



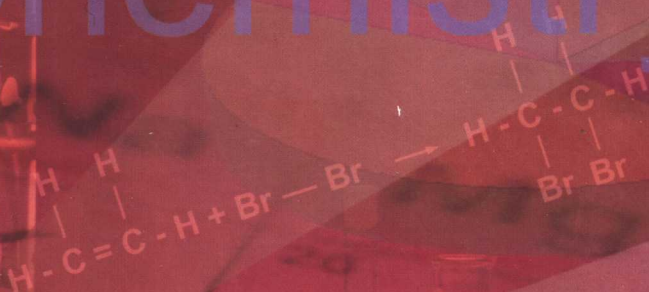
高等职业教育人才培养创新教材出版工程

高职高专基础课教材系列

无机与分析化学

■ 主编 黄秀锦

Chemistry



科学出版社
www.sciencep.com

●高等职业教育人才培养创新教材出版工程

高职高专基础课教材系列

无机与分析化学

主 编 黄秀锦

副主编 宁 波 寇玉泉

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要包括:绪论、化学计量、误差与数据处理、物质及其变化、化学反应速率和化学平衡、酸碱平衡及其在分析中的应用、原子结构、分子结构和元素周期律、常用元素及其重要化合物、仪器分析法简介、化学中常用的分离方法、一般无机化合物的制备及定量分析步骤等。教材内容循序渐进、重点突出,每章后附有相当数量的思考题和习题,便于教学使用,也有助于学生能力的培养。

本书可供高职高专类院校的食品工程、生物工程、农产品加工及相关轻化工类专业的学生使用,也可作为有关企业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

无机与分析化学/黄秀锦主编. —北京:科学出版社,2004

高等职业教育人才培养创新教材出版工程·高职高专基础课教材系列

ISBN 7-03-013771-X

I. 无… II. 黄… III. ①无机化学-高等学校:技术学校-教材 ②分析化学-高等学校:技术学校-教材 IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 062983 号

责任编辑:沈力匀 / 责任校对:鲁 素

责任印制:安春生 / 封面设计:王凌波

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年9月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004年9月第一次印刷 印张:22 1/2

印数:1—3 500 字数:426 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《高等职业教育人才培养创新教材》 出版工程说明

一、特色与创新

随着高等教育改革的进一步深化,我国高等职业教育事业迅速发展,办学规模不断扩大,办学思路日益明确,办学形式日趋多样化,取得了显著的办学效益和社会效益。

毋庸置疑,目前已经出版的一批高等职业教育教材在主导教学方向、稳定教学秩序、提高教学质量方面起到了很好的作用。但是,有关专家也诚恳地指出,目前高等职业教育教材出版中还存在一些问题,主要是:教材建设仍然是以学校的选择为依据、以方便教师授课为标准、以理论知识为主体、以单一纸质材料为教学内容的承载方式,没有从根本上体现以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育观念。

经过细致的调研,科学出版社和中国高等职业技术教育研究会共同启动了“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”。在教材出版过程中,力求突出以下特色:

(1) 理念创新:秉承“教学改革与学科创新引路,科技进步与教材创新同步”的理念,根据新时代对高等职业教育人才的需求,策划出版一系列体现教学改革最新理念,内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

(2) 方法创新:摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法,专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位(群)所需的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上,引进国外先进的课程开发方法,以确保符合职业教育的特色。

(3) 特色创新:加大实训教材的开发力度,填补空白,突出热点,积极开发紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材,提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持,方便教师教学与学生学习。对于部分专业,组织编写“双证教材”,注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

(4) 内容创新:在教材的编写过程中,力求反映知识更新和科技发展的最新动态。将新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中来,更能体现高职教育专业设置紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。

二、精品与奉献

“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”的启动，得到了教育部高等教育司高职高专处领导的认可，吸引了一批职业教育和高等教育领域的权威专家积极参与，共同打造精品教材。其实施的过程可以总结为：教育部门支持、权威专家指导、一流学校参与、学术研究推动。

国内的高等职业教育院校特别是北京联合大学、天津职业大学以及中国高等职业技术教育研究会的其他副会长、常务理事、理事单位等积极参加本教材出版工程，提供了先进的教学经验，在此基础上出版一大批特色教材。

在教材的编写过程中，得到了许多相关部委、行业协会的支持，对教材的推广起到促进作用。

先进的理念、科学的方法、有力的支持，必然导致精品的诞生。“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”主要包括高职高专层次的基础课、公共课教材；各类紧缺专业、热门专业教材；实训教材、引进教材等特色教材；还包含部分应用型本科层次的教材。根据我们的规划，下列教材即将与读者见面：

（一）高职高专基础课、公共课教材

（1）基础课教材系列

（2）公共选修课教材系列

（二）高职高专专业课教材

（1）紧缺专业教材

- 软件类专业系列教材
- 数控技术专业教材
- 汽车类专业教材

.....

（2）热门专业教材

- 电子信息类专业教材
- 交通运输类专业教材
- 财经类专业教材
- 旅游类专业教材
- 生物技术类专业教材
- 食品类专业教材
- 精细化工类专业教材
- 广告类专业教材
- 艺术设计类专业教材

.....

(三) 高职高专特色教材

—— 高职高专院校实训教材

—— 国外职业教育优秀教材

.....

(四) 应用型本科教材系列

欢迎广大教师、学生在使用中提出宝贵意见，以便我们改进教材出版工作、提高质量。

中国高等职业技术教育研究会

科 学 · 出 版 社

前 言

本书根据高等职业教育技术应用型人才的培养目标,参照相关行业的职业技能鉴定标准,在突出基本理论和方法的同时以应用为目的,把无机化学与分析化学有关内容有机地糅合在一起编写而成。教材编写体现“必须、够用”的原则,内容取舍符合“加强基础、重视应用”的精神。教材内容循序渐进,重点突出;每章后附有相当数量的思考题和习题,便于教学使用,也有助于学生能力的培养。本书可供高职高专类院校的食品工程、生物工程、农产品加工及相关轻化工类专业的学生使用,也可作为有关企业技术人员的参考用书。

本书由江苏食品职业技术学院黄秀锦任主编,长春职业技术学院宁波、山西综合职业技术学院寇玉泉任副主编。参加编写的人员还有:江苏食品职业技术学院谭佩毅、江苏电大宜兴学院卢益中、山西综合职业技术学院张晓理、四川工商职业技术学院卿富安、河南漯河职业技术学院石晓。

本书在编写过程中,得到了全国轻工职业教育食品专业教学指导委员会、中国高等职业技术教育研究会的悉心指导,科学出版社的大力支持和有关院校领导以及工作人员的大力支持和热情帮助,谨在此表示衷心感谢。

在本书的编写过程中,参考了许多文献资料,其中网上的资料,难以一一鸣谢作者,在此一并感谢。由于编者的水平有限,书中错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 化学研究的对象与内容	(1)
1.2 无机与分析化学课程的基本内容和任务	(4)
1.3 无机与分析化学课程的学习要求	(5)
第 2 章 化学计量、误差与数据处理	(7)
2.1 化学中的计量与化学基本计算	(7)
2.2 定量分析中的误差	(12)
2.3 定量分析结果的数据处理	(16)
第 3 章 物质及其变化	(22)
3.1 物质的聚集状态	(22)
3.2 化学反应中的质量关系和能量关系	(28)
第 4 章 化学反应速率和化学平衡	(37)
4.1 化学反应速率	(37)
4.2 化学平衡	(42)
4.3 化学平衡的移动	(47)
第 5 章 酸碱平衡及其在分析中的应用	(55)
5.1 酸碱质子理论与酸碱平衡	(55)
5.2 酸碱平衡的移动	(58)
5.3 酸碱平衡体系中有关组分浓度的计算	(60)
5.4 溶液酸度的计算	(63)
5.5 溶液酸度的控制与检测	(67)
5.6 酸碱滴定法	(73)

第 6 章 沉淀和溶解平衡及其在分析中的应用	(85)
6.1 难溶电解质的溶度积	(85)
6.2 沉淀的形成与沉淀的条件	(90)
6.3 影响沉淀纯净的因素	(93)
6.4 沉淀和溶解平衡的分析应用	(95)
第 7 章 原子结构和元素周期系	(106)
7.1 原子核外电子的运动状态	(106)
7.2 原子核外电子的排布和元素周期系	(113)
7.3 元素基本性质的周期性	(119)
第 8 章 分子结构和晶体结构	(126)
8.1 离子键和离子晶体	(126)
8.2 共价键理论	(129)
8.3 分子间作用力和氢键	(136)
8.4 非离子型晶体	(141)
8.5 离子极化	(145)
第 9 章 氧化还原平衡及其在分析中的应用	(152)
9.1 氧化还原反应的基本概念	(152)
9.2 电极电位	(157)
9.3 电极电位的应用	(164)
9.4 氧化还原反应的速率及影响因素	(166)
9.5 氧化还原滴定法	(168)
9.6 常用氧化还原滴定法	(173)
第 10 章 配位平衡及其在分析中的应用	(184)
10.1 配合物的基本概念	(184)
10.2 配位化合物的结构	(188)
10.3 配位平衡	(191)

10.4	配位滴定法	(196)
第 11 章	s 区元素	(215)
11.1	氢	(215)
11.2	碱金属和碱土金属元素的通性	(217)
11.3	碱金属和碱土金属元素及其重要化合物	(218)
第 12 章	p 区元素及其重要化合物	(227)
12.1	卤族元素	(227)
12.2	氧族元素	(231)
12.3	氮族元素	(236)
12.4	碳族元素	(243)
12.5	硼族元素	(249)
第 13 章	ds 区、d 区元素及其重要化合物	(256)
13.1	ds 区元素	(256)
13.2	d 区元素	(263)
第 14 章	仪器分析法	(277)
14.1	仪器分析方法概述	(277)
14.2	吸光光度法	(278)
14.3	电位分析法	(288)
14.4	气相色谱法	(293)
14.5	原子吸收分光光度法	(300)
第 15 章	化学中常用的分离方法	(308)
15.1	沉淀分离法	(308)
15.2	溶剂萃取分离法	(312)
15.3	层析分离法	(317)
15.4	离子交换法	(319)
15.5	挥发和蒸馏分离法	(322)

第 16 章 一般无机化合物的制备及定量分析步骤	(324)
16.1 一般无机化合物的制备	(324)
16.2 一般物质的分析步骤	(326)
参考文献	(334)
附 录	(335)
表 1 常见物质的标准生成焓 $\Delta_f H_m^\ominus$	(335)
表 2 酸、碱的离解常数	(336)
表 3 溶度积常数	(337)
表 4 标准电极电位表	(338)
表 5 某些氧化还原电对的条件电极电位	(341)
表 6 金属配合物的稳定常数	(342)
表 7 金属离子与氨羧配位剂形成的螯合物的稳定常数	(344)
表 8 相对原子质量表	(345)
表 9 常见化合物的相对分子质量	(346)
元素周期表	(348)

第 1 章

绪 论

1.1 化学研究的对象与内容

1.1.1 化学研究的对象与内容

人类在长期的生活和实践中，积累了许多有关物质的组成及其变化的知识，并在应用和科学实验中不断发展，逐步形成了现代自然学科——化学。

与其它自然科学一样，化学也是把物质及其运动属性作为它的研究对象和内容。它是在分子、原子或离子等层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门科学。它既涉及存在于自然界的物质（如空气中的气体、海洋里的水和盐、动植物体内的化学成分），又涉及由化学家创造的新物质；它既研究自然界的变化（如因闪电而着火的树木，生命过程中的化学变化），又研究那些由化学家发明创造的新变化。简言之，化学是研究物质变化的科学。

化学作为人类认识和改造物质世界的主要方法和重要手段，是当代科学技术和人类物质文明迅猛发展的基础和动力，它既是一门中心的、实用的和创造性的科学，又是一门历史悠久而又生机勃勃的科学。化学的成就是社会文明的重要标志。从开始用火的原始社会到使用各种人造物质的现代社会，人类都在享用化学成果。今天，化学已发展成为材料科学、生命科学、环境科学和能源科学的重要基础，成为推进现代社会文明和科学技术进步的重要力量，并正在为解决人类面临的资源、能源、环境和粮食、健康等严峻问题做出积极的贡献。

1.1.2 化学变化的基本特征

化学研究的内容是物质的化学变化，化学变化具有如下基本特征。

1. 化学变化是“质变”

在化学变化过程中，参加反应的物质原有的化学键被破坏，而重组为新的化学键，生成了新的物质，所以说化学变化是“质变”。

2. 化学变化是“定量的”变化

在化学变化过程中参加反应的元素种类不会变化，变化的是原子核外电子的

运动状态。由于参加反应的各元素的原子核和核外电子的总数不变,所以化学变化前后反应体系中物质的总质量不变,服从质量守恒定律,这是组成化学反应方程式和进行化学计算时的依据。

3. 化学变化中伴随着能量的变化

在化学反应中,拆散化学键需要吸收能量,形成化学键则放出能量,由于各种化学键的键能不同,所以当化学键改组时,必然伴随有体系和环境之间的能量交换,服从能量守恒定律。

1.1.3 化学的分支学科

化学在发展过程中,依照所研究的分子类别和研究手段、目的、任务的不同,产生出不同的分类方法。在 20 世纪 20 年代以前,化学传统地分为无机化学、有机化学、物理化学和分析化学四个分支。20 世纪 20 年代以后,由于各学科的深入发展和学科间的相互渗透,形成许多跨学科的新的研究领域。根据当今化学学科的发展以及它与其它学科相互渗透的情况,化学可做如下分类。

1. 无机化学

无机化学是研究无机物质的组成、性质、结构和反应的科学,它是化学中最古老的分支学科,是化学的基础。无机物质包括所有元素的单质和非碳氢结构的化合物。其研究内容主要包括元素化学、无机合成化学、无机固体化学、配位化学、生物无机化学、无机材料化学等。无机化学与其它学科结合而形成了很多新兴研究领域。无机化学的发展趋向主要是新型化合物的合成和应用以及新研究领域的开辟和建立。

2. 有机化学

有机化学是研究有机物的来源、制备、结构、性质、应用以及相关理论的科学。有机物主要是指碳氢化合物及其衍生物,所以有机化学又称碳化合物的化学。其研究内容主要包括天然有机化学、有机合成化学、金属和非金属有机化学、物理有机化学、生物有机化学、有机分析化学。有机化学在生命科学、材料科学和环境科学的发展中起着越来越重要的作用。有机化学中的分子识别、分子设计、自组装等概念正在渗透到各个领域;新型功能物质的发现、创造和利用(如材料、药物和农药等),使有机化学在满足人类的需求方面做出了重要的贡献;选择性反应尤其是不对称合成,已成为有机合成研究的热点和前沿领域;绿色有机合成化学正成为未来化学的一个重要的内容,将为 21 世纪人类幸福生活做出独特的贡献。

3. 分析化学

分析化学是化学学科的一个重要分支,它是研究物质的化学组成和结构信息的测定方法及相关理论的一门科学。分析化学以化学基本理论和实验技术为基础,并吸收物理、生物、统计、电子计算机、自动化等方面的知识以充实本身的内容,从而解决科学、技术所提出的各种分析问题。分析化学的方法主要包括化学分析、仪器分析和新技术分析。化学分析是指利用化学反应和它的计量关系来确定被测物质的组成和含量的一类分析方法。仪器分析和新技术分析是根据物质的物理性质和物理化学性质来进行物质分析的科学,测定时常需要使用比较复杂的仪器。方法各有优缺点,相辅相成。分析人员必须明确每一种方法的原理及其应用范围和优缺点,这样在解决分析问题时才能得心应手,选择最适宜的方法。一般来说,化学法准确、精密、费用少而且容易掌握。仪器法迅速,能处理大批样品,但大型仪器价格昂贵,几年后又须更新仪器。

现代分析化学的发展正处于新的变革时期,生命科学、环境科学、新材料等科学发展的要求,生物学、信息科学、计算机技术的引入,使分析化学进入了一个新的境界。分析研究对象越来越多地选择了DNA、蛋白质、手性药物和环境毒物等与生命活性相关物质。分析研究体系由简单体系转向复杂体系,分析研究方法除发展各类仪器分析手段外,开始较多地研究酶和免疫学等生物化学方法,并注意应用化学计量学对分析结果进行解析和处理。分析研究的层次上已进入单细胞、单分子水平和立体构象。分析研究区间已由主体延伸至表面、微区及形态。

分析化学有极高的实用价值,对人类的物质文明做出了重要贡献,广泛地应用于地质普查、矿产勘探、冶金、化学工业、能源、农业、医药、临床化验、环境保护、商品检验等领域。

4. 物理化学

物理化学是从化学变化与物理变化的联系入手,研究物质及其反应,以寻求化学性质与物理性质间本质联系的普遍规律的科学。其主要内容研究大致包括化学热力学(化学反应的方向和限度)、化学动力学(化学反应的速率和机理)和结构化学(物质的微观结构与宏观性质间的关系)三个方面。随着科学的迅速发展和各门学科之间的相互渗透,物理化学与物理学、无机化学、有机化学在内容上存在着难以准确划分的界限,从而不断地产生新的分支学科,例如物理有机化学、生物物理化学、化学物理等。

5. 高分子化学

高分子化学是研究高分子化合物的结构、性能、合成方法、反应机理、应用

等方面的一门新兴的综合性学科。主要包括天然高分子化学、高分子合成化学、高分子物理化学、高聚物应用、高分子物理等。目前,许多高分子材料以其优越的性能广泛用于工农业生产、社会生活和科学研究中。

另外,化学学科在其发展过程中还与其它学科交叉结合形成多种边缘学科,如生物化学、环境化学、农业化学、医学化学、材料化学、地球化学、放射化学、激光化学、计算化学、星际化学等。

1.2 无机与分析化学课程的基本内容和任务

无机与分析化学是高职高专化工、轻工及相关专业的必修的基础课,是培养与专业相关的工程技术人才的整体结构及能力结构的重要组成部分,同时也是后续专业课程的基础。它是根据高职高专人才培养的目标,本着“必须、够用”的原则,对无机化学和分析化学中的基本理论、基本知识进行优化组合而形成的一门课程。它能更好地适应高职高专教育教学改革的需要。

1.2.1 无机与分析化学课程的学习内容

1. 近代物质结构理论

研究原子结构、无机分子结构和晶体结构,了解物质的性质、化学变化与物质结构之间的关系。

2. 化学反应的基本原理

研究化学平衡以及平衡移动的一般规律,具体讨论酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡和配位平衡。

3. 元素化学

在元素周期律的基础上,研究重要元素及其化合物的结构、组成、性质的变化规律及有关应用。

4. 物质组成的分析方法及有关理论

应用平衡原理和物质的性质,确定物质的化学成分和含量。掌握一些基本的分析方法(滴定分析法、称量分析法和仪器分析的基本方法)和化学计量方法。

无机与分析化学课程的基本内容可用“结构”、“平衡”、“性质”、“应用”八个字来表达。学习无机及分析化学课程就是要理解并掌握物质结构的基础理论、化学反应的基本原理及其具体应用、元素化学的基本知识,培养运用无机与分析

化学的理论去解决一般无机与分析化学问题的能力。

1.2.2 无机与分析化学课程的任务

无机与分析化学课程组织严谨,理论及实验并重,强调逻辑思维,旨在提供完整的现代化学基本训练。通过本课程的学习,能够系统、全面、深入地了解化学的基本原理、无机化学与分析化学的基本概念、基础理论和元素的性质,并在此基础上掌握鉴定物质的化学结构和化学成分以及测定有关成分含量的方法及方法的原理。

化学处于科学探索的前沿,好像离我们很远,实际上我们也能为这一飞速发展的、我们正享用的技术做出自己的贡献。几乎任何学科研究,只要涉及到化学现象和化学变化,无机与分析化学中的基本理论、基本知识以及基本实验技能就都必须被运用到其研究工作中去。可以说,化工类、轻工类以及其它相关的工程与科学技术人才首先应该是化学师,是掌握先进的基础理论知识和具备扎实动手能力的高级专业技术人才。例如,化工新产品的研究与开发,工艺参数的确定和质量控制,新资源的开发,有害元素的测试与控制,环境保护和三废的监控与综合治理等问题都需要牢固扎实的化学基础。

1.3 无机与分析化学课程的学习要求

化学是一门自然科学,学习时,应遵循科学研究的规律,采用科学的方法和科学思维,用辩证唯物主义的观点去指导学习。具体要求如下。

1.3.1 要充分重视化学实验,逐步树立“量”的概念

化学是一门实验科学,实验在无机与分析化学中占很大的比例,是化学课程的重要组成部分,也是构筑化工人才知识、能力、素质结构的必然途径。结合实验,巩固、深入、扩大理论知识,掌握实验基本操作技能,认真记录实验现象和实验数据,逐步树立“量”的概念。在实验过程中培养重事实、贵精确、求真相、尚创新的科学精神,实事求是的科学态度以及分析问题、解决问题的能力,将理论指导下的技术,变得更加有形,更加扎实。

1.3.2 抓好各个学习环节,注意掌握重点

由于本课程内容多,课时紧,因此一定要刻苦钻研,弄清概念,力求融会贯通。具体要抓好各个学习环节。在预习的基础上,听好每节课,根据各章的教学要求,抓住重点和主线进行学习,并做到及时复习。学会运用理论去分析解决实际问题。注意知识的积累,掌握记忆的规律,让“点的记忆”汇成“线的记忆”,

切忌死记硬背。

1.3.3 培养自学能力

应充分利用图书馆、资料室，通过参阅各种参考资料，帮助自己更深刻地理解与掌握无机与分析化学课程的基本理论和基本知识。

1.3.4 学点化学史

“读史可以明智”。化学在其形成、发展过程中，有无数前辈为此付出了辛勤的劳动，做出了巨大的贡献，他们的成功经验与失败教训值得我们借鉴。在学习无机与分析化学课程时，可根据教学内容适当地学习有关的化学发展史。一方面可以帮助对所学知识的认识、理解和运用；另一方面通过了解化学前辈成功的经验和失败的教训，分析、比较各种研究方法的优劣，掌握科学分析问题的方法和规律，可以帮助我们在实际工作中少走弯路，提高工作能力，取得更高的工作效率。当然，前辈们的献身科学的精神、实事求是和严谨治学的科学态度更是我们学习的榜样。