



“十二五” 高职高专药学类专业规划教材

# 无机化学

WUJI HUAXUE

主编 李炳诗 李 峰



 河南科学技术出版社

“十二五” 高职高专药学类专业规划教材

# 无机化学

主编 李炳诗 李 峰

河南科学技术出版社

• 郑州 •

## 内 容 提 要

本书是由具有多年教学经验的一线教师以高等专科教育培养技能型人才的总体目标为依据,以“需用为准、够用为度、实用为先”为原则,精心遴选专业需要的无机化学知识编写而成的。全书共13章,包括认识无机化学、化学计量、分散系、化学热力学初步、物质结构基础、化学反应速率与化学平衡、溶液中的酸碱平衡、沉淀—溶解平衡、氧化还原反应与电极电势、配位化合物、非金属元素选述、金属元素选述、过渡元素等内容。

本书内容以基本概念、基本原理和基本方法为重点,以实际应用为知识点的连接手段,力求重点突出、语言简练,强化化学在医药学上的应用及其与医药学的联系。

本书可作为全日制高职高专院校的药学类、中药类、制药类及相关专业的教学用书,亦可作为成人教育相关专业的教学用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

无机化学/李炳诗,李峰主编. —郑州:河南科学技术出版社,2012.7

(“十二五”高职高专药学类专业规划教材)

ISBN 978-7-5349-5674-4

I. ①无… II. ①李…②李… III. 无机化学—高等职业教育—教材 IV. ①061

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第101102号

---

出版发行:河南科学技术出版社

地址:郑州市经五路66号 邮编:450002

电话:(0371) 65788613 65788629

网址:www.hnstp.cn

策划编辑:范广红 赵振华

责任编辑:张晓东

责任校对:李振方

封面设计:张 伟

版式设计:栾亚平

责任印制:张 巍

印 刷:辉县市伟业印务有限公司

经 销:全国新华书店

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:17.5 字数:426千字

版 次:2012年8月第1版 2012年8月第1次印刷

定 价:32.00元

---

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系并调换。

丛书编审委员会名单

|     |           |     |     |     |
|-----|-----------|-----|-----|-----|
| 主 任 | 林忠文       |     |     |     |
| 副主任 | 郭争鸣       | 王自勇 | 马晓健 | 周小雅 |
|     | 黄敏琪       | 陈根强 |     |     |
| 委 员 | (按姓氏笔画排序) |     |     |     |
|     | 丁明星       | 马 英 | 马卫真 | 马俊义 |
|     | 马晓健       | 王 峰 | 王文宝 | 王自勇 |
|     | 王和平       | 韦 超 | 毛理纳 | 方 虹 |
|     | 冯务群       | 冯丽珍 | 刘永录 | 刘茵华 |
|     | 李 菁       | 李飞雁 | 李秀丽 | 李炳诗 |
|     | 杨雄志       | 吴长忠 | 张 媛 | 陆曙梅 |
|     | 陈 斌       | 陈电容 | 陈洪群 | 陈根强 |
|     | 林忠文       | 罗红梅 | 罗国海 | 周小雅 |
|     | 周煌辉       | 郑裕红 | 赵卫峰 | 侯飞燕 |
|     | 姚荣林       | 夏苗芬 | 郭向群 | 郭争鸣 |
|     | 涂 冰       | 黄敏琪 | 梁 谷 | 梁李广 |
|     | 梁春贤       | 喻晓雁 | 程春杰 | 谢光远 |
|     | 谢国武       |     |     |     |

## 本书编写人员名单

主 编 李炳诗 李 峰  
副主编 尹敏慧 崔建华 林 霞 孙双娇  
编 者 (按姓氏笔画排序)  
尹敏慧 孙双娇 李 峰 李炳诗  
陈国华 林 霞 崔建华

# 编写说明

---

2006 年教育部颁布的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中提出：高等职业教育应全面提高教学质量，明确培养高素质技能型人才的目标，加大课程建设与改革的力度，以就业为导向，工学结合，增强学生的职业能力。据此，河南科学技术出版社于 2006 年组织全国 10 所院校编写了“十一五”高职高专药学类专业规划教材。经过几年的使用，这套教材逐步得到大家的认可，销量逐年上升，特别是《天然药物学》被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

为了适应构建现代职业教育体系和国家进一步深化医药卫生体制改革的需要，及时反映最新版《中华人民共和国药典》的内容，汇集最新教改成果，提高教材质量，突出教材特色，河南科学技术出版社于 2011 年 4 月组织全国 12 个省（区）30 所高职高专院校药学类专业、中药专业的教学骨干、领导齐聚郑州，商讨“十二五”高职高专药学类专业、中药专业系列教材的出版事宜。“十一五”期间，各参编院校在提高教学质量、深化教学改革方面均做了大量的工作。如广西卫生职业技术学院与当地医药企业开展校企合作，进行订单培养、合作开发课程、优化人才培养方案等教学改革，学院招生人数与就业率节节攀升，其药学专业得到中央财政支持高等职业学校专业建设项目立项支持。浙江医药高等专科学校大力推进教学改革，中药专业以项目驱动方式组织教学，获得省、市两级重点教材建设项目的支持。我们依托这些优秀的教学资源 and 经验丰富的作者队伍，力争此版教材在前一版的基础上，质量更高、特色更强。

相对于“十一五”高职高专药学类专业规划教材，本次编写的教材具有以下特点：

第一，体现教学改革成果。为了更好地服务于培养医药行业高素质技能型人才的目标，将《基础化学》分成了《有机化学》和《无机化学》。并根据职业岗位群的需要和毕业生的反馈，增加了《中医药基础》、《GMP、GSP、GAP 实用技术》和《中医药膳实用技术》等专业特色教材，以拓宽学生的视野，增强其职业能力。

第二，体现工学结合。“十二五”高职高专中药专业项目化规划教材，以项目化教学方式，按照理论实践一体化形式组织内容，边学边实践，以适应中药专业现代化、标准化、规范化的要求。《天然药物化学》教材改为理论实践一体化教材《天然药物化学实用技术》，保留了《天然药物提取分离技术》这本特色教材。药学类专业、中药专业两个系列的教材我们都吸纳了行业一线的专家，要求每门专业课教材至少有一位医药企业的专家参与，结合行业标准制订课程目标与编写大纲，突出对学生职业能力的培养。

第三，体现创新性。为了拓宽学生的知识面，密切课程之间的联系，加强对学生创新思维、创新能力和自主学习能力的培养，各本教材都有选择地编写了学习要点、知识链接、知识拓展、实例分析、学习小结、思考题等内容，供学生自学。其中，知识链接侧重

纵向知识联系，重在介绍与药学类专业、中药专业相关的知识对接、使用，提高学生的学习兴趣；知识拓展则侧重横向知识联系。

本版教材的编写人员为长期在教学一线工作的教师，有丰富的教学经验和教材编写经验，他们把在长期教学和编写教材中积累的宝贵经验运用到这次编写过程中，并将其发扬光大，使本版教材风格更加突出，特色更加鲜明。

为了确保教材的编写质量，编写人员在浙江、内蒙古、云南、贵州、河南等省（区）召开了编写会、定稿会，这与各个参编院校领导的大力支持是分不开的。为使教材编出特色、提高质量，各位主编、副主编和编委加班加点，几易其稿，付出了大量的心血。河南科学技术出版社的领导对本版教材也极为重视，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，如有纰漏与瑕疵之处，还望广大师生批评指正，以便及时修改。

林忠文

2012年1月

# 前 言

---

化学作为一门具有综合性、实用性、创造性的中心学科，不仅与国民经济关系密切，也与医药科学、疾病的诊断及防治、促进人体健康息息相关。因为化学是能够确定物质的存在，改变物质的状态、结构与性质，创造新物质的科学。

无机化学是药学类专业重要的基础课，它要为学生学习后续的有机化学、分析化学、药物分析、药物化学、药剂学等重要基础课和专业课打下坚实的化学基础。为了使教材适应药学类相关岗位对人才的需求和高职高专教育改革和发展的需要，按照“必需、够用”和“贴近学生、贴近社会、贴近岗位”的原则选取和编排教材内容。在编写的过程中，注重突显以下几个特色：

(1) 改善教学体系，对专业学生必须掌握的化学基础理论、基本知识、基本技能进行精选和整合，尽可能以医学、药学中的化学现象为实例，体现化学在医药学科学领域中的重要性以及二者的密切联系，以满足专业需要。

(2) 尽量简化烦琐的计算推导，删除过深的化学理论阐述，使教学内容更符合实际需求，提高教学效率。

(3) 教材内容以基础概念、基本原理和基本方法为重点，以实际应用为知识点的连接手段，力求重点突出、概念准确、语言简练。

全书重点讲授化学计量、溶液理论、化学反应中的能量效应、化学反应速率与化学平衡、原子结构和分子结构以及酸碱平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原平衡、配位平衡等无机化学基本原理。对于元素化合物性质则以元素周期律为依据，结合专业需要，突出重要的、有代表性的元素及其化合物的性质和反应类型，强调其在生物体内的分布和作用，以及药用价值。

本书由信阳职业技术学院李炳诗、李峰担任主编，参加编写的有（按章节顺序排列）：李炳诗（第一章、第六章、第九章），广西卫生职业技术学院崔建华（第二章、第五章），湖南邵阳医专孙双娇（第三章），山东聊城职业技术学院陈国华（第四章、第六章），信阳职业技术学院李峰（第七章），广西卫生职业技术学院林霞（第八章、第十章），云南楚雄医学高等专科学校尹敏慧（第十一章、第十二章、第十三章），附录由李峰完成。全书由李炳诗统稿。

本书在编写过程中得到了作者所在学校领导的大力支持与帮助，在此表示衷心的感谢。教材内容汲取了其他优秀教材的精华，对本书所引用文献资料的原作者深表谢意。

鉴于编者的学识及能力所限，书中可能存在的不足和错误之处，诚恳希望各位专家、同行和读者批评指正。

编 者

2012年3月

# 目 录

|                     |      |                    |      |
|---------------------|------|--------------------|------|
| 第一章 认识无机化学 .....    | (1)  | 二、气体摩尔体积及其应用 ..... | (21) |
| 第一节 化学的发展和研究内容 ..   | (1)  | 第三章 分散系 .....      | (26) |
| 一、化学研究的对象 .....     | (1)  | 第一节 分散系概述 .....    | (26) |
| 二、无机化学的内容 .....     | (2)  | 一、分散系的概念 .....     | (26) |
| 三、无机化学课程的任务 .....   | (2)  | 二、分散系的分类 .....     | (26) |
| 第二节 无机化学的学习方法 ..... | (2)  | 第二节 溶液的组成量度及换算     |      |
| 第三节 生物无机化学的基本       |      | 方法 .....           | (28) |
| 知识 .....            | (3)  | 一、溶液的组成量度表示法 ..... | (28) |
| 一、生物无机化学研究的内容与      |      | 二、溶液组成量度表示方法的      |      |
| 方法 .....            | (3)  | 换算 .....           | (32) |
| 二、生物元素 .....        | (4)  | 三、溶液的配制、稀释和混合 ..   | (33) |
| 第四节 化学与医药学 .....    | (9)  | 第三节 稀溶液的依数性 .....  | (34) |
| 一、医药学的发展离不开化学 ..    | (9)  | 一、溶液的蒸气压下降 .....   | (34) |
| 二、药物的化学结构、性质决定着     |      | 二、溶液的沸点升高 .....    | (37) |
| 药物的作用与疗效 .....      | (10) | 三、溶液的凝固点降低 .....   | (38) |
| 三、运用化学的原理和方法可有效     |      | 四、溶液的渗透压 .....     | (40) |
| 诊断疾病 .....          | (10) | 第四节 胶体溶液 .....     | (45) |
| 第二章 化学计量 .....      | (13) | 一、溶胶的制备 .....      | (46) |
| 第一节 法定计量单位 .....    | (13) | 二、胶体的基本性质 .....    | (47) |
| 一、国际单位制简介 .....     | (13) | 三、溶胶的稳定性和聚沉作用 ..   | (51) |
| 二、我国的法定计量单位 .....   | (15) | 第五节 高分子化合物溶液 ..... | (52) |
| 第二节 物质的量及其单位 .....  | (16) | 一、高分子化合物的概念 .....  | (52) |
| 一、物质的量 .....        | (16) | 二、高分子化合物溶液的特点 ..   | (52) |
| 二、物质的量的单位——摩尔 ..    | (17) | 三、高分子化合物对胶体的保护     |      |
| 第三节 摩尔质量及计算 .....   | (18) | 作用 .....           | (53) |
| 一、摩尔质量 .....        | (18) | 四、凝胶 .....         | (54) |
| 二、物质的量在化学计量中的       |      | 第六节 粗分散系统 .....    | (56) |
| 应用 .....            | (18) | 一、悬浊液 .....        | (56) |
| 第四节 气体摩尔体积 .....    | (20) | 二、乳状液 .....        | (56) |
| 一、气体的经验定律 .....     | (20) | 第七节 表面活性剂 .....    | (58) |

|                          |       |                            |       |
|--------------------------|-------|----------------------------|-------|
| 一、表面活性剂的分类·····          | (58)  | 一、化学反应速率及其表示<br>方法·····    | (123) |
| 二、表面活性剂的特征·····          | (59)  | 二、化学反应的活化能与反应速率<br>理论····· | (124) |
| 三、表面活性剂在药剂中的<br>应用·····  | (61)  | 第二节 影响化学反应速率的<br>因素·····   | (127) |
| 第四章 化学热力学初步·····         | (66)  | 一、浓度对反应速率的影响·····          | (127) |
| 第一节 热力学概述·····           | (67)  | 二、温度对反应速率的影响·····          | (128) |
| 一、热力学的一些基本概念·····        | (67)  | 三、催化剂对反应速率的<br>影响·····     | (130) |
| 二、热力学第一定律·····           | (69)  | 第三节 化学平衡及其规律·····          | (132) |
| 三、焓·····                 | (71)  | 一、可逆反应与化学平衡·····           | (132) |
| 第二节 热化学·····             | (73)  | 二、化学平衡常数与转化率·····          | (133) |
| 一、反应进度·····              | (73)  | 三、化学平衡的移动·····             | (137) |
| 二、热化学方程式·····            | (74)  | 第七章 溶液中的酸碱平衡·····          | (143) |
| 三、化学反应热效应的计算·····        | (76)  | 第一节 酸碱理论·····              | (143) |
| 第三节 吉布斯能和化学反应<br>方向····· | (80)  | 一、酸碱电离理论·····              | (143) |
| 一、自发过程·····              | (80)  | 二、酸碱质子理论·····              | (144) |
| 二、熵和熵变·····              | (80)  | 第二节 电解质的电离·····            | (146) |
| 三、化学反应的摩尔吉布斯<br>能变·····  | (83)  | 一、电解质·····                 | (146) |
| 四、化学反应方向的判断·····         | (85)  | 二、电解质的电离过程·····            | (146) |
| 第五章 物质结构基础·····          | (91)  | 第三节 弱电解质的电离平衡·····         | (147) |
| 第一节 原子结构与元素周<br>期律·····  | (91)  | 一、电离平衡和电离常数·····           | (147) |
| 一、原子核外电子的运动状态·····       | (91)  | 二、电离度·····                 | (147) |
| 二、原子核外电子的排布·····         | (96)  | 三、多元弱酸的电离平衡·····           | (148) |
| 三、元素性质的周期性变化·····        | (98)  | 四、电离度和电离常数的<br>计算·····     | (149) |
| 四、元素周期表及其应用·····         | (100) | 五、同离子效应·····               | (150) |
| 第二节 化学键与分子结构·····        | (105) | 第四节 水的电离和溶液的<br>pH 值·····  | (152) |
| 一、化学键·····               | (105) | 一、水的电离·····                | (152) |
| 二、杂化轨道理论·····            | (112) | 二、溶液的酸碱性和 pH 值·····        | (153) |
| 三、分子间的作用力·····           | (114) | 三、pH 值的近似测定与指示<br>剂·····   | (154) |
| 第三节 晶体结构·····            | (117) | 第五节 缓冲溶液和 pH 的<br>控制·····  | (156) |
| 一、离子晶体·····              | (118) | 一、缓冲溶液的组成和原理·····          | (156) |
| 二、分子晶体·····              | (118) | 二、缓冲溶液 pH 的计算·····         | (158) |
| 三、原子晶体·····              | (119) |                            |       |
| 第六章 化学反应速率与化学<br>平衡····· | (123) |                            |       |
| 第一节 化学反应速率·····          | (123) |                            |       |

|                              |       |                            |       |
|------------------------------|-------|----------------------------|-------|
| 三、缓冲溶液的选择和配制 .....           | (160) | 三、判断氧化还原反应进行的<br>限度 .....  | (188) |
| 四、缓冲溶液在医学上的<br>应用 .....      | (161) | 第四节 电势法测定溶液的 pH ..         | (189) |
| 第六节 盐类的水解 .....              | (162) | 一、参比电极和指示电极 .....          | (189) |
| 一、盐溶液的酸碱性 .....              | (163) | 二、电势法测定溶液 pH 的<br>方法 ..... | (190) |
| 二、盐水解平衡常数 .....              | (164) | 第十章 配位化合物 .....            | (193) |
| 三、影响盐类水解的因素 .....            | (164) | 第一节 配合物的基本概念 .....         | (193) |
| 四、盐水解的应用 .....               | (165) | 一、配合物的定义 .....             | (193) |
| 第八章 沉淀—溶解平衡 .....            | (168) | 二、配合物的组成 .....             | (194) |
| 第一节 难溶电解质的溶度积 .....          | (168) | 三、配合物的化学式及命名 .....         | (196) |
| 一、沉淀—溶解平衡 .....              | (168) | 四、螯合物 .....                | (196) |
| 二、溶度积常数 .....                | (168) | 第二节 配合物的价键理论 .....         | (198) |
| 三、溶度积和溶解度 .....              | (169) | 一、价键理论的基本要点 .....          | (198) |
| 四、溶度积规则 .....                | (170) | 二、内轨型配合物和外轨型配<br>合物 .....  | (198) |
| 第二节 沉淀的生成与溶解 .....           | (171) | 三、配合物的立体构型 .....           | (200) |
| 一、沉淀的生成 .....                | (171) | 第三节 配合物在水溶液中的<br>状况 .....  | (201) |
| 二、分步沉淀 .....                 | (172) | 一、配位平衡 .....               | (201) |
| 三、沉淀的溶解 .....                | (173) | 二、配位平衡的移动 .....            | (202) |
| 四、沉淀的转化 .....                | (174) | 第四节 配合物的应用 .....           | (205) |
| 第三节 沉淀—溶解平衡在药学中的<br>应用 ..... | (175) | 一、在生物学方面的应用 .....          | (205) |
| 一、在药品生产中的应用 .....            | (175) | 二、在医学方面的应用 .....           | (206) |
| 二、在药品质量控制上的<br>应用 .....      | (176) | 三、在分析化学中的应用 .....          | (207) |
| 第九章 氧化还原反应与电极<br>电势 .....    | (179) | 第十一章 非金属元素选述 .....         | (211) |
| 第一节 氧化还原反应与电对 .....          | (179) | 第一节 卤素及其化合物 .....          | (211) |
| 一、氧化还原反应 .....               | (179) | 一、卤素的通性 .....              | (211) |
| 二、氧化还原半反应与电对 .....           | (180) | 二、卤素单质 .....               | (212) |
| 三、氧化还原反应式的配平 .....           | (181) | 三、卤化氢和氢卤酸 .....            | (213) |
| 第二节 原电池与电极电势 .....           | (182) | 四、卤素的含氧酸及其盐 .....          | (213) |
| 一、原电池 .....                  | (182) | 五、卤素在生物体内的分布及<br>作用 .....  | (215) |
| 二、电极电势和电池电动势 .....           | (184) | 六、常用的含卤素药物 .....           | (215) |
| 第三节 电极电势的应用 .....            | (187) | 第二节 氧族元素 .....             | (215) |
| 一、比较氧化剂和还原剂的相对<br>强弱 .....   | (187) | 一、氧族元素的通性 .....            | (216) |
| 二、判断氧化还原反应自发进行的<br>方向 .....  | (187) | 二、氧、臭氧和过氧化氢 .....          | (216) |
|                              |       | 三、硫、硫化氢和金属硫化               |       |

|                                |       |                                 |       |
|--------------------------------|-------|---------------------------------|-------|
| 合物 .....                       | (217) | 化物 .....                        | (235) |
| 四、硫的重要含氧酸及其盐 .....             | (218) | 三、常见的碱土金属盐类 .....               | (236) |
| 五、氧族元素在生物体内的分布及<br>作用 .....    | (220) | 四、碱土金属元素在生物体内的<br>分布及作用 .....   | (236) |
| 六、常用的含氧族元素药物 .....             | (221) | 五、常用的含碱土金属元素<br>药物 .....        | (236) |
| 第三节 氮族元素 .....                 | (221) | 第三节 铝、锡、铅的重要化<br>合物 .....       | (237) |
| 一、氮族元素的通性 .....                | (221) | 一、铝及其重要化合物 .....                | (237) |
| 二、氨和铵盐 .....                   | (222) | 二、锡及其重要化合物 .....                | (237) |
| 三、氮的含氧酸及其盐 .....               | (223) | 三、铅及其重要化合物 .....                | (238) |
| 四、磷的含氧酸及其盐 .....               | (224) | 四、常见的含金属铝的药物 .....              | (239) |
| 五、砷的重要化合物 .....                | (224) | 第十三章 过渡元素 .....                 | (242) |
| 六、氮族元素在生物体内的分布及<br>作用 .....    | (225) | 第一节 过渡元素的通性 .....               | (242) |
| 七、常用的含氮族元素药物 .....             | (225) | 一、过渡元素的基本性质变化<br>特征 .....       | (242) |
| 第四节 碳族和硼族元素 .....              | (226) | 二、过渡金属单质的物理<br>性质 .....         | (243) |
| 一、碳族元素和硼族元素的<br>通性 .....       | (226) | 三、过渡金属的化学性质 .....               | (244) |
| 二、活性炭的吸附作用 .....               | (227) | 第二节 重要过渡元素及其化<br>合物 .....       | (246) |
| 三、碳的无机含氧酸及其盐 .....             | (227) | 一、铬和锰 .....                     | (246) |
| 四、硅的含氧化合物 .....                | (228) | 二、铁、钴、镍 .....                   | (247) |
| 五、硼酸和硼砂 .....                  | (229) | 三、铜和银 .....                     | (249) |
| 六、碳族和硼族元素在生物体内的<br>分布及作用 ..... | (229) | 四、锌、镉、汞的重要化<br>合物 .....         | (251) |
| 七、常用的含碳族和硼族元素<br>药物 .....      | (230) | 五、过渡元素在生物体内的<br>分布及作用 .....     | (252) |
| 第十二章 金属元素选述 .....              | (232) | 六、常用的含过渡元素药物 .....              | (253) |
| 第一节 碱金属元素 .....                | (232) | 附录 .....                        | (256) |
| 一、碱金属的通性 .....                 | (232) | 附录 I 部分矿物药的名称、主要<br>成分和功效 ..... | (256) |
| 二、碱金属的氧化物和氢氧<br>化物 .....       | (233) | 附录 II 常用酸、碱的密度和<br>浓度 .....     | (258) |
| 三、常见的碱金属盐类 .....               | (234) | 附录 III 酸、碱的电解常数 .....           | (258) |
| 四、碱金属元素在生物体内的分<br>布及作用 .....   | (234) | 一、弱酸的电解常数 (298 K)<br>.....      | (258) |
| 五、常用的含碱金属元素<br>药物 .....        | (234) | 二、弱碱的电解常数 (298 K)               |       |
| 第二节 碱土金属元素 .....               | (235) |                                 |       |
| 一、碱土金属的通性 .....                | (235) |                                 |       |
| 二、碱土金属的氧化物和氢氧                  |       |                                 |       |

|                                           |                                          |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| ..... (259)                               | 电位 (298 K) ..... (261)                   |
| 附录Ⅳ 实验室常用缓冲溶液的<br>配制 ..... (260)          | 附录Ⅶ 碱性溶液中的标准电极<br>电位 (298 K) ..... (263) |
| 附录Ⅴ 常见难溶电解质的溶度积<br>常数 (298 K) ..... (261) | 附录Ⅷ 元素周期表 ..... (265)                    |
| 附录Ⅵ 酸性溶液中的标准电极                            | 参考文献 ..... (266)                         |

# 第一章 认识无机化学

## 学习要点

---

以教材及网上相关资料为载体，通过教与学，了解无机化学课程的地位和作用；建立过去知识、现在课程与专业岗位的联系；了解生物无机化学研究的内容、方法以及人体必需元素的生理功能；明确化学对生物、医药学的意义；掌握无机化学课程的学习方法。

## 第一节 化学的发展和研究内容

### 一、化学研究的对象

自然界是由物质组成的，物质是人类生存的基础。自然界的物质种类繁多，不但形式各异，而且处在不断的运动和变化中。物质的运动和变化分为物理的、化学的、生命的等多种形式，化学研究的主要对象是物质的化学运动，是在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质、变化规律及其应用的自然科学。

化学是人类用以认识、改造和利用物质世界的重要方法和手段，是一门历史悠久而又充满活力的科学。这门科学不仅为我们提供了一套在原子、分子层次上理解自然的结构和变化的方案，更重要的是运用化学的法则可以创造出一个仿自然的化学世界。化学的发展历史大致可以分为三个时期：17 世纪中叶以前的古代和中古时期，人类在炼金术、炼丹术、医药学的实践中获得了初步的化学知识。17 世纪后半叶到 19 世纪末的近代化学时期，科学元素说和原子—分子论被相继提出，化学家发现元素周期律，建立碳的四面体结构和苯的六元环结构，确立相对原子质量和物质成分的分析方法，相继建立了包括研究无机物的组成、结构、性质及应用的无机化学；研究碳氢化合物及其衍生物的有机化学；研究物质成分的测定方法和原理的分析化学；运用物理学原理和实验方法研究物质化学变化的基本规律的物理化学。化学实现了从经验到理论的重大飞跃，真正被确立为一门独立的科学。从 20 世纪开始，进入了现代化学时期。这一时期，无论在化学的理论、研究方法、实验技术以及应用方面都发生了深刻的变化，化学的发展不仅突破原有的四大基础学科，衍生出如结构化学、高分子化学、核化学、放射化学等新的分支，而且在发展过程中还与其他学科交叉渗透，相互融合，不断形成许多新的边缘学科和应用学科，如环境化学、医

学化学、药物化学、生物化学、食品化学、农业化学等。今天的化学已成为一个庞大的学科群，并交叉和渗透到各个学科领域。化学在其他学科中的应用，促进了医学、药学、电子学、生物学、环境科学、计算机科学、地质学、食品科学以及其他许多领域的发展。化学已被公认为“21 世纪的一门中心科学”。

## 二、无机化学的内容

无机化学是化学科学发展中最古老的一个分支科学，它承担着研究所有元素及其化合物（除碳氢化合物及其衍生物外）的组成、结构、性质和反应变化规律的重大任务。无机化学研究的主要内容是原子结构、分子结构、化学平衡理论、元素性质及其周期律，以及各种无机化合物的性质、制备和应用等。鉴于无机化学本身的发展，它又被精细地划分为许多分支，如普通元素化学、稀有元素化学、稀土元素化学、配位化学、无机合成化学、同位素化学、金属间化合物化学等。随着现代化学的发展，对无机化合物的研究领域还在不断拓宽，无机化学同其他学科相互渗透，产生不少新的边缘学科，如生物无机化学、固体无机化学、金属无机化学、药物无机化学、金属配合物化学等；科学研究的新兴领域及交叉学科，如材料、生命科学等几乎都涉及无机化学。一个比较完整的、理论化的、量化的和微观化的现代无机化学新体系正在迅速地建立起来。

## 三、无机化学课程的任务

无机化学是药学、药剂、中药、医学检验等专业的主要基础课程之一，起着承上启下的作用。课程的任务是给高职高专一年级学生提供与专业相关的化学基本概念、基本原理及其应用的基础知识，同时通过实验课的训练，使学生掌握基本实验技能，提高动手能力。无机化学课程的具体任务，首先是在中学化学的基础上，通过学习元素周期律、现代物质结构概念、初步的化学热力学和动力学、四大平衡理论以及氧化还原理论，理解并掌握元素及其化合物的存在、性质及制备（或提取）、结构和用途，以及它们的性质和递变规律。其次是不断提高分析问题、解决问题的能力，培养辩证唯物主义世界观。最后是为后继有机化学、分析化学、生物化学、药物化学等课程的学习和专业技术工作服务，为将来从事医药专业工作提供更多的思路和方法。

# 第二节 无机化学的学习方法

无机化学是学生进入大学的第一门主要基础课。在无机化学的学习中，不仅要学习知识，还要在掌握课程基础知识和基本技能的同时，获得高效的学习方法，提高发现问题、分析问题和解决问题的能力。

(1) 以我为主，掌握主动。做好课前预习，要在每一节课堂教学之前，通篇浏览，以求对内容及重点、难点有一定的了解，安排好学习计划，提高学习效率。

(2) 专心听讲，积极思考。教师授课前对教学内容进行了精心组织，以突出重点、化解难点。教学方法和手段也常常是精心设计的，对理解很有帮助。听课时要紧跟教师的思路，注意教师提出问题、分析问题和解决问题的思路和方法，从中得到启发。听课时还应

适当做些笔记，重点地记下讲课内容，以备复习和深入思考。

(3) 学习理论，融会贯通。四大平衡和基本理论是无机化学课程的精髓，熟练掌握它们非常重要。在学习这部分知识时，不要死记硬背，而要在理解的基础上将其掌握。对每一个化学理论的来龙去脉要有清晰的思路，应了解理论提出的背景、解释实验现象的方法、实际意义以及局限性等。这样既便于巩固记忆，也有利于深入理解和掌握所学的内容，使学到的知识更加系统。

(4) 对比归纳，学会总结。俗话说，要了解一片森林，首先要在森林里观察每一棵树，然后再到高处观察森林的全貌。学习也是如此，不仅要掌握每一个知识点，还要把这些知识点归纳总结，融会贯通，形成知识网络。因此，同学们学完每一章都要进行总结，章与章之间也要进行总结，建立联系。

(5) 课后复习，多做习题。课后复习是消化和掌握所学知识的重要过程。无机化学课程的特点是理论性强，知识点多，有的概念比较抽象，不要企图一听就懂、一看就会。弄清基本概念、弄清基本原理至关重要，处理好理解和记忆的关系，要在理解的基础上，记忆一些基本概念、基本原理和重要公式。学以致用，要在思考的基础上应用一些原理去说明或解决一些问题，在应用中加深对基本理论的理解和掌握。做练习有利于深入理解、掌握和运用课程内容。要重视教材中例题和解题过程中的分析方法和技巧，以培养独立思考和分析问题、解决问题的能力。

实验课是无机化学课程的重要组成部分，是理解和掌握课程内容，学习科学实验方法，培养动手能力的重要环节，必须引起足够的重视。

### 第三节 生物无机化学的基本知识

生物无机化学是于 20 世纪 60 年代，在无机化学、生物学、医学等多种学科的相互交叉和相互渗透中发展起来的一门边缘学科。生物无机化学的研究对象是生物体内的金属（和少数非金属）元素及其化合物，特别是痕量金属元素和生物大分子配体形成的生物配合物，如各种金属酶、金属蛋白等。本书侧重研究它们的结构—性质—生物活性之间的关系以及在生命环境内参与反应的机制。

#### 一、生物无机化学研究的内容与方法

生物无机化学是科学家们借助于无机化学，特别是配位化学的理论和方法，利用生物化学的新技术、新理论，研究生物体内无机元素及其化合物的存在形态、结构及其对生物体的作用和生物学功能，逐渐形成的一门新的边缘学科。简单地说，生物无机化学就是介于生物化学和无机化学之间的一门边缘学科。

##### (一) 生物无机化学研究的内容

生物无机化学虽然形成的时间并不长，但其研究所涉及的内容却比较广泛，其主要研究对象是具有生物活性的生物金属配合物。目前其研究内容主要包括以下几个方面：

(1) 无机元素，尤其是微量元素在生物体内的存在形式、分布与代谢，与生物大分子的相互作用及其所形成生物金属配合物的结构、性质及生物活性，微量元素在生物体内所

参与的化学反应的机制以及生物功能。

(2) 金属离子在体内的运送途径和各种离子载体的性质、结构和功能。离子载体可通过生物膜运送金属离子,这是保持金属离子生物作用的前提。

(3) 环境污染元素对人体健康的影响,探讨某些地方病和重金属中毒发生的机制与防治。

(4) 研究与金属离子有关的生理、病理机制和新型药物的合成等。

(5) 生命元素的生物矿化以及与环境的关系。

## (二) 生物无机化学研究的方法

生物无机化学的研究可以利用生物学的方法,直接从生物体中提取研究所需要的物质,经分离、纯化后得到单一生物分子,再进行结构测定,研究有关反应机制及其与结构的关系和生物功能。但生物体系比一般的化学体系复杂得多,为了阐明金属离子在复杂的生命过程中的作用机制,生物无机化学最常用的研究方法是模拟,即利用化学方法合成与体内生物金属配合物相近的简单配合物。模拟的方法主要有:

(1) 用半径相近、配位类型相似的金属离子取代生物体系中的金属离子。这些取代离子常被称为探针。

(2) 用一些简单的金属配合物作为生物原型的模型化合物,它们可以在一定程度上反映生物配体的某些特征。

(3) 选用合适的配体模拟酶蛋白中连接金属离子的原子簇,再现其某些生物功能。

生物无机化学对人类抗击各种疾病、提高健康水平、保护环境,有着直接的密不可分的关系,对自然、人类、社会、生产、科学研究都有重大意义。大自然中一切物质都是由化学元素组成的,人体也不例外,各种化学元素在人体中有不同的功能。许多资料证明,许多危害健康的疾病与体内某些元素平衡的失调有密切关系。因此,了解生命元素在体内的功能和存在形式,研究它们与蛋白质、核酸、氨基酸、核苷酸等生命活性配体所形成的配合物的结构、性质,以及与生物功能之间的关系,从而揭示生命的奥秘,无疑有益于预防疾病、增强体质、保持身体健康。

## 二、生物元素

元素组成了大自然和人类,在生命体内也发挥着重要作用。迄今已经被发现和命名的118种元素中,其中92种存在于自然界。目前在生命体内已检测出81种,约占自然界存在元素种类的88.04%,这81种元素被称为生命元素或生物元素。研究表明,生命元素在人体中常起到关键的调控作用。

### (一) 人体必需化学元素及其含量

参与构成人体和维持机体正常生理功能的元素称为人体必需元素。所谓“必需”的含义,一是元素存在于健康组织中,并与一定的生物化学功能有关;二是在各组织中有一定的浓度范围;三是从机体中排出这种元素将引起再生性生理变态,重新引入这种元素生理变态可以消除。世界卫生组织确认的人体必需的化学元素包括11种常量元素和18种微量元素。

1. 常量元素 常量元素是指在体内质量分数大于 $10^{-4}$ 的元素。它们约占人体总重量的99.9%,其中氢、氧、碳、氮约占95%,其余7种约占4%。常量元素按在人体中含量多