



高职高专“十一五”规划教材

应用化学

YINGYONG
HUAXUE

王秀敏 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列

应用化学

王秀敏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列之一。本书对无机化学、有机化学、分析化学、生物化学四门课程的理论、实践知识进行整合,简化了与畜牧兽医类专业课关系不大的内容,每一部分内容都与畜牧兽医类专业课直接联系,以满足畜牧兽医类专业需求。本书主要内容包括溶液、化学平衡原理、分析化学基础知识、酸碱滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法、吸光光度法、烃、烃的衍生物、杂环化合物和生物化学基础知识,共十二章,并设计了相应的实验实训。

本教材主要适用于动物生产类相关专业,农林类其他专业也可使用。

图书在版编目(CIP)数据

应用化学/王秀敏主编. —北京:化学工业出版社, 2010.7

高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列
ISBN 978-7-122-08914-4

I. 应… II. 王… III. 应用化学-高等学校:
技术学院-教材 IV. O69

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 119702 号

责任编辑:李植峰

文字编辑:唐晶晶

责任校对:陈 静

装帧设计:史利平

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 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张13¼ 字数300千字 2010年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 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:25.00 元

版权所有 违者必究

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”

建设委员会成员名单

主任委员 介晓磊

副主任委员 温景文 陈明达 林洪金 江世宏 荆宇 张晓根
寒铁生 何华西 田应华 吴健 马继权 张震云

委员 (按姓名汉语拼音排列)

边静玮	陈桂银	陈宏智	陈明达	陈涛	邓灶福	寒铁生	甘勇辉	高婕	耿明杰
官麟丰	谷凤柱	郭桂义	郭永胜	郭振升	郭正富	何华西	胡繁荣	胡克伟	胡孔峰
胡天正	黄绿荷	江世宏	姜文联	姜小文	蒋艾青	介晓磊	金伊莉	荆宇蕊	李淑春
李光武	李彦军	梁学勇	梁运霞	林伯全	林洪金	刘俊栋	刘海星	欧阳素贞	刘开宇
刘万平	刘晓娜	刘新社	刘奕清	刘政平	卢颖	马继权	倪允平	陶正平	潘应华
潘自舒	彭宏	彭小燕	邱运亮	任晓典	商世能	史延平	苏景文	吴昌标	吴健仁
王存兴	王宏辉	王秋梅	王水琦	王肖文	王秀娟	王燕丽	温拥军	徐苏凌	徐作晓
吴郁魂	吴云辉	武模戈	肖卫文	肖文珍	解相林	谢利娟	谢德炎	张海松	张晓根
许开录	闫慎飞	颜世发	燕智文	杨玉珍	尹秀玲	于文越	张德昌	周晓舟	朱学文
张玉廷	张震云	张志轩	赵晨霞	赵华	赵先明	赵勇军	郑继昌		

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”

编审委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 杨宝进 张慎举 黄瑞 杨廷桂 刘莉 胡虹文 张守润
宋连喜 薛瑞辰 王德芝 王学民 张桂臣

委员 (按姓名汉语拼音排列)

艾国良	白彩霞	白迎春	白永莉	白远国	柏玉平	毕玉霞	边传周	卜春华	曹晶
曹宗波	陈传印	陈杭芳	陈金雄	陈远环	柏盛彬	陈现臣	程冉凯	褚秀玲	崔爱萍
丁玉玲	董义超	董曾娟	陈鹏慧	陈范洲	陈方希	陈付美	高英俊	高胡梅	崔志虹
弓建国	顾成柏	顾洪瑞	关小变	韩建强	韩守学	何海健	何蒋标	高志新	高虹文
胡辉刚	胡石柳	李丽云	黄修奇	李林春	纪守国	何纪英	梁俊荣	林志新	李碧全
李刚利	李继连	刘琦威	李雷斌	李贤忠	梁本欣	梁称福	刘振湘	刘宗亮	林仲桂
刘革雁	刘广玲	潘克华	潘一展	邱深本	刘任国	阮国荣	申庆全	刘冬梅	柳遵新
龙冰静	罗连喜	王爱军	孙雄华	孙志浩	唐建德	唐晓玲	陶令霞	石田伟	史兴山
史雅儒	宋玉琳	王新军	王大星	王道民	王艳立	王健惠	王朝霞	王孟宇	田伟双
田文岗	汪文焕	吴中军	王尚修	王学海	王艳公	王云惠	王朝刚	王瑞辰	王俊琢
田铁峰	王占福	吴廷芳	肖卫珣	熊学敏	徐杨志	王治云	王许美	薛瑞怀	吴建平
王琼进	吴杨平	杨亚芳	杨曾响	杨元根	徐杨忠	徐治国	姚志刚	易怀珠	羊易新
吴宝鹤	于显威	袁守润	张卓	张欣	战忠玲	张春华	张桂臣	赵希彦	张秀娟
于承霞	张慎显	张雅安			张新明	张艳红	张祖荣		
张庆翠	郑翠芝								

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”建设单位

(按汉语拼音排列)

安阳工学院	黑龙江农业工程职业学院	曲靖职业技术学院
保定职业技术学院	黑龙江农业经济职业学院	日照职业技术学院
北京城市学院	黑龙江农业职业技术学院	三门峡职业技术学院
北京林业大学	黑龙江生物科技职业学院	山东科技职业学院
北京农业职业学院	黑龙江畜牧兽医职业学院	山东理工职业学院
本钢工学院	呼和浩特职业学院	山东省贸易职工大学
滨州职业学院	湖北生物科技职业学院	山东省农业管理干部学院
长治学院	湖南怀化职业技术学院	山西林业职业技术学院
长治职业技术学院	湖南环境生物职业技术学院	商洛学院
常德职业技术学院	湖南生物机电职业技术学院	商丘师范学院
成都农业科技职业学院	吉林农业科技学院	商丘职业技术学院
成都市农林科学院园艺研究所	集宁师范高等专科学校	深圳职业技术学院
重庆三峡职业学院	济宁市高新技术开发区农业局	沈阳农业大学
重庆水利电力职业技术学院	济宁市教育局	沈阳农业大学高等职业技术学院
重庆文理学院	济宁职业技术学院	
德州职业技术学院	嘉兴职业技术学院	苏州农业职业技术学院
福建农业职业技术学院	江苏联合职业技术学院	温州科技职业学院
抚顺师范高等专科学校	江苏农林职业技术学院	乌兰察布职业学院
甘肃农业职业技术学院	江苏畜牧兽医职业技术学院	厦门海洋职业技术学院
广东科贸职业学院	金华职业技术学院	仙桃职业技术学院
广东农工商职业技术学院	晋中职业技术学院	咸宁学院
广西百色市水产畜牧兽医局	荆楚理工学院	咸宁职业技术学院
广西大学	荆州职业技术学院	信阳农业高等专科学校
广西职业技术学院	景德镇高等专科学校	延安职业技术学院
广州城市职业学院	丽水学院	杨凌职业技术学院
海南大学应用科技学院	丽水职业技术学院	宜宾职业技术学院
海南师范大学	辽东学院	永州职业技术学院
海南职业技术学院	辽宁科技学院	玉溪农业职业技术学院
杭州万向职业技术学院	辽宁农业职业技术学院	岳阳职业技术学院
河北北方学院	辽宁医学院高等职业技术学院	云南农业职业技术学院
河北工程大学	辽宁职业学院	云南热带作物职业学院
河北交通职业技术学院	聊城大学	云南省曲靖农业学校
河北科技师范学院	聊城职业技术学院	云南省思茅农业学校
河北省现代农业高等职业技术学院	眉山职业技术学院	张家口教育学院
	南充职业技术学院	漳州职业技术学院
河南科技大学林业职业学院	盘锦职业技术学院	郑州牧业工程高等专科学校
河南农业大学	濮阳职业技术学院	郑州师范高等专科学校
河南农业职业学院	青岛农业大学	中国农业大学
河西学院	青海畜牧兽医职业技术学院	

《应用化学》编审人员

主 编 王秀敏

副 主 编 李 蓉
石 锐
李国平

参编人员 (按姓名汉语拼音排列)

李国平 (湖北生物科技职业学院)
李 蓉 (江苏畜牧兽医职业技术学院)
庞 坤 (信阳农业高等专科学校)
石 锐 (黑龙江民族职业学院)
陶玉霞 (黑龙江畜牧兽医职业学院)
王 静 (黑龙江农业经济职业学院)
王秀敏 (黑龙江畜牧兽医职业学院)
周向科 (河南农业职业学院)

主 审 马寿欣 (山东畜牧兽医职业学院)

序

当今,我国高等职业教育作为高等教育的一个类型,已经进入以加强内涵建设、全面提高人才质量为主旋律的发展新阶段。各高职高专院校针对区域经济社会的发展与行业进步,积极开展新一轮的教育教学改革。以服务为宗旨,以就业为导向,在人才培养质量工程建设的各个方面加大投入,不断改革、创新和实践。尤其是在课程体系与教学内容改革上,许多学校都非常关注利用校内、校外两种资源,积极推动校企合作与工学结合。如邀请行业企业参与制定培养方案,按职业要求设置课程体系;校企合作共同开发课程;根据工作过程设计课程内容和改革教学方式;教学过程突出实践性,加大生产性实训比例等。这些工作主动适应了新形势下高素质技能型人才培养的需要,是落实科学发展观、努力创办人民满意的高等职业教育的主要举措。教材建设是课程建设的重要内容,也是教学改革的重要物化成果。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点”,明确要求要“加强教材建设,重点建设好3000种左右国家规划教材,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂”。目前,在农林牧渔类高职院校中,教材建设还存在一些问题,如行业变革较大与课程内容老化的矛盾、能力本位教育与学科型教材供应的矛盾、教学改革加快推进与教材建设严重滞后的矛盾、教材需求多样化与教材供应形式单一的矛盾等。随着经济发展、科技进步和行业对人才培养要求的不断提高,组织编写一批真正遵循职业教育规律和行业生产经营规律、适应职业岗位群的职业能力要求和高素质技能型人才培养的要求、具有创新性和普适性的教材将具有十分重要的意义。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社,是国家规划教材的重要出版基地,为我国高等教育的发展做出了积极贡献,曾被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”,2008年荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。近年来,化学工业出版社密切关注我国农林牧渔类职业教育的改革和发展,积极开拓教材的出版工作,2007年底,在原“教育部高等学校高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会”有关专家的指导下,化学工业出版社邀请了全国100余所开设农林牧渔类专业的高职高专院校的骨干教师,共同研讨高等职业教育新阶段教学改革中相关专业教材的建设工作,并邀请相关行业企业作为教材建设单位参与建设,共同开发教材。为做好系列教材的组织建设与指导服务工作,化学工业出版社聘请有关专家组建了“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列建设委员会”和“高职高专‘十一五’规划教材★

农林牧渔系列编审委员会”，拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员，在深入调研、整体规划的基础上，编写出版一套适应农林牧渔类相关专业教育的基础课、专业课及相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”。该套教材将涉及种植、园林园艺、畜牧、兽医、水产、宠物等专业，于2008~2010年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以职业岗位能力培养为中心，以素质教育、创新教育为基础的教育理念，理论知识“必需”、“够用”和“管用”，以常规技术为基础，关键技术为重点，先进技术为导向。此套教材汇集众多农林牧渔类高职高专院校教师的教学经验和教改成果，又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与，相信它的出版不仅能较好地满足高职高专农林牧渔类专业的教学需求，而且对促进高职高专专业建设、课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望有关教师和行业企业技术人员，积极关注并参与教材建设。毕竟，为高职高专农林牧渔类专业教育教学服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们共同的责任和义务。

介晓磊

2008年10月

前言

应用化学是畜牧兽医及相关专业的一门重要的基础课程，它在畜牧兽医领域及生产实践中广泛应用。无论是动物饲养、疾病诊治，还是农畜产品的分析及各种卫生检验等，都需要以化学理论为指导，以化学计算和实践技能及测定原理、分析方法为依靠。化学知识渗透到了畜牧兽医及相关专业知识的方方面面，甚至贯穿某些课程的始终，如动物营养与饲料、动物药理课程从始至终都需要用到化学知识和化学分析方法，动物病理、动物临床诊断、动物防疫及检疫、中医药、毒理等专业课程也都离不开化学知识。学生只有掌握应用化学基础理论、基本知识，学会分析方法，掌握分析技术，才能更进一步学习和掌握专业知识和技能。

本教材的编写充分考虑了高职学生的文化基础及职业教育的特点，紧密结合畜牧兽医及相关专业特点以及培养目标和教学需要，按理论知识以够用、实用为度，实训内容以应用为主的原则安排教学内容。通过学习，使学生掌握应用化学基本理论和基本技能，为后续专业课程提供必要的基础。

教材在内容的安排上，紧扣高职院校畜牧兽医及相关专业的培养目标和课程目标，重视学生的素质培养，强化实践技能训练。注重基础知识、基础理论和基本技能的学习，增强了实用性和针对性。

在编写本教材过程中，各位编者广泛听取畜牧兽医专业课教师和一些工作多年的优秀毕业生的意见，并参考了国内一些有关教材和资料，总结出畜牧兽医及相关专业中需要的无机化学、分析化学、有机化学、生物化学基础知识，找出化学与畜牧兽医及相关专业的结合点。本着以应用为目的，以必需、够用为原则，力求做到控制深度，加强与专业课程的联系，使学生看得懂、学得会、把得住、用得上。

教材由黑龙江畜牧兽医职业学院王秀敏任主编，江苏畜牧兽医职业技术学院李蓉、黑龙江民族职业学院石锐、湖北生物科技职业学院李国平任副主编。教材的第一章、第二章、第十一章由黑龙江畜牧兽医职业学院陶玉霞编写；第三章、

第五章由李国平编写；第四章、第六章、第八章及附录由王秀敏编写；第七章由河南农业职业学院周向科编写；第九章由石锐编写；第十章由李蓉编写；第十二章的第一节至第三节由黑龙江农业经济职业学院王静编写，第四节和第五节、实训十五至十七由信阳农业高等专科学校庞坤编写。全书由王秀敏统稿，由山东畜牧兽医职业学院马寿欣主审。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，本书的不足之处在所难免，恳请使用本书的读者及同行提出意见和建议，以便修正和提高。

编者
2010年5月

目 录

第一章 溶液	001
第一节 溶液的组成标度	001
一、溶液组成标度的表示方法	001
二、溶液的组成标度表示方法的有关计算	003
三、溶液的配制、稀释和混合	004
第二节 稀溶液的依数性	006
一、溶液的蒸气压下降	006
二、溶液的沸点升高和凝固点下降	007
三、溶液的渗透压	007
【思考与习题】	009
实训一 化学实验基本知识	009
实训二 溶液的配制和稀释	014
第二章 化学平衡原理	018
一、化学反应速率	018
二、化学平衡状态	019
三、化学平衡常数	020
四、化学平衡移动原理	020
【思考与习题】	022
第三章 分析化学基础知识	023
第一节 分析化学概述	023
一、分析化学的任务和作用	023
二、分析方法的分类	023
三、定量分析的一般步骤	024
第二节 定量分析的误差	025
一、准确度与精密度的概念与计算	025
二、准确度与精密度的关系	026
三、误差的分类及其产生的原因	026
四、提高分析结果准确度的方法	026
第三节 有效数字及计算	028
一、有效数字	028
二、有效数字的运算规则	029
第四节 滴定分析概述	029
一、基本概念	029
二、滴定分析法分类	030
三、滴定分析法对化学反应的要求	030
四、滴定方式	030
五、基准物质和标准溶液	031
六、滴定分析中的计算	032
【思考与习题】	034
第四章 酸碱滴定法	036
第一节 酸碱质子理论	036
一、酸碱定义和共轭酸碱对	036
二、酸碱反应	037
三、共轭酸碱对的 K_a 和 K_b 的关系	037
第二节 溶液的酸碱性和 pH 值	038
一、溶液的酸碱性的表示方式	038
二、溶液 pH 值的计算	038
第三节 缓冲溶液	040
一、电离度	040
二、同离子效应	040
三、缓冲溶液的组成和作用原理	040
四、缓冲溶液的配制	041
第四节 酸碱指示剂	042
一、酸碱指示剂的作用原理	042
二、酸碱指示剂的变色范围	042
三、混合指示剂	043
四、滴定曲线和指示剂的选择	043
第五节 酸碱滴定法的应用	047
一、酸碱标准溶液的配制和标定	047
二、酸碱滴定法应用实例	047

【思考与习题】	048	实训四 盐酸和氢氧化钠标准溶液的标定	054
实训三 滴定分析仪器的操作技术	049	实训五 铵盐中氮含量的测定(甲醛法)	055
第五章 氧化还原滴定法	056		
第一节 氧化还原滴定法概述	056	【思考与习题】	064
一、氧化还原滴定法分类	056	实训六 高锰酸钾标准溶液的配制与 标定	065
二、氧化还原滴定中的指示剂	056	实训七 高锰酸钾法测定过氧化氢的 含量	066
第二节 常用的氧化还原滴定法	057	实训八 重铬酸钾法测定亚铁盐中铁 的含量	067
一、高锰酸钾法	057	实训九 碘量法测定维生素 C 的含量	068
二、重铬酸钾法	059		
三、碘量法	059		
四、氧化还原滴定法应用实例	061		
第六章 沉淀滴定法	070		
第一节 概述	070	第三节 沉淀滴定法的应用	074
第二节 银量法的分类	070	一、标准溶液的配制和标定	074
一、莫尔法	070	二、应用实例	075
二、佛尔哈德法	072	【思考与习题】	075
三、法扬司法	073	实训十 可溶性氯化物中氯的测定	076
第七章 配位滴定法	078		
第一节 配位滴定法概述	078	二、金属指示剂应具备的条件	082
一、配位化合物	078	三、常用的金属指示剂	082
二、配位滴定法对配位反应的要求	079	第四节 配位滴定法的应用	084
第二节 EDTA 的分析特性	080	一、配位滴定方式	084
一、EDTA 的性质	080	二、EDTA 标准溶液的配制与标定	086
二、EDTA 与金属离子形成配合物的 特点	080	三、应用实例	086
第三节 金属指示剂	081	【思考与习题】	087
一、金属指示剂的作用原理	081	实训十一 水的总硬度及钙、镁含量的 测定	087
第八章 吸光光度法	089		
第一节 概述	089	第四节 吸光光度法及其仪器的主要部件	093
第二节 吸光光度法的原理	089	一、各种方法简介与对比	093
一、物质对光的选择性吸收	089	二、测定方法	094
二、光的吸收曲线	090	三、吸光光度法仪器的主要部件	095
三、光的吸收定律——朗伯-比尔定律	091	四、吸光光度法的应用	095
第三节 显色反应及显色条件的选择	091	【思考与习题】	096
一、对显色反应的要求	091	实训十二 磷的定量测定(吸光光 度法)	097
二、显色条件的选择	092		
三、显色剂	093		
第九章 烃	098		
第一节 有机化合物概述	098	三、有机化合物的结构特点	099
一、有机化合物	098	四、有机化合物的分类	100
二、有机化合物的特性	098	第二节 饱和链烃	101

一、烃的概念和分类	101	三、不饱和链烃的性质	107
二、烷烃的同分异构现象和同分异构体	101	四、萜类化合物	109
三、烷烃的命名	102	第四节 芳香烃	110
四、烷烃的性质	103	一、芳香烃的结构	110
第三节 不饱和链烃	104	二、芳香烃的命名	111
一、不饱和链烃的结构	105	三、单环芳香烃的性质	112
二、不饱和链烃的命名	106	四、稠环芳烃	113
		【思考与习题】	114
第十章 烃的衍生物	116		
第一节 醇、酚、醚	116	第三节 羧酸、羧酸衍生物、取代酸	126
一、醇的结构和分类	116	一、羧酸的分类和命名	126
二、醇的命名	117	二、羧酸的性质	126
三、醇的重要性质	117	三、重要的羧酸	127
四、重要的醇	119	四、羧酸衍生物的命名	128
五、酚的结构、分类和命名	119	五、羧酸衍生物的性质	129
六、酚的重要性质	120	六、重要的羧酸衍生物	129
七、重要的酚	120	七、取代酸	131
八、醚的结构、分类和命名	121	八、重要的取代酸	132
九、醚的性质	121	第四节 胺	133
十、乙醚	122	一、胺的分类和命名	133
第二节 醛、酮	122	二、胺的性质	134
一、醛、酮的结构、分类和命名	122	三、重要的胺	136
二、醛和酮的性质	123	【思考与习题】	137
三、重要的醛和酮	125		
第十一章 杂环化合物	139		
一、杂环化合物的分类和命名	139	分馏	145
二、杂环化合物的性质	140	实训十四 自行设计烃的衍生物性质检验——	
三、重要的杂环化合物及其衍生物	142	醇、酚、醛、酮、羧酸、胺及酰胺	
【思考与习题】	145	未知溶液的分析	147
实训十三 分馏技术——50%乙醇水溶液的			
第十二章 生物化学基础知识	148		
第一节 酶与维生素	148	三、生物氧化过程中氧化能量的生成与转化	157
一、酶的特性	148	第三节 糖类与糖的分解代谢	158
二、酶的分类	149	一、糖类	158
三、酶的组成	149	二、糖的分解代谢	162
四、酶作用的基本原理	149	第四节 脂类与脂肪的分解代谢	169
五、影响酶促反应的因素	151	一、油脂	169
六、维生素与辅酶	152	二、磷脂	170
第二节 生物氧化	156	三、脂肪的分解代谢	171
一、生物氧化的特点、方式和类型	156	第五节 蛋白质与蛋白质的分解代谢	175
二、线粒体生物氧化体系	156		

一、 α -氨基酸	175	实训十五 自行设计糖、氨基酸、蛋白质的性质检验——糖、氨基酸、蛋白质未知溶液的分析	189
二、蛋白质	178	实训十六 血糖含量的测定	190
三、蛋白质的分解代谢	182	实训十七 蛋白质含量的测定(双缩脲法)	191
四、糖、脂类和蛋白质的代谢关系	187		
【思考与习题】	189		
附录	193		
附录一 弱酸和弱碱的电离常数 (18~25℃)	193	二、缓冲溶液的配制方法	194
附录二 某些试剂溶液的配制方法	193	附录三 常用酸碱溶液的相对密度和浓度表	195
一、特种试剂的配制方法	193		
参考文献	196		

第一章 溶 液

【知识目标】

1. 掌握溶液组成标度的表示方法、各种浓度的计算及换算。
2. 了解稀溶液依数性、渗透压的产生原理；理解渗透压作用的机理及应用。

【能力目标】

1. 能进行溶液的配制、稀释、混合的实际操作，能用各种浓度公式进行相关计算。
2. 能用渗透压原理分析渗透进行的方向及解释与渗透压相关的医学问题。

第一节 溶液的组成标度

一、溶液组成标度的表示方法

所谓溶液的组成标度是指溶液组成中一定量的溶液中所含溶质的量。在动物医学和动物科学上常用物质的量浓度、质量浓度、质量分数、质量摩尔浓度、体积分数、摩尔分数等来表示溶液组成的标度。

1. 物质的量浓度

物质 B 的物质的量浓度是溶质 B 的物质的量除以溶液的体积，符号为 c_B 或 $c(B)$ 。

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

式中， n_B 为物质 B 的物质的量，mol； V 为溶液的体积， m^3 。物质的量浓度单位为 $mol \cdot m^{-3}$ ，在化学和医学上常用 $mol \cdot L^{-1}$ 、 $mmol \cdot L^{-1}$ 和 $\mu mol \cdot L^{-1}$ 。

【例 1】 500mL 的血清中含有 0.5mol 的葡萄糖，求血清中葡萄糖的物质的量浓度为多少？

解：

$$c(C_6H_{12}O_6) = \frac{n_B}{V} = \frac{0.5mol}{0.5L} = 1mol \cdot L^{-1}$$

2. 质量浓度

物质 B 的质量浓度是溶质 B 的质量除以溶液的体积，用符号 ρ_B 或 $\rho(B)$ 表示。

$$\rho_B = \frac{m_B}{V}$$

式中， m_B 表示物质 B 的质量，kg； V 表示溶液的体积， m^3 。质量浓度的单位是 $kg \cdot m^{-3}$ ，在化学和医学上常用 $g \cdot L^{-1}$ 、 $mg \cdot L^{-1}$ 和 $\mu g \cdot L^{-1}$ 。

质量浓度与密度的表示符号都是 ρ ，但二者有本质的区别：密度是溶液的质量除以溶液的体积，单位是 $kg \cdot L^{-1}$ ；而质量浓度是溶质的质量除以溶液的体积。如浓硫酸的质量浓度 $\rho(H_2SO_4) = 1.77kg \cdot L^{-1}$ ，密度 $\rho = 1.84kg \cdot L^{-1}$ 。

【例 2】 生理盐水常用于注射, 其规格为 250mL 溶液中含 2.25g 氯化钠, 求生理盐水的质量浓度是多少?

$$\text{解: } \rho(\text{NaCl}) = \frac{m_B}{V} = \frac{2.25\text{g}}{0.25\text{L}} = 9\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. 质量分数

溶质 B 的质量除以溶液的质量称为物质 B 的质量分数, 用符号 ω_B 或 $\omega(B)$ 表示。

$$\omega_B = \frac{m_B}{m}$$

式中, m_B 表示溶质的质量; m 表示溶液的质量。二者单位必须相同。质量分数量纲为 1, 可以用小数或百分数表示。

【例 3】 取 400g 甘油, 溶解在 100g 水中, 可制得甘油护肤液, 求甘油的质量分数。

$$\text{解: } \omega(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = \frac{0.4\text{kg}}{0.4\text{kg} + 0.1\text{kg}} = 80\%$$

4. 质量摩尔浓度

溶液中溶质 B 的物质的量除以溶剂的质量, 称为溶质 B 的质量摩尔浓度, 用符号 b_B 或 $b(B)$ 表示。

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

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

质量摩尔浓度与物质的量浓度相比较, 其优点是浓度数值不受温度的影响, 所以在讨论某些问题时常用这种浓度表示方法。

【例 4】 1000g 水中含有 0.2mol 的 NaOH, NaOH 的质量摩尔浓度是多少?

$$\text{解: } b(\text{NaOH}) = \frac{n_B}{m_A} = \frac{0.2\text{mol}}{1\text{kg}} = 0.2\text{mol} \cdot \text{kg}^{-1}$$

5. 体积分数

体积分数是指在相同温度和压力下溶质 B 的体积与溶液的体积之比, 用 φ_B 或 $\varphi(B)$ 表示。

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V}$$

式中, V_B 表示溶质的体积; V 表示溶液的体积。二者单位必须相同。体积分数量纲为 1, 可以用小数或百分数表示。

【例 5】 500mL 医用酒精含纯酒精 375mL, 求医用酒精的体积分数是多少?

$$\text{解: } \varphi(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{V_B}{V} = \frac{375\text{mL}}{500\text{mL}} = 75\%$$

6. 摩尔分数

B 的物质的量与溶液的物质的量之比, 称为物质 B 的摩尔分数, 又称为 B 的物质的量分数。B 的摩尔分数用 x_B 或 $x(B)$ 表示。

$$x_B = \frac{n_B}{\sum_A n_A}$$

式中, n_B 为溶质 B 的物质的量, mol; $\sum_A n_A$ 为混合物的物质的量, mol。摩尔分数的量纲为 1。对于一个二组分的溶液系统来说, 溶质的物质的量分数 x_B 与溶剂的物质的量分数 x_A 分别为:

$$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}, \quad x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

所以

$$x_A + x_B = 1$$

其中, n_A 和 n_B 的单位必须相同。摩尔分数量纲为 1, 可以用小数或百分数表示。

用摩尔分数来表示溶液的浓度可以和化学反应直接联系起来, 这种浓度表示方法也常用到稀溶液性质的研究上。

【例 6】 计算 $w(\text{NaCl})=0.1$ 的氯化钠水溶液中溶质的摩尔分数。

解: 根据题意, 100g 溶液中含有 NaCl 的质量为 10g, H_2O 为 90g, 因此 NaCl 和 H_2O 的物质的量分别为:

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{10\text{g}}{58.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.17\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{90\text{g}}{18.0\text{g} \cdot \text{L}^{-1}} = 5.0\text{mol}$$

所以

$$x(\text{NaCl}) = \frac{n(\text{NaCl})}{n(\text{NaCl}) + n(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0.17\text{mol}}{0.17\text{mol} + 5.0\text{mol}} = 0.030$$

二、溶液的组成标度表示方法的有关计算

根据溶质的状态及实际需要, 可选择不同的方法来表示同一种溶液的组成。表示方法在变换的过程中, 溶质与溶液的量并没有发生变化。

1. 物质的量浓度与质量分数之间的换算

若溶质 B 的质量分数为 w_B , 溶液密度为 ρ , 则该溶液的物质的量浓度与质量分数之间的关系为:

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B V} = \frac{\rho m_B}{M_B m} = \frac{w_B \rho}{M_B}$$

式中, m 代表溶液的质量。

【例 7】 质量分数 $w_B=37\%$ 的盐酸, 其密度 $\rho=1.19\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$, 问该盐酸溶液的物质的量浓度是多少?

解:

$$M(\text{HCl}) = 36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{由换算公式得: } c_B = \frac{w_B \rho}{M_B} = \frac{37\% \times 1.19 \times 1000\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}{36.5\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 12.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

该盐酸溶液的物质的量浓度是 $12.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. 质量浓度与物质的量浓度之间的换算

质量浓度 ρ_B 与物质的量浓度 c_B 之间的换算关系为:

$$c_B = \frac{n_B}{V} = \frac{m_B}{M_B V} = \frac{\rho_B}{M_B}$$