



高等教育“十一五”规划教材

高职高专专业基础课教材系列

无机及分析化学

司文会 主编



科学出版社
www.sciencep.com

高等教育“十一五”规划教材

高职高专专业基础课教材系列

无机及分析化学

司文会 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了无机及分析化学所必须掌握的基础理论和基本技能,使学生理解高职院校无机及分析化学教育的基本构架,能自觉地运用无机及分析化学的理论、观点、方法去审视、解决公众关注的环境、能源、材料、生命、质量与安全、品质监控等热点论题。主要内容包括分散系与溶液、物质结构、常见离子的检验、化学反应速率和化学平衡、元素及化合物选述、定量分析基础、酸碱滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法、吸光光度法和常用的富集分离方法等主要内容。

本书可作为高职高专化工类、轻化工类专业教材,亦可供其他相近专业参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

无机及分析化学/司文会主编. —北京:科学出版社, 2009
(高等教育“十一五”规划教材·高职高专专业基础课教材系列)
ISBN 978-7-03-024054-5

I. 无… II. 司… III. ①无机化学-高等学校:技术学校-教材②分析化学-高等学校:技术学校-教材 IV. 061065

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 021295 号

责任编辑:沈力匀/责任校对:耿耘
责任印制:吕春珉/封面设计:李亮

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2009年3月第一次印刷 印张:18

印数:1—4 000 字数:424 000

定价:27.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

编辑部电话 010-62135235 销售部电话 010-62136230 (VP04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

编写人员名单

主 编 司文会 (苏州农业职业技术学院)

副主编 梁建军 (滁州职业技术学院)

杨广华 (包头轻工职业技术学院)

李赞忠 (内蒙古化工职业学院)

主 审 訾言勤 (淮北煤炭师范学院)

孙 怡 (河南农业职业学院)

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王玉林 (浙江工业大学浙西分校)

孙清荣 (山东科技职业学院)

张绍军 (三门峡职业技术学院)

郑启富 (浙江工业大学浙西分校)

韩德红 (山东科技职业学院)

黎春秀 (长沙环境保护职业技术学院)

前 言

本书是根据2007年5月2006~2010年教育部高等学校高职高专轻化类教学指导委员会广州会议审批设定的高职院校《无机及分析化学》大纲,结合作者多年的教学经验和高职教育的特色,同时汲取了近年来国内外《无机及分析化学》教材的特点,在科学出版社指导下,组织8所院校编著而成的。教材紧密结合教育部教高[2006]16号文件精神,着力贴近“以服务为宗旨,就业为导向,能力为本位,培养生产、建设、管理、服务第一线实用型、技术型、应用型、复合型人才”的需要,集中体现了我国高职高专教育化学类基础课程改革的最新成果,科学地解决了化学类基础课程体系完整、门类齐全与教学时数少的突出矛盾,以新颖、实用、适度为原则,减少了验证性实验,增加了设计性实验和实训内容,实现基本理论“够用”、实践能力“强化”的教学目标,可作为高职高专化工类、轻化工类专业教材,亦可供其他相近专业参考使用。

本书以“适度”、“够用”和“实用”为原则,重点介绍了无机及分析化学中最常用的分散系与溶液、物质结构、常见离子的检验、化学反应速率和化学平衡、元素及化合物选述、定量分析基础、酸碱滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法、配位滴定法、吸光光度法和常用的富集分离方法等主要内容,体现了以能力培养为本位的高职教育特色,“立足实用,强化能力,注重实践”,尽力做到选材面广,内容新颖,始终渗透着“以生为本”的教学思想,突出对学生无机及分析化学素质的培养,着重介绍无机及分析化学的基础理论和基本方法,同时注意反映无机及分析化学中的新理论和新方法,尤其注重理论与实践结合,收集了无机及分析化学在各有关专业的应用实例,便于学生了解本课程在实际工作中的具体价值。全书涉及的无机及分析化学内容丰富、覆盖面广,教师可从不同院校教学计划的整体优化出发,结合实验、实训条件,根据需要进行相应的选择,挑选出最需要的部分组织教学,其余内容可作为学生拓宽知识的阅读材料。

本书由司文会教授主编。参加编写的具体分工为:司文会编写第9、10章及实验4、5、12、13、14、18;梁建军编写第5章及实验15、16;杨广华编写绪论及第1章;李赞忠编写第7、8、11章及实验6、7、8;黎春秀编写第4章;韩德红、孙清荣编写第3章及实验1、2、3;张绍军编写第2、6章及实验17;郑启富、王玉林编写第12章及实验9、10、11。全书承蒙淮北煤炭师范学院警言勤教授、河南农业职业学院孙怡副教授审阅,并提出许多宝贵的建设性意见,特致谢忱。本书所引用的资料和图表的原著均已列入参考文献,在此向原著作者致谢。

全书由主编、副主编审稿、修改,最后由主编通读、定稿。限于水平,本书可能存在缺点、疏漏和错误,谨请专家和读者批评指正。

目 录

绪论	1
0.1 无机及分析化学的任务、作用和特点	1
0.2 无机及分析化学的内容和分类	1
0.3 无机及分析化学进展现状及应用	2
0.4 学习无机及分析化学的方法和要求	2
第 1 章 分散系与溶液	4
1.1 概述	4
1.2 溶液浓度的表示方法	5
1.3 稀溶液的依数性	7
第 2 章 物质结构	11
2.1 原子核外电子的运动状态	11
2.2 原子核外电子排布	13
2.3 化学键	17
2.4 分子的极性与分子间作用力	21
第 3 章 常见离子的检验	27
3.1 常见阴离子的检验	27
3.2 常见阳离子的检验	32
3.3 常见阳离子的系统分析法	39
第 4 章 化学反应速率和化学平衡	42
4.1 化学反应速率	43
4.2 化学平衡	50
第 5 章 元素及其化合物选述	65
5.1 非金属元素及其化合物	66
5.2 金属元素及其化合物	84
5.3 生命元素	93
第 6 章 定量分析基础	101
6.1 定量分析概述	101
6.2 有效数字及运算规则	107
6.3 滴定分析法概述	109
6.4 有关计算	111
第 7 章 酸碱滴定法	115
7.1 酸碱质子理论	116
7.2 酸碱水溶液 pH 计算	118
7.3 同离子效应 盐效应	119

7.4	缓冲溶液	120
7.5	酸碱指示剂	121
7.6	酸碱滴定曲线及指示剂的选择	124
7.7	酸碱滴定法的应用	128
第8章	氧化还原滴定法	137
8.1	氧化还原反应	138
8.2	氧化还原滴定的基本原理	147
8.3	氧化还原滴定法及应用	151
第9章	沉淀滴定法	167
9.1	莫尔法 (Mohr)	167
9.2	佛尔哈德法 (Volhard)	168
9.3	法扬斯法 (Fajans)	170
第10章	配位滴定法	173
10.1	EDTA 及其配合物	174
10.2	配位平衡及稳定常数	174
10.3	配位滴定曲线与金属指示剂的选择	175
10.4	配位滴定法的应用	184
第11章	吸光光度法	188
11.1	吸光光度法的基本原理	189
11.2	比色法和分光光度法	196
11.3	显色反应与显色剂	203
11.4	吸光光度法的应用	208
第12章	常用的富集分离方法	218
12.1	沉淀与共沉淀富集分离法	218
12.2	萃取富集分离法	221
12.3	离子交换分离法	224
12.4	薄层色谱分离法	228
12.5	超临界流体萃取	229
第13章	实验	234
13.1	无机及分析化学实验常用仪器的认领与洗涤	234
13.2	常见阴离子的个别鉴定	236
13.3	常见阳离子的个别鉴定	238
13.4	酸碱溶液的配制和比较滴定	239
13.5	分析天平的称量练习	241
13.6	铵盐中氮的测定 (甲醛法)	242
13.7	稀醋酸电离度和离解常数的测定	244
13.8	化学需氧量的测定	246
13.9	过氧化氢含量的测定	248
13.10	碘量法测定维生素 C	250

13.11	亚铁盐中铁的测定	251
13.12	酱油中氯化钠含量的测定	252
13.13	自来水中 Ca、Mg、Fe 的测定 (综合实验)	254
13.14	电导滴定法测盐酸的浓度 (设计实验)	256
13.15	铁的比色测定	258
13.16	磷的比色测定	260
13.17	自动电位滴定法测定氯离子的含量	262
13.18	组分分析及测定 (设计实验) ——混合碱中 NaCO_3 和 NaHCO_3 含量的测定 (双指示剂法)	263
附录	266
附录 1	习题参考答案	266
附录 2	常见弱酸和弱碱的解离常数	268
附录 3	配合物的稳定常数 (18~25℃)	270
附录 4	常用酸碱溶液的密度、浓度及配制方法	274
附录 5	常见化合物的相对分子质量	275
附录 6	元素周期表	276
主要参考文献	277

绪 论

0.1 无机及分析化学的任务、作用和特点

无机及分析化学是化学领域中的一个重要分支。它是研究无机物的性质、组成、结构、变化规律、分析方法及有关理论的一门科学。

无机及分析化学是一门重要的工具学科。它不但对化学本身的发展起了重大作用,而且对与化学有关的其他各科学领域也起着重大作用。如地质学、矿物学、冶金学、生物学、医学、考古学、农业科学及现代各行业中的三废处理、饮食卫生、环境保护等都离不开无机及分析化学有关知识。而生产的发展、科学技术的进步,也促进了无机及分析化学的发展。

在国民经济中,无机及分析化学的实用意义就更加明显了。在许多工业中,如化工、轻工等部门中的原料、材料和质量产品的检验,生产过程中的控制和管理等都需要进行样品的分析检验;生产技术的改革和生产过程的自动化也都需要无机及分析化学的支持。

无机及分析化学是一门实践性很强的专业基础课,它的特点是通过无机及分析化学的学习,使学生了解无机及分析化学与生产、科学研究的关系,掌握无机及分析化学的基本理论、基本操作,掌握扎实的分析化验的基本技能,为学习后续专业基础课、专业课打下良好的基础,也为学生走向社会进入分析化验岗位提供最基本的技术保障。

0.2 无机及分析化学的内容和分类

人们对物质的认识是通过认识物质一系列的性质进行的。无机化学研究的是无机物质的基本性质及变化规律、溶液的基本性质、化学平衡的基本性质。分析化学是在无机化学的基础上,根据无机物质的这些性质对它们进行分析检验,以确定其基本属性和在样品中的含量的化学。

由于分析化学测定的是各组分的含量及确定物质中含有哪些组分,这样分析化学又可分为定性分析和定量分析,定性分析应先于定量分析。但在一般情况下,分析试样的来源、主要成分及主要杂质都是已知的。尤其是工业生产中的原料分析,中间产品的检验分析及出厂成品的质量检查常常不需要进行定性分析,只需进行定量分析。因此,本书主要讲授定量分析的各种方法而删除了定性分析的内容。

在定量分析中,按照分析方法的不同,可分容量分析法和重量分析法。它们是根据物质的化学性质进行分析检验的,所以统称为化学分析法。

1. 容量分析法

容量分析法是将被测试样制成溶液后滴加已知浓度的试剂(标准溶液),然后根据反应完全时所消耗的标准溶液的体积,计算出被测物质的组分含量。这样的分析方法又称

为容量分析法,也叫滴定分析法。

根据反应原理的不同,容量分析又可分为酸碱滴定法、氧化还原滴定法、沉淀滴定法和配位滴定法。

2. 重量分析法

重量分析法是通过物质在化学反应前后的称量来测定其含量的方法。它是经过化学反应及一系列操作步骤使试样中的待测组分转化为另一种纯的固定化学组成的化合物,再通过称量该化合物的重量,从而计算出待测组分的含量。

重量分析和容量分析通常用于高含量或中含量组分的测定。

化学分析法所用的仪器简单、操作方便、结果准确、应用范围最广泛,是分析化学中最基础、最基本的方法。但是,化学分析法的应用范围也有一定限制。例如,对于样品中微量杂质的检查和快速分析,化学分析法往往不能满足要求,一般采用仪器分析的方法进行测定。

0.3 无机及分析化学进展现状及应用

无机及分析化学有着悠久的历史,它对许多化学基本定律的确定做出过巨大的贡献。但是,无机及分析化学发展成为一门独立的学科,则是比较晚的。

20世纪初,人们借助当时物理化学所取得的成就和生产及科学技术的发展,使分析化学向前发展了一大步。同时,对分析化学提出了更高的要求。如人们利用物理化学中的溶液平衡理论、动力学理论及各种实验方法等,深入研究分析化学中的一些最基本的理论问题;如沉淀的生成和共沉淀现象;指示剂作用原理;滴定曲线和终点误差;催化反应和诱导反应;缓冲作用原理等,大大丰富了分析化学的内容。

20世纪40年代以后的几十年间,由于原子能科学技术的发展,半导体技术的兴起,要求分析化学能提供各种非常灵敏、准确而又迅速的分析方法,当时分析化学正处在迅猛发展阶段。从分析对象到分析任务,分析化学已不只限于一般的工业、农业和国防生产等部门,而是渗透到诸如环境、宇宙等各领域。在分析检验时不只限于测定物质组分和含量,而是要提供关于物质更多的信息,如状态、价态、稳定性及表面结构等。因此,分析化学已经不再限于破坏试样的分析,而是越来越多地要求不破坏样品的直接分析。

目前,随着生产的发展、科学的进步,给分析化学提出了许多新课题。分析化学已经不局限于对无机物的分析测定,还可应用它的基本测定方法进行有机物的测定,进而又延伸出了一门新的学科——有机分析化学。

无机分析化学的应用是非常广泛的。在工业、农业、科研、环保等各个领域都离不开它,所以有时也形象化地说它是工业的“眼睛”。

0.4 学习无机及分析化学的方法和要求

在学习无机及分析化学过程中,要掌握各种方法的基本原理、基本操作方法,需要有理论与实验相结合、认真的科学学习态度,将所学过的无机化学、有机化学的基本理论知

识和分析方法相结合,从而使自己掌握到分析检验无机物质的基本方法和操作技能。在学习无机及分析化学整个过程中,应有明确的学习目的和正确的学习方法。

虽然现代科学技术促进无机及分析化学朝着仪器化、自动化的方向发展,但无机及化学分析仍然是分析物质的基础。因此,应系统掌握化学分析的理论,打好坚实的理论基础和操作技能。一个缺乏化学分析基础知识和基本技能的分析工作者,不可能靠现代化仪器设备就能正确解决日益发展而又复杂的分析课题。所以,无机及分析化学作为一门基础课,要从无机化学和分析化学的基础学起。只有学好基础知识,才能进一步学好较复杂的仪器分析。

无机及分析化学是一门实践性很强的科学,它的基础知识是从实践中来的,但对实践中的问题又要从理论上来解释。所以,只有认真做好每个实验,并反复训练,才可能掌握基本操作技能并养成独立工作的能力,同时,在实验中还要做到严肃、认真、细致、实事求是。

思考题

1. 什么是无机及分析化学,它包括哪些内容?它在国民经济建设中起着什么作用?
2. 无机及分析化学的分析方法是如何分类的?
3. 学习分析化学的目的和要求有哪些?

第 1 章 分散系与溶液

【学习目标】

1. 分散体系的基本概念、溶液的基本概念和溶液浓度的表示方法。
2. 稀溶液的依数性及其应用。
3. 同离子效应、盐效应对电离平衡和溶解平衡的影响。
4. 缓冲溶液的基本概念及 pH 的计算。

【必备知识】

1. 溶液浓度的计算。
2. 稀溶液依数性的计算。
3. 缓冲溶液 pH 的计算。

【选修知识】

1. 分散体系的基本分类方法。
2. 同离子效应和盐效应对平衡的影响。

【案例导入】

溶液属于什么体系,它有什么样的性质呢?例如,我们要分析黄河水样,我们就必须了解水溶液的基本性质,水中含有的物质的浓度如何?通过学习本章的内容我们可以了解这些基本知识。

【课前思考】

1. 分散体系是如何定义的?
2. 常用于表示溶液浓度的方法有哪些?它们之间有什么换算关系?
3. 日常生活中,稀溶液依数性的应用有哪些实例?

1.1 概 述

科学研究中常选取物质世界的一部分作为研究对象,称为系统。例如,一杯水、一瓶气体都可以作为系统。系统以外的其他物质就是环境或外界。

系统中物理性质和化学性质完全相同而与其他部分有明确界面分隔开来的任何均匀部分叫做相。只含一个相的系统叫做均匀系统或单相系统。如食盐溶液、碘酒、石油气等都只有一个相,都是单相系统。一个系统内也可能有 2 个或更多个相,相和相之间有界面

分开,这种系统叫做不均匀系统或多相系统。例如,一杯水中浮有几块冰,水面上还有水蒸气,这是一个三相的不均匀系统。相与态的概念不同,油浮在水面上组成的系统,只有一个态——液态,但却包含着油和水2个相。

当一种或几种物质被分散成微小的粒子分布在另一种物质里,整个系统就叫做分散系。被分散的物质叫做分散质,起分散作用的物质,也就是在分散质周围的介质叫做分散剂。按分散质粒子大小可将分散系分为:粗分散系、胶体分散系和分子分散系(溶液),见表1-1。浊液属于粗分散系统,它又可分为悬浊液和乳浊液。前者如泥水,其分散质为固体;后者如切削液,其分散质为液体。它们的分散质粒子的大小大于100 nm,不但用普通显微镜能看到,有时甚至用肉眼也可以看见。浊液是一种多相系统。

表1-1 按分散度区别分散系统

分散系统	粒子大小	示例
粗分散系统	>100 nm(多相系统)	泥水和油水乳液
胶体分散系统	1~100 nm(多相系统)	Fe(OH) ₃ 溶胶
分子分散系统	<1 nm(单相系统)	NaCl水溶液

胶体的分散质大小大约在1~100 nm,溶胶是胶体中较为常见的一种,是一种高度分散的微不均匀系统,也是一种多相系统。溶液属于分子分散系统,分散质以分子或离子状态存在于分散剂中。溶液是单相分散系。

分子级程度相互分散的单相、均匀、稳定体系,称为溶液。物质的聚集状态有气、液、固3种。根据分散介质的状态溶液也可分为3类:气态溶液、固态溶液和液体溶液,也是我们常说的溶液。

组成液态溶液的组分常分为溶剂和溶质。当气体或固体溶于液体中时,不论彼此间的相对含量如何,通常把液体当作溶剂,而把溶解的气体或固体当作溶质。而当液体溶于液体中时,例如,乙醇和水的溶液,则可把其中任一组分叫做溶质。但在习惯常把溶液中较大量存在的物质叫做溶剂,较少量存在的物质叫做溶质。

1.2 溶液浓度的表示方法

1.2.1 常见的几种浓度表示方法

1. 质量分数(ω)

溶液中溶质的质量占溶液总质量的百分数,叫做该溶质的质量分数,用符号 ω 表示。

$$\omega = \frac{m_B}{m_A + m_B} \quad (1-1)$$

式中 m_A 、 m_B ——溶剂和溶质的质量,g。

2. 物质的量浓度(c_B)

物质的量浓度,是指单位体积溶液中物质的量的多少的一个物理量,用符号 c_B 表示,即

$$c_B = \frac{n_B}{V} \quad (1-2)$$

式中 n_B ——溶液中溶质的摩尔数, V 溶液的体积。 c_B 的单位一般用 mol/dm^3 表示, 也可用 mol/m^3 表示。

3. 物质的量分数 (x_B)

物质的量分数, 是指溶质的物质的量占组成溶液的总的物质的量的多少的一个物理量, 用符号 x_B 表示, 即

$$x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} \quad (1-3)$$

式中 n_A 、 n_B ——溶液中溶剂、溶质的物质的量数, mol。

4. 质量摩尔浓度 (m_B)

质量摩尔浓度, 是指单位质量溶剂中含有溶质的物质的量的多少的一个物理量, 用符号 m_B 表示, 即

$$m_B = \frac{n_B}{m_A} \quad (1-4)$$

式中 n_B ——溶液中溶质的物质的量数, mol, m_A 溶剂的质量, kg。

1.2.2 有关计算

1. 物质的量浓度和质量分数的换算

进行计算时, 常用到下式:

$$c_B = \frac{1000 \times \rho \times \omega}{M_B} \quad (1-5)$$

式中 c_B ——物质的量浓度, mol/dm^3 ;

ρ ——溶液的密度, g/cm^3 ;

ω ——溶液的质量分数;

M_B ——物质的摩尔质量, g/mol 。

【例 1-1】 某市售浓硫酸中溶质的质量分数为 98%, 密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$, 计算该浓 H_2SO_4 的物质的量浓度。

解 根据公式(1-5), 数据代入, 得

$$c_B = \frac{1000 \times 1.84 \times 98\%}{98} = 18.4(\text{mol}/\text{dm}^3)$$

2. 溶液的稀释

稀释前后, 溶液所含溶质的物质的量(或质量)不变。

$$n_{1,B} = n_{2,B} \quad (1-6)$$

或

$$c_1 V_1 = c_2 V_2 \quad (1-7)$$

式中 $n_{1,B}$ 、 $n_{2,B}$ ——稀释前后溶质 B 的物质的量, mol;

c_1 、 c_2 ——稀释前后溶质 B 的浓度, mol/dm³;

V_1 、 V_2 ——稀释前后溶液的体积, dm³。

【例 1-2】 配制 3mol/dm³ H₂SO₄ 溶液 3dm³, 需要 18mol/dm³ H₂SO₄ 溶液多少立方米?

解 由式(1-7)得

$$V_1 = c_2 V_2 / c_1$$

数据代入, 得

$$V_1 = 500(\text{cm}^3)$$

3. 同一体系不同计量单元物质的量浓度之间的关系

$$c_{\frac{m}{m}, B} = \frac{m}{n} c_B \quad (1-8)$$

1.3 稀溶液的依数性

难挥发、非电解质稀溶液, 依据其体系中独立质点数的不同, 表现为蒸气压下降、沸点升高、凝固点降低及渗透压不同, 上述现象, 与溶质的本性无关, 称为稀溶液的依数性。

1.3.1 几个重要的依数性

1. 蒸气压下降

1887 年, 法国物理学家拉乌尔(F. M. Raoult) 经过大量实验证明, 在一定温度下, 稀溶液的蒸气压总是低于纯溶剂的蒸气压, 下降的程度与稀溶液的物质的量分数成正比。

$$\Delta p = p_A^* - p_A = p_A^* X_B \quad (1-9)$$

式中 p_A^* ——纯溶剂的蒸气压;

p_A ——稀溶液的蒸气压;

X_B ——稀溶液的物质的量分数。

2. 沸点升高

溶液的蒸气压等于外压时的温度就是沸点。非挥发性溶质的溶液的蒸气压比同温度的纯溶剂的蒸气压低, 所以, 非挥发性溶质的溶液沸点比纯溶剂的沸点高。实验表明, 稀溶液沸点的升高与溶液的质量摩尔浓度成正比:

$$\Delta T_b = T_b - T_b^* = K_b m_B \quad (1-10)$$

式中 ΔT_b ——沸点升高的数值;

T_b ——溶液的沸点;

T_b^* ——纯溶剂的沸点;

m_B ——溶液的质量摩尔浓度;

K_b ——比例常数。

3. 凝固点降低

物质的液相和固相共存时的温度,称为该物质的凝固点,此时,液相和固相蒸气压相等。常压下,水的凝固点是 0°C 。实验表明,稀溶液中,溶液凝固点的降低与溶液的质量摩尔浓度成正比:

$$\Delta T_f = T_f^* - T_f = K_f m_B \quad (1-11)$$

式中 ΔT_f ——凝固点降低值;

T_f ——溶液的凝固点;

T_f^* ——纯溶剂的凝固点;

m_B ——溶液的质量摩尔浓度;

K_f ——比例常数。

4. 渗透压

渗透压的产生,是由于单位体积内稀溶液中含有的水分子数比纯溶剂少,因而在单位时间内从纯溶剂向稀溶液中扩散的水分子数多而导致的。

渗透压的大小和溶液的浓度有关,溶液越浓,渗透压越大。1884年,荷兰物理化学家范特荷夫(Van't Hoff)实验得出

$$\pi = cRT \quad (1-12)$$

式中 π ——稀溶液的渗透压;

c ——稀溶液的浓度;

R ——理想气体常数;

T ——热力学温度。

1.3.2 应用实例

1. 植物的耐寒性和抗旱性

生物化学研究表明,当外界温度偏离常温时,在有机体细胞内会强烈地生成糖类 etc 可溶性物质,从而增大了细胞液的浓度。细胞液的浓度越大,它的凝固点越低,因此细胞液在 0°C 左右不至于冰冻,植物仍能保持生命活动而表现出一定的耐寒性。另一方面,细胞液的浓度越大,它的蒸汽压越小,蒸发越慢,因此,在温度较高时,植物仍能保持水分而表现出一定的抗旱性。

2. 烧苗现象

动植物的细胞膜多半具有半透膜的性能。植物的生长发育和土壤溶液的渗透压有关,只有土壤溶液的渗透压低于细胞液的渗透压时,植物才能不断从土壤中吸收水分和养分进行正常的生长发育。给作物喷药或施肥时,溶液的浓度不能过大,否则植物细胞内的水分就会向外渗透导致植物枯萎,引起“烧苗”现象。

盐碱地不利于作物生长也是这个道理。

3. 等渗输液

在动物生理上渗透作用也具有重要的意义。静脉输液时,注射液应与血液是等渗溶液。如为高渗溶液,则血液细胞中的水分将向外渗透,引起血细胞发生胞浆分离。如为低渗溶液,则水分将向血细胞中渗透,引起血细胞的涨破,产生溶血现象。因此临床常用质量分数为0.9%的生理盐水和5%的葡萄糖溶液的等渗溶液。

淡水鱼不能生活在海水中,海水鱼不能生活在河水中,也是由于河水和海水的渗透压不同,会引起鱼体细胞的膨胀和皱缩的缘故。



本章小结

通过学习本章内容,可以掌握化学计算的必备知识,为后续课程的学习打下基础。



思考题

1. 什么是分散系? 根据分散系中分散介质的大小它可分为哪些类型?
2. 什么是胶体? 它有什么特性?
3. 什么是稀溶液的依数性? 你能举出与此相关的生活中的例子吗?
4. 质量分数和物质的量浓度是如何定义的?



与工作任务相关的作业

1. 在 1dm^3 NaBr 水溶液中含 NaBr 321.9g, 在温度 20°C 溶液的密度为 $1.238\text{g}/\text{cm}^3$, 求该溶液的:(1)质量分数;(2)物质的量浓度。
2. 欲配制 $0.1020\text{mol}/\text{dm}^3$ 的 NaOH 溶液 500cm^3 , 需称取固体 NaOH 多少克?
3. 配制 $2\text{mol}/\text{dm}^3$ 的 H_2SO_4 溶液 250cm^3 , 问需密度为 $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ 、质量分数为 98% 的 H_2SO_4 溶液多少立方米?
4. 将 $12\text{mol}/\text{dm}^3$ 的 HCl 稀释为 $2\text{mol}/\text{dm}^3$ 的溶液 250cm^3 , 应量取 $12\text{mol}/\text{dm}^3$ 的 HCl 多少立方米?
5. 市售的 HNO_3 的质量分数约为 86%, 密度为 $1.42\text{g}/\text{cm}^3$, 试计算其物质的量浓度。
6. 3.20g 萘(C_{10}H_8)溶于 50gCS_2 中, 所得溶液的沸点较纯溶剂高 1.17°C , 求 CS_2 的沸点升高常数。
7. 已知在 101325Pa 下, 水的沸点为 100°C , 水的沸点升高常数为 $0.52\text{K} \cdot \text{kg}/\text{mol}$, 求含 90g 水与 2.00g 蔗糖($M_B=342 \times 10^{-3}\text{kg}/\text{mol}$)的溶液在 101325Pa 下的沸点。
8. 若要配制 25kg 甘油水溶液, 使此溶液在 -17.8°C 不结冰, 计算最少需要多少千克甘油(已知甘油 $M_B=92 \times 10^{-3}\text{kg}/\text{mol}$, 水的 $K_f=1.86(\text{K} \cdot \text{kg})/\text{mol}$)?