

国家示范性高职院校建设项目成果系列教材

生物化学实用技术

李双石 谢海燕 主编

SHENGWU
HUAXUE
SHIYONG
JISHU



化学工业出版社

国家示范性高职院校建设项目成果系列教材

生物化学实用技术

李双石 谢海燕 主编

SHENGWU
HUAXUE
SHIYONG
JISHU



化学工业出版社

·北京·

本书是校企合作共建教材,教材按“工学结合”的要求设计内容,将企业岗位标准操作规程引入教材,兼顾学生自学、教师教学和企事业单位生化检验人员培训各方面需求,注重学生实践能力和全面素质的培养。全书共分七章,内容主要包括生物化学实验基本技能训练、氨基酸生化产品的制备和检测、多肽和蛋白质生化产品的制备和检测、酶类生化产品的制备和检测、核酸生化产品的制备和检测、糖类生化产品的制备和检测、脂类生化产品的制备和检测。

本书适合于高职高专生物技术类、食品类、制药类和环境类专业的学生作为理论和实训教材,也可供从事相关工作的技术人员作为培训教材或参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学实用技术/李双石,谢海燕主编. —北京:化学工业出版社, 2011.7
国家示范性高职院校建设项目成果系列教材
ISBN 978-7-122-07934-3

I. 生… II. ①李…②谢… III. 生物化学-高等职业教育-教材 IV. Q5

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第117974号

责任编辑:李植峰
责任校对:王素芹

文字编辑:周 侗
装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张12 $\frac{3}{4}$ 字数322千字 2011年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:27.00元

版权所有 违者必究

“国家示范性高职院校建设项目成果系列教材” 建设委员会成员名单

主任委员 安江英

副主任委员 么居标

委 员 (按姓名汉语拼音排列)

安江英 陈洪华 陈淦漪 龚戈淬 马 越 苏东海

王利明 辛秀兰 么居标 张俊茹 钟桂英 周国烛

“国家示范性高职院校建设项目成果系列教材” 编审委员会成员名单

主任委员 辛秀兰

副主任委员 马 越

委 员 (按姓名汉语拼音排列)

曹奇光 陈红梅 陈禹保 高春荣 兰 蓉 李 淳

李双石 李晓燕 刘俊英 刘 玮 刘亚红 鲁 绯

马长路 马 越 师艳秋 苏东海 王晓杰 王维彬

危 晴 吴清法 吴志明 谢国莉 辛秀兰 杨春花

杨国伟 苑 函 张虎成 张晓辉

《生物化学实用技术》编写人员

主 编 李双石 (北京电子科技职业学院)
谢海燕 (明日百傲生物科技发展研究所)

副主编 兰 蓉 (北京电子科技职业学院)
苑 函 (北京电子科技职业学院)

编写人员 (按姓名汉语拼音排列)

陈丙春 (山东协和职业技术学院)

韩力强 (河北省水产局)

兰 蓉 (北京电子科技职业学院)

李双石 (北京电子科技职业学院)

马 越 (北京电子科技职业学院)

庞永奇 (明日百傲生物科技发展研究所)

史瑞武 (临汾职业技术学院)

王 芳 (北京迪科马科技有限公司)

吴小禾 (中山火炬职业技术学院)

谢海燕 (明日百傲生物科技发展研究所)

徐春英 (中国农业科学研究院)

苑 函 (北京电子科技职业学院)

章宇宁 (北京电子科技职业学院)

前 言

生物化学是生命科学领域中最活跃的基础学科之一，生物化学技术是发展生命科学各分支学科和生物工程技术的重要基础。食品、医药、工业、农业和环境科学的很多研究领域也以生物化学理论为依据，以其实验技术为手段。本课程主要介绍生物化学技术原理和方法。结合生物大分子物质的制备与检测过程，侧重介绍各种常规生物化学操作技术的应用、实验方案的计划实施方法等。

生物化学技术是医药相关专业、食品相关专业、环境相关专业和生物技术专业的一门必修专业基础课。通过本课程的学习，一方面使学生掌握生物化学的基础理论和关键实验技术，熟悉其在职业领域中的应用，为学习后续专业课程和今后的工作实践奠定专业基础；另一方面在课程教学中突出生物化学专业技术能力目标培养，同时培养学生的工作能力和职业拓展能力，帮助学生提高思考问题和独立解决专业问题的能力，学会用科学的思维方式和方法分析与解决工作中所遇到的实际问题，为学生将来从事生物技术相关的工作奠定基础，以应对未来社会对专业人才素质和能力的需求。

本书是校企合作共建教材，教材编写总体思路紧紧围绕专科层次应用型人才的培养目标，力求将理论、技术和方法融为一体，以企业人才岗位技能需求为依托，按“工学结合”的要求设计教材内容，将企业岗位标准操作规程引入教材，兼顾学生自学、教师教学和企事业单位生化检验人员培训各方面需求，注重学生实践能力和全面素质的培养，以符合社会对高等技术应用型人才的需求。教材编写模式创新，课程内容职业化和项目化，体现了行动导向的实践教学模式，便于学生和教师有效利用。

本书由李双石和谢海燕主编，参加本书编写的人员有李双石、谢海燕、兰蓉、苑函、韩力强、庞永奇、吴小禾、马越、章宇宁、陈丙春、徐春英、王芳、史瑞武。全书共七个项目，内容主要包括生物化学实验基本技能训练、氨基酸生化产品的制备和检测、多肽和蛋白质生化产品的制备和检测、酶类生化产品的制备和检测、核酸生化产品的制备和检测、糖类生化产品的制备和检测、脂类生化产品的制备和检测。

本书适合于高职高专生物技术类、食品类、制药类和环境类专业的学生作为理论和实训教材，也可供从事相关工作的技术人员作为培训教材或参考书使用。

限于编者的学识和水平，书中不当或疏漏之处，殷切希望广大读者和同行给予批评指正。

编者
2011年2月

目 录

项目一 生物化学实验基本技能训练	1
一、学习生物化学实用技术的目的	1
二、生物化学实用技术的学习方法	2
三、生物化学实验室的安全知识	2
(一) 实验室安全的预防措施	2
(二) 实验室伤害的救护措施	3
四、生物化学实验的基础知识	4
(一) 化学试剂及其取用	4
(二) 化学溶液及其配制	5
(三) 常用仪器及其操作	6
五、常用的生物化学实验技术及原理	16
(一) 生物大分子的制备和保存技术	16
(二) 色谱分离技术	17
(三) 分光光度技术	21
(四) 电泳技术	23
项目二 氨基酸生化产品的制备和检测	26
一、项目介绍	26
二、学习目标	26
三、背景知识	26
(一) 氨基酸的定义	26
(二) 氨基酸的功能	27
(三) 基本氨基酸的组成	28
(四) 氨基酸的分类	28
(五) 氨基酸的性质	31
(六) 氨基酸的生物分解代谢	32
(七) 氨基酸的生物合成代谢	38
(八) 氨基酸的制备方法	39
(九) 氨基酸的鉴定方法	40
四、项目实施	40
训练任务 氨基酸的分离鉴定	40
五、拓展训练	45
设计任务一 人发中 L-精氨酸的提取	45
设计任务二 脯氨酸含量的测定	45
项目三 多肽和蛋白质生化产品的制备和检测	46
一、项目介绍	46
二、学习目标	46
三、背景知识	47

(一) 蛋白质的功能	47
(二) 蛋白质的分类	47
(三) 蛋白质的组成	48
(四) 蛋白质的结构	48
(五) 蛋白质的结构与功能的关系	53
(六) 蛋白质的性质	54
(七) 蛋白质的分离纯化技术	56
(八) 蛋白质的定量技术	60
(九) 蛋白质分子量的测定	61
(十) 蛋白质一级结构的测定	63
四、项目实施	64
训练任务一 牛乳中酪蛋白和乳清蛋白的提取	64
训练任务二 蛋白质的纯化——葡聚糖凝胶柱色谱	66
训练任务三 绿豆芽中蛋白质含量的测定——分光光度法	68
训练任务四 未知蛋白质分子量的测定——SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳	70
项目四 酶类生化产品的制备和检测	73
一、项目介绍	73
二、学习目标	73
三、背景知识	74
(一) 酶的概念	74
(二) 酶的特性	74
(三) 酶的分类	75
(四) 酶的命名	76
(五) 酶的分子结构	77
(六) 酶的作用机理	77
(七) 酶促反应动力学	79
(八) 酶活性的调节与控制	83
(九) 维生素	85
(十) 酶的分离提纯技术	91
(十一) 酶活力的测定	92
四、项目实施	92
训练任务一 植物组织中过氧化物酶的分离与纯化	92
训练任务二 植物组织中过氧化氢酶的活力测定	94
训练任务三 水果或蔬菜中维生素 C 含量的测定	96
五、拓展训练	100
设计任务一 小麦种子中淀粉酶活力测定	100
设计任务二 植物叶片硝酸还原酶活性的测定	100
项目五 核酸生化产品的制备和检测	102
一、项目介绍	102
二、学习目标	102
三、背景知识	103
(一) 核酸的化学组成	103

(二) 核酸的分类及功能	106
(三) 核酸的结构	106
(四) 核酸的性质	111
(五) 核酸的制备技术	113
(六) 核酸含量的测定方法	114
(七) 核酸序列的测定方法	116
四、项目实施	117
训练任务一 大肠杆菌基因组 DNA 的提取	117
训练任务二 DNA 的鉴定——琼脂糖凝胶电泳技术	119
训练任务三 DNA 的含量测定——分光光度技术	120
训练任务四 酵母菌目标基因的体外扩增——PCR 技术	124
五、拓展训练	126
设计任务一 质粒 DNA 的提取和测定	126
设计任务二 植物 DNA 的提取和测定	126
项目六 糖类生化产品的制备和检测	127
一、项目介绍	127
二、学习目标	127
三、背景知识	127
(一) 糖的概念	127
(二) 糖的功能	128
(三) 糖的分类	128
(四) 单糖的结构和性质	129
(五) 双糖的结构与性质	134
(六) 多糖的结构与性质	135
(七) 糖的生物分解代谢	137
(八) 糖的合成代谢	148
(九) 糖含量测定方法	150
(十) 糖分子量的测定方法	153
四、项目实施	153
训练任务一 食品中还原糖含量的测定	153
训练任务二 血糖含量的测定	157
五、拓展训练	160
设计任务 香菇多糖的提取	160
项目七 脂类生化产品的制备和检测	161
一、项目介绍	161
二、学习目标	161
三、背景知识	161
(一) 脂类的概念	161
(二) 脂类的生物学功能	162
(三) 脂类的分类	162
(四) 油脂	162
(五) 类脂	165

(六) 脂肪的分解代谢	167
(七) 脂肪的合成代谢	172
(八) 脂肪酸分解代谢与合成代谢途径的比较	175
(九) 食品中脂肪含量的测定	176
四、项目实施	177
训练任务 花生中脂含量的测定	177
五、拓展训练	179
设计任务 蛋黄中卵磷脂(或胆固醇)的提取	179
附录一 常用生化缓冲溶液的配制	180
附录二 常用指示剂的配制	185
附录三 常见市售酸碱的浓度	186
附录四 分子生物学常用溶液配制	187
参考文献	192

生物化学实验基本技能训练

一、学习生物化学实用技术的目的

生物化学实用技术是一门理论性和实践性都很强的课程，是以实验技术为手段在分子水平上阐明生物体的化学组成和生命现象的科学，它是生物及相关专业的重要专业基础课。

通过本课程的学习，一方面是使学生掌握生物化学的基本理论和基本技能，熟悉这些理论和技能在职业领域中的应用，为学习后续专业课程及新理论、新技术奠定专业基础；另一方面是帮助学生提高职业道德素质、通用能力和专业能力，学会用科学的思维方式和方法分析和解决实际问题，为其将来从事专业工作奠定基础，以应对现代社会对素质人才的需求。

本课程的具体学习目标如下。

1. 职业道德素质

(1) 基本职业道德素质

形成守时、守信、守法、尽职尽责、讲究效率与效益双赢的习惯。

(2) 安全意识

能养成安全防护的意识和习惯，杜绝安全隐患发生，并能恰当处理紧急安全事故。

2. 能力目标

(1) 通用能力

① 查阅能力：能根据任务需要，自主选择并吸收信息，扩大知识视野，提升自主学习能力。

② 设计能力：能根据任务需要和已获信息，合理进行实验设计，解决有关实际生产和科研中的问题。

③ 探究能力：在任务完成过程中，勤于动脑，能根据实际情况，进行方法的变通，敢于提出不同的看法，解决实际问题，不要迷信教师、教科书等“权威”，更透彻地理解知识点。

④ 操作能力：能在执行任务之前有可行性分析和准备意识，能规范化实验操作，实验过程的数据记录要详尽，培养严谨细致的科学作风，并能使用各种生化仪器进行分析测定。

⑤ 观察能力：能实事求是、准确翔实地记录观察到的现象和收获的数据。

⑥ 归纳分析能力：能科学合理地分析观察结果，正确处理繁琐的实验数据。

⑦ 表达能力：能科学规范、条理清晰、实事求是地进行书面和口头表达。

⑧ 协作能力：能与其他组员进行良好沟通和积极讨论，执行任务过程中既有相对分工，又密切合作。

(2) 专业能力

① 能根据任务要求，选择合适的方法，初步合理设计生物分子制备、分离纯化与检测的工作流程。

② 能进行常见生物分子（如糖、脂类、蛋白质、核酸和酶）的体外分离、提纯、鉴定和含量测定，即熟练操作生物化学的主要实验技能。

③ 能采用萃取技术、电泳技术、色谱技术、离心技术、沉淀技术和膜分离技术等进行生物分子的分离纯化,即熟练掌握生物分子制备的主要实验技能。

④ 能采用化学检测技术、分光光度技术、电泳技术等进行生物分子含量和纯度的检测,即熟练掌握生物分子检测的主要实验技能。

⑤ 能熟练进行 DNA 或 RNA 的提取和检测、目的基因的体外扩增、扩增结果的检测等,即能熟练掌握分子生物学的主要实验技能。

⑥ 能规范使用和维护常用的生物化学仪器设备。

3. 知识目标

① 能阐述糖、脂类、蛋白质、核酸、酶的化学本质、结构特点、性质和功能,能说出它们常见的代谢反应过程。

② 能列举常见的生物分离、纯化与检测技术,并能解释其作用原理及其影响因素。

③ 能解释色谱技术、分光光度技术、电泳技术、离心技术、沉淀技术、膜分离技术、聚合酶链反应(PCR)技术的作用原理及其影响因素,说明操作过程中的注意事项,能合理分析实验结果。

④ 能解释常用生物化学仪器设备的基本构造和作用原理。

⑤ 能阐述生物分子制备、分离纯化与分析鉴定的一般流程。

二、生物化学实用技术的学习方法

本课程的教学内容是若干个“工作任务”,这些“工作任务”都是学生即将在职场中可能会面对的真实的工作内容。学生通过教师的引导,以自主学习为主,通过各种途径和方法查阅资料,获取完成任务所需的相关信息。随后,学生们在教师协助下,以团队的形式,完成工作的各个环节:设计实验方案,讨论并确定实验方案,开展实验工作,完成“任务工作单”。最终,通过学生自查、互查和教师检查,完成学生的评价工作。

三、生物化学实验室的安全知识

在生物化学实验室中,经常会直接接触到毒性强、有腐蚀性、易燃、易爆的化学药品,常常会使用易碎的玻璃和瓷质器皿、高温电热设备等,因此生化实验室潜藏着诸如中毒、烧伤、割伤、着火、爆炸等安全事故,因此,在生化实验室工作的实验者必须十分重视实验安全。

(一) 实验室安全的预防措施

① 进入实验室,在开始工作前,应先了解电闸及水阀门所在处。最后一人离开实验室时,一定要将室内检查一遍,应做到关水、关电、关门窗,杜绝一切安全隐患。

② 使用火时,应做到火着人在,人走火灭。

③ 使用电器设备(如烘箱、恒温水浴锅、离心机、电炉等)时,应严防触电;绝不可用湿手开关电闸和电器开关。凡是漏电的仪器,一律不能使用。

④ 使用浓酸和浓碱时,必须极为小心地操作,防止溅出。如果不慎将其溅在实验台上或地面,必须及时擦洗干净。如果触及皮肤应立即治疗。

⑤ 使用可燃物,特别是易燃物(如乙醚、丙酮、乙醇、苯等)时,应特别小心。不要大量放在桌上,更不要在靠近火焰处,如酒精灯或电炉的明火。只有在远离火源时,或将火

焰熄灭后,才可大量倾倒易燃液体。低沸点的有机溶剂不准在火上直接加热,只能在水浴上利用回流冷凝管加热或蒸馏。如果不慎倾出大量的易燃液体,则应立即关闭室内所有的火源和电加热器,开窗,用毛巾或抹布擦拭洒出的液体,并将液体拧到大的容器中,然后再倒入带塞的废弃物瓶中。用后,要把瓶塞盖紧,放在阴凉的地方,最好放在沙桶内。

⑥ 使用具有刺激性、恶臭的、有毒的和致癌的化学药品时,如浓盐酸、浓硝酸、发烟硫酸、溴化乙锭等,必须在通风橱内或相对隔离的环境中进行,必要时应佩戴手套和口罩。

⑦ 用油浴操作时,应小心加热,不断用温度计测量,不要使温度超过油的燃烧温度。

⑧ 废液特别是强酸和强碱不能直接倒在水槽中,应先稀释,然后倒入水槽,再用大量自来水冲洗水槽及下水道。

⑨ 有毒的和致癌的化学药品在使用时应严格按照要求操作,避免交叉污染,用后应妥善处理。

⑩ 禁止用手直接取用任何化学药品,对于有毒药品,除用药匙、量器外,还必须戴手套。

⑪ 实验室内禁止喝水、进食和吸烟,离开实验室之前应用肥皂洗手。

(二) 实验室伤害的救护措施

在实验过程中不慎发生受伤事故,应立即采取适当的急救措施。

1. 割伤

首先必须检查伤口内有无玻璃或金属等物的碎片,若有碎片需小心挑出,然后用消毒棉棒将伤口清理干净,然后涂以止血或抗菌消炎药物,必要时要用纱布包扎。若伤口较大或过深而大量出血,应迅速在伤口上部和下部扎紧血管止血,立即到医院诊治。

2. 烫伤

当被火焰、蒸气、红热的器具烫伤时,应立即用凉水冲洗,以迅速降温避免深度灼伤。如果伤处红痛或红肿(一级灼伤),可用烫伤膏敷盖伤处;若皮肤起泡(二级灼伤),不要弄破水泡,防止感染,应用纱布包扎后到医院治疗;若伤处皮肤呈棕色或黑色(三级灼伤),应用干燥而无菌的消毒纱布轻轻包扎好,急送医院治疗。

3. 强碱腐蚀

若强碱、钠、钾等触及皮肤引起灼伤,可先用大量自来水冲洗,再用5%乙酸溶液或2%乙酸溶液涂洗,最后用水冲洗。如果碱溅入眼内,可用硼酸溶液洗,再用水洗。

4. 强酸腐蚀

若强酸触及皮肤引起灼伤,应立即用大量自来水冲洗,再以5%碳酸氢钠溶液或5%氢氧化铵溶液冲洗,最后用水冲洗。如果强碱溅入眼内,可用1%碳酸氢钠溶液冲洗。

5. 酚灼伤

若酚触及皮肤引起灼伤,应用大量的水清洗,并用肥皂和水洗涤,忌用乙醇。

6. 煤气中毒

若煤气中毒时,应到室外呼吸新鲜空气,若严重时应立即到医院诊治。

7. 汞中毒

若含有汞(水银)的用品(如温度计)被打破,汞会形成球体滚落,在常温下即可蒸发成气态,很容易被吸入呼吸道,引起中毒。此时,应先关掉室内所有加热装置,打开窗户通风,然后戴上口罩和手套,用小铲子把水银收集起来深埋,或在上面积些硫黄粉末,硫和汞反应能生成不易溶于水的硫化汞,危害会大大降低。汞蒸气容易由呼吸道进入人体,也可以经皮肤直接吸收而引起积累性中毒,汞中毒的症状是腹痛、腹泻、血尿、口腔发炎、肌肉震

颤和精神失常等,若不慎中毒时,应送医院急救。急性中毒时,通常用炭粉或呕吐剂彻底洗胃,或者食入蛋白(如1L牛奶加3个鸡蛋清)或蓖麻油解毒并使之呕吐。

8. 触电

他人触电时,应马上切断电路、关闭电源、用干木棍使导线与被害者分开、使被害者和土地分离,急救时急救者必须做好防止触电的安全措施,手或脚必须绝缘。

9. 着火

实验室内万一起火,不要慌张,应保持镇静,要立即切断室内一切火源和电源,然后根据起火原因和火场周围的情况,采取正确的方法进行灭火。常用的灭火方法有:酒精及其他可溶于水的液体着火时,可用水灭火;汽油、乙醚、甲苯等有机溶剂着火时,应用石棉布或沙土扑灭,绝对不能用水,否则会扩大燃烧面积;金属钠着火时,可把沙子倒在它的上面;导线着火时不能用水及二氧化碳灭火器,应切断电源或用四氯化碳灭火器;一般小火可用湿布或沙土覆盖在着火的物体上,隔绝空气使火熄灭;衣服着火时,切忌慌张乱跑,可立即用湿布压灭火焰,如衣服的燃烧面积较大,可躺在地上滚动,以灭火。较大的着火事故应立即报警。

四、生物化学实验的基础知识

(一) 化学试剂及其取用

1. 化学试剂的分级

根据化学试剂的纯度和杂质含量,国内将化学试剂分为五个等级,我国国家标准还规定了不同等级试剂包装标签的颜色和应用范围。

① 一级试剂,即优级纯试剂,通常用GR表示,采用绿色标签,应用于精密的分析研究工作。

② 二级试剂,即分析纯试剂,通常用AR表示,采用红色标签,应用于分析实验。

③ 三级试剂,即化学纯试剂,通常用CP表示,采用蓝色标签,应用于一般化学实验。

④ 四级试剂,即实验或工业试剂,通常用LR表示,采用黄色标签,应用于工业或化学制备。

⑤ 生化试剂,通常用BR表示,采用咖啡或玫瑰红标签,应用于生化实验。

此外,根据特殊的工作目的,还有一些特殊的纯度标准。例如光谱纯、荧光纯、半导体纯等。

化学工作者必须对化学试剂标准有明确的认识,做到合理使用化学试剂,既不超规格导致浪费,又不随意降低规格影响分析结果的准确度。

在一般分析工作中,通常要求使用AR级(分析纯)试剂。

2. 化学试剂的包装

固体试剂一般装在带胶木塞的广口瓶中,液体试剂则盛在细口瓶中(或滴瓶中),见光易分解的试剂(如硝酸银)应装在棕色瓶中,每一种试剂都贴有标签,用于标明试剂的名称、浓度、纯度、等级等。

3. 化学试剂的取用

实验中应根据不同的实验要求选用不同级别的试剂。

固体粉末试剂可用洁净的药勺取用。如需大量液体试剂常用量筒量取,如需少量液体试剂则可用滴管或移液管取用,取用时应注意不要将滴管碰到或插入接收容器的壁上或里面。

取用化学试剂时应遵守以下规则。

① 化学试剂不能与手接触。

② 要用洁净的药勺、量筒或滴管取用化学试剂，绝对不准用同一种工具同时连续取用多种试剂。取完一种试剂后，应将工具洗净晾干后，方可取用另一种试剂。

③ 试剂取用后一定要将瓶塞盖紧，绝不允许张冠李戴放错瓶盖。

④ 已取出的试剂不能再放回原试剂瓶内。

⑤ 应本着节约精神，尽量取用最少量的化学试剂。

⑥ 一般化学固体试剂可放在纸或表面皿上称量，但对于易潮解、具有腐蚀性、强氧化性的试剂应改用烧杯或锥形瓶等玻璃器皿称量。

⑦ 取用大量液体试剂时，应采用倾注法。具体操作要求是：将瓶塞取下后，一定要反放于桌上，以免瓶塞沾污造成试剂级别下降；一手握住试剂瓶贴标签的一面，一手拿玻璃棒，使棒的下端紧靠容器内壁，将瓶口靠在玻璃棒上，缓慢地竖起试剂瓶，使液体试剂成细流沿着玻璃棒流进容器内（如图 1-1 所示）。试剂瓶切勿竖得太快，否则易造成液体试剂不是沿着玻璃棒流下而冲到容器外或桌上，造成浪费，有时还有危险。一般液体试剂的加进量不得超过盛放容器容积的 $2/3$ 。



图 1-1 倾注法取用大量液体试剂

⑧ 用滴管取用少量液体试剂时，滴管可垂直或倾斜滴加，且滴管不能与器壁相碰，以免滴管沾污。

(二) 化学溶液及其配制

1. 一般溶液的配制及保存方法

配制溶液时，应根据对溶液浓度准确度的要求，确定在哪一级天平上称量；记录时应记准至几位有效数字；配制好的溶液应选择合适的容器盛放等。该准确时就应该很严格，允许误差大些的就可以不那么严格。如配制 $0.1\text{mol/L Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液需在台秤上称 25g 固体试剂，如在分析天平上称取试剂，反而是不必要的。

配制及保存溶液时可遵循下列原则。

① 配制溶液时，要合理选择试剂的级别，不许超规格使用试剂，以免造成浪费。

② 若经常并大量用的溶液，可先配制浓度约大 10 倍的储备液，使用时取储备液稀释 10 倍即可。

③ 若试剂溶解时有放热现象，或以加热促使其溶解的，应待其冷却后，再移至试剂瓶或容量瓶中。

④ 对易水解的固体试剂如 FeCl_3 等，配制其溶液时，可先用适量的酸或碱溶解，再用蒸馏水定容。

⑤ 配制稀硫酸溶液时，应特别注意，试剂稀释应在不断搅拌下将浓硫酸缓缓倒入盛水的容器内，切不可颠倒操作顺序。

⑥ 配好的溶液盛装在试剂瓶中，应贴好标签，注明溶液的浓度、名称以及配制日期。

⑦ 易侵蚀或腐蚀玻璃的溶液，不能盛放在玻璃瓶内，如含氟的盐类（如 NaF 、 NH_4F 、 NH_4HF_2 ）、苛性碱等应保存在聚乙烯塑料瓶中。

⑧ 易挥发、易分解的试剂及溶液，如 I_2 、 KMnO_4 、 H_2O_2 、 AgNO_3 、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 TiCl_3 、氨水、 CCl_4 、 CHCl_3 、丙酮、乙醚、乙醇等溶液及有机溶剂等均应存放在棕色瓶中，密封好放在暗处阴凉地方，避免光的照射。

2. 标准溶液的配制方法

按照化学溶液浓度的准确程度,可将溶液分为标准溶液和非标准溶液。标准溶液要求浓度非常准确,一般为四位有效数字;非标准溶液要求浓度较粗略。

标准溶液是已确定其主体物质浓度或其他特性量值的溶液。化学实验中常用的标准溶液有滴定分析用标准溶液、仪器分析用标准溶液、pH 测量用标准缓冲溶液。标准溶液常用 mol/L 表示其浓度。标准溶液的配制方法主要分直接法和间接法两种。

(1) 直接法

用分析天平或电子天平准确称取一定量的基准物质,溶解后,再用容量瓶定容即成为准确浓度的标准溶液。例如,需配制 500mL 浓度为 0.01000mol/L $K_2Cr_2O_7$ 溶液时,应在分析天平上准确称取基准物质 $K_2Cr_2O_7$ 1.4709g,加少量水使之溶解,定量转入 500mL 容量瓶中,加水稀释至刻度。

较稀的标准溶液可由较浓的标准溶液稀释而成。例如,需配制 1.79×10^{-3} mol/L 标准铁溶液,计算得知需准确称取 10mg 纯金属铁,因其量太小,在一般分析天平上无法准确称量,称量误差大,因此,常常采用先配制储备标准溶液,然后再稀释至所要求的标准溶液浓度的方法。可在分析天平上准确称取金属铁 1.0000g,然后在小烧杯中加入约 30mL 浓盐酸使之溶解,定量转入 1L 的容量瓶中,最后用 1mol/L 盐酸稀释至刻度,此储备标准溶液含铁 1.79×10^{-2} mol/L。再吸取此标准溶液 10.00mL 于 100mL 容量瓶中,用 1mol/L 盐酸稀释至刻度,摇匀,此标准溶液含铁 1.79×10^{-3} mol/L。由储备液配制成操作溶液时,原则上只稀释一次,必要时可稀释两次。稀释次数太多累积误差太大,影响分析结果的准确度。

(2) 间接法(标定法)

不能直接配制准确浓度的标准溶液,可先配制成近似所需浓度的溶液,然后再用基准物质或已知浓度的标准溶液标定其准确浓度,此法称为间接法,也称标定法。做滴定剂用的酸碱溶液,一般先配制成约 0.1mol/L 的浓度。由原装的固体酸碱配制溶液时,一般只要求准确到 1~2 位有效数字,故可用量筒量取液体或在台秤上称取固体试剂,加入的溶剂(如水)用量筒量取即可。但是在标定溶液的整个过程中,一切操作要求严格、准确。称量基准物质要求使用分析天平,称准至小数点后四位有效数字。所要标定溶液的体积,如要参加浓度计算的均要用容量瓶、移液管或滴定管准确操作,不能马虎。

(三) 常用仪器及其操作

1. 量筒

量筒用于量取一定量的液体,容量有 10mL、25mL、50mL、100mL 等,实验中可根据所取溶液的体积来选用。注意:不能加热;不能用作反应容器;不能量热的液体;读取体积时,要使视线与管内液面保持水平,读取与弯月面相切的刻度,视线偏高和偏低都会造成误差。

2. 移液管和吸量管

移液管是用于准确量取一定体积溶液的量器,全名为“单标线吸量管”,一般是中部有近球形的玻璃管,管的上部有一刻线表明体积,流出溶液的体积与管上所标明的体积相同。经常用的移液管有 5mL、10mL、25mL 等。吸量管是带有分度线的玻璃量器,可用于量取不同体积的溶液,全名为“分度吸量管”。但用吸量管量取溶液的准确度不如移液管。

移液管和吸量管的使用方法是:使用前用少量洗液将其洗净,使移液管和吸量管的内壁和下部的内壁不挂水珠。吸取溶液前再用少量待取液润洗 3 次。润洗移液管和吸量管时,为避免溶液稀释或沾污,可将溶液转移至小烧杯中吸取。用移液管和吸量管移取溶液时,右手拇指和中指拿住管颈标线的上部,将移液管垂直插入液面以下 1~2cm 深度,不要插入太

深，以免外壁粘带溶液过多；也不要插入太浅，以免液面下降时吸空。随着液面的下降，移液管逐渐下移。把移液管的尖嘴靠在接收容器内壁上，让接收容器倾斜而移液管直立。放开食指使溶液自由流出，如图 1-2 所示。待溶液不再流出时，等 15s 后再取出移液管。最后尖嘴内余下的少量溶液，不必用力吹入接收器中，因原来标定移液管体积时，这点体积已不在其内（如移液管上有一个吹字，则一定要将尖嘴内余下的少量溶液吹入接收容器中）。

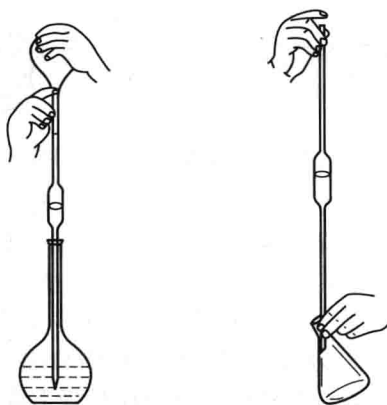


图 1-2 吸取溶液和放出溶液

3. 容量瓶

配制准确浓度的溶液时要用容量瓶。它是细颈的平底瓶，配有磨口玻璃塞，容量瓶上标明使用的温度和容积，瓶颈上有刻线。容量瓶使用时应注意以下几点。

- ① 检查瓶塞是否严密，瓶口是否漏水。
- ② 为避免塞子打破或遗失，应用橡皮套把塞子系在瓶颈上。
- ③ 配制溶液时，如是固体物质，先要在烧杯内溶解，再转移到容量瓶中。

④ 转移溶液时用玻璃棒引流，如图 1-3 所示；用蒸馏水冲洗烧杯几次，洗涤液全部转入容量瓶中；然后慢慢往容量瓶中加入蒸馏水，当液面接近刻线约 1cm 时，稍停后待附在瓶颈上的水流下后，用洗瓶或滴管缓缓加水至标线。盖好瓶塞，按图 1-4 将容量瓶倒置摇动，重复几次，使溶液混合均匀。



图 1-3 转移溶液到容量瓶中

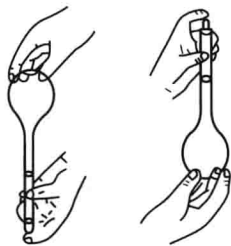


图 1-4 容量瓶的翻动

- ⑤ 如固体是经加热溶解的，溶液冷却后才能转入容量瓶内。

⑥ 如果要把浓溶液稀释，要用移液管吸取一定体积浓溶液放入容量瓶中，然后按上述操作加水稀至刻度线。

⑦ 定容好的溶液不可在容量瓶中储存。应将配好的溶液及时转移到清洁、干燥的磨口试剂瓶中。

⑧ 容量瓶用毕后应立即用水冲洗干净。如长期不用，磨口处应洗净擦干，并用纸片将磨口隔开。

- ⑨ 容量瓶不得在烘箱中烘烤，也不能用其他任何方法进行加热。

4. 滴定管

滴定管分酸式滴定管和碱式滴定管两种。除碱性溶液用碱式滴定管外，其他溶液一般都用酸式滴定管。

酸式滴定管下端有一个玻璃活塞，用以控制溶液的滴出速度。使用前先取出活塞用滤纸吸干，然后用手指粘少量凡士林油（起密封和润滑作用）在塞子的两头涂一薄层（如图 1-5