

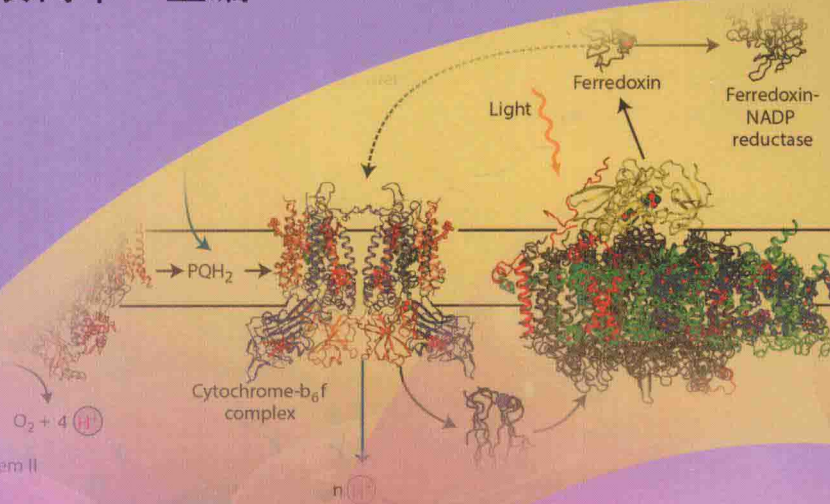
# 生物化学实验

严伟 袁向华 主编

生物化学实验

严伟 袁向华 主编

出版社



科学出版社

450  
400  
350  
300  
250

# 生物化学实验

严 伟 袁向华 主编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

全书分3篇,第一篇为生物化学实验基本要求及操作,共2章,包括实验操作的要求、实验报告的书写、常用仪器设备的操作介绍。第二篇为生物化学实验原理,共5章,从实验原理、分类和操作技术等方面重点介绍了离心技术,盐析、透析和超滤技术,光谱技术,电泳技术和色谱技术。第三篇为实验部分,共34个,包括32个基础性、综合性实验,以及2个设计性实验。

本书可作为综合性大学、师范院校、医药院校和农林院校生物化学及相关专业的本科生实验课教材,也可作为相关教师和科研人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

生物化学实验/严伟,袁向华主编.—北京:科学出版社,2015.8

ISBN 978-7-03-045502-4

I. ①生… II. ①严…②袁… III. ①生物化学-实验-高等学校-教材  
IV. ①Q5-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第201754号

责任编辑:刘 丹/责任校对:郑金红  
责任印制:赵 博/封面设计:迷底书装

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>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2015年8月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2015年8月第一次印刷 印张:11 3/4

字数:237 000

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 《生物化学实验》编委会

主 编：严 伟 袁向华

副 主 编：勾 洵

其他编委：李 琪 文国琴 付伟丽

姜立春 胥成浩 黄春萍

周 静

## 前 言

生物化学是当今生命科学研究领域中最为活跃的学科之一，该学科的发展极大地依赖于实验技术。生物化学实验技术不仅是生物化学的重要内容和理论基础，也是生命科学研究领域中非常重要的研究手段，更渗透到农业、医药、食品等各个方面。因此学习生物化学实验技术，掌握生物化学实验技术的基本原理与方法，不仅可以加强学生对生物化学基本理论的进一步理解，还可为其他专业课的学习及科研打下牢固的基础。

有关生物化学实验教学用书很多，但从结合地方性普通高等院校教学的角度来说，找到一本合适的教材并不容易。不同学校的设备条件、师资力量和学生情况均不相同，教学要求也有所不同。因此，我们在参考多年使用的实验讲义及兄弟院校的实验教材的基础上，根据多年教学经验，结合教学改革的要求，编写了本书。

本书侧重于训练学生的生物化学基本实验技能，使学生了解并掌握生物化学的基本实验方法。在编写过程中力求简明扼要、实用性强。全书分为3篇，精选了32个实验，包括基础性实验和综合性实验，此外还增加了2个设计性实验。涵盖了糖、蛋白质、氨基酸、酶的分离提取和定性鉴定及定量分析，以及光谱法、色谱、电泳、离心等实验技术。

由于编者的经验和水平有限，书中难免存在不足之处，真诚希望广大读者在参考使用中不断向我们提出批评和建议，使本书日益完善。

编 者

2015年6月

# 目 录

## 前言

## 第一篇 生物化学实验基本要求及操作

第一章 生物化学实验基本要求	1
第二章 生物化学实验基本操作	6

## 第二篇 生物化学实验原理

第三章 离心技术	14
第四章 盐析、透析和超滤技术	28
第一节 盐析技术	28
第二节 透析技术	32
第三节 超滤技术	33
第五章 光谱技术	36
第六章 电泳技术	51
第七章 色谱技术	63

## 第三篇 实验部分

实验一 糖类的提取分离与薄层层析分析	77
实验二 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖和总糖含量	81
实验三 葡萄糖氧化酶法测定血糖含量	85
实验四 粗脂肪的提取和定量测定	87
实验五 油脂酸价的测定	88
实验六 卵磷脂的提取和鉴定	90
实验七 邻苯二甲醛法测定血清总胆固醇含量	92
实验八 聚丙烯酰胺凝胶垂直电泳——血清蛋白的分离	94
实验九 离子交换柱层析法分离氨基酸	97
实验十 血清蛋白醋酸纤维素薄膜电泳	99

---

实验十一	Folin-酚试剂法测定蛋白质含量 .....	106
实验十二	考马斯亮蓝染色法测定蛋白质含量 .....	108
实验十三	纸层析法分离氨基酸 .....	110
实验十四	酵母醇脱氢酶的分离、提纯 .....	113
实验十五	血液中转氨酶活力的测定 (分光光度法) .....	117
实验十六	酶的特性 .....	120
实验十七	维生素 C 含量的测定 .....	126
实验十八	酵母 RNA 的提取和组分鉴定 .....	128
实验十九	肝细胞核中核酸 (RNA 和 DNA) 的分离与测定 .....	131
实验二十	定磷法测定核酸含量 .....	134
实验二十一	紫外分光光度法测定核酸含量 .....	137
实验二十二	苔黑酚显色法测定 RNA 含量 .....	139
实验二十三	PCR 扩增小麦持家基因 <i>Tubulin</i> .....	141
实验二十四	植物基因组提取 (CTAB 法) .....	143
实验二十五	发酵过程中无机磷的利用和 ATP 生成的测定 .....	145
实验二十六	大肠杆菌质粒 DNA 的制备及电泳鉴定 .....	149
实验二十七	SDS-PAGE 测定蛋白质相对分子质量 .....	154
实验二十八	小麦萌发前后淀粉酶活力的比较 .....	159
实验二十九	鱼基因组 DNA 的分离和分析 .....	161
实验三十	植物组织中可溶性糖含量的测定 (蒽酮法) .....	163
实验三十一	柳叶中原花青素的提取分离纯化及测定 .....	165
实验三十二	牛奶中蛋白质、乳糖、脂肪含量测定 .....	169
实验三十三	蛋白质的沉淀反应和等电点测定 .....	173
实验三十四	影响肝糖原含量的因素 .....	175

# 第一篇 生物化学实验基本要求及操作

## 第一章 生物化学实验基本要求

### 一、实验室规则

1. 每位同学应自觉遵守课堂纪律，维护课堂秩序，不随意旷课，不迟到，不早退，不得在实验室内大声喧哗。按实验分组指定座位就座，不得随意调换。

2. 实验前须认真预习，熟悉实验目的、原理、操作步骤及注意事项，懂得每一项操作步骤的意义，并了解所用仪器的使用方法。未经许可不能随意拆卸实验装置、仪器设备等。

3. 实验过程中要听从教师指导，认真按照规程进行实验，把实验现象和数据及时、如实地记录在实验记录本上。按要求完成实验报告并在教师指定的时间内上交。

4. 保持实验台面、地面、水槽及试剂架整洁，勿使试剂洒在实验台面上和地上。实验完毕，需将试剂摆放整齐，玻璃器皿要洗净放置稳妥，按规定处理好废物、废液，作好清洁工作，经教师验收后，方可离开实验室。

5. 使用仪器、药品、试剂盒各种物品必须注意节约，取用试剂和标准溶液后，需立即将瓶塞盖严，放回原处。取出的试剂和标准溶液，如未用尽，切勿倒回原瓶内，以免带入杂质。严禁用口吸或用皮肤接触有毒药品与试剂。

6. 洗涤和使用仪器时，应小心谨慎，防止损坏仪器。使用贵重精密仪器时，应十分重视，加倍爱护。使用前，应熟知使用方法，严格遵守操作规程，若有问题，随时请教指导教师。发现故障应立即关闭仪器并报告教师，不得擅自拆修。仪器损坏时，应如实向教师报告，填写损坏仪器登记表，然后补领。并按学校规定进行适当比例的赔偿。

7. 实验室内严禁吸烟！乙醇、丙酮、乙醚等易燃品不能直接加热，并要远离火源操作和放置。实验完毕，应关好水龙头并拉下电闸。

8. 无毒的、无腐蚀性的和对环境无严重污染的废液可倒入水槽内，同时用水冲走。强酸、强碱溶液必须用水稀释后再丢弃。废纸屑及其他固体废物和带渣



滓的废物倒入废品缸内，不可倒入水槽或到处乱扔。对环境有严重污染的和有毒的废弃物应统一放置并进行特殊处理。

9. 实验室内一切物品，未经负责教师批准，严禁带出室外，借还物品必须办理登记手续。

10. 不得将食品和饮料带入实验室，杜绝在实验室内吃零食。

11. 每次实验课由课代表负责安排值日生。值日生的职责是负责当天实验室的卫生、安全，以及组织同学填写实验室登记本等服务性工作。离开实验室前一定要检查水、电、门、窗是否关好。

12. 发现实验内容或实验安排有不合理的地方，可提出改进意见。对实验中出现的一切反常现象应进行讨论，并大胆提出自己的看法，做到主动学习。

## 二、实验记录及实验报告

### 1. 实验记录

每次实验课前要认真预习，将实验名称、目的和要求、内容与原理、操作方法和步骤等简单扼要地写在记录本上，做到心中有数。

实验课上要培养严谨科学作风，养成良好习惯。

实验过程中观察到的现象应仔细地记录下来，实验中观测到的每个结果和数据都应及时、如实地记在记录本上，记录时必须使用钢笔或圆珠笔，并做到原始记录准确、简练、详细、清楚。例如，称量实验样品质量、滴定管的读数、分光光度计的读数等，都应设计一定的表格准确记录正确的读数，并根据仪器的精确度准确记录有效数字。例如，光密度值为 0.050，不应写成 0.05。每一个结果至少要重复观测两次以上，当符合实验要求并确知仪器工作正常后再写在记录本上。

另外，实验中使用仪器的类型、编号，以及试剂的规格、化学式、分子质量、准确的浓度等，都应记录清楚。以便总结实验完成报告时进行核对，以及作为查找成败原因的参考依据。多人一组的实验，必须每人都作记录。如果发现记录的结果有疑问、遗漏、丢失等，都必须重做实验。

### 2. 实验报告

实验结束后，应及时整理和总结实验结果，写出实验报告。实验报告是实验的总结和汇报，通过实验报告的写作可以分析总结实验的经验和存在的问题，学会处理各种实验数据的方法，加深对有关理论和技术的理解与掌握，同时也是学习撰写科学研究论文的过程。实验报告必须独立完成，严禁抄袭。写实验报告要用实验报告专用纸（本），以便教师批阅，不要用练习本和其他片页纸。

### 1) 实验报告的格式

---

实验编号、名称	年级	专业	姓名	日期
---------	----	----	----	----

---

一、实验目的与要求

二、实验原理

三、仪器、试剂和材料

四、操作方法

五、结果与分析

---

### 2) 实验报告的内容

实验报告使用的语言要简明清楚,抓住关键。明确实验的目的与要求,简明扼要地概括出实验的原理,涉及的化学反应最好用化学反应式表示。列出所用的试剂和主要仪器,实验中用到的特殊试剂要说明配制方法,特殊的仪器要画出简图并配有合适的图解。实验方法步骤的描述要简洁,不要照抄实验指导书,但要写得明白,以便他人能够重复。

如实记录实验观察到的实验现象和实验数据。对于定量实验,应根据实验课的要求将一定实验条件下获得的实验结果和数据整理归纳、分析和对比,并尽量总结成各种图表,从而一目了然。实验作图一般要使用坐标纸,或者把实验数据利用计算机处理成图表,打印出来粘在实验报告上。每个图都要有明显的标题,坐标轴的名称要清楚完整,注明合适的单位,坐标轴的分度数字要与有效数字相符,并尽可能简明,若数字太大,可以化简,并在坐标轴的单位上乘以10的方次。有时也可用两端有小横线的垂直线段来表示实验点,其线段的长度与实验误差相符。通常横轴是自变量,为已知数据;纵轴是应变量,是测量的数据。曲线要用曲线板或曲线尺画成光滑连续的曲线,各实验点均匀分布在曲线上和曲线两边,且曲线不可超越最后一个实验点。两条以上曲线和出现任意符号时应有说明。

对于定性实验,在分析实验结果基础上应有一简短而中肯的结论。实验结果的分析讨论要充分,尽可能多地查阅一些有关的文献和教科书,充分运用生物化学原理和已学过的知识,对观察到的现象、实验课遇到的问题和思考题进行深入的探讨,勇于提出自己独到的分析和见解,并对实验提出改进意见。

## 三、生物化学实验课程评分与标准

1. 生物化学实验课期末总成绩按百分制计算,平时实验课成绩60分,实验课技能测试40分。平时实验课成绩由任课教师评定,为每次实验课成绩的平均值。

2. 每次实验课成绩评定包括以下几部分。

(1) 学习态度端正,按时上课,不迟到,不早退(迟到或早退一次扣2分)。

实验兴趣浓厚，课前预习实验讲义。(10分)

(2) 实验中团结协作，主动积极，规范使用仪器，无器材损坏，善于观察分析实验现象，数据记录完善，按时完成实验内容。(30分)

(3) 独立完成实验报告，报告书写规范，对实验结果分析有理有据，不抄袭他人报告，按时交实验报告。(20分)

无故缺实验课一次扣平时实验成绩10分，缺3次者该门课重修。

3. 实验课技能测试成绩由实验课考核小组评定，一般由3~5名生物化学实验课教师组成考核小组。实验课结束后，组织学生进行实验技能测试，测试方式为现场操作，口头回答教师的提问，教师给予综合评定。

#### 四、实验的准确度

准确度表示实验分析测定值与真实值相接近的程度。在生物化学实验中常需要对组成生物机体的几类主要化学物质，如糖类、脂类、蛋白质、核酸、酶等进行定量测定。测定值与真实值之间存有误差，误差越小，测定值越准确，即准确度越高。分析过程中误差是客观存在的，分析工作者应尽可能减少误差，使所得结果尽可能准确反映试样中待测组分的真实含量。

##### 1. 实验误差

误差根据其性质和来源可分为系统误差（可测误差）和偶然误差（随机误差）两类。

系统误差是在测定过程中，由于操作方法、仪器精密度、试剂纯度及个人操作等因素所造成的。其对测定结果的影响比较稳定，在同一条件下重复测定中重复出现，使测定结果不是偏高，就是偏低，而且大小有一定规律，它的大小与正负往往可以测定出来，至少从理论上来说是可以测定的，故又称可测误差。

偶然误差来源于某些难以预料的偶然因素，可能由于取样不随机，或是在测定过程中受到某些不易控制的外界因素（如测定时环境、温度、湿度和气压的微小波动）的影响。尤其在生物测定中，由于影响因素是多方面的，如动物的健康状况、生物材料的新鲜程度、微生物的菌种和培养基的条件等，往往造成较大的偶然误差。这种误差是由某些偶然因素造成的，它的数值有时大，有时小，有时正，有时负，所以偶然误差又称不定误差。

##### 2. 提高实验准确度的方法

###### 1) 减少系统误差

(1) 标准物对照：在任何测试中，甚至在使用标定仪器和基准试剂时，都应该使用待测物质的标准溶液。这种做法能为方法的准确度提供一种有效的检查，

因为测量所得的数据必须落在真实值范围之内。标准溶液应与待测溶液用完全相同的方法处理，此时可以画出一条能够指示浓度测量物质量变的标准曲线，待测溶液得到的测定值应落在标准曲线范围之内。或者取标准物某一确定浓度的溶液与待测液以同样的方式，在相同条件下平行测定（标准物的组成最好与待测液相似，含量也相近），取平均值。

(2) 设置空白试验：在任何测量实验中，都应设置空白溶液作为对照，以消除由于试剂中含有干扰杂质或溶液对器皿的侵蚀等所产生的系统误差。用等体积的蒸馏水代替待测液，并严格按照待测液和标准液相同的方法及条件同时进行评定，所得结果称为空白值，就可以得到比较准确的结果。空白值一般不应过大，特别是在微量分析测定时，如果空白值太大，应将试剂加以纯化或改用其他适当的器皿。

(3) 校正仪器：仪器不准确引起的系统误差可以通过校正仪器来减小。为此，应该经常对测量仪器（如砝码、天平、容器等）进行预先的校正，以减小误差，并在计算实验结果时用校正值。

总之，在分析测定工作中，应该合理安排实验，以尽量减少系统误差或使系统误差在测定中不起主要作用。

## 2) 减少偶然误差

(1) 平均取样：根据实验要求并考虑生物材料的特殊性，如动物的种属、年龄、性别、生长状态及饲养条件，选取动植物某一新鲜组织制成匀浆后取样，细菌通常制成悬浮液，经玻璃珠打散摇匀后，再量取一定体积的菌体样品。固体样品先粉碎、混匀后再取样。

(2) 多次取样：根据偶然误差出现的规律，进行多次平行测定，并计算平均值，可以有效减少偶然误差。除去以上两种误差之外，还有因分析人员工作中的粗心大意、操作不正确引起的“过失误差”，如读错刻度读数、溶液溅出、加错试剂等，这时可能出现一个很大的“误差值”，在计算算术平均值时，应舍去这样的数值。

## 第二章 生物化学实验基本操作

### 一、配制试剂

在进行生物化学实验时，配制各种试剂是关键步骤，配制时要注意以下几个方面。

(1) 称量要精确，特别是在配制标准溶液、缓冲溶液时，更应注意严格称量。有特殊要求的，要按规定进行干燥、提纯等。

(2) 一般溶液都应用蒸馏水或去离子水配制，有特殊要求的除外。

(3) 配制溶液时，应根据实验要求选择不同规格的试剂。

(4) 应根据需要量配置试剂，一般不宜过多，以免积压浪费，过期失效。

(5) 试剂（特别是液体）一经取出，不得放回原瓶，以免因量器或药匙不清洁而污染整瓶试剂。取固体试剂时，必须使用洁净干燥的药匙，试剂不能与手接触。试剂用后要用原瓶塞塞紧，瓶塞不得沾染其他污物或沾污桌面。用完后将瓶放回原处。

(6) 从试剂中取液体试剂，用倾注法。取下瓶盖仰放桌面，手握住试剂瓶上贴标签的一面，倾斜瓶子，使试剂慢慢倒出，沿着洁净的试管壁流入试管或沿洁净的玻璃棒注入烧杯中，然后将试剂瓶边缘在容器壁上靠一下，再加盖放回原处。

(7) 从滴瓶中取用液体试剂，要用滴瓶中的滴管。使用时，提出滴管，使管口离开液面，用手指紧捏滴管上部橡皮头，赶出空气，然后伸入滴瓶中，放开手指，吸入试剂；当用滴管从试剂瓶中取少量试剂时，则需用附置于试剂瓶旁的专用滴管取用。将试剂滴入试管中时，必须将它悬空地放在靠近试管口的上方，然后挤捏橡皮奶头，使试剂滴入管中。不得将滴管伸入试管中。定量取用液体试剂时，用量筒或移液管。

(8) 配制溶液时，必须充分搅拌或振荡混匀。

(9) 配制试剂所用的玻璃器皿，都要清洗干净。存放试剂的试剂瓶应清洁干燥。试剂瓶上应贴标签，写明试剂名称、浓度、配制日期及配制人。

(10) 有些化学试剂极易变质，变质后不能继续使用。

### 二、仪器的清洁与干燥

生物化学实验中，如用不干净的玻璃仪器进行实验，往往由于污物和杂质的存在而造成较大的实验误差，甚至导致实验失败，因此必须注意玻璃仪器的清

洗。玻璃仪器洗净的标志是水沿内壁能自然流下，器壁均匀湿润且无水条纹，不挂水珠，否则重洗。若重洗后仍挂有水珠，则需选用不同洗液重新清洗。

### 1. 初用玻璃仪器的清洗

新购买的玻璃仪器表面常附着有游离的碱性物质，可先用洗涤剂稀释液、肥皂水或去污粉洗刷，再用自来水洗净，然后浸泡在 1%~2% 盐酸溶液中过夜（不可少于 4h），再用自来水充分冲洗，最后再用蒸馏水冲洗 2~3 次，置烘箱内烘干或倒置晒干备用。

### 2. 使用过的玻璃仪器的清洗

做完实验，应立即把用过的玻璃仪器洗刷干净。通常情况下先用自来水冲洗至无污物，再用去垢剂洗涤或浸泡于 0.5% 去垢剂溶液中，将器皿内外（特别是内壁）仔细刷洗干净后，再用自来水充分洗净，最后用蒸馏水漂洗数次，或浸泡在 0.5% 的清洗剂中超声清洗（比色皿绝不可超声），然后用自来水彻底洗净去垢剂，再用蒸馏水水洗两次。

对于进行高灵敏度的分析及检测实验所用的器皿，除用上述方法清洗外，还需采用其他特殊洗涤方法彻底清除污染物，将器皿洗得十分洁净是非常必要的。一般是把玻璃器皿浸泡于铬酸洗液中 4~6h 或过夜，再分别用自来水冲洗和蒸馏水漂洗，烘干或晒干备用。如有必要还可用浓  $\text{HNO}_3$  洗涤及处理玻璃器皿，最后用双蒸水充分漂洗，这样将使器皿上污染的金属离子得以清除。

盛过具有传染性样品（如病毒、传染病患者的血清等）的容器，应先进行消毒处理再进行清洗。盛过毒物的容器，特别是盛过剧毒药品和放射性同位素物质的容器，必须经过专门处理，确定没有残余毒物或放射性存在时方可进行清洗。

光度法中所用的比色皿使用后应立即用蒸馏水充分冲洗，不能用毛刷刷洗，可用 0.5% 去垢剂溶液洗涤，用脱脂棉小心地清洗，然后用大量蒸馏水充分漂洗干净。如果染有带色的有机物，通常用 HCL-乙醇（体积比为 1:2）混合液洗涤后，用自来水冲洗，再用蒸馏水润洗几次。比色皿的四壁是用特殊胶水黏合而成，受热后会散架，因此不能烘干。同时也不能用氢氧化钾的乙醇溶液及其他强碱洗涤液清洗比色皿，否则将严重腐蚀比色皿。

聚乙烯、聚丙烯等制成的塑料器皿，在生物化学实验中已用的越来越多。第一次使用塑料器皿时，要先用 8mol/L 尿素（用浓盐酸调 pH=1）清洗，接着依次用蒸馏水、1mol/L KOH 和蒸馏水清洗，然后用 1~3mol/L EDTA，以除去金属离子的污染，最后用蒸馏水彻底清洗。以后使用时，可只用 0.5% 的去污剂清洗，然后用自来水和蒸馏水洗净即可。

### 3. 干燥

生物化学实验中用到的玻璃和塑料器皿经常需要干燥，通常都是用电烘箱（温度一般控制在 105℃ 左右）或红外灯干燥器烘干。定量的玻璃仪器不能用加热烘干的方法干燥，一般采取控干或依次用少量乙醇、乙醚刷洗后用温热的气流吹干。硝酸纤维素的塑料离心管加热时会发生爆炸，所以绝不能放在烘箱中干燥，只能用冷风吹干。对于不急用的仪器，洗净后放在通风干燥处自然晾干。

## 三、玻璃量器的使用

### 1. 量筒、量杯

量筒呈圆柱形，分有嘴和无嘴具塞两种类型。量杯呈圆锥形，带倾液嘴。量筒和量杯为粗量具，常用于量取体积要求不太精确的液体，其允许误差与量器的最小分度值相当。量筒的精确度高于量杯，其规格有 5mL、10mL、25mL、50mL、100mL、250mL、500mL、1000mL、2000mL 等数种。用量筒或量杯量取溶液体积时，应根据所量溶液的多少来选择，不可使用过大量筒量取较小体积的液体。读数时，视线必须和溶液的凹液面成一水平面，不可过高或过低。

### 2. 容量瓶

容量瓶为细颈梨形的平底瓶，带有磨口塞，瓶颈上的刻度表示 20℃ 时瓶颈以下所盛溶液的体积，即容量瓶所标明的体积。容量瓶的容积有 2000mL、1000mL、500mL、250mL、100mL、50mL、25mL、10mL、5mL 等。

容量瓶用于配制标准溶液或稀释溶液，是一种量入式仪器。使用容量瓶配制溶液时，一般是先将固（液）体物质在洁净小烧杯中用少量溶剂溶解，然后将溶液沿玻棒转移到容量瓶中，烧杯用少量溶剂冲洗 2~3 次，一并倒入量瓶中，再一边加溶剂一边摇动量瓶使溶液均匀稀释，以避免混合后溶液体积发生变化。当稀释至液面接近标线时，应等待 30~60s，待附着在量瓶颈内壁的液体流下，且液面气泡消失后，再小心逐滴加入溶剂，直至溶液的凹液面的最低点恰好与标线相切。将量瓶反复倒转摇动，至溶液充分混匀。

注意，容量瓶与其磨口玻塞是密闭配套的，在使用前还应检查瓶塞是否严密，防止在配制溶液过程中漏水。玻塞不能混用，以防量瓶倒转混匀时液体流出。玻璃容量瓶不能用来贮存强碱溶液（强碱溶液将严重腐蚀玻璃）。洗净后的容量瓶不能直接用火焰或在烘箱中用高温烘烤，否则玻璃受高热将致其容积发生改变。

### 3. 移液管

移液管是用来准确移取一定体积溶液的一种量出式仪器，是生物化学实验中最常用的量器，常用的规格有 50mL、25mL、10mL、5mL、1mL。移液管分为两种，一种是无分度的，称为大肚移液管，精确度较高，其相对误差 A 级为 0.7%~0.8%，B 级为 1.5%~0.16%，液体自标线流至口端（留有残液），A 级等待 15s，B 级等待 3s。另一种移液管为分度移液管，管身为粗细均匀的玻璃管，上面均匀刻有表示容积的分度线，其准确度低于大肚移液管，相对误差 A 级为 0.8%~0.2%，B 级为 1.6%~0.4%。A 级、B 级在吸管身上有 A、B 字样；有“快”字则为快流式；有“吹”字则为吹出式，无“吹”字的移液管不可将管尖的残留液吹出。

用移液管移取溶液时，如移液管不干燥，应预先用所吸取的溶液将移液管冲洗 2~3 次，以确保所吸取的溶液浓度不变。一般用右手的中指和拇指捏住管颈标线上方，左手拿吸耳球，把管尖插入溶液内大约 1cm 处，不得过深与过浅。用吸耳球吸液体至所需刻度上，立即用右手食指按住管口，提升吸管离开液面，使吸管末端靠在盛溶液器皿的内壁上，略为放松食指，使液面平稳下降，直至溶液的弯月面与刻度标线相切（注意，此时溶液凹液面、刻度和视线应在一个水平面上），立即用右手食指压紧移液管，取出移液管，插入接收容器中，移液管垂直，管尖靠在接收器内壁，与接收器约呈 15° 夹角，松开食指，使液体自然流出。标有“吹”字的刻度移液管及奥氏移液管应吹出尖端残留液体，其他移液管则不必吹出尖端残留液体。吸、放溶液前要用吸水纸擦拭管尖。

移液管使用前应洗至内壁不挂水珠，1mL 以上的移液管用移液管专用刷刷洗，0.1mL、0.2mL 和 0.5mL 的移液管可用洗涤剂浸泡，必要时可以用超声清洗器清洗。由于铬酸洗液致癌，应尽量避免使用。若有大量成批的移液管洗后冲洗，可使用冲洗桶，将移液管尖端向上置于桶内，用自来水多次冲洗后再用蒸馏水或去离子水冲洗。

### 4. 滴定管

滴定管是用来测量所加滴定剂体积的容量仪器，它是细长、均匀并有精细刻度的玻璃管，下端呈尖嘴状，并有截门用以控制滴加溶液的速率。按截门构造的不同，可分为酸式和碱式两种。酸式滴定管用玻璃活塞作截门，为防止漏水和便于控制，要在活塞表面涂一薄层凡士林。碱式滴定管采用一段橡皮管作截门，管中置一合适的玻璃球。碱性溶液会腐蚀玻璃活塞，最终使活塞无法转动，因此碱性溶液必须放在碱性滴定管中；具有氧化性的溶液（如高锰酸钾溶液）会侵蚀橡胶，必须放在酸式滴定管中。



常量滴定管的体积多为 50mL 或 25mL，最小刻度为 0.1mL，可读到 0.01mL。半微量滴定管的容积有 10mL、5mL、2mL、1mL，最小刻度为 0.01mL。

滴定管是一种量出式仪器，用来测量容器放出的溶液体积。为使测量准确，必须注意以下几方面：①使用前应将滴定管洗净至管壁不挂水珠，为此要先用铬酸洗液浸泡，再用自来水冲洗，然后用蒸馏水或去离子水洗，在灌入标准溶液之前，还要用少量标准溶液荡洗 2~3 次，以防止溶液变稀；②为使读数准确，视线应与溶液凹液面下缘最低处保持同一水平，深色溶液的凹液面不易看清，可读液面的最上沿；③滴加溶液不宜过快，否则管壁上附着的溶液过多，使体积测量不准。

### 5. 微量进样器

微量进样器常用作气相和液相色谱仪的进样器，在生物化学实验中主要是用作电泳实验的加样器，通常可分为无存液和有存液两种。

(1) 10 $\mu$ L 以下的无存液极微量液体进样器：进样器的不锈钢芯子直接通到针尖端处，不会出现存液。

(2) 10~100 $\mu$ L 有存液微量进样器：不锈钢的针尖管部分是空管，进样器的柱塞不能到达，因而针内会存有空气或液体。其使用注意事项是：不可吸取浓碱溶液，以免腐蚀玻璃和不锈钢零件；因为有存液，所以吸液时要来回多拉几次，将针尖管内的气泡全部排尽；针尖管内孔极小，使用后尤其是吸取过蛋白质溶液后，必须立即清洗针尖管，防止堵塞。若遇针尖管堵塞，不可用火烧，只能用直径 0.1mm 的不锈钢丝耐心疏通；进样器未润湿时不可来回干拉芯子，以免磨损而漏气；若进样器内发黑，则是有不锈钢氧化物，可用芯子蘸少量肥皂水，来回拉几次除去。

### 6. 移液器

目前移液器（图 1-1，亦称移液枪）在生物化学实验中大量使用，它们主要用于多次重复的快速定量移液，可以用一只手操作，十分方便。移液的准确度（即容量误差）为  $\pm(0.5\% \sim 1.5\%)$ ，移液的精密度（即重复性误差）更小些，为  $\leq 0.5\%$ 。

移液器由连续可调的机械装置和可替换的吸头组成，不同型号的移液器吸头有所不同。实验室常用的移液器根据最大吸用量有 2 $\mu$ L、10 $\mu$ L、20 $\mu$ L、100 $\mu$ L、200 $\mu$ L、1000 $\mu$ L、5mL 等规格。每种移液器都有其专用的聚丙烯塑料吸头，吸头通常是一次性使用，当然也可以超声清洗后重复使用，而且此种吸头还可以进行 120 $^{\circ}$ C 高压灭菌。

移液器的操作方法是：用拇指和食指旋转移液器上部的旋钮，使数字窗口出现