

高等农林院校试用教材

无机、分析及有机化学

五院校合编

无机、分析及有机化学

中南林学院等五院校合编

湖南农学院印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 印张28.75

1986年8月第一版 印数:2900册

字数:736千字 书号 101 定价:5.5元

06
22

前言

随着我国社会主义教育事业的蓬勃发展,高等农林院校的专科和函授教育日益扩大。为了适应当前农林院校各类专科和函授化学教学的需要,由中南林学院牵头组织五所农林院校的有关教师,合编了这本化学教材。

本教材包括无机化学、分析化学和有机化学三部分内容,共十七章。学时数控制在150学时左右,讲课一般需要90学时(书中注*号内容,供各院校自行选择)。另编有《化学实验》、《自学指导与习题解》和教材配合使用。本教材不仅适用于高等农林院校专科和函授各专业,也适用本科某些专业。

本教材是在现行高中化学教材的基础上编写而成的,体现了专科和函授的教学特点,既注意精选内容,又具有一定的深度和广度。教材中加强了与农林业生产和科研有关的化学内容,着眼于理论联系实际和培养学生分析问题和解决问题的能力。在文字叙述上力求做到循序渐进,深入浅出,通俗易懂,便于自学。

本教材所用数据的单位,基本上采用的是国际单位制(SI单位制),但有时也采用了一些允许和SI制暂时并用的其他单位。

参加本教材编写的有:

中南林学院:刘琢(第七章)、李文斌(第二章)、乔治山(第三章)、
简升鹄(第十七章)、王介孚(第十六章)。

福建林学院:林玉英(第五章)。

湖南农学院:吴得贵(第四章)、黄碧卿(第八章)、郭振楚(第十五章)、
凌云(第六章)、夏延斌(第十二章)。

广西农学院林学院:蒋思权(第九章)、林明蓉(第十章)、施曼莉(第十四章)。

西南林学院:梁瑞璋、
何明栋、

完稿后,先由刘琢副教授
李文斌为该教材的组织编

本教材是在“五院校”
有关同志的大力支持。在

由于编写时间仓促,

振楚、吴得贵

了“五院校”

编写组

八月

目 录

无机化学

第一章 溶液和胶体	(1)
第一节 分散体系.....	(1)
一、体系和相的概念.....	(1)
二、分散体系.....	(1)
第二节 溶 液.....	(2)
一、溶液的浓度.....	(2)
二、稀溶液的通性.....	(5)
第三节 胶 体.....	(10)
一、比面积和表面能.....	(10)
二、溶胶的吸附作用.....	(12)
三、溶胶的性质.....	(13)
四、溶胶的胶团结构.....	(16)
五、溶胶的稳定性和凝聚.....	(17)
六、高分子化合物溶液.....	(20)
习题.....	(21)
第二章 化学反应速度与化学平衡	(22)
第一节 化学反应速度.....	(22)
第二节 化学反应速度理论简介.....	(23)
第三节 影响化学反应速度的因素.....	(25)
一、浓度对化学反应速度的影响.....	(25)
二、温度对化学反应速度的影响.....	(27)
三、催化剂对化学反应速度的影响.....	(30)
第四节 化学平衡.....	(32)
一、平衡常数.....	(32)
二、化学平衡的移动.....	(36)
第五节 化学变化中的能量关系.....	(39)
一、化学热力学中常用的术语.....	(39)
二、能量守恒和焓.....	(40)
三、化学反应热效应.....	(41)
四、化学反应的自发性及其判据.....	(44)
习题.....	(50)

第三章 电解质溶液	(57)
第一节 弱电解质的电离平衡	(57)
一、一元弱酸、弱碱的电离平衡和电离常数	(57)
二、一元弱酸和弱碱的电离平衡的计算、稀释定律	(58)
三、多元弱酸的电离平衡—分步电离	(60)
第二节 强电解质的电离	(62)
一、强电解质在水溶液中的状况	(62)
二、活度和活度系数	(62)
第三节 同离子效应和缓冲溶液	(63)
一、同离子效应	(63)
二、缓冲溶液	(64)
第四节 盐类的水解	(68)
一、盐类水溶液的酸碱性	(68)
二、水解常数和盐溶液的pH值	(69)
三、影响盐类水解的因素	(72)
第五节 酸碱质子理论	(73)
一、酸碱的定义	(73)
二、酸碱反应	(74)
第六节 沉淀—溶解平衡	(76)
一、溶度积	(76)
二、沉淀—溶解平衡的移动	(79)
习题	(83)
第四章 氧化还原反应和原电池	(86)
第一节 氧化还原反应	(86)
一、氧化数	(86)
二、氧化还原反应、氧化剂和还原剂	(87)
三、氧化还原反应方程式的配平	(88)
四、氧化还原当量	(91)
第二节 原电池与电极电位	(92)
一、原电池	(92)
二、电极的种类	(95)
三、电极电位和标准电极电位	(96)
四、影响电极电位的因素	(99)
第三节 电极电位的应用	(102)
一、判断氧化剂和还原剂的相对强弱	(102)
二、判断氧化还原反应进行的方向	(103)
三、判断氧化还原反应进行的次序	(104)

四、选择适当的氧化剂或还原剂·····	(105)
五、氧化还原反应进行的程度·····	(105)
*第四节 电动势与自由焓变·····	(106)
习题·····	(108)
第五章 物质结构基础知识 ·····	(119)
第一节 原子核外电子运动的状态·····	(119)
一、氢原子光谱和玻尔理论·····	(119)
二、原子核外电子运动的特征——波粒二象性·····	(121)
三、原子核外电子运动状态的描述·····	(122)
第二节 原子核外电子的排布·····	(129)
一、多电子原子轨道的能级·····	(129)
*二、屏蔽效应和钻穿效应·····	(129)
三、核外电子排布原则·····	(130)
第三节 元素性质变化规律和电子排布·····	(133)
一、电子的排布和元素周期的关系·····	(133)
二、电子层结构和族的关系·····	(134)
三、电子层结构和元素的分区·····	(134)
四、元素的基本性质变化规律和电子层结构·····	(135)
五、元素性质和原子结构的关系·····	(136)
第四节 同位素及其应用·····	(137)
一、同位素·····	(137)
二、放射性同位素的应用·····	(138)
第五节 化学键和分子结构·····	(138)
一、离子键·····	(139)
二、共价键·····	(139)
三、分子间力、氢键·····	(145)
习题·····	(148)
第六章 配位化合物 ·····	(149)
第一节 配合物的基本概念·····	(149)
一、配合物的特征·····	(149)
二、配合物的定义·····	(150)
三、配合物的组成·····	(150)
四、配合物的命名·····	(152)
第二节 配合物的价键理论·····	(153)
一、价键理论的基本要点·····	(153)
二、外轨型和内轨型的配合物·····	(154)
三、价键理论的应用·····	(157)

第三节 配离子的离解平衡	(159)
一、配离子的稳定常数和不稳定常数	(159)
二、配离子的逐级稳定常数	(160)
*三、配离子在溶液中的状况	(162)
第四节 螯合物	(166)
一、螯合物的定义	(166)
*二、螯合物的稳定性	(167)
三、螯合物的应用	(168)
习题	(170)
第七章 生命元素化学选述	(172)
第一节 引言	(172)
第二节 金属元素和非金属元素的通性	(174)
第三节 S区元素选述	(176)
一、碱金属和碱土金属的通性	(176)
二、碱金属和碱土金属的氧化物、氢氧化物	(177)
三、碱金属和碱土金属的常见盐类	(178)
四、钾、钠、钙、镁的生物功能	(179)
第四节 P区金属元素选述	(180)
一、P区金属元素的通性	(180)
二、铝及其重要化合物	(181)
三、锡和铅的重要化合物	(181)
四、铝、锡、铅的生物功能	(183)
第五节 P区非金属元素选述	(183)
一、卤素及其重要化合物	(183)
二、硫和氧及其重要化合物	(185)
三、氮和磷及其重要化合物	(189)
四、碳、硅、硼及其重要化合物	(192)
第六节 d区元素选述	(194)
一、过渡元素的通性	(195)
二、钪及其重要化合物	(196)
三、铬和钼及其重要化合物	(197)
四、锰及其重要化合物	(198)
五、铁、钴、镍及其重要化合物	(199)
六、铜及其重要化合物	(201)
七、锌和汞及其重要化合物	(202)
第七节 f区元素概述	(203)
一、镧系收缩	(203)
二、镧系元素的性质和用途	(204)
习题	(205)

分析化学

第八章 分析化学概述	(206)
第一节 物质分析的一般程序.....	(206)
一、试样的采集和制备.....	(207)
二、试样的溶解.....	(207)
三、定性分析、定量分析.....	(208)
第二节 容量分析的特点和方法.....	(208)
第三节 容量分析中的标准溶液.....	(210)
一、容量分析中的标准溶液浓度的表示法.....	(210)
二、标准溶液的配制和溶液浓度的标定.....	(210)
第四节 容量分析误差.....	(211)
一、系统误差.....	(212)
二、偶然误差.....	(212)
三、误差表示方法.....	(213)
第五节 分析结果计算.....	(214)
一、有效数字.....	(215)
二、有效数字运算法则.....	(215)
三、容量分析结果可疑值的取舍.....	(216)
四、容量分析结果计算原则.....	(217)
五、容量分析计算示例.....	(218)
习题.....	(219)
第九章 酸碱滴定法	(221)
第一节 酸碱滴定法的基本原理.....	(221)
一、直接法.....	(221)
二、间接法.....	(221)
第二节 酸碱滴定中的指示剂.....	(222)
一、酸碱指示剂的变色原理.....	(222)
二、酸碱指示剂的变色范围.....	(222)
三、混合指示剂.....	(224)
四、影响指示剂变色范围的因素.....	(224)
第三节 滴定曲线和指示剂的选择.....	(226)
一、强酸与强碱的滴定.....	(226)
二、强碱滴定弱酸.....	(228)
三、强酸滴定弱碱.....	(231)
四、多元酸和多元碱的滴定.....	(232)
第四节 酸碱滴定法应用实例.....	(234)
一、酸碱标准溶液的配制与标定.....	(234)

二、应用实例	(236)
习题	(238)
第十章 氧化还原滴定法	(240)
第一节 氧化还原滴定法概述	(240)
一、氧化还原反应的方向	(240)
二、氧化还原反应进行的程度	(242)
三、影响氧化还原反应速度的因素	(242)
第二节 氧化还原滴定曲线和滴定终点的确定	(243)
一、氧化还原滴定曲线	(243)
二、氧化还原滴定终点的确定	(244)
第三节 高锰酸钾法	(246)
一、概述	(246)
二、 KMnO_4 标准溶液的配制及其标定	(247)
三、应用实例	(248)
第四节 重铬酸钾法	(249)
一、概述	(249)
二、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液的配制	(249)
三、应用实例	(249)
第五节 碘量法	(250)
一、概述	(250)
二、碘标准溶液的配制及其标定	(251)
三、应用实例	(252)
习题	(253)
第十一章 配位滴定法	(255)
第一节 配位滴定法一般原理	(255)
一、配位滴定法概述	(255)
二、EDTA与金属离子的配合物及其稳定性	(256)
三、pH对配位滴定的影响	(257)
四、配位滴定曲线	(259)
第二节 金属指示剂	(260)
一、金属指示剂的变色原理	(260)
二、金属指示剂应具备的条件	(260)
三、常用的金属指示剂	(261)
第三节 提高选择性的方法	(262)
一、控制溶液的酸度	(263)
二、掩蔽和解蔽的方法	(263)
第四节 配位滴定法应用实例	(263)
一、直接滴定法	(263)

二、间接滴定法.....	(264)
三、应用实例.....	(264)
习题.....	(265)
第十二章 比色分析	(267)
第一节 概述.....	(267)
第二节 比色分析基本理论.....	(268)
一、光的基本性质.....	(268)
二、物质对光的选择吸收.....	(269)
三、光吸收基本定律.....	(269)
四、偏离朗伯—比尔定律的原因.....	(271)
第三节 显色反应.....	(273)
一、影响显色反应的因素.....	(273)
二、显色剂.....	(274)
第四节 比色分析仪器和使用方法.....	(275)
一、目视比色法.....	(275)
二、吸光光度法仪器的基本结构.....	(275)
三、常见比色分析仪器.....	(277)
四、比色分析仪器的一般操作程序.....	(277)
第五节 比色分析的应用.....	(278)
一、常规分析方法.....	(278)
二、农林业科学实验中常见元素分析.....	(278)
习题.....	(279)

有机化学

有机化学概述:	(280)
一、有机化合物和有机化学.....	(280)
二、有机化合物的特点.....	(280)
三、有机化合物的分类.....	(281)
第十三章 烃	(284)
第一节 开链烃.....	(284)
一、开链烃的同系列、同分异构和命名.....	(284)
二、开链烃的物理性质.....	(289)
三、开链烃的化学性质.....	(291)
第二节 环烷烃.....	(299)
一、环烷烃的分类和命名.....	(299)
二、环烷烃的性质.....	(299)
三、环烷烃的结构.....	(300)
第三节 芳香烃.....	(303)

一、芳香烃的分类和命名	(303)
二、苯的结构	(304)
三、单环芳烃的性质	(306)
四、苯上的亲电取代规则	(309)
五、稠环芳烃	(310)
习题	(311)
第十四章 卤代烃、醇、酚、醚和醛、酮	(315)
第一节 卤代烃	(315)
一、卤代烃的分类和命名	(315)
二、卤代烃的性质	(316)
三、重要的卤代烃	(321)
第二节 醇、酚、醚	(322)
一、醇	(322)
二、酚	(327)
三、醚	(332)
四、硫醇和硫醚	(335)
第三节 醛、酮	(337)
一、醛、酮的分类和命名	(337)
二、醛、酮的性质	(338)
三、几种重要的醛、酮	(344)
习题	(345)
第十五章 羧酸和取代酸	(349)
第一节 羧酸	(349)
一、羧酸的分类和命名	(349)
二、羧酸的物理性质	(350)
三、羧酸的化学性质	(351)
四、羧酸衍生物的性质	(355)
五、几种重要的羧酸	(357)
第二节 取代酸	(359)
一、取代酸的命名	(359)
二、羟基酸的性质	(360)
三、几种重要的羟基酸	(363)
四、羧基酸	(365)
第三节 对映异构	(368)
一、偏振光、旋光性、旋光仪和比旋光度	(369)
二、对映异构与分子结构的关系	(371)
三、含一个手性碳原子化合物的对映异构	(373)

四、对映异构体构型的表示法.....	(375)
五、含两个手性碳原子化合物的对映异构.....	(377)
习题.....	(380)
第十六章 胺、碳酰胺、杂环和有机磷农药	(383)
第一节 胺和碳酰胺.....	(383)
一、胺.....	(383)
二、碳酰胺.....	(389)
第二节 杂环化合物.....	(391)
一、杂环化合物的分类、命名和结构.....	(391)
二、吡咯、叶绿素和血红素.....	(393)
三、吡啶和维生素PP和B ₆	(395)
四、吲哚和 β -吲哚乙酸.....	(396)
五、苯并吡喃和花色素.....	(397)
六、嘧啶和嘌呤.....	(399)
第三节 有机磷农药.....	(400)
一、有机磷农药的结构类型和特点.....	(400)
二、几种常用的有机磷农药.....	(401)
习题.....	(403)
第十七章 几类天然有机化合物	(405)
第一节 脂类.....	(405)
一、油脂.....	(405)
二、磷脂和蜡.....	(409)
第二节 碳水化合物.....	(411)
一、单糖.....	(411)
二、二糖.....	(420)
三、多糖.....	(422)
第三节 蛋白质与核酸.....	(426)
一、氨基酸.....	(426)
二、蛋白质.....	(430)
三、核酸.....	(435)
第四节 生物碱.....	(437)
一、生物碱的一般性质.....	(437)
二、生物碱的提取.....	(438)
三、几种常见的生物碱.....	(438)
第五节 萜类和甾体化合物.....	(440)
一、萜类.....	(440)
二、甾体化合物.....	(443)
习题.....	(447)

第一章 溶液和胶体

溶液和胶体是物质在自然界普遍存在的状态，它与工农业生产以及生命活动过程关系极为密切。广大的江河海洋就是最大的水溶液，生物体和土壤中的液态物质都是溶液或胶体。溶液和胶体是物质在不同条件下形成的两种不同的物质状态。例如将 NaCl 溶于水便成为溶液，把它溶入酒精中便成为胶体。究竟溶液与胶体有甚么不同呢？它们各自具有甚么样的特点呢？下面在回答这些问题之前，我们先讨论一下分散体系的概念便可刃然而解，

第一节 分散体系

一、体系和相的概念

任何物质总是和它周围的其它物质相联系着的，为了科学研究的需要，常常把被研究的对象和周围的物质隔离开来，把被指定作为研究对象叫体系。所以说，体系是以一定种类和一定质量的物质所组成的整体的研究对象，而体系以外，与其密切相关的部分称为环境。例如为了研究烧杯中水的蒸发，我们把水和蒸气组成的整体作为一个体系，而烧杯及其周围的其它东西(包括物质或空间)就是环境。体系中任何具有相同的物理性质和化学性质的部分叫做相。相与相之间存在着明显的界面。例如烧杯中的水和水蒸气之间有明显的界面，所以说烧杯中有液、气两个相。不难看出，在同一体系中，同一种物质可以出现几个相。如气相(g)、液相(l)或固相(s)等。含有两相或多于两相的体系就称为多相体系，或非均相体系。但是一相并不一定就是一种物质。如气体混合物或溶液，虽然含有几种物质，但由于内部是完全均匀的，所以属单相体系(只含一相的体系)，又称为均相体系。我们在讨论溶液和胶体的性质时，就会涉及相、或相与相之间的平衡问题。

二、分散体系

在自然界和生产实践中，经常遇到的并不是纯的气体、液体或固体，而多为一种或几种物质分散在另一种物质中所构成的体系。例如把 NaCl 分散在水中成为 NaCl 溶液，粘土分散在水中成为泥浆(悬浊液)，奶油、蛋白质、乳糖分散在水中成为牛奶(乳浊液)，二氧化碳气体分散在水中而成为汽水等。这些系统称为分散体系，简称分散系。分散体系中被分散的物质称为分散相(或分散质)，属于不连续部分。如上述体系中的 NaCl 、粘土等。分散相粒子的直径大小称为分散度，分散度越大，分散相粒子越小。而分散相存在于其中的介质称为分散介质(或分散剂)上述分散体系中的水，属于连续部分。

如果分散体系按照分散相粒子大小的不同，可以将其分散系分为三大类：

- 1、分子与离子分散系 分散相粒子的直径小于 1 nm ，分散相的分散度已达到单个的低

分子或离子的大小，分散相和分散介质的亲合力较强，形成一种热力学稳定的单相体系。例如NaCl溶于水形成的NaCl水溶液就属于这类分散系。即我们通常所指的溶液。溶液除常见的液态的外，还有固态的（如合金）和气态的（如空气）。组成溶液的分散相也叫溶质，分散介质也叫溶剂，通常所说的溶液即水溶液。溶液的组成不固定，可以在很大范围内变动，且溶液中各组分还基本上保留着原有的性质。从这一点看，溶液是混合物；但在溶解（分散）过程中，往往伴随着吸热和放热现象，或有体积和颜色的改变等，说明尚有溶剂化作用发生。因此可以把溶液看作是介于混合物和化合物之间的一种状态。

2、胶体分散体系 分散相粒子的直径为1—100nm之间。胶体分散体系按分散相和分散介质的不同又可分成多种类型。一般认为难溶于分散介质的固体分散到液体介质中所形成的胶体分散系，称为溶胶。溶胶中的每一个分散相粒子均是由许多分子或离子集合而成的晶粒或无定形碎片。在分散相和分散介质之间存在着相界面，是属于一种高度分散的多相体系，热力学不稳定体系。例如AgI溶胶、Fe(OH)₃溶胶、As₂S₃溶胶等。高分子溶液也属于胶体分散系的一种。因其分散相粒子大小在胶体分散系范畴，在某些性质上与溶胶相似。但高分子溶液中的分散相粒子是单个的高分子，对溶剂都有强烈的亲合力，故在分散相和分散介质之间没有界面，是属于单个体系，热力学稳定体系。例如蛋白质溶液、淀粉溶液等。它们又可称为亲液溶胶，而溶胶又可称为憎液溶胶。

3、粗分散体系 分散相粒子的直径为100nm~1000nm，通常的悬浮液和乳浊液都属于这种分散系，它们的分散相粒子分别由固体分子或液体分子集合而成，是一个多相体系，热力学不稳定体系，比溶胶的稳定性更差。例如泥浆、牛奶等。

第二节 溶 液

一、溶液的浓度

在一定量溶液或溶剂中所含溶质的量称为溶液的浓度。溶液的浓度可以用不同的方法来表示。常用的浓度表示方法有以下几种：

1、体积比浓度——是指1体积的浓液体（市售的原装酸或碱）与液体溶剂x体积之比。液体试剂用水稀释或液体试剂相互混合时常用此法表示其浓度。例如：1:5的H₂SO₄溶液，表示1体积市售的原装的浓H₂SO₄与5体积的水（溶剂）混合而成的稀硫酸溶液。

2、百分比浓度——指100份溶液中所含溶质的份数。由于溶质和溶液的份数可以用重量单位，也可以用体积单位表示；所以，百分浓度法又有多种。常用的如下：

重量/重量百分浓度：符号为%（W/W）或%（g/g）。是指100克溶液中所含溶质的克数。例如，5%（W/W）NaCl溶液，系指100克NaCl溶液中含有5克NaCl。工业上各种原装酸、碱的浓度常用此法表示。例如，70%硝酸就是指100克浓硝酸中，含有70克HNO₃和30克水。其表达式为：

$$\text{重量 / 重量百分浓度 \% (W/W)} = \frac{\text{溶质克数}}{\text{溶质克数} + \text{溶剂克数}} \times 100 \quad 1-1$$

另外一种常用的百分浓度是重量/体积百分浓度。

重量 / 体积百分浓度：符号 % (W/V) 或 % (g/ml)。是指100毫升溶液中所含溶质（多为固体）的克数。其表达式为：

$$\text{重量 / 体积百分浓度 \% (W/V)} = \frac{\text{溶质克数}}{\text{溶液的毫升数}} \times 100 \quad 1-2$$

3、ppm浓度和ppb浓度：ppm浓度是以一百万份重的溶液中所含溶质的重量份数来表示的浓度。百万分之几就叫几个ppm。其表达式为：

$$\text{ppm 浓度} = \frac{\text{溶质重 (克)}}{\text{溶液重 (克)}} \times 10^6 \quad 1-3$$

PPb浓度是以十亿份重的溶液中所含溶质的重量份数表示的浓度。十亿分之几就叫几个ppb。其表达式为：

$$\text{ppb 浓度} = \frac{\text{溶质重 (克)}}{\text{溶液重 (克)}} \times 10^9 \quad 1-4$$

4、摩尔浓度——是指1升溶液中含溶质的摩尔数。或者是1毫升溶液中含溶质的毫摩尔数，用M表示。其表达式为：

$$M = \frac{n}{V} \quad 1-5$$

式中 n——溶质的摩尔数

v——溶液的体积（升）数

例如，1M H_2SO_4 溶液，表示1升该硫酸溶液中含有1摩尔硫酸，即98克 H_2SO_4 。若1升硫酸溶液中含有49克 H_2SO_4 ，此硫酸溶液的浓度为0.5M。

至于溶液中离子的摩尔浓度，系指1升溶液中含此种离子的摩尔数。例如，1M Ca^{2+} ，表示每升溶液中含1摩尔的 Ca^{2+} ，即40克 Ca^{2+} 。在1升1M Na_2CO_3 溶液中，含有1摩尔 Na_2CO_3 ，2摩尔 Na^+ ，1摩尔 CO_3^{2-} ；因此 Na^+ 离子浓度为2M， CO_3^{2-} 离子浓度为1M。

例1 1.000升 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中含24.52克 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，求此溶液的摩尔浓度。

解：已知 $V=1.000$ 升，溶质质量为24.52克， $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的摩尔质量=294.2克/摩

$$n = \frac{24.52 \text{ (克)}}{294.2 \text{ (克/摩)}} = 0.08334 \text{ 摩尔}$$

$$\text{则 } M = \frac{n}{v} = \frac{0.08334 \text{ (摩)}}{1.000 \text{ (升)}}$$

$$= 0.08334 \text{ (摩/升)}$$

5、重量摩尔浓度——指1000克溶剂中所溶质的摩尔数，用m表示。其表达式为：

$$m = \frac{\text{溶质的摩尔数}}{\text{溶剂的千克数}} \quad 1-6$$

例2 50克水溶解0.585克NaCl，求该溶液的重量摩尔浓度。

解：设1000克水中溶解的NaCl为x克，

则

$$1000:50=x:0.585$$

$$x=\frac{1000 \times 0.585}{50}$$

$$=11.7$$

所以

$$m=\frac{11.7}{58.5} \quad (\text{NaCl摩尔质量为} 58.5)$$

$$=0.200 \text{ (摩/千克)}$$

6、当量浓度——指1升溶液中所含溶质的克当量数，或者是1毫升溶液中所含溶质的毫克当量数。符号为N。

$$N=\frac{n}{v}$$

1-7

式中 n——溶质的克当量数

v——溶液体积(升)数

例如，1N H_2SO_4 溶液表示1升溶液中含1克当量的 H_2SO_4 ，即49克 H_2SO_4 ，或者是1毫升溶液中含1毫克当量的 H_2SO_4 。

根据克当量数的定义：

$$n=\frac{W}{E}$$

1-8

式中W——溶质的重量(克)

E——溶质的克当量(克/克当量)

$$\text{所以 } N=\frac{n}{v}=\frac{W}{Ev}$$

1-9

例3、在1.000升溶液中含NaOH 2.000克，求其当量浓度。

解：已知 $V=1.000$ 升 $W=2.000$ 克

$E=40.00$ (克/克当量)

$$\text{则 } N=\frac{W}{EV}=\frac{2.000}{40.00 \times 1.000}$$

$$=0.05000 \text{ (克当量/升)}$$

7、摩尔分数——某组分在溶液中的摩尔数与溶液中各组分摩尔数的总和之比叫做该组分的摩尔分数。对于两种组分形成的溶液，设 n_1 和 n_2 分别为溶剂和溶质的摩尔数，则：

$$\text{溶剂的摩尔分数 } x_1=\frac{n_1}{n_1+n_2}$$

1-10

$$\text{溶质的摩尔分数 } x_2=\frac{n_2}{n_1+n_2}$$

1-11

且有

$$x_1+x_2=1$$

例4 求算15%NaCl溶液的摩尔分数。

解：15%NaCl溶液含有15克NaCl和85克水。

则 水的摩尔数 $n_1 = \frac{85}{18} = 4.7$

NaCl的摩尔数 $n_2 = \frac{15}{58.5} = 0.26$

水的摩尔分数 $x_1 = \frac{4.7}{4.7 + 0.26} = 0.948$

NaCl的摩尔分数 $x_2 = \frac{0.26}{4.7 + 0.26} = 0.052$

研究稀溶液的性质时，溶液浓度常用这种表示方法。这是因为研究溶液的性质必须注意到液质和溶剂的相对量；而摩尔分数正好表示了这种相对量。

例5 重量百分浓度为10%的盐酸，密度为1.047克·毫升⁻¹，求此盐酸的体积摩尔浓度、重量摩尔浓度、摩尔分数浓度和当量浓度。

解 (1) 1升10% HCl溶液中HCl的重量为

$$10\% \times 1000 \times 1.047 = 104.7 \text{ (g)}$$

HCl溶液的体积摩尔浓度为

$$\frac{104.7}{36.5} = 2.87 \text{ (M)}$$

(2) 100克10% HCl溶液中，含有10克HCl和90克水，设1000克水中所含HCl的重量为x，则 $1000:x = 90:10$

$$x = 111 \text{ (g)}$$

HCl溶液的重量摩尔浓度为

$$\frac{111}{36.5} = 3.04 \text{ (m)}$$

(3) 90克水的摩尔数为

$$\frac{90}{18} = 5.0 \text{ (mol)}$$

10克HCl的摩尔数为

$$\frac{10}{36.5} = 0.27 \text{ (mol)}$$

HCl溶液的摩尔分数为

$$\frac{0.27}{5.0 + 0.27} = 0.051$$

(4) 1摩尔HCl等于1克当量HCl，所以此盐酸溶液的当量浓度为2.87N。

二、稀溶液的通性

不同的溶质和溶剂组成的溶液具有不同的性质。其中有的性质主要由溶质的性质决定，如溶液的颜色、密度、导电性和酸碱性等。又如溶液的蒸气压降低、沸点升高、凝固点下降及渗透压等性质为不同溶质的稀溶液所共有，而且溶液越稀，这些性质表现得越有规律，故