

## 物理学——前沿科学的支柱

自然界是无限广阔和丰富多彩的，物理学是自然科学中最基本的科学，它是研究物质运动形式和规律，物质的结构及其相互作用，以及如何应用这些规律去改造自然界的，是许多科学技术领域的理论基础。从本世纪开始，物理学经历了极其深刻的革命，从对宏观现象研究发展到对微观现象研究，从研究低速运动发展到研究高速运动，由此诞生了相对论和量子力学，并在许多科技领域中引起深刻的变革。

物理学在认识改造物质世界方面不断取得伟大成就，不断揭示物质世界深奥的秘密，而社会的发展又对物理学提出无穷无尽的研究课题。例如原子能的利用，使人类掌握了核武器和新能源；激光技术的出现，焕发了经典光学物理的青春，使许多以往光学技术办不到的事情，现在能办到了；半导体科学技术的发展，导致了计算技术、无线电通讯和自动控制的革命；超导电性、纳米固体材料和非晶态材料的出现，导致了凝聚态物理学的发展，并派生出了许多物理分支学科，如金属物理、半导体物理、电介质物理、非晶态物理、表面介面物理、高压物理、低温物理等。此外，物理学与其他学科之间的渗透，又产生了许多边缘交叉学科，如天体物理、大气物理、生物物理、地球物理、化学物理和最近发展起来的考古物理等。可以毫不夸张地说，物理现象存在于人类生活的每个角落，发生在宇宙的每一地方，而且很难举出社会发展中哪方面的知识是和物理学无关的，物理学是推动社会发展的重要支柱。

### 高 $T_c$ 超导研究仍在竞争

高  $T_c$  超导材料的研究是当前凝聚态物理学中最活跃的前沿课题。从 1986 年 4 月美国 IBM 公司苏黎世实验室的 Bednorz 和 Müller，发表了电介质 Ba-La-Cu-O 超导材料的临界温度  $T_c$  可能高于 30K 以后，打破了多年来超导材料临界



温度  $T_c$  停滞不前的局面，使得超导物理学进入了一个新的历史阶段。从此以后国际上开展了高  $T_c$  超导研究的大竞赛，“破记录”的消息不断传出。为此，Bednorz 和 Müller 两位科学家获得了 1987 年诺贝尔物理学奖。目前，许多国家的科学工作者仍在争分夺秒，继续进行竞争，向更高温区，甚至室温温区超导材料的研究和应用努力。可以预计这种势头今后也不会减弱。我国在超导研究中，曾首次公布了 Y-Ba-Cu-O 高  $T_c$  超导体的组分，在材料制备(包括超导薄膜制备)、结构分析、电磁热性测量和研究方面处于国际前沿地位。

### “21 世纪”最有前途的材料

纳米固体的出现，使传统的凝聚态物理理论受到了冲击。纳米固体是将粒度为纳米 (nm) 量级的颗粒在保持新鲜表面的情况下加压制成固体材料，或用沉积的方法制成薄膜，这样会产生许多异常的物理现象。由于其颗粒具有量子尺度，所以它的原子排列与晶态材料不同，与非晶态材料也不同，是一种既无长程序又无短程序的新的物质状态。因此，纳米固体材料有一般晶体材料和非晶态材料都不具备的优良特性。如它的硬度、强度、韧性、导电性等都非常高，被誉为“二十一世纪最有前途的材料”。为此，世界上几个发达国家已投入了很大力量，对这种对科技发展有重要影响的材料进行基础理论和工艺研究。跟上该领域前进的步伐是摆在我国科技工作者面前的一项任务。

### 超晶格和微结构

超晶格和微结构也是凝聚态物理中一个十分重要的前沿领域，它

诞生于 80 年代。超晶格物理也称为低维系统物理，它是具有人工“剪裁”能带结构的半导体低维(二维、一维和零维)电子态系统为研究对象，它的电子态和各种相互作用过程与三维固体有很明显的不同，它可以在原子尺度上对半导体的组分、掺杂进行人工“设计”，从而可以研究一般半导体中根本不存在的物理现象，并能将固态电子器件的应用推向一个新阶段。微结构指的是这样一些系统，即它们的三维空间尺度中，至少有一维尺度与电子波长是相当的，因此人们必须用量子力学去描述电子态。微结构可分为三类，第一类是三维空间尺度中有一维空间能使电子运动受约束；第二类是在二维尺度上使电子运动受约束；第三类是在三维空间尺度中都使电子运动受约束。这如同制造一个非常小的盒子来装电子，使电子感到十分狭小而不舒服。利用现代技术，人们已能制造这种微小的盒子，这个例子就是我们说的第三类人工微结构。一些科学家预计，下一代的电子器件，可能会被微结构器件替代，从而可能会带来一场电子工业的革命。微结构物理的研究在国际上刚刚起步，有许多新的物理现象正在被揭开，也有不少的重大发现，九十年代或者更长的时间，可能会硕果累累，它的前景不可低估，这是一个能激动人心的前沿领域。

### 等离子体与氢能源探索

能源的开发利用对经济发展具有十分重要的意义，各国科学家正在寻找各种方法，以开发新能源。氢就是一种很有前途的新的“二次能源”，所以又称为氢燃料。液氢已被

用作人造卫星和宇宙飞船中的能源,还不能大量制取。这是因为制取氢的办法以消耗其他能源为代价。如利用煤使水还原,或用电分解水来得到氢等,都离不开传统的能源,所以不理想。目前人们正在探索用太阳能来直接分解水,或用“化学浓缩”的办法来得到氢。哪种方法经济、方便、可行,又能大量生产,仍是能源开发的研究课题。

我们知道,海水中含有大量氢及其同位素氘( $^2\text{H}$ )和氚( $^3\text{H}$ )。氚即重氢,氧化氚就是重水,每一吨海水中含有140g重水。若将海水中所有的氚核能都释放出来,它所产生的能量足以提供人类使用数百亿年。但氘和氚的原子核在高温下才能聚合起来释放能量,这个过程称为热核反应,也叫核聚变。聚变反应的温度大约需要一亿度,在这样高的温度下,氘氚混合燃料形成高温等离子体态。可以说核聚变能源的成功与否,决定于高温等离子体物理的发展。此外,还有许多技术难题,如怎样将等离子体加热到如此高的温度?高温等离子体不能与盛装它的容器壁相接触,否则等离子体要降温,容器也会被烧坏,这就是如何约束问题。由于困难重重,直到目前为止,人们还无法控制核聚变反应,还不能将核聚变转变成动力。30多年以来,各国科学工作者一直在努力探索实现受控核聚变的方法,虽然取得很大进展,但距实现核聚变反应还有相当大距离。“托卡马克”实验装置是当今世界上研究最多的一种,也是发展最快,呼声最高的一种装置,目前该装置的加热温度可达两千万度,约束时间也较长,但仍有大量技术问题需要在实验的基础上解决。90年代有可能在该领域的研究工作中有所突破。

#### 扫描隧道显微镜——初露锋芒

1978年Binnig根据半个世纪前苏联科学家提出的电子穿透势垒的隧道效应,意识到这是研究表面形貌的最理想方法。他与Rohrer合作突破了实验和机械精度上的困难,

研制了能使人们“看到”样品表面上的一个个原子形貌的扫描隧道显微镜(STM)。为此Binnig和Rohrer获得了1986年诺贝尔物理学奖。

这项工作的重要意义在于为表面物理和材料科学,以及生命科学等诸多领域开辟了直接观测样品表面结构(原子世界)的新方法。著名物理学家泡利曾说过“表面是魔鬼发明的”。这是因为固体内的原子被其他原子包围着,而位于表面的原子又和表面上的其他原子、表面之外以及表面之下的近邻原子发生作用,形成了复杂的表面结构,而且这种复杂性一直妨碍科学的发展。虽然电子显微镜在观察样品表面整体性质方面极其有效,但不能分辨表面原子级的结构(极特殊情况除外)。而STM是一种观察原子世界的新方法,它具有原子级的分辨率,能提供周期和非周期结构在真实空间中原子分布的三维图象。STM的出现将会促进表面物理和生命科学的一场革命,例如利用STM对生命活动的主要遗传物质脱氧核糖核酸(DNA)的表面观察,看到了双螺旋结构。我国科学工作者利用STM得到一种辫状三链DNA变异结构图象,证明了STM是研究核酸结构的有力工具。

#### 自由电子激光的可能应用

自由电子激光是一种将电子束能量直接转换为激光的装置,它是一种频率可调、高功率、高效率的激光。它将传统激光的功率、效率和波长调谐范围大幅度地提高。

由于自由电子激光具有许多一般激光器望尘莫及的优点,所以自由电子激光问世不久,科学工作者就已开始考虑它的应用问题,虽然目前还没有取得惊人的结果,但它的应用前景和发展潜力从未受到过人们的置疑。自由电子激光特别适宜于研究光同原子、分子和凝聚态物质的相互作用,涉及到物理、化学、生物医学、材料科学、能源、通信、国防和技术科学等方面。所研究的现象从相干到非相干,从线性到非

线性,从稳态到非稳态,从有序到无序,从连续到脉冲,从聚束到反聚束,从渐变到突变等等,都是当前物理学中十分活跃的领域。特别是在研究电子-电子、电子-声子、电子-磁子相互作用方面能发挥更大作用。

我国自由电子激光装置研究的起步还不算晚,国家“863”计划已将建造该装置作为高技术跟踪项目,目前正在北京建造这一装置。但从当前自由电子激光应用的形势看,我们国家还是一个空白,与国外相比已有了相当的差距,跟上该领域前进的步伐,参与世界对话,待北京建造的自由电子激光装置完工后,我们就能开展应用工作。可以预计,自由电子激光一定是一门发展速度快、成果多、学科渗透广、应用范围宽的综合性高技术。

#### “无限大”和“无限小”系统物理学

“无限大”和“无限小”系统物理学是当今物理学发展一个非常活跃的领域之一。例如,天体物理学和宇宙物理学属于“无限大”系统物理学的范畴,它从早期对太阳系的研究,逐步发展到银河系,直至对整个宇宙的研究。热大爆炸宇宙模型作为本世纪后半叶自然科学中四大成就之一是当之无愧的。利用该模型已经成功地解释宇宙观测的最新结果,如宇宙膨胀,宇宙年龄下限,宇宙物质的层次结构,宇宙在大尺度范围是各向同性等重要结果。可以说具有暴胀机制的热大爆炸宇宙模型已为现代宇宙学奠定了一定的基础。但是到目前为止,关于宇宙的起源问题仍没有得到解决,暴胀宇宙论也并非十全十美,事实上想一次就能得到一个十分完善的宇宙理论是很困难的,这还有待于科学工作者进一步的努力和探索。原子核物理和粒子物理学等学科则属于“无限小”系统物理学的范畴,它从早期对原子和原子核的研究,逐步发展到对粒子的研究。粒子主要包括强子(中子,质子,超子, $\pi$ 介子, $K$ 介子等)、轻子(电子, $\mu$ 子, $\tau$ 轻子等)和媒介子(光子,胶子等)。强子

承德避暑山庄是我国现存最大的皇帝园林。它博采众家之长，集南秀北雄于一园。是我国园林艺术中的一颗明珠。不仅如此，山庄内的一些风景点中还包含着不少物理学知识，更是使人赞叹不已。

### 一、这里白天也可以看到月亮

山庄内有一皇帝藏书楼叫文津阁，阁前是一池清水，水池的后面是一组假山，山中有石洞可使前后相通，当游人由南往北走，穿过假山的石洞，绕过水池来到文津阁前的古松下时，会惊奇地发现：水池中一弯上弦新月，银光熠熠、跳跃水面，加之晴空中丽日当头，影印水中、真可谓日月同辉。为什么这里白天在水中也可以看到月亮呢？经过一番仔细观察后发现，原来文津阁前假山朝阳的一面，堆砌了一个下弦月形的石孔，奥妙就出自这个石孔，每当太阳光射到假山上时，一束月牙形光线就会由石孔射到水面上，水面犹如一块平面镜将光束反射出来，根据反射角等于入射角的规律，

### 观察世界科技的窗口 沟通世界科技的桥梁

现代知识，贵在综合；当今科坛，博才取胜。欲求真谛，世界科学。现代科技，突飞猛进；科技信息，最多“爆炸”，谁能精选，世界科学。

《世界科学》一本在手，便能游览世界科技大概。本刊将以最新最快的速度向你提供基础科学、高科技、软科学、管理科学、边缘科学及科学哲学等领域的翻译及综述文章。《世界科学》会满意地为您服务，提供方便，本刊为月刊，全年12期。全

# · 物理的魅力 ·

## 避暑山庄与物理学

· 刘荣耀

当观察者的眼睛恰好处在反射角这条边上的任何一个位置时，均可在水面上看到一弯上弦新月。

### 二、欢喜佛中有力学

避暑山庄外有座寺庙叫普乐寺，它的主殿旭光阁内供奉着一尊铜质男女双身佛像。一般老百姓称这种佛为欢喜佛。这尊佛像不但铸造工艺精良，而且力学设计也很巧妙。“文革”中，有人曾将此佛拆开过，据目击者说，该佛像由男身和女身两体构成，将男身和女身分开，哪一个都不能自立，然而将两者结合后，该佛象恰好处于平衡状态。结合后，女身悬空，只有男身的两只脚为支点，而且佛像的重心比较高，这样一来，就要计算相当准确。

年定价 21.60 元。

本刊愿成为广大科技工作者、大专院校师生、管理干部以及一切关心科学技术的人们的良师益友。本刊1992年征订工作已经开始，欢迎新老订户、广大读者前往当地邮局订购，本刊代号：4-263。邮局代号：4-263 定价 1.80 元 邮政编码：上海 200020 通讯地址：上海 020-026 信箱

### 《世界科学》

### 三、会变颜色的磬锤峰

在承德市区东部，有一座形如棒锤的巨石叫磬锤峰，其棒锤的那一段就有 38.29 米，比天安门城楼 (33.7 米) 还高近 5 米，这一怪形山峰，并非人造，而是大自然的鬼斧神工，我国北魏著名地理学家郦道元，在其《水经注》中就有记载。清康熙皇帝为了更好的在避暑山庄中观赏磬锤峰，特命人在山庄的西部山坡上修了一个亭子，并赐名为“锤峰落照”。顾名思义，他说这里是夕阳西下时，观赏磬锤峰的好地方。此地此时观赏磬锤峰，确实别有一番情趣。

当天气晴朗的傍晚，登上“锤峰落照”亭向东望去，夜幕就要降临，东面的群山好象披上了一层薄薄的青纱，而唯有磬锤峰在晚霞的映照下，犹如一个金色的大棒锤，屹立天边，闪闪发光，开始为黄色；一会儿又变成橙色；一会儿又变成红色。五彩缤纷，瑰丽无比。虽然当时康熙不一定了解瑞利散射定律，但此景显然是人们有意利用太阳的颜色变化，而造的一个风景点。

避暑山庄在园林艺术方面的光辉地位是不言而喻的，同时其内部有关物理学方面的应用也是值得探讨的问题。

是对参与强相互作用粒子的总称，其数量几乎占粒子种类的绝大部分；轻子是参与弱相互作用和电磁相互作用的，它们不参与强相互作用；而媒介子是传递相互作用的，目前人们已经知道强子都是由更小的粒子“夸克”构成的，至今已经发现了五种夸克(上夸克  $u$ ，下夸克  $d$ ，粲夸克  $c$ ，底夸克  $b$  和奇异夸克  $s$ )，理论预言还会有第六种夸克(顶夸克

$t$ )，1984 年西欧宣布发现顶夸克存在的迹象，但未证实。寻找顶夸克和电弱统一理论预言的、导致对称性自发破缺的  $H$  粒子，仍是今后高能(粒子)物理实验研究的前沿课题。

从表面上看“无限大”系统物理学与“无限小”系统物理学似乎无必然的联系。宇宙和天体物理学家利用广义相对论来描述引力和宇宙的“无限大”结构，即可观察的宇宙范

围；而粒子物理学家则利用量子力学来处理一些“无限小”微观区域的现象。其实宇宙系统与原子系统在某些方面有着惊人的相似性，目前该领域研究目标之一就是两者结合起来，即将微观粒子物理学与宇宙物理学结合起来，热大爆炸宇宙模型就是这种结合的典范，实际上该模型是在粒子物理学中弱电统一理论的基础上建立起来的。