

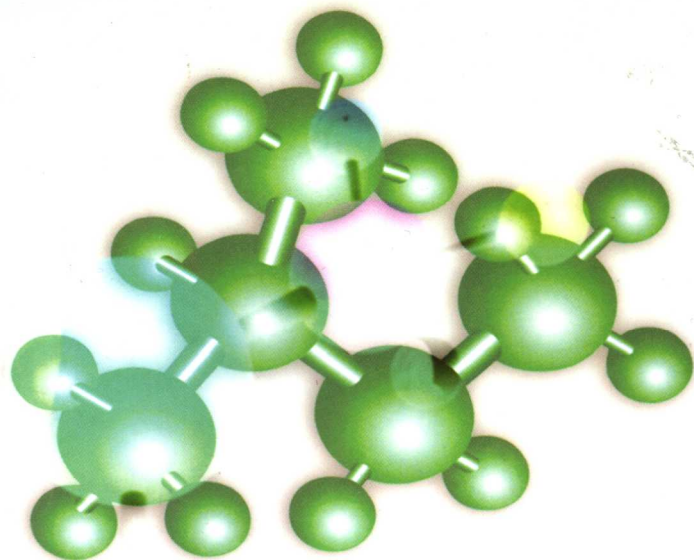


高职高专教育“十一五”规划教材

农业基础应用化学

NONGYE JICHUYINGYONGHUAXUE

姜有昌 于文惠 徐丽芳 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

高职高专教育“十一五”规划教材

农业基础应用化学

姜有昌 于文惠 徐丽芳 主编

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

农业基础应用化学/姜有昌,于文惠,徐丽芳主编. —北京:中国农业大学出版社,2007.9

高职高专教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-81117-287-4

I. 农… II. ①姜… ②于… ③徐… III. 农业化学-高等学校:技术学校-教材 IV. S13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 106526 号

书 名 农业基础应用化学

作 者 姜有昌 于文惠 徐丽芳 主编

策划编辑	姚慧敏 陈巧莲 丛晓红	责任编辑	田树君
封面设计	郑 川	责任校对	陈 莹 王晓凤
出版发行	中国农业大学出版社		
社 址	北京市海淀区圆明园西路 2 号	邮政编码	100094
电 话	发行部 010-62731190,2620	读者服务部	010-62732336
	编辑部 010-62732617,2618	出 版 部	010-62733440
网 址	http://www.cau.edu.cn/caup	e-mail	cbsszs@cau.edu.cn
经 销	新华书店		
印 刷	北京时代华都印刷有限公司		
版 次	2007 年 9 月第 1 版	2007 年 9 月第 1 次印刷	
规 格	787×1092 16 开本	18.75 印张	464 千字 彩插 1
定 价	26.00 元		

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 姜有昌 于文惠 徐丽芳
副主编 陈淑茗 刘景芳 王秀兰
参 编 丁立群 朱秀慧 张春颖 杨广禄 郝萍
主 审 赵士铎

出版说明

高等职业教育作为高等教育中的一个类型,肩负着培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才的使命。大力提高人才培养的质量,增强人才对于就业岗位的适应性已成为高等职业教育自身发展的迫切需要。教材作为教学和课程建设的重要支撑,对于人才培养质量的影响极为深远。随着高等农业职业教育发展和改革的不断深入,对于教材适用性的要求也越来越高。中国农业大学出版社长期致力于高等农业教育本科教材的出版,在高等农业教育领域发挥着重要的作用,积累了丰富的经验,希望充分利用自身的资源和优势,为我国高等职业教育的改革与发展做出自己的贡献。

经过深入地调研师生的需求和分析以往教材的优点和不足,在教育部高教司高职高专处和全国高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会的关心和指导下,在各高职高专院校的大力支持下,中国农业大学出版社组织了全国 50 余所院校的 400 多名骨干教师共同编写了一批以“十一五”国家级规划教材为主体的教材。这批教材于今年 3 月陆续出版,共有 60 多个品种(畜牧兽医类 33 种,种植类 26 种,公共基础课等课程教材若干种),其中普通高等教育“十一五”国家级规划教材 22 种。

这批教材的组织和编写具有以下特点:

精心组织参编院校和作者。本批教材的组织之初共收到全国 60 余所院校的 600 余名老师的申报材料。经过由职业院校和出版社专家组成的选题委员会审议,充分考虑到不同院校的办学特色、专业优势及地域特点,结合教师自身的学习培训背景、教学与科研经验和生产实践经历,最后择优确定了 50 余所院校的 400 多名教师作为主编和编写人员,其中教授和副教授占 73%,硕士以上学历占 38%。特别值得一提的是,有 5% 的作者是来自企业生产第一线的技术人员,这样的作者结构是编写高质量和适用性教材的有力保证。

贴近国家高职教育改革的要求。我国的高等职业教育发展历史不长,很多院校的办学模式和教学理念还在探索之中。为了更好地促进教师了解和领会教育部的教学改革精神,在编写研讨会上邀请了教育部高教司高职高专处、全国高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会的领导作教学改革的报告,提升主编和编写人员的理念;多次邀请教育部职业教育研究所的知名专家到会,专门就课程设置的教材的体系建构作报告,使教材的编写视角高、理念新、有前瞻性。

注重反映教学改革的成果。教材应该不断创新,与时俱进。好的教材应该及时体现教学改革的成果,同时也是教育教学改革的重要推进器。本套教材在组织过程中特别注重发掘各校在产学结合、工学交替实践中具有创新性的教材素材,很多教材在围绕就业岗位需要进行知识的整合、与实际生产过程的接轨上具有创新性和非常鲜明的特色,相信对于其他院校的教学改革会有启发和借鉴意义。

瞄准就业岗位群需要,突出职业能力的培养。本批教材的编写指导思想是紧扣培养“高技能人才”的目标,以职业能力培养为本位,以实践技能培养为中心,体现就业和发展需

求相结合的理念。

教材体系的构建依照职业教育的“工作过程导向”原则,打破学科的“系统性”和“完整性”。内容根据职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,采用倒推法确定,即剖析职业岗位群对专业能力和技能的需求——→关键能力——→关键技能——→围绕技能的关键基本理论。删除假设推论,减少原理论证,尽可能多地采用生产实际中的案例剖析问题,加强与实际工作的接轨。教材反映行业中正在应用的新技术、新方法,体现实用性与先进性的结合。

创新体例,增强启发性。为了强化学习效果,在每章前面提出本章的知识目标和技能目标。每章设有小结和复习思考题。小结采用树状结构,将主要的知识点及其之间的关联直观表达出来,有利于提高学生的学习效果和效率,也方便教师课堂总结。部分内容增编阅读材料。

加强审稿,企业与行业专家相结合,严把质量关。从选题策划阶段就邀请行内专家把关,由来自企业、高职院校或中国农业大学有丰富的生产实践经验的教授审核编写大纲,并对后期书稿进行严格的审定。每一种教材都经过作者与审稿人的多次的交流和修改,从而保证内容的科学性、先进性和对于岗位的适应性。

本批教材的顺利出版,是全国 50 余所高职高专院校共同努力的结果:编写出版过程中所做的很多探索,为进一步进行教材研发提供了宝贵的经验。我们希望以此为基点,进一步加强与各校的交流合作,配合各校教学改革,在教材的推广使用、修订完善、补充扩展进程中,在提高质量和增加品种的过程中,不断拓展教材合作研发的思路,创新教材开发的模式和服务方式。让我们共同努力,携手并进,为深化高职高专教育教学改革和提高人才培养质量,培养国家需要的千百万高素质技能型专门人才,发挥积极的推动作用。

中国农业大学出版社

2007 年 7 月

内 容 提 要

本书是教育部项目III -29-1“高职高专教育化学课程教学内容体系改革、建设的研究与实践”课题成果之一。

本书依据农、林、牧高职院校培养目标和专业需求,坚持“适度、够用、适用”的原则,将无机化学、分析化学、有机化学和化学实验几门课整合为一本教材。内容按五大模块编排:第一篇为无机化学基础知识,包含稀溶液、胶体、弱电解质电离等无机四大平衡;第二篇为定量分析,主要介绍容量分析的四大滴定法和仪器分析中的吸光光度分析法;第三篇为有机化学基础知识,包含烃、醇、酚、醚、醛、酮、醌、羧酸及取代酸、油脂、杂环化合物和生物碱的命名、性质及应用;第四篇为生物高分子化合物,含糖类和蛋白质的结构、性质及应用;第五篇为与理论内容相关的实验内容。

本教材可作为高职高专教育农业类各专业基础课程—《农业基础应用化学》教材,也可以作为农林牧类科技工作者的参考书。

前 言

本教材是教育部项目 III-29-1 “高职高专教育化学课程教学内容体系改革、建设的理论与实践”课题成果之一。从 2001 年开始,《农业基础应用化学》在辽宁农业职业技术学院和原洛阳农专试用多年。教学实践证明,《农业基础应用化学》在化学课程体系的优化组合、教学内容的处理与编排,特别是在化学与专业的衔接等方面都取得了新的突破。

《农业基础应用化学》是农业高职院校一门重要的基础课。目前,高职教育农业类《基础应用化学》教材编写滞后,目前还没有一本能够体现高职教育培养目标的农业类《基础应用化学》教材,以适应农业各类职业岗位群对数以千万计高等技术应用性人才的需求。为此,我们依据农林牧类高职高专学生的培养目标和应用化学课程在高职高专农林院校的地位和作用,编写组成员积淀多年的教学改革经验,编写了这本将《无机及分析化学》、《有机化学》和《化学实验》三门课程整合一体的《农业基础应用化学》教材,以有利于解决学时少与需求内容多的矛盾。教材编写采取逆向思维,即根据专业和行业需求,设置教学内容。《农业基础应用化学》主要为专业课和专业基础课在化学基本理论和基础知识、基本实验操作技术等方面奠定基础。本教材可以供高职高专农林牧院校各专业使用,也可以作为农林牧科技工作者的参考用书。

本教材特色鲜明。教材内容构建体现:能力本位原则,以有利于学生职业综合能力的培养、专业技术能力的培养和发展需求选择教学内容,理论以“必需、够用”为度,实验内容体现“实践性和应用性”。先进性原则,及时将基础化学新知识、新技术充实到教学内容或“知识窗”中。适用性原则,针对高职高专招生量大、生源差异导致文化基础参差不齐的实际状况,该教材深、浅度适宜,能够满足不同层次学生的需要。理论内容删除假设推论,增加实例分析。应用性原则,紧密联系农业行业和专业对化学知识的需求,在“知识窗”或适当的章节后面集中讲解化学在专业中的应用。启发性原则,富有知识性、趣味性、启发性和应用性的问题,设在每章节的“动脑筋”小栏目中。教材形式新颖。内容按五大模块编排:无机化学基础知识;定量分析;有机化学基础知识;生物高分子化合物;实验。通过计算,采用 auto CAD 绘制有定量刻度的图形,大部分图形采用 Flash 和 Potoshop 软件绘制。

参加本教材编写的有辽宁农业职业技术学院:姜有昌(第 5~9 章),于文惠(第 12、13、16、18 章和实验 14~18),徐丽芳(第 10、11、14、15、17 章和附录),刘景芳(第 1~2 章),张春颖(第 3 章),丁立群(第 4 章),郝萍绘制、修改了教材的所有图片;杨凌职业技术学院:陈淑茗(实验 1~13);陈淑茗和辽宁科技大学的朱秀慧、辽阳职业中专的杨广禄、青海畜牧兽医职业技术学院的王秀兰都参加了本教材大纲的编写、材料的收集及本教材校稿和统稿工作。辽宁农业职业技术学院的邵敏和宋淑梅两位老师在本教材编写过程中的实验现象的验证方面做了大量的工作。

本教材文字、术语、量和单位的使用严格执行国家标准。本教材按 100 学时编写,其中理论 65 学时,实验 35 学时。在教学过程中,各校可根据实际情况灵活掌握。

编者

2007 年 8 月

目 录

第一篇 无机化学基础知识

第一章 溶液和胶体

第一节 溶液及其浓度	3
一、分散系	3
二、溶液组成的表示方法	4
第二节 稀溶液的依数性	6
一、溶液的蒸气压下降	6
二、溶液的沸点升高和凝固点降低	7
三、溶液的渗透压	9
第三节 胶体	11
一、溶胶的结构	11
二、溶胶的性质	12
三、溶胶的稳定性和聚沉	14

第二章 化学平衡与电解质溶液

第一节 化学平衡	19
一、化学平衡及平衡常数	19
二、影响化学平衡移动的因素	21
第二节 弱电解质的电离平衡	22
一、电离平衡和稀释定律	23
二、同离子效应	24
三、多元弱酸、弱碱的电离平衡	25
第三节 溶液的酸碱性	26
一、水的电离和 pH 标度	26
二、盐类水溶液的酸碱性	26
三、影响盐类水解的因素	30
四、盐类水解和 pH 在农业上的应用	31

第四节 缓冲溶液	32
一、缓冲溶液	32
二、缓冲溶液在农业上的应用	34
第五节 沉淀溶解平衡的移动	36
一、溶度积常数	36
二、沉淀溶解平衡的移动	36

第三章 氧化还原反应

第一节 氧化还原反应	43
一、氧化还原反应的基本概念	43
二、氧化还原反应方程式的配平	44
第二节 原电池和电极电势	45
一、原电池	45
二、电极电势	45
三、电极电势的应用	49
第三节 氧化还原反应在农业上的应用	50

第四章 配位化合物

第一节 配位化合物	53
一、配位化合物的基本概念	53
二、配合物的组成	53
三、配合物的命名	55
第二节 配位离解平衡	56
一、配位离解平衡及平衡常数	56
二、配位离解平衡的移动	57
第三节 螯合物	60
第四节 配合物在农业上的应用	61

第二篇 定量分析

第五章 定量分析化学概述

第一节 定量分析化学的任务和分析方法	67
一、定量分析化学的任务	67
二、定量分析的方法	67
第二节 定量分析的误差	68

一、系统误差和偶然误差	68
二、准确度和精密度	70
第三节 有效数字和可疑值的取舍	73
一、有效数字及运算规则	74
二、可疑值的取舍	75

第四节 滴定分析概述	77	一、提高配位滴定选择性的方法	105
一、滴定分析名词术语	77	二、配位滴定法应用实例	106
二、滴定分析方法	77	第八章 氧化还原滴定法和沉淀滴定法	
三、滴定分析法对滴定反应的要求及常用的 滴定方式	77	第一节 氧化还原滴定法	110
四、标准溶液的配制和标定	79	一、氧化还原指示剂	110
五、滴定分析的误差要求	79	二、高锰酸钾法	112
第六章 酸碱滴定法		三、重铬酸钾法	113
第一节 酸碱指示剂	84	四、碘量法	113
一、酸碱指示剂的变色原理和变色范围	84	五、氧化还原滴定法应用实例	116
二、混合指示剂	86	第二节 沉淀滴定法	118
第二节 酸碱滴定曲线和指示剂的选择	87	一、莫尔法	118
一、强酸强碱的滴定	88	二、佛尔哈德法	120
二、一元弱酸弱碱的滴定	90	三、银量法应用示例	121
第三节 酸碱标准溶液的配制和标定	93	第九章 吸光光度分析法	
一、酸标准溶液的标定	93	第一节 吸光光度法的基本原理	124
二、碱标准溶液的标定	94	一、物质的颜色和对光的选择性吸收	124
第四节 酸碱滴定法应用实例	94	二、朗伯-比耳定律	125
一、铵盐中氮的测定	95	第二节 显色反应	126
二、生物试样中总酸度的测定	95	一、显色反应和显色剂	126
第七章 配位滴定法		二、影响显色反应的因素	127
第一节 EDTA的性质及其配合物	98	第三节 吸光光度分析测量条件的选择	128
一、EDTA的性质	98	一、选择合适波长的入射光	128
二、EDTA与金属离子形成配合物的特点	99	二、控制吸光度的读数范围	128
三、酸度对EDTA形成配合物稳定性的 影响	99	三、选择合适的参比溶液	129
第二节 金属指示剂	102	第四节 吸光光度分析的方法	129
一、金属指示剂的变色原理	103	一、目视比色法	129
二、常用的金属指示剂	103	二、分光光度法	130
第三节 配位滴定法应用	105	第五节 吸光光度法应用实例	133
		一、铵的测定	133
		二、铁的测定	134
		三、磷的测定	134

第三篇 有机化学基础知识

第十章 有机化学概述		二、命名	143
一、有机化合物和有机化学	139	三、物理性质	144
二、有机化合物的特点	139	四、化学性质	145
三、有机化合物的分类	139	五、自然界中的烷烃	146
四、有机化学与农业科学的关系	140	第二节 烯烃	147
第十一章 烃		一、单烯烃的命名和同分异构	147
第一节 烷烃	142	二、单烯烃的化学性质	147
一、同系列和同分异构	142	三、二烯烃	149

四、自然界的烯烃	150
第三节 环烃	150
一、脂环烃	150
二、芳香烃	152
第十二章 醇、酚、醚	
第一节 醇	156
一、醇的分类和命名	156
二、醇的物理性质	157
三、醇的化学性质	159
四、醇代表物的应用	161
第二节 酚	163
一、酚的分类和命名	163
二、酚的化学性质	164
三、酚代表物的应用	165
第三节 醚	166
一、醚的分类和命名	166
二、醚代表物的应用	167
第十三章 醛、酮、醌	
第一节 醛、酮	170
一、醛、酮的分类和命名	170
二、醛、酮的化学性质	171
三、醛、酮代表物的应用	174
第二节 醌	175
一、醌的结构和命名	175
二、生物体内重要的醌	176
第十四章 羧酸及其衍生物	
第一节 羧酸	179

一、分类和命名	179
二、化学性质	180
三、羧酸代表物的应用	182
第二节 羧酸的衍生物	183
一、命名	183
二、化学性质	184
三、自然界中的羧酸衍生物	185
第三节 取代酸	185
一、羟基酸	186
二、羧基酸	188

第十五章 油脂和类脂化合物

第一节 油脂	192
一、油脂的组成和结构	192
二、油脂的化学性质	193
第二节 类脂化合物	195
一、磷脂	195
二、蜡	196
三、甾族化合物	196

第十六章 杂环化合物和生物碱

第一节 杂环化合物	201
一、杂环化合物的分类和命名	201
二、重要的杂环化合物及其衍生物	202
第二节 生物碱	205
一、生物碱概述	205
二、生物碱的一般性质	205
三、生物碱的提取方法	206
四、几种重要的生物碱	206

第四篇 生物高分子化合物

第十七章 糖类

第一节 单糖	213
一、单糖的结构	213
二、单糖的化学性质	214
三、单糖及其衍生物的应用	216
第二节 双糖	218
一、还原性双糖	218
二、非还原性双糖	219
第三节 多糖	220
一、淀粉	220
二、糖原	222
三、纤维素	222
四、半纤维素	223

第十八章 蛋白质

第一节 氨基酸	224
一、氨基酸的结构、分类和命名	224
二、氨基酸的理化性质	226
第二节 肽	228
一、肽的形成	228
二、肽的命名	228
三、生物活性肽	229
第三节 蛋白质	230
一、蛋白质的分类	230
二、蛋白质的元素组成	231
三、蛋白质的结构	231
四、蛋白质的性质	233

第五篇 实 验

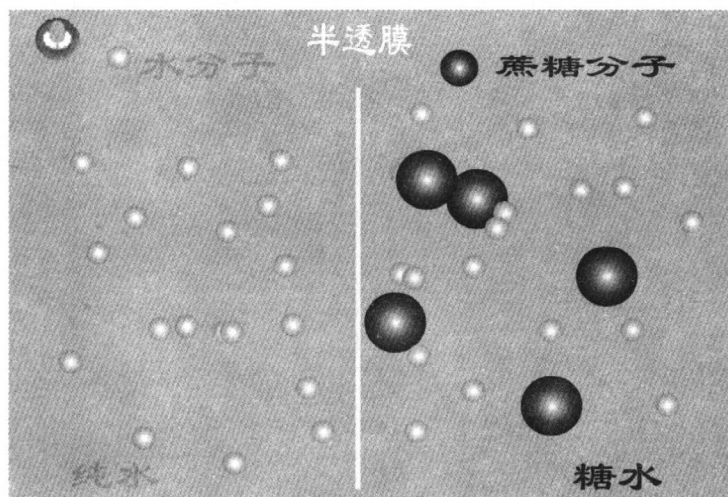
实验一 溶液的配制与稀释·····	240	实验十一 水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量及水总硬度的测定·····	259
实验二 酸度计的使用·····	242	实验十二 邻二氮菲光度法测定铁·····	261
实验三 分析天平的称量练习·····	245	实验十三 磷的比色分析·····	263
实验四 滴定分析基本操作练习·····	248	实验十四 烟碱的提取·····	265
实验五 标准溶液的配制·····	252	实验十五 有机化合物官能团的性质实验·····	267
实验六 氢氧化钠标准溶液的标定·····	253	实验十六 糖的性质·····	270
实验七 食醋中总酸量的测定·····	254	实验十七 蛋白质的性质·····	271
实验八 铵盐中氮含量测定·····	255	实验十八 自行设计实验(醇、酚、醛、酮、羧酸未知液的分析)·····	273
实验九 高锰酸钾标准溶液的标定·····	256		
实验十 过氧化氢含量的测定·····	258		

附 录

附录一：常见元素的相对原子质量·····	274	附录六：难溶电解质的溶度积·····	282
附录二：常见物质的相对分子质量·····	275	附录七：配离子的稳定常数·····	283
附录三：常用酸碱溶液的相对密度和浓度·····	277	附录八：氨羧配合剂类配离子的稳定常数·····	284
附录四：常用酸碱溶液的配制·····	278	附录九：标准电极电势 (18~25 °C) ·····	285
附录五：弱电解质的电离常数·····	279		

第一篇 无机化学基础知识

生命体的许多生理生化过程和土壤中发生的多种过程都在水溶液中进行。稀溶液的依数性和胶体结构、性质与人类生活和农业生产过程密切相关。互相关联的弱电解质电离平衡、沉淀溶解平衡、氧化还原反应和配合离解平衡—四大平衡涉及的基本知识和理论，是农业应用化学的基础知识，也是高职农林牧理科学生后续课程学习的基础。



渗透作用

第一章 溶液和胶体

学习目标

- 理解溶液组成的各种表示方法，能够准确计算溶液的浓度。
- 掌握稀溶液通性及其应用。
- 熟悉胶体的基本概念，掌握溶胶的结构、性质及应用。

第一节 溶液及其浓度

广义上讲溶液是一种分散体系，通常所谓的溶液是指液态溶液，其中最常见的是以水为溶剂的水溶液，简称溶液。它与农业和生物学有着密切的联系。这是因为生物体内的许多生化过程都是在水溶液中进行的。例如，人们的生活用水就是含有一定矿物质的水溶液；动物对营养成分的吸收，植物从土壤中吸取氮、磷、钾等都是通过溶液来输送的。因此，学习和掌握有关溶液的一些基础知识具有很重要的意义。

一、分散系

人们用观察、实验等手段进行科学研究及生产实践时，必须首先确定所要研究的对象，这种被确定的研究对象称为体系。体系中物理性质和化学性质完全相同的部分称为相。相与相之间有明显的界面。含有一个相的体系叫单相体系或均相体系，例如，氯化钠溶液、空气等。含有两个或两个以上相的体系叫多相体系，例如原油、牛奶等。

一种或几种物质分散在另一种物质中所形成的体系叫分散体系，简称分散系。分散系中被分散的物质叫分散质或分散相，而容纳分散质的物质叫分散剂或分散介质。例如，氯化钠溶于水所形成的氯化钠溶液，水滴分散在空气中形成的云雾，其中氯化钠和水滴为分散质，水和空气为分散剂。

按照分散质和分散剂聚集状态的不同，分散系可以分为9种，如表1-1所示。

按照分散质粒子的大小或者分散度的高低，可以分为以下3类。

1.粗分散系

粗分散系中分散质粒子直径在 10^{-7} m以上。被分散的粒子一般不能透过滤纸，在普通显微镜下甚至用肉眼就可观察到分散质粒子。这类分散系是不稳定的多相体系，静置时分散质粒子很容易从分散剂中分离出来。常见的粗分散系有悬浊液和乳浊液。悬浊液是固体分散质分散到液体分散剂中所形成的粗分散系，如可湿性粉剂加水后制成的悬浮液等。乳浊液是液体分散质以微小液滴的形式分散到液体分散剂中所形成的粗分散系，如牛奶、原油、多菌灵和乐果杀虫剂等。

表 1-1 按聚集状态分的各种分散系

(无机及分析化学, 宁开桂, 1999)

分散质	分散剂	实 例
气	气	空气、合成氨原料气
液	气	云雾
固	气	烟、灰尘
气	液	泡沫、汽水
液	液	牛奶、豆浆、农药乳浊液
固	液	氯化钠水溶液、油漆
气	固	泡沫塑料、木炭
液	固	肉冻、硅胶
固	固	红宝石、合金、有机玻璃

2. 分子或离子分散系

分子或离子分散系中分散质粒子直径在 10^{-9} m 以下, 分散质的分散程度达到单个小分子或离子的大小。分子或离子分散系是稳定的单相体系, 即我们所熟悉的溶液, 一般也称“真溶液”。由于分散质粒子很小, 所以能透过滤纸, 在普通显微镜及超显微镜下均看不到, 无论放置多久, 分散质粒子也不会从分散剂中分离出来。

3. 胶体分散系

在胶体分散系中分散质粒子直径在 $10^{-9} \sim 10^{-7}$ m 之间, 每一个分散质粒子均是由许多分子或离子组成的集合体。用眼睛和普通显微镜观察时, 体系是透明的, 看不见分散质粒子, 外观与“真溶液”没有区别。但用超显微镜观察时能看到分散质粒子的存在。分散质粒子可以透过滤纸但不能透过半透膜。胶体分散系是一个相对稳定的多相体系, 稳定性介于粗分散系与分子离子分散系之间, 亦称为介稳体系。长时间放置, 分散质粒子可以聚结变大, 从分散剂中分离出来。

应当指出, 上述三种分散系之间虽有明显的区别, 但没有截然的界限, 三者之间的过渡是渐变的。以粒子的大小范围作为分散系的分类根据只具有相对性。事实上已经发现, 粒子直径为 5×10^{-7} m 的分散系仍表现出胶体的性质。在研究问题的时候, 我们常将溶液、浊液和胶体分别进行讨论, 实际上存在的分散系往往是比较复杂的。例如, 牛奶就是一个复杂的分散系, 它的基本成分有水、脂肪、干酪质、乳糖等, 其中脂肪以乳浊液的形式分散在水中, 干酪质以胶体的形式分散在水中, 而乳糖则以分子状态溶于水形成溶液。

二、溶液组成的表示方法

在使用溶液时, 常常需要知道溶液的浓度。一定量溶液(或溶剂)中所含溶质的量叫做溶液的浓度。由于溶质、溶剂和溶液的量, 可以用千克(kg)、克(g)、摩尔(mol)或升(L)等单位表示, 因此, 表示溶液的组成也有多种方法。究竟采用哪一种表示方法, 要由实际需要而定。下面介绍几种常用的溶液组成的表示方法。

1. 溶质 B 的物质的量浓度

溶质 B 的物质的量浓度 c_B 等于溶质 B 的物质的量 n_B 除以溶液的总容积 V ，用符号 c_B 表示，即

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-1)$$

式中： n_B 为溶质 B 的物质的量，SI 单位为 mol； V 为溶液的体积，SI 单位为 m^3 ；物质的量浓度 c_B 的 SI 单位为 $mol \cdot m^{-3}$ 。由于溶液的体积 V 的常用非 SI 单位为 L，故物质的量浓度 c_B 的常用单位为 $mol \cdot L^{-1}$ 。

根据 SI 规定，使用物质的量的单位“mol”时，要注明物质的基本单元。而物质的量浓度的单位是由基本单位“mol”推导得到的，所以在使用浓度单位时也必须注明所表示物质的基本单元。

例如： $c(KMnO_4) = 0.10 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 与 $c(\frac{1}{5} KMnO_4) = 0.10 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的两种溶液，它们浓度数值虽然相同，但是它们所表示的 1 L 溶液中所含 $KMnO_4$ 的质量是不同的，分别为 15.8 g 和 3.16 g。

2. 溶质 B 的质量摩尔浓度

质量摩尔浓度常用符号 b_B 来表示，是用溶液中溶质 B 的物质的量除以溶剂的质量表示的溶液的浓度，即

$$b_B = \frac{n_B}{m_A} \quad (1-2)$$

式中： n_B 为溶质 B 的物质的量，SI 单位为 mol； m_A 为溶剂的质量，SI 单位为 kg； b_B 为溶质 B 的质量摩尔浓度，SI 单位为 $mol \cdot kg^{-1}$ 。

质量摩尔浓度的优点是不受温度的影响，在室温下配制的溶液，升高温度后，只要溶剂不损失，质量摩尔浓度则不发生变化。因此，它通常用于稀溶液依数性的研究和一些精密的测定中。

3. B 的质量分数

溶质 B 的质量与混合物的质量之比称为 B 的质量分数，用 ω_B 来表示。

$$\omega_B = \frac{m_B}{m_A} \quad (1-3)$$

式中： m_B 为 B 的质量，SI 单位为 kg； m_A 为混合物的质量，SI 单位为 kg。质量分数的 SI 单位为 1。例如，将 10 g 氢氧化钠溶于 90 g 水中即得 $\omega(NaOH) = 0.1$ （或 10%）的氢氧化钠水溶液。

4. B 的质量浓度

B 的质量与混合液体积之比称为 B 的质量浓度，B 的质量浓度用 ρ_B 表示：

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (1-4)$$

式中： m_B 为 B 的质量，SI 单位为 kg； V 为混合液的体积，SI 单位为 m^3 ，质量浓度的 SI 单位为 $kg \cdot m^{-3}$ ，常用单位为 $g \cdot L^{-1}$ 。