

医学生综合能力实验/实践指导丛书

医用化学基础

实验指导

Basic Medical Chemistry

主编 高 欢



第二军医大学出版社

医学生综合能力实验/实践指导丛书

医用化学基础 实验指导

主 编 高 欢

副主编 刘军坛

编 委(以姓氏笔画为序)

刘军坛 刘诗婧 孙丽花

张 静 徐振华 高 欢

第二军医大学出版社

内 容 简 介

本书依据教育部和卫生部职业教育教材的要求与教学大纲编写而成,既注重引入教学与科研的最新成果,以拓宽学生的知识面,又注重各校适用的普遍性,有利于职业能力的培养。内容有医用化学实验基本知识、医用化学实验常用仪器、医用化学实验基本操作以及 20 个学生实验,并附有配套使用的填充式实验报告,以方便学生使用和教师批改。全书力求通过学生实验提高学生的观察能力、动手能力、分析问题和解决问题的能力,培养学生严谨的科学态度。

该书可供医学类高等专科学校临床医学、高级护理、助产、中西医、口腔、妇幼、卫生保健、医学影像、预防医学、眼视光等专业学生使用,也可供其他专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用化学基础实验指导 / 高欢编. —上海:第二军医大学出版社,2007.8

(医学生综合能力实验/实践指导丛书)

ISBN 978-7-81060-770-4

I. 医... II. 高... III. 医用化学—化学实验—医学院校—教学参考资料 IV. R313-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 099210 号

出 版 人 石进英

责任编辑 沈彬源

医用化学基础实验指导

主 编 高 欢

第二军医大学出版社出版发行

上海市翔殷路 800 号 邮政编码:200433

发行科电话/传真:021-65493093

全国各地新华书店经销

上海第二教育学院印刷厂印刷

开本:787×1 092 1/16 印张:11 字数:261 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

印数:1 ~5 000 册

ISBN 978-7-81060-770-4/R·586

定价:24.00 元

(含实验报告)

医学生综合能力实验/实践指导丛书
(基础医学和护理学)

编 委 会

丛书主编 高明灿 张宗业

丛书副主编 丁运良 沈军生

丛书编委 (以姓氏笔画为序)

丁玉琴	丁运良	王红梅	王钉钉
王春年	王新枝	王福安	史奎章
付小六	吕月桂	任 亮	刘文娜
刘军坛	刘建华	米 伟	许礼发
孙玉凤	冷 弘	沈军生	张发庆
张志国	张宗业	张继娜	张遂芳
陈晓玲	周玲生	赵文忠	胡庆甫
徐 晨	高 欢	高明灿	曹慧敏
常慧新	章正瑛	韩清晓	

前 言

医用化学基础实验担负着使学生把学过的理论知识与实际紧密联系,熟练掌握实验技术,正确处理实验现象、数据和结果,培养学生动手能力和独立工作能力等各项任务。

医用化学基础实验依据教育部和卫生部职业教育教材的要求与教学大纲而编写。编写时充分考虑高等医学专科教育的特点,力求突出高等医学专科教育特色,以需用为准、够用为度的原则精选医学专业学生必须掌握的化学基本知识和技能,重视内容的基础性、科学性、先进性和实用性,特别注重化学与医学的融合,强调化学在医学上的应用,体现学科最新成果和技术。内容有医用化学实验基本知识、医用化学实验常用仪器、医用化学实验基本操作、学生实验和实验报告等五大部分。学生实验部分主要包括实验基本操作;精密天平的使用;溶液的配制和稀释;氯化钠的提纯;化学反应速率和化学平衡;酸碱标准溶液的配制和浓度比较;标准溶液浓度的标定;电解质溶液和缓冲溶液;水溶液酸碱度(pH)的测定;水的硬度测定;表面活性剂的性质及其含量的测定;烃和卤代烃的性质;醇和酚的性质;醛和酮的性质;羧酸和胺的性质;油脂的提取和性质;乙酰水杨酸的制备;苯甲酸甲酯的制备;蛋白质和糖的性质;氨基酸的色谱法分析等 20 个实验。并附有配套使用的填充式实验报告,以方便学生使用和教师批改。根据各高等医学专科学校和各专业对化学知识的不同需求,本书充分考虑了知识结构的独立性,教师可以根据学时的多少灵活安排实验教学内容。全书采用现行国家标准规定的术语、符号和单位,化合物依据 IUPAC 及中国化学会提出的原则命名。

本书由刘诗婧编写化医用化学实验基本知识;高欢编写医用化学实验常用仪器以及实验一、二、八、十二;刘军坛编写医用化学实验基本操作、附录以及实验三、四、六、七、九、十、十一;徐振华编写

实验五;孙丽花编写实验十三、十四;张静编写实验十五、十六、十七、十八、十九、二十。全书由高欢负责组织编写和统稿,刘军坛协助统稿。

本书在编写过程中参考了一些教材和文献的相关内容,在此对有关作者和出版社表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中定有不妥之处,恳请读者给予指正。

编 者

2007年5月

目 录

第一篇 医用化学实验基本知识	(1)
一、实验的目的和意义	(1)
二、实验室安全守则	(2)
三、实验室规则	(3)
四、常见事故处理	(4)
五、化学试剂的储存和保管	(5)
六、误差与有效数字	(7)
第二篇 医用化学实验常用仪器	(11)
一、计量仪器.....	(11)
二、能加热的仪器.....	(12)
三、其他仪器.....	(13)
第三篇 医用化学实验基本操作	(23)
一、玻璃仪器的洗涤.....	(23)
二、玻璃仪器的干燥.....	(24)
三、滴定分析仪器与基本操作.....	(24)
四、试剂的取用.....	(28)
五、试纸的使用	(30)
六、物质的称量.....	(31)
七、物质的分离.....	(35)
八、物质加热.....	(40)
九、振荡和搅拌.....	(42)
十、仪器的装配.....	(43)
十一、气体的收集方法.....	(43)
十二、化学实验仪器和装置图的绘制.....	(44)
第四篇 学生实验	(45)
实验一 实验基本操作	(45)
实验二 精密天平的使用	(48)
实验三 溶液的配制和稀释	(50)
实验四 氯化钠的提纯	(53)
实验五 化学反应速率和化学平衡	(56)
实验六 酸碱标准溶液的配制和浓度比较	(59)

实验七 标准溶液浓度的标定	(61)
实验八 电解质溶液和缓冲溶液	(63)
实验九 水溶液酸碱度(pH)的测定	(66)
实验十 水的硬度测定	(71)
实验十一 表面活性剂的性质及其含量的测定	(74)
实验十二 烃和卤代烃的性质	(78)
实验十三 醇和酚的性质	(81)
实验十四 醛和酮的性质	(84)
实验十五 羧酸和胺的性质	(86)
实验十六 油脂的提取和性质	(90)
实验十七 乙酰水杨酸的制备	(93)
实验十八 苯甲酸甲酯的制备	(95)
实验十九 蛋白质和糖的性质	(97)
实验二十 氨基酸的色谱法分析	(101)

附录

一、常见弱电解质的电离常数	(105)
二、一些共轭酸碱的电离常数	(105)
三、一些试剂的配制	(105)
四、常见弱电解质的电离度	(106)
五、常用的酸和碱	(106)
六、常用酸碱指示剂的配制	(107)
七、几种常用混合指示剂	(107)
八、化学试剂的规格	(108)
主要参考文献	(109)

医用化学实验基本知识

一、实验的目的和意义

医用化学是一门以实验为基础的自然科学。医用化学教学的目的是使学生系统地掌握医用化学基础知识和医用化学基本技能,逐步培养和发展学生的观察能力、思维能力和实验能力。医用化学实验是医用化学教学的基础,通过实验教学,不仅可使学生系统地掌握医用化学知识,还能使学生掌握医用化学实验基本操作技术和基本技能,培养学生的科学态度和科学方法。

1. 医用化学实验教学的目的和意义

- (1)使学生加深理解医用化学理论知识,提高对医用化学知识灵活运用能力。
- (2)使学生掌握医用化学实验基本操作技术和基本技能。
- (3)培养学生观察实验现象和解释现象的能力、正确记录和处理数据的能力、分析实验结果的能力和综合运用医用化学知识的能力。
- (4)培养学生严谨的科学态度和实事求是的工作作风。

2. 医用化学实验的要求

- (1)使学生掌握医用化学实验的基本操作。
- (2)使学生了解常用医用化学实验仪器(试管、试管夹、玻璃棒、酒精灯、烧杯、烧瓶、量筒、容量瓶、锥形瓶、分液漏斗、胶头滴管、滴定管、铁架台、坩埚、干燥管等)的名称、主要用途及使用方法。
- (3)使学生初步学会绘制和识别典型实验仪器装置图及设计简单的实验。
- (4)使学生学会试剂的取用与称量、连接仪器装置、检查装置气密性、振荡与搅拌、加热方法、气体的收集法、指示剂的使用、玻璃仪器的洗涤等基本操作。
- (5)使学生学会运用医用化学知识对常见的物质(包括气体物质、无机离子)进行分离、提纯和鉴别。
- (6)使学生学会正确观察和记录实验现象、逐步学会分析、解释实验现象,能够根据实验现象分析综合得出结论,根据原始记录完成实验报告。通过实验印证、加深理解理论知识。
- (7)使学生了解并遵守实验室各项规章制度。
- (8)使学生了解实验过程中的有关安全问题,注意安全操作,初步学会实验室一般事故的预防和处理方法。

3. 医用化学实验的学习方法

- (1)课前预习:预习是实验课前必须完成的准备工作,是做好实验的重要保证。要复习与

实验有关的理论知识,明确实验目的、原理、内容、操作方法和注意事项,并写出预习报告。

(2)实验:医用化学实验是培养学生科学思维能力和动手能力的重要环节,在进行实验时应严格遵守实验室规则和实验室安全守则,始终保持实验环境肃静、整洁。严格按实验要求规范操作,仔细观察,如实记录实验现象,认真思考,分析、解释观察到的实验现象;如遇到反常现象,应仔细查找原因,并在教师的指导下重做实验或做一些补充实验。实验完毕应切断水、电、气等开关,将仪器设备和试剂摆放整齐,清洁、整理好实验台面,经教师允许后,方可离开实验室。

(3)实验报告:实验报告是实验的总结。每次实验结束后,应及时整理实验数据,认真写好实验报告,交指导教师批改。医用化学实验报告一般应包括以下内容:①实验者姓名;②实验日期;③实验名称;④实验目的;⑤实验用品及其规格;⑥实验内容、步骤及装置简图;⑦实验所观察到的现象、测定的数据以及对实验现象、数据的解释、分析所得出的结论和相应的化学方程式;⑧实验注意事项;⑨对有关问题的讨论。

二、实验室安全守则

安全问题是关系到实验教学能否顺利开展的重要问题。医用化学实验常用到很多易燃、易爆、有腐蚀性和有毒的试剂,所以在进行医用化学实验时,首先要注意安全问题,既不能有惧怕思想,也不能麻痹大意,要了解有关安全注意事项,严格按照规程操作,以避免事故的发生。

(1)实验前要彻底了解操作过程和注意事项,实验时必须仔细认真、严格遵守规程。

(2)应熟悉实验室的布局、结构,即水、电、煤气等的阀门所在位置。这样遇到事故时才能及时处理。应知道有关救护工具、灭火工具(如沙袋、灭火器等)所放位置并会使用,这样遇到事故时才不会慌乱。

(3)用电时手及物件均要干燥。使用完毕实验室的电热设备后,应及时拔掉电源插头。用电器材出现故障时要切断电源进行检查、修复,待故障完全排除后方可继续使用。若遇电器设备着火,应立即切断电源。

(4)煤气灯或酒精灯应随用随点。酒精灯一经用毕,应立即盖上灯帽,不得在已经点燃的酒精灯上引燃其他酒精灯,以免酒精溢出而失火。点燃的火柴杆用完后,应立即熄灭。酒精、汽油等着火时,应立即用湿布或沙土覆盖。

(5)易燃、易爆试剂(如乙醇、乙醚、丙酮),应尽可能远离火源,取用完毕应立即盖紧瓶塞,置阴凉避光处。

(6)嗅闻气体时,不可将鼻孔直对容器口吸入,应使面部离容器一定距离,用手轻拂气体,将少许气体扇向自己后再闻。能产生有毒或有刺激性气体的实验,应在通风橱内(或通风处)进行。

(7)有毒试剂(如氰化物、砷、汞化合物、高价铬盐、钡盐、铅盐等)不得进入口内或接触伤口,也不能随便倒入下水道,应倒入指定的容器内。

(8)取用试剂时应看清楚瓶签,切勿拿错。共用试剂不得挪动原位置,不允许任意混合各种化学试剂。

(9)加热试管时,不要将试管口指向别人或自己。不要俯视正在加热的液体,以免液体溅出,受到伤害。不要用火焰直接加热烧瓶,应间隔石棉网。

(10)浓酸、浓碱具有强腐蚀性,勿溅在衣服、皮肤上,尤其是眼睛上。稀释浓硫酸时,一定

要将浓硫酸慢慢倒入水中,并不断搅动,切勿将水往酸里倒,以免迸溅。

(11)汞易挥发,汞蒸气能引起人体慢性中毒,使用时应注意安全。如不慎将汞洒落,应尽量将汞收集起来,并用硫粉覆盖在汞洒落的残迹上。

(12)强氧化剂及某些混合物易发生爆炸,托伦试剂久置后也会引起爆炸,使用时应注意安全。

(13)钾和钠应保存在煤油或液体石蜡中,以隔绝空气和水,需要时用镊子取用。白磷有剧毒,在空气中能自燃,应保存在水中,使用时在水中切割,用镊子夹取。

(14)实验中万一出现异常事故,要保持镇静,千万不可惊慌失措,应及时报告教师,请求协助解决。

(15)实验室应形成安静、严谨的科学氛围,实验过程中禁止高声喧哗,严禁饮食、喝水、吸烟,不得用口尝味道的方法来鉴定未知物。

(16)实验完毕后,应切断电源、气源,关好水龙头,洗净双手,方可离开实验室。

三、实验室规则

1. 实验课前预习

实验课前必须认真预习。为保证实验课能够顺利进行,取得预期效果,要了解实验的目的、要求、内容、基本原理、操作步骤及注意事项,写出预习报告(包括实验计划、必要的计算、实验的预期结果、实验注意事项、数据记录表格等),实验前将预习报告交教师检查。

2. 实验开始前清点仪器

实验开始前先清点仪器。如发现仪器有短缺或破损,应及时报告教师。实验过程中若有仪器损坏,亦应报告教师,按规定进行登记,办理补领手续。未经教师同意,不得挪用其他位置上的仪器。

3. 实验过程中遵守仪器操作规程

实验过程中必须严格遵守仪器设备操作规程,严格按实验教材规定的操作步骤、方法、试剂规格进行实验操作,服从教师和实验技术人员的指导。如要变更,事前必须得到教师的许可。未经许可不得动用与本实验无关的仪器设备及其他物品,严禁将实验室任何物品带出实验室。

4. 实验过程中注意安全

做实验时,必须注意安全,严格遵守实验规程和实验室安全守则。实验进行过程中不得擅自离开操作岗位。应掌握出现险情的应急处理方法,避免发生人身事故,防止损坏仪器设备。若出现问题应立即向指导教师报告,待查明原因、排除故障后,方可继续进行实验。

5. 实验过程中保持整洁

保持台面、地面的整齐清洁,废物、废液不得乱丢乱倒。用过的废纸、火柴杆等杂物,不要投入水池,应投入指定的废物篓中;破碎玻璃应放到废玻璃箱中;有毒或腐蚀性废液应倒入指定的废液缸中;严禁将腐蚀物倒进水槽及排水管道。

6. 按规定的量取用试剂

试剂应按规定的量取用。从试剂瓶中取出的试剂,不可再倒回原瓶中,以免带入杂质;取用试剂后应立即盖上瓶塞,以免搞错瓶塞,沾污试剂;要及时将试剂瓶放回原处。

7. 爱护公物

要爱护公物,谨慎使用仪器和实验设备。对所使用的仪器设备,应认真填写使用记录。使用精密仪器时,应严格按照操作规程进行,认真而细致。若发生故障,应立即停止使用并报告教师。注意节约水、电和试剂。

8. 实验时保持安静

实验时应保持安静,不得高声喧哗和打闹;应集中思想,积极思考,认真操作;仔细观察现象,并在实验记录本上如实记录实验中观察到的现象和结果,不得弄虚作假。

9. 实验完毕整理

实验完毕应切断仪器电源,将实验台上的仪器设备和工具整理、复原,将试剂按原样摆放,将玻璃仪器洗涤干净并放回原处。清洁整理好实验台面,打扫干净水槽和地面,经教师验收签字后,方可离开实验室。值日生最后要全面清扫、整理实验室。

10. 书写实验报告

实验结束后,应及时整理实验数据,认真写好实验报告。实验报告要求格式合理,实验记录应清楚、文字简练、结论明确、书写整齐清晰,不得乱凑、抄袭他人实验结果。

四、常见事故处理

1. 烫伤

若轻度烫伤,皮层呈红色,热痛而不起水泡,可以用75%乙醇(酒精)处理后涂上一层烫伤油膏。若烫伤后有剧痛并起水泡,应小心地用75%乙醇(酒精)轻涂伤处,不要碰破水泡,涂上烫伤油膏,并用消毒纱布包扎。若烫伤面积较大,在涂敷烫伤油膏后立即用消毒纱布保护,防止创面感染,并迅速送医院治疗。

2. 割伤

若被玻璃器皿等割伤,应取出伤口内异物,保持伤口干净,用乙醇(酒精)棉球清除伤口周围的污物,必要时洒些消炎粉或涂上外伤膏并包扎。若为严重割伤,可在伤口上部约10 cm处用纱布扎紧,以减慢出血,并立即送医院治疗。

3. 化学试剂灼伤

(1)酸灼伤:若硫酸、硝酸、盐酸等沾到皮肤(或衣物)上,应立即用大量水冲洗,然后用碳酸氢钠溶液洗涤,再用清水冲洗干净,涂上甘油。若有水泡,则涂上紫药水。若皮肤上沾到较大的浓硫酸时,不宜先用水冲洗(以免烫伤),可迅速用干布或脱脂棉拭去,再用水、稀氨水冲洗。若不慎将酸溅到眼中,立即抹去溅在眼睛外面的酸,用水冲洗,再用洗眼杯或橡胶管套上水龙头,用慢水对准眼睛冲洗,边洗边眨眼睛,然后用稀碳酸氢钠溶液洗涤,必要时送医院治疗。

若大量的酸液被洒到桌子上,应加适量的碳酸氢钠溶液中和,然后用水冲洗,并用抹布擦净。

(2)碱灼伤:若浓碱液溅到皮肤(或衣物)上,应立即用大量水冲洗,然后用饱和硼酸溶液或醋酸溶液洗涤,再用清水冲洗干净,涂上药膏。若不慎将碱溅到眼中,立即抹去溅在眼睛外面的碱,用水冲洗,再用洗眼杯或橡胶管套上水龙头,用慢水对准眼睛冲洗,边洗边眨眼睛,然后用饱和硼酸溶液洗涤,必要时送医院治疗。

若大量碱液被洒到桌子上,要加适量的醋酸溶液中和,然后用水冲洗,并用抹布擦净。

(3)溴灼伤:若溴滴落到皮肤上,先用苯或甘油除去溴,然后用水冲洗。若眼睛受到溴蒸气

的刺激,暂时不能睁开眼睛时,应对着盛有乙醇(酒精)的瓶口尽力注视片刻。

(4)磷灼伤:若磷沾到皮肤上,先用大量水多次冲洗,然后用碳酸氢钠溶液浸泡,以中和生成的磷酸;再用硫酸铜溶液洗涤,使磷转化为难溶的磷化铜,再用水冲洗残余的硫酸铜;最后按烧伤处理,但不要油性敷料。

(5)氢氟酸灼伤:若氢氟酸沾到皮肤上,先用大量水多次冲洗,然后用碳酸氢钠溶液洗涤,再涂上氧化镁甘油糊剂,或敷上氯化可的松软膏。

(6)酚灼伤:若苯酚的浓溶液沾到皮肤上,应立即用乙醇(酒精)除去污物,再用清水冲洗干净,然后用饱和硫酸钠溶液湿敷,但不可用水直接冲洗,否则有可能使创伤加重。

(7)汞的处理:汞在常温就能蒸发,汞蒸气能致人慢性或急性中毒。因此汞撒落在桌面或地上时,应尽量用纸片将汞收集,再用硫粉覆盖在汞撒落的残迹上。

4. 中毒

应将溅入口中而尚未下咽的毒物立即吐出,用大量水冲洗口腔;如已吞下,应根据毒物性质服解毒剂,并立即去医院治疗。

(1)腐蚀性毒物:对强酸,先饮用大量水,再服用氢氧化铝膏、鸡蛋清。对于强碱,也需先饮用大量的水,再服用醋酸果汁、鸡蛋清。不论酸还是碱中毒,都需灌注牛奶,不要吃催吐剂。

(2)吸入气体中毒:通过呼吸道吸进有毒气体、蒸气、烟雾而引起呼吸系统中毒时,应立即将中毒者移至室外空气新鲜的地方,解开衣领,注意保暖,保持安静,切勿随便进行人工呼吸。因吸入少量氯气、溴蒸气而中毒者,可用碳酸氢钠溶液漱口,不可进行人工呼吸。一氧化碳中毒者,不可使用兴奋剂。

(3)误服铜盐、汞盐等重金属盐:用 2 g/L CuSO_4 溶液催吐,并喝鸡蛋清溶液、牛奶或豆浆解毒后,立即去医院治疗。

(4)刺激性及神经性毒物中毒:先服牛奶或鸡蛋清使之缓和,再服用 2 g/L CuSO_4 溶液催吐,或用手指伸入喉部催吐后,立即去医院治疗。

5. 触电

发生触电时,应迅速切断电源,将触电者上衣解开,取出口中异物,然后进行人工呼吸,切忌注射兴奋剂。在触电者恢复呼吸后,立即将其送往医院治疗。

6. 火灾

实验室一旦起火,一方面要立即灭火,一方面要防止火势蔓延(切断电源、移走易燃物品)。灭火时要针对起因选用合适的方法。

(1)电器设备所引起的火灾:应尽量切断电源,只能用二氧化碳或四氯化碳灭火器灭火,不能用泡沫灭火器或水灭火,以免触电。

(2)一般火灾:小火时可用湿布、石棉布或沙子覆盖燃烧物即可灭火。火势较大时可用泡沫灭火器灭火。

(3)衣服不慎着火:切勿奔跑,应尽快脱掉衣服或就地打滚,用石棉布覆盖着火处或用其他方法灭火。

(4)金属钠和钾起火:用沙子盖灭,不能用水、二氧化碳灭火器和四氯化碳灭火器灭火。

(5)酒精灯不慎被碰倒起火:要用沙子或湿抹布盖灭,不能用水泼灭。

五、化学试剂的储存和保管

化学试剂大多数具有一定的毒性及危险性。重视对化学试剂的管理,不仅是保证实验结

果正确的需要,也是确保人民生命财产安全和保护环境的需要。对化学试剂的储存和保管,应根据试剂的不同特点,以不同的方式妥善管理。

1. 制订规章制度

要制订化学试剂的储存和保管规章制度,由专门人员实施安全管理。化学试剂应储存在专设的试剂储藏室中,室内要保持干燥,通风良好,严格杜绝明火,配备充分有效的灭火设施。

2. 化学试剂分类储存

化学试剂必须分类隔离储存在试剂橱里,不能混放在一起。化学试剂分类储存的原则是:一般试剂与危险试剂分开储存;无机试剂与有机试剂分开储存;氧化剂与还原剂分开储存。

3. 一般试剂的储存

一般试剂分类储存在阴凉通风、温度低于 30°C 的试剂柜内即可。

无机盐可按酸、碱、盐、氧化物等分类有序地储存在试剂柜内,铵盐比较容易受热分解,应该将其单独储存在阴凉的地方。

有机试剂可按分子中碳原子数目多少排列储存。有机试剂的热稳定性较差,应注意避免阳光直射。

指示剂可按酸碱指示剂、氧化还原指示剂、络合滴定指示剂及荧光吸附指示剂分类排列。

要注意化学试剂的储存期限。某些试剂在储存过程中会逐渐变质,甚至产生有害物质。要定期检查。

4. 化学性质不稳定试剂的储存

某些化学性质不稳定、不能长期储存的试剂,如氯水、氢硫酸等,应根据需要随时制备。要定期检查试剂是否变质和损耗。

5. 易燃、易爆试剂储存

易燃、易爆的试剂应放在铁柜中,柜的顶部要有通风口。要单独储存于阴凉通风、低温处,特别要注意远离火源。应由专门人员按规定实施储存和保管。

6. 剧毒试剂储存

在化学试剂库房要设专门房间或专柜储存剧毒物品,要将其置于阴凉干燥处,并有可靠的防盗措施。剧毒物品不能开架储存,均应保存在保险柜内,并应标有明显的“剧毒”标志。性质相抵触的剧毒物品不能同柜储存,具有腐蚀性的或需低温保存的剧毒物品要单独储存。对于性质不稳定,容易分解变质、散发毒气的剧毒物品,要经常检查,发现问题及时处理。严禁将剧毒物品及其包装材料乱扔、乱放、乱埋和倒入下水管道及垃圾箱。要建立剧毒物使用、消耗、废物处理等制度。

7. 溶液的储存

配制的溶液应储存在试剂瓶里,一般使用磨口玻璃塞,但盛放氢氧化钾、氢氧化钠、纯碱溶液和石灰水的试剂瓶应使用橡胶塞。使用时需逐滴滴加的溶液,可储存在带胶头滴管的滴瓶里。

8. 放射性物质的储存

放射性物质要储存在特殊防护设备中,使用者要具备安全防护知识,以保护人身安全,并防止放射性物质的污染与扩散。

9. 贵重物质的储存

单价贵的特殊试剂、超纯试剂和稀有元素及其化合物均属贵重试剂,应与一般试剂分开储

存,并建立领用制度。

10. 几种特殊试剂的储存

(1)钾和钠的储存:钾和钠在空气中极易氧化,遇水发生剧烈反应,应放在煤油(或液体石蜡)中隔绝空气保存。

(2)白磷的储存:白磷着火点较低(40°C),在空气中能缓慢氧化而自燃,通常保存在冷水中。

(3)液溴的储存:液溴有毒、易挥发,需盛放在带磨口的细口瓶里,并加些水覆盖在液溴上面,起水封作用。

(4)碘的储存:碘易升华,具有强烈刺激性气味,应盛放在带有磨口的广口瓶里。

(5)氢氧化钠的储存:氢氧化钠固体易潮解,应盛放在易于密封的干燥大口瓶中保存。氢氧化钠溶液应盛放在无色细口瓶里,瓶口用橡胶塞塞紧。

11. 化学试剂的防潮

化学试剂从原包装启用后,一般都应分装在玻璃瓶中备用。对易吸湿而潮解,易失水而风化,因吸收空气中二氧化碳而变质的化学试剂,都要用石蜡密封试剂瓶口。

12. 试剂瓶的选择

一般试剂储存于无色玻璃瓶中,见光易分解的试剂要盛装在棕色玻璃瓶中,并储存在避光的暗处。对玻璃有腐蚀作用的试剂则应储存在塑料瓶中。一般用玻璃瓶塞,但碱性溶液不能用玻璃塞,必须用橡胶塞;某些有机溶剂和强氧化剂不能用橡胶塞。

13. 化学试剂瓶的标签

除原瓶盛装的化学试剂外,任何分装后的试剂或配制的溶液,都要在试剂瓶上贴大小与试剂瓶相适应的标签,标签上写明试剂的名称、化学式、浓度和配制日期等,在已粘牢的标签上要均匀地涂上一薄层石蜡。

若试剂瓶上的标签脱落、字迹模糊而难以辨认时,要待取得确认后再贴上新制标签,切不可未经鉴定就轻率地使用。

六、误差与有效数字

医用化学实验中经常需要对某些物理量进行测量,从中获得一些测量数据。任何测量都不可能绝对准确,而实验的最终结果正是通过这些测量数据进行计算得出的,因此,掌握误差与有效数字方面的知识,正确处理实验数据,非常重要。

1. 误差

(1)测量中的误差:测量结果与真实值之间的差值称为误差,任何测量过程都包含着误差。按其性质的不同,误差可分为3类,即系统误差、偶然误差和过失误差。

1)系统误差,也称可测误差,是由某种固定的原因引起的误差,它对测量结果的影响比较固定,其大小有一定规律性,在重复测量时,会重复出现。系统误差主要有:①方法误差,由于实验方法不够完善所造成的误差,如滴定分析中反应进行不完全所引起的误差。②仪器误差,由于所用的仪器不够准确或未经校正引起的误差。如天平砝码、滴定管等未经校正,在使用过程中所引起的误差。③试剂误差,由于试剂不纯而引起的误差,如使用的试剂含有微量的被测组分所引起的误差。④个人生理特点引起的误差,如由于个人对颜色变化不敏感所引起的误差等。

系统误差可以用改善方法、校正仪器、提纯试剂、空白试验、对照试验的方法来减少。有时也可以在找出误差原因后,计算出误差的大小而加以修正。

2)偶然误差,也称随机误差或难测误差,由一些难以预料的偶然因素引起,例如测量时环境温度、湿度和大气压力的微小波动,仪器性能的微小变化,测试人员对各份试样处理时的微小差别等,都可能带来误差。偶然误差对实验结果的影响不固定。由于偶然误差的原因难以确定,似乎无规律可循,但如果多次测量,可以发现偶然误差遵从正态分布,即大小相近的正负误差出现机会相等,小误差出现的概率大,大误差出现的概率很小。因此,采用“多次测量、取平均值”的方法,可以减少偶然误差。

3)过失误差,是指工作中的差错,即由于实验时粗心大意、不按操作规程进行而引起的误差。例如因器皿不洁、加错试剂、错用样品、试样损失、仪器出现异常未被发现、读错数据、计算错误等不应有的错误造成。过失误差无规律可循,但只要加强责任心,工作认真、细致即可避免。

(2)准确度与误差:准确度是指在特定条件下获得的测量结果与真实值之间的符合程度。所谓“真实值”是不存在的,众多测量的结果用统计学方法可以得到相对接近真实值的数据。准确度由测量的系统误差和偶然误差决定,它能反映测量结果的可靠性。

准确度用绝对误差或相对误差表示。

1)绝对误差。绝对误差是指测定值与真实值之差。

$$\text{绝对误差} = \text{测定值} - \text{真实值}$$

绝对误差有正值和负值,正值表示测定值比真实值大,分析结果偏高,为正误差;负值表示测定值比真实值小,分析结果偏低,为负误差。

2)相对误差。相对误差是指绝对误差占真实值的百分率。

$$\text{相对误差} = \frac{\text{绝对误差}}{\text{真实值}} \times 100\%$$

绝对误差与被测量的大小无关,而相对误差却与被测量的大小有关。一般来说,若被测量的量越大,相对误差就越小。故用相对误差来反映测定值与真实值之间的偏离程度比用绝对误差更为合理。

(3)精密度与偏差:精密度是指对同一试样各次测量结果相互接近的程度。精密度高不一定准确度高。通常被测量的真实值很难准确知道,因此一般只能用多次重复测量结果的平均值代替真实值。这样单次测量结果与平均值之间的偏差就称为偏差。偏差与误差一样也有相对偏差和绝对偏差。

1)绝对偏差。绝对偏差是指单次测定值与平均值之差。

$$\text{绝对偏差} = \text{单次测定值} - \text{平均值}$$

如在酸碱溶液浓度标定时,测定同一试样氢氧化钠溶液的浓度(单位为 mol/L),平行测定 3 次的结果分别为 0.204 1、0.203 9 和 0.204 3,标定结果的平均值和绝对偏差见表 1-1。

表 1-1 绝对偏差

项 目	1	2	3
测定值	0.204 1	0.203 9	0.204 3
平均值	$\frac{0.204\ 1 + 0.203\ 9 + 0.204\ 3}{3} = 0.204\ 1$		
绝对偏差	0.000 0	-0.000 2	+0.000 2

2) 相对偏差。相对偏差是指绝对偏差占平均值的百分率。

$$\text{相对偏差} = \frac{\text{绝对偏差}}{\text{平均值}} \times 100\%$$

相对偏差的大小可以反映出测量结果再现性的好坏,即测量的精密度。相对偏差小,则视为再现性好,即精密度高。

(4) 提高测量结果准确度的方法:为了提高测量结果的准确度,应尽量减少系统误差、偶然误差和过失误差。通过认真仔细地进行多次测量,取其平均值作为测量结果,可以减少偶然误差。通过校正测量仪器与测量方法、进行空白试验与对照试验,可以减少系统误差。

2. 有效数字

在科学试验中,对任一物理量的测定,其准确度都是有一定限度的。所谓有效数字就是实际上能测到的数字。

(1) 有效数字位数的确定:测试中测定结果的数值所表示的准确程度应与测试时所用的测量仪器及测试方法的精度相一致。通常测定时,一般可估计到测量仪器最小刻度的 10 分位,记录测定数据应保留 1 位不准确数字,其余数字都应是准确的,通常称此时所记录的数字为有效数字。记录和报告的测定结果只应包含有效数字,对有效数字的位数不能任意增删。

医用化学实验中一些常用仪器的精度与实测值有效数字位数的关系见表 1-2。

表 1-2 一些常用仪器的精度与实测值有效数字位数

仪器名称	仪器的精度	实测值	有效数字位数	错误记录示例
托盘天平	0.1 g	11.2 g	3	11.20 g
电光天平	0.000 1 g	15.673 5 g	6	15.673 g
10 ml 量筒	0.1 ml	8.3 ml	2	8 ml
100 ml 量筒	1 ml	64 ml	2	64.00 ml
滴定管	0.01 ml	19.00 ml	4	19.0 ml
移液管	0.01 ml	10.00 ml	4	10 ml
容量瓶	0.01 ml	25.00 ml	4	25 ml

任意超出或低于仪器精度的数字都是不恰当的。例如表 1-2 中电光天平的读数为 15.673 5 g,既不能读作 15.673 g,也不能读作 15.673 54 g,因为前者降低了实验的精确度,后者则夸大了实验的精确度。

关于有效数字位数的确定,还应注意以下几点:

1) 数字“0”在数据中具有双重意义。若作为普通数字使用,它就是有效数字;若它只起定位作用,就不是有效数字。例如在电光分析天平上称得某样品的质量为 0.061 6 g,该数据有 3 位有效数字,数字前面的“0”只起定位作用,不是有效数字。再如氢氧化钠溶液的浓度是 0.210 0 mol/L,它准确到小数点后第 3 位,第 4 位可能有 ± 1 的误差,所以这 2 个“0”是有效数字,数据 0.210 0 具有 4 位有效数字。

2) 改变单位并不改变有效数字的位数。例如滴定管读数 21.45 ml,若该数值用升为单位,则是 0.021 45 L,这时前面的 2 个零只起定位作用,不是有效数字,0.021 45 L 和 21.45