



全国中医药行业高等教育“**十三五**”规划教材 配套用书
全国高等中医药院校规划教材（第十版）

无机化学学习精要

（第三版）

供中药学、药学类、制药工程等专业用

主 编 吴巧凤 张师愚

全国百佳图书出版单位
中国中医药出版社

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材 配套用书
全国高等中医药院校规划教材（第十版）

无机化学学习精要

（第三版）

（供中药学、药学类、制药工程等专业用）

| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 主 编 | 吴巧凤 | 张师愚 | |
| 主 审 | 黄 莺 | 闫 静 | |
| 副主编 | 吴培云 | 李 伟 | 卞金辉 |
| | 张 拴 | 杨 婕 | 张晓丽 |
| | 徐 飞 | 庞维荣 | 戴 航 |
| | 张浩波 | 黎勇坤 | 姚华刚 |
| | 刘艳菊 | | |

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

无机化学学习精要/吴巧凤, 张师愚主编. —3 版. —北京: 中国中医药出版社, 2018. 8
全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材配套用书

ISBN 978-7-5132-4842-6

I. ①无… II. ①吴… ②张… III. ①无机化学-高等学校-教学参考资料
IV. ①061

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 061359 号

中国中医药出版社出版

北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层

邮政编码 100013

传真 010-64405750

廊坊市晶艺印务有限公司印刷

各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 456 千字

2018 年 8 月第 3 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5132-4842-6

定价 65.00 元

网址 www.cptcm.com

社长热线 010-64405720

购书热线 010-89535836

维权打假 010-64405753

微信服务号 [zgzyycbs](https://weixin.qq.com/r/zgzyycbs)

微商城网址 <https://kdt.im/LIdUGr>

官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

天猫旗舰店网址 <https://zgzyycbs.tmall.com>

如有印装质量问题请与本社出版部联系 (010-64405510)

版权专有 侵权必究

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材（第十版）
配套用书

《无机化学学习精要》编委会

- 主 编 吴巧凤（浙江中医药大学）
张师愚（天津中医药大学）
- 主 审 黄 莺（湖南中医药大学）
闫 静（黑龙江中医药大学）
- 副主编 吴培云（安徽中医药大学）
李 伟（山东中医药大学）
卞金辉（成都中医药大学）
张 拴（陕西中医药大学）
杨 婕（江西中医药大学）
张晓丽（辽宁中医药大学）
徐 飞（南京中医药大学）
庞维荣（山西中医药大学）
戴 航（广西中医药大学）
张浩波（甘肃中医药大学）
黎勇坤（云南中医药大学）
姚华刚（广东药科大学）
刘艳菊（河南中医药大学）
- 编 委（以姓氏笔画为序）
马鸿雁（成都中医药大学）
王 萍（湖北中医药大学）
王 霞（河南中医药大学）
方玉宇（成都中医药大学）
方德宇（辽宁中医药大学）
卢文彪（广州中医药大学）
史 锐（辽宁中医药大学）
吕 翔（南京中医药大学）

吕惠卿 (浙江中医药大学)
朱 鑫 (河南中医药大学)
刘 潞 (佛山科学技术学院)
齐学洁 (天津中医药大学)
关 君 (北京中医药大学)
孙 波 (长春中医药大学)
李亚楠 (贵州中医药大学)
李德慧 (长春中医药大学)
杨 涛 (江西中医药大学)
杨怀霞 (河南中医药大学)
杨爱红 (天津中医药大学)
吴品昌 (辽宁中医药大学)
邹淑君 (黑龙江中医药大学)
张凤玲 (浙江中医药大学)
张武岗 (江西中医药大学)
张晓青 (湖南中医药大学)
张爱平 (山西医科大学)
陈 菲 (广东药科大学)
林 舒 (福建中医药大学)
罗 黎 (山东中医药大学)
罗小莉 (广西中医药大学)
赵 平 (广东药科大学)
贾力维 (黑龙江中医药大学)
倪 佳 (安徽中医药大学)
徐 暘 (黑龙江中医药大学)
袁友泉 (江西中医药大学)
郭 惠 (陕西中医药大学)
郭丽敏 (山西中医药大学)
曹 莉 (湖北中医药大学)
曹秀莲 (河北中医学院)
崔 波 (上海中医药大学)
梁 琨 (上海中医药大学)
寇晓娣 (天津中医药大学)
鲍泥满 (云南中医药大学)

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材
全国高等中医药院校规划教材（第十版）

配套用书

《无机化学学习精要》数字化课程编委会

- 主 编 吴巧凤 (浙江中医药大学)
张师愚 (天津中医药大学)
- 副主编 杨爱红 (天津中医药大学)
衷友泉 (江西中医药大学)
梁 琨 (上海中医药大学)
邹淑君 (黑龙江中医药大学)
马鸿雁 (成都中医药大学)
张晓青 (湖南中医药大学)
罗 黎 (山东中医药大学)
吕惠卿 (浙江中医药大学)
赵 平 (广东药科大学)
林 舒 (福建中医药大学)
曹 莉 (湖北中医药大学)
吴品昌 (辽宁中医药大学)
李德慧 (长春中医药大学)
郭 惠 (陕西中医药大学)
王 霞 (河南中医药大学)
- 编 委 (以姓氏笔画为序)
- 王 萍 (湖北中医药大学)
卞金辉 (成都中医药大学)
方玉宇 (成都中医药大学)
方德宇 (辽宁中医药大学)
卢文彪 (广州中医药大学)
史 锐 (辽宁中医药大学)
吕 翔 (南京中医药大学)
朱 鑫 (河南中医药大学)

- 刘 潞 (佛山科学技术学院)
刘艳菊 (河南中医药大学)
齐学洁 (天津中医药大学)
闫 静 (黑龙江中医药大学)
关 君 (北京中医药大学)
孙 波 (长春中医药大学)
李 伟 (山东中医药大学)
李亚楠 (贵州中医药大学)
杨 涛 (江西中医药大学)
杨 婕 (江西中医药大学)
杨怀霞 (河南中医药大学)
吴培云 (安徽中医药大学)
张 拴 (陕西中医药大学)
张凤玲 (浙江中医药大学)
张武岗 (江西中医药大学)
张晓丽 (辽宁中医药大学)
张爱平 (山西医科大学)
张浩波 (甘肃中医药大学)
陈 菲 (广东药科大学)
罗小莉 (广西中医药大学)
庞维荣 (山西中医药大学)
姚华刚 (广东药科大学)
贾力维 (黑龙江中医药大学)
倪 佳 (安徽中医药大学)
徐 飞 (南京中医药大学)
徐 暘 (黑龙江中医药大学)
郭丽敏 (山西中医药大学)
黄 莺 (湖南中医药大学)
曹秀莲 (河北中医学院)
崔 波 (上海中医药大学)
寇晓娣 (天津中医药大学)
鲍泥满 (云南中医药大学)
黎勇坤 (云南中医药大学)
戴 航 (广西中医药大学)

前 言

为了全面贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》《关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》，适应新形势下我国中医药行业高等教育教学改革和中医药人才培养的需要，在国家中医药管理局主持下，由国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室、中国中医药出版社组织编写的“全国中医药行业高等教育‘十三五’规划教材”（即“全国高等中医药院校规划教材”第十版）出版后，我们组织原教材编委会编写了与上述规划教材配套的教学用书——习题集、实验指导和学习精要，目的是使学生对学过的知识进行复习、巩固和强化，以便提升学习效果。

习题集与现行的全国高等中医药院校本科教学大纲一致，与全国中医药行业“十三五”规划教材内容一致。习题覆盖教材的全部知识点，对必须熟悉、掌握的“三基”知识和重点内容以变换题型的方法予以强化。内容编排与相应教材的章、节一致，方便学生同步练习，也便于与教材配套复习。题型与各院校各学科现行考试题型一致，同时注意涵盖国家执业中医师、中西医结合医师资格考试题型。命题要求科学、严谨、规范，注意提高学生分析问题、解决问题的能力，临床课程更重视临床能力的培养。为方便学生全面测试学习效果，每章节后均附有参考答案。

实验指导在全国高等中医药院校本科教学大纲的指导下，结合各高等中医药院校的实验设备和条件，本着求同存异的原则，仅提供基本实验原理、方法与操作指导，相关学科教师可在实际教学活动中结合本校的具体情况，灵活变通，选择相关内容，使学生在掌握本学科基本知识、基本原理的同时，具备一定的实验操作技能。

学习精要与全国中医药行业“十三五”规划教材内容一致，紧扣教学大纲，将教材中必须掌握的要点、重点及难点等核心内容提炼、浓缩，并举出若干补充习题以巩固强化，最后附模拟试卷，以检验学生对本学科的整体掌握情况。内容编排与相应教材的章、节一致，方便学生同步复习。题型除涵盖相应执业医师资格考试外，更有所拓展，以适应各院校现行考试。

本套习题集、实验指导和学习精要供高等中医药院校本科生、成人教育

学生、执业医师资格考试人员等与教材配套学习和复习应考使用。请各高等中医药院校广大师生在使用过程中,提出宝贵的修改意见,以便今后不断修订提高。

国家中医药管理局教材建设工作委员会

中国中医药出版社

2016年9月

第三版说明

《无机化学学习精要》作为全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材《无机化学》的配套用书，目的仍然是为培养和提高学生的自主学习能力，帮助学生更好地学习无机化学课程。编写中仍然遵循为原教材服务，力争做到教师好教、学生易学的基本原则。

《无机化学学习精要》自2008年出版使用以来，受到教师和学生的众多好评，在综合多方面的意见和建议的基础上，于2014年进行了第二版修订。第三版是在第二版的基础上，适应网络化教学的形势，集合全国中医药院校及部分西医院校无机化学名优教师之力，适时进行修订。

1. 纸质版的修订，主要是删除已不适应短学时教学需要的化学热力学基础，对教材中存在的错误进行修订。

2. 增加数字化增值服务：①建设网络题库，按各章的学时数出题，每题标识所属章节的知识点、习题类型、难度系数、必学和选学等，供检测用。②检测学习效果，学生可进入“医开讲”教学辅助平台（www.e-lesson.cn），及时检测各章的学习情况，教师也可通过此平台组卷对本校学生进行测试，取得形成性评价成绩。③辅助教学，补充纸质版中与“重点内容”“疑难解析”相匹配的视频或辅导材料，学生可进入平台观看，或进行教学互动。

《无机化学学习精要》是在保留上版优点的基础上修订完成的。仍然保持了原来的教学大纲要求、重点内容、疑难解析、补充习题和补充习题参考答案、模拟试卷等内容。主要增加了数字化增值服务，以适应现代教学。使用“医开讲”教学辅助平台能及时掌握学生学习情况，提高教学精准度，也为学生提供了智能的自我检测手段，有助于学生自我管理；为学生提供针对性和个性化的辅导方式，极大提高学习效率。教材的再版将对《无机化学》的教学起到有益的促进作用。

感谢各位读者所提的宝贵意见，本书虽有特点，但仍不完美，尚需在实

践应用不断地改进和完善，大家的建议将有利于我们编写工作。鉴于编者的水平和时间的缘故，书中若存在不妥之处，恳请各位同仁提出宝贵意见，以便再版时修订提高。

《无机化学学习精要》编委会

2018年5月

再版说明

本书作为全国中医药行业高等教育“十二五”规划教材《无机化学》(供中药、药学类、制药工程等专业用)的配套教学用书,目的仍然是为培养和提高自主学习能力,帮助学生更好地学习无机化学课程。编写中仍然遵循为原教材服务,力争做到教师好教、学生易学的基本原则。

《无机化学学习精要》自2008年出版使用以来,受到教师和学生的众多好评,一些学校的教师和读者提出了不少好的建议,为此在综合多方面的意见和建议的基础上,对教材某些章节内容进行了修订。本书在保留上版《无机化学学习精要》优点的基础上修订完成,仍然保持了原来的教学大纲要求、重点内容、疑难解析、补充习题和补充习题参考答案五大部分。此外,对模拟试卷五进行了调整,并增加了模拟试题八至十六9套试题。更有利于读者掌握无机化学的基本要求、具体内容及提高应试能力。

本书既便于学生复习,又便于学生自测练习,其再版将对《无机化学》的教学起到有益的促进作用。

感谢各位读者所提的宝贵意见,本书虽有特点,但仍不完美,尚需在实践应用中不断地改进和完善,大家的建议将有利于我们编写工作。鉴于编者的水平和时间的缘故,难免存在不妥之处,恳请各位同仁提出宝贵意见,以便今后进一步修订提高。

《无机化学学习精要》编委会

2014年5月

原编写说明

无机化学是中药、药学等相关专业的专业基础课，也是后续三大化学（有机化学、分析化学、物理化学）及中药化学（或天然药物化学）的基础课。其内容主要包括四大化学平衡（酸碱平衡、沉淀平衡、氧化还原平衡、配位平衡）、两大结构理论（原子结构和分子结构）和元素化学。

在 21 世纪全面推进素质教育，培养高素质创新人才的形势下，根据教学时数不断减少，国家扩大招生规模，学生高中化学基础普遍降低的实际情况，在新世纪全国高等中医药院校规划教材《无机化学》全面启用之际，针对学生在学习普遍反映课本内容多，抓不住重点，理解记忆困难，对所学知识实际运用能力差等问题，我们在总结多年来教学工作经验的基础上，并参考兄弟院校的多种相关教材，适时编写了《无机化学学习精要》一书，作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材《无机化学》的配套教学用书。在编写过程中，力争为原教材服务，做到教师易教，学生易学。

本书共十三章，紧扣教学大纲，将教材中必须掌握的要点、重点及难点等核心内容提炼、浓缩，以类似教师授课板书和学生课堂笔记的新颖形式精心编排，旨在起一种复习作用；然后举出若干例题及其解答，作为解题示范；最后是试题部分。全部试题均附有参考答案（注意有的题目并非只有唯一的解答）以资参考，便于学生检验复习效果，对于问答题，仅给出答案要点。这些试题内容新颖、类型多样，注重考查学生对基本概念和基本理论的掌握情况。这种安排既便于学生复习，又便于学生自测练习，以期达到较好的效果。（注：在“教学大纲要求”项中“掌握”“熟悉”“了解”三个不同层次分别以“★”“▲”“●”符号表示。）

本书主要作为中医药院校无机化学的教学辅导用书或考研参考书，同时也可供高等院校相关专业学习无机化学或普通化学的一年级学生使用，还可供从事无机化学或普通化学教学工作的教师参考。

由于编者水平有限，时间仓促，难免存在错误、疏漏及不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见，以便再版时修订提高。

《无机化学学习精要》编委会

2008年6月

目 录

| | |
|--------------------------|-----|
| 第一章 常用溶液浓度和非电解质 | |
| 稀溶液的依数性 | 1 |
| 一、教学大纲要求 | 1 |
| 二、重点内容 | 1 |
| 三、疑难辨析 | 4 |
| 四、补充习题 | 8 |
| 五、补充习题参考答案 | 12 |
| 第二章 化学平衡 | 14 |
| 一、教学大纲要求 | 14 |
| 二、重点内容 | 14 |
| 三、疑难辨析 | 17 |
| 四、补充习题 | 21 |
| 五、补充习题参考答案 | 25 |
| 第三章 电解质溶液 | 28 |
| 一、教学大纲要求 | 28 |
| 二、重点内容 | 28 |
| 三、疑难辨析 | 35 |
| 四、补充习题 | 42 |
| 五、补充习题参考答案 | 47 |
| 第四章 难溶强电解质的沉淀-溶解平衡 | 55 |
| 一、教学大纲要求 | 55 |
| 二、重点内容 | 55 |
| 三、疑难辨析 | 59 |
| 四、补充习题 | 65 |
| 五、补充习题参考答案 | 69 |
| 第五章 氧化还原反应 | 78 |
| 一、教学大纲要求 | 78 |
| 二、重点内容 | 78 |
| 三、疑难辨析 | 83 |
| 四、补充习题 | 90 |
| 五、补充习题参考答案 | 95 |
| 第六章 原子结构与周期系 | 100 |
| 一、教学大纲要求 | 100 |
| 二、重点内容 | 100 |
| 三、疑难辨析 | 108 |
| 四、补充习题 | 112 |
| 五、补充习题参考答案 | 116 |
| 第七章 化学键与分子结构 | 123 |
| 一、教学大纲要求 | 123 |
| 二、重点内容 | 123 |
| 三、疑难辨析 | 132 |
| 四、补充习题 | 136 |
| 五、补充习题参考答案 | 139 |
| 第八章 配位化合物 | 141 |
| 一、教学大纲要求 | 141 |
| 二、重点内容 | 141 |
| 三、疑难辨析 | 146 |
| 四、补充习题 | 150 |
| 五、补充习题参考答案 | 156 |

第九章 s 区元素 162

- 一、教学大纲要求 162
- 二、重点内容 162
- 三、疑难辨析 165
- 四、补充习题 166
- 五、补充习题参考答案 169

第十章 p 区元素 172

- 一、教学大纲要求 172
- 二、重点内容 172
- 三、疑难辨析 182
- 四、补充习题 185
- 五、补充习题参考答案 189

第十一章 d 区元素 192

- 一、教学大纲要求 192
- 二、重点内容 192
- 三、疑难辨析 197
- 四、补充习题 199
- 五、补充习题参考答案 202

第十二章 ds 区元素 204

- 一、教学大纲要求 204

二、重点内容 204

三、疑难辨析 207

四、补充习题 211

五、补充习题参考答案 214

模拟试题 (一) 216

模拟试题 (二) 220

模拟试题 (三) 226

模拟试题 (四) 231

模拟试题 (五) 237

模拟试题 (六) 240

模拟试题 (七) 244

模拟试题 (八) 249

模拟试题 (九) 255

模拟试题 (十) 260

模拟试题 (十一) 265

模拟试题 (十二) 269

模拟试题 (十三) 272

模拟试题 (十四) 276

模拟试题 (十五) 280

模拟试题 (十六) 284

模拟试题参考答案 287

第一章 常用溶液浓度和非电解质稀溶液的依数性

一、教学大纲要求

★掌握质量摩尔浓度、物质的量浓度、摩尔分数的概念及计算。

●了解质量分数、体积分数、质量浓度的概念及计算。

▲熟悉浓度间的换算。

★掌握稀溶液依数性及其应用。

二、重点内容

(一) 常用浓度的表示方法

1. 质量摩尔浓度

定义：【溶液中溶质 B 的物质的量 n_B (以 mol 为单位) 与溶剂 A 的质量 m_A (以 kg 为单位) 之比, 称为溶质 B 的质量摩尔浓度。】质量摩尔浓度符号以 b_B 表示, 即:

$$b_B = \frac{n_B}{m_A}$$

SI 单位为: $\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

2. 物质的量浓度 (简称浓度)

定义：【溶液中溶质 B 的物质的量 n_B (以 mol 为单位) 与溶液的体积 V (以 L 为单位) 之比。】物质的量浓度符号以 c_B 表示, 即:

$$c_B = \frac{n_B}{V}$$

SI 单位用 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$, 但 m^3 的单位太大, 不适用, 故常用单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

在很稀的水溶液中, 可近似认为 $c_B \approx b_B$ 。因水溶液很稀时, 可忽略不计溶质的质量, 水的密度可视为 $1 \text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$, 则水的体积与水的质量相等。

3. 摩尔分数

定义：【混合物中物质 B 的物质的量 n_B (以 mol 为单位) 与混合物总物质的量 $n_{\text{总}}$ (以 mol 为单位) 之比, 称为物质的摩尔分数。】摩尔分数符号以 x_B 表示, 即:

$$x_B = \frac{n_B}{n_{\text{总}}}$$