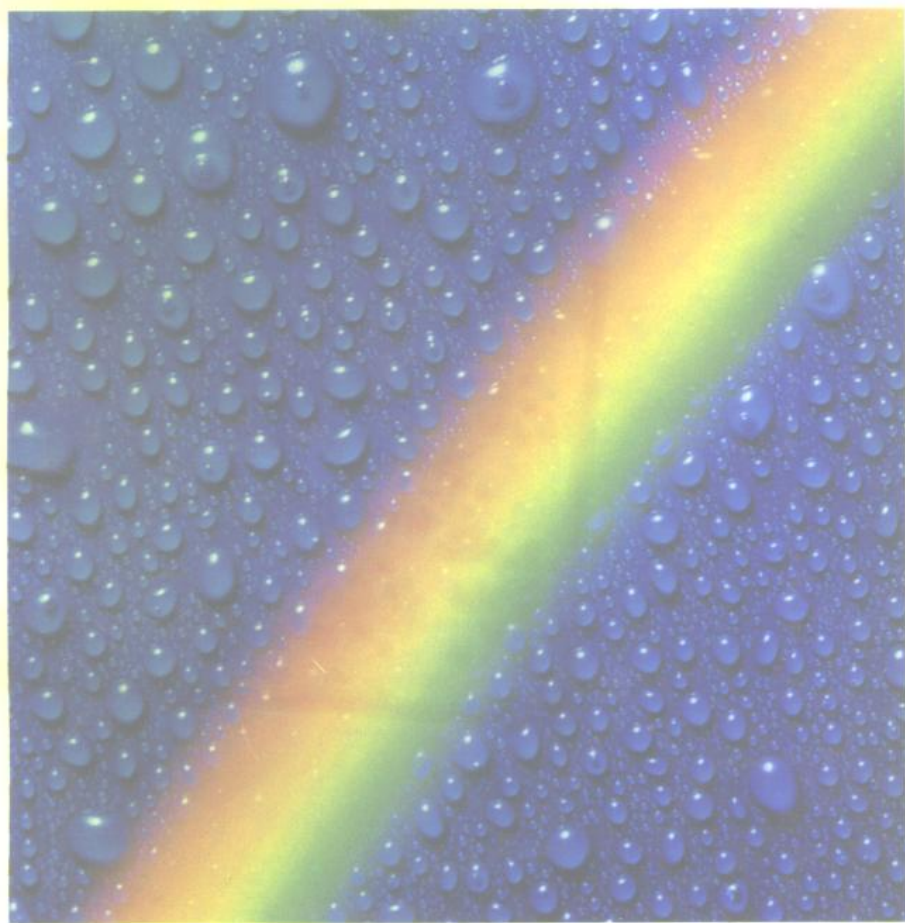


主 编 叶婴齐
副主编 梁光宇 邱中峙 葛宝英

GONGYE YONGSHUI
CHULI JISHU

工业用 处理技术



上海科学普及出版社

76081

383089

工业用水处理技术

主 编 叶婴齐

副主编 梁光宇 邱中峙 葛宝英

上海科学普及出版社

(沪)新登字第305号

责任编辑 李选玲

封面设计 李树德

工业用水处理技术

主 编 叶婴齐

副主编 梁光宇 邱中峙 葛宝英

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500号 邮政编码 200063)

新华书店上海发行所发行 上海新贵印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 15.5 插页 10 字数 370000

1995 年10月第1版 1995 年10月第1次印刷

印数1—7000

ISBN 7-5427-0874-0/TQ·8 定价: 20.00 元

内 容 提 要

本书重点介绍了工业用水处理中离子交换、电渗析、反渗透、超过滤和微过滤技术的基本原理、工艺性能、设备构造、运行管理以及设备的常见故障和维修等内容。同时简要叙述了天然水的概况、水的特性和水质分析等,也对水预处理的各种方法作了简要介绍。

本书内容翔实,深入浅出,可供工业用水应用、制造部门和各行业从事水处理、环保工作的管理人员、操作人员学习,也可供科研人员和大专院校有关专业的师生阅读参考。

前 言

工业用水处理技术,日益受到各行各业的重视,水处理的新材料、新技术、新设备、新工艺也层出不穷。随着我国建设事业的发展,工业用水处理的重要性已愈来愈受到各方面的重视,建造了很多净水站,有些还引进了国外的先进技术和设备,促使工业用水处理技术有了进一步提高。

为了增进各方面对水处理技术的认识,我们在多年从事这项工作的基础上,编写了本书,供工业用水应用、制造部门和各行业从事水处理、环保工作的管理人员、操作人员学习也可供科研人员和大专院校有关专业的师生参考。

本书内容翔实,深入浅出地介绍了工业用水处理技术的基本原理、工艺性能、设备构造和运行管理。书末还安排了较实用的附录,以便读者查找有关资料。

本书由叶婴齐主编,梁光宇、邱中峙、葛宝英副主编。参加各章撰稿的有:梁光宇、邱中峙、张寿恺、葛宝英、叶婴齐、郭九如、张怀明、周来发、冯军、陈昌骏、沈镕、熊泉福。由沈家铨、张怀明主审。

在本书的编写过程中得到了上海市科学技术协会、上海市净水技术学会、上海市水中心技术服务部和上海复兴科技工程公司等单位的大力协助,并承钱雪元、王振堃、朱森茂、胡正等指导和帮助。在编印出版过程中又获得复兴公司的赞助。谨表示衷心地感谢。

由于编者水平所限,书中错误和不足之处,尚祈读者们批评指正。

编 者

1994年10月

目 录

第一章 概论	1
第一节 自然界的水	1
一、按自然界水的存在分类	1
二、按水中含有矿物质(盐类)的多少分类	1
第二节 水的结构与特性	2
一、水分子的结构	2
二、水的特性	2
第三节 水溶液和电离	4
一、水溶液和它的浓度	4
二、电解质溶液的电离	6
第四节 天然水中的杂质和水质分析	7
一、天然水中的杂质	7
二、各种天然水源水的特性	9
三、水质分析	10
第五节 工业用水处理方法概述	16
一、预处理	17
二、水中溶解物的处理	17
三、后处理(终端处理)	18
第二章 预处理	19
第一节 预处理的常用系统及选择	20
第二节 混凝、沉淀(澄清)、过滤	21
一、混凝	21
二、沉淀和澄清	27
三、过滤	31
四、综合净水设备	35
第三节 电凝聚	37
一、基本原理	37
二、电凝聚器及其装置	38
三、电凝聚的特点和功能	42
四、电极钝化和电极的去钝化	44
第四节 精密过滤	46
一、滤布过滤器	46
二、烧结滤管过滤器	47
三、蜂房过滤器(又称线绕过滤器)	48

四、叠片式过滤器·····	49
第五节 消毒和氧化·····	50
一、消毒·····	50
二、氧化·····	53
第六节 吸附·····	54
一、活性炭吸附·····	54
二、离子交换树脂吸附·····	59
第三章 离子交换 ·····	61
第一节 离子交换剂及其分类·····	61
第二节 离子交换树脂·····	62
一、离子交换树脂的结构和类型·····	62
二、离子交换树脂的命名和型号·····	63
三、离子交换树脂的性能·····	64
四、水处理常用离子交换树脂的交换特性·····	66
五、离子交换树脂的保存、使用和鉴别·····	68
第三节 离子交换的基本知识·····	69
一、离子交换平衡·····	69
二、离子交换速度·····	71
三、动态离子交换过程·····	72
第四节 离子交换在水处理中的应用·····	74
一、钠离子软化·····	74
二、软化与除碱·····	75
三、复床除盐·····	77
四、混合床除盐·····	81
第五节 离子交换树脂的再生·····	82
一、复床系统离子交换树脂的再生·····	82
二、混合床离子交换树脂的再生·····	86
第六节 其他离子交换除盐系统·····	87
一、浮动床·····	87
二、双层床·····	88
三、双室双层床、双室双层浮动床和多床系统·····	88
四、移动床·····	89
五、三层混床·····	89
六、精处理氢交换器·····	90
第七节 离子交换树脂的变质、污染及其防止·····	90
一、树脂的变质·····	90
二、树脂的污染·····	91
第八节 固定床离子交换器的结构·····	92
一、顺流再生固定床·····	92

二、逆流再生固定床	95
三、体内再生混合床	95
第四章 电渗析	97
第一节 电渗析的基本原理和特征	97
一、概况	97
二、电渗析基本原理	98
三、电渗析运行中的一些问题	101
四、电渗析的主要特点	104
第二节 电渗析器	105
一、隔板	105
二、离子交换膜	109
三、电极和电极框	111
四、导水板	112
五、夹紧装置	113
六、电渗析器的组装和安装方式	113
七、浓、淡水配集水管的装接方式	114
八、电渗析器组装方法与要求	114
九、电渗析装置的辅助设备	116
十、电渗析器规格型号编制方法	116
第三节 电渗析器的进水水质指标和工艺系统的选择	117
一、电渗析器的进水水质指标	117
二、电渗析器工艺系统的选择	118
第四节 电渗析的运行和管理	124
一、电渗析器的调整试验	124
二、电渗析运行参数的确定	128
三、电渗析设备的运行和维护	131
四、电渗析运行中的故障及原因分析	133
五、一些常用的计算公式	133
第五章 反渗透	136
第一节 基本概况	136
一、渗透和反渗透	136
二、选择吸附——毛细管流动机理	136
三、反渗透的特点和应用	137
第二节 反渗透膜和反渗透器	138
一、反渗透膜	138
二、反渗透器	143
第三节 反渗透装置	147
一、反渗透装置及其性能参数	147
二、反渗透装置的运行工况条件	148

三、反渗透装置的给水预处理和后处理	151
第四节 反渗透装置的组合型式及其应用	156
一、反渗透装置的组合型式	156
二、反渗透装置的应用	158
第五节 反渗透装置的运行和管理	161
一、反渗透装置的运行	161
二、反渗透装置的维护管理	164
第六章 超过滤	168
第一节 概述	168
第二节 超过滤的基本原理	168
第三节 超滤膜的形态结构及其性能表征	169
一、超滤膜的形态结构	169
二、超滤膜的性能表征	170
第四节 超滤膜的超滤特性	172
第五节 超滤膜的浓差极化与污染的防止	173
一、超滤膜的浓差极化与污染	173
二、浓差极化与污染的防止	174
第六节 超滤膜的清洗	176
第七节 各种超滤组件的性能比较	177
第八节 超滤技术在工业水处理中的应用	178
一、电子工业超纯水制备中的应用	178
二、医疗用水制备中的应用	179
三、食品工业用水处理中的应用	180
四、优质生活饮用水制备中的应用	180
第七章 微过滤	183
第一节 概况	183
一、发展史	183
二、微过滤的基本概念	183
第二节 微孔滤膜	185
一、微孔滤膜的种类	185
二、微孔滤膜的理化性能检测	187
三、微孔滤膜的应用	189
第三节 微孔滤膜过滤器	192
第四节 微过滤的使用技术	197
一、微孔滤膜孔径、材质的选择	197
二、滤器的选择	198
三、预过滤	198
四、滤膜、滤器使用前的处理和检测	199
五、微过滤的净化规则	200

第八章 工程实例	201
附录	207
(一) 计量单位名称与符号	207
(二) 国际制单位和某些国家常用单位的换算	208
(三) 物质在水中溶解性能判别	211
(四) 含盐量与电阻率的关系图	212
(五) 生活饮用水卫生标准(摘录)	213
(六) 常用元素原子量表	214
(七) 各种微粒分离谱图	215
(八) 常用溶液的比重表	216
(九) 工业用水处理设备或材质的性能规格	219
参考资料	235

第一章 概 论

对生命和人类的活动来说,水具有极重要的意义。水大量存在于自然界,由于它是一种良溶剂,所以自然界的水都是不纯净的,用于生活饮用或工业生产一般都要经过一定的处理。为了掌握工业用水的各种处理技术,本章对自然界的水、水的基本知识和工业用水的处理要求及处理方法等作概要的叙述。

第一节 自然界的水

水是地球上分布最广的物质之一。如海洋所占面积约为地球陆地面积的十分之七,河流和湖泊的水贯穿陆地的整个表面。而地下水则埋藏于地表以下松散的土层和固结的岩层中。大气中的水蒸气是影响当地气候的最重要因素之一,也是决定降雨量和蒸发量以及阻止热辐射的最重要因素之一。海洋中的巨大水体对气候调节和地球上热平衡起很大作用。通过自然界的水文学循环,海水、地表水和动植物散发出的水被蒸发、凝聚成为云、雨或雪又散布到大地,进而渗透到地下。这种循环不断地在重复(见图1-1)。

自然界的水实际是一种含有各种微小杂质的水溶液。它除了含有被溶解的地层或岩石中的各种矿物质外,还含有被溶解的各种气体、有机物质和混杂其中的微小砂粒、悬浮物和胶体物质。根据水在自然界的分布和含盐量的多少,有两种分类方法。

一、按自然界水的存在分类

(一) 地表水——海水、江河水、湖泊水、水库水等;

(二) 地下水——泉水、井水、矿坑水、深层地下水等;

(三) 大气中的水——水蒸气、云、雾等。

二、按水中含有矿物质(盐类)的多少分类

(一) 海水——含盐量在 35000 mg/l 左右;

(二) 苦咸水——含盐量在 1000 mg/l 以上。

(三) 淡水——含盐量在 1000mg/l 以下。

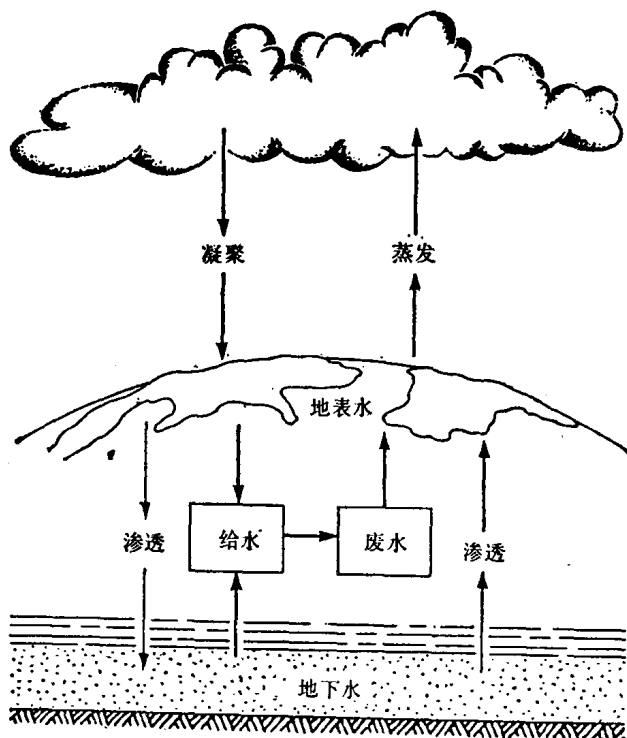


图1-1 自然界水的循环

自然界的水是动植物生存的 necessary 物质，也是工农业生产的重要资源。据估计地球上总贮水量为 13.56 亿立方公里，海洋占 97.2%，陆地占 2.8%，淡水仅占 0.64%。随着工业的发展，人口的增加，自然界的水受污染的问题日益严重。可用的水源越来越少。因此，从天然水中获得优良适用的水更加受到人们的重视。

第二节 水的结构与特性

一、水分子的结构

水分子是由两个氢(H)原子和一个氧(O)原子组合成的。它的分子式是H₂O。在单分子的水中氢和氧是以共价键相结合，如果 H-O 键是纯粹的共价键则HOH角应为90°。实际上由于氧的负电性较大，H-O 键间的角度约为105°。氧原子距氢原子轴线的距离为 62 pm(10⁻¹²m)，如图 1-2 所示。采用三角形图表示水分子。由于水分子中 H-O 键间的角度，因此水分子的正、负电荷中心就不相重合，而且和其他物质的大多数分子比较，水分子的正电荷与负电荷中心间的距离最大。所以，水具有最明显的极性性质，它和磁体一样，在分子周围造成电力场。这样的分子称为极性分子，如图1-3所示。

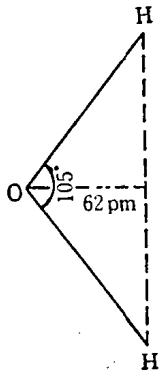


图1-2 水分子结构

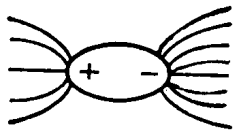


图1-3 水的极性分子

当水分子相互接近时，本身的电力场即相互作用。在这种情况下，一个分子的正极吸引另一分子的负极。因而得到两个甚至三个水分子的聚集体，成为水分子的两聚水(H₂O)₂和三聚水(H₂O)₃。这种分子间的内聚力键(又称氢键)使两三个分子聚集，从而产生缔合水分子。增高水温，缔合分子的氢键会断裂，因此水温越高，单水分子的数量越多(见表1-1)。

表1-1 水温与水分子形式的关系

形 式*	冰	水			
	0℃	0℃	4℃	38℃	93℃
H ₂ O	0	19	20	29	36
(H ₂ O) ₂	41	58	59	50	51
(H ₂ O) ₃	59	23	21	21	13

* 这些形式间的比例(按百分比计)

二、水的特性

水在常温、常压下以液态存在,有一般液体的共性,但与其他物质相比,还有它的一些特性。现将一些与水处理有关的水的特性分述于下:

(一) 密度

热胀冷缩是物质的一般变化规律,因而一般液体温度升高,密度变小。但水在 $0\sim 4^{\circ}\text{C}$ 范围内却不按这一规律,而是温度降低,体积增大,密度减小,在 4°C 时(更正确地说是 3.93°C),密度达到最大值 $1.0000\text{g}/\text{cm}^3$, 超过或低于此温度, 体积都会增大, 0°C 时, 水的密度为 $0.9999\text{g}/\text{cm}^3$, 而 0°C 时冰的体积增大,密度降为 $0.9168\text{g}/\text{cm}^3$ 。

这一特性和前述水的结构有关。在冰的结构中水分子由于氢键的联结,形成巨大的缔合分子,并排列成很规则的形状,这种结构很不紧密,所以冰的密度较小,冰融化时,由于有些氢键断裂,巨大的缔合分子分成许多水分子集团,并彼此靠拢,使体积缩小。水的温度对密度的影响有两个因素,一个是由于缔合分子进一步离解使体积减小,密度增加;另一个是由于分子热运动使体积膨胀,密度减小。在 $0\sim 4^{\circ}\text{C}$ 之间,前一因素占优势, 4°C 以上,后一因素占优势,因此形成水在 4°C 时密度最大这一特性。

(二) 比热性质

在所有的固体与液体物质中,水的比热最大,冰的熔化热和水的汽化热也较高。这也和水的结构有关,水在加热时,能量不仅消耗于水温的提高,也消耗于水分子中氢键的断裂,因而水的热容量比较高。因此水是一种良好的热交换介质,工业上常把水用作传热的液体。

(三) 表面张力

液体自由表面的分子,由于液体内部分子对它们的吸引,会受到一种要将它们向内部吸引的力,这就是表面张力。在液体中,表面张力最大的是汞,其次就是水。这种对界面的独特性质会产生一系列的界面现象,如毛细、吸附、润湿等现象。例如水在 18°C 时,表面张力为 $73\times 10^{-3}\text{N}/\text{m}$,这时它可使直径 0.1mm 毛细管中的水上升 15cm 。

加入溶解的盐类一般可增加表面张力,如需要减小表面张力,可在水中加一些表面活性剂。

(四) 电性质

1. 介电常数。水的介电常数(又称电容率)是已知的介电常数中最高的一个,也是水的致电离本领所以很高的原因。

2. 电导率。极纯的水几乎不导电,即它的电阻率很大。这是因为水本身也会极少地离解成为 H^+ 和 OH^- 离子,也就是说水本身是一极弱的电解质。理论上的纯水(又称理想纯水)在 25°C 时电导率为 $0.0548\mu\text{S}/\text{cm}$,电阻率是电导率的倒数,所以,此时电阻率是 $18.248\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 。在水中溶解有电解质时,其导电能力增加。各种离子的导电能力不同,导电率增加的比率也不一样。

(五) 粘滞度

这是液体抵抗各种运动的能力,例如流动。它是导致水头损失的基本原因,在水处理中有重要作用。当温度增高时粘滞度减小。

压力对水的绝对粘滞度具有很特殊的影响。与对其他液体产生的影响相反,在中等压力和低温时的水粘性较小;可能是将水分子结构破坏了。当压力继续增加,水恢复了不再受任何内应力影响的液态结构,此时水重新服从一般规律,即粘滞度随压力增加而增大。

另一方面,溶解盐类含量高时,粘滞度增大,所以海水较河水更粘些。

(六) 光度性质

水的透明度与通过它的光线波长有关。紫外线能完全通过水,但红外线则很难透过,水吸收了大部可见光的橙色和红色部分,这也说明为什么蓝色光线能透过较厚的水层。

透明度常用来测定水的污染程度以及相应的处理效果。

第三节 水溶液和电离

一、水溶液和它的浓度

水是溶解力很强的良溶剂。这是由于水分子的生成热能较高,因此水本身极其稳定。水的这种稳定性和其特有的电特性及分子结构,使它特别适于溶解许多物质。大多数矿物质能溶于水,许多气体和有机物也溶解于水。

各种物质在水中溶解的能力各不相同,通常用溶解度来表示物质在一定条件下溶解能力的大小。

溶解度就是在一定温度下,某种物质在100g水中制成饱和溶液时所溶解的克数。如在20℃时氯化钠溶解度为35.9g,氯化钾的溶解度为7.3g,硫酸钙的溶解度为0.21g。

自然界中没有绝对不溶解的物质,只是有些物质的溶解度非常小,称为难溶或不溶物质,如硫酸钙、氢氧化镁等。

大多数固体物质的溶解度随着温度升高而增加,但也有例外,如硫酸钙的溶解度随温度的升高反而减小。

水溶液的浓度就是在一定量的溶液或溶剂中所含溶质的量称为溶液的浓度。溶液的浓度有下列几种表示方法。

(一) 百分浓度

溶质的重量占溶液重量的百分比称为百分浓度,即:

$$\frac{\text{溶质重量}}{\text{溶质重量} + \text{溶剂重量}} \times 100\%$$

例:将20gNaCl溶解在80g水中。其百分浓度即为:

$$\frac{20}{20 + 80} \times 100\% = 20\%$$

又如:需配5%NaCl溶液50kg,则需用 $50 \times 5\% = 2.5\text{kg}$ 的NaCl和 $50 - 2.5 = 47.5\text{kg}$ 的水混合。

(二) 重量浓度

1升溶液中所含溶质的重量称为重量浓度。常用单位为g/l,稀溶液可用mg/l作为单位,也有用百万分之一(ppm)表示的。更稀溶液用 $\mu\text{g/l}$,也有用十亿分之一(ppb)表示。

$$1\text{g/l} = 10^3\text{mg/l} = 10^6\mu\text{g/l}$$

(三) 摩尔浓度

摩尔为化学的一种计量单位;国际上规定碳原子的质量的 $1/12$ 作为原子和分子的质量单位,称碳单位,并规定12g碳为1mol,其原子个数为 6.022×10^{23} 个,1mol任何元素的原子数都为 6.022×10^{23} 个,1mol任何物质的分子数也为 6.022×10^{23} 个。

摩尔与常用质量单位“克”的关系如何呢？1mol的任何物质的原子(分子)质量用g作单位,即摩尔质量的数值等于它的原子量(或分子量)。

例如：1 mol Na 原子为 23g；

1mol NaOH 分子为 40g；

1mol H₂SO₄分子为98g。

即其中23、40、98分别为钠、氢氧化钠、硫酸的摩尔质量的数值。

物质的摩尔 = $\frac{\text{物质的质量(g)}}{\text{物质的摩尔质量(g/mol)}}$

例如：196g H₂SO₄为196/98 = 2mol

80g NaOH为80/40 = 2mol

摩尔浓度即是一升溶液中以所含溶质的摩尔来表示浓度的,常用M表示。

例如：1升NaOH溶液中含80g NaOH,求该溶液的摩尔浓度。

NaOH的摩尔质量为40g/mol,因此该溶液的摩尔浓度为：

$$1\text{升含}\frac{80}{40}=2M\text{的NaOH}$$

所以此溶液的摩尔浓度为2M。

又如：需配制300ml,1MNaCl溶液,需NaCl多少克？

NaCl的摩尔质量为58.5g/mol

则需NaCl $58.5 \times 1 \times \frac{300}{1000} = 17.55\text{g}$

将17.55g的NaCl溶解在少量水中,然后稀释到300ml即成。

稀溶液可用mmol/l或μmol/l表示。

$$1\text{mol/l} = 10^3\text{mmol/l} = 10^6\mu\text{mol/l}$$

(四) 当量浓度

在化学反应中,物质之间的反应并非是依相同的分子和原子的个数进行的,而是根据其化合价规律进行的,因此又导出克当量(eq)这个概念。克当量数值相当于这种物质的摩尔质量与这种物质的化合价(即其正价或负价总数)之比。

例如：H₂SO₄的摩尔质量为98g,它是二价化合物,因此它的克当量(eq)为：

$$\frac{98}{2} = 49\text{g}$$

$$\text{物质的克当量数} = \frac{\text{物质的质量(g)}}{\text{物质的克当量(g/eq)}}$$

$$= \text{物质的摩尔数} \times \text{其化合价}$$

例如：196g H₂SO₄为 $\frac{196}{98} = 2\text{mol}$;

$$\text{H}_2\text{SO}_4\text{的eq} = \frac{98}{2} = 49\text{g};$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4\text{的克当量数} = \frac{196}{49} = 4\text{eq}.$$

在任何化学反应里,反应物之间完全作用时,它们的克当量数一定相等,称为当量定律。
在水化学计算中常用“毫克当量”这个单位。

$$1 \text{ 克当量 (eq)} = 1000 \text{ 毫克当量 (meq)}$$

当量浓度即是 1 升溶液中所含溶质的克当量数,常用 N 表示。

例如: 1 升溶液中含 $98\text{gH}_2\text{SO}_4$, 求其当量浓度是多少?

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 的 eq} = \frac{98}{2} = 49\text{g}$$

$$\text{因此该溶液的 } N = \frac{98}{49} = 2 \text{ eq/l.}$$

又如: 500ml 水溶液中含 $98\text{gH}_2\text{SO}_4$, 求其当量浓度是多少?

$$\frac{98}{49} \times \frac{1000}{500} = 4 \text{ N (eq/l)}$$

摩尔浓度和当量浓度的关系为:

$$\text{摩尔浓度} \times \text{化合价} = \text{当量浓度}$$

在水处理中,稀溶液还常用毫克当量/升 (meq/l) 或微克当量/升 (μeq/l) 表示。

$$1 \text{ 克当量/升 (eq/l)} = 10^3 \text{ 毫克当量/升 (meq/l 或 epm)} = 10^6 \text{ 微克当量/升 (μeq/l 或 cpb)}$$

在化学反应中,常可依据当量定律来计算某溶液的浓度。当溶液 1 和溶液 2 相互作用完全时,其毫克当量数应该相等,则可推出下式:

$$\because N_1 \times V_1 = \text{溶液 1 的毫克当量数}$$

$$N_2 \times V_2 = \text{溶液 2 的毫克当量数}$$

$$\therefore N_1 V_1 = N_2 V_2$$

此式不仅用于化学反应,也适用于溶液的配制,如浓溶液稀释为稀溶液,虽体积有变化,但溶质的毫克当量数不变。

例如: 取未知浓度的 NaOH 溶液 30.02ml, 用 0.2505N 的 HCl 溶液进行滴定, 用去 31.04ml, 求 NaOH 溶液的当量浓度。

根据

$$N_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} = N_{\text{HCl}} \times V_{\text{HCl}}$$

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{0.2505 \times 31.04}{30.02} = 0.2590 \text{ N}$$

又如: 现欲粗略配制 1 升 0.25N 的盐酸溶液, 问应取多少 ml 浓盐酸 ($\approx 12\text{N}$)?

$$0.25 \times 1000 = 12 \times V$$

$$V \approx 21 \text{ ml}$$

二、电解质溶液的电离

可溶解的物质分为两类, 凡它们的水溶液能够导电的称为电解质, 反之称为非电解质, 如通常的酸、碱和盐类都是电解质, 糖、酒精、甘油等都是非电解质。

电解质溶液为什么能导电呢? 这是由于电解质一般是由带有电荷的离子组成的, 在固体状态下大多数的固体均具有结晶结构, 其带有正、负电荷的离子间由于静电引力相互吸引而组成一定的晶栅结构, 当电解质和水相接触时, 由于极性水分子的作用, 使原固体时的晶栅破坏, 溶液中就有了带有正负电荷的离子, 这些离子在水溶液中受极性水分子的影响, 阳

离子的周围是极性水分子带负电的一端吸引着, 阴离子的周围是极性水分子带正电的一端吸引着, 形成所谓的水合离子。水合离子的半径(即周围极性水分子的多少而形成的水合膜的半径)因离子的不同而大小不一, 并且决定于离子的电荷及其大小, 此外, 也决定于溶液内离子的浓度。

以氯化钠溶解在水中的电离过程为例说明。固体氯化钠进入水中, NaCl 离子晶栅被水的极性分子破坏, 极性水分子带负电的一端吸向 Na^+ , 带正电的一端吸向 Cl^- , 在极性水分

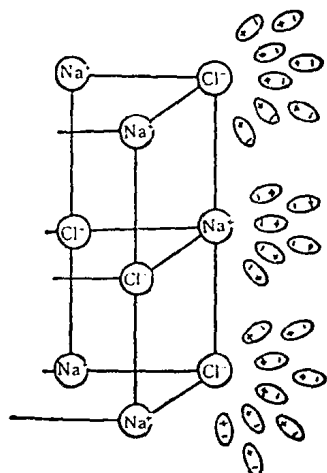


图1-4 溶解时 NaCl 离子晶栅被水的极性分子破坏

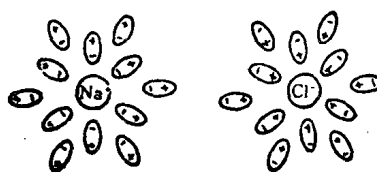


图1-5 在水中 Na^+ 和 Cl^- 被水的极性分子所包围, 形成水合离子

子的静电引力作用下, NaCl 晶体晶栅上的 Na^+ 和 Cl^- 离子被极性水分子吸引过来, 形成被水分子包围的 Na^+ 和 Cl^- 分散到溶液中去, 如图1-4、图1-5所示。

在水溶液中, 阴、阳离子所带的电荷总数相同, 因此水溶液并不带有电性。

电解质可以分为两类, 在溶液中完全电离, 全部以离子状态存在的称为强电解质, 例如: 强酸 HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 , 强碱 NaOH 、 KOH 及大多数的盐类; 只有一部分电离为离子的则称为弱电解质, 如弱酸、弱碱和少数盐类, 例如, 醋酸 CH_3COOH 、氢氧化铵、氯化亚汞等。

水溶液中的水合离子在移动时, 水合离子中的水分子会随着离子一起移动。这些水合离子在水中的迁移速度和水合离子的半径成反比, 即水合离子的半径越大, 迁移的速度就相对越小。另外, 离子所带电荷值越高, 水合半径就越大, 对于同价离子, 离子真实半径越小, 其水合半径反而越大。

第四节 天然水中的杂质和水质分析

一、天然水中的杂质

工业用水所用的水源都来自天然水, 这种天然水源无论是地表水还是地下水都含有很多不同的杂质。这些杂质种类繁多, 一般按杂质粒度大小和存在状态的不同, 分为两类(见表1-2)。