

普通高等教育“十三五”规划教材

无机及分析化学

WUJI JI FENXI HUAXUE

范文秀 王天喜 郝海玲 ● 主编

第3版



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材
 无机及分析化学
 主 编：范文秀 王天喜 郝海玲
 副主编：牛红英 杨玉霞 姜彩霞

无机及分析化学

WUJI JI FENXI HUAXUE

第3版

• 范文秀 王天喜 郝海玲 主编

中国图书馆CIP数据

①O61②O62
 化学工业出版社·高等学
 校·教材·分析化学

ISBN 978-7-132-33101-8

普通高等教育“十三五”规划教材

北京：化学工业出版社，2018.12

王天喜、郝海玲、范文秀、姜彩霞、牛红英、杨玉霞

责任编辑：姜彩霞
 责任校对：姜彩霞

787mm×1092mm 1/16
 姜彩霞
 北京：化学工业出版社
 出版发行：化学工业出版社

010-64881313 商务印书馆



化学工业出版社

北京

《无机及分析化学》(第3版)是为农林类院校理工科的学生学习化学基础课编写的教材,延续了第二版的特色,符合农林类院校各专业对化学基础课的内容要求。为了便于学生复习和自学,每章开始都增加了“知识目标”和“能力目标”,章末增加了“本章小结”,给出习题参考答案。内容包括溶液和胶体、化学热力学基础、化学反应速率和化学平衡、分析化学基础知识、酸碱平衡与酸碱滴定法、沉淀溶解平衡与沉淀滴定法、配位平衡与配位滴定法、氧化还原平衡与氧化还原滴定法、物质结构基础、吸光光度分析法、电势分析法、现代仪器分析简介等共12章。

《无机及分析化学》(第3版)可作为高等农林类院校相关专业学生学习化学基础课的教材,也可以作为高等职业技术学院相关专业的学生参考。

无机及分析化学

WUJI JI FENXI HUAXUE

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学/范文秀,王天喜,郝海玲主编.

3版.—北京:化学工业出版社,2018.12

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-122-33161-8

I. ①无… II. ①范…②王…③郝… III. ①无机化学-高等学校-教材②分析化学-高等学校-教材 IV. ①O61②O65

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第234214号

责任编辑:刘俊之

责任校对:杜杏然

装帧设计:韩飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京京华铭诚工贸有限公司

装订:北京瑞隆泰达装订有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张18 字数462千字 2019年1月北京第3版第1次印刷

购书咨询:010-64518888 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:37.00元

版权所有 违者必究

《无机及分析化学》第3版编写人员

主 编：范文秀 王天喜 郝海玲

副主编：牛红英 侯玉霞 安彩霞

赵 宁 刘善芹 侯振雨

参编人员：(按姓氏汉语拼音排序)

安彩霞 段凌瑶 范淑敏 范文秀 龚文君

郝海玲 侯玉霞 侯振雨 李元超 李芸玲

刘善芹 牛红英 汤 波 王天喜 杨靖华

杨晓迅 俞 露 张万庆 赵 宁

前 言

《无机及分析化学》(第3版)适用于农林类院校理工科专业,是河南科技学院多年从事无机及分析化学教学一线教师在研究、选择使用多个无机及分析化学版本的基础上,不断总结教学经验而完成的一部专业基础课教材。“无机及分析化学”由化学中的“无机化学”和“分析化学”整合而成,与物理化学、结构化学也密不可分。作为一门必修基础课,主要目的是为学生学好后续专业基础课、专业课奠定坚实的基础。本书于2004年出第一版,2012年进行了修订,出第二版。为了适应新形势下教学改革的需要,按照教育部提升应用型人才培养质量的要求,围绕高素质应用型人才培养目标对本教材进行第3次修订,修订的主导思想是“重教学对象、重基础知识、重学科关联和应用领域”。在教材内容选择上保证严格的科学性、相对的系统性、鲜明的时代性的前提下,做到以理论知识管用、够用和实用为原则,力求避免重复、脱节,舍弃不必要的推导和证明,不过分追求化学知识体系的完整性,力求深入浅出,使之更适合当前应用型人才培养的需求特点。

本书编者在第二版的基础上,参考了国内外优秀教材,力求概念准确,内容深入浅出,简明扼要,与时俱进,有所创新,主要表现在以下几点:

1. 由于大一学生刚刚跨入大学校门,正处于适应性的过渡教学期间,为了方便学生掌握繁多的课程内容,在每章开始前增加了课程目标要求(包括知识目标和能力目标),在每章末均提纲挈领地进行了小结,以期达到要求明确、重点突出的目的。另外,习题的解答是加深学生对授课内容的掌握和运用必不可少的重要手段之一,因此,编者对每章节的思考题和习题本着贴近实际、以基本为主、循序渐进的原则进行了精选,其中习题附有参考答案,以便学生及时判断正误。

2. 本教材在每章的最后增加了知识阅读,这些知识包括从网上查出所需的化学数据、纳米材料, ice that burns、how ozone is formed、化学计量学、超酸、tooth decay and fluoridation、铂配合物和癌症的治疗、heartbeats and electrocardiograph、超分子化学、光化学传感器与荧光探针、电化学的奠基人——法拉第和兴奋剂检测等内容,阅读知识中不但有中文的,还有英文的,有前沿知识,还有生活常识,科学家小传,增加了趣味性和可读性。

3. 在总结多年教学经验的基础上,将无机及分析化学的章节顺序重新进行梳理,

将难度大且难以理解的物质结构基础放在课程后半部分讲解，避免学生因学习困难而失去信心。

4. 教材内容的选取上重教学对象，重基础知识。基于对无机及分析化学课程的基本要求和内涵的深刻理解以及对普通高等学校农科和工科大一新生的长期了解，在编写过程中特别注意了内容的起点与深度适应，准确把握“如何讲解”和“讲到什么程度”。本书内容知识框架清楚，叙述直截了当，适合教师组织课堂教学与学生自学。

5. 重学科关联。综合无机化学与分析化学内容开设的“无机及分析化学”课程在我校已经实践了 20 余年。经验告诉我们无机化学与分析化学学科内容的衔接与有机结合非常重要。例如，让学生认识“量”的概念的重要性与严格性并非易事，因此讲解四大平衡与四种滴定方法的同时，让大一新生把理论课与化学实验中的相关计算从一开始就建立“定量”的概念。本书将分析化学基础知识章节放在重要位置，在其他章节讲解与习题中把两学科的关联放在重要地位。

本书包含了仪器分析的基本内容，如吸光光度分析、电势分析、色谱分析、原子吸收和原子发射光谱等知识。这些仪器在无机及分析化学实验课中多次使用，是一般工科和生物学科人才必须掌握的基础知识和技能。教材中用 * 标注的理论知识可依据学生情况进行选择性教学，有一定的灵活性，适应不同学时的需求。

全书共分 12 章，具体的编写分工是：绪论，范文秀、郝海玲负责；第一章，安彩霞负责；第二章，牛红英负责；第三章，王天喜负责；第四章，侯玉霞、李元超负责；第五章，刘善芹、龚文君负责；第六章，侯振雨、段凌瑶负责；第七章，赵宁、李芸玲负责；第八章，杨靖华、汤波负责；第九章，范淑敏负责；第十章，杨晓迅、俞露负责；第十一章，汤波、张万庆负责；第十二章，郝海玲、范淑敏负责，附录由范文秀、侯振雨、牛红英负责。本书主编为范文秀、王天喜、郝海玲，副主编为牛红英、侯玉霞、安彩霞、赵宁、刘善芹、侯振雨。全书由主编共同审阅和定稿。

《无机及分析化学》(第 3 版)的修订得到了河南科技学院教务处、化学化工学院和相关学院领导的大力支持，得到了化学工业出版社编辑的指导与帮助，在此一并表示诚挚的感谢。

书中不足之处在所难免，敬请同行专家和读者批评指正。

编者

2018 年 5 月

第一版前言

本书为高等院校非化学专业“无机及分析化学”课程教材，适用于高等院校以及高等职业技术（师范）院校中同类专业的教学，也可供综合大学农林、医学、轻工各类院校师生参考。

“无机及分析化学”主要由化学专业中的“无机化学”及“分析化学”整合而成，与物理化学、结构化学等也密不可分。作为学生必修的一门基础课，主要目的是为学生学好专业基础课、专业课奠定坚实的化学知识基础。在保证严格的科学性、相对系统性、鲜明时代性的前提下，在选材时做到管用、够用、实用，着力基础知识和基本理论，力求避免重复、脱节，舍弃不必要的推导和证明。全书计量单位采用法定计量单位。

本书最鲜明的特点为：为适应高校实行学分制的要求，文字叙述循序渐进，由浅入深，深入浅出，通俗易懂，力求便于自学。

王泽云、范文秀、娄天军为本书的主编，陶建中、郝海玲、王爱荣、侯振雨为副主编。

参加本书编写的人员为河南科技学院：陶建中、范文秀、娄天军、郝海玲、王爱荣、侯振雨、王泽云、杨凤霞、李英、张焱；东北农业大学：徐亚琴；河南大学：李德亮；河南工业大学：李漫男；新乡市第一卫生学校：齐献敏。

全书采用全体参编人员集体讨论统稿，最后由主编、副主编审稿、修改、定稿。

在教材编写过程中，得到河南科技学院副院长王清连教授、教务处长冯启高、副处长田孟魁同志、河南科技学院化工系主任黄建华教授、河南师范大学化学系常照荣教授的关心和大力支持，在此致以衷心感谢。

由于时间仓促，作者水平有限，书中难免有不妥和疏漏之处，殷切希望同行专家、同仁和广大读者批评指正。

编者

2005年6月

第二版前言

本书作为高等院校非化学专业“无机及分析化学”课程的教材，适应于高等院校以及高等职业技术（师范）院校中同类专业的教学。也可供综合性大学农林、医学、轻工各类院校师生参考。

“无机及分析化学”主要由化学中的“无机化学”及“分析化学”整合而成，与物理化学、结构化学也密不可分。作为学生必修的一门基础课，主要目的是为学生学好专业基础课、专业课奠定坚实的基础。在保证严格的科学性、相对系统性、鲜明的时代性的前提下，在选材时做到管用、够用、实用，着力基础知识和基本理论，力求避免重复、脱节，舍弃不必要的推导和证明。全书计量单位采用法定计量单位。

本书第一版出版后，在河南科技学院、新科学院以及多所院校的教学实践中使用，受到广大师生的欢迎和好评。根据使用本书第一版反馈的信息和专家意见，以及学科的发展和新世纪教学改革的要求，本书编委会于2012年对书中的部分内容和数据进行了修改和矫正，使得数据更加准确，文字叙述循序渐进，由浅入深，深入浅出，通俗易懂，力求便于自学。

范文秀、娄天军、侯振雨为本书主编，陶建中、郝海玲、侯玉霞、李芸玲为副主编。

参加本书编写工作的有：河南科技学院范文秀、娄天军、侯振雨、陶建中、郝海玲、侯玉霞、李芸玲、李英、王爱荣、杨凤霞、张焱、赵宁、王天喜。

在此向关心本书的各位同仁表示感谢。

由于水平所限，本书与编者的期望尚有不少差距，书中不足之处在所难免，殷切希望同行专家、同仁和读者批评指正。

编者

2012年4月

目 录

绪论 /1

知识阅读 从网上查出所需的化学数据 5

第一章 溶液和胶体 /6

第一节 溶液 6 思考题 23
第二节 稀溶液的依数性 11 习题 23
第三节 胶体 16 知识阅读 纳米材料 23
本章小结 22

第二章 化学热力学基础 /25

第一节 基本概念 25 本章小结 39
第二节 化学反应的热效应 29 思考题 40
第三节 熵 34 习题 41
第四节 吉布斯自由能 37 知识阅读 Ice That Burns 42

第三章 化学反应速率和化学平衡 /43

第一节 化学反应速率 43 本章小结 59
第二节 反应速率理论简介 45 思考题 60
第三节 影响化学反应速率的因素 48 习题 60
第四节 化学平衡 52 知识阅读 How Ozone is Formed 62

第四章 分析化学基础知识/63

第一节 分析化学概论	63	思考题	77
第二节 定量分析的误差	65	习题	78
第三节 有效数字和数据处理	69	知识阅读 分析化学前沿领域简介——化学	
第四节 滴定分析	72	计量学	78
本章小结	77		

第五章 酸碱平衡与酸碱滴定法/80

第一节 电解质溶液	80	第六节 酸碱滴定法及应用	96
第二节 酸碱理论	82	本章小结	104
第三节 酸碱平衡	83	思考题	105
第四节 缓冲溶液	89	习题	106
第五节 酸碱指示剂	93	知识阅读 超酸	106

第六章 沉淀溶解平衡与沉淀滴定法/108

第一节 沉淀溶解平衡	108	思考题	117
第二节 沉淀滴定法及应用	112	习题	117
本章小结	116	知识阅读 Tooth Decay and Fluoridation ..	118

第七章 配位平衡与配位滴定法/120

第一节 配合物的基本概念	120	思考题	141
第二节 配位平衡	122	习题	142
第三节 配位滴定法及应用	126	知识阅读 铂配合物和癌症的治疗	143
本章小结	140		

第八章 氧化还原平衡与氧化还原滴定法/144

第一节 氧化还原反应	144	本章小结	165
第二节 原电池	147	思考题	166
第三节 电极电势	149	习题	166
第四节 影响电极电势的因素	152	知识阅读 Heartbeats and Electrocar-	
第五节 电极电势的应用	154	diograph	168
第六节 氧化还原滴定法及应用	156		

第九章 物质结构基础/170

第一节 原子结构基础	170	第二节 分子结构基础	181
------------------	-----	------------------	-----

* 第三节 晶体结构基础	191	思考题	198
* 第四节 重要的生命元素	194	习题	199
本章小结	197	知识阅读 超分子化学	201

第十章 吸光光度分析法/203

第一节 吸光光度分析概述	203	第六节 吸光光度分析法的应用	218
第二节 吸光光度分析基本原理	204	本章小结	220
第三节 显色反应及其条件的选择	209	思考题	220
第四节 光度测量的误差及测量条件的选择	212	习题	221
第五节 吸光光度分析方法及仪器	214	知识阅读 光化学传感器与荧光探针	221

第十一章 电势分析法/224

第一节 电势分析法的基本原理	224	本章小结	246
第二节 直接电势法测定溶液 pH 值	228	思考题	246
第三节 离子选择性电极	233	习题	246
第四节 电势滴定法	240	知识阅读 电化学的奠基人——法拉第	247

* 第十二章 现代仪器分析简介/249

第一节 色谱分析法	249	本章小结	262
第二节 原子发射光谱分析	254	思考题	263
第三节 原子吸收光谱分析	257	习题	263
第四节 分子发光分析	259	知识阅读 兴奋剂检测	263

附录/265

附录 I 常见物质的 $\Delta_f H_m^\ominus$ 、 $\Delta_f G_m^\ominus$ 和 S_m^\ominus (298.15K, 100kPa)	265	附录 V 常见配离子的稳定常数 K_f (298K)	270
附录 II 弱酸、弱碱的解离平衡常数	268	附录 VI 标准电极电势 (298K)	271
附录 III 常见难溶电解质的溶度积 K_{sp}^\ominus (298K)	269	附录 VII 一些氧化还原电对的条件电极电势 φ' (298K)	272
附录 IV 常用的缓冲溶液	269	附录 VIII 一些化合物的分子量	273

参考文献/275

绪 论

一、化学是 21 世纪的中心学科

化学是一门中心科学，化学与信息、生命、材料、环境、能源、地球、空间和核科学等八大朝阳科学（sun-rise sciences）有非常密切的联系，产生了许多重要的交叉学科，但化学作为中心学科的形象反而被其交叉学科的巨大成就所埋没。

1. 化学是一门承上启下的中心科学。科学可按照它的研究对象由简单到复杂的程度分为上游、中游和下游。数学、物理学是上游，化学是中游，生命、材料、环境等朝阳科学是下游。上游科学研究的对象比较简单，但研究的深度很深。下游科学的研究对象比较复杂，除了用本门科学的方法以外，如果借用上游科学的理论和方法，往往可收事半功倍之效。化学是中心科学，是从上游到下游的必经之地，永远不会像有些人估计的那样将要在物理学与生物学的夹缝中逐渐消亡。

2. 化学是一门社会迫切需要的中心科学，与我们的衣、食、住（建材、家具）、行（汽车、道路）都有非常紧密的联系。我国高分子化学家胡亚东教授最近发表文章指出：高分子化学的发展使我们的生活基本被高分子产品所包围，化学又为前述八大朝阳科学提供了必需的物质基础。

3. 化学是与信息、生命、材料、环境、能源、地球、空间和核科学等八大朝阳科学都有紧密的联系、交叉和渗透的中心科学。化学与八大朝阳科学之间产生了许多重要的交叉学科，但化学家非常谦虚，在交叉学科中放弃冠名权，例如“生物化学”被称为“分子生物学”，“生物大分子的结构化学”被称为“结构生物学”，“生物大分子的物理化学”被称为“生物物理学”，“固体化学”被称为“凝聚态物理学”，溶液理论、胶体化学被称为“软物质物理学”，量子化学被称为“原子分子物理学”等。又如人类基因计划的主要内容之一实际上是基因测序的分析化学和凝胶色层等分离化学，但社会上只知道基因学，看不到化学家在其中有什么作用，再如分子晶体管、分子芯片、分子马达、分子导线、分子计算机等都是化学家开始研究的，但开创这方面研究的化学家却不提出“化学器件学”这一新名词，而微电子学专家马上看出这些研究的发展远景，将其称之为“分子电子学”。又如化学家合成了巴基球 C60，于 1996 年被授予诺贝尔化学奖，后来化学家又做了大量研究工作，合成了碳纳米管。但是许多由这一发明所带来的研究被人们当作应用物理学或纳米科学的贡献。

内行人知道分子生物学正是生物化学的发展，在这个交叉领域里化学家与生物学家共同奋斗，把科学推向前进，但在中学生或外行看来，“分子生物学”中“化学”一词消失了，觉得化学的领域越来越小，几乎要在生物学与物理学的夹缝中消亡。

化学作为一门中心科学已经渗透到各个领域，从水泥陶瓷、塑料橡胶、合成纤维，一直到医药、日用化妆品等都概莫能外，举几个目前研究热点的方向简单介绍一下。

精细化工：这或许是化学最贴近生活的方面之一，而且也是很多化学工作者努力的领域，我们日常的牙膏、化妆品、洗衣粉等的研发均属于这个范围，很多大型企业如高露洁、强生、联合利华、宝洁、欧莱雅、杜邦等都很愿意选择具有化学知识的同学，这个领域的人才需求量较大，每年都有不少具备化学知识的同学进入。

生物领域：21世纪是生物科学的时代，很多重大课题都是围绕生物展开的，然而生物科学的本质是化学，哈佛大学化学系教授 Whitesides 曾说：“如果你想想生物学中所发生的事情，你会发现其中的许多部分非常依赖于化学的发展”。如今的生物已经从宏观深入到微观，如何了解在分子层次发生的反应成为我们深入认知生命现象的关键，因为化学研究的对象就是分子和化学反应，所以化学在其中是中坚力量，具有良好化学背景的人可以在生物领域游刃有余。

医药领域：在人们健康要求日益提高的今天，开发新的药物是化学工作者的责任，随着有机化学的高速发展，人们在合成方面的技术有质的飞跃，已能有效地使合成反应在化学选择性、区域选择性和立体选择性大大提高，这些都为新药的研究提供了机会。

材料领域：随着人们对不同材料要求的提高，功能材料的发展将会获得更多的机遇。这其中，无机、有机或无机复合有机材料，都有大显身手的机遇，尤其在制备特定用途的材料过程中，化学更将显示其强大的合成能力。

环境领域：环境问题是当今世界的一大重要课题，环境监测和控制的人才备受重视，而这其中应用的核心技术则是通过各种分析化学的手段（如色谱分离技术）了解环境问题的原因，同时提出解决方案，化学在这个领域会有更多的发展空间。

二、化学研究的对象及其作用

化学是在原子和分子水平上研究物质的组成、结构、性质、变化以及变化过程中的能量关系的学科。它所研究的物质不仅包括自然界已经存在的物质，也包括人类创造的新物质。

单质的分子是由相同的原子组成，化合物的分子则是由不同的原子组成。原子既然可以结合成分子，原子之间必然存在着相互作用，这种相互作用不仅存在于直接相邻的原子之间，而且也存在于分子内的非直接相邻的原子之间。前一种相互作用比较强烈，破坏它要消耗比较大的能量，是使原子互相作用而联结成分子的主要因素。这种相邻的两个或多个原子之间强烈的相互作用，通常叫作化学键。

无论是单质还是化合物都不是静止不动的，而是处于不断的运动之中。这种运动不仅包含其内部原子、分子的运动，也包含其在外界条件的作用下，自身结构和性质的变化。按物质变化的特点可将变化分为两种类型，一类变化不产生新物质，仅是物质的状态发生改变，如水的结冰、碘的升华等，这类变化称为物理变化；另一类变化为化学变化，它使物质的组成和结合方式发生改变，导致与原物质性质完全不同的新物质的生成，如钢铁生锈、煤炭燃烧、食物腐败等。

化学研究的主要内容是物质的化学变化。其基本特征如下：

(1) 化学变化是物质内部结构发生质变的变化，化学变化的实质是旧的化学键断裂和新的化学键形成，产生新物质，涉及原子结构和分子结构等知识。

(2) 化学变化是定量的变化，即化学变化前后物质的总质量不变，服从质量守恒定律，参与化学反应的各种物质之间有确定的计量关系，为被测组分的定量分析奠定了基础。

(3) 化学变化中伴随着能量的变化。在化学键重新组合的过程中，伴随着能量的吸收和放出，涉及化学热力学的基本理论。

化学按其研究对象和研究目的的不同,常分为无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、结构化学等分支学科。随着科学技术的进步和生产力的发展,学科之间的相互渗透日益增强,化学已经渗透到农业、生物学、药学、环境科学、计算机科学、工程学、地质学、物理学、冶金学等很多领域,形成了许多应用化学的新分支和边缘学科,如农业化学、生物化学、医药化学、环境化学、地球化学、海洋化学、材料化学、计算化学、核化学、激光化学、高分子化学等。不难看出,化学在各学科的发展中处于中心的地位,化学学科的发展直接影响着上述学科的发展。因此,化学科学的发展,不仅与人类生存的衣、食、住、行有关,而且也与人类发展所遇到的能源、材料、信息、环保、医药卫生、资源合理利用、国防等密切相关。如性能优良的人造纤维和化学染料的使用,使人们的衣着五彩缤纷;各种化肥、农药、土壤改良剂、植物生长调节剂、饲料添加剂、食品保鲜剂等化学制剂的研制、开发和生产,解决了人们赖以生存的粮食问题;钢铁、水泥、玻璃、陶瓷、油漆、涂料和高分子材料的使用,使人们的住、行条件得到了较大的改善;石油工业的发展使机械和交通工具的正常运行得到了保障;各种医药制品、化验试剂和检测手段的研制开发,为环境保护、疾病诊断、人类健康提供了可靠保证;高能燃料、高强度的外壳和耐高温材料,使卫星、飞船、航天飞机能够翱翔蓝天;各种自然资源的成分检测、各种产品的质量检验均离不开化学科学。因此,化学在人类发展进步和生存条件改善中起着非常重要的作用。

三、无机及分析化学课程的性质和任务

在化学的各门分支学科中,无机化学是研究所有元素的单质和化合物(碳氢化合物及其衍生物除外)的组成、结构、性质和反应规律的学科;分析化学是研究物质组成成分及其含量的测定原理、测定方法和操作技术的学科。无机及分析化学课程是对无机化学(或普通化学)和分析化学两门课程的基本理论、基本知识进行优化组合、有机整合而成的一门新课程,而不是化学学科发展的一门分支学科。

高等学校的食品科学类、动物养殖类、植物生产类、生物技术类、水产类、化工与制药类、环境生态类、动物医学类、医学卫生类、材料科学类等相关专业的课程均与化学有着不可分割的联系。如生物化学课程要求掌握生物体的化学组成和性质,以及这些物质在生命中的化学变化和能量转换,这就需要化学反应的基本原理作为基础;生理学课程要求掌握生物体的新陈代谢作用,生物体内的酸碱平衡以及各种代谢平衡,这些平衡都是以化学平衡理论为基础的;土壤学要求掌握土壤的组成、性质和改良方法等内容,这就需要掌握元素的性质和化学反应的基本原理;又如食品科学类专业的食品分析课程,环境生态类专业的环境分析课程,动物养殖类专业的饲料分析课程,材料科学类专业的材料分析检测技术课程,法医学专业的法医毒物分析课程等,这些课程的学习都需要分析化学的基础理论和基本方法。因此,无机及分析化学是高等学校材料类、环境类、农林类、化工与制药类、生物类和医学类专业一门重要的必修基础课。

无机及分析化学课程的主要任务是:通过本课程学习,掌握与农林科学、生物科学、环境科学、材料科学、食品科学、化工与制药等有关的化学基础理论、基本知识与技能;在学习分散系的基础知识上,重点掌握溶液量度的方法,化学反应的基本原理,四大化学平衡理论,滴定分析的基本理论与方法,建立准确的“量”的概念;了解这些理论、知识和技能在专业中的应用,为学生参与和掌握资源综合利用、能源工程、化工工程、制药工程、土壤普查、农作物营养诊断、生态农业、配方施肥、优良品种选育、化肥与农药的检验及残留量检测、农副产品质量检验及深加工、水质分析、环境保护和污染综合治理、

动植物检疫、食品新资源的开发、动物营养及饲料添加剂生产等问题的研究提供牢固的化学基础，培养学生分析问题和解决实际问题的能力，为后继课程的进一步学习奠定良好的理论和实验基础。

四、无机及分析化学的学习方法

无机及分析化学课程包含了无机化学和分析化学两个分支的基础内容，科学、系统、简明地阐述无机化学和分析化学的基本概念、基本理论和应用性知识。无机化学部分主要介绍化学基础理论和溶液中的离子反应，分析化学部分主要介绍定量分析的基本理论及误差和分析数据的处理等。

无机及分析化学课程是高等农林院校各相应专业一年级开设的第一门化学基础课。许多后续课程，如有机化学、物理化学、仪器分析、环境化学、环境监测、生物化学、土壤学、植物化学、食品化学和林产品加工分析等都要用到本课程的原理和方法。那么，如何学好这门课程呢？

1. 学会思考。在遇到某一问题时，首先注意问题是怎样提出的，用什么办法解决？借助那些理论或实验？该问题具有什么实际意义？

2. 掌握重点，突破难点。明确各章教学的基本要求，根据“掌握”“理解”“了解”等不同层次，以及老师讲解上是否反复强调或多次重复的问题，分清轻重主次，合理安排学习或复习的时间。凡属重点一定要学懂学通，融会贯通；对难点要做具体分析，有的难点亦是重点，有的难点并非重点。

3. 学习中注意让“点的记忆”汇成“线的记忆”。对课程的基本理论、基本知识要反复理解与应用，在理解中进行记忆，通过归纳，寻找联系，由“点的记忆”汇成“线的记忆”。对于课堂上以及教材上的例题，侧重理解解题的思路与方法，努力做到举一反三。

4. 重视课堂教学。大学教学课堂内容多，信息量大，要求学生提高自学能力，认真听讲，做好课堂笔记，掌握基本概念和基本理论。学习中充分发挥主动性，既要独立思考，又要加强互相讨论，包括同学之间、师生之间的讨论。

5. 重视无机及分析化学实验。化学是实验科学，理论来源于实践，又服务于实践，无机及分析化学实验是理解和巩固理论知识的重要手段。所以，在学习中应该掌握实验基本操作技能，培养实事求是的科学态度、耐心细致的工作作风。要特别注意善于发现问题，努力培养自己分析问题、解决问题的能力。

6. 着重培养自学能力，初步学会如何获取信息与知识。学会充分利用图书馆、资料室以及校园网，通过适当参阅有关参考书或参考资料，帮助自己更深刻地理解并掌握所学的知识。网络技术的发展为学生的发散性思维、创造性思维的发展和提供平台。互联网是最大的知识库、资源库。网上有大量的精品资源共享课程和 MOOC 课程，这些优质资源可以充分共享利用。

7. 了解一些化学史。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，他们成功的经验与失败的教训值得我们借鉴。

学习无机及分析化学，不仅要求学生掌握化学基本知识，更重要的是培养学生对物质世界的正确认识，为后续课程打下基础；培养学生严谨的科学态度和实事求是的作风，初步掌握科学研究的技能，初步具备科学研究的素质。正如化学家戴安帮院士所说：“化学人才的智力因素是由动手、观察、查阅、记忆、思维、想象和表达七种能力所组成。”化学能力乃至科学素养的提高需要从课堂到实验室，从理论到实践，多方面培养和锻炼。

知识阅读

从网上查出所需的化学数据

化学发展至今，积累了大量物理化学参数和各种化合物结构数据。目前，在 Internet 上的化学数据库按照承载化学信息的内容可以划分为化学文献资料数据库、化学结构信息库、物理化学参数数据库和其他包括机构、科学家数据及化工产品和来源数据库等。

在众多的数据库中有些是非常规范的具有专业水准的数据库，如美国国家标准与技术研究所 (national institute of standards and technology, NIST) 的物性数据库：<http://webbook.nist.gov/chemistry/>，输入上述网址，我们可以看到 search options (检索途径)：有 name (名字)、formula (分子式)、molecular weight (分子量) 等。点击其中的任一种方式，按照要求输入具体物质 (如查苯可输入 benzene、 C_6H_6 或 78.11)、确定热力学单位 (select the desired units for thermodynamic data) 和需要查的数据类型 [select the desired type(s) of data] 以后，点击 search 即可给出 gas phase thermochemistry data (气相热化学数据)、condensed phase thermochemistry data (凝聚相热化学数据)、phase change data (相变数据)、reaction thermochemistry data (反应热化学数据) 等一系列的数据。如果输入分子式或分子量，会给出相应的很多同分异构体，在此基础上进一步选取你要查的物质再点击它，就能给出相应的检索数据。

Cambridgesoft 公司的网站 chemfinder 也有大量的化学数据库：<http://chemfinder.camsoft.com>。输入 name (名字)、formula (分子式)、molecular weight (分子量) 等，可查到熔点 (melting point)、沸点 (boiling point)、密度 (density)、折射率 (refractive index)、闪点 (flash point)、蒸气压 (vapor pressure)、蒸气密度 (vapor density)、水溶液 (water solubility) 等物理化学数据。

第一章

溶液和胶体

【知识目标】

1. 理解分散系、溶液和胶体的基本概念。
2. 掌握溶液组成的表示方法以及它们之间的换算关系。
3. 掌握稀溶液的依数性。
4. 掌握胶团的结构、胶体的性质、稳定性和聚沉作用。

【能力目标】

1. 掌握浓度、质量摩尔浓度、摩尔分数和质量分数的有关计算。
2. 掌握溶液的配制方法。
3. 掌握物质的量的有关计算。
4. 能够运用稀溶液的依数性解决实际问题。

第一节 溶 液

一、分散系

1. 分散系的概念

一种或几种物质分散在另一种物质中所形成的体系叫做分散体系，简称分散系。例如糖分散在水中形成糖溶液，黏土分散在水中形成泥浆，水滴分散在空气中形成云雾，奶油、蛋白质和乳糖分散在水中形成牛奶等。分散系中被分散的物质称为分散质，又叫分散相；起分散作用的物质称为分散剂，又叫分散介质。在上述例子中，糖、黏土、水滴、奶油、蛋白质、乳糖等是分散质，水、空气则是分散剂。分散质和分散剂的聚集状态不同，或分散质粒子的大小不同，其分散系的性质也不同。

2. 分散系的分类

分散系的分类方法有两种，一种是按照分散质和分散剂的聚集状态不同，将分散系分为9种，见表1-1；另一种是按照分散质颗粒的大小不同，将分散系分为3类，见表1-2。

表 1-1 分散系按分散质和分散剂聚集状态分类表

分散质	分散剂	实 例	分散质	分散剂	实 例
固	固	矿石、合金、有色玻璃	气	液	汽水、泡沫
液	固	珍珠、硅胶	固	气	烟、灰尘
气	固	泡沫塑料、海绵	液	气	云、雾
固	液	糖水、泥浆	气	气	天然气、空气
液	液	牛奶、石油、酒精			