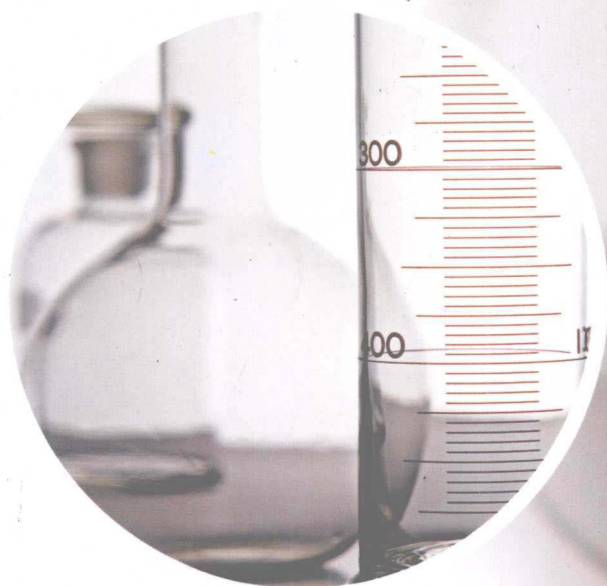


高等医学院校实验教材

生物化学 实验指导

主编 林燕燕
林丽斌



北京大学医学出版社

高等医学院校实验教材

生物化学实验指导

主 编 林燕燕 林丽斌

副主编 林泽燕

主 审 付达华

参编者 (按姓氏笔画排序)

付达华 (漳州卫生职业学院)

叶碧云 (漳州卫生职业学院)

许一超 (漳州卫生职业学院)

杨福坤 (漳州芗城医院检验科)

杨惠聪 (漳州市医院生化检验科)

林丽斌 (莆田医学院生物化学教研室)

林泽燕 (漳州卫生职业学院)

林燕燕 (漳州卫生职业学院)

罗秀针 (漳州卫生职业学院)

徐文鑫 (漳州卫生职业学院)

高建平 (漳州市中医院检验科)

曹林枝 (漳州卫生职业学院)

郭月丽 (漳州卫生职业学院)

蔡晓莉 (漳州卫生职业学院)

潘 舒 (漳州卫生职业学院)

北京大学医学出版社

SHENGWU HUAXUE SHIYAN ZHIDAO

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学实验指导 / 林燕燕, 林丽斌主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2010.9

ISBN 978-7-81116-883-9

I. ①生… II. ①林…②林… III. ①生物化学—实验—医学院校—教学参考资料 IV. ①Q5-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 143346 号

生物化学实验指导

主 编: 林燕燕 林丽斌

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京地泰德印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 苗 旺 责任校对: 金彤文 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 11 字数: 272 千字

版 次: 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷 印数: 1—3000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-883-9

定 价: 21.80 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)

前 言

21 世纪是生命科学的世纪，生物化学与分子生物学是当代生命科学领域中一门重要的基础学科，它涵盖的基础理论、基本知识、基本技术与医学研究各学科领域密切相关，其理论与技术的发展，推动了生命科学的发展，对人类的科技进步与文明产生巨大影响。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，其研究技术的发展与应用是依据物理学、化学及生物学的基本理论和实验方法而建立起来的。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，以及同位素示踪技术、各种光谱技术、磁共振技术的应用，激光、超导等新技术的出现，电子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，展示着惊人的发展潜力和极其广阔的应用前景。

科学与技术是密不可分的。理论的突破促进了技术的发展，实验技术方法、手段的更新又为理论研究提供了必需的工具和有力保证；两者彼此促进、互相依存，共同丰富着人类的知识宝库，推动着人类文明的进步。掌握生物化学实验方法和研究技术，对医学院校学生来说是十分重要的，通过实验可以加深对理论知识的理解，激发学习兴趣；又可以培养学生的操作能力，有助于今后的医学研究、疾病诊断与临床治疗。

本书主要侧重于给学生以基本的实验方法和技能的训练，让学生了解并掌握生物化学的四大基本实验方法，即：分光光度法、离心法、层析法和电泳法。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及临床常用的生化检验实验，作为学生学习其他专业课程的准备。

本实验教程内容包括四大篇章：生物化学实验基础、基本生化实验、分子克隆技术基础实验、临床生化检测。

目 录

第一篇 生物化学实验基础

第一章 实验的准确性	2
第一节 单位和量	2
第二节 准确测量	5
第二章 实验要求	7
第三章 生物化学实验基本操作、实验样品的制备	10
第一节 生物化学实验基本操作	10
第二节 实验样品的制备	16
第四章 生物化学实验基本技术及原理	20
第一节 分光光度技术	20
第二节 离心技术	24
第三节 电泳技术	28
第四节 层析技术	33
第五章 分子生物学基本技术原理	38
第一节 DNA 克隆技术基本原理	38
第二节 聚合酶链式反应 (PCR)	46
第三节 分子杂交	53

第二篇 基本生化实验

实验一 可见光分光光度计的使用	61
实验二 蛋白质等电点测定	66
实验三 SDS - PAGE 测定蛋白质的相对分子量	68
实验四 碱性磷酸酶 K_m 值的测定	72
实验五 酶作用专一性及激活剂、抑制剂对酶活性的影响	74
实验六 氨基酸的分离鉴定——纸层析法	77
实验七 蛋白质的盐析作用	79
实验八 蛋白质的定量测定 (紫外分光光度法)	82
实验九 维生素 C 的测定 (2, 4—二硝基苯肼法)	84
实验十 果胶的提取	87
实验十一 胡萝卜素柱层析分离法	89

第三篇 分子克隆技术基础实验

实验一 真核生物基因组 DNA 的制备 (苯酚法)	95
---------------------------	----

实验二	质粒 DNA 的制备 (碱变性法)	97
实验三	DNA 与 RNA 含量测定	99
实验四	限制性内切酶对质粒 DNA 的酶切作用	100
实验五	琼脂糖凝胶电泳分离 DNA	102
实验六	动物组织总 RNA 的提取	104
实验七	聚合酶链反应 (PCR) 技术体外扩增 DNA	106
实验八	感受态细菌的制备及质粒 DNA 的转化	109
实验九	DNA 的体外重组 (A-T 连接)	112

第四篇 临床生化检测

实验一	血糖测定 (邻甲苯胺法)	117
实验二	激素对血糖浓度的影响	119
实验三	葡萄糖耐量实验	123
实验四	肝糖原的提取和鉴定	125
实验五	运动对尿中乳酸含量的影响	127
实验六	醋酸纤维素薄膜电泳分离血清蛋白	129
实验七	心肌、肝、肾组织乳酸脱氢酶同工酶的电泳分离	135
实验八	血清淀粉酶测定 (碘-淀粉比色法)	137
实验九	血清总胆固醇测定	139
实验十	血清三酰甘油酶法测定	141
实验十一	血清丙氨酸氨基转移酶 (ALT) 测定 (赖氏法)	143
实验十二	血清钾、钠测定 (离子选择电极法)	146
实验十三	乙型肝炎两对半测定 (ELISA 法)	149
实验十四	乙型肝炎病毒核酸扩增荧光测定	152
附 录		157
附录一	化学试剂分级	157
附录二	体积分数酸、碱溶液的配制	157
附录三	氨基酸的一些物理常数	158
附录四	气体干燥剂	159
附录五	液体干燥剂	159
附录六	易变质及需要特殊方法保存的试剂	160
附录七	常用缓冲溶液的配制	160
附录八	分子生物学实验中常用试剂的配制	167
附录九	细菌的保存	168
附录十	重铬酸洗液的配制与再生	168
参考资料		170

第一篇 生物化学实验基础

第一章 实验的准确性

第一节 单位和量

本书所使用的单位是 SI 单位（国际单位制），是以米制为基础的。SI 单位为全世界的科学界所普遍接受。1981 年 8 月公布的中华人民共和国计量单位名称与符号方案亦与国际单位制基本一致。

一、基本单位

共有 7 种基本单位，均列在表 1-1-1 中。

表 1-1-1 SI 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克（公斤）	kg
时间	秒	s
电流	安〔培〕	A
热力学温度	开〔尔文〕	K
物质的量	摩〔尔〕	mol
发光强度	坎〔德拉〕	cd

注：表中单位名称，去掉方括号时为单位名称的全称，去掉方括号及其中的字即成为单位名称的简称；无方括号的单位名称，简称与全称同。圆括号中的名称与它前面的名称是同义词。下同。

二、词头

有时单位太大或太小，此时，为了避免写许多 0，可在单位符号前加一个词头。最好每一次单位改变的倍数为 1000 倍（表 1-1-2）。如 0.000 015 mol 应写成 15μmol，13 400m 应写成 13.4km。

表 1-1-2 词头

因数	词头名称		符号
	英文	中文	
10 ⁶	megá	兆	M
10 ³	kilo	千	k
10 ⁻¹	deci	分	d
10 ⁻²	centi	厘	c

续表

因数	词头名称		符号
	英文	中文	
10^{-3}	milli	毫	m
10^{-6}	micro	微	μ
10^{-9}	nano	纳 [诺]	n
10^{-12}	pico	皮 [可]	p

词头和符号组合成为一个新符号。例如 mm^3 的意思是 $(10^{-3}\text{m})^3$ 而不是 10^{-3}m^3 。因此在书写时, 因数和符号之间不应缀以一点。反之, 在导出单位中, 符号之间则应留有空格, 或者为了更清楚起见, 加上一个点。例如:

$\text{ms} = \text{毫秒}$, 即 10^{-3}s

而 $\text{m} \cdot \text{s} = \text{米} \times \text{秒}$, 即 $\text{m} \times \text{s}$

三、与 SI 并用的单位

在生物化学工作中有些比较方便而不能代替的单位, 这些单位有时与 SI 单位并用。

1. 升 (L) 在生物化学工作中用升作为体积基本单位。1 升准确等于 1 立方分米。

所以:

$$1000 \text{ 升} = 1 \text{ 立方米} = \text{m}^3$$

$$1 \text{ 升 (L)} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$$

$$1 \text{ 毫升 (ml)} = 1\text{cm}^3 = 10^{-6}\text{m}^3$$

$$1 \text{ 微升 } (\mu\text{l}) = 1\text{mm}^3 = 10^{-9}\text{m}^3$$

2. 克 (g) 在生物化学中用克作为质量的基本单位。克有时和词头使用, 如千克 (kg)、毫克 (mg)、微克 (μg) 等。

3. 秒 (s) 时间的基本 SI 单位为秒, 但是通用的时间单位 [即分 (min)、小时 (h)、日 (d)] 在方便时也可以用。

四、摩尔和浓度

1. 摩尔 (mol) 摩尔是“物质的量的单位”。当物质含有 6×10^{23} 个微粒时, 这种微粒的物质的量称为 1 摩尔。微粒可以是原子、分子、离子以及其他粒子。1 摩尔任何物质的质量称为该物质的摩尔质量。某物质的摩尔质量就等于该物质的相对分子质量, 以克为单位。例如:

葡萄糖分子的摩尔质量 (相对分子质量 180) 是 180g;

清蛋白分子的摩尔质量 (相对分子质量 68 000) 是 68 000g 或 68kg。

2. 摩尔浓度 (摩尔/升或 mol/L) 单位体积溶液中含溶质 1 摩尔。

$1\text{mol/L} = \text{每升溶液中含有溶质的相对分子质量, 以克为单位。}$

摩尔浓度过去的符号是 M (0.15 MNaCl), 但是国际单位制建议用 mol/L 代替 (0.15mol/L NaCl)。

3. 从摩尔浓度换算为每毫升的摩尔数 在许多生物化学反应中需要知道试管中物质的

摩尔数，它可从溶液的摩尔浓度及其体积来计算。首先需计算 1ml 溶液中物质的摩尔数，然后乘以试管中溶液的体积。如每次摩尔数和体积各缩小 10^3 倍，绝对数就不变；这种关系在实际中很有用。如：1 摩尔浓度溶液 = $1\text{mol/L} = 1\text{mmol/ml} = 1\mu\text{mol}/\mu\text{l}$ ；同样，1 毫升摩尔浓度溶液 = $1\text{mmol/L} = 1\mu\text{mol/ml}$ 。

第二节 准确测量

生物化学实验主要是对生物体内存在的大分子物质（蛋白质、核酸、糖类、脂类等）进行定性或定量的分析测定。那么实验测定的准确性将直接影响对实验结果的分析与判断。而在实验过程中，由于仪器、实验条件、环境等因素的限制，测量值不可能无限精确，所有的测量都可能产生误差。其中有些误差是可以避免的，有些误差可以通过适当的处理进行校正的，故应懂得这些误差的可能来源。

一、误差来源

误差产生的原因是多方面的，其中常见的有以下几种。

1. 人为误差 这可能来源于一个设计不好的实验方案，例如在许多生物实验中环境的温度和光照可能对所研究的对象有一定的影响，那么其中的实验条件控制不够时将对实验结果产生偏差，因此实验时必须小心地控制。设计实验时每次应只引入一个变量而其他所有能影响实验因素都保持恒定。

人为误差还常常来源于由视差引起的不正确读数。因此，在许多仪器上，都在指针的背面装一面镜子，这样当指针和其镜影重合时就可得到相对真实的读数。在某些仪器上则使用数字读数来代替刻度的反射。但是吸管刻度目前还只能用肉眼观察，而不正确的读数可能是生物化学实验中产生误差的最大来源之一（图 1-1-1）。这类的人为误差可以通过纠正不良的操作习惯以消除。

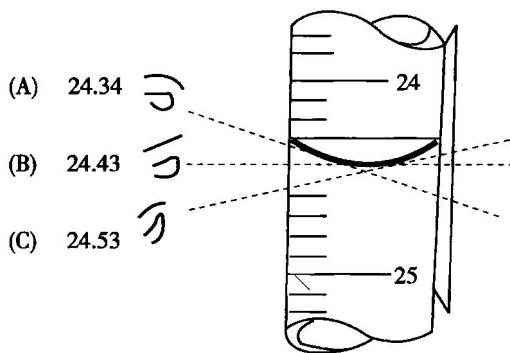


图 1-1-1 避免由于视差引起的错误

图中正确读数为 24.43ml，只有位置 (B) 给出正确读数（视线、刻度与液体弯月面在同一水平面）

2. 仪器误差 每一种仪器的准确度都有一定的局限性，所以在选择仪器时应考虑仪器误差。例如 10ml 分度吸管的误差是 0.2%，这种吸管可以相当准确地移取较大的液体，如 9.2ml，但要移取 0.1ml，其误差则可高达 20%。因此应根据实验的要求选择合适的

仪器。

3. 标准液和空白实验 为了在测量时尽可能得到准确的数值, 必须使误差减至最小。通过仔细的工作和使用标准溶液可以做到这一点。在任何实验中, 甚至在使用标定仪器和基准试剂时, 都应使用待测标准溶液。这种做法能对方法的准确性提供一种有用的检验, 因为测量所得的数据必须落在真值范围之内。标准溶液应与所研究的溶液用完全相同的方法处理。此时可以画出一条能指示用浓度测量物质质量变的标准曲线。从待测液得到的数值应落在标准曲线范围之内, 然后读出实验数值。通常在容量测定时只有一种标准物, 可以预先画好标准曲线。

在比色反应中应包括有对照的空白溶液。用同体积的蒸馏水或样品中的缓冲液代替待测液并严格按照待测液和标准液那样的方法处理, 即得所谓的空白溶液 (即用除待测物以外的其他全部试剂作空白对照)。当然, 在最终计算时, 应从实验值和标准值中减去从空白溶液中得到的任何数值, 因为空白值是所用的试剂而不是待测物 (所研究的物质) 所造成的。在本书众多的比色测定中对空白和标准溶液的实际应用有很好的阐述。在酶的工作中常需用几个空白或对照溶液。

4. 偶然误差 偶然误差是一种无法预料的误差。同一个实验者在同样条件下进行一系列测定时, 由于不确定的因素所造成的每一次测量值都会有所不同, 这就是偶然误差。有效地减少偶然误差的办法是进行多次测量, 然后求出几次测得的数值的平均值 (表 1-1-3), 因为这个平均值比一次测得的数值更接近于真实值。

表 1-1-3 血清中氯离子的测定

测定次数	氯化物中氯离子浓度 C_{Cl^-} / (mmol/L)	
	实验值	平均值
1	102	102
2	104	103
3	106	104
4	104	104
5	103	104
6	105	104

(林燕燕 林泽燕)

第二章 实验要求

一、生化实验课的目的

1. 通过实验验证生化基本理论，加深理解。
2. 通过实验学习并掌握生化基本操作技术，进行基本操作技能训练，培养独立工作能力，为相关学科的学习和临床实际应用打下基础。
3. 通过实验培养学生独立思考和实事求是的科学态度、严谨的科学作风。

二、生化实验课要求

1. 实验前必须预习实验指导和有关理论，明确实验目的、原理，预期的结果，操作关键步骤及注意事项。
2. 实验时要严肃认真专心进行操作，注意观察实验过程中出现的现象和结果，结果不良时，必须重做。
3. 实验中，应及时将实验结果如实记录下来，并请老师当场审核。根据实验结果进行科学分析，按时将实验报告交教师评阅。

三、生化实验课注意事项

1. 进实验室要穿好实验服，以免酸碱腐蚀衣服。
2. 进实验室前准备好实验指导、课本、笔记、实验记录本、报告本、文具等。
3. 要保持实验台整洁，试剂、仪器应整齐，按次序放置。实验所用的玻璃等仪器应清洁、干燥。实验完毕要按种类仪器的清洗方法和要求将仪器清洗干净、晾干，以备下次使用。
4. 实验室是培养学生独立思考、独立工作能力及良好科学作风的重要场所，操作务必认真，不得敷衍，室内应保持安静，不得吸烟、玩闹，不得随地吐痰、乱丢纸屑。实验后要清扫实验台面、地面，试剂瓶要摆放整齐。
5. 要爱护仪器、节约药品。第一次实验时要按仪器清单清点仪器，负责保管，用后如数交还，在使用时如有破损及时报告，经指导教师检查后填写破损单，按学校规定赔偿。
6. 贵重仪器，如分光光度计、离心机等，要尽力爱护，使用前应熟悉使用方法，严格遵守操作规程，严禁随意开动。
7. 要节约水电，一经用完随手关闭水门、电门。

四、值日生任务

1. 领发本次所用仪器、物品，清点、交还临时用仪器、物品，若有损坏负责追查赔偿。
2. 按仪器说明正确操作公用仪器。
3. 维护实验室卫生，做到仪器、桌面、地面、水池等全部干净。

4. 确保安全：管好仪器、门窗、水电。
5. 请任课及技术室老师检查工作，认可后方可离开实验室。

五、试剂使用规则

1. 使用试剂前应仔细辨认标签，看清名称及浓度，是否为实验所需试剂。
2. 取出试剂后，立即将瓶塞盖好，切勿盖错，放回原处。试剂瓶塞、专用吸量管、滴管，不得与试剂瓶分开，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。
3. 取标准溶液时，应根据所需体积选取合适的吸量管，未用完的标准试剂不能放回瓶中，或使用移液枪一次性移取，以免污染瓶中的标准溶液。
4. 使用滴管时，滴管尖端朝下，切勿倒置，勿使试剂流入橡皮帽内。
5. 使用有毒试剂及强酸、强碱时，必须极为小心地操作，防止溅洒。用移液管吸量这些试剂时，必须使用橡皮球或吸耳球，绝对不能用口直接吸取。如果不慎溅洒在实验桌面或地面上，必须及时用湿抹布或拖布擦洗干净。

六、安全注意事项

1. 低沸点有机溶剂，如乙醚、石油醚、酒精等均系易燃物品，倾倒这类试剂时应远离火源或将火焰熄灭，若需加热要用水浴加热，不可直接在火上加热。如果不慎倾出了相当量的易燃液体，应立即关闭室内所有的火源和电加热器，并打开门窗及通风设备迅速用抹布或毛布擦拭撒出的液体，转入适当的容器中后再作妥善处理。
2. 凡属发烟或产生有毒气体的化学实验，均应在通风柜内进行，以免对人体造成危害。
3. 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。
4. 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。
5. 离开实验室必须关好窗户，切断电源、水源，以确保安全。

七、废弃物处理

1. 所有固体废弃物，如用过的滤纸、棉花、碎屑沉淀物等必须倾弃于垃圾筒中。
2. 浓酸必须弃于小钵中，用水稀释后倒入水池中。
3. 实验完成后的沉淀或混合物含有可提取的贵重药品者不可随意舍弃，应交教师保存。

八、实验报告的书写

实验报告是做完每个实验后的总结。通过报告向老师汇报实验的过程和结果，分析、总结实验的结果和问题，加深对有关理论和技术的理解与掌握；同时，书写实验报告也是学习撰写研究论文的过程。

实验报告的基本格式如表 1-2-1。

表 1-2-1 实验报告的基本格式

(实验名称)
一、目的和要求
二、原理
三、试剂和仪器
四、操作方法
五、实验结果
六、讨论
七、实验体会

书写实验报告应注意以下几点：

(1) 写实验报告最好用练习本，也可以用单页报告纸。为避免遗失，实验课全部结束后可将全部实验报告装订成册，以便保存。

(2) 简明扼要地写出实验的原理，如涉及化学反应，可用化学反应方程式表示。

(3) 应列出所用的试剂和主要仪器。说明化学试剂时要避免使用未被普遍接受的商品名和俗名。

(4) 实验方法步骤的描述要简明扼要，不能照抄实验讲义，对实验的关键步骤要写清楚，以便他人能够重复验证。

(5) 记录实验现象的所有细节。最好用图表的形式概括实验结果。

(6) 讨论不应是实验结果的重述，而是以结果为基础的逻辑推论。如对定性实验，在分析实验结果的基础上应有中肯的结论。还可以包括关于实验方法、操作技术和有关实验的一些问题讨论，对实验异常结果的分析，对于实验设计的认识、体会和建议，对实验课的改进意见等。

(7) 实验体会应结合理论知识，思考实验的设计，体会理论在实践中的应用。

(林燕燕 林泽燕)

第三章 生物化学实验基本操作、实验样品的制备

第一节 生物化学实验基本操作

一、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，测定的准确度与吸量管的正确选择和使用有密切关系。

(一) 吸量管的种类

常用的吸量管可以分为三类（图 1-3-1）：

1. 奥氏吸量管 供准确量取 0.5、1.0、2.0、3.0ml 液体所用。此种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 50ml、25ml、10ml、5ml、2ml、1ml 的液体，这种吸量管只有一个刻度。放液时，量取的液体自然流出后，管尖需在盛器内壁停留 15 秒钟，注意管尖残留液体不要吹出。

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

(二) 吸量管的使用

实验结果的准确程度与能否正确使用吸管有密切关系。因此必须正确掌握使用方法，熟悉各种吸管的规格，正规操作。

1. 选用原则

准确量取整数量液体，应选用奥氏吸量管。量取大体积时要用移液管。量取任意体积的液体时，应选用取液量最接近的吸量管。如欲取 0.15ml 液体，应选用 0.2ml 的刻度吸量管。同一定量试验中，如欲加同种试剂于不同管中，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 0.30ml、0.50ml、0.70ml、0.90ml 时，应选用一支 1.0ml 刻度吸量管。

2. 吸量管的使用

(1) 执管（见图 1-3-2）：右（或左）手的大拇指和中指拿住管颈刻度线以上的地方，

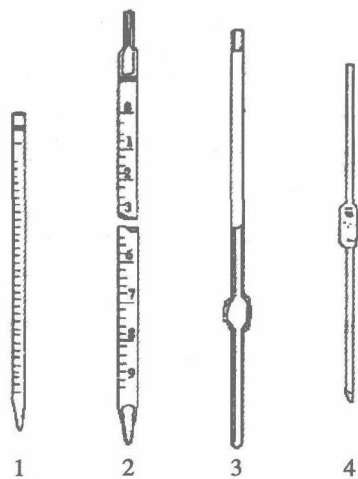


图 1-3-1 三类吸量管简图

1、2 刻度吸量管，3 奥氏吸量管，4 移液管

左(或右)手拿吸耳球。

(2) 取液: 将移液管尖端插入被移取的溶液液面下 1~2cm (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), 再把吸耳球内的空气排出, 尖端插入管颈口, 并使其密封, 然后慢慢地让吸耳球自然恢复原状, 直至液体上升到管颈标线以上, 迅速移去吸耳球, 立即以右手(或左手)示指按住管颈口。

(3) 调整刻度: 左手改拿盛待吸液的容器。将移液管向上提, 使其离开液面, 并将管的下部伸入溶液的部分沿待吸液容器内壁转两圈, 以除去管外壁上的溶液。然后使容器倾斜成约 45° , 其内壁与移液管尖紧贴, 移液管垂直, 此时微微松动右手示指, 使液面缓慢下降, 直到视线平视时弯月面与标线相切时, 立即按紧示指。

(4) 放液: 左手改拿接受溶液的容器。将接受容器倾斜, 使内壁紧贴移液管尖成 45° 倾斜。松开右手示指, 使溶液自由地沿壁流下 (如图 1-3-3)。待液面下降到管尖后, 再等 15 秒钟取出移液管。注意, 除非特别注明需要“吹”的以外, 管尖最后留有的少量溶液不能吹入接受器中, 因为在检定移液管体积时, 就没有把这部分溶液算进去。

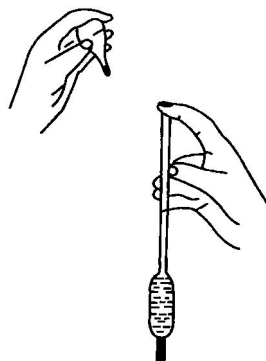


图 1-3-2 执管姿势

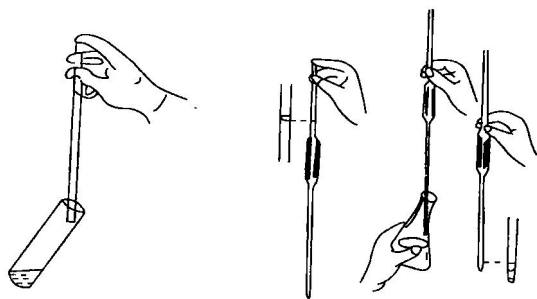


图 1-3-3 放液体的姿势

(三) 可调式移液器的使用

1. 可调式移液器的结构 (如图 1-3-4)

2. 可调式移液器的操作

- (1) 将调节轮调至所需体积值;
 - (2) 套上吸头, 旋紧;
 - (3) 垂直持握可调式移液器用大拇指按至第一挡;
 - (4) 将吸头插入溶液, 徐徐松开大拇指, 使其复原;
 - (5) 将可调式移液器移出液面, 必要时可用纱布或滤纸拭去附于吸头表面的液体 (注意: 不要接触吸头口);
 - (6) 排放时, 重新将大拇指按下, 至第一挡后, 继续按至第二挡以排空液体。
- 注意: 移取另一样品时, 按卸吸头按钮弃掉吸头并更换新吸头。