

# 高级、复杂运动中的物理学

王培霞 贾育秦

(太原重型机械学院应用科学系 山西 030024)

物理学是研究物质最基本、最普遍的运动规律的,它存在于较高级、较复杂的运动形式之中。明白这一点,才能理解物理学探讨力、热、光、电、原子等基本知识的意义,才能引起对物理学科目的重视。现就一些具体例子来说明物理学存在于较高级较复杂运动形式之中,以提高人们对物理学知识的学习兴趣。

## 一、高密度磁记录探索中的物理原理

近年来,信息的磁记录方式发展很快,在追求高密度大容量准确性上,依据了物理学对材料的磁性研究,随着计算机、多媒体及信息高速公路的发展对存储密度要求的不断提高,垂直磁记录技术的研究已引起人们的高度重视,物理学上,依剩磁及矫顽力的大小把磁性材料分为软磁材料、硬磁材料、矩形材料。它们的磁滞回线分别是细长、宽大和呈矩形。矩形磁滞回线铁磁体的剩磁  $B_r$  几乎等于饱和磁场  $B_m$ , 并且矫顽力  $H_c$  较小。能作为记录代表数字信号“1”、“0”的是呈矩形磁滞回线的磁性材料。那么,怎么保证记录的准确性呢? 因记录信号的原理是以剩磁  $B_r$  和  $(-B_r)$  来代表信号的“1”、“0”(或“0”、“1”)的,就要求材料在一个方向上磁滞回线的矩形与其他方向上的有较大的区别,即有各向异性。怎样在有限的区域里多记录信息呢? 因为,1 维磁性纳米线材料具有高度的磁各向异性,易磁化方向一般与纳米线轴平行,一旦偏离线轴磁化,剩磁明显小于沿线轴平行时,所以,只要能将有磁性材料制备成高度有序的 1 维纳米线阵列膜,在膜内沿垂直方向一个个排列的柱形微孔内置备上一一定的磁性材料,就能多记录信息。因柱形微孔径向线度为纳米级故称纳米线,这些纳米线的排列是高度有序阵列,在外磁场垂直膜面磁化时,磁滞回线具有较高的矩形比,表现出比 2 维纳米薄膜材料更优越的磁学特性。这种阵列膜是一种很有前途的高密度垂直磁记录材料,必能大幅度提高信息

的存储容量。

高密度垂直磁记录技术要求存储介质的易磁化轴垂直于膜面取向,同时还要求介质具有高饱和磁化强度及在垂直于膜面方向上高的剩磁(矩形比)和适当大的矫顽力。近年来,人们已尝试了用电化学沉积的方法在各种模板上制备纳米线阵列,例如已有人用电沉积法在多孔氧化铝(AlO)模板或高分子聚合物模板的纳米级柱形微孔内成功地制备出了 Fe, Co, Ni 单质磁性纳米线阵列以及 Co/Cu, Co/Ag 复合矩磁电阻材料。该结构具有较高的垂直磁各向异性,作为高密度垂直磁记录介质有很大的应用潜力。这方面的研究主要集中在通过改变模板中纳米孔径大小、改变磁性材料组成或电化学沉积参数等来提高垂直磁各向异性。还有一种方法,将 Co 沉积到具有纳米空洞的聚碳酸酯膜中,在纳米线形成过程中外加磁场使磁场对其生长产生影响,兰州大学用这种方法已成功制备出具有单轴磁各向异性的 Co 纳米线阵列,还利用 X 射线衍射仪和振动样品磁强计对样品的结构和磁性进行了测试和分析,结果表明外磁场导致 Co 晶粒定向生长、矫顽力和垂直磁各向异性均明显增大。

## 二、光学在光盘读写信号中的应用

CD-R 光盘录制原理。CD-R 盘片主要由 5 层组成,从上到下依次为标签层、保护层、光反射层、感光层、盘基,其中光反射层与感光层是盘的关键部位。

在光盘上记录数据时,激光头在盘下,驱动器根据数据(1 或 0),去调制刻录时所用激光的照射开关即电子开关。如对应数据 1 电子开关导通,感光层受照射(刻录时激光头发射的是强功率激光),受照射的地方的感光材料会被永久性破坏,可使光(指以后读取时的激光)的透射率大大降低,从而使激光的反射功率小了许多;如对应数据 0 电子开关截止,对应处感光层不被照射,感光材料未被破坏,可使激光(指读取激光)透过它达到反射层,从而使激光反射

功率较大。这样就出现了两种功率电平,利用不同的电平来反应数据。

在从光盘上读取数据时,光驱动器里有沿着光盘径向运动的读取激光头(在盘下,且比刻录时的激光的功率要小得多),当光盘旋转时,激光头发出的激光照射光盘,原来未被破坏的感光层受读取激光照射时反射强,而原来被破坏的感光层处受读取激光照射时反射弱。反射强和反射弱可转化为高低不同的电平来代表数字码。

根据物理学中光的干涉原理,光盘在出厂时已刻好了激光(束)的引导槽,刻录机会通过读取引导槽来识别当前盘片的容量、支持的刻录速率及其他各种信息,同时沿引导槽进行刻录。

### 三、静电的应用和防止

电场,按产生的原因和性质分静电场和感生电场。静电场的典型应用是静电除尘和静电复印。利用静电可以对精密制造场所的空气及燃煤烟囱中排出的烟气进行除尘处理。静电除尘是利用气体放电原理设计的一种有效的除尘方法,现代的除尘装置能排除烟气中的煤灰或尘埃高达99%以上。原理如下:高压电源(一般用40~1000kV)的两极分别与烟气输送管管壁和输送管中心的金属丝相接,在管中形成一个指向金属丝的电场。因为金属丝的半径很小,故在金属丝附近形成一个极强的电场区,足以引起电晕放电,结果使进入输送管的烟气形成正、负离子及电子。当电子和负离子在不均匀电场中向管壁加速运动时,在气流中与尘埃相碰,负离子便被吸附在尘埃上,使大部分尘埃粒子带上负电,并向管壁加速运动,聚积在带高压正电的管道内壁上,净气则从净气口排出。然后定期用振动或水冲的方法把管壁上堆积成团的尘埃收集于管底,这就达到了除尘的目的。

静电复印也是静电的一个典型应用。静电复印机是依据静电电子照相原理设计的。静电复印术的基本过程是这样的:首先,在一底板表面(或滚筒)涂一层光导材料(常用硒或硒化合物),这种材料在黑暗中是不良导体而在光照下是良导体,并且照射的光线愈强电导愈大(阻值变得愈低)。复印时,先在黑暗中使光导面上带有正电荷,然后将待印文件通过光源及透镜进行曝光,使在光导面上形成不同的感光区,即形成各区域电荷密度不同,电场也不同且与文件相对应的所谓“静电潜象”,接着再将带负电的墨粉撒在光导面上,这样墨粉就在静电潜象的静

电力作用下被吸附在光导体的表面上,由于不同感光区中潜象的不同强弱电场对墨粉的作用不同,便形成与原稿相对应的可见像(在光导材料上),然后用带正电的纸覆盖在上面,墨粉又被吸附在复印纸上,最后通过加热,使墨粉牢固地附着在纸上而定影。目前,静电复印机已成为各级办事机构、研究室及图书馆等的必备设备,而且近代复印机的功能仍在不断开发中。

静电也有有害的一面。譬如,对于静电,人体相当于良导体,人体在静电场中或者在静电电荷作用下,会感应起电,甚至成为独立的带电体,静电电压可高达数万伏。如果空间存在着带电微粒(如带电水珠或其他离子)被该空间的人体所吸附,人体也能带电。根据基本物理知识,导体在达到静电平衡时为等位体,因此,当人体某一部位带电将造成全身带电。当人体静电电压为2000V情况下,取人体对地电容为200pF时(人体典型电容值50—250pF)放电火花的能量为0.4mJ,这个能量是足以引燃爆炸性混合物的。所以在易燃易爆物场合如毛、棉、纤维类堆积处,易燃化工产品、易燃油类工作面上,应该有防静电措施。

### 四、纸币防伪和照相技术中的物理学

在纸币的二线防伪中,加拿大银行组织专家经过10余年努力研制出了多层光学薄膜防伪。多层光学薄膜技术是现代防伪技术的一颗新星,它是根据物理学中光的薄膜等倾干涉原理,在纸币中加厚度为 $e$ 的光学薄膜(薄膜仅 $1\mu\text{m}$ 厚,即头发丝的1%),当以不同的倾角去看时,纸币会显出不同的颜色。

人们看到,较高级的照相机镜头呈蓝紫色,这是根据物理学中光的干涉原理,为了减少入射光光能在透镜玻璃表面上反射引起的损失,常在镜头镜面上镀一层厚度均匀的透明薄膜(常用的如氟化镁,它的折射率介于玻璃与空气之间),选膜厚为人眼敏感色波长550纳米,利用薄膜的干涉使人眼敏感色光反射减到最小而最大限度地透过,相对而言,从镜头上反射光中的红光蓝光就强一些,因此镜头表面呈蓝紫色。

### 五、显微技术中的物理学

物理光学指出,显微镜的分辨本领与波长成反比,对于光学显微镜,即使用可见光中波长最短的紫外光,能观察到的最小物体也不能小于 $0.2\mu\text{m}$ ,自从物理界发现了电子的波动性及物理学对电子波动性

# 自然界存在 3 种不同类型中微子的实验证据

何景棠

(中国科学院高能物理研究所)

## 一、证实电子中微子存在的实验

中微子是泡利于 1930 年为了解释核的  $\beta$  衰变中电子的能量是一个连续谱而假设存在的粒子,可是人们一直未能从实验上证明中微子的存在。1941 年,王淦昌先生建议用原子核的 K 电子俘获测原子核的反冲能量来证明中微子的存在。由于抗日战争时期,在中国不可能进行实验,王淦昌只好将他的建议从贵州寄给美国《物理评论》,文章于 1942 年发表。许多实验组采用王淦昌的建议,经历了 10 年,在 1952 年实验获得成功,间接证明了中微子是一个客观存在的粒子。

1956 年,莱因斯和考万利用核反应堆作中微子源,产生反应:

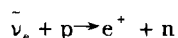


图 1 是莱因斯等人实验所采用的装置。采用二氧化钚和水作靶、中子慢化剂和吸收体,采用液体闪

烁体作探测器,探测由这个反应产生的正电子和中子;正电子湮灭产生两个能量为 0.511MeV 的  $\gamma$  射线,由于两个  $\gamma$  射线同时产生,因此,利用这两个同

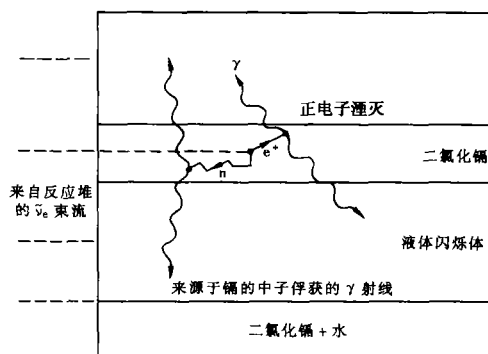


图 1 莱因斯和考万证实存在电子中微子的实验装置示意图

烁体的研究,电子波的波长只有  $0.004\mu\text{m}$ ,比可见光短 10 万倍左右,因而利用电子波来代替可见光制成了电子显微镜。现有的电子显微镜能直接看到如蛋白质一类的大分子。电子显微镜是利用电子波通过轴对称的不均匀电场和磁场组成的静电透镜、磁透镜,使电子波折射后重新聚焦成像并达到放大的作用的。电子显微镜的高放大倍数和分辨本领,使它在现代工农业生产和科学研究中日益成为一种重要的工具。在医学和生物方面,可以用它来研究病毒和细胞组织的精细结构,还可以用来研究蛋白质及其他有机物质的分子结构;在金属物理方面,电子显微镜可以用来研究各种合金材料的结构、晶体的缺陷、位错和材料断面分析;在地质、矿物、冶金、化学、建筑材料以及半导体材料的研究中,电子显微镜也有着极广泛的应用。电子显微镜又分为透射式和扫描

式。随着近代物理学的发展,根据量子力学中的隧道效应,又研制出了扫描隧道显微镜 (STM),导致了显微领域里的一场革命,并在它的基础上研制出一系列的扫描探针显微镜 (如原子力显微镜、磁力显微镜和激光力显微镜等)。STM 的出现使人类第一次可以实时地观测单个原子在物质表面的排列状态和与表面电子行为有关的物理性质和化学性质。

物理学普遍存在于高级的、复杂的物质运动 (及机构) 之中,从微观世界到天体宇宙,从家用电器到工业设备,从信息探测到过程控制,例子不胜枚举。可以认为,物理学是除数学以外一切自然科学的基础,也是当代工程技术的重大支柱。所以,物理学是工院校学生的一门重要的基础课。只要我们认识到高级、复杂与基础的关系,我们也会从学习物理学中得到乐趣。