

全国中等卫生职业教育任务引领型规划教材

● WUJI YU FENXI HUAXUE JICHU ●

供中等卫生职业教育药剂专业用

无机与分析化学 基础

主编 ● 冯 军

全国中等卫生职业教育任务引领型规划教材

供中等卫生职业教育药剂专业用

无机与分析化学基础

主 编 冯 军(定西市卫生学校)

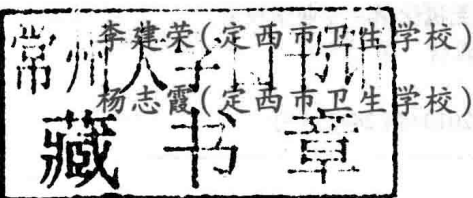
副主编 田永峰(定西市卫生学校)

沈 源(甘肃省中医学校)

编 者 (按姓氏笔画排序)

许 强(酒泉市卫生学校)

李宏伟(定西市卫生学校)



军事医学科学出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本教材的内容分为无机化学和分析化学两大部分。前者主要讨论无机化学的基本原理和概念,包括溶液、化学平衡、化学反应速率、物质结构和性质的关系等;后者主要讨论分析物质组成所涉及的基本理论、计算方法和相关技术,主要包含滴定分析法、电位法、分光光度法、色谱法等内容。这些内容中有些将在医学药学工作中直接应用,有些则是后续课程的必要基础知识。本教材力图引领教学模式改变;打破理论教学与实践内容相互分离的局面,实现工学一体;让学生能够在学习中学会解决实际工作问题的思维方法,为社会培养工作岗位需要的技术应用型人才。

图书在版编目(CIP)数据

无机与分析化学基础/冯军主编.

—北京:军事医学科学出版社,2011.1

全国中等卫生职业教育任务引领型规划教材

ISBN 978-7-80245-639-6

I. ①无… II. ①冯… III. ①无机化学—专业学校—
教材 ②分析化学—专业学校—教材 IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 244233 号

出 版:军事医学科学出版社

地 址:北京市海淀区太平路 27 号

邮 编:100850

联系电话:发行部:(010)66931051,66931049,63827166

编辑部:(010)66931039,66931127,66931038

86702759,86703183

传 真:(010)63801284

网 址:<http://www.mmsp.cn>

印 装:北京冶金大业印刷有限公司

发 行:新华书店

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15(彩 1 页)

字 数:366 千字

版 次:2011 年 4 月第 1 版

印 次:2011 年 4 月第 1 次

定 价:30.00 元

本社图书凡缺、损、倒、脱页者,本社发行部负责调换

全国中等卫生职业教育任务 引领型规划教材建设委员会

主任委员 王筱亭

副主任委员 毛春燕 李 召

委 员 (以姓氏笔画为序)

王 红 王天峰 王生云 毛如君

毛春燕 孔六霖 吉新田 孙忠生

李 召 李小龙 张小汉 陈碧强

赵苏静 袁 宁 徐龙海 黄万林

序 FOREWORD

职业教育是面向人人、面向整个社会的教育,其根本目的是让受教育者学会一定的技能和本领,为就业打下基础,成为有用之才。近年来,在党中央国务院的高度重视、正确领导和大力推动下,中等职业教育围绕国家经济社会发展需求,在服务中深化改革、在贡献中加快发展,取得了历史性的成就,为各行各业培养了大批高素质的劳动者和技能型人才。

随着我国医疗卫生服务体系改革的深入推进,城乡医疗卫生基础条件得到了较大改善,同时对医疗卫生从业人员的业务素质也提出了更高的要求。中等卫生职业教育必须紧跟当前各级各类医疗卫生机构对专业技术人员的需求,深入贯彻从传统的“学科系统型”向“任务引领型”的教学改革,积极调整专业和课程设置,不断满足新时期卫生岗位对各类专业技术人员的实际需要。

为了展示中职卫生学校教学改革理论成果,丰富教材品种,为中职中专教学提供更多选择,军事医学科学出版社特组织全国多家中等卫生职业教育学校教师及中职中专教育专家编写了本套教材。教材打破了长期以来理论教学内容与实践内容二元分离的格局,坚持“贴近实际、关注需求、注重实践、突出特色”的基本原则,以学生认知规律为导向,以培养目标为依据,以现行的教学计划和教学大纲为纲领,结合国家职业资格考试的“考点”,根据新时期卫生岗位的实际需求,体现“实用为本,够用为度”的特点,注重思想性、科学性、先进性、启发性和适用性相结合,形成“学—做—练”一体化的中等卫生职业教育的教材体系。

本套教材具有以下特点:

1. 贴近实际。中职中专学生的实际情况是:年龄较小(多在15~19岁),文化底子较薄。本套教材降低了教学难度,对于术语和概念尽量举例说明,对于涉及到的其他学科的基础知识也以知识链接的方式加以介绍,版面设计形式活泼,符合本年龄段学生的审美要求。

2. 关注需求。中职中专学生毕业后要直接走上工作岗位。本套教材在编写过程中广泛征求了社会用工单位的需求,根据他们的需要增删了教学内容。

3. 注重实践。本套教材引入场景式教学,把实际操作的用具作为真实的教学素材,让学生扮演各种现实角色,按照实际工作流程进行实践,通过学做一体的方式,来增强学生的学习兴趣,锻炼他们的实际技能。

4. 突出特色。本套教材突出了任务引领型教学的特色,从体例设置入手引入典型目标任务案例,构造与中职学生理解能力相适应的任务学习场景,增设目标任务、拟订计划、实施计划、结果评定等环节,其中“拟订计划”、“实施计划”等环节侧重以学生自主完成为主,教师指导为辅,为学生留下了足够的发挥空间。

本套教材的编写贯穿了“一条主线”,突出了“两个特点”,建构了“三个模块”。一条主线:即任务引领,以医药行业的实际工作任务引领知识、技能、态度,让学生在完成实际工作任务的过程中学习相关知识,提升学生综合职业能力。两个特点:与医药卫生岗位对接、与国家职业资格证书考试对接。三个模块:目标与任务、理论与实践、达标与评价。

本套教材的编写凝聚着参编人员的辛勤和努力,希望本套教材的出版能够为提高我国中等卫生职业教育水平作出贡献!

王筱亭

2011年1月

前言 PREFACE

为了适应 21 世纪中等卫生职业教育的改革,培养学生的综合职业能力及科学素养,在军事医学科学出版社的组织下,我们在总结多年教学经验的基础上编写了以任务引领型为导向的《无机与分析化学基础》。本教材主要供中等卫生职业学校药剂专业使用,也可作为检验专业参考使用以及作为医疗卫生技术人员岗位培训的辅导教材。

《无机与分析化学基础》以任务为中心,引领知识、技能和态度,让学生在完成工作任务的过程中再学习相关理论知识,发展学生的综合职业能力,达到提高学生应用能力和综合素质的目标。

教材力图引领教学模式改变;打破理论与实践教学内容相互分离的问题,实现工学一体;让学生能够在学习中学会解决实际工作问题的思维方法;让学生学会终身学习,为社会培养工作岗位需求的技术应用型人才。

全书包含无机化学和分析化学两部分内容,其中无机化学重点介绍了基础理论知识,分析化学介绍了有关物质组成的分析方法及相关基础知识。

教材在编写过程中,坚持贴近实际、关注需求、注重实践、突出特色。

本书在编写时参考了部分教材和有关著作,从中借鉴了许多有益的内容,在此向有关的作者和出版社一并致谢。

书中存在的错误与不妥之处,恳请专家和读者批评指正。

冯 军
2010 年 12 月

目 录 CONTENTS

第一章 绪论	(1)
第一节 化学的研究对象	(1)
第二节 化学与医学药学的关系	(2)
第三节 无机化学与分析化学的内容和学习方法	(2)
第二章 溶液	(3)
第一节 分散系	(3)
一、分子或离子分散系	(3)
二、胶体分散系	(4)
三、粗分散系	(4)
第二节 物质的量	(4)
一、物质的量及其单位	(4)
二、摩尔质量及其有关计算	(6)
第三节 溶液的浓度	(8)
一、溶液浓度的表示方法	(8)
二、溶液浓度的换算	(11)
第三章 物质结构	(15)
第一节 原子结构	(15)
一、原子结构	(15)
二、原子核外的电子排布	(16)
三、同位素	(18)
第二节 元素周期律与元素周期表	(19)
一、元素周期律	(19)
二、元素周期表	(21)
第三节 化学键	(23)
一、离子键	(23)
二、共价键	(24)

第四章 化学反应的快慢和程度	(30)
第一节 化学反应速率及影响因素	(31)
一、化学反应速率的概念	(31)
二、影响化学反应速率的因素	(32)
第二节 化学平衡	(34)
一、化学平衡	(34)
二、化学平衡的移动	(35)
实践1 化学反应速率和化学平衡	(39)
第五章 电解质溶液	(44)
第一节 电解质平衡	(45)
一、强电解质和弱电解质	(45)
二、弱电解质的电离平衡	(45)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(47)
一、水的电离	(47)
二、溶液的酸碱性和 pH 值	(47)
第三节 离子反应和盐类的水解	(49)
一、离子反应和离子方程式	(49)
二、离子反应发生的条件	(49)
三、盐类的水解	(50)
第四节 缓冲溶液	(52)
一、缓冲溶液和缓冲作用	(52)
二、缓冲溶液的组成	(52)
三、缓冲作用原理	(52)
实践2 电解质溶液和缓冲溶液	(53)
第六章 分析化学概述	(59)
一、分析化学的任务	(59)
二、分析方法的分类	(60)
三、分析过程和步骤	(61)
第七章 定性分析简介	(63)
一、定性分析反应的条件	(63)
二、反应的灵敏性和选择性	(64)

三、分别分析和系统分析	(65)
四、常见阳离子和阴离子的特效鉴定反应	(66)
实践3 利用特效反应鉴定已知阳离子和阴离子	(69)
第八章 误差和分析数据的处理	(72)
第一节 测量值的准确度和精密度	(72)
一、准确度和精密度	(72)
二、系统误差和偶然误差	(75)
三、提高分析结果准确度的方法	(76)
第二节 有效数字及其运算规则	(76)
一、有效数字	(76)
二、有效数字的运算规则	(77)
三、有效数字在分析化学实验中的应用	(78)
第九章 滴定分析法概论	(81)
第一节 概述	(81)
一、滴定分析法的特点	(81)
二、滴定反应的条件	(82)
三、滴定分析法的分类	(82)
第二节 滴定液	(83)
一、滴定液及其浓度表示方法	(83)
二、滴定液的配制和标定方法	(84)
第三节 滴定分析的计算	(85)
一、滴定分析的计算依据	(85)
二、滴定分析的计算实例	(85)
第四节 滴定分析常用仪器	(87)
一、滴定管	(87)
二、移液管	(90)
三、容量瓶	(91)
实践4 滴定分析仪器的洗涤和使用练习	(92)
第十章 酸碱滴定法	(100)
第一节 概述	(100)
第二节 酸碱指示剂	(101)
一、指示剂的变色原理	(101)

二、指示剂的变色范围	(101)
三、影响指示剂变色的因素	(102)
第三节 酸碱滴定曲线和指示剂的选择	(103)
一、强碱强酸的滴定	(103)
二、强碱滴定弱酸	(105)
三、强酸滴定弱碱	(107)
第四节 酸碱滴定液的配制和标定	(108)
一、0.1 mol/L NaOH 标准溶液的配制和标定	(108)
二、0.1 mol/L HCl 标准溶液的配制和标定	(108)
第五节 酸碱滴定法的应用示例	(109)
一、食醋中总酸量的测定	(109)
二、乙酰水杨酸的含量测定	(109)
实践5 酸碱标准溶液的配制及标定	(110)
实践6 药用硼砂含量的测定	(111)
实践7 食醋总酸量的测定	(112)
第十一章 沉淀滴定法	(116)
第一节 概述	(116)
第二节 铬酸钾指示剂法	(117)
一、铬酸钾指示剂法	(117)
二、硝酸银滴定液的配制和标定	(117)
第三节 吸附指示剂法	(118)
一、吸附指示剂法的原理	(118)
二、吸附指示剂法的条件	(119)
第四节 应用与示例	(119)
实践8 氯化钠样品的含量测定	(120)
第十二章 配位滴定法	(123)
第一节 配位化合物	(123)
一、配位化合物的概念	(123)
二、配位化合物的组成	(124)
三、配合物的命名	(125)
四、配位平衡	(125)
第二节 配位滴定法概述	(126)
一、氨羧配位剂	(126)

二、金属指示剂	(129)
第三节 EDTA 滴定液的配制与标定	(131)
一、0.05 mol/L EDTA 滴定液的配制	(131)
二、0.05 mol/L EDTA 滴定液的标定	(132)
第四节 EDTA 滴定法的应用与示例	(132)
一、水的总硬度及 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量测定	(132)
二、氯化钙注射液含量的测定	(132)
实践9 水的总硬度和 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量的测定	(133)
第十三章 氧化还原滴定法	(138)
第一节 氧化还原反应	(138)
一、氧化还原反应	(138)
二、氧化剂和还原剂	(140)
三、医药上几种常用的氧化剂和还原剂	(141)
第二节 概述	(142)
一、氧化还原滴定法的原理	(142)
二、氧化还原滴定法的分类	(142)
三、滴定法应用氧化还原反应的要求	(143)
四、指示氧化还原滴定终点的常用指示剂	(143)
第三节 高锰酸钾法	(143)
一、原理	(143)
二、滴定液的配制和标定	(144)
三、应用示例	(144)
第四节 碘量法	(145)
一、直接碘量法	(145)
二、间接碘量法	(145)
三、碘量法的指示剂	(145)
四、滴定液的配制与标定	(146)
五、应用与示例	(147)
第五节 亚硝酸钠法	(148)
一、概述	(148)
二、指示终点的方法	(148)
三、亚硝酸钠滴定液的配制与标定	(149)
四、应用与示例	(149)
实践10 高锰酸钾法测定硫酸亚铁含量	(149)

实践 11 硫酸铜含量测定	(150)
第十四章 电位法	(154)
第一节 概述	(154)
第二节 电位法测定溶液的 pH 值	(155)
一、参比电极和指示电极	(155)
二、测定原理	(158)
三、酸度计	(159)
第三节 电位滴定法	(160)
一、基本原理及特点	(160)
二、电位滴定法确定终点的方法	(160)
三、电位滴定法的应用	(162)
第四节 永停滴定法	(163)
一、原理	(163)
二、永停滴定法的应用	(164)
实践 12 测定饮用水或中药煎剂的 pH 值	(165)
第十五章 紫外 - 可见分光光度法	(169)
第一节 概述	(169)
第二节 基本原理	(170)
一、光的本质与颜色	(170)
二、光的吸收定律	(171)
第三节 紫外 - 可见分光光度计	(174)
一、基本部件	(174)
二、常见分光光度计	(176)
第四节 定性和定量方法	(178)
一、定性方法	(178)
二、定量方法	(179)
实践 13 高锰酸钾溶液吸收曲线的测绘	(182)
实践 14 高锰酸钾溶液浓度的测定(分光光度法)	(183)
第十六章 色谱法	(189)
第一节 概述	(189)
第二节 色谱法的原理和分类	(190)
一、色谱过程	(190)

二、色谱法的分类	(191)
第三节 柱色谱法	(191)
一、概述	(191)
二、应用	(195)
第四节 薄层色谱法	(195)
一、概述	(195)
二、应用	(198)
第五节 其他色谱法简介	(199)
一、气相色谱法	(199)
二、高效液相色谱法	(199)
实践 15 两种混合染料的薄层色谱分离	(200)
附录一 常用单位及其换算	(205)
附录二 常见化合物的相对分子质量	(207)
附录三 部分弱酸弱碱的电离常数	(209)
附录四 常用 pH 缓冲溶液的配制	(210)
附录五 标准电极电势表(298.15 K)	(211)
附录六 常用试剂的配制	(214)
附录七 元素周期表	(217)
达标与评价参考答案	(219)

>> 第一章 绪论



目标与任务

◎ 目标

1. 掌握无机化学与分析化学的任务和作用。
2. 了解无机与分析化学和药学的关系。
3. 总结并优化无机与分析化学的学习方法。

◎ 任务

知道无机与分析化学课程在药学专业承担的任务和发挥的作用,为今后专业课程的学习奠定良好的基础。



第一节 化学的研究对象

化学研究的内容非常丰富,随着人们对化学运动形式认识的逐渐加深,到 20 世纪初,化学形成了以下四大分支学科:

无机化学:研究除碳元素以外的其他所有元素及其化合物和相应基础知识、理论的学科。

有机化学:研究碳氢化合物及其衍生物的学科。

分析化学:研究物质成分的测定方法和原理的学科。

物理化学:运用物理学的原理和实验方法研究物质化学变化基本规律的学科。

化学与其他学科之间相互渗透,相互融合;化学学科内部各分支学科之间既相互交叉,又不断形成许多新的边缘学科和应用学科,如生物化学、环境化学、食品化学、药物化学、结构化学和海洋化学等。从 20 世纪后期起,化学进入了一个崭新的发展阶段,主要表现为:从描述性的科学向推理性的科学过渡,从静态向动态,从定性向定量发展,从宏观向微观深入。化学的发展必将对诸如生命科学、环境保护、新型药物开发、能源开发和新材料的合成等世人瞩目的重大课题研究起到不可估量的作用。

第二节 化学与医学药学的关系

早在 16 世纪,欧洲化学家就提出要为医治疾病制造药物。1800 年,英国化学家 Davy 发现了一氧化二氮的麻醉作用,后来乙醚、普鲁卡因等更加有效的麻醉药物被发现,使无痛外科手术成为可能。1932 年,德国科学家 Domagk 发现一种偶氮磺胺染料可治愈细菌性败血症。此后,化学家制备了许多新型的磺胺类药物,并开创了今天的抗生素领域。因此,医学和药学的发展与化学密切相关。

现代医学和药学与化学的关系更为密切。医学是研究人体正常的生理现象和病理现象、寻求防病治病的方法、保障人类健康的科学。人体内许多生理现象和病理现象,如消化、吸收、呼吸和排泄等都包含着复杂的化学变化。人体所需的基本营养物质是糖、蛋白质和脂肪等,这些物质在体内的代谢也同样遵循化学的基本原理和规律。因此,必须掌握一定的化学知识,才能更好地研究生命活动的规律,从而深入了解生理和病理现象的实质。

在疾病的诊断和治疗过程中,需要进行化验和使用药物,这也与化学密切相关。例如,临床检验常需要利用化学方法进行一系列的分析,测定血和尿等生物标本中某些成分的含量,以帮助正确诊断疾病。治疗疾病时所用的药物,其化学结构、化学性质以及纯度等直接影响药理作用和毒副作用;药物间的配伍也与其化学性质密切相关,要正确合理用药,必须掌握有关的化学知识。

第三节 无机化学与分析化学的内容和学习方法

由于医学和药学与化学密切相关,世界各国在医学药学教育中都把化学作为重要的基础课。无机与分析化学基础课程的任务是使学生获得学习医学药学所必需掌握的无机化学与分析化学的基本理论、基本知识和基本技能。

本课程的内容分为无机化学和分析化学两大部分。前者主要讨论无机化学的基本原理和概念,包括溶液、化学平衡、化学反应速率、物质结构和性质的关系等;后者主要讨论分析物质组成所涉及的基本理论、计算方法和相关技术,主要包含滴定分析法、电位法、分光光度法和色谱法等内容。这些内容中有些将在医学药学工作中直接应用,有些则是学习后续课程的必要基础知识。

无机与分析化学的特点是理论性较强,涉及的概念较多。因此在学习过程中要着重理解并掌握基本概念和有关计算。学习中要注意对有关内容进行分析、比较、归纳和综合,从中找出共性和差异。应在理解的基础上力求融会贯通,要学会利用各种参考资料,运用所掌握的理论 and 知识去分析和解决实际问题。

无机与分析化学是以实验为基础的学科,许多化学定律都是在实验的基础上提出的。通过实验不仅可以加深理解、巩固所学到的基本理论和知识,而且还可以训练有关的实验基本操作和技能,培养独立工作的能力、严谨的科学态度和科学的思维方法。因此,必须重视实验课。

(冯 军)

>> 第二章 溶 液



目标与任务

◎ 目标

1. 了解分散系的分类和特点。
2. 掌握物质的量、摩尔质量及其单位,掌握物质的量和物质质量间的计算。
3. 掌握溶液浓度的表示方法,并熟练进行其基本计算和换算。

◎ 任务

学会医学上常用的物质的量浓度、质量浓度、质量分数和体积分数的表示。



理论与实践

第一节 分散系

一种或几种物质以细小粒子分散(散布或分布)在另一种物质里所形成的体系称为分散系。其中被分散的物质称为分散相(分散质),分散系中容纳分散质的物质称为分散介质(分散剂)。例如,消毒用的碘酊就是碘分散在乙醇中形成的分散系,其中碘是分散相,乙醇是分散介质。

不同分散系中分散相粒子的大小不一样,根据分散相粒子的大小不同,将分散系分为三种类型:分子或离子分散系、胶体分散系和粗分散系。

一、分子或离子分散系

分散相粒子直径小于 1 nm ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的分散系称为分子或离子分散系,又称为真溶液,简称溶液。通常把溶液中的分散相称为溶质,把分散介质称为溶剂。水是一种最常用的溶剂。

分子或离子分散系中分散相粒子为单个的分子或离子。由于分散相粒子小,因而它们能透过滤纸和半透膜,能让光线通过,分散相和分散介质之间也不存在界面,是一类均匀、稳定、透明的分散系。