

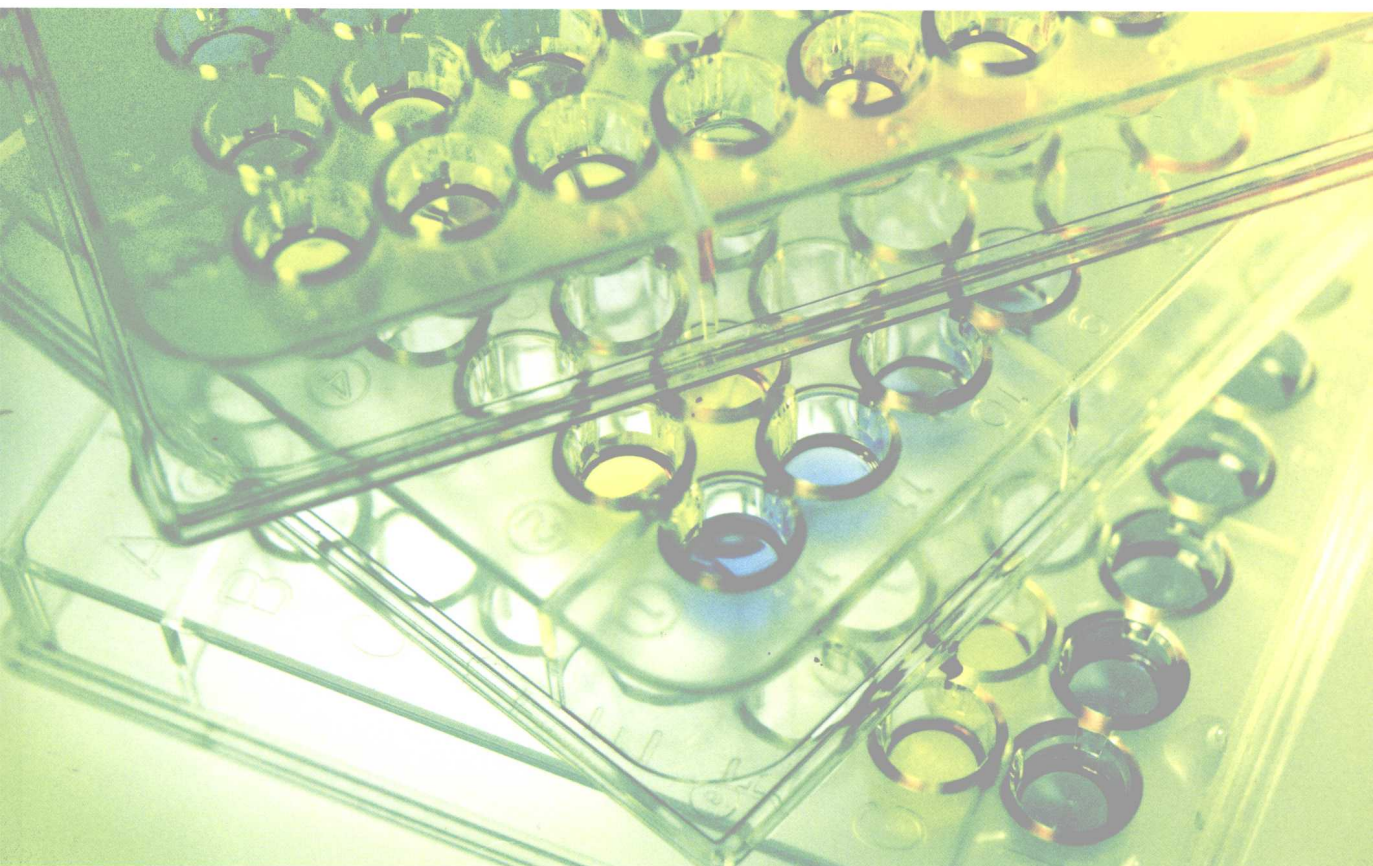
医学生综合能力实验/实践指导丛书

生物化学

实验指导

Biochemistry

主编 章正瑛



第二军医大学出版社

医学生综合能力实验/实践指导丛书

生物化学

实验指导

主 编 章正瑛

副主编 张发庆

编 委(按姓氏笔画排列)

位奎忠 张发庆

陶 陶 章正瑛

第二军医大学出版社

内 容 提 要

本书以新版《生物化学》教材为蓝本,以培养实用型人才为目标,以新教学计划和教学大纲为依据,主要侧重于训练学生的基本实验技能,使学生了解并掌握生物化学的基本实验方法。全书共分为3篇,包括生物化学实验技术、23个生物化学实验和学生实验报告。

全书内容简明新颖,实用性强。既可作为医药院校学生教学用书,又可作为医药卫生工作者案头参考书。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学实验指导/章正瑛主编. —上海:第二军医大学出版社,2007.8

(医学生综合能力实验/实践指导丛书)

ISBN 978-7-81060-768-1

I. 生... II. 章... III. 生物化学—实验—医学院校—教学参考资料 IV. Q5-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 108301 号

出 版 人 石进英

责任编辑 王 楠

生物化学实验指导

主 编 章正瑛

第二军医大学出版社出版发行

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

电话/传真:021—65493093

全国各地新华书店经销

上海第二教育学院印刷厂印刷

开本:787×1 092 1/16 印张:11 字数:268 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数:1~5 000 册

ISBN 978-7-81060-768-1/Q·023

定价:25.00 元

(含实验报告)

医学生综合能力实验/实践指导丛书
(基础医学和护理学)

编 委 会

丛 书 主 编 高明灿 张宗业

丛书副主编 丁运良 沈军生

丛 书 编 委 (以姓氏笔画为序)

丁玉琴	丁运良	王红梅	王钉钉
王春年	王新枝	王福安	史奎章
付小六	吕月桂	任 亮	刘文娜
刘军坛	刘建华	米 伟	许礼发
孙玉凤	冷 弘	沈军生	张发庆
张志国	张宗业	张继娜	张遂芳
陈晓玲	周玲生	赵文忠	胡庆甫
徐 晨	高 欢	高明灿	曹慧敏
常慧新	章正瑛	韩清晓	

生物化学是一门研究生命的学科,它运用现代科学技术,从分子水平上探讨生物体的组成、结构及其变化规律,揭示生命现象的本质。目前,生物化学的理论和技术发展迅速,已广泛深入到医学的各个领域中,如基础医学,临床医学中的疾病诊断、治疗、预防以及病因的探讨等均依赖生物化学的检测技术和原理。

但是,随着医学教育形势的发展,在生物化学实验方面目前尚缺乏与之相适应的教材,本书以新版《生物化学》教材为蓝本,以培养实用型人才为目标,以新教学计划和大纲为依据,强调“三基”,主要侧重于训练学生的基本实验技能,使学生了解并掌握生物化学的基本实验方法——分光光度法、离心法、电泳法和层析法等。同时也注意引进一些新近发展起来的、重要的生物化学及分子生物学研究技术,作为学生学习其他专业课程和进入科学研究领域的准备。力争起到“学生易学”、“教师易教”和“疑惑易解”的效果。

本教材的撰写人员都长期工作在教学第一线,具有较丰富的教学经验。在撰写过程中他们参考了大量的书籍,并将多年来的教学经验进行了汇总。此外,还遵循现代医学模式的转换原则,在某些内容上淡化了学科界限,融汇了新概念和新技术,在形式、结构、语言叙述等方面力求一致,体现了当前教育改革的精神。

本书共分3篇,第一篇主要介绍生物化学实验技术,如实验室规则、基本技能、常用试剂的配制方法、公式和常用的实验仪器等;第二篇是生物化学实验部分,共列举了23个实验,包括血清蛋白质测定、葡萄糖测定、脂类测定等。具体包括实验目的、实验原理、实验试剂、实验仪器、实验步骤、临床意义、注意事项及思考题等;第三篇是学生实验报告部分,采用填充形式,以方便学生使用和教师批改。

在本书的编写过程中,得到了同行的热情鼓励和支持,也得到了参编单位的有关领导、专家、教授以及第二军医大学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于生物化学技术发展较快,限于编者水平,书中难免有不妥之处。在教学过程中,恳请各位教师和学生提出批评指正意见。

章正琪

2007 年 7 月

目 录

第一篇 生物化学实验技术

第一章 生物化学实验目的及实验室规则	(3)
第二章 基本技能训练	(6)
第三章 化学试剂	(11)
第四章 配制试剂的公式	(14)
第五章 实验样品的制备	(17)
第六章 生物化学常用实验方法	(21)
第七章 实验误差与数据处理	(31)

第二篇 生物化学实验

实验一 蛋白质两性解离和等电点测定	(39)
实验二 蛋白质变性与沉淀	(42)
实验三 血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳	(48)
实验四 血清总蛋白测定双缩脲法	(51)
实验五 血清清蛋白测定(溴甲酚绿法)	(54)
实验六 酶的专一性及影响酶促反应的因素	(57)
实验七 胡萝卜素的柱层析	(61)
实验八 血糖的测定	(63)
实验九 尿糖的定性测定(班氏试剂法)	(69)
实验十 琥珀酸脱氢酶的竞争性抑制	(71)
实验十一 血清三酰甘油(甘油三酯)测定乙酰丙酮显色法	(74)
实验十二 血清总胆固醇测定	(77)
实验十三 肝脏中酮体生成作用	(82)
实验十四 尿中酮体的定性测定(Lange 法)	(85)
实验十五 转氨基作用	(87)
实验十六 血清丙氨酸氨基转移酶(ALT)活性的测定(改良赖氏法)	(89)
实验十七 血清尿素测定(二乙酰一肟法)	(92)
实验十八 酵母 RNA 的提取及组分鉴定	(94)
实验十九 动物肝脏中 DNA 的提取和定量	(96)
实验二十 血清总胆红素和结合胆红素测定(改良 J-G 法)	(99)
实验二十一 尿液蛋白质定性实验(磺基水杨酸法)	(103)

实验二十二 血清钾、钠的测定(火焰光度法)	(105)
实验二十三 血浆二氧化碳结合力的测定(滴定法)	(108)
附录一 常用生化正常值	(111)
附录二 常用生化单位换算表	(113)
附录三 实验室中常用酸碱的相对密度和浓度的关系	(116)
附录四 元素原子量表	(117)
附录五 常用缓冲液的配制方法	(119)
附录六 常用酸碱指示剂	(122)
参考文献	(124)

生物化学学生实验报告

实验一 蛋白质两性解离和等电点测定	(B1)
实验二 蛋白质变性与沉淀	(B3)
实验三 血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳	(B5)
实验四 血清总蛋白测定双缩脲法	(B7)
实验五 血清清蛋白测定(溴甲酚绿法)	(B9)
实验六 酶的专一性及影响酶促反应的因素	(B10)
实验七 胡萝卜素的柱层析	(B12)
实验八 血糖的测定	(B14)
实验九 尿糖的定性测定(班氏试剂法)	(B17)
实验十 琥珀酸脱氢酶的竞争性抑制	(B19)
实验十一 血清三酰甘油(甘油三酯)测定乙酰丙酮显色法	(B21)
实验十二 血清总胆固醇测定	(B22)
实验十三 肝脏中酮体生成作用	(B24)
实验十四 尿中酮体的定性测定(Lange 法)	(B26)
实验十五 转氨基作用	(B27)
实验十六 血清丙氨酸氨基转移酶(ALT)活性的测定(改良赖氏法)	(B28)
实验十七 血清尿素测定(二乙酰一肟法)	(B30)
实验十八 酵母 RNA 的提取及组分鉴定	(B31)
实验十九 动物肝脏中 DNA 的提取和定量	(B33)
实验二十 血清总胆红素和结合胆红素测定(改良 J-G 法)	(B35)
实验二十一 尿液蛋白质定性实验(磺基水杨酸法)	(B37)
实验二十二 血清钾、钠的测定(火焰光度法)	(B38)
实验二十三 血浆二氧化碳结合力的测定(滴定法)	(B40)

生物化学实验技术

21 世纪是生命科学的世纪,生物化学是当代生命科学领域中一门重要的基础学科,与医学研究各学科领域关系密切,其理论与技术的发展,推动了生命科学的发展。生物化学实验是医学院校学生必修的一门独立的基础实验技术课程,其研究技术是依据物理学、化学及生物学的基本理论和实验方法而建立起来的。早在 20 世纪初,科学家就开始对人体的化学组成进行系列研究。20 世纪 20 年代微量分析的发展,30 年代电子显微镜的出现,40 年代层析技术和电泳技术的兴起,50 年代 Watson JP 和 Crick FH 提出的 DNA 双螺旋结构模型,随后的分光技术、层析技术、电泳技术和免疫学技术等分析技术的陆续应用,都推动了生物化学技术的发展。80 年代发明的聚合酶链反应(PCR)技术,展现出广阔的应用前景,将生物化学不断向前推进。放射性核素示踪技术、各种光谱技术、核磁共振技术的应用,激光、超导等新技术的出现,计算机技术的突飞猛进,使生物化学实验手段提高到一个崭新的水平。掌握生物化学实验方法和研究技术,对于医学院校学生来说是十分重要的。

第一章 生物化学实验目的及实验室规则

【生物化学实验目的】

生物化学实验是理论教学的重要环节。通过实验教学,观察某些生物化学反应现象,可以联系理论内容并加深理解,验证和巩固理论知识;掌握生物化学实验目的、基本知识、实验原理、预期的结果、操作关键步骤、注意事项及一般仪器的使用;培养科学的态度和严谨的科学实验技能及独立工作能力。准确记录、分析并做出实事求是的实验报告,可以逐步提高观察问题、分析问题和解决问题的能力,为今后从事科学实验打下必要的基础。

【生物化学实验室规则】

(1)进入实验室须穿好白大衣,自觉遵守实验室纪律,不准迟到、早退,不准大声喧哗和随意走动。准备好实验指导、课本、笔记、实验记录本、报告本、文具等。

(2)上实验课前必须预习,明确实验目的,掌握基本原理,熟悉主要操作及注意事项。在实验过程中,听从老师指导,严格按规程进行操作。

(3)仔细辨认试剂标签,看清名称及浓度。使用滴管时,滴管尖端朝下,不可倒置,以免试剂流入橡皮帽。用吸量管取液体时,应用吸耳球,不能用嘴吸。吸标准溶液时,应先将标准液倒入干净试管中,再用吸量管吸,以防污染瓶中标准溶液。

(4)实验台面必须保持整洁,仪器、药品摆放应井然有序。取出试剂后,立即盖好瓶塞并将试剂瓶放回原处,瓶塞不能盖错。专用吸量管、滴管,不得与试剂瓶分家,以免错用而污染试剂,造成自己或他人实验的失败。未用完的试剂不得倒回瓶内。不要将试剂药品洒在实验台面和地上。

(5)所有固体废弃物(棉花、纱布、滤纸、碎屑沉淀物等)须丢入垃圾筒中,不可弃于桌上及水池里。浓酸必须弃于小钵中,用水稀释后倒入水池中。有毒及有害物品不能随意乱扔,应专门收集并做无害化处理。易燃易爆试剂应远离火源,低沸点有机溶剂如需加热要用水浴。

(6)实验室内严禁饮水和进食。凡产生烟雾、有害气体和不良气味的实验,均应在通风条件下进行。

(7)爱护仪器,如分光光度计、离心机、恒温水浴箱、电炉、电泳仪等。使用前应熟悉使用方法,尽量避免损坏及超负荷使用,严禁随意开动,用完及时关机。

(8)每次实验时要按仪器清单清点仪器,负责保管,用后如数交还。器材损坏时,应如实向教师报告,并填写损坏器材登记表,按学校规定赔偿,然后方可补领。

(9)在实验室内注意安全。乙醚、乙醇、丙酮等易燃物品,使用时必须远离火源。剧毒物品要严格管理,小心使用,切勿触及伤口或误入口内。操作结束后,必须认真洗手,严格清点

物品。

(10)实验室内的一切物品不得私自带出实验室。实验完毕,将所有物品清洗干净,放回原处,所有公用物品应摆放整齐,实验台面擦拭干净。要节约水、电,一经用完随手关闭。每次实验课由学生轮流值日,经老师验收后方可离去。

(11)实验后及时整理,根据实验结果进行科学分析,如实记录实验过程中出现的现象、数据与结果,按要求书写实验报告。对实验中出现的一些反常现象应积极分析、讨论,大胆提出自己的看法。

(12)若发生酸碱灼伤事故,先用大量自来水清洗,酸灼伤者用饱和 NaHCO_3 溶液中和,碱灼伤者用饱和 H_3BO_3 溶液中和,氧化剂伤害者用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 处理。

(13)若发生起火事件,根据发生起火性质分别采用砂、水、 CO_2 或 CCl_4 灭火器扑灭。

【实验记录】

实验记录是指实验过程中对实验名称、目的、原理、操作过程、结果和数据等的原始记录,应具有真实性、完整性和条理性。其要求是:

(1)不得使用铅笔,应使用钢笔或圆珠笔书写。

(2)在实验中观察到的现象和得出的数据应及时地、直接写在记录本上,切忌臆测,更不准造假。努力培养严谨的科学作风,实事求是地把实验结果全部记录下来。

(3)原始记录要准确、简练、详尽、清楚。对在定量实验中所测得的数据最好设计一定的表格,并根据仪器的精确度准确记录有效数字。

(4)清楚记录实验中使用仪器的类型、编号以及试剂的规格、化学式、分子量、浓度等,以便作为总结实验时进行核对和查找失败原因的参考依据。

(5)对于实验原始记录不得用草稿纸或书本先记草稿,然后再抄誊,应直接记录在笔记本上。原始数据不准修改,若需修改必须请示教师,并在原始记录上注明更改原因,方可进行。

【实验报告的书写】

书写实验报告是一项重要的基本技能训练。写好实验报告除了正确的操作外,还需要仔细的观察和客观的记录,并运用所掌握的理论知识对实验现象和结果进行综合分析。

1. 具体要求

(1)书写实验报告应简要通顺、字体清楚、无错别字及正确使用标点符号。

(2)对实验过程中一切现象的记录要详细,一切原始数据和运算过程均应写在报告上。

(3)不准修改原始数据,若需修改必须请示任课老师,经同意后方可进行,并写明原因。

(4)定量实验要求准确记录有效数字。

2. 基本内容

(1)姓名、班次、组别、实验日期(年、月、日)。

(2)实验名称。

(3)实验目的。

(4)实验原理。

- (5)实验试剂与仪器。
- (6)实验步骤。
- (7)实验结果。
- (8)临床意义。
- (9)注意事项。
- (10)思考题。

在书写实验报告时,无论是定量或定性实验,实验名称和实验目的都应符合本次实验课的全部内容所必须达到的目的和要求。实验原理要简明扼要描述,叙述可用文字,也可用化学反应式或结构式表达。实验步骤应按当时实际操作顺序进行描述,方式可灵活多样,但要具体、一目了然,也可用自行设计的表格来表达,避免长篇抄录。仔细观察和记录实验中出现的各种现象及数据,列出公式加以计算,得出结果。注意正确使用各种计量单位。实验结果是实验报告中最重要的一部分,对于实验结果的表达,可用简练的文字描述,也可用表格,还可用各种曲线图。在优秀的实验报告与论文中,三者常常并用,得到最佳的效果。应探讨实验中遇见的问题和思考题,提出自己的见解,并对自己的实验质量作出评价。

第二章 基本技能训练

【常用玻璃仪器】

玻璃仪器是生物化学实验常用的基本器皿,其清洁程度将直接影响实验结果的准确性、可靠性。洗涤的基本要求为玻璃仪器清洁透明,表面不含可溶解的物质,水能够沿器壁自然下流而不挂水珠。

因此,玻璃仪器的清洁不仅是实验前后的常规工作,而且是一项重要的基本技术。玻璃仪器的清洗方法很多,需要根据实验的要求以及污物性质选用不同的清洁方法。

1. 新购玻璃仪器的清洗

新购玻璃仪器表面附着油污和灰尘,特别是附着可游离的金属离子,故需要用肥皂水刷洗,经流水冲净后,浸于 10% Na_2CO_3 溶液中煮沸。用流水冲净后,再浸泡于 1%~2% HCl 溶液中过夜。流水洗净酸液,用蒸馏水少量多次冲洗后,干燥备用。

2. 使用过的玻璃仪器的清洗

(1)一般非计量玻璃仪器或粗容量仪器,如试管、烧杯、量筒等先用肥皂水刷洗,然后用自来水冲洗干净,最后用蒸馏水冲洗 2~3 次后,烘干或倒置于清洁处晾干。

(2)容量分析仪器,如吸量管、滴定管、容量瓶等,先用自来水冲洗晾干后,浸于铬酸洗液浸泡数小时,然后用自来水和蒸馏水冲洗干净,干燥备用。

(3)比色杯,用完立即用自来水反复冲洗,如有污物黏附于杯壁,可用盐酸或适当溶剂清洗,然后用自来水、蒸馏水冲洗干净。切忌用刷子、粗糙的布或滤纸等擦拭。洗净后,倒置晾干备用。

【清洗液的配方及使用】

1. 肥皂水和洗衣粉溶液

肥皂水和洗衣粉溶液是最常用的清洗液,利用其乳化作用可以很好地除去污垢。

2. 铬酸洗液

铬酸洗液是广泛应用于玻璃器皿洗涤的清洗液,由重铬酸钾($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)和浓硫酸配制而成。硫酸越浓,产生铬酸越多,其清洁效力也越强。常用铬酸洗液的浓度为 3%~5%,具有很强的腐蚀性,使用时必须注意安全,防止烧伤。当洗液由棕红色变为绿色时表明已变质,不宜再用。主要配制方法如下:

(1)在 250 ml 烧杯中置重铬酸钾 5 g,加入热水 5 ml 搅拌,使其溶解。先在烧杯下放一石棉网,然后向烧杯中缓慢加入浓硫酸 100 ml,边加边搅拌。注意不要加入过快,勿使硫酸溅出来。此时溶液由红黄色逐渐变为黑褐色。冷却后储于有塞的细口瓶中,以防吸水。

(2)取 80 g 重铬酸钾溶于 1 000 ml 水中,慢慢加入硫酸,边加边搅拌,冷却后装瓶备用。

3. 乙二胺四乙酸二钠(EDTA- Na_2)洗液

常用的 EDTA- Na_2 洗液浓度为 5%~10%,加热煮沸后可去除玻璃器皿表面钙镁盐类和不易溶解的重金属盐类产生的白色沉淀。

4. 草酸洗液

取草酸 5~10 g,加水 100 ml,配成草酸洗液。加少量硫酸或浓盐酸后可去除高锰酸钾的痕迹。

5. 尿毒洗液

尿毒洗液的常用浓度为 45%,是去除血污和蛋白质的良好洗剂。

6. 盐酸-乙醇洗液

盐酸-乙醇洗液的常用浓度为 3%,一般用于除去玻璃器皿上附着的染料。

7. 乙酸-硝酸混合液

乙酸-硝酸混合液常用于清洗难以洗净的有机物,最适于清洗滴定管。

8. $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 水溶液

此碱性液体常用浓度为 5%~10%,可用于洗涤油污。

【吸量管的种类和使用】

吸量管是生化实验最常用的仪器之一,测定的准确度和吸量管的正确选择和使用有密切关系。

1. 吸量管的分类

常用的吸量管可以分为 3 类(图 1-2-1)。

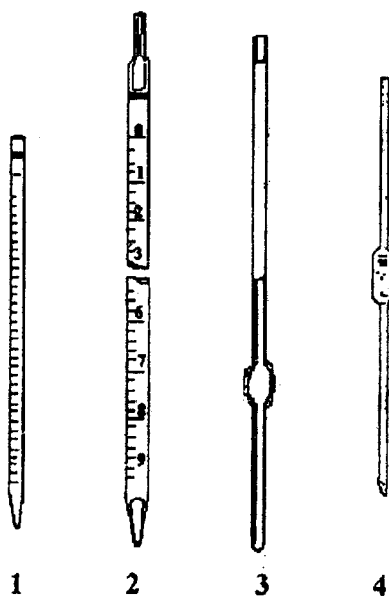


图 1-2-1 3 类吸量管简图

注:1、2:刻度吸量管;3:奥氏吸量管;4:移液管

(1) 奥氏吸量管: 可准确量取 0.5、1.0、2.0、3.0 ml 液体。此吸量管只有一个刻度, 当放出所量取的液体时, 管尖余留的液体必须吹入容器内。

(2) 移液管: 常用来量取 50、25、10、5、2、1 ml 的液体。这种吸量管只有一个刻度, 放液时, 量取的液体自然流入容器内, 管尖需在容器内壁停留 15 s, 管尖残留液体不要吹出。

(3) 刻度吸量管: 供量取 10 ml 以下任意体积的溶液。一般刻度包括尖端部分的体积。将所量液体全部放出后, 还需要吹出残留于管尖的溶液。此类吸量管为“吹出式”, 吸量管上端标有“吹”字。未标“吹”字的吸量管, 则不必吹出管尖的残留液体。

2. 吸量管的使用

(1) 选用原则: 如要准确量取整数量液体, 应用奥氏吸量管; 量取液体体积较大时要用移液管; 量取任意体积的液体时, 可选用取液量最接近的吸量管。如欲取 0.05 ml 液体, 应选用 0.1 ml 的刻度吸量管。同一定量试验中, 如欲加同种试剂于不同试管中, 并且取量不同时, 应选择一支与最大取液量接近的刻度吸量管。如各试管应加的试剂量为 0.3、0.5、1.0、1.5 ml 时, 应选用一支 2.0 ml 刻度吸量管。

(2) 使用方法: 使用时, 用拇指和中指拿住吸量管顶端部分, 示指置于吸管的一旁, 将管的下端插入液体, 用吸耳球吸入液体到需要刻度标线上 1~2 cm 处(插入液面下的部分不可太深, 也不可太浅, 防止空气突然进入管内, 将溶液吸入吸耳球内), 用示指封闭上口, 将已充满液体的吸量管提出液面, 将吸量管垂直, 尖端与试剂瓶保持接触, 然后小心松开上口, 调节液面至需要的刻度处。将吸量管移到另一容器, 松开上口, 使液体自由流出。最后再根据规定吹出或不吹出尖端的液体(图 1-2-2)。



图 1-2-2 放液体时的姿势

【微量移液器的使用】

1. 微量移液器的结构

可调式移液器的结构见图 1-2-3, 持移液器的姿势见图 1-2-4。



图 1-2-3 可调式移液器的结构



图 1-2-4 持移液器的姿势

2. 内部活塞行程

推动按钮,内部的活塞分2段行程,第一档为吸液,第二档为放液,手感十分清楚。

3. 微量移液器的操作

(1)旋转调节轮至所需体积刻度。

(2)在微量移液器下端套上吸嘴,旋紧。

(3)垂直持握可调式移液器,用大拇指按至第一档。

(4)将吸嘴插入溶液,徐徐松开大拇指,使其复原。

(5)将微量移液器移出液面,必要时可用纱布或滤纸拭去附于吸嘴表面的液体(注意不要接触吸嘴孔口)。

(6)排放时,重新将大拇指按下,至第一档后,继续按至第二档以排空液体。如移取另一种试剂时,按卸吸头按钮弃掉吸嘴并更换新吸嘴。

【量筒的使用】

量筒为粗量器,不能用来配制标准溶液,仅能用来粗略地度量液体体积。常用量筒有50、200、500、1 000、2 000 ml等规格。要根据所量溶液多少选择适量规格量筒。读数时,视线必须和溶液凹面成同一水平面,不可过高或过低。量筒为粗量器,无须校正。

【容量瓶】

容量瓶是具有细长瓶颈的圆形玻璃瓶。用于配制一定体积的溶液,主要用于制备标准溶液。瓶颈有标线,溶液弯月面最低点与标线相切,且温度为瓶上所指定的温度时,则瓶内所包含溶液的体积即为所指明的体积。常用的规格有1 000、500、250、100、50、25 ml等。刻有2根标线的容量瓶可兼作移液用,上面1根是指泻出的标线,下面1根是指包含的标线。

使用容量瓶配制溶液时,不要把溶质直接加入容量瓶内溶解,须事先溶于小烧杯中,用玻棒引入容量瓶内;然后用少量蒸馏水洗烧杯3~4次,每次都倾入容量瓶内。再加蒸馏水至其体积的2/3或1/2左右,摇动至溶质完全溶解。用蒸馏水稀释至刻度。当蒸馏水加到快接近刻度1 cm左右时,应停留1~2 min,使黏附在瓶颈内壁刻度标线之上的水流下后,小心用滴管逐滴加至溶液弯月面最低点与刻度相切,盖上瓶塞,充分摇匀即可。学生专用玻璃仪器一览表见表1-2-1。

表 1-2-1 学生专用玻璃仪器一览表

品 名	规 格	单 位	数 量
试管架	40 孔	只	2
大试管	(15 mm×150 mm)	只	20
小试管	(13 mm×100 mm)	只	20
吸耳球		只	2
三角烧瓶	100 ml	只	2
玻璃漏斗	7 cm	只	2
烧 杯	100 ml	只	2