

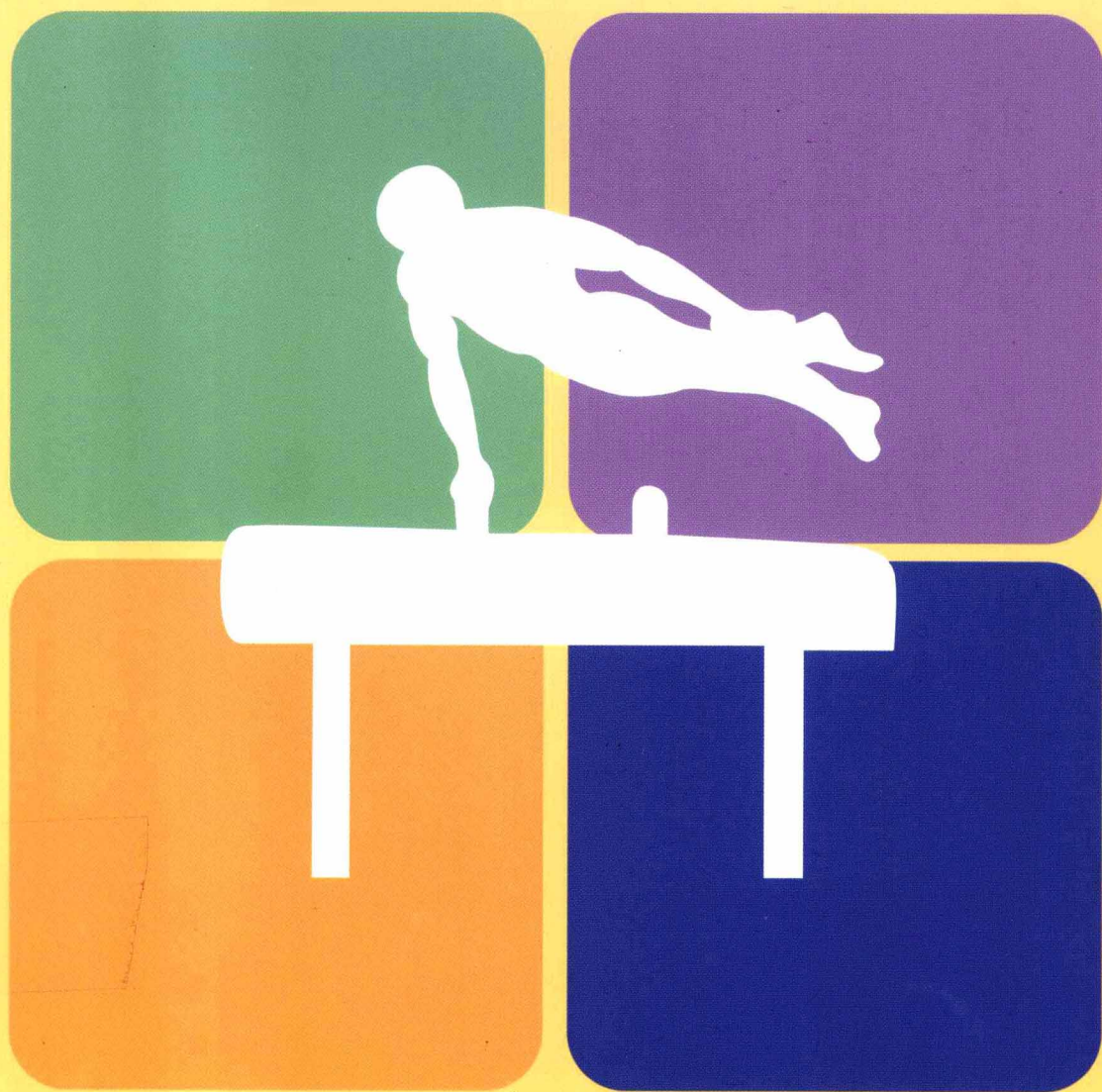


克 季 系 列 教 材
国家级实验教学示范中心资助

上海市高校085内涵发展专业建设资助项目
运动健身科技省部共建教育部重点实验室资助

运动训练功能评定 测试方法

主编 王 茹



 复旦大学出版社

 复旦大学出版社



竞 攀 系 列 教 材
国家级实验教学示范中心资助

上海市高校085内涵发展专业建设资助项目
运动健身科技省部共建教育部重点实验室资助

运动训练功能评定 测试方法

主 编 王 茹

副主编 陈佩杰 姜淑杰

编 委 张亚军 赵 影 罗贝贝

李华华 李丽辉 王世强

图书在版编目(CIP)数据

运动训练功能评定测试方法/王茹主编. —上海:复旦大学出版社,2012. 10
ISBN 978-7-309-09110-6

I. 运… II. 王… III. 运动训练-控制 IV. G808.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 168013 号

运动训练功能评定测试方法

王 茹 主编

责任编辑/贺 琦

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

常熟市华顺印刷有限公司

开本 787×1092 1/16 印张 9.75 字数 225 千

2012 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-09110-6/G·1115

定价:28.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书分为三大部分：第一部分为基本仪器及技术操作；第二部分为实验部分，分别从心血管功能、免疫功能、内分泌功能、运动功能、神经功能、氧转运能力、有氧及无氧工作能力、物质和能量代谢角度，阐述了运动员功能评定中最常用的指标、方法，以及在运动实践中的应用；第三部分为基本实验仪器设备介绍，使学生在掌握各测试指标的同时，对当前生物学技术与方法也有深入系统地了解。希望本书的出版对体育学科本科生、研究生，以及体育科学研究人员有所裨益。

前言

运动训练监控是依据运动训练的客观规律,借助相关学科的理论与方法,通过对运动训练过程科学、系统地测量,以及评价与调整,实现对运动训练过程的最佳化控制,从而提高运动训练的科学化水平。在运动训练中,合理运用基础理论、实验技术和测量方法监控运动员的功能状态,对选材、医务监督、控制训练负荷、判断运动疲劳、防止过度疲劳和运动损伤的发生、挖掘人体的运动潜力、提高竞技能力等,具有十分重要的意义,并已成为科学训练的重要环节。学习运动训练功能监控的知识,掌握身体功能状态的测试和评定方法及应用,对培养高质量的体育科学人才至关重要。

本书是一门重要实用的实验性课程,可培养学生应用基本理论、基础知识、基本技能,以分析和解决问题的能力。使学生在实验技术学习并印证有关理论的同时,对体育运动实践也有很好的了解。本书是在总结归纳国内外运动医学界关于运动功能评定研究最新理论方法的基础上进行编订,适用于运动人体科学、体育教育、运动训练等相关专业的学生使用。

本教材的编写和出版得到上海市教委运动人体科学本科教学建设高地项目的资助。参加本书编写工作的有博士、硕士,还有正在攻读学位的博士、硕士研究生。在此,对他(她)们所付出的辛勤努力表示深深的谢意。

目前,对运动训练监控的研究方兴未艾,随着新的理论与方法介入,相关技术手段的发展也日新月异。在编写过程中虽经努力,但限于我们知识水平和经验的不足,缺点和错误在所难免,敬请各位读者批评、指正。

王 茹

2012年7月20日

目录

第一部分 基本仪器及技术操作	1
第一节 实验室规则	1
一、实验室基础知识	1
二、一般实验规则	2
三、使用试剂和药品的规则	3
第二节 实验记录和实验报告的书写	5
一、实验记录	5
二、实验报告	6
第三节 基本操作	6
一、玻璃仪器的洗涤、干燥和保管	6
二、试剂和药品的取用	10
三、常用缓冲液的配制	11
四、储存和废弃物处理	13
五、注意事项	13
第二部分 实验部分	15
第一节 心血管系统测试指标方法	15
实验一 心率	15
实验二 血压	20
实验三 心电图	23
第二节 免疫系统测试指标方法	29
实验一 血常规的测定	29
实验二 免疫球蛋白的测定	32
实验三 T细胞亚群的测定	35
第三节 内分泌系统测试指标方法	37
实验一 血清睾酮	38
实验二 血清皮质醇的测定	41
实验三 血清睾酮与皮质醇比值	44
第四节 肌肉负荷及组织损伤测试指标方法	46
实验一 血清肌酸激酶检测技术	46
实验二 血清乳酸脱氢酶检测技术	52
实验三 血清天门冬酸氨基转移酶的测定	55



实验四 血清丙氨酸氨基转移酶的测定	56
第五节 氧转运系统及运动性贫血测试方法	59
实验一 血红蛋白测定	59
实验二 红细胞系	62
实验三 铁代谢的测定	67
第六节 神经系统及感觉功能测试指标方法	74
实验一 两点辨别阈	75
实验二 闪光融合频率	78
实验三 主观体力感觉等级	81
第七节 物质能量代谢系统测试指标方法	83
实验一 尿液分析	83
实验二 血乳酸	87
实验三 血尿素(二乙酰一肟法)	89
实验四 血氨(碱性酚次氯酸盐法)	91
第八节 有氧代谢能力与无氧代谢能力测试指标方法	93
实验一 无氧功	94
实验二 最大摄氧量	97
实验三 乳酸无氧阈	101
第三部分 常用仪器设备使用方法	104
第一节 无菌技术	104
第二节 移液器	106
第三节 离心机	108
第四节 心电图机	112
第五节 全血细胞计数仪	116
第六节 流式细胞仪	121
第七节 酶标仪	126
第八节 显微镜	136
第九节 分光光度计	138
第十节 乳酸分析仪	140
第十一节 便携式气体代谢分析仪	143
主要参考文献	148

第一部分 基本仪器及技术操作

本章主要介绍实验室的人员组成、常规工作、礼仪和注意事项,力求通过准备和进行一系列基础实验,指引新进入实验室的研究生或高年级本科生在短时间内开始正式的实验工作。

第一节 实验室规则

一、实验室基础知识

(一) 实验室人员组成

进入实验室首先要了解实验室人员,实验室人员主要包括:主管研究人、博士后、技术人员、研究生、访问人员、秘书、实验室助手和实验室监督等。了解实验室成员的位置和专业可有效确定开展实验时所需要请教或求助的人选,大大减少解决突发问题的时间。

实验室日常事务中需要注意时间安排,尽量使工作时间与其他实验人员一致,方便与同学及教师交流、易于获得他人的帮助。若有时间,尽量参加所有的实验会议,在会议过程中除了能学到知识外,还有利于同行交流、增加凝聚力。

(二) 进入实验室后的准备工作

进入实验室的准备工作主要包括:建立自己的实验台、了解实验室的运作和物品放置、认识同学和工作人员,以及培养自己写实验日记的习惯。需要了解的事情:试剂、仪器和说明书的放置位置,实验室计算机、复印机的密码和使用流程;实验室笔记和数据备份的要求;实验仪器的使用记录;实验室例会的模式和时间;实验垃圾的处理要求;以及出现意外时紧急联系的方式等。

(三) 建立自己的实验平台

进入实验室后,应立即开展一个小实验,建立起属于自己的功能性实验平台。小实验的目的主要是明确仪器操作、了解实验室运作、发现可能没考虑到问题。实验前应做如下准备:首先,简单估计所需实验仪器和试剂,并列出清单;其次,在清单中选出实验室可提供的物品,明确其租借或取用的流程,订购实验室未提供的试剂。一般情况下,分子生物学实验室架子上的常规物品:磷酸盐缓冲液(PBS)、溴化乙啶(EB)水溶液、Tris-乙酸(TAE)缓冲液、Tris-硼酸(TBE)缓冲液、不同 pH 的 Tris 缓冲液等。实验室冰箱中常规放置:氯仿、异丙醇、水饱和酚、RNA 和 DNA 上样缓冲液、各类抗体等。实验室抽屉和柜子中常规放置:实验服、冰盒、乳胶手套、移液器、微型离心管架、不同规格的离心管、记号笔、洗瓶、移液器的移液头、标签带和定时器等。实验台面上常规放置:离心机、旋涡振荡器、虹吸器等。



二、一般实验规则

实验规则是人们从长期实验室工作中归纳总结出来的,是防止意外事故,保证正常实验的良好环境、工作秩序和做好实验的重要前提。实验室礼仪的重要性常常被低估,而在高级别研究单位,实验室常规礼节在一定程度上等同于实验室的生存规则。

(一) 实验室日常工作中的注意事项

(1) 实验前认真预习,明确实验目的要求,了解实验内容、方法和基本原理。对于设计性实验,实验者课前必须查阅资料,根据实验要求设计详细的实验方案,并经指导教师批阅同意后方可进行实验。实验前必须认真预习,写出预习报告,并提前 10 min 进入实验室,熟悉实验室环境、布置和各种设施的位置,做好实验准备,在指定位置进行实验。

(2) 进入实验室必须穿实验服。实验时遵守纪律、思想集中、认真操作。

(3) 实验过程中要仔细观察各种现象并详细记录,认真思考问题。

(4) 实验中注意保持实验台的清洁和整齐,每次实验完毕应立即将仪器洗干净放入柜中,实验药品按序排列,做好实验室清洁卫生工作。

(5) 废物、废液、用过的滤纸条、破玻璃等分别放入废液缸和废物桶内,严禁放入水槽,以防水槽腐蚀和淤塞。

(6) 爱护公物,不得滥用、浪费,注意节省水、电和药品。

(7) 爱护实验室内的设备,公用仪器实验后,洗、擦干净并放回原处。

(8) 实验不得无故缺席,实验不符要求的需要重做。

(9) 实验过程中如有仪器破损,应填好仪器破损单,经指导教师签注意见后向仪器保管室换取。

(10) 实验结束时,必须提交实验原始数据,实验课后应根据原始记录,联系理论知识,认真分析问题,处理有关数据,做好实验报告并及时提交实验报告。

(二) 实验室安全操作守则

(1) 试剂药品瓶须贴有标签。剧毒药品须与一般药品分开,设专柜并加锁,同时必须制订保管、使用制度,专人管理,严格遵守。

(2) 严禁直接接触试剂,用移液管吸取样品时应用橡皮球操作。如以鼻鉴别试剂时,应将试剂瓶远离鼻子,以手轻轻煽动稍闻其味,严禁以鼻子接近瓶口。

(3) 实验室内禁止吸烟、进食,离开实验室时要仔细洗手,脱去工作服。

(4) 对于某些有毒的气体,必须在通风橱内进行操作处理,头部应该在通风橱外。

(5) 中毒时必须及时急救,如果是吸入毒性气体、蒸气,那么应即将中毒者移到新鲜空气中;如果是吞入毒物,那么最有效的办法是借呕吐以排除胃中的毒物,并必须立即送医疗部门处理。

(6) 挥发性有机药品应存放在通风良好的处所、冰箱或铁柜内。易燃药品如乙醚、苯、乙醇及其他低沸点物质不可放在电炉或其他火源的附近。

(7) 开启易挥发的试剂瓶时,不可使瓶口对着自己或他人的脸部。在室温高的情况下打开密封的易挥发试剂瓶时,最好先将试剂瓶在冷水里浸一段时间。

(8) 实验过程中,易挥发及易燃性有机溶剂的加热应在水浴锅或严密的电热板上慢慢地进行,严禁用火焰或电炉直接加热。



(9) 身上或手上沾有易燃物时,应立即清洗干净。高温物体如灼热的坩埚等,要放在不能起火的安全地方。

(10) 严禁氧化剂与可燃物一起研磨。

(三) 实验室礼仪

(1) 首先,谦逊、谨慎、认真的态度是最基本的实验室礼仪。例如,在请求帮助时不要在他人在实验操作或写东西时询问,应安静等待其空闲或预约时间,应全部记下别人的指导,但不能假定别人的经验总是正确的。

(2) 其次,遵守实验台的礼节是实验进行顺利的前提。例如,没有许可不要使用别人的实验工具或试剂;若公用试剂剩余较少或公用区域内实验仪器损坏,要及时上报;不要移动公用区域的仪器和试剂,不要在公用区域乱摆放私人实验试剂和仪器;实验结束后立即清理收拾。

(3) 再次,设备使用过程中应在技术员指导下按标准操作说明进行。例如,使用仪器前应进行登记,应与他人协调使用时间,使用结束后及时整理、清洁、关闭、归还,不能在未征求实验室工作人员意见的前提下订购仪器,对所有设备的警报立即作出反应、不能假定他人会替你处理。

(4) 最后,必须遵守实验室的安全规则。例如,使用有毒试剂或在某些易造成污染的区域应尽量减少皮肤暴露程度;不要在实验室以外的地方洗实验服等。

三、使用试剂和药品的规则

(一) 常用化学试剂的规格和分类

化学试剂通常指一类具有一定纯度标准,用于教学、科学研究、分析测试,并可作为某些新兴工业所需的纯净的功能材料和原料的精细化学品。化学试剂种类繁多,且根据用途不同标准各异。化学试剂的分类目前尚无统一的方法。我国编制的化学试剂经营目录,按试剂用途和化学组成将化学试剂分为十大类,见表 1-1。

表 1-1 化学试剂的分类

名 称	说 明
无机分析试剂	用于化学分析的无机化学品,如金属、非金属单质,氧化物、酸、碱盐等
有机分析试剂	用于化学分析的有机化学品,如烃、醛、酮、醚及其衍生物
特效试剂	在无机分析中测定、分离、富集元素时所专用的一些有机试剂,如沉淀剂、显色剂、螯合剂等
基准试剂	主要用于标定标准溶液的浓度,这类试剂纯度高、稳定性好,化学组成恒定
标准物质	用于化学分析、仪器分析时用作对比的化学标准品,或用于校准仪器的化学品
指示剂和试纸	用于滴定分析中指示滴定终点,或用于检验气体或溶液中某些物质存在的试剂,试纸是用指示剂或指示剂溶液处理过的滤纸条
仪器分析试剂	用于仪器分析的试剂
生化试剂	用于生命科学研究的试剂
高纯物质	用作某些特殊需要的工业材料和一些痕量分析用试剂,其纯度一般在 4 个“9”(99.99%)以上
液晶	是液态晶体的总称,它既有流动性、表面张力等液体的特征,又有双折射等固体晶体的特征

化学试剂规格又称试剂级别,反映试剂的质量。试剂规格一般按试剂的纯度、杂质含量来划分。为了保证和控制试剂产品的质量,国家或有关部门制定和颁布“试剂标准”,对试剂



的规格标准和检验方法标准作出规定。我国的试剂规格基本上按纯度划分为高纯、光谱纯、基准、分光纯、优级纯、分析纯和化学纯 7 种。试剂的纯度对实验结果准确度的影响很大,不同的实验对试剂纯度的要求也不相同。因此,化学试剂按杂质含量的多少,分为若干等级。表 1-2 是我国化学试剂等级标志与某些国家化学试剂等级标志的对照。

表 1-2 化学试剂等级标志与某些国家的化学试剂等级标志的对照

	级别	一级品	二级品	三级品	四级品	五级品
我国化学试剂等级标志	中文标志 符号 标签颜色	保证试剂 优级纯 G. R 绿	分析试剂 分析纯 A. R 红	化学纯 纯 C. P 蓝	化学用 实验试剂 L. R 棕色等	生物试剂 B. R, C. R 黄色等
德、英、美等国通用等级和符号	G. R	A. R	C. P			

(二) 化学试剂的安全保管

化学试剂保管时也要注意安全,要防火、防水、防挥发、防曝光和防变质,根据试剂的毒性、易燃性、腐蚀性和潮解性等特点,在保存化学试剂时应采用不同的保管方法。

1. 一般单质和无机盐类的固体 应放在试剂柜内,无机试剂要与有机试剂分开存放。危险性试剂应严格管理,必须分类隔开放置,不能混放在一起。

2. 易燃液体 实验中常用的苯、乙醇、乙醚和丙酮等有机溶剂极易挥发成气体,遇明火即燃烧,应单独存放。要注意阴凉通风,并注意远离火源。

3. 易燃固体 无机物中如硫黄、红磷、镁粉和铝粉等,着火点都很低,也应注意单独存放。存放处应通风、干燥。白磷在空气中可自燃,应保存在水里,并放于避光阴凉处。

4. 遇水燃烧的物品 金属锂、钠、钾、电石和锌粉等,可与水剧烈反应放出可燃性气体。锂要用石蜡密封,钠和钾应保存在煤油中,电石和锌粉等应放在干燥处。

5. 强氧化剂 氯酸钾、硝酸盐、过氧化物、高锰酸盐和重铬酸盐等都具有强氧化性,当受热、撞击或混入还原性物质时,就可能引起爆炸。保存这类物质,应严防与还原性物质混放。

6. 见光分解的试剂 如硝酸银、高锰酸钾等应存于棕色瓶中,并放在阴暗避光处;与空气接触易氧化的试剂如氯化亚锡、硫酸亚铁等,应密封保存。

7. 容易侵蚀玻璃的试剂 如氢氟酸、含氟盐、氢氧化钠等应保存在塑料瓶内。

8. 剧毒试剂 如氰化钾、三氧化二砷(砒霜)妥善保管,取用时应严格做好记录,以免发生事故。

(三) 化学灼烧、烫伤、扎伤的预防

(1) 取用腐蚀类刺激性药品,如强酸、强碱、浓氨水、三氯化磷、氯化氧磷、浓过氧化氢、氢氟酸、冰醋酸等,尽可能戴上橡皮手套和防护眼镜等。腐蚀性物品不得在烘箱内烘烤。

(2) 稀释硫酸时必须烧杯等耐热容器内进行,而且必须在不断搅拌下仔细缓慢地将浓硫酸加入水中,而绝对不能将水加注到硫酸中去。在溶解氢氧化钠、氢氧化钾等发热物时,也必须在耐热容器内进行。如需将浓酸或浓碱中和,则必须先行稀释。

(3) 取下正在沸腾的水或溶液时,须先用烧杯夹子摇动后才能取下使用,以防使用时突然沸腾溅出伤人。



(4) 往玻璃管上套橡皮管时,必须正确选择它的直径,不要使用薄壁的玻璃管,且须将管端烧圆滑后才插入。最好用水或甘油浸湿橡皮管的内部,并用布裹手,以防玻璃管破碎时扎伤手部。将玻璃管插入塞内时,必须握住塞子的侧面,不要将它撑在手掌上。

(5) 装配或拆卸仪器时,防备玻璃管和其他部分的损坏,以免受到伤害。

(6) 实验室应置备足够数量的安全用具,如灭火器、冲洗龙头、洗眼器、护目镜、防护衣和防毒面具,每个工作人员应知道放置位置和安全使用方法。

(7) 熟悉实验室水阀和电闸的位置,以便必要时随时关闭。

(8) 实验室结束后应进行安全检查,关闭电源(冰箱除外)、热源、水源和门窗。

(四) 订购的注意事项

在实验准备过程中,订购设备和试剂是不可避免的。若实验室没有配备专业的采购人员,确定合理科学的订购方案可很大程度上节省实验经费和时间,保证实验顺利进行。

(1) 首先,应确定实验室中没有所要订购的物品。

(2) 其次,通过询问他人明确订购的标准量和实验室一般订购的数量。若该物品实验室之前未购买过,需与实验室负责人或实验方案制订者(导师)共同协商,一般购买在同类产品中质量最高且实验经费所能承受的最小数量试用,并对所订购产品做好记录。

(3) 选用试剂的主要依据是该试剂所含杂质对实验结果有无影响,若试剂纯度不符合要求应对试剂进行纯化处理。根据节约的原则,按实验的要求,分别选用不同规格的试剂。同一化学试剂由于规格不同价格可能差别很大,不要认为试剂越纯越好,超越具体实验条件选用高纯试剂,会造成浪费。

(4) 最后,选取最安全和经济的方式运输产品,安排专人接收保管,避免紧急订货。此外,与销售代表的沟通应采取礼貌和谨慎的态度,先联系多名销售代表后再做决定,不能仅听信一家之言。

第二节 实验记录和实验报告的书写

一、实验记录

为了达到预期的目标,在实验过程中必须积极动脑,善于钻研,勤于动手,仔细观察,认真记录实验现象和数据,并对实验结果进行分析和归纳,得出正确的结论。这就要求进行实验时做到如下。

1. 实验前认真预习 在实验前必须有明确的目的。例如,通过实验应当观察什么现象,测量什么数据,最后获得什么样的结果;为了达到预期的目标,应当制订什么样的实验计划,并选择何种实验仪器;已有的仪器设备是否适用,尚缺哪些仪器设备以及试剂的纯度要求;为正确使用仪器,预习时应认真阅读仪器使用说明书,充分了解仪器的性能及操作步骤。

2. 实验时必须认真操作,细心观察,正确记录 进入实验室后,首先检查实验仪器是否完好齐全,然后按照教材要求认真进行各项实验操作。要善于发现实验中的异常现象,仔细分析其原因,去伪存真,以揭示事物的本质。实验记录应当是一份永久性资料,为便于模拟和重复实验,必须认真记录实验条件。如实验用的仪器型号,药品纯度,实验时的温度、大气压,甚至天气情况等。要求如下。



(1)不得用铅笔记录。如要修改记录,可用线划去要修改的记录,而不要将其涂掉或擦掉,目的是便于知道修改前记录的内容,了解修改的原因。

(2)将各记录项目分项列表并标注项目名称。

(3)必须准备一本记录本,将所有实验现象、数据记录在记录本上,而不要记在纸片或滤纸等碎片上,以免造成记录散失,使实验前功尽弃。

二、实验报告

实验报告必须做到言简意赅、条理清晰;既要有一定的格式,又不落俗套;书写时应避免照搬教材,尽可能使用自己的语言。一般的实验操作只需简要说明,重点应放在关键性步骤上。书写实验报告时,应根据自己的实验情况,将实验数据、现象分析、归纳与回答思考题结合起来。对某个实验的小结往往也是对某个思考题的问答,这样做比孤立回答思考题收益大。实验报告的格式,应根据不同类型实验的特点,自行设计最佳格式,通常包括如下。

1. 目的 要求用简洁的语言概括实验的目的和要求。

2. 原理 扼要概述实验所依据的基础理论(包括理论的阐述和公式)。

3. 主要仪器和药品 介绍仪器型号、精度等;实验中所用药品应标明纯度。

4. 实验操作 说明仪器装置的构造框图、连接方法,仪器的具体操作步骤及操作注意事项,对实验成败的关键应详细描述。

5. 数据处理 将有关实验数据代入相应的理论公式中,计算各物理量、化学参量,并与文献中相应值比较,以检验实验结论的准确程度。如果是多组平行的数据,可举一例说明计算过程,其余的则以表格形式直接列出计算结果。需要作图的实验,还应根据要求用相关数据作图,再对图形作进一步的处理,从而获得实验结果。图形表格应分别按顺序编号、标明名称和测量条件。为了评估实验结果的优劣,还应对实验结果进行误差分析,探讨其可靠程度。

6. 结果讨论 主要是指进行实验后的体会,包括可能的误差来源、解决措施、实验成败关键,以及对实验改进的建议等。这部分能反映实验时自始至终积极思考、认真观察、及时解决所发现问题的能力,因此是实验能力的综合体现,必须认真对待。

7. 参考文献 列举与实验密切相关,且已查阅的有关参考文献。注意没有阅读过的文献一般不要列入。

第三节 基 本 操 作

一、玻璃仪器的洗涤、干燥和保管

(一) 常用玻璃仪器简介

玻璃具有良好的化学稳定性,并且透明,便于观察反应现象,所以在化学实验中大量使用玻璃。玻璃分软质和硬质两种。从断面看颜色偏绿色的为软质玻璃,软质玻璃透明度好,但硬度、抗腐蚀性和耐热性差,所以一般用于非加热仪器,如量筒、试剂瓶等。硬质玻璃的耐热性、抗腐蚀性和耐冲击性都较好,所以常用的烧杯、试管、烧瓶等都是硬质的(表 1-3)。



表 1-3 常用化学仪器的主要用途和使用方法

仪器	主要用途	使用方法
 试管	(少量) 试剂反应、气体收集、溶解	外壁保持干燥, 加热前预热。加热时用试管夹, 加入物质不超过容积的 1/3, 管口严禁对人。加热液体时试管倾斜 45°, 加热固体时管口略向下倾
 烧杯	配制、浓缩、稀释 (较大量) 试剂反应	加热时垫石棉网, 盛放溶液量不超过 2/3, 规格有 50、100、250、500、1 000 ml 等
 烧瓶	分圆底、平底两种	加热时垫石棉网, 盛放溶液量不超过 1/2, 不适合长时间加热
 锥形瓶	反应容器、盛放试剂	石棉网上加热, 盛放溶液量不超过 1/2
 广口瓶	存放固体、液体试剂	棕色瓶 (挥发性)、玻璃瓶不存放强碱, 橡胶塞不放腐蚀性试剂。瓶塞倒放, 标签对手心, 不加热, 不换塞
 坩埚	高温灼烧固体	直接加热至高温, 垫泥三角, 坩埚钳夹取, 定量实验放干燥器冷却
 容量瓶	精确配制溶液	标有温度 20°C、容积, 检漏, 不反应、不加热、不换塞、不贮存、不溶解
 温度计	测量温度	注意量程, 不可搅拌、不可骤冷骤热, 使用注意位置
 托盘天平	粗略称量固体	(精度 0.1 g) 不可直接放托盘、垫纸或玻璃容器 (腐蚀性), 左物右码, 用前刻度调零。取码用镊子, 用后砝码归位
 滴定管	滴定反应, 准确量取液体	(精度 0.01 g) 刻度由上而下, 可估读, 酸碱式不可调换, 活塞专用, 使用前需检漏、润洗, 不可加热或稀释
 量筒	粗略量取液体	(精度 0.1 ml) 刻度无 0, 由下而上, 读数平视凹液面, 不需估读。取用次数越少越好, 量筒越小越好, 不能用于反应、溶解、加热和配制
 滴管	吸取液体, 每滴 0.05 ml	专用、垂直悬滴、不倒置、不排空气进液
 酒精灯	热源	酒精不超过 2/3, 不少于 1/2, 用外焰, 不对火、不吹灯, 先灭火后添酒精
 普通漏斗	过滤、引流、防倒吸	不用火加热, 可水浴, 过滤一贴二低三靠

(二) 玻璃器皿的洗涤

在进行化学实验时为了避免杂质混入反应物中, 实验用器皿必须清洁干燥。实验中最



简单而常用清洗玻璃器皿的方法是用长柄毛刷(试管刷)蘸上皂粉或去污粉,刷洗润湿的器皿,直至玻璃表面的污物除去为止,最后再用自来水清洗。有时去污粉的微小粒子会黏附在玻璃器皿壁上,不易被水冲走。此时可用2%盐酸摇洗一次,再用自来水清洗。当器皿倒置、器壁不挂水珠时,即已洗净,可供一般实验使用。在某些实验中,当需要更洁净的器皿时,则可使用洗涤剂洗涤。若用于精制产品,或供分析用的器皿,则尚需用蒸馏水荡洗,以除去自来水冲洗时带入的杂质。

若用常规方法洗不干净,可视污物性质,采用适当方法清洗。如黏附的固体残留物可用不锈钢勺刮掉;酸性残留物可用5%~10%碳酸钠溶液中和洗涤;碱性残留物可用5%~10%盐酸溶液中和洗涤;氧化性残留物可用还原性溶液洗涤,如二氧化锰褐色斑迹,可用1%~5%草酸溶液洗涤;有机残留物可根据“相似相溶”原则,选择适当有机溶剂溶解后清洗或用5%氢氧化钠-乙醇溶液浸泡后,用自来水冲洗。另外,使用过的玻璃器皿应及时清洗,否则残留物放留时间过长易固化,致清洗时更加困难。蒸馏过的有机溶剂、使用过的有机溶剂必须回收处理,以免污染环境。

为了使清洗工作简便有效,最好在每次实验结束后,立即清洗使用过的器皿,因为污物性质在当时是清楚的,容易用合适的方法除去。例如已知瓶中残渣为碱性物质,可用稀盐酸或稀硫酸溶解;反之,酸性物质可用稀的氢氧化钠溶液除去。如已知残留物可以溶解于某常用的有机溶剂中,可用适量的该溶剂处理。当不清洁的器皿放置一段时间后,往往由于挥发性溶剂的逸去,使洗涤工作变得更加困难。若用过的器皿中残有焦油状物质,则应先用纸或去污粉擦去大部分焦油状物质,再酌情用各种方法清洗。反对盲目使用各种化学试剂和有机溶剂来清洗器皿。这样不仅造成浪费,而且还可能带来危险。

(三) 常用洗涤液的配制

1. 铬酸洗涤液 称取研细的重铬酸钾(又称红矾钾)5g置于250ml烧杯内,加水10ml,加热溶解,冷却后,再慢慢加入80ml粗浓硫酸(工业纯)。玻璃器皿用铬酸洗液时操作要点如下。

(1) 使用洗液前必须先将器皿用自来水和毛刷洗刷,并倒尽器皿内水,以免洗液被水稀释后降低洗涤效率。

(2) 用过的洗液不能随意乱倒。只要洗液未变为绿色,应倒回原瓶,以备下次再用。当洗液变为绿色,表明已失去去污力,要倒入废液缸内,另行处理,绝不能乱倒入下水道。

(3) 用洗液洗涤后的仪器,应先用自来水冲净,再用蒸馏水或去离子水淋洗2~3次。

2. 氢氧化钠-高锰酸钾洗涤液 称取高锰酸钾4g溶于少量水中,向该溶液慢慢加入100ml 10%的氯化钠溶液,混匀后储于带有橡皮塞的玻璃瓶中备用。该洗液用于油污及有机物沾污的器皿。洗后在器皿上如残留二氧化锰沉淀,可用浓盐酸或亚硫酸钠溶液洗掉。

3. 肥皂液及碱液洗涤液 当器皿被油脂弄脏时用浓的碱液(30%~40%)处理或用热肥皂液洗涤,再用热水和蒸馏水洗清洁。合成洗涤剂适合于洗涤被油脂或某些有机物沾污的器皿。将市售合成洗涤剂(又称洗衣粉)用热水配成浓溶液,洗时放入少量溶液。加热效果更好,振荡后倒掉,再先后用自来水、蒸馏水洗清洁。

4. 硝酸-乙醇洗涤液 此洗液适用于洗涤油脂或有机物质沾污的酸式滴定管。使用时先在滴定管中加入3ml乙醇,再沿壁加入4ml浓硝酸,用小表面皿盖住滴定管。让溶液在管中保留一段时间,即可除去污垢。



5. 盐酸-乙醇洗涤液 用1份盐酸加2份乙醇混合配成洗涤液。此洗液适合于洗涤含有颜色有机杂质的比色皿。

6. 硫酸亚铁的酸性溶液或草酸及盐酸洗涤液 用于清洗高锰酸钾留在器皿上的二氧化锰。大多数不溶于水的无机物质都可以用少量粗盐酸洗去。

7. 硝酸洗涤液 在铝和搪瓷器皿中的沉垢,用5%~10%硝酸去除。酸宜分批加入,每次都要在气体停止放出后加入。

(四) 洗涤方法

1. 用水刷洗 可以洗去可溶性物质,又可使附着在仪器上的尘土等洗脱下来。

2. 用去污粉或合成洗涤剂刷洗 能除去仪器上的油污。

3. 用浓盐酸洗 可以洗去附着在器壁上的氧化剂,如二氧化锰。

4. 铬酸洗液 将8g研细的工业 $K_2Cr_2O_7$ 加入温热的100ml浓硫酸中,小火加热,切勿加热到冒白烟。边加热边搅动,冷却后储于细口瓶中。

洗涤方法:①先将玻璃器皿用水或洗衣粉洗刷一遍。②尽量将器皿内的水去掉,以免稀释洗液。③用毕将洗液倒回原瓶内,以便重复使用。

洗液有强腐蚀性,勿溅在衣物、皮肤上。铬酸洗液有强酸性和强氧化性,去污能力强,适用于洗涤油污及有机物。当洗液颜色变成绿色时,洗涤效能下降,应重新配制。

5. 含 $KMnO_4$ 的 $NaOH$ 水溶液 将10g $KMnO_4$ 溶于少量水中,向该溶液中注入100ml10% $NaOH$ 溶液即成。该溶液适用于洗涤油污及有机物。洗后在玻璃器皿上留下 MnO_2 沉淀,可用浓 HCl 或 Na_2SO_3 溶液将其洗掉。

6. 盐酸-乙醇(1:2)洗涤液 适用于洗涤被有机试剂染色的比色皿。比色皿应避免使用毛刷和铬酸洗液。

洗净的仪器器壁应能被水润湿,无水珠附着。用以上方法洗涤后的仪器,经自来水冲洗后,还残留有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等离子,如需除掉这些离子,还应用去离子水洗2~3次。

移液管、容量瓶、滴定管要求容积精确,一般不用刷子机械刷洗,其内壁的油污最好用浓硫酸-重铬酸钾洗液清洗,介绍如下。

(1) 移液管:在上口套上一段橡皮管,用洗耳球将洗液吸入管中超过刻线部分,用夹子夹住,直立浸泡一定时间(也可用洗耳球将洗液吸入管中,用手指堵住上口,平握移液管,不断转动,直到洗液浸润全部内壁),将洗液放回原瓶。

(2) 容量瓶:小容量瓶可装满洗液浸泡一定时间。大容量瓶则不必装满,注入约1/3体积的洗液,塞紧瓶塞,摇动片刻,隔一些时间再摇动几次即可洗净。

(3) 滴定管:可注入10ml洗液,两手平握滴定管不断转动,直到洗液将全部滴定管浸过,然后将洗液由上口或尖嘴倒回原贮存瓶中。若上法不能洗净,需将洗液装满滴定管浸泡。

上述仪器用洗液浸泡后,都需要先用自来水冲洗掉洗液。此时应对着光亮检查一下是否油污已被洗净,内壁水膜是否均匀。如果发现仍有水珠,则应再用洗液浸泡,再检查,直到彻底洗净为止。最后用去离子水(或蒸馏水)洗去自来水。去离子水每次用量约为被洗仪器体积的1/3即可,一般洗2~3次。对于移液管和滴定管,最后还要用待装入的溶液洗涤2~3次。

(五) 玻璃仪器的干燥

洗净后的仪器不能用布、毛巾、纸或其他物品擦拭(布或纸的纤维会留在容器壁上而沾



污仪器)。有些仪器洗净后可直接用于实验,而有些化学实验中所使用的玻璃仪器,常常需要干燥后才能使用。

1. 常用干燥方法

(1)晾干:是让残留在仪器内壁的水分自然挥发而使仪器干燥。稳定性较好的仪器(如烧杯等)可将之倒立放置于适当的仪器柜内或放置于干燥的陶瓷盘上,对倒置不稳的仪器(如容量瓶等)可倒插于格栅板中或干燥板上干燥。倒置可以防止灰尘落入,该方法的缺点是耗时较长。另外可用有机溶剂快速干燥。对于不能用高温加热方法干燥并带有刻度的计量仪器(如吸管、容量瓶等),如需干燥并快速使用时,用少量丙酮或乙醇等有机溶剂淋洗仪器一遍后,倾出含水混合液(应回收),晾干。

(2)吹干:用热或冷的空气流将玻璃仪器吹干。用吹风机吹干时,一般先用热风吹玻璃仪器的内壁,待干后再吹冷风使其冷却。如果先用易挥发的溶剂(如乙醇、乙醚、丙酮等)淋洗一下仪器,将淋洗液倒干净,然后用吹风机按冷风→热风→冷风的顺序吹,则会干燥得更快。另一种方法是将洗净的仪器直接放在气流干燥器中进行干燥。

(3)烤干:用酒精灯、煤气灯、电炉或其他加热器小心将仪器烤干。一些常用的烧杯、蒸发皿等可置于石棉网上用小火烤干,烤干前应先将仪器外壁的水珠擦干。烤干试管时应使试管口向下倾斜,以免水珠倒流而炸裂试管。烤干时应先从试管底部开始,慢慢移向管口,不见水珠后再将管口朝上,将水汽赶尽。

(4)烘干:将洗净的仪器放入电热恒温干燥箱内加热烘干。电热恒温干燥箱是化学实验室常用的仪器,用于干燥玻璃仪器或烘干无腐蚀性、热稳定性较好的药品;但具有挥发性的易燃物或刚用乙醇、丙酮淋洗过的仪器,不能放入烘箱中内,以免发生爆炸。

2. 注意事项

(1)一般带有刻度的计量仪器(如量筒、滴定管、吸管、容量瓶等)不能用加热的方法干燥,以免热胀冷缩而影响这些仪器的精确度。

(2)厚壁瓷质仪器不能烤干,只能烘干。

(3)刚烘烤热的仪器不能直接放在冷的,特别是潮湿的桌面上,以免局部过冷而破裂。

(4)电热恒温干燥箱是利用电热丝隔层加热物体干燥的设备,适用于比室温高($25\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$)的恒温、干燥、热处理等,其热灵敏度通常为 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。电热恒温干燥箱一般由箱体、电热系统和自动恒温控制系统3个部分组成。其电热系统一般由两组电热丝构成,一组为辅助电热丝,用于短时间内急剧升温 and $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上恒温时的辅助加热;另一组为恒温电热丝,受温度控制器控制。辅助电热丝工作时恒温电热丝必定也在工作,而恒温电热丝工作时辅助电热丝不一定在工作(如 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下的恒温时)。

(5)干燥玻璃仪器时,应先洗净并将水分尽量倒干,放置时应注意平放或使仪器口朝上,带塞子的瓶子应打开瓶塞。如果能将仪器放在托盘里更好。一般在 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 加热 15 min 左右即可干燥,最好让干燥箱温度降至室温后再取出仪器。如果在加热时需要取出仪器,需注意用干布垫手,以免烫伤。热玻璃仪器不能碰水,以免炸裂。热仪器自然冷却时,器壁上常会凝上水珠,可吹冷风助冷以避免。烘干的药品通常取出后应放在干燥器内保存,避免在开启时吸收水分而潮解。

二、试剂和药品的取用

1. 固体试剂的取用