

全国高职高专医药院校工学结合“十二五”规划教材
供临床医学、护理、助产、药学、影像、检验、康复等专业使用



医用化学实验教程

主编 于秋泓 杨晓萍

Yiyonghuaxue shiyanjiaocheng



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

全国高职高专医药院校工学结合“十二五”规划教材
供临床医学、护理、助产、药学、影像、检验、康复等专业使用



医用化学实验教程

主编 于秋泓 杨晓萍

Yiyonghuaxue shiyanjiaocheng



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

医用化学实验教程/于秋泓 杨晓萍 主编. —武汉: 华中科技大学出版社, 2010年4月

ISBN 978-7-5609-6133-0

I. 医… II. ①于… ②杨… III. 医用化学-化学实验-医学院校-教材
IV. R313-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 064826 号

医用化学实验教程

于秋泓 杨晓萍 主编

策划编辑:陈 鹏

封面设计:陈 静

责任编辑:胡 芬

责任监印:周治超

责任校对:史燕丽

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:仙桃市新华印务有限责任公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:8

字数:160 000

版次:2010年4月第1版

印次:2010年4月第1次印刷

定价:14.00元

ISBN 978-7-5609-6133-0/R·163

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

全国高职高专医药院校工学结合

“十二五”规划教材编委会



主任委员 文历阳 沈 彬

委 员(按姓氏笔画排序)

王玉孝	厦门医学高等专科学校	尤德姝	清远职业技术学院护理学院
艾力·孜瓦	新疆维吾尔医学高等专科学校	田 仁	邢台医学高等专科学校
付 莉	郑州铁路职业技术学院	乔建卫	青海卫生职业技术学院
任海燕	内蒙古医学院护理学院	刘 扬	首都医科大学燕京医学院
刘 伟	长春医学高等专科学校	李 月	深圳职业技术学院
杨建平	重庆三峡医药高等专科学校	杨美玲	宁夏医科大学高职学院
肖小芹	邵阳医学高等专科学校	汪婉南	九江学院护理学院
沈曙红	三峡大学护理学院	张 忠	沈阳医学院基础医学院
张 敏	九江学院基础医学院	张少华	肇庆医学高等专科学校
张锦辉	辽东学院医学院	罗 琼	厦门医学高等专科学校
周 英	广州医学院护理学院	封书琴	常州卫生高等职业技术学校
胡友权	益阳医学高等专科学校	姚军汉	张掖医学高等专科学校
倪洪波	荆州职业技术学院	焦雨梅	辽宁医学院高职学院

秘 书 厉 岩 王 瑾

内容简介

Neirong Jianjie

本书是全国高职高专医药院校工学结合“十二五”规划教材。

本书以全国高职高专医药院校工学结合“十二五”规划教材《医用化学》为蓝本,根据高职高专医药院校的专业特点以及各院校实际教学条件编写而成。本书分为医用基础化学实验和医用有机化学实验两部分,医用基础化学实验部分选择了 18 个典型的实验项目,医用有机化学实验部分选择了 20 个典型的实验项目。本书比较系统地介绍了医用化学实验涉及的常规仪器和基本操作,是一本比较系统的医用化学实验教材,具有实用性、适用性和可操作性。

本书适合高职高专临床医学、护理、助产、药学、医学影像技术、医学检验技术、医疗美容技术、康复医疗技术等专业学生使用。

总序

Zongxu

世界职业教育发展的经验和我国职业教育发展的历程都表明,职业教育是提高国家核心竞争力的要素之一。近年来,我国高等职业教育发展迅猛,成为我国高等教育的重要组成部分,与此同时,作为高等职业教育重要组成部分的高等卫生职业教育的发展也取得了巨大成就,为国家输送了大批高素质技能型、应用型医疗卫生人才。截至 2008 年,我国高等职业院校已达 1 184 所,年招生规模超过 310 万人,在校生达 900 多万人,其中,设有医学及相关专业的院校近 300 所,年招生量突破 30 万人,在校生突破 150 万人。

教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中明确指出,高等职业教育必须“以服务为宗旨,以就业为导向,走产学研结合的发展道路”,“把工学结合作为高等职业教育人才培养模式改革的重要切入点,带动专业调整与建设,引导课程设置、教学内容和教学方法改革”。这是新时期我国职业教育发展具有战略意义的指导意见。高等卫生职业教育既具有职业教育的普遍特性,又具有医学教育的特殊性,许多卫生职业院校在大力推进示范性职业院校建设、精品课程建设,发展和完善“校企合作”的办学模式、“工学结合”的人才培养模式,以及“基于工作过程”的课程模式等方面有所创新和突破。高等卫生职业教育发展的形势使得目前使用的教材与新形势下的教学要求不相适应的矛盾日益突出,加强高职高专医学教材建设成为各院校的迫切要求,新一轮教材建设迫在眉睫。

为了顺应高等卫生职业教育教学改革的新形势和新要求,在认真、细致调研的基础上,在教育部高职高专医学类及相关医学类专业教学指导委员会专家和部分高职高专示范院校领导的指导下,我们组织了全国 50 所高职高专医药院校的近 500 位老师编写了这套以工作过程为导向的全国高职高专医药院校工学结合“十二五”规划教材。本套教材由 4 个国家级精品课程教学团队及 20 个省级精品课程教学团队引领,有副教授及以上职称的老师占 65%,教龄在 20 年以上的老师占 60%。教材编写过程中,全体主编和参编人员进行了认真的研讨和细致的分工,在教材编写体例和



总

序

I



内容上均有所创新,各主编单位高度重视并有力配合教材编写工作,责任编辑和主审专家严谨和忘我地工作,确保了本套教材的编写质量。

本套教材充分体现新一轮教学计划的特色,强调以就业为导向、以能力为本位、贴近学生的原则,体现教材的“三基”(基本知识、基本理论、基本实践技能)及“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性)要求,着重突出以下编写特点:

- (1) 紧扣新教学计划 and 教学大纲,科学、规范,具有鲜明的高职高专特色;
- (2) 突出体现“工学结合”的人才培养模式和“基于工作过程”的课程模式;
- (3) 适合高职高专医药院校教学实际,突出针对性、适用性和实用性;
- (4) 以“必需、够用”为原则,简化基础理论,侧重临床实践与应用;
- (5) 紧扣精品课程建设目标,体现教学改革方向;
- (6) 紧密围绕后续课程、执业资格标准和工作岗位需求;
- (7) 整体优化教材内容体系,使基础课程体系和实训课程体系都成系统;
- (8) 探索案例式教学方法,倡导主动学习。

这套规划教材得到了各院校的大力支持与高度关注,它将为高等卫生职业教育的课程体系改革作出应有的贡献。我们衷心希望这套教材能在相关课程的教学活动中发挥积极作用,并得到读者的青睐。我们也相信这套教材在使用过程中,通过教学实践的检验和实际问题的解决,能不断得到改进、完善和提高。

全国高职高专医药院校工学结合“十二五”规划教材

编写委员会

2010年3月

目录

Mulu



目

录

1

第一部分 医用基础化学实验

实验一	食盐的提纯和质量检查	/3
实验二	物质的称量	/6
实验三	分析天平称量练习	/9
实验四	海带中碘的提取	/13
实验五	溶胶与高分子溶液的制备和性质	/15
实验六	化学反应速率和化学平衡	/18
实验七	分光光度法测定铁的含量	/22
实验八	HCl 标准溶液的配制与标定	/25
实验九	NaOH 标准溶液的配制与标定	/27
实验十	小苏打片中碳酸氢钠含量的测定	/30
实验十一	EDTA 标准溶液的配制和标定	/32
实验十二	水中总硬度和钙、镁离子的含量测定	/35
实验十三	KMnO ₄ 标准溶液的配制、标定和双氧水中 H ₂ O ₂ 的含量测定	/38
实验十四	乙酸电离平衡常数的测定	/41
实验十五	缓冲溶液的配制和性质	/43
实验十六	配合物的制备和性质	/45
实验十七	食醋中总酸度的测定	/49
实验十八	离子选择电极法测定饮用水中含氟量	/51

第二部分 医用有机化学实验

实验一	常压蒸馏	/55
实验二	熔点的测定	/58

实验三	沸点的测定	/61
实验四	折光率的测定	/64
实验五	旋光度的测定	/68
实验六	开链烃的化学性质	/72
实验七	芳香烃的化学性质	/75
实验八	醇、酚的化学性质	/78
实验九	醛、酮的化学性质	/83
实验十	羧酸、取代羧酸的化学性质	/87
实验十一	糖类化合物的化学性质	/90
实验十二	含氮有机化合物的性质	/93
实验十三	溴乙烷的制备	/97
实验十四	苯甲酸的制备	/100
实验十五	乙酸异戊酯的制备	/102
实验十六	乙酰苯胺的制备	/104
实验十七	苯胺的制备	/106
实验十八	乙酰水杨酸(阿司匹林)的合成	/109
实验十九	甲基橙的制备	/111
实验二十	茶叶中咖啡因的萃取和分离	/114
参考文献		/117

第二部分

医用有机化学实验



YIYONG YOUJI HUAXUE SHIYAN

卷一

卷一

卷一



实验一

食盐的提纯和质量检查

一 → 实验目的

- (1) 学习提纯食盐的原理、方法及有关离子的鉴定。
- (2) 掌握溶解、过滤、蒸发、浓缩、结晶、干燥等基本操作。

二 → 实验原理

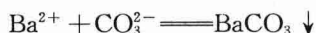
粗食盐中的不溶性杂质(如泥沙等)可通过溶解和过滤的方法除去。粗食盐中的可溶性杂质主要是 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 和 SO_4^{2-} 等,选择适当的试剂使它们生成难溶化合物而被除去。

- (1) 在粗食盐溶液中加入过量的 BaCl_2 溶液,除去 SO_4^{2-} :



过滤,除去沉淀。

- (2) 在滤液中加入 NaOH 和 Na_2CO_3 溶液,除去 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 和沉淀 SO_4^{2-} 时加入的过量 Ba^{2+} :



过滤,除去沉淀。

- (3) 溶液中过量的 NaOH 和 Na_2CO_3 可以用 HCl 溶液中和除去。

- (4) 粗食盐中的 K^{+} 和上述的沉淀剂都不起作用。由于 KCl 的溶解度大于 NaCl 的溶解度,且含量较少,因此在蒸发和浓缩过程中, NaCl 先结晶出来,而 KCl 则留在溶液中。

三 → 实验仪器、试剂与材料

1. 仪器

托盘天平,烧杯(100 mL),玻璃棒,量筒(10 mL),滤纸,剪刀,普通漏斗,漏斗架,布氏漏斗,吸滤瓶,蒸发皿,石棉网,酒精灯,三脚架,药匙。

2. 试剂

粗食盐, HCl ($6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$), HAc ($6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$), NaOH ($6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$), BaCl_2 ($1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$), Na_2CO_3 (饱和), $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ (饱和), 镁试剂。

3. 材料

滤纸, pH 试纸。

四 实验步骤

1. 粗食盐的提纯

(1) 在托盘天平上称取 8.0 g 粗食盐, 放在 100 mL 烧杯中, 加入 30 mL 水, 搅拌并加热, 使其溶解。至溶液沸腾时, 在搅拌下逐滴加入 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液 (约 2 mL) 至沉淀完全。继续加热 5 min , 使 BaSO_4 的颗粒长大而易于沉淀和过滤。为了试验沉淀是否完全, 可将烧杯从石棉网上取下, 待沉淀下降后, 取少量上层清液于试管中, 滴加几滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液, 再加几滴 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液检验。用普通漏斗过滤, 弃去沉淀。

(2) 在搅拌下向滤液中加入 $1 \text{ mL } 6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液和 2 mL 饱和 Na_2CO_3 溶液, 加热至沸, 待沉淀下降后, 取少量上层清液放在试管中, 滴加 Na_2CO_3 溶液, 检查有无沉淀生成。如不再产生沉淀, 可用普通漏斗过滤, 弃去沉淀。

(3) 在搅拌下向滤液中逐滴加入 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液, 直至溶液呈微酸性 (pH 值约为 6) 为止。

(4) 将滤液倒入蒸发皿中, 用小火加热蒸发, 浓缩至稀粥状稠液为止, 切不可将溶液蒸干。

(5) 冷却后, 用布氏漏斗过滤, 尽量将结晶抽干。将结晶放回蒸发皿中, 小火加热干燥, 直至不冒水蒸气为止。

(6) 将精食盐冷至室温, 称重, 并放入指定容器中。计算产率。

2. 产品纯度的检验

取粗食盐和精食盐各 1 g , 分别溶于 5 mL 蒸馏水中, 将粗食盐溶液过滤。将两种澄清溶液分别盛于三支小试管中, 组成三组, 对照检验它们的纯度。

(1) SO_4^{2-} 的检验 在 first 组溶液中分别加入 2 滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液, 使溶液呈酸性, 再加入 3~5 滴 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液, 如有白色沉淀, 证明 SO_4^{2-} 存在。记录结果, 并进行比较。

(2) Ca^{2+} 的检验 在第二组溶液中分别加入 2 滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$ 溶液, 使溶液呈酸性, 再加入 3~5 滴饱和的 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液。如有白色 CaC_2O_4 沉淀生成, 证明 Ca^{2+} 存在。记录结果, 并进行比较。

(3) Mg^{2+} 的检验 在第三组溶液中分别加入 3~5 滴 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液, 使溶液呈碱性, 再加入 1 滴镁试剂。若有天蓝色沉淀生成, 证明 Mg^{2+} 存在。记录结果, 并进行比较。

注: 镁试剂是一种有机染料, 在碱性溶液中呈红色或紫色, 但被 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀吸附后, 则呈天蓝色。

五 → 注意事项

- (1) 粗食盐颗粒要研细。
- (2) 食盐溶液浓缩时,切不可蒸干。

六 → 思考题

- (1) 加入 30 mL 水溶解 8 g 食盐的依据是什么? 加水过多或过少有什么影响?
- (2) 怎样除去实验过程中所加的过量沉淀剂 BaCl_2 、 NaOH 和 Na_2CO_3 ?
- (3) 提纯后的食盐溶液浓缩时为什么不能蒸干?
- (4) 在检验 SO_4^{2-} 时,为什么要加入 HCl 溶液?
- (5) 在粗食盐的提纯中,(1)、(2)两步能否合并过滤?

(王蓓)



实验二

物质的称量

一、实验目的

- (1) 学会正确使用托盘天平、电子天平。
- (2) 熟悉称量方法,特别是减重称量法。

二、实验原理

托盘天平又称台秤。它具有称量迅速的特点,但精确度不高,只适用于精确度要求不高的称量,一般能称准到 0.1 g。托盘天平的横梁架在托盘天平座上,其左右各有一个托盘。横梁中部有指针,并且与刻度盘相对。根据指针在刻度盘左右的摆动情况,可以看出托盘天平是否处于平衡状态。

托盘天平的构造如图 1-2-1 所示。

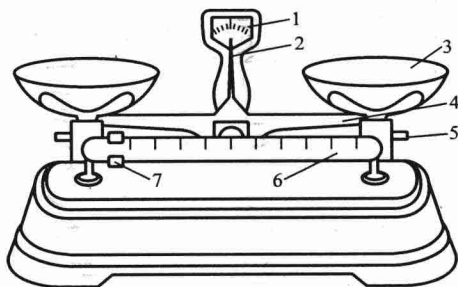


图 1-2-1 托盘天平

1. 刻度盘; 2. 指针; 3. 托盘; 4. 横梁; 5. 平衡调节螺丝; 6. 游码标尺; 7. 游码

托盘天平的称量步骤如下。

(1) 调节零点 在称量之前,先将游码移到游码标尺的“0”位置,再检查托盘天平的指针是否停在刻度盘的中间位置。若不在中间位置,则可调节托盘天平托盘下面的平衡调节螺丝,使指针停留在中间位置,此中间位置称为托盘天平的零点。

(2) 称量 称量时,左盘上放称量物,右盘上放砝码。10 g 或 5 g 以上的砝码放在砝码盒内。添加砝码时,应从大到小,要用镊子夹取砝码。10 g 或 5 g 以下的砝码,



可以通过移动游码标尺上的游码来添加。当砝码添加到托盘天平的指针停在刻度盘中间位置时,即处于平衡状态,此时指针所停位置称为停点(停点与零点之间允许偏差1小格以内)。停点时砝码的质量即为称量物的质量。

称量注意事项:托盘天平不能称量热的物品;称量物可放在已称量的、洁净的烧杯、表面皿中或称量纸上;称量完毕,应将砝码放回砝码盒中,将游码标尺上的游码移到刻度“0”位处,并将托盘放在一侧,以免托盘天平摆动;应经常保持托盘天平整洁,托盘上有药品时应立即擦净。

溶液的配制是化学实验的基本操作之一。在配制溶液时,首先应根据所需配制溶液的浓度、体积,计算出溶质和溶剂的用量。在用固体物质配制溶液时,如果物质含结晶水,则应将结晶水计算进去。稀释浓溶液时,应根据稀释前后溶质的量不变的原则,计算出所需浓溶液的体积,然后加水稀释。

在配制溶液时,应根据配制要求选择所用仪器。如果对溶液浓度的准确度要求不高,可用托盘天平、量筒等仪器进行配制;若要求溶液的浓度比较准确,则应用万分之一电子天平、移液管、容量瓶等仪器进行配制。

Acculab 电子天平(如图 1-2-2 所示)操作步骤如下。

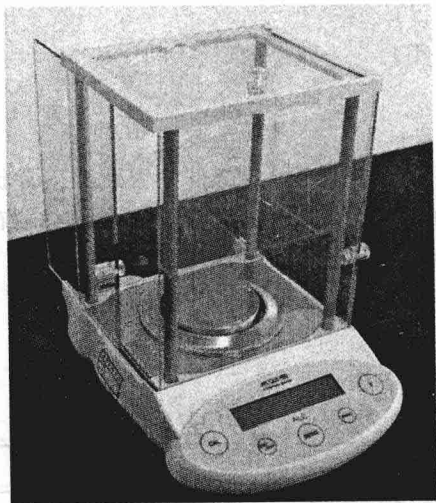


图 1-2-2 Acculab 电子天平

(1) 准备 检查天平的水平(每次变换天平位置后,都要重新对天平进行水平调节),电子天平在初次接通电源或长时间断电之后,至少需要预热 30 min,只有这样才能达到所需要的工作温度。

(2) 接通天平 按[ON/OFF]键,完成自检。

(3) 天平清零 按[ZERO]键。

(4) 基本称量 将被称量物放在称量盘中间,待天平稳定后读数。

(5) 关闭天平 按[ON/OFF]键。

本实验采用减重称量法称量两份试样。先要准确称出称量瓶与称量物的总质量 m_1 ,称量瓶拿法如图 1-2-3 所示。要求 2~3 次倾出 0.4~0.6 g 称量物于干燥的小烧



杯中(见图 1-2-4)。然后再称出称量瓶与剩余的称量物的质量 m_2 , 计算称出的称量物质量 $m(m=m_1-m_2)$ 。



图 1-2-3 称量瓶拿法

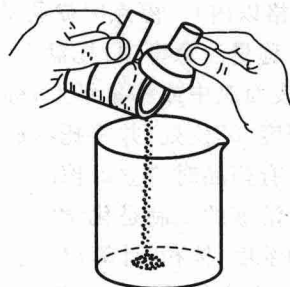


图 1-2-4 从称量瓶中倾出试样

三 实验仪器与试剂

1. 仪器

托盘天平, 电子天平, 小烧杯(50 mL), 称量瓶。

2. 试剂

硅胶 G(供称量练习用)。

四 实验步骤

(1) 检查天平的水平与清洁情况、各部件是否处于正常状态, 调节天平零点。

(2) 取一只装有试样的称量瓶, 用减重称量法准确称取硅胶 G 试样两份, 每份约 0.5 g, 分别置于两个小烧杯中。

五 实验记录与结果处理

实验数据记录在表 1-2-1 中。

表 1-2-1 物质的称量实验数据

实验次数	I	II
(硅胶 G+称量瓶)初重/g	m_1	m_1'
(硅胶 G+称量瓶)末重/g	m_2	m_2'
倒出的硅胶 G 重/g		

六 注意事项

(1) 称量范围一般控制在相对误差为 $\pm 10\%$ 以内。

(2) 被称量物品不得用手直接接触, 也不能直接放在台面上。

(3) 称量结束后, 应在“天平使用登记本”上登记。

(王蓓)