

KEXUEMUJIZHE

科学目击者

神秘磁体

北京未来新世纪教育科学研究所 编



新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

科学目击者

神秘磁体

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学目击者/张兴主编. —喀什:喀什维吾尔文出版社;乌鲁木齐:新疆青少年出版社, 2005. 12

ISBN 7-5373-1406-3

I. 科... II. 张... III. 自然科学—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160577 号

科学目击者

神秘磁体

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:600 字数:7200 千

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 7-5373-1406-3 总定价:1680.00 元(共 200 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前言

同仁们常议当年读书之难，奔波四处，往往求一书而不得，遂以为今日之憾。忆苦之余，遂萌发组编一套丛书之念，望今日学生不复有我辈之憾。

现今科教发展迅速，自非我年少时所能比。即便是个小地方的书馆，也是书籍林总，琳琅满目，所包甚广，一套小小的丛书置身其中，无异于沧海一粟。所以我等不奢望以此套丛书贪雪中送炭之功，惟愿能成锦上添花之美，此为我们奋力编辑的目的所在。

有鉴于此，我们将《科学目击者》呈献给大家。它事例新颖，文字精彩，内容上囊括了宇宙、自然、地理、人体、科技、动物、植物等科学奥秘知识，涵盖面极广。对于致力于奥秘探索的朋友们来说，这是一个生机勃勃、变幻无穷、具有无限魅力的科学世界。它将以最生动的文字，最缜密的思维，最精彩的图片，与您一起畅游瑰丽多姿的奥秘世界，一起探索种种扑朔迷离的科学疑云。

《科学目击者》所涉知识繁杂，实非少数几人所能完成，所以我们在编稿之时，于众多专家学者的著作多有借鉴，在此深表谢意。由于时间仓促，纰漏在所难免如果给读者您的阅读带来不便，敬请批评指正。

编 者

目 录

一	磁学基础	1
	1. 磁学的早期发展	1
	2. 磁学的内容	6
	3. 磁性与磁场	10
	4. 磁性的来源	13
	5. 抗磁性和抗磁共振(回旋共振)	15
	6. 顺磁性和顺磁微波量子放大器	16
	7. 常见磁现象	17
二	生物磁现象	20
	1. 核磁共振层析成像	20
	2. 心磁图和脑磁图	22
	3. 鸽子回家和海龟回游	24
	4. 磁性细菌的磁导航	26
三	地球磁现象	29
	1. 地球磁场的变化和应用	30
	2. 地球磁场的反向	31

3. 地磁与大陆漂移及海底扩张	32
4. 地球磁场与极光	34
5. 地球磁场的起源	35
四 宇宙磁现象	39
1. 太阳磁场与太阳黑子	39
2. 阿尔法(α)磁谱仪空间探测	40
3. “阿波罗”飞船测月磁	42
4. 磁场与空间气象学	43
5. 脉冲星与超强磁场	45
五 原子核磁现象	48
1. 核磁共振与物质结构研究	48
2. 穆斯堡尔效应与磁结构研究	50
3. 核磁制冷创造最低温度记录	52
4. 核铁磁性和核反铁磁性	54
六 基本粒子磁现象	56
1. 电子磁矩	57
2. 中子的磁性	58
3. 磁单极子	60
4. 基本粒子的磁性	62
七 磁性材料	65
1. 永磁功能材料和软磁功能材料	65
2. 信息磁性功能材料	69
3. 多功能磁性功能材料	72
4. 智能磁性材料	73

八 磁的应用	75
1. 磁在收音机中的应用	75
2. 磁在电视机中的应用	76
3. 磁在磁录音机和磁录像机中的应用	77
4. 磁在新型汽车中的应用	79
5. 磁在发电机和电动机中的应用	80
6. 磁在磁浮列车中的应用	82
7. 磁在高能加速器和对撞机中的应用	85
8. 定向能电磁辐射武器和电磁炮	86

一 磁学基础

磁是什么？一般提起磁，有些人都觉得磁是较为少见的，好像主要就是磁石或磁铁吸引铁，和指南针指示南北方向，而把一般物质称为无磁性或非磁性。

情况真是这样吗？现代科学的发展已经表明这样的看法是不对的。现代科学研究和实际应用已经充分证实：任何物质都具有磁性，只是有的物质磁性强，有的物质磁性弱；任何空间都存在磁场，只是有的空间磁场高，有的空间磁场低。所以说包含物质磁性和空间磁场的磁现象是普遍存在的。

1. 磁学的早期发展

有些天然铁矿石在采出时就呈现永磁性，古人称它为“慈石”，意为慈爱的石头，隐含了它能吸铁的特性。这名词后来逐渐演化为“磁石”，俗称“吸铁石”。

在中国的《管子》一书中已有磁石和磁石引铁的记

载,这应当不会晚于战国后期,即公元前四世纪至前三世纪。汉初刘安(公元前 179—前 122 年)的《淮南子·览冥篇》中有“若以慈石之能连铁也,而取其引瓦,则难矣……”的记载。东汉王充(公元 27—约 97 年)的《论衡·乱龙篇》中有“顿牟摄芥,慈石引针……”(顿牟即琥珀;芥指芥菜子,统喻干草、纸等的微小屑末)的记述。这些都是以磁石引铁作为比喻,来说明哲学或科学观点的记述,因此所举的事例必是当时一般的读者所熟悉的。

欧美的有关科技文献常把磁石吸铁的记载远溯到古希腊的泰勒斯时期,但这是根据亚里士多德的转述。根据这些记述可以认为,西方关于磁的最早记述始于公元前 500 年左右。

指南针是中国古代的四大发明之一,这在中国已是历史常识了。从磁石引铁的发现到指南针的发明和应用要经过一系列的观察、实验和工艺改进,这是一个相当长的历史时期。

公元 1044 年,北宋曾公亮、丁度等修撰的《武经总要》中有应用磁石的水浮型指南针制法的叙述;沈括的《梦溪笔谈》也记述了用丝悬起的或硬滑支点(如碗的边缘)平衡着的铁针做的实验,并说明铁针所指不是正南而微偏东;略晚于沈括的朱彧所著的《萍洲可谈》(约于公元

1119 年问世)则已提到广州海船在阴晦天气用指南针航海。

在欧洲,公元 1190 年以前没有一点关于磁石能指方向的史料,而在这一年航行于地中海的船上却确有了指南针,很可能是由那时期进行中国和阿拉伯间贸易的海船传去的。英国科学家吉伯认为它是由马可波罗(1254—1324 年)或其同时代人带回的,这样反而把这事推后了一个世纪。

法国物理学家库仑于 1785 年确立了静电荷间相互作用力的规律——库仑定律之后,又对磁极进行了类似的实验而证明:同样的定律也适用于磁极之间的相互作用。

丹麦物理学家奥斯特在 1820 年发现,一条通过电流的导线会使其近处静悬着的磁针偏转,显示出电流在其周围的空间产生了磁场,这是证明电和磁现象密切结合的第一个实验结果。紧接着,法国物理学家安培等的实验和理论分析,阐明了载着电流的线圈所产生的磁场,以及电流线圈间相互作用着的磁力。

奥斯特发现电流的磁场后不久,有些物理学家就想到是否有些物质(如铁)所表现的宏观磁性也来源于电流。那时还未发现电子,但关于物质构造的原子论已有

不小的发展。安培首先提出,铁之所以显现强磁性是因为组成铁块的分子内存在着永恒的电流环,这种电流没有像导体中电流所受到的那种阻力,并且电流环可因外来磁场的作用而自由地改变方向。这种电流在后来的文献中被称为“安培电流”或分子电流。

继安培之后,韦伯对物质磁性的理论又作了不少发展。虽然这些理论离现代理论尚远,但在今天对磁性物质的本质作初步描述时,仍基本上根据安培的概念。

除了古时已知道的磁铁矿和铁外,人们在 2000 多年中还没有发现其他具有强磁性的物质。发现钴(1733 年)和镍(1754 年)后不久就知道它们也像铁那样具有强磁性。至于一般的物质在较强磁场作用下能否多少表现一点磁性,则直到法拉第在老年时期才有系统的观察。英国工程师斯特金于 1824 年创制了电磁体,故那时实验室可有较强的磁场设备,但法拉第在需要高度稳定的磁场时仍用了大的永磁体。

法拉第测量了样品在不均匀磁场中被磁化时所受到的力,这个方法后来有了不少改进,至今仍广泛用于观测弱磁物质的磁化率,也用于观测铁等强磁物质的饱和磁化强度。

法拉第发现,一般的物质在较强磁场作用下都显示

一定程度的磁性,只是除了极少数像铁那样的强磁性物质外,一般物质的磁化率的绝对值都是很小的。它们又可分为两类:一类物质的磁化率是负的,称之为抗磁性物质。这些物质在磁场中获得的磁矩方向与磁场方向相反,故在不均匀磁场中被推向磁场减弱的方向,即被磁场排斥;另一类物质的磁化率是正的,在不均匀磁场中被推向磁场增强的方向,即被磁场吸引,法拉第称它们为顺磁性物质。像铁那样强的磁性显然是特殊的,应另属一类,后来称为铁磁性。这样,在法拉第以后的近百年中,物质的磁性分成了三大类。

1895年,法国物理学家居里发表了他对三类物质的磁性的大量实验结果,他认为:抗磁体的磁化率不依赖于磁场强度且一般不依赖于温度;顺磁体的磁化率不依赖于磁场强度而与绝对温度成反比(这被称为居里定律);铁在某一温度(后被称为居里点)以上失去其强磁性。

19世纪30年代初,法国物理学家奈耳从理论上预言了反铁磁性,并在若干化合物的宏观磁性方面获得了实验证据。1948年他又对若干铁和其他金属的混合氧化物的磁性与铁磁性的区别作了详细的阐释,并称这类磁性为亚铁磁性。于是就有了五大类磁性。最近十多年来又有些学者提出了几种磁性的新名称,但这些都属于

铁磁性的分支。

法国物理学家朗之万于 1905 年提出了抗磁性和顺磁性的经典理论,但十多年后范列文证明,朗之万理论中的某些假设不合于经典统计力学原理,及至原子结构的量子论模型兴起后,朗之万的假设又成为可允许的。今天对这两种磁化率的粗浅理论公式已经过量子力学的改正,但还保留着朗之万理论的基本形式。

2. 磁学的内容

一个永磁体与另一个永磁体能够不接触而互相施加力,人们曾经称这样的现象为超距作用。近代的物理学家为了解释电荷之间的和永磁体之间的相互作用力引入了“场”的概念:在一个永磁体周围的空间中存在着一个磁场,使处于这空间中任何位置的另一个永磁体受到磁场所施加力的作用,同时第二个永磁体所产生的磁场也对第一个永磁体施加着反作用力。因为力是矢量,所以磁场是矢量场。许多实验事实都证明,磁场是真实的存在。

一块铁被一个永磁体吸一段时间以后,就被永磁体附近的较强的磁场所“磁化”,也成为一個永磁体了,有时

也称磁化一个物体的作用力为“磁化力”。一般的铁块在从磁场较强的地方移到磁场很弱的地方就失掉其磁化了的的状态称为“去磁”或“退磁”。容易磁化、也容易去磁的材料通称为软磁材料,成分近于纯铁的低碳钢就是一个例子;难于磁化、也不易去磁的材料通称为硬磁或永磁体材料,淬火了的、含碳和锰各约 1% 的铁就是最低级的硬磁材料。两个永磁体之间的相互作用也就是它们的磁极之间通过磁场的相互作用。

每一个永磁体都有两个性质不同的磁极,通常利用永磁体能指示南北方向,称指北的一极为 N 极,指南的一极为 S 极;同名极相斥,异名极相吸。

历史上曾把永磁体与带电物体相类比而设想磁极是由“磁荷”的分布形成的。不过,这完全是一种类比,实质上磁荷并不存在,而是作为一个等效物而引入的。磁极总是以异名的一对出现在同一磁体上,两个极从来不能分离而独立存在。把一条永磁棍截成两段,就会得到两个短一些的永磁棍,各段新形成的一端上出现一个与该段原有磁极异名的新磁极。

细而长的永磁棍的磁极与粗而短的永磁棍的相比,细永磁棍的磁场较为集中在棍端很小的区域内。对于距一个极足够远的点,该极近似于一个“点磁荷”。如果磁

棍很长,两个极相距很远,则与被观察着的极比较,另一极所贡献的磁场可以被视为一小修正项。因此,用细长的永磁棍作样品,就可以对不同磁棍上的两个极的相互作用力进行精密的定量观测。

用细丝悬着的小永磁棍实质上是一个指南针。在四周没有磁性物体和电流的影响时,指南针的静止方位接近平行地理子午线,故有“指南”之称。地球两个磁极的中心各位于地理的南、北两极的附近。在静止位置,指南针北端的磁极称为“指北极”,简称“北极”,南端的为“指南极”,简称“南极”。按这定名法,在地理北极附近的地磁极是磁南极,而在地理南极附近的地磁极是磁北极。

磁针可以用于测定磁通量密度。在一磁场中,磁针在其平衡方向左右的小幅摆动(振荡)的周期是与磁通量的二次方根成反比的,故比较磁针分别在两个磁场中振荡的周期或频率即可求得两磁通量值之比。如磁针的磁矩和转动惯量是已知的,则可以一次测定磁通量的绝对值。

抗磁性的基本来源是电磁感应。电磁感应是法拉第的重大发现。围绕着随时间变化着的磁通量的线圈,有感应电动势(或即电场)产生,故能在导线电路中产生电流或在大块导体中产生涡流。这里感应电流所产生的磁

场对感应起它们的磁场变化起着反抗作用,这就是楞次定律。

寻常导体中因有电阻,在稳恒磁场的建立过程中感应产生的电流很快被消耗掉,它们只有在瞬时,电磁感应对原子或分子内运动着的电子也有类似的作用。可见,一切物质都有一定的抗磁性,只因它很微弱,易被其他磁性所掩蔽。

显示抗磁性的物质的原子、离子或分子中的电子在基态都是成对的配合了的,它们的自旋磁矩和轨道磁矩各互相抵消。

超导电性材料在外磁场中被冷至其临界温度以下时,体内即产生电流,把体内磁通量全部排至体外,这就是迈斯纳效应。所以超导体也被称为完全的抗磁体。

顺磁性可粗分为强、弱和很弱三种,三者各有不同的来源。过渡金属,即周期表中铁、钡、稀土铂、铀等元素的化合物(主要是盐类)的晶体或溶液大多表现强顺磁性,其明显的特点是磁化率较强地依赖于温度。

铁磁性物质的最明显的特点是易于磁化,它的磁化率比强顺磁物质要高几个数量级,并随磁场强度而变。磁化强度有饱和现象,即在一定温度下达到某强度时不再随磁场的增强而增的趋势。