



全国医药职业教育药学类规划教材

QUANGUO YIYAO ZHIYE JIAOYU YAOXUELEI GUIHUA JIAOCAI

(供高职高专使用)

生物化学实验

SHENGWU HUAXUE

SHIYAN

主编 李玉兰



中国医药科技出版社

全国医药职业教育药学类规划教材

生物化学实验

(供高职高专使用)

主 编 李玉兰

副主编 黄 纯 鲍艳霞

编 者 (以姓氏笔画为序)

李玉兰 (浙江医药高等专科学校)

邱东华 (沈阳药科大学高等职业技术学院)

张慧婧 (山东药品食品职业学院)

黄 纯 (中国药科大学高等职业技术学院)

董丽辉 (浙江医药高等专科学校)

鲍艳霞 (中国药科大学高等职业技术学院)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是全国医药职业教育药学类规划教材之一,依照教育部[2006]16号文件要求,结合我国高职教育的发展特点,根据《生物化学实验》教学大纲的基本要求和课程特点编写而成。

全书共分为四章,分别介绍了糖类、脂类、蛋白质、酶、核酸、代谢等与生物化学基础知识有关的现象的观察、验证,运用现代生物化学实验技术,着重训练多糖、蛋白质、核酸等生物活性大分子的初级制备、分离纯化和系统分析鉴定方法,力求达到全面培养学生实验技能的目标,具有编写体例适合高职学生认知特点,注重实验安全教育和环保意识的培养,引导学生自主学习,与工作岗位结合紧密等特点。

本书适合医药高职教育及专科、函授、自学高考等相同层次,不同办学形式教学使用;也可作为医药行业培训和从业人员自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学实验/李玉兰主编. —北京:中国医药科技出版社,2008.6

全国医药职业教育药学类规划教材

ISBN 978-7-5067-3884-2

I. 生… II. 李… III. 生物化学—实验—高等学校:技术学校—教材 IV. Q5-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第062123号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 责编:010-62235640 发行:010-62227427

网址 www.cspyp.cn

规格 787×1092mm^{1/16}

印张 9 3/4

字数 219千字

印数 1—5000

版次 2008年6月第1版

印次 2008年6月第1次印刷

印刷 三河富华印刷包装有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-3884-2

定价 16.00元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国医药职业教育药学类规划教材

编写说明

随着我国医药职业教育的迅速发展,医药院校对具有职业教育特色药学类教材的需求也日益迫切,根据国发[2005]35号《国务院关于大力发展职业教育的决定》文件和教育部[2006]16号文件精神,在教育部、国家食品药品监督管理局、教育部高职高专药品类专业教学指导委员会的指导之下,我们在对全国药学职业教育情况调研的基础上,于2007年7月组织成立了全国医药职业教育药学类规划教材建设委员会,并立即开展了全国医药职业教育药学类规划教材的组织、规划和编写工作。在全国20多所医药院校的大力支持和积极参与下,共确定78种教材作为首轮建设科目,其中高职类规划教材52种,中职类规划教材26种。

在百余位专家、教师和中国医药科技出版社的团结协作、共同努力之下,这套“以人才市场需求为导向,以技能培养为核心,以职业教育人才培养必需知识体系为要素、统一规范科学并符合我国医药事业发展需要”的医药职业教育药学类规划教材终于面世了。

这套教材在调研和总结其他相关教材质量和使用情况的基础上,在编写过程中进一步突出了以下编写特点和原则:①确定了“市场需求→岗位特点→技能需求→课程体系→课程内容→知识模块构建”的指导思想;②树立了以培养能够适应医药行业生产、建设、管理、服务第一线的应用型技术人才为根本任务的编写目标;③体现了理论知识适度、技术应用能力强、知识面宽、综合素质较

高的编写特点。④高职教材和中职教材分别具备“以岗位群技能素质培养为基础，具备适度理论知识深度”和“岗位技能培养为基础，适度拓宽岗位群技能”的特点。

同时，由于我们组织了全国设有药学职业教育的大多数院校的大批教师参加编写工作，强调精品课程带头人、教学一线骨干教师牵头参与编写工作，从而使这套教材能够在较短的时间内以较高的质量出版，以适应我国医药职业教育发展的需要。

根据教育部、国家食品药品监督管理局的相关要求，我们还将组织开展这套教材的修订、评优及配套教材（习题集、学习指导）的编写工作，竭诚欢迎广大教师、学生对这套教材提出宝贵意见。

全国医药职业教育药学类

规划教材建设委员会

2008年5月

前 言

为了适应当前我国医药行业和职业教育的发展需要,较好地体现以市场需求为导向、以技能培养为核心、以职业教育人才培养必需知识体系为要素的职业教育理念,我们在各医药高职院校已使用多年的自编生物化学实验讲义的基础上,结合多年高职教学经验,同时参考了国内外的生物化学实验教材,编写了这本《生物化学实验》教材。本教材在内容上设计了课前教育、验证性实验、技术性实验、综合性实验等具有职业教育特色的章节,并在编写体例上大胆创新,每个实验都由9~10个部分组成。我们改革传统体例格式,增加了5个项目:第一,开首说明,指出实验持续的时间,是单人操作还是分组实验,让实验更具计划性。第二,安全,让学生了解实验中涉及到的安全隐患,包括试剂方面和仪器操作方面。第三,在实验步骤项目里,为了适应职业教育学生的认知特点,我们增加了流程操作框图,简明扼要。实验步骤的文字说明非常具体和详细,并把“注意事项”分解到“步骤”和“安全”里,在具体操作步骤的下面用黑体字以“特别注意”的方式表示。第四,废物处理,是为了从生物实验的角度进一步加强学生的环保意识,培养其正确处理废物的良好实验习惯。第五,预习,包括阅读和思考题两方面内容,阅读主要是指本书和有关教材的指定内容,特别强调如何使用相应的仪器和装置、对实验结果进行假设和推算;思考题主要针对实验原理和阅读内容提出,同时把废物处理中的最终处理方法也放在其中,目的是让学生实验前查找资料、提出解决方案。

本教材共分为4章和附录5个部分。第一章课前教育是专为学生准备的一些重要的基础知识。第二章选编了11个实验、20个实验项目,内容涉及糖类、脂类、蛋白质、酶、核酸、代谢等与生物化学基本概念有关的现象的观察、验证,旨在加强学生掌握生物化学基本实验方法和操作技能。在每个实验的后面,都有相关的实验室基本操作技术和常用仪器的使用。第三章包含3个实验、6个技术性实验项目,内容主要涉及电泳技术、层析技术,让学生了解现代生物化学实验技术的发展与应用。第四章包含4个综合性实验,将多糖、蛋白质、核酸等生物活性大分子的初级制备、分离纯化和系统分析鉴定方法有机地结合在一起,充分运用生物化学实验技术,力求达到全面培养学生实验技能的目标,同时使学生学习科研论文的撰写方法。附录部分包括生

化实验的常用数据表和有关参考资料，可供教师和学生查阅。

本教材是全国医药职业教育药学类规划教材（供高职高专使用）《生物化学》的配套教材，适于生物制药技术、药学、药物制剂技术、药品质量检测技术、化学制药技术、食品科学、食品质量与安全等专业教学使用，各校可根据各自特点选择使用。

教材的编写过程由主编拟定大纲，各编者分工编写，集中审阅、定稿。另外，编写过程中，我们参考了已出版的国内外生物化学实验技术方面的书籍，谨向这些编者致以诚挚的谢意！

由于编者水平有限，对于教材中出现的疏漏、错误及不妥之处，敬请广大读者提出宝贵意见。

编者

2008年4月

目 录

第一章 课前教育	(1)
第一节 概述	(1)
一、开设生物化学实验的目的	(1)
二、怎样做好生物化学实验	(1)
三、生物化学实验技术发展简史	(2)
第二节 生物化学实验室一般知识	(3)
一、实验室安全知识	(3)
二、实验室急救知识	(4)
三、实验记录	(7)
四、实验报告	(8)
第二章 验证性实验	(10)
实验一 总糖和还原糖的测定	(10)
I Fehling 试剂热滴定法	(10)
II 苯酚-硫酸法	(14)
知识链接: 可见光分光光度计	(16)
实验二 血糖含量的测定	(18)
I 邻甲苯胺法	(18)
II 葡萄糖氧化酶法	(20)
知识链接: 电热恒温水浴箱	(23)
实验三 血清总胆固醇的测定	(24)
I 磷硫铁显色法	(24)
II 酶法	(26)
知识链接: 移液枪	(28)
实验四 蛋白质等电点的测定	(31)
知识链接: 搅拌与振荡	(33)
实验五 蛋白质的定量测定	(35)
I 双缩脲法	(35)
II Folin-酚法	(37)
III 考马斯亮蓝染色法	(39)
知识链接: 紫外-可见分光光度计	(42)
实验六 核酸含量的测定	(44)

I 定糖法	(44)
II 定磷法	(47)
III 紫外分光光度法	(50)
知识链接: 生物样品的消化处理	(52)
实验七 酶促反应动力学	(53)
I 影响酶促反应速度的因素——温度、pH 和抑制剂	(53)
II 底物浓度对酶促反应速度的影响	(56)
知识链接: 缓冲溶液的选择	(59)
实验八 淀粉酶活力的测定	(60)
知识链接: 玻璃和塑料仪器的清洗与干燥	(62)
实验九 糖酵解中间产物的鉴定	(64)
知识链接: 吸管的使用	(66)
实验十 脂肪酸的 β -氧化	(69)
知识链接: 电动离心机	(71)
实验十一 氨基转换反应	(73)
I 分光光度法测定血液中转氨酶活力	(73)
II 纸层析法鉴定谷丙转氨酶	(76)
知识链接: 转氨酶	(79)
第三章 技术性实验	(81)
实验十二 氨基酸的分离	(81)
I 纸层析法	(81)
II 离子交换柱层析法	(84)
知识链接: 离子交换柱层析技术	(88)
实验十三 蛋白质分子量的测定	(92)
I SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳法	(92)
II 葡萄糖凝胶过滤法	(98)
知识链接: 常用凝胶的分类与选择	(103)
实验十四 蛋白质的分离	(105)
I 血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳	(105)
II 血清脂蛋白琼脂糖凝胶电泳	(107)
知识链接: 电泳技术	(110)
第四章 综合性实验	(113)
实验十五 天然产物中多糖的提取、纯化与鉴定	(113)
知识链接 薄层层析技术	(119)
实验十六 不同水果中维生素 C 含量测定及比较	(121)
实验十七 血清 γ -球蛋白的分离纯化与鉴定	(124)

知识链接 自动分部收集器	(128)
实验十八 酵母 RNA 的提取及组分鉴定	(130)
附录	(133)
I 凝胶染料的种类及特点	(133)
II 层析法常用数据表	(134)
参考文献	(142)

第一章 课前教育

第一节 概述

当同学们进行生物化学实验时，会把生物化学实验与以前做的各种实验进行比较。首先，生物化学实验是花费精力最大、最辛苦的实验之一；其次，生物化学实验将是大家最感兴趣、最激动人心的实验。在生物化学实验中，大家会发现，极少有像无机化学和有机化学那样进行化学反应和分离出“克”数量级的产物。同学们将进行的是“毫克”和“微克”数量级的研究，并且在大多数情况下，生物分子是溶解在溶液中的，而且往往看不到所研究的物质，但是将会看到动态的生物化学过程和由生物分子引起的生物化学变化。同学们在过去几年中所学到的各种实验技术和操作技能，在这些实验中将会经常用到，当然更重要的是要学会一些新的、在生物化学的科学研究中最常用的实验方法。实验中所用到的各种技术和方法，将起到“眼睛”的作用，用以对各种生物化学过程进行监测。同学们在生物化学实验方面要取得好成绩，在很大程度上，取决于你们对这些专门化学实验技术的熟练掌握和对生物化学原理的深入了解。

一、开设生物化学实验的目的

(1) 训练实验的动手能力，学会熟练地使用各种生物化学实验仪器，包括各种计量仪器、各种分光光度计、各种离心机、恒温箱、电热恒温水浴箱、自动分部收集器、酸度计、各种电泳装置和层析装置等。

(2) 掌握生物化学的各种基本实验方法、原理和实验技术的操作，尤其是各种电泳技术和层析技术，为今后参加科研工作打下坚实的基础。

(3) 学习设计实验的基本思路，学会严密地组织自己的实验，合理地安排实验步骤和时间。

(4) 学会准确翔实地记录实验现象和数据的技能，提高实验报告的写作能力，能够整齐、清洁地进行所有的实验，培养严谨细致的科学作风。

二、怎样做好生物化学实验

(1) 实验前预习。了解实验内容，复习有关理论，在理论指导下分析实验现象。在预习过程中按要求列出仪器清单，制定简单工作计划，明确先做什么、后做什么，哪些是关键操作，哪些是辅助环节，以培养自己独立实验的能力。

(2) 正确掌握基本操作、培养良好的实验习惯是获取实验结果的必要条件，因此必须以高标准严格要求自己。

(3) 实事求是的科学态度。实验能力是长时间实验室训练结果的综合表现，不能急

于求成,学习中要经得起失败。学习者要承认差异是客观存在的,重要的是善于总结实验中的成败,不断进取;教师评定成绩也重在发展,重在实验结束时学生具有的实际水平。实事求是的科学态度十分重要,要克服侥幸心理、主观误差、甚至凭想象给出实验结果的错误做法。

三、生物化学实验技术发展简史

生物科学在20世纪有着惊人的发展,其中生物化学与分子生物学的进展尤为迅速,这样一门最具活力和生机的实验科学,在21世纪必将成为领头的学科,这主要归功于生物化学与分子生物学实验技术的不断发展和完善。这里我们简单回顾一下生物化学实验技术的发展历史。

20世纪20年代:微量分析技术导致了维生素、激素和辅酶等的发现。瑞典著名化学家T. Svedberg创建了“超离心技术”,1924年制成了第一台 $5000 \times g$ ($5000 \sim 8000 \text{ r/min}$) 相对离心力的超速离心机(相对离心力“RCF”的单位可表示为“ $\times g$ ”),开创了生化物质离心分离的先河,并准确测定了血红蛋白等复杂蛋白质的分子量,获得了1926年的诺贝尔化学奖。

20世纪30年代:电子显微镜技术打开了微观世界,使我们能够看到细胞内的结构和生物大分子的内部结构。

20世纪40年代:层析技术大发展,2位英国科学家Martin和Synge发明了分配色谱(层析),他们获得了1952年的诺贝尔化学奖。由此,层析技术成为分离生化物质的关键技术。

“电泳技术”是由瑞典的著名科学家Tiselius奠基的,从而开创了电泳技术的新时代,他因此获得了1948年的诺贝尔化学奖。

20世纪50年代:自1935年Schoenheimer和Rittenberg首次将放射性核素示踪用于糖类及类脂物质的中间代谢研究以后,“放射性核素示踪技术”在20世纪50年代有了大的发展,对各种生物化学代谢过程的阐明起了决定性的作用。

20世纪60年代:各种仪器分析方法,如高效液相色谱(HPLC)技术,红外、紫外等光谱技术,MRI磁共振技术等被应用于生物化学研究,使生物化学研究取得了很大的发展。1985年Stem、Moore和Spackman设计出氨基酸自动分析仪后,蛋白质的分析工作大大加快。1967年Edman和Berg制成了多肽氨基酸序列自动测定仪,又加快了多肽一级结构的测定,十多年间氨基酸的自动测定工作得到了很大的发展和完善。

1962年,美国科学家Watson和英国科学家Crick因为在1953年提出DNA分子反向平行双螺旋模型而与英国科学家Wilkins分享了当年的诺贝尔生理医学奖。Wilkins通过对DNA分子进行X射线衍射分析证实了Watson和Crick的DNA模型,他们的研究成果开创了生物科学的历史新纪元。而英国物理学家Perutz对血红蛋白的结构进行了X射线衍射分析,Kendrew测定了肌红蛋白的结构,成为研究生物大分子空间立体结构的先驱,并同获1962年诺贝尔化学奖。

此外,20世纪60年代,层析和电泳技术又有了重大进展,1968~1972年,Anfinsen创建了亲和层析技术,开辟了层析技术的新领域。1969年Weber应用SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳技术测定了蛋白质的分子量,使电泳技术取得了重大进展。

20世纪70年代:基因工程技术取得了突破性的进展,Arber、Smith和Nathans 3个小小

组发现并纯化了限制性内切酶。1972年,美国斯坦福大学的 Berg 等人首次用限制性内切酶切割了 DNA 分子,并实现了 DNA 分子的重组。1973年又由美国斯坦福大学的 Cohen 等人第一次完成了 DNA 重组体的转化技术,这一年被定为基因工程的诞生年, Cohen 成为基因工程的创始人,从此,生物化学进入了一个新的大发展时期。与此同时,各种仪器分析手段进一步发展,制成了 DNA 序列测定仪、DNA 合成仪等。

20 世纪 80~90 年代:基因工程技术进入辉煌发展的时期。1980 年,英国剑桥大学的生物化学家 Sanger 和美国哈佛大学的 Gilbert 分别设计出 2 种测定 DNA 分子内核苷酸序列的方法,而与 Berg 共获诺贝尔化学奖。从此, DNA 序列分析法成为生物化学与分子生物学最重要的研究手段之一。他们 3 人在 DNA 重组和 RNA 结构研究方面都做出了杰出的贡献。

1981 年,由 Jorgenson 和 Lukacs 首先提出的高效毛细管电泳技术 (HPCE),由于其高效、快速、经济,尤其适用于生物大分子的分析,因此受到生命科学、医学和化学等学科科学工作者的极大重视,发展极为迅速,是生化实验技术和仪器分析领域的重大突破,意义深远。现今,由于 HPCE 技术的异军突起,高效液相色谱技术的发展重点已转到制备和下游技术。

1984 年德国科学家 Kohler、美国科学家 Milstein 和丹麦科学家 Jerne,由于发展了单克隆抗体技术,完善了极微量蛋白质检测技术而共享了诺贝尔生理医学奖。

1985 年美国加利福尼亚州 Cetus 公司的 Mullis 等发明了 PCR (polymerase chain reaction) 技术,即聚合酶链式反应 DNA 扩增技术,对于生物化学和分子生物学的研究工作具有划时代的意义,因而与第一个设计基因定点突变的 Smith 共享了 1993 年的诺贝尔化学奖。

我国生物化学界的先驱吴宪教授在 20 世纪 20 年代初从美国回国后,在协和医科大学生化系与张昌颖等人一道完成了蛋白质变性理论、血液生化检测和免疫化学等一系列有重大影响的研究。吴宪教授和美国哈佛大学的 Folin 教授对生物化学常用的各种分析方法(血糖分析、蛋白质质量分析、氨基酸测定等)的建立做出了历史性的贡献。1965 年,我国化学和生物化学家用化学方法在世界上首次合成了具有生物活性的结晶牛胰岛素。1983 年又通过大协作完成了酵母丙氨酸核糖核酸的人工合成;近年来,在酶学研究、蛋白质结构及生物膜的结构与功能等方面都有举世瞩目的研究成果。

由近百年来生物化学及其实验技术的发展史可以看出,该学科的发展与实验技术的发展密切相关,每一种新的生化物质的发现与研究都离不开实验技术,实验技术每一次新的发明都大大推动了生物化学研究的进展,因而对每一位从事与现代生物科学工作相关的人员来说,学习并掌握各种生物化学实验技术是极为重要的。

第二节 生物化学实验室一般知识

一、实验室安全知识

在生物化学实验室中,经常与毒性很强、有腐蚀性、易燃烧和具有爆炸性的化学药品直接接触,常使用易碎的玻璃和瓷质的器皿,常在煤气、电等高温电热设备的环境下进行紧张而细致的工作。因此,必须十分重视安全工作。

(1) 进入实验室开始工作前, 应了解煤气总阀门及电闸所在处。离开实验室时, 一定要对室内检查一遍, 应将水、电、煤气的开关关好, 门窗锁好。

(2) 熟悉如何处理着火事故。在可燃液体着火时, 应立刻转移着火区内的一切可燃物质。乙醇及其他可溶于水的液体着火时, 可用水灭火; 乙醚、甲苯等有机溶剂着火时, 应用石棉布或砂土扑灭。

(3) 使用煤气灯时, 应先将火柴点燃, 手执火柴靠近灯口, 一手慢开煤气开关, 不能先开煤气开关, 后燃火柴。火焰大小和火势强弱, 应根据实验的需要来调节。用火时, 应做到火着人在, 人走火灭。

(4) 实验操作过程中凡遇到产生烟雾、有毒性或腐蚀性气体的反应时, 应在通风橱中进行。

(5) 废液统一集中放在废液缸内, 由教师统一处理。如果是强酸和强碱, 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。

(6) 使用毒性物质和致癌物质必须根据试剂瓶上标签说明严格操作, 安全称量、转移和保管。操作时应戴手套, 必要时戴口罩或防毒面罩, 并在通风橱中进行。沾过毒性、致癌物的容器应单独清洗、处理。

(7) 生物材料如微生物、动物组织和血液, 都可能存在细菌和病毒感染机体的潜在性危险, 因此处理各种生物材料必须谨慎、小心, 做完实验后必须用肥皂、洗涤剂或消毒液洗净双手。

(8) 使用电器设备(如烤箱、恒温水浴箱、离心机、电炉等)时, 严防触电; 绝不可用湿手或在眼睛旁边时开关电闸和电器开关。检查电路设备是否漏电, 应用试电笔或手背触及仪器表面。凡是漏电的仪器, 一律不能使用。

二、实验室急救知识

在生物化学实验室中, 着火、爆炸、中毒、触电和外伤的危险时刻存在着。因此每一位在生物化学实验室工作的人员都必须有充分的安全意识、严格的防范措施和丰富实用的防护救治知识, 一旦发生意外能正确地进行处置, 以防事故进一步扩大。

(一) 着火

生化实验室经常使用大量的有机溶剂, 如甲醇、乙醇、丙酮、三氯甲烷等, 而实验室又经常使用电炉等火源, 因此极易发生事故。常用有机溶剂的易燃性见表 1-1。

表 1-1 常见有机液体的易燃性

名称	沸点(℃)	闪点 ^① (℃)	自燃点 ^② (℃)
乙醚	34.5	-40	180
丙酮	56	-17	538
二硫化碳	46	-30	100
苯	80	-11	400
乙醇(体积分数 95%)	78	12	

①闪点: 液体表面的蒸气和空气的混合物在遇明火或火花时着火的最低温度; ②自燃点: 液体蒸气在空气中自燃时的温度。

由表 1-1 可以看出, 乙醚、二硫化碳、丙酮和苯的闪点都很低, 不得存于可能会产生电火花的普通冰箱内。低闪点液体的蒸气只要接触红热物体的表面便会着火, 其中二硫化碳尤其危险。

1. 预防火灾必须严格遵守以下操作规程

(1) 严禁在开口容器和密闭体系中用明火加热有机溶剂, 只能使用加热套或水浴加热。

(2) 废有机溶剂不得倒入废垃圾桶, 只能倒入回收瓶, 以后再集中处理。量少时用水稀释后排入下水道。

(3) 不得在烘箱内存放、干燥烘焙有机物。

(4) 在有明火的实验台面上不允许放置开口的有机溶剂或倾倒有机溶剂。

2. 灭火方法

实验室中一旦发生火灾切不可惊慌失措, 要保持镇静, 根据具体情况正确地进行灭火或立即报火警(火警电话 119)。

(1) 容器中的易燃物着火时, 用灭火毛毯盖灭。因已确证石棉有致癌性, 故改用纤维布做灭火毯。

(2) 乙醇、丙酮等可溶于水的有机溶剂着火时可以用水灭火。汽油、乙醚、甲苯等有机溶剂着火时不能用水, 只能用灭火毯或砂土盖灭。

(3) 导线、电器和仪器着火时不能用水和二氧化碳灭火器灭火, 应先切断电源, 然后用 1211 灭火器(内装二氟一氯一溴甲烷)灭火。

(4) 个人衣服着火时, 切勿慌张奔跑, 以免风助火势, 应迅速脱衣, 用水龙头浇水灭火。火势过大时就地卧倒, 打滚压灭火焰。

(二) 爆炸

生物化学实验室防止爆炸事故是极为重要的, 因为一旦爆炸, 其毁坏力极大, 后果将十分严重。生物化学实验室常用的易燃物蒸气在空气中的爆炸极限见表 1-2。

表 1-2 易燃物质蒸气在空气中的爆炸极限

名称	爆炸极限 (体积分数)	名称	爆炸极限 (体积分数)
乙醚	1.9% ~ 36.5%	丙酮	2.6% ~ 13%
甲醇	6.7% ~ 36.5%	乙醇	3.3% ~ 19%
氢气	4.1% ~ 74.2%	乙炔	3.0% ~ 82%

加热时会发生爆炸的混合物有: 有机化合物和氧化铜、浓硫酸和高锰酸钾、三氯甲烷和丙酮等。

常见的引起爆炸事故的原因有: ①随意混合化学药品, 并使其受热、受摩擦和撞击; ②在密闭的体系中进行蒸馏、回流等加热操作; ③在加压或减压实验中使用了不耐压的玻璃仪器, 或反应过于激烈而失去控制; ④易燃、易爆气体大量溢入室内; ⑤高压气瓶减压阀摔坏或失灵。

(三) 中毒

生化实验室常见的化学致癌物有石棉、砷化物、铬酸盐、溴化乙锭等, 剧毒物有丙烯

酰胺、苯酚、氰化物、砷化物、乙腈、甲醇、氯化氢、汞及其化合物等。

中毒的原因主要是由于不慎吸入、误食或由此渗入。

1. 中毒的预防

(1) 保护好眼睛最重要,使用有毒或有刺激性气体时,必须戴防护眼镜,并应在通风橱内进行。

(2) 取用毒品时必须戴橡胶手套。

(3) 严禁用嘴吸吸管,严禁在实验室内饮水、进食、吸烟,禁止赤膊和穿拖鞋。

(4) 不要用乙醇等有机溶剂擦洗溅洒在皮肤上的药品。

2. 中毒急救的主要方法

(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;误食酸者饮水后可服用 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 乳剂,然后再喝些牛奶。

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

(3) 若水银温度计不慎破损,必须立即采取措施回收,防止汞蒸发。若不慎汞蒸气中毒时,应立即送医院救治。砷中毒者也应立即送医院急救。

(4) 煤气中毒时,应到室外呼吸新鲜空气—严重中毒者应立即到医院救治。

(四) 外伤

1. 化学灼伤

(1) 眼睛灼伤或掉进异物 眼内若溅入任何化学药品,应立即用大量洁净水冲洗 15min,不可用稀酸或稀碱冲洗。若有玻璃碎片进入眼内则十分危险,必须十分小心谨慎,不可自取,不可转动眼球,可任其流泪;若碎片不出,则用纱布轻轻包住眼睛急送医院处理。若有木屑、尘粒等异物进入,可由他人翻开眼睑,用消毒棉轻轻取出或任其流泪,待异物排出后再滴几滴鱼肝油。

(2) 皮肤灼伤

①酸灼伤:先用大量水洗,再用稀 NaHCO_3 或稀氨水浸洗,最后再用水洗。

②碱灼伤:先用大量水冲洗,再用 1% (质量分数) 硼酸或 2% (体积分数) 醋酸浸洗,最后再用水洗。

③酚灼伤:用大量水洗,也可用乙醇洗涤。

④溴灼伤:这很危险,伤口不易愈合,一旦灼伤,立即用 20% (质量分数) 硫代硫酸钠冲洗,再用大量水冲洗,包上消毒纱布后就医。

2. 烫伤

使用火焰、蒸汽、红热的玻璃和金属时易发生烫伤,此时应立即用大量水冲洗和浸泡,轻度烫伤,一般可涂上苦味酸软膏;如果伤处红痛(一级灼伤),可擦医用橄榄油、鱼肝油和烫伤膏等;若皮肤起泡(二级灼伤),不要弄破水泡,防止感染;若烫伤皮肤呈棕色或黑色(三级灼伤),应用干燥无菌的消毒纱布轻轻包扎好,急送医院治疗。

3. 割伤

这是生物化学实验室常见的伤害,要特别注意预防,尤其是在向橡皮塞中插入温度计、玻璃管时一定要用水或甘油润滑,用布包住玻璃管轻轻旋入,切不可用力过猛,若发

生严重割伤时要立即包扎止血,就医时务必检查伤部神经是否被切断。

如不慎被玻璃割伤或其他机械损伤,应先检查伤口内有无玻璃或金属等碎片,然后用硼酸水洗净,再涂擦碘酒或汞溴红(红汞、红药水),必要时用纱布包扎。若伤口较大或过深,应快速在伤口上部和下部扎紧血管止血,送医院诊治。

实验室应准备1个完备的小药箱,专供急救时使用。药箱内备有:医用酒精、汞溴红、甲紫(紫药水)、止血粉、创可贴、烫伤油膏(或万花油)、鱼肝油、1%(质量分数)硼酸溶液或2%(体积分数)醋酸溶液、1%(质量分数)碳酸氢钠溶液、20%(质量分数)硫代硫酸钠溶液、医用镊子和剪刀、纱布、医用棉球、棉签、绷带等。

(五) 触电

生物化学实验室要使用大量的仪器、烘箱和电炉等,因此每位实验人员都必须熟练掌握安全用电常识,避免发生用电事故。注意:当25mA的电流通过人体时会造成人体呼吸困难,100mA以上电流通过人体时会使人致死。

1. 防止触电

- (1) 不能用湿手接触电器。
- (2) 电源裸露部分都应绝缘。
- (3) 坏的接头、插头、插座和不良导线应及时更换。
- (4) 先接好线路再插接电源,反之,先关电源再拆线路。
- (5) 仪器使用前要先检查外壳是否带电。
- (6) 如遇有人触电,要先切断电源再救人。

2. 防止电器着火

- (1) 保险丝、电源线的截面积,插头和插座都要与使用的额定电流相匹配。
- (2) 三条相线要平均用电。
- (3) 生锈的仪器、接触不良的导线接头要及时处理。
- (4) 电炉、烘箱等电热设备不可过夜使用。
- (5) 仪器长时间不用要拔下插头,并及时拉闸。
- (6) 电器、电线着火不可用泡沫灭火器灭火。

三、实验记录

详细、准确、如实地做好实验记录是极为重要的,也是学生培养自己实验能力和严谨科学作风的一个重要方面。记录如果有误,会使整个实验失败。

(1) 实验课前应认真预习,看懂实验原理和操作方法,将实验名称、目的和要求、原理、实验内容、操作方法与步骤等简明扼要地写在记录本上。

(2) 实验记录本应标上页数,不要撕去任何一页。实验记录不能用铅笔书写,须用钢笔或圆珠笔书写。记录不要擦抹及涂改,写错时可划去重写。同组的2位同学合做同一实验时,2人必须都有相同、完整的记录。

(3) 实验中观察到的现象、结果和数据,应及时直接记录在记录本上,绝对不可用单片纸做记录或草稿。原始记录必须准确、简练、详尽、条理清楚,字迹端正。

(4) 记录时,应做到正确记录实验结果,切忌夹杂主观因素。在实验条件下观察到