

高职高专 制药技术类 专业系列规划教材



WUJI JI FENXI HUAXUE

无机及分析化学

主 编 王惠霞



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

高职高专制药技术类专业系列规划教材

无机及分析化学

主 编 王惠霞

副主编 谢俊霞 石 琛

重庆大学出版社

内容提要

本书是无机化学和分析化学的组合,编写时采用了传统与模块相结合、理论与实训相结合的方式,边理论边技能,但以化学分析为主,强化了实验实训。理论部分包括绪论,溶液/胶体,化学反应速率/化学平衡,常见离子的检验,定量分析概论,酸碱滴定法,氧化还原滴定法,配位滴定法,沉淀滴定法;实训部分包括基本操作练习、溶液的配制方法、盐酸标准溶液的配制与标定等 17 个实训项目。

本书可供高等职业院校及相关层次院校的生物制药、生物技术、环保、食品、动物医学、园林、分析、营养等专业学生学习、培训使用,也可供相关从业者参考。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学/王惠霞主编. —重庆:重庆大学出版社,2016.1

高职高专制药技术类专业系列规划教材
ISBN 978-7-5624-9207-8

I. ①无… II. ①王… III. ①无机化学—高等职业教
育—教材②分析化学—高等职业教育—教材 IV. ①O61
②O65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 138296 号

无机及分析化学

主 编 王惠霞

副主编 谢俊霞 石 琛

策划编辑:袁文华

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:袁文华

责任校对:关德强 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

自贡兴华印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:12.25 字数:306 千

2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-9207-8 定价:25.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

高职高专制药技术专业系列规划教材

编委会

(排名不分先后,以单位拼音为序)

陈胜发	房泽海	符秀娟	郭成栓	郝乾坤
黑育荣	洪伟鸣	胡莉娟	李存法	李荣誉
李小平	林创业	龙凤来	聂小忠	潘志恒
任晓燕	宋丽华	孙 波	孙 昊	王惠霞
王小平	王玉姝	王云云	徐 洁	徐 锐
杨军衡	杨俊杰	杨万波	姚东云	叶兆伟
于秋玲	袁秀平	翟惠佐	张 静	张 叶
赵珍东	朱 艳			



高职高专制药技术专业系列规划教材

参加编写单位

(排名不分先后,以单位拼音为序)

安徽中医药大学

安徽中医药高等专科学校

毕节职业技术学院

广东岭南职业技术学院

广东食品药品职业学院

海南医学院

海南职业技术学院

河北化工医药职业技术学院

河南牧业经济学院

黑龙江民族职业学院

黑龙江生物科技职业学院

呼和浩特职业学院

湖北生物科技职业学院

湖南环境生物职业技术学院

淮南联合大学

江苏农牧科技职业学院

江西生物科技职业技术学院

江西中医药高等专科学校

乐山职业技术学院

辽宁经济职业技术学院

陕西能源职业技术学院

深圳职业技术学院

苏州农业职业技术学院

天津渤海职业技术学院

天津生物工程职业技术学院

天津现代职业技术学院

潍坊职业学院

武汉生物工程学院

信阳农林学院

杨凌职业技术学院

重庆广播电视大学

淄博职业学院



前言

高等职业院校的许多学科和专业(生物制药、生物技术、质检、食品、环保、动物医学、兽医等)与化学紧密相连,无机化学和分析化学是关系最密切的两门基础课。为了适应新形势下高职高专人才的培养,尤其是药学类专业的需要,结合高等职业教育的特点和学生的实际情况编写而成。

本书在编写时,紧紧围绕高职高专教育培养目标和专业课程目标,重视学生素质的培养,并结合高职高专院校专业、学生的特点和需要,注重基础理论、基础知识和基本技能的学习与强化,没有涉及过多过深的理论性较强的内容,使教材的难度降低,实用性增强,解决了时间紧以及教学中的重复和脱节现象,有利于教,也有利于学。本书充分体现了理论“必须、够用”、循序渐进,强化实验实训,培养实用型技术人才的总原则,同时考虑为后续课程服务的需要,力求简明扼要、由浅入深,实用、够用。

本书在内容上,可分为理论部分和实训部分两个版块。理论部分包括绪论,溶液/胶体,化学反应速率/化学平衡,常见离子的检验,定量分析概论,酸碱滴定法,氧化还原滴定法,配位滴定法,沉淀滴定法;实训部分包括基本操作练习、溶液配制方法、盐酸标准溶液配制与标定等17个实训项目。建议教学时间为56~64学时,其中理论与实训各一半。

本书由杨凌职业技术学院王惠霞担任主编(绪论、第1章、第2章、第3章、第6章、第8章的理论及实训;第5章、第7章的实训及附录);河北化工医药职业技术学院谢俊霞(第4章理论及实训)、天津现代职业技术学院石琛(第5章、第7章的理论)担任副主编。全书由王惠霞统稿。

由于时间仓促、经验不足,本书难免会出现错误或不恰当之处,敬请各位读者给予批评指正。

编者
2015年9月

目 录 CONTENTS

绪 论	1
0.1 分析化学的任务与作用	2
0.2 分析方法的分类	2
0.3 分析化学的发展趋势	3
0.4 定量分析过程的一般步骤	4
第1章 溶液 胶体	6
1.1 溶 液	7
1.2 稀溶液的依数性	10
1.3 胶 体*	15
本章小结	18
复习思考题	19
第2章 化学反应速率 化学平衡	20
2.1 化学反应速率	20
2.2 化学平衡	23
本章小结	26
复习思考题	26
第3章 常见离子的检验	27
3.1 常见阳离子的个别检验	27
3.2 常见阴离子的个别检验	30
本章小结	33
复习思考题	34
第4章 定量分析概论	35
4.1 定量分析误差	35
4.2 有效数字及运算	42
4.3 滴定分析概述	45
本章小结	53
复习思考题	53
实训4.1 基本操作练习	54
实训4.2 溶液的配制方法	61

第5章 酸碱滴定法	67
5.1 酸碱基本理论	67
5.2 酸碱溶液 pH 值的计算	71
5.3 缓冲溶液和酸碱指示剂	74
5.4 酸碱滴定曲线	83
5.5 酸碱滴定的应用和计算	92
本章小结	99
复习思考题	99
实训 5.1 盐酸标准溶液的配制与标定	102
实训 5.2 氢氧化钠标准溶液的配制与标定	104
实训 5.3 果蔬中总酸度的测定	106
实训 5.4 混合碱的分析测定(双指示剂法)	107
实训 5.5 铵盐中含氮量的测定(甲醛法)	109
第6章 氧化还原滴定法	111
6.1 概 述	111
6.2 氧化还原滴定方法	117
6.3 氧化还原滴定的应用	120
本章小结	126
复习思考题	126
实训 6.1 高锰酸钾法测定过氧化氢的含量	128
实训 6.2 重铬酸钾法测定亚铁离子	130
实验 6.3 水果或 Vc 药片中 Vc 含量的测定	131
实验 6.4 胆矾中硫酸铜含量的测定	133
第7章 配位滴定法	135
7.1 概 述	136
7.2 应 用	147
本章小结	151
复习思考题	151
实训 7.1 水硬度的测定	153
实训 7.2 药用硫酸锌的测定	155
实训 7.3 明矾含量的测定	157
第8章 沉淀滴定法	159
8.1 沉淀溶解平衡	159
8.2 沉淀滴定法	162
本章小结	167

复习思考题·····	167
实训 8.1 药物或食品中氯化钠的测定 ·····	168
实训 8.2 药物中 HgO 含量的测定·····	170
实训 8.3 药片中钙含量的测定 ·····	171
附 录·····	173
附录 1 常用酸碱溶液的相对密度、质量分数和物质的量浓度 ·····	173
附录 2 弱酸和弱碱的解离常数 ·····	174
附录 3 国际相对原子质量表(1997 年) ·····	176
附录 4 一些化合物的相对分子质量 ·····	177
附录 5 常见基准物质的干燥条件和应用 ·····	180
附录 6 某些试剂溶液的配制 ·····	180
附录 7 元素周期表 ·····	185
参考文献·····	186

绪 论

化学学科是一门对人类社会的发展起着重要作用的实用科学。人类的衣、食、住、行和健康都离不开化学,各种医药制品是人类健康的保证;各种检查化验手段为确诊疾病提供了依据;各种合成纤维种种优良的性能,弥补了天然纤维的不足;各种化学染料使人们衣着五彩斑斓;各种化肥为农业的增产起着不可替代的作用;各种农药和植物生长调节剂、食品保鲜防腐剂、动物饲料添加剂、土壤改良剂等化学制剂的使用为解决“民以食为天”的问题作出了贡献;钢铁、水泥、油漆、涂料、玻璃、陶瓷等都是化学工业的产品;石油工业的发展为汽车、火车、飞机等交通工具提供了充足的燃料;人造卫星、航天飞机所使用的火箭推进剂、高能电池、外壳材料等都是化学科学进步的高新技术产物;各种资源的成分测定、产品的质量检测全都离不开化学。

目前人类所面临的人口、粮食、资源、能源、环境等“五大危机”,化学均处于解决这些问题的中心科学地位。在科学技术飞速发展的 21 世纪,化学科学的发展将从以下几个方面为人类继续作出贡献:设计、合成和生产各种具有特异性能的优良材料、医药、农药等新物质、新产品;发展新的分析检验方法和检测仪器,使测定更灵敏、更准确、更快速、更简便;更深入地了解物质的微观结构、反应过程等奥秘;改进生产过程、工艺,使生产过程、工艺更合理、更节能、更高效,同时还要减少“三废”的排放及对环境的污染。

化学科学研究和应用的范围非常广泛,一般分为无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、高分子化学等分支学科。其中无机化学是化学科学中最早形成的学科,也是最基础的学科。随着科学的发展与进步,化学与其他学科结合,产生了许多新的交叉学科,如药物化学、生物化学、农业化学、土壤化学、地球化学、环境化学、食品化学等。

医药卫生、化工、农林类等院校,有很多学科和专业与化学紧密相连。无机化学和分析化学是关系最密切的两门基础课,编写并开设无机及分析化学课程,可以取代原有的两门课程,解决时间紧以及教学中的重复和脱节现象,从而有利于教,也有利于学。无机及分析化学课程包括分散系、化学反应速率和平衡的基本知识,定性分析、化学分析法等。

本书以分析化学为主,因为分析化学是化学学科的一个重要分支。1951 年 JUPAC 国际分析科学会议主席 ENIKI 教授说:“21 世纪是光明还是黑暗取决于人类在能源和资源科学、信息科学、生命科学和环境科学四大领域的进步,而取得这些领域进步的关键问题的解决主要依赖于分析化学。”

0.1 分析化学的任务与作用

分析化学是研究物质组成的测定方法及有关理论的一门学科。其主要任务是鉴定物质的组成、测定有关组分的相对含量及确定物质的化学结构。分析化学是化学、化工、生物、医学、环境、地质、海洋、农林、能源、材料等课程、生产、研究所必需的重要技术,这些都离不开分析化学提供的大量信息。分析化学有很强的实用性,同时又有严密、系统的理论,是理论与实际密切结合的学科。

学习分析化学有利于培养学生从事理论研究和实际工作的能力,以及科学的思维方法和严谨的科学作风,使学生初步掌握科学研究的技能,并初步具备科学研究的综合素质,使学生建立起严格的“量”的概念,从而为其今后更深一步地学习作必要的铺垫。

分析化学实验是与分析化学配套、紧密结合的基础课程,使学生通过学习,牢固掌握各类分析方法的基本原理以及仪器使用。

本书在讲授基本理论时,尽量穿插一些运用基础理论解决实际问题的例子,包括食品、药物、环境、生物等各个领域中分析化学的新进展、新成果。同时,还根据具体的知识要求,采用文本、图片、动画、多媒体课件等多种形式辅助教学,使学生能自主、系统地掌握分析化学的基本理论、基础知识和基本技能,培养学生运用理论分析问题和解决问题的能力。

0.2 分析方法的分类

1) 根据分析任务的不同

根据分析任务的不同,分析方法可分为定性分析、定量分析和结构分析。定性分析的任务是鉴定物质的化学组分,即由什么元素、原子团、官能团、化合物等组成。定量分析的任务是测定物质各组成部分的含量。结构分析的任务是研究物质的分子结构或晶体结构。

2) 根据分析对象的不同

根据分析对象的不同,分析方法可分为无机分析和有机分析。无机分析的对象是无机物,由于无机物组成的元素种类繁多,通常要求分析结果以试样原子、原子团或化合物组分,各组分的相对含量是多少。有机分析的对象是有机物,由于有机物的组成元素虽不是很多但其结构非常复杂,且种类已多达千万种以上,故分析结果不仅要求鉴定由哪些元素组成,而且还要进行官能团分析和结构分析。

3) 根据测定原理的不同

根据测定原理的不同,分析方法可分为化学分析和仪器分析。以物质化学反应为基础的分析方法称为化学分析法,主要有滴定分析法(容量分析法)和质量分析法。以物质的物理或物理化学性质为基础的分析方法称为物理或物理化学分析法,通常需要特殊的仪器故又称为

仪器分析法。主要有光学分析法、电化学分析法、色谱分析法、质谱分析法、热量分析法和放射化学分析法等,而且新方法仍在不断出现。

4) 根据试样用量的不同

根据试样用量的不同,分析方法可分为常量分析、半微量分析、微量分析和痕量分析。见表0.1。

表0.1 试样用量的不同分析表

分析方法	常量分析	半微量分析	微量分析	痕量分析
试样用量	>0.1 g	0.01 ~ 0.1 g	0.1 ~ 10 mg	<0.1 mg
试液体积	>10 mL	10 ~ 1 mL	0.01 ~ 1 mL	<0.01 mL

5) 根据被测组分含量的不同

根据被测组分含量的不同,分析方法可分为常量组分分析、微量组分分析和痕量组分分析。见表0.2。

表0.2 各种不同含量组分分析表

分析方法	常量组分分析	微量组分分析	痕量组分分析
被测组分含量	>1%	1% ~ 0.01%	<0.01%

6) 根据生产部门要求的不同

根据生产部门要求的不同,可分为例行分析、快速分析和仲裁分析。例行分析是一般化验室对日常生产中的原材料和产品所进行的分析,也称“常规分析”。快速分析主要为控制生产过程提供信息。仲裁分析又称裁判分析,不同的单位对同一试样得到不同结果而发生争议,由权威机构进行分析以裁判原分析结果的准确性。

0.3 分析化学的发展趋势

分析化学的发展经历了三次大变革:第一次是随着分析化学基础理论,特别是物理化学的基本概念的发展,使分析化学从一种技术演变成为一门科学,第二次变革是由于物理学和电子学的发展,改变了原来以化学分析为主的局面,使仪器分析获得蓬勃发展。目前,正处于第三次变革时期,生命科学、环境科学、新材料科学发展的要求;生物学、信息科学,计算机技术的引入,使分析化学进入了一个崭新的境界。第三次变革的基本特点:从采用的手段看,是在综合光、电、热、声和磁等知识的基础上进一步采用数学、计算机科学及生物学等学科新成就对物质进行纵深分析的科学;从解决的任务看,现代分析化学已发展成为获取形形色色物质尽可能全面的信息、进一步认识自然、改造自然的科学。

现代分析化学的任务已不只限于测定物质的组成及含量,而是要对物质的形态(氧化-还原态、络合态、结晶态)、结构(空间分布)、微区、薄层及化学和生物活性等作出瞬时追踪、无损

和在线监测等分析及过程控制。随着计算机及仪器自动化的飞速发展,分析化学家也不能只满足于分析数据的提供,而是要和其他学科的科学家的结合,逐步成为生产和科学研究中实际问题的解决者。

总之,分析化学未来的发展趋势主要在于以下 8 个方面:

- ①提高灵敏度。
- ②解决复杂体系的分离问题及提高分析方法的选择性。
- ③扩展时空多维信息。
- ④微型化及微环境的表征与测定。
- ⑤形态、状态分析及表征。
- ⑥生物大分子及生物活性物质的表征与测定。
- ⑦非破坏性检测及遥测。
- ⑧自动化及智能化。

分析化学的特点:以实验为基础,应重视实验课程。

分析化学的要求:掌握各种分析方法的基本原理,树立正确的“量”的概念;正确地掌握基本实验操作技能以及常用仪器、设备的正确使用;初步具有分析和解决有关分析化学问题的能力和科研能力,为进一步学习及将来的工作打下基础。

0.4 定量分析过程的一般步骤

定量分析的任务是测定试样中相关组分的相对含量。实际工作中,进行一项分析先要明确目的和要求,然后设计分析程序。定量分析过程主要包括以下 5 个步骤:试样的采取、试样的分解、干扰杂质的分离、对指定成分的分析、数据处理及分析结果的评价。

1) 试样的采取

采取的试样必须保证具有代表性,即所分析的试样组成能代表整批物料的平均组成。因此必须采取科学取样法,从原始试样各个不同的部位采取,混合均匀后,从中取出部分具有代表性的,再进行预处理制备成供分析用的分析试样。

2) 试样分解

定量分析通常采用湿法分析,即先将试样分解制成溶液再进行分析。因此,试样的分解是分析工作的重要步骤之一。常用的有溶解法和熔融法。溶解法采用适当溶剂将试样溶解制成溶液,溶剂用水、酸、碱、有机溶剂等,最常用的是酸溶法,根据不同情况可选择不同的酸,如盐酸、硝酸、硫酸等;也常用混酸,如硫酸和磷酸、硫酸和氢氟酸、硫酸和硝酸、“王水”等。熔融法是利用酸性或碱性溶剂与试样在高温条件下进行复分解反应,使试样中的待测成分转变为可溶于水或酸的化合物。

3) 干扰杂质的分离

对组分简单的试样,其中组分彼此不干扰,经分解制成溶液后,可直接测定。但对组分复杂的试样,在实际分析中,往往多种组分相互干扰,必须通过分离除去干扰组分。常用的分离

法有沉淀法、挥发法、萃取法、色谱法等。

4) 对指定成分的分析

应根据测定的目的要求、组分的性质含量、准确度及完成测定的时间,选择恰当的分析测定方法。通常常量组分的测定选用滴定分析法和质量分析法;微量组分的测定选用仪器分析法。

5) 数据处理及分析结果的评价

分析过程中会得到相关的数据,对这些数据需进行分析及处理,计算出被测组分的含量。任何测定都会产生误差,要分析误差产生的原因,把误差控制在要求的范围内,评价分析结果的准确性和可靠性。

第 1 章 溶液 胶体



【学习目标】

1. 了解分散系类型,学会溶液浓度表示方法及计算。
2. 认识稀溶液的依数性,胶体的结构及性质。



【技能目标】

熟练掌握溶液浓度表示方法及计算方法。

一种或几种物质分散到另一物质中所形成的混合体系称为分散系。通常,把被分散的物质称为分散质,分散质可以是固体、液体或气体;把容纳分散质的物质称为分散剂。

例如,氯化钠溶液是一种分散系,其中氯化钠是分散质,水是分散剂;牛奶也是一种分散系,其中蛋白质、乳糖、奶油是分散质,水是分散剂;血液、饮料、湖水、河水等都属于分散系。

根据分散质颗粒的大小,可以把分散系分为溶液、胶体、浊液 3 类,见表 1.1。

一种物质以分子或离子状态均匀地分布在另一种物质中得到的分散系称为溶液。把量少的一种称为溶质,量多的则称为溶剂。水是最常见的溶剂,水溶液也简称溶液。通常不指明溶剂的溶液就是指水溶液。

为了使溶液和胶体溶液区别起见,有时又把溶液称为真溶液。对溶液来说,溶质就是分散质;溶剂就是分散剂;溶液就是分散系。

表 1.1 分散系分类

分散系类型	分散质颗粒的直径	分散质	主要性质	实 例
				分散系;分散质;分散剂
溶液 (分子、离子分散系)	$<1\text{ nm}$ 即 $<10^{-9}\text{ m}$	小分子、离子或原子	透明、均匀、非常稳定、扩散快,颗粒能透过半透膜。只要外界条件不变,溶液可长期放置而不变化	硫酸铜溶液; Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} ; H_2O
胶体 (胶体分散系)	$1\sim 100\text{ nm}$ 即 $10^{-9}\sim 10^{-7}\text{ m}$	大分子或小分子的聚集体	均匀、稳定、扩散慢,颗粒不能透过半透膜。颗粒用普通显微镜看不见,在外界条件不变时胶体粒子不易沉析出来	血液;蛋白质; H_2O

续表

分散系类型	分散质颗粒的直径	分散质	主要性质	实 例
				分散系;分散质;分散剂
浊液 (粗分散系)	> 100 nm 即 > 10 ⁻⁷ m	分子的大聚集体	多相、不稳定、扩散较慢,颗粒不能透过半透膜。颗粒用肉眼或普通显微镜即可看出。分散质容易与分散剂分离而使分散系遭到破坏。还可分为乳浊液(液体分散在液体中)和悬浊液(固体分散在液体中)	牛奶;蛋白质;H ₂ O 泥浆;泥土;H ₂ O

1.1 溶 液

1.1.1 物质的量及物质的量浓度

1) 物质的量及单位

物质的量是表示组成物质系统的基本单元数目多少的物理量,符号通常为 n , 单位为摩尔 (mol)。当某物质系统中所含的基本单元数与 0.012 kg ¹²C 所含的碳原子数目相等,即阿伏伽德罗常数(6.023×10^{23})时,该物质的“物质的量”就为 1 mol。

物质 B 的物质的量 n_B 与其质量的关系表达式为

$$n_B = \frac{m_B}{M_B} \tag{1.1}$$

式中 m_B ——物质 B 的质量,g;
 M_B ——物质 B 的摩尔质量,g/mol。

注意:物质的摩尔质量 M_B 就是 1 mol 物质 B 的质量,符号为 M_B ,单位为 g/mol,也可写为 $M(B)$ 。通常任何微粒或物质的摩尔质量,在数值上正好等于该微粒的相对原子质量或式量。例如, $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$; $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105.59 \text{ g/mol}$; $M(\text{Fe}^{2+}) = 56 \text{ g/mol}$ 。

2) 物质的量浓度

溶液浓度的表示方法很多,有物质的量浓度、质量分数、体积分数、质量摩尔浓度、质量浓度等。

物质的量浓度指单位体积溶液中所含溶质 B 的物质的量,简称浓度,用符号 c_B 表示,单位 mol/L。其关系表达式为

$$c_B = \frac{n_B}{V} \tag{1.2}$$

式中 c_B ——物质的量浓度, mol/L;
 n_B ——物质 B 的物质的量, mol;
 V ——溶液的体积, L。

由以上两关系式可以得到

$$m_B = c_B VM_B$$

【例 1.1】 500 mL 氢氧化钠溶液中含有溶质 NaOH 10 g, 浓度 c 为多少?

解 因为 $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ g/mol}$

$$\text{则 } n_B = \frac{10}{40} = 0.25 (\text{mol})$$

$$\text{故浓度 } c_B = \frac{0.25}{0.500} = 0.25 (\text{mol/L})$$

1.1.2 质量分数和体积分数

1) 质量分数

质量分数是指溶质 B 的质量与溶液的质量之比, 用符号 w_B 表示, 其关系表达式为

$$w_B = \frac{m_{\text{溶质}}}{m_{\text{溶液}}} \quad (1.3)$$

例如, 100 g NaOH 溶液含 5 g NaOH, 则浓度为 $w_B = 5\%$ 或 $w_B = 0.05$ 。

2) 体积分数

在相同温度和压强的条件下, 溶液中组分 B 单独占有的体积与溶液总体积之比, 用符号 Φ_B 表示, 其关系表达式为

$$\Phi_B = \frac{V_B}{V} \quad (1.4)$$

两种液体相互混溶时, 若不考虑体积变化, 某一组分的浓度也可用体积分数表示。例如, 3 体积浓硫酸溶解于 1 体积水中, 此硫酸溶液的体积分数为

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{硫酸}} &= \frac{V_{\text{硫酸}}}{V_{\text{硫酸}} + V_{\text{水}}} = \frac{3}{3 + 1} \\ &= 0.75 (\text{或 } 75\%) \end{aligned} \quad (1.5)$$

用质量分数和体积分数表示浓度, 配制方法简单, 使用方便, 是常用的一种表示方法。

1.1.3 质量浓度

质量浓度指溶液中溶质 B 的质量与溶液的体积之比, 用符号 ρ_B 表示, 单位为 g/L, 其关系表达式为

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} \quad (1.6)$$

此种表示大多用于溶质为固体的溶液, 医学上常用的葡萄糖注射液和生理盐水的质量浓