- (5) 实验结果的记录及结果分析。

3. 实验数据的记录及处理包括所涉及的理论计算。

4. 实验结果的记录及结果分析包括产生的实验现象及解释，并尽量以简洁明了的表格形式进行记录整理。如有曲线，应用坐标纸画出。

5. 实验总结包括完成指导教师所要求的总结、问题讨论、实验的注意事项及心得体会。

(二) 实验考核办法

1. 按时交实验报告，教师对实验报告进行批改，并根据实验记录和实验报告情况给出本次实验成绩，未交实验报告的本次实验无成绩。实验报告成绩将计入期末总成绩。

2. 学生缺做两次或两次以上实验或者有两次以上实验报告不合格的，本门课程的实验成绩为零分。

3. 因病或客观原因未能按时上课，学生必须出具请假条。

4. 每学期结束前组织实验考试，分实验理论考核和实验技能考核两部分进行。考核范围限实验课讲授的内容，考试时间统一安排，不能参加考试的同学需于考试前凭请假条另行安排，无请假条的缺考同学无本门实验成绩，且不安排实验补考。

第二节 实验基础知识与操作

一、常用玻璃仪器

玻璃仪器是生物化学实验中必不可少的器材，它的质量好坏、清洁与否、容量是否标准等直接影响着实验结果的准确性。目前的生物化学实验，多采用微量甚至超微量的方法，在检测中尽管有精密的仪器和熟练的操作技术，但是，如果使用的玻璃仪器质量差、不清洁或容量不标准，也会对实验结果造成很大的误差。因此，要求每个同学都必须掌握玻璃仪器的基本知识和用法。

(一) 常用玻璃仪器的种类及使用

实验室所用的玻璃仪器按其性质和用途分为量器、容器和专用玻璃器皿三大类。

1. 量器类 常用量器有量杯、量筒、容量瓶、吸量管等。

(1) 量杯、量筒：量杯和量筒常用于要求不太精确的溶液体积的度量，也可用于液体的稀释和混合。在配制要求不十分精确的溶液浓度时，如百分浓度、体积比浓度等，使用量筒比较方便。

量杯呈圆锥形，具嘴，其规格包括5~2000mL数种。由于其准确性较差，只能配制一

般溶液，实验室一般很少使用。

量筒呈圆柱形，精确度略高于量杯。其规格5~2000mL不等，可根据需要选用不同规格的量筒。大规格量筒不应配小体积液体，而小体积的量筒也不能多次量取大体积的溶液，这样容易造成误差。

量杯和量筒均不能加热，也不能用作反应容器。若在液体混合或稀释时放热很多，则不能使用量筒，这是因为制造量器的玻璃是低硼钙玻璃，这种玻璃耐碱性能较好，但耐热性能较差，不能在热源上加热，否则会引起炸裂。

量筒上有许多刻度，由于量筒的大小不一样，每刻度所表示的毫升数也不同。读取量筒刻度时，视线和量筒内液面的弯月形最低处应在同一水平面上。偏高或偏低都会造成较大的误差。

(2) 容量瓶：容量瓶是一种细颈梨形平底的能力器，带有磨口瓶塞，颈上有环形标线，表示在所指温度下（一般为20℃）液体充满到标线时，液体体积恰好与瓶上所注明的容积相等。

容量瓶是一种较准确的容量仪器，常用于配制标准溶液、试样溶液或用于准确稀释溶液。

容量瓶在洗涤前应检查其是否漏水。检查的方法为：将水倒入至标线，盖好瓶塞，左手按住塞子，右手指尖握住底边缘，把瓶倒立2min，观察瓶周围是否有水渗出，如果不漏，将瓶直立，把瓶转动约180°后，再倒过来试一次。检查两次很有必要，因为有的瓶塞与瓶口不是在任何位置都密合的，不漏水的容量瓶才能使用。按常规操作把容量瓶洗净、晾干或低温（50℃以下）干燥备用。注意不能直接在火焰上加热，也不能在80℃以上的烤箱中烘烤，否则玻璃受热，易使容积发生改变。

配制溶液时，如用固体物质配制溶液，须先将固体物质在烧杯中用溶剂溶解，如果溶解过程中放热，应待溶液降至室温时再转移至容量瓶中。注意容量瓶先用溶剂洗涤三次后才能将溶液转入，再加溶剂洗涤烧杯三次，洗液一并转入容量瓶中，以保证溶质全部转移，然后缓慢加入溶剂，当加到接近标线1cm时，应停顿30~60s，待瓶颈上部内壁沾附的液体流下后，再用洗瓶或滴管小心逐滴加入，直至液面底部的弧线与标线相切为止。观察标线时，容量瓶应平放在实验台上。勿用手掌握住瓶体部分，以免影响体积。眼睛位置必须与液面和标线在同一水平面上。水充满标线后盖好瓶塞，将容量瓶倒转振荡，使瓶内气泡上升，反复数次，使溶液充分混匀。配好的溶液如果需要保存，应转移到细口试剂瓶中。

浓溶液的稀释，可用移液管吸取一定体积的浓溶液放入容量瓶中，然后按上述方法稀释至标线。

容量瓶不宜久存溶液，因为任何溶液长时间存于容量瓶中，都会对容量瓶内壁产生腐蚀作用，甚至长时间存放水也会有腐蚀作用。尤其是碱性溶液更易侵蚀瓶壁，使瓶塞粘住无法打开，所以配制好溶液后，应将溶液转入清洁干燥的试剂瓶贮存，并应将容量瓶及时洗净晾干备用。

(3) 吸量管：吸量管分为刻度吸量管、移液管和微量吸量管三种，它们的用途各有不同。

①刻度吸量管 刻度吸量管是一种广泛使用的吸量管，其准确度较高，使用灵活，管上有刻度，可以根据刻度吸取所需体积的溶液，常用的有0.1、0.2、0.5、1、2、5、10mL

等数种。

刻度吸量管有完全流出式和不完全流出式两种。完全流出式包括吸量管尖端不能自然流出的液体。使用这种吸量管时，要把最后不能自然流出的液体吹出，这种吸量管壁上通常有“吹”字，也可以根据管上的刻度来确定。不完全流出式吸量管的容量，不包括管尖最后不能自然流出的液体，使用这种吸量管时，不必将残留在管尖端的溶液吹入容器内。

吸量管使用前要用铬酸洗液浸泡数小时以去掉油污，再用自来水和蒸馏水冲洗干净。吸取溶液时还要先用少量该溶液润洗管内壁。最好是用橡皮球吸取液体，特别是吸取有毒、强酸、强碱和挥发性液体时应绝对避免用嘴去吸。吸取溶液时，一般用左手拿橡皮球，右手把吸量管插入溶液中吸取，管尖插入的深度要适当。插入太深，吸量管外壁沾附的试剂多、误差大，而且容易污染试剂。插入太浅，容易吸入空气，还容易把液体吸到橡皮球中。一般是把吸量管插入液面下1cm左右为宜，然后以中指、拇指拿住刻度线以上地方，刻度面对自己，慢慢吸取溶液到刻度线以上，立即用食指压住上口，使吸量管下端离开液面，用滤纸将吸量管外壁擦净，垂直缓慢地将多余的液体放出至液面的弯月面与标线相切为止。此时眼睛必须与液体凹面相平行，立即按紧食指，拿出吸量管，垂直移入准备接受溶液的器皿中，使管尖与容器内壁接触，让液体自然流出，不可用吹气的办法加快速度。0.1mL以下的吸量管通常是量入式的，所以当液体放出后，应吸取容器中的稀释液吹洗2~3次，使管壁沾附试剂的液体全部洗去。

吸量管的规格很多，正确选用是很重要的。使用时应遵循“靠近原则”，即尽量选用与待取试剂体积相等或略大的吸量管。例如，用10mL吸量管取用0.1mL溶液显然会使误差增大；同样，如果需要1mL溶液而用0.5mL吸量管吸取两次也会使误差增大。

②移液管 移液管是一种准确度较高的吸量管。这种吸量管中间膨大，呈球形或长圆柱形，所以也称为胖肚吸量管。它具有单刻度，即只有一条总量标线。多用于吸取样品溶液、标准溶液或要求非常准确的溶液。一般移液管的体积以自动流出为准，管尖剩余液体不能吹。

③微量吸量管 微量吸量管亦称自动吸量管或定量加液器，习惯称“加样枪”，是一种精密的取液仪器。其原理是利用柱塞的定程运动形成负压，吸入定量液体到塑料尖头内。取样量准确、迅速，操作简单。适合实验室连续取样和液体分装。其规格有10、20、50、100、200、500、1000 μ L和可调式等数种。使用前最好先检查一下其准确度和精密度，根据吸液量的多少选择合适的微量吸量管。

此外，量器类还有滴定管、微量进样器等。

2. 容器类

(1) 烧杯：烧杯是实验室最常用的一种玻璃容器。采用低硅酸盐玻璃制成，具有很好的热稳定性和化学稳定性，可以耐受500℃以下的高温。常用作蒸发、煮沸、浓缩等的加热容器。加热时应放在石棉网或耐热板上，使受热均匀。用电炉加热时要擦干外面的水珠，以免加热时引起爆裂。根据烧杯的形状可分为低型烧杯、高型烧杯、锥形烧杯等，其规格有25~5000mL数种。

(2) 烧瓶：烧瓶是一种瓶式容器，用于加热，可避免大量液体蒸发。烧瓶是用耐热玻璃制成的，根据烧瓶的形状可分为圆底烧瓶、锥形烧瓶。圆底烧瓶可分为长颈细口圆底烧瓶及短颈细口圆底烧瓶等。锥形烧瓶又称三角烧瓶，根据其用途可将锥形烧瓶分为细口锥

形烧瓶、广口锥形烧瓶、具塞锥形烧瓶、碘量瓶等数种。

(3) 试剂瓶：试剂瓶是专用于装各种试剂的玻璃容器，也是实验室最常用的玻璃容器，根据需要的不同可分为棕色试剂瓶和无色试剂瓶。棕色试剂瓶用于盛装见光易分解的试剂，无色试剂瓶用于盛装一般试剂。磨口试剂瓶密封性良好，用于盛装酸和非碱性试剂，可减少试剂的挥发；不具磨口的试剂瓶多用软木塞和橡皮塞，用于盛装碱性和浓盐类试剂。

盛装试剂的试剂瓶应贴标签，上面写明试剂名称、浓度、配制日期。书写瓶签要采用统一正确的格式，为防止试剂瓶遇水引起瓶签变化，可在标签外涂一薄层石蜡来保护。

(4) 滴瓶和滴管：瓶上装有滴管的试剂瓶称作滴瓶，滴瓶也可分为棕色和无色两种，使用时必须注意。如需将试剂滴入烧杯等容器，滴管尖端不能触及容器壁，以免弄脏。如果要将试剂滴入试管，必须用无名指和中指夹住滴管，将它悬空地放在靠近试管口上方，然后捏橡皮乳头使液体滴下，严禁将滴管伸入到试管内，以防污染。滴瓶和滴管专管专用，不能互换。

(5) 试管：实验离不开试管，根据实验目的不同，试管的品种和规格也不同。试管常用作试剂量较少时的反应容器，离心管还用作对实验对象的沉淀分离。使用时应放在试管架上，试管可直接加热，硬质试管可加热到高温，但加热后不能骤冷，以免引起破裂。

3. 漏斗类 漏斗主要用于过滤操作，常用来分离固体和液体，液体和液体及除菌等。根据用途可分为普通漏斗、分液漏斗、布氏漏斗和玻璃砂芯漏斗等。

(1) 普通漏斗：普通漏斗分为短颈漏斗、长颈漏斗和纹筋漏斗等。短颈漏斗是一种最普通的过滤漏斗，其大小以其口径来表示，有40~150mm等数种，常用来加注液体；长颈漏斗也是一种普通漏斗，但其颈部较长，过滤时易形成液柱，从而使滤速加快，多用于定量分析中的过滤操作；纹筋漏斗的内壁有若干条纵式或线状凹陷纹，因而增加了有效过滤面积，从而提高了过滤速度。

(2) 分液漏斗：分液漏斗根据其外形和用途可分为筒形、梨形、圆形和滴形等数种。分液漏斗上端具有磨口，球部下方有一活塞与漏斗颈部相连，液体通过活塞被分离出来。分液漏斗主要用于液体和液体的萃取，也可用于少量气体发生器装置中的加液。

(3) 布氏漏斗：布氏漏斗是瓷质的多孔板漏斗，用于减压抽气过滤，中间有一带孔的滤板起支撑滤纸的作用。布氏漏斗常和抽滤瓶及真空泵配套使用。

(4) 玻璃砂芯漏斗：玻璃砂芯漏斗的中间有一块砂芯滤板，以代替滤纸，滤板的直径大小视滤器的大小不同而有40~150mm等数种，漏斗的容积有100~1000mL等规格，其砂芯根据孔径大小不同可分为六个型号，根据滤过物质的不同可选用不同的型号。

(二) 玻璃仪器的清洗、干燥和保存

实验所用仪器的清洁程度影响结果的准确性。不注意仔细洗净器皿，即使有精密的仪器和熟练的操作技术也会使结果产生很大误差，甚至得出错误的结论。因此把玻璃仪器洗涤干净是实验室的重要准备工作，也是一项技术性工作。

清洁的玻璃仪器用蒸馏水冲洗后，内壁应十分明亮光洁，无水珠附着在玻璃上，若有水珠附着于壁，说明不干净，必须重新洗涤。应该养成仪器用完立即洗涤的习惯，使仪器保持洁净，处于备用状态。

1. 常用的几种洗涤液