

磁化学与磁医学

Magnetochemistry and Magnetomedicine

王国全 吴中云 编著

Wang Guoquan Wu Zhongyun

兵器工业出版社

The Publishing House of Ordnance Industry

63, 2nd ed
120

磁化学与磁医学

Magnetochemistry and Magnetomedicine

王国全 吴中云 编著

Wang Guoquan and Wu Zhongyun

3K564/14

兵器 1998 1 8 版 1 册

图书在版编目(CIP)数据

磁化学与磁医学/王国全,吴中云编. —北京:兵器工业出版社,1997.5

ISBN 7-80132-140-5

I. 磁… II. ①王… ②吴… III. ①磁化学②磁疗法
IV. R454.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 06812 号

兵器工业出版社出版发行

(北京市海淀区车道沟 10 号)

各地新华书店经销

北京怀柔燕文印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/32 印张:5.125 字数:110.9 千字

1997 年 6 月第 1 版 1997 年 6 月第 1 次印刷

印数:1--2000 定价:8.00 元

内容简介

本书磁化学部分重点介绍磁场对化学反应的影响,即磁动力化学,包括有机磁化学、高分子磁化学及磁生物化学。磁化学作为一门新兴的学科,在化工、环保、建材等领域有着广泛的应用前景。磁医学部分介绍了磁疗法和磁化水,并探讨了磁化学与磁医学的关系。本书内容新颖、丰富,并附有简要英文对照,可供化工企业科技人员、管理人员、医务工作者、医疗设备生产及经营者,以及其他各界读者阅读。

Abstract

This book is an English-Chinese bilingual book about magnetochemistry and magnetomedicine. The magnetochemistry part of this book mainly introduces the magnetokinetics (i. e. the magnetic field effects on the kinetics of chemical reactions). This part includes the magnetic field effects on organic chemical reactions and polymerization reactions, and the magnetobiological chemistry. The magnetomedicine part of this book is based on the traditional Chinese medicine, and mainly introduces the magnetotherapy. The relationship between magnetochemistry and magnetomedicine is also discussed in this book.

43871

目 录

第一章 磁化学概述	(1)
1.1 历史源流	(1)
1.2 磁化学的诞生与发展	(2)
1.3 磁化学的学术体系	(4)
1.4 若干基本概念	(5)
第二章 磁化学的理论基础	(8)
2.1 核磁与核磁共振	(8)
2.1.1 原子核在外磁场中的自旋取向	(9)
2.1.2 核的回旋与核磁共振	(11)
2.1.3 核磁共振(NMR)技术简介	(13)
2.1.4 核的自旋偶合	(14)
2.2 电子运动与塞曼效应	(14)
2.2.1 电子的轨道运动和自旋运动	(15)
2.2.2 塞曼效应	(16)
2.3 自由基理论	(18)
2.3.1 单重态、三重态及系间跃迁	(18)
2.3.2 笼内反应与笼外反应	(20)
2.4 系间跃迁的机理(Δg 、hfi、Zeeman 等机理)	(21)
2.4.1 无外加磁场作用时的系间跃迁	(21)
2.4.2 外加磁场作用下的系间跃迁	(23)
2.4.3 系间跃迁与笼反应的关系	(25)
2.4.4 笼效应对磁场作用的影响	(25)

2.4.5 自由基对理论小结.....	(26)
第三章 磁化学研究方法简介	(28)
3.1 磁场的产生.....	(28)
3.2 磁场强度的测定.....	(29)
3.3 反应产物的分析测试.....	(29)
3.4 特殊研究方法的运用.....	(29)
第四章 有机磁化学	(31)
4.1 均相溶液反应.....	(31)
4.1.1 热化学反应.....	(32)
4.1.2 光化学反应.....	(33)
4.2 胶体体系中的反应.....	(36)
第五章 高分子磁化学	(39)
5.1 自由基聚合简介.....	(40)
5.2 磁场作用下的光聚合反应.....	(41)
5.2.1 苯乙烯乳液聚合.....	(41)
5.2.2 醋酸乙酯乳液聚合.....	(43)
5.2.3 磁场作用下的光引发乳液聚合机理.....	(44)
5.2.4 甲基丙烯酸甲酯的本体聚合.....	(47)
5.3 磁场作用下的热引发自由基聚合.....	(47)
5.3.1 丙烯腈的本体聚合和溶液聚合.....	(48)
5.3.2 丙烯酸酯类的聚合.....	(49)
5.4 聚合反应动力学.....	(51)
5.5 磁场作用下的共聚.....	(52)
5.6 磁场作用下的交联反应.....	(54)
5.6.1 热交联反应.....	(54)
5.6.2 光交联反应.....	(54)
5.7 磁场对液晶高聚物聚合反应的影响.....	(55)

5.8 磁性高聚物与导电高聚物的制备·····	(56)
第六章 磁生物化学 ·····	(59)
6.1 基于磁化学的磁生物化学·····	(59)
6.1.1 酶在磁场中的催化作用·····	(60)
6.1.2 磁场中的光合作用研究·····	(61)
6.1.3 磁场中合成生物高分子·····	(61)
6.2 基于磁医学的磁生物化学·····	(62)
6.2.1 磁场对 SOD 活性与自由基代谢的 影响·····	(62)
6.2.2 磁场对人血细胞的影响·····	(64)
6.2.3 磁场的其它生物化学效应·····	(64)
第七章 磁医学原理与应用 ·····	(67)
7.1 发展简史·····	(67)
7.2 磁疗学基本理论·····	(69)
7.2.1 经络感传理论·····	(69)
7.2.2 电磁调节理论·····	(69)
7.2.3 磁生物化学理论·····	(70)
7.2.4 磁生物效应的基本特征·····	(70)
7.3 与磁疗学相关的中医理论·····	(71)
7.3.1 辨证施治·····	(71)
7.3.2 经络与穴位·····	(73)
7.4 磁疗的实施方法·····	(74)
7.4.1 磁疗器具与操作方法·····	(74)
7.4.2 穴位选择、补泻方法与磁疗剂量 ·····	(75)
7.5 磁疗法的适应症及医案举例·····	(76)
7.6 磁医学基础研究进展·····	(77)
7.6.1 磁场对神经元的作用·····	(78)

7.6.2	磁场对微循环的影响·····	(78)
7.6.3	磁场对血液流变学的影响·····	(78)
7.7	磁化学与磁医学的关联·····	(79)
第八章	磁处理水 ·····	(82)
8.1	磁处理水的物理及化学特性·····	(82)
8.2	磁处理水的临床应用·····	(83)
8.3	医用磁处理水的基础研究进展·····	(83)
8.4	磁处理水的防垢作用·····	(84)
8.5	磁水器的设计原理·····	(85)
第九章	磁场作用在其它领域的应用 ·····	(88)
9.1	磁场用于工业废水净化·····	(88)
9.2	其它应用·····	(89)
结束语	回顾与展望 ·····	(91)
后记 ·····		(92)
附录 1.	本书中部分化学物质	
	中英文名称与化学结构式·····	(94)
附录 2.	磁化学与磁医学发展	
	大事记·····	(95)
Magnetochemistry and Magnetomedicine		
Preface ·····		(97)
Chapter 1	Introduction of Magnetochemistry ·····	(104)
Chapter 2	Fundamental Principles of Magnetochemistry ·····	(107)
Chapter 3	Research Methods of Magnetochemistry ·····	(113)
Chapter 4	Magnetic Field Effects(MFEs) on Organic Chemical Reaction ·····	(115)

Chapter 5	Magnetic Field Effects on Polymers and Polymerizations	(118)
Chapter 6	Magnetobiological Chemistry	(125)
Chapter 7	Principles and Applications of Magnetomedicine	(128)
Chapter 8	Magnetic Field Treated Water	(149)
Chapter 9	Usage of MF in Other Areas	(152)

第一章 磁化学概述

1.1 历史源流

磁现象是一种普遍存在的物理现象。地球就是一个巨大的磁场,人类每时每刻生存在地球的磁场之中。自然界天然存在的磁铁矿,使人们在远古就感知到磁性的力量。

是中国人在世界上最早发现并利用了磁现象。

早在 4000 年前,我们的祖先就发现了自然界的磁现象。他们利用磁现象制成的指南针,成为中国古代的四大发明之一。在 2000 多年前,古人已发现磁石可入药医病。古书中将磁石称为慈石,《本草纲目·卷十·慈石》中曾记载了磁石的医疗功效。

随着科学技术的发展,人类对于磁现象的认识日渐深入,对磁现象的利用也结出了璀璨的果实。

1831 年,英国物理学家和化学家法拉第发现了电磁感应现象,揭示了磁现象与电现象之间的紧密依存关系,并奠定了现代机电工业的基础。这是人类对于磁现象认识的一次飞跃。

1873 年,英国物理学家麦克斯韦出版了他的著名的《电学与磁学论》,建立了电磁场和电磁波的理论。现代电子通讯技术就是由此而发展起来的。这是对于磁现象认识的又一次飞跃。

1.2 磁化学的诞生与发展

法拉第和麦克斯韦的工作,是基于对电现象与磁现象的宏观认识。

进入 20 世纪,当科学家对物质结构的研究深入到原子内部之后,发现原子内部也是一个小小的磁场。电子围绕着原子核旋转,原子核自身也在旋转,都会产生磁场。这些微观的磁场为人类了解物质的化学结构提供了有效的途径。于是,一门新的学科——磁化学便应运而生了。早期的磁化学,主要就是研究物质结构。

磁场像电流、光照、辐射一样,是一种物理因子。而电流、光照、辐射等物理因子早已被发现对于化学反应有显著的作用。电化学、光化学等已形成完整的理论和应用体系。于是,很久以来,科学工作者就不无理由地期望着获悉磁场对化学反应的作用。

早在本世纪 20 年代,就曾有人研究过磁场对化学反应的作用。然而,直到 60 年代末,在人们发现了化学反应中原子核和电子的自旋极化(CIDNP, CIDEF)现象之后,磁场作用与化学反应的内在联系才终于被揭示出来。此后,关于磁场对化学反应影响的研究广泛铺开。运用上述 CIDNP、CIDEF 理论,化学家已经较为完满地解释了磁场对自由基反应等化学反应的作用,并创立了一门新的学说——磁动力化学。

磁动力化学(又称磁场化学)主要研究磁场对化学反应的作用。磁动力化学的研究使磁化学的领域被大大地拓展了。原有磁化学只是一门研究物质结构的学科,而磁动力化学则可以直接应用于化学产品的合成。包含磁动力化学在内的磁化

学,像电化学、光化学一样,成为一门可以与工业生产紧密结合的学科。

近十余年来,磁动力化学发展较快。在 高分子材料合成领域,发展尤为迅速。在 80 年代以前,磁场对高分子聚合反应的影响还鲜为人知。今天,有关报道已经证实,磁场的作用就像温度、压力以及射线一样,可以对高分子聚合反应产生重要的影响。在外加磁场作用下实施的一些自由基聚合反应,所得的高聚物产率和分子量比没有磁场作用时要高。高聚物的立体规整度、热性能等也会因磁场的作用而得到控制。液晶聚合物单体在磁场作用下聚合,可形成高度取向的液晶高聚物。

研究设施的改进也促进了磁动力化学的发展。在磁场作用的早期研究中,采用的是永久磁铁或普通电磁铁,只能产生中等强度的磁场。近年来,超导研究成为热门领域。利用超导技术,获得了高达 15T 以上的强大磁场,为磁动力化学的研究提供了新的条件。而磁场作用的研究也促进了导电和磁性材料的开发。在磁场作用下制备的导电高聚物和磁性高聚物,分别表现出高的导电性和磁性。

磁动力化学的发展也遇到一些困难。首先,各研究者在对具体体系进行的研究中常常采用各自的方法,缺乏统一性。其次,除了在自由基反应中已建立了较为成熟的自由基对理论之外,其它体系的研究在理论上尚不完善。此外,在磁化学研究中,化学现象与物理现象常常难以明确划分,涉及的一些问题其实却是物理问题。磁动力化学毕竟只有 20 余年的历史,它还有待进一步丰富、完善。

1.3 磁化学的学术体系

早期的磁化学是一门研究物质结构的学科。近年来,以研究磁场对化学反应的作用为内容的磁动力化学发展了起来,并成为磁化学的一个新的组成部分。

磁动力化学,在国外文献中称为 magnetokinetics,直译为磁动力学,其含义是“磁场对化学反应动力学的影响”^[1]。本书参照国外文献的定义,将这门学科称为磁动力化学。也有文献将此学科称为磁场化学^[2]。

磁动力化学涉及的化学反应,包括有机化学、高分子化学、生物化学,相应地可以将磁动力化学进一步划分为有机磁化学、高分子磁化学和磁生物化学。

需要指出的是,与磁化学遥相呼应的还有另一门与磁现象有关的学科——磁医学。磁医学在中国有悠久的历史,其渊源可以追溯到宋代。磁医学在临床诊断、治疗及预防保健方面有重要作用,在国内外医学界都受到重视,研究的规模和深度甚至超过了磁化学。在中国,将磁疗法与中国传统的经络学说和穴位疗法相结合,使磁疗法的应用更富卓著成效。

为配合磁医学研究,医学界也对磁生物化学进行了研究,并取得了不少成果。这一部分磁生物化学研究,也应视为磁化学的一个组成部分。

综上所述,本书作者认为,广义的磁化学应包括三部分内容:其一是以研究物质结构为内容的磁化学,其二是研究磁场对化学反应作用的磁动力化学,其三是基于磁医学的磁生物化学。其中,磁动力化学包括有机磁化学、高分子磁化学和基于磁化学的磁生物化学等。而广义的磁生物化学则由基于磁

化学的磁生物化学和基于磁医学的磁生物化学共同组成。

上述体系构成,基本上保证了磁化学学术体系的完整性。但是,上述体系中的基于磁医学的磁生物化学,实际上是附属与磁医学的,是难以与磁医学分离开的。这正是本书将磁化学与磁医学收归一书之内的原因之一。

磁化学是一门边缘学科,磁医学也是一门边缘学科。这两门边缘学科之间是可以互相渗透、互相促进的。然而,以医疗保健为目的的磁医学研究和以合成化学产品为目的的磁化学研究,迄今为止还并未互相沟通。这一方面是由于各自的研究对象和研究目的颇有差别,也是由于各自的研究者的认知面所限。倘若这两门学科能够彼此交融,对于两者的发展都应是动力和机遇。作者正是期望通过本书在磁化学与磁医学之间架起一座桥梁。

在磁场作用的研究中还有一个特殊的领域,就是关于磁处理水的研究。磁处理水兼容物理作用与化学现象于一身,可算在磁化学研究的范围之内。磁处理水的临床应用又是磁疗法的一个重要组成部分。在磁生物化学研究中,磁处理水的作用也颇受关注。

磁化学是一门年轻的学科。同时,磁化学又有着十分广泛的应用前景。可以预见,磁化学的应用将覆盖化工、环保、建材等多个领域,并与磁医学相融汇,在医疗保健领域产生影响。这些应用前景,可使磁化学成为新世纪一个举足轻重的科学技术领域。

1.4 若干基本概念

在磁化学的研究中,要涉及一些磁学和电磁学的基本概

念。现将有关的基本概念简介如下。

顺磁质、抗磁质和铁磁质是磁学的基本概念。将某种物质置于磁场之中,原来不显磁性的物质可以在磁场的作用下获得磁性,这一现象称为磁化。有些物质获得的磁性很弱,称为弱磁质;有些物质获得的磁性很强,称为强磁质。弱磁质又可分为顺磁质和抗磁质。强磁质通常为铁、镍、钴及其合金,故称为铁磁质。

顺磁质在磁场中被磁化时,其磁化方向与外磁场相同,这种同向的磁化产生的附加磁场,可使原磁场略有增强。而抗磁质产生的附加磁场则可使原磁场略有减弱。顺磁质和抗磁质产生的附加磁场都是很微弱的。

磁场强度与磁感应强度是另一对重要概念。磁场强度是表示磁场强弱和方向的物理量,是一个矢量。在具体地表征磁场强度时,要反映出磁介质(顺磁质、抗磁质、铁磁质)的磁化对磁场的影响。因此,磁场强度有两种表示方法^[3]:在充满均匀磁介质的情况下,包括介质因磁化而产生的磁场在内,用磁感应强度(矢量 B)表示;若没有因介质磁化而产生的磁场,则用磁场强度(矢量 H)表示。磁感应强度与磁场强度之间有如下关系式:

$$H = \frac{B}{\mu}$$

式中, μ 为磁介质的磁导率,是表征磁介质磁化性质的物理量。顺磁质的磁导率略大于 1,抗磁质的磁导率略小于 1,铁磁质则具有较大的磁导率。顺磁质、抗磁质、铁磁质的磁化性能分别称为顺磁性、抗磁性和铁磁性。

实际测得的磁场强度,通常都是在某种介质中得到的,因此都是磁感应强度。但在弱磁质(顺磁质、抗磁质)中测得的磁

感应强度,是很接近于磁场强度的。

磁感应强度的表征单位为“T”(特斯拉),与旧单位“Gs”(高斯)可按下式换算:

$$1\text{T} = 10^4\text{Gs}$$

参考文献

(References)

- 1 Maiti S. and Bag D. , Indian Journal of Chemistry, 34A(1995)673—687
- 2 萧晓月等. 材料化学研究进展. 硅酸盐学报, 1996, 24: 322
(Xiao Xiaoyue, et al. , Journal of the Chinese Ceramic Society, 24(1996)
322)
- 3 辞海(理科分册). 上海辞书出版社, 1978

第二章 磁化学的理论基础

早期的磁化学是一门研究物质结构的学科。关于核磁现象的研究,是这门学科的重要内容。由核磁研究使人们发现了核磁共振,并发展成为一项先进的测试技术,成为了解物质化学结构的有力工具。今天,核磁共振技术在化学领域和医学领域都有广泛的应用。

核磁共振是以原子核的自旋取向为基础的。近年来发展起来的磁动力化学则是建立在化学反应过程中原子核及电子的自旋极化(取向)基础之上的。两者有着内在的联系。本章首先简介核磁与核磁共振,继而介绍电子自旋和塞曼效应,进而引出原子核及电子在化学反应中的自旋极化及自由基对理论。

曾有研究者指出,磁化学体系就像一棵树,它下面有许多树根,上面又分出许多枝杈。作为一门边缘学科,往往都具有这样的特点。本章就是介绍磁化学的“根系”——它的理论基础。

2.1 核磁与核磁共振

在日常生活中,随时可以观察到各种磁现象,如天然或人造的磁铁,以及通电后即可产生磁场的电磁铁。这些都属于宏观的磁现象。

在微观世界里,在原子内部,同样存在着磁现象。原子核