



图3 碱性品红吸附于银胶体系的 SEHRS

Nie 等人首先将 SEHRS 应用于分子结构方面的研究: 利用 SEHRS 效应, 得到一系列碳菁染料分子的振动信息, 而且发现吸附分子的超拉曼光谱来自于中心 π 共轭键的振动模式, 而拉曼光谱则主要决定于末端发色团的振动。Nie 的实验还表明^[14], SEHRS 效应可以在非水溶液电解质中用于研究高分子(聚乙烯、聚苯胺等)。此外, 用 SEHRS 来对表面吸附态的研究比 SERS 更优越。虽然 SEHRS 的应用研究还刚刚开始, 但由于 SEHRS 所具有的对分

子对称性的高灵敏度、选择定则的特殊性、激光脉宽效应以及分子特性等特点, 相信它有广阔的应用前景。

近年来, 尽管 SEHRS 的研究有了很大的发展, 但与 SERS 相比尚未成熟, 仍有许多问题待解决。围绕 SEHRS 的机制问题, 无论在实验上和理论上都是目前需要进行的工作。除此之外, 如何利用 SEHRS 的特点, 将它发展成为有价值的光谱技术无疑是表面科学、生物化学等方面非常重要的使命。

感谢 S. Nie 博士提供有关资料。

- [1] 李荫远, 物理学报, 20(1964), 164.
- [2] R. W. Terhune et al., *Phys. Rev. Lett.*, 14(1965), 651.
- [3] 郑顺旋, 激光拉曼光谱学, 上海科学技术出版社, (1986), 209.
- [4] M. J. Frech and D. A. Long, *J. Raman. Spectrosc.*, 3(1975), 391.
- [5] W. J. Schmid et al., *Chem. Phys. Lett.*, 45(1977), 502.
- [6] M. Moskovits, *Rev. Mod. Phys.*, 57(1985), 783.
- [7] D. V. Murphy et al., *Chem. Phys. Lett.*, 85(1982), 43.
- [8] 张鹏翔等, 光谱学与光谱分析, 7-3(1987), 1.
- [9] A. V. Baranov et al., *JETP Lett.*, 36(1982), 339.
- [10] A. V. Baranov et al., *Opt. Spectrosc.*, 61(1986), 490.
- [11] A. V. Baranov et al., *Opt. Spectrosc.*, 61(1986), 315.
- [12] J. T. Golab et al., *J. Chem. Phys.*, 88(1988), 7942.
- [13] S. Nie et al., *Chem. Phys. Lett.*, 167(1990), 35.
- [14] L. A. Lipscomb and S. Nie, *Chem. Phys. Lett.*, 170(1990), 457.
- [15] N. T. Yu and S. Nie, *J. Raman Spectrosc.*, 21(1990), 790.
- [16] C. K. Johnson et al., *J. Phys. Chem.*, 93(1989), 7281.

物 理 学 与 高 技 术

邵立勤 马俊如

(国家科学技术委员会基础研究高技术司, 北京 100862)

当代高技术的发展揭开了世界科技史上新的一页。本文以六大高技术群(能源技术、材料技术、信息技术、生物技术、空间技术和海洋技术)为线索, 综述物理学对高技术发展的巨大影响。事实证明, 物理学建立的新的概念和方法以及为物理学研究所发展起来的各种特殊条件和测量手段不仅大大深化了人们对自然界的认识, 而且为技术和工程科学的发展开辟了新的道路。物理学的研究成果源源不断地在高新技术中得到应用, 而高新技术的发展又对物理学提出层出不穷的研究课题。因而, 大力加强物理重大前沿课题研究有着十分重大的意义。

Abstract

At present, the development of high technology has opened a new chapter in world's history of science and technology. This review describes the great impact of physics on high technology in six different fields (energy technology, new materials, information technology, biotechnology, space technology, and Ocean technology). It is shown that the new concepts and new methods created in physics and the special conditions and measurements established for physics researches not only deepen human's knowledge about nature but also point out new directions for engineering and technology. The achievements in physics have been more and more applied to high technology, while the development of high technology has explored some new research areas and raised many novel, important projects for physics. Therefore, it is important for us to strengthen the research on these major problems in physics.

物理学研究物质运动的最一般规律及其基本结构,是自然科学中最基本的学科之一。物理学研究范围很广,包括从基本粒子到整个宇宙,力、声、热、电、光等各种现象。物理学建立的新的概念和方法以及为物理学研究所发展起来的各种特殊条件和测量手段不仅大大深化了人们对自然界的认识,对其他基础学科有重要影响,而且为技术和工程科学的发展开辟了新的道路。

从历史上看,物理学对全世界三次大的技术革命起了非常关键的作用。

第一次技术革命开始于18世纪60年代,其主要标志是蒸汽机的广泛应用。这是牛顿力学和热力学发展的结果。

第二次技术革命发生于19世纪70年代。它的主要标志是电力的广泛应用和无线电通讯的实现。这是电、磁现象和电磁学理论的重大突破发展的光辉成果。

第三次技术革命发生于本世纪初,由于一些重要实验的发现(X射线、天然放射性、原子结构、电子的波粒二象性等)诞生了相对论和量子力学,奠定了近代物理学的基础,使20世纪成为物理学史上最富有创造性的年代。近代物理学所揭露的新的概念和事实,令人振奋地刷新了世界的面貌,促进了原子能、电子计算机、激光等的广泛应用。

80年代以来,一场以高技术为核心的科技革命,揭开了世界科技发展史上新的一页。高

技术是指对社会经济发展起极大推动作用的当代尖端技术或技术群,目前比较一致的看法是六大高技术群:能源技术、材料技术、信息技术、生物技术、空间技术和海洋技术。如果以这六大高技术为线索来看物理学对高技术的巨大影响,可以毫不夸张地说,很难举出哪一个高技术领域是和物理学无关的。物理学的研究成果源源不断地在高技术发展中得到应用,而高技术的发展又对物理学提出层出不穷的研究课题。21世纪高技术的一个重要特点将是信息技术广泛应用于各个部门,微观世界的规律进一步深化和渗透到各个领域。

物理学的发展非常迅速,在历史沿革的过程中,物理学中的一些传统学科如力学、电磁学、热力学等逐渐成为单独的学科。物理学和其他基础学科相结合又形成了许多交叉学科,如化学物理、生物物理、天体物理、大气物理、地球物理、海洋物理等。本文只讨论现在仍留在物理学中的相对独立的分支。如高能物理(又称粒子物理)、核物理、凝聚态物理、原子分子和光物理、等离子体物理、声学、理论物理等。

一、物理学与能源技术

世界对能源的需求量愈来愈大。为了适应今后的需要,除了大力开发象石油、天然气和煤这样一些传统能源外,对新能源开发利用、节约能源,必然成为引人注目的新技术。新能源技

术的主要内容是原子能的利用(包括核裂变和受控核聚变),太阳能的利用(包括太阳能发热、发电,太阳能制氢),地热、风能、海洋能的利用、生物能源又称绿色能源的利用(包括植物直接作燃料、植物产生油料和液体燃料能源),以及高效、低污染、经济的储能技术等方面。

毫无疑问,物理学中核物理和高能物理学关于原子核和基本粒子的组成、结构、运动及粒子之间基本相互作用的研究为新能源尤其是原子能的发现和利用提供了最直接最基本的理论基础和方法。等离子体理论的日臻完善使受控核聚变有可能成为人类理想的新能源,也使磁流体发电等工业应用达到更高的水平。聚变等离子体温度、密度变化很大,物质状态比较复杂,涉及到大量的原子分子过程。因而又使原子分子物理成为等离子体温度、密度测量、等离子体诊断和分析的重要手段。在人们已经能够制造核武器、核动力舰船、建造一般核电站的今天,物理学家在未来核能发展战略中,又提出了以快中子增殖堆、高温气冷堆和聚变、裂变混合反应堆的计划,这对下世纪实现核能的持续稳定发展具有重要意义。此外,燃煤磁流体发电是种高效、低污染的先进发电技术,它的研究与发展将在节省煤炭资源、缓解运输压力与减少环境污染等方面具有较明显的经济效益和社会效益。

在太阳能的利用方面,凝聚态物理和光物理发挥着关键的作用。预计90年代将会在光电、光热及光化学转换的材料和器件方面有较大的突破。

二、物理学与材料技术

材料是发展工业、农业、国防、科学技术和提高人民生活水平的物质基础,一个国家材料的品种、质量和产量是直接衡量其科学技术和经济发展水平的重要标志。

材料种类繁多,按组成,现代材料可分为四类:金属材料、无机非金属材料、高分子材料以及由这三类作为基体构成的复合材料。按用

途,现代材料分为结构材料和功能材料两大类:结构材料主要是利用材料的力学性能,如强度、塑性、弹性、韧性等。功能材料主要是利用材料本身具有的电、磁、声、光、热等物理特性或化学、生物特性。

现代材料的研究涉及到结构(电子、原子、分子聚集态等)、合成(热力学、动力学、化学反应、相变等)、性能(光、电、热、磁、力学、化学、生物等)、制备加工(单晶、多晶、微粉、薄膜、纤维、复合等)以及使用过程(断裂、磨损、腐蚀、老化等)五个方面。材料科学技术就是利用基础科学的成就和现代技术手段,借助实验研究和理论分析,阐述这五方面的基本问题和相互关系,最终达到正确使用和改进现有材料、进一步开拓新材料的目的。90年代,材料与人类的关系已由被动地满足社会需要向主动刺激社会需求方向发展。

物理学基础研究的新发现、新效应、新理论和新实验技术是材料科学技术的发展的主要动力之一。

凝聚态物理研究由大量原子、分子以相当强的相互作用凝聚结合而成的固体、液体、液晶形态的物质及其物理性质和规律。所研究的对象可以是金属、半导体、超导体、超流体、准晶体、电介质、磁性物质等等,是物理学中内容最丰富,应用最广泛,最活跃的领域,也是材料技术的基础。

半个世纪以来,凝聚态物理取得了巨大的成就,包括建立揭示物质各种现象和性质的理论方法和研究物理现象的实验手段,以及由此而导致的一系列材料和器件的发展。近二十年来,凝聚态物理的研究手段名目繁多,逐步向大型、精密发展以及与极端条件(极低温、强磁场、超高压、高能量密度、微重力等)配合,不断开发出新现象、生长新的研究前沿、开拓新的应用领域。

凝聚态物理中目前正在迅速发展的重要学科前沿有:高温超导电性、半导体超晶格物理、新型晶体和晶体学、新型磁性材料和物理、超微粒子物理等。

1. 超导电性

众所周知,凝聚态物理学中关于超导体方面的研究是很活跃的。Bardeen, Cooper Schrieffer 创立的超导电理论及高温超导的最新进展已促使人们议论一场可能的工业革命。高温超导研究之所以引起世界各国科学家的关注,是因为高温超导的广泛应用,将会给人类社会带来巨大的好处。利用超导体的无电阻和抗磁性的特点,可以研制出时速超过 500km 的会“飞”的磁悬浮列车,体积小、效率高、功率极大的超导电机,还可以实现无损耗地输电、储电储能、实现可控热核反应…。超导超级对撞机正在开始建造,超导核磁共振成像仪已在医学上应用;利用超导的隧道效应可以制作出对磁场或电磁辐射有极高灵敏度的探测器件,即 SQUID 器件,发展运算速度极高的电子计算机。

2. 半导体超晶格物理

半导体超晶格物理(半导体低维系统物理)是当代凝聚态物理学的新生长点和重要前沿领域。它是以具有各种人工剪裁能带结构的半导体低维电子系统(二维、一维、零维)为主要研究对象的半导体物理学。

大量的实验结果和理论预计表明,在能带结构经过人工剪裁的半导体低维系统中固体的许多基本物理属性,诸如电子态、元激发态过程和多种相互作用过程均表现出与三维固体十分不同的特性。在原子尺度上对半导体的组分、掺杂、层次结构的人工造构工程给人们最大的自由度来“设计”半导体。因此人们有可能来研究在天然半导体中根本不存在的新物理现象,从而大大开拓了半导体物理的研究领域。另一方面,半导体超微结构中呈现出的新物理现象和效应不断开辟了新的器件应用领域,把固态电子器件、光电子器件推入一个全新的、蓬勃发展阶段,因此,就其对今后半导体科学技术发展的影响而言,它的历史地位可以与 40 年代来的 P-N 结、晶体管的发明相提并论。

此外,在介观(mesoscopic)超微结构中,也即当半导体低维结构的尺度逼近各种描述固体的特征长度时(例如相位损失长度、热扩散长

度、弹性散射长度等等),电子作为电子波的量子属性在宏观输运现象中表现得越来越明显。在原来宏观系统中经杂质组态平均后的定域输运概念不再成立,必须用考虑电子波量子相干效应的非定域输运才能正确描述介观超微结构中的电导现象。这意味着固体物理学的研究进入了一个新的层次,要求物理学家发展和建立一整套的物理模型和理论处理方法。另一方面,随着集成电路的集成度的不断提高,单元尺寸不断缩小而进入介观尺度范畴,可以预计原来传统的孤立电路元件的概念行将失效。上述介观超微结构中的新输运理论也将成为设计下一代超大规模集成电路的物理基础。

3. 新型晶体和晶体学

晶体品种很多,功能各异,而且新的晶体和晶体的新物理效应层出不穷,在半导体,计算机,自动化,激光和光电子,遥感等新技术领域有广泛应用。晶体学这一学科是以晶体为主要对象,研究其原子排列的对称规律,结构特征,相变,缺陷及它们与物理性质的关系。同时研究其生长机理和规律,发展新晶体材料。晶体学无论是对传统的原子周期性排列的晶体的研究和新晶体的出现,还是发展到对准周期,非周期以及高维、低维结构特征的物质的研究都是十分重要的。

4. 新型磁性材料与物理

磁性材料在工业自动化、电气化、计算技术、信息雷达、导弹制导、电子对抗等国民经济和国防建设的各个领域占据着重要的地位,每一种新的磁性材料的诞生和应用都往往会引起新技术的巨大进步。在我国当前的改革形势下,能源、通讯、电子计算机、工业自动化等许多重要领域的发展都对磁性材料如永磁材料、磁记录、存贮材料、微波磁性材料等提出了更高的要求,迫切要求改进现有材料的性能,并不断研究开发新磁性材料,以满足国民经济和国防建设的需要。磁学和磁性材料的主要研究方向是:从探索物质磁性起源及材料磁性的基本规律入手,重点研究开发新型稀土永磁材料、磁记录材料、磁敏感材料、软磁材料、微波磁性材料、快速

冷凝材料和人工超晶格磁性材料等,促进新型磁性材料的应用。

超微粒子(纳米)固体物理

当粒度尺寸达到1—10nm数量级的小颗粒在保持新鲜表面的情况下压制成块状固体或沉积成膜时,会产生许多异常的物理现象。首先,由于颗粒为纳米数量级,具有量子尺寸效应。此外,颗粒之间的界面所占体积比很高,几乎达到50%。再加上界面呈无规分布,纳米固体中的原子排列既不同于具有长程序的传统晶体,也不同于具有短程序的非晶态材料,是既无长程序又无短程序具有新的物质状态的凝聚态固体。由于它具有不寻常的物理和力学性质(高热膨胀率、高比热、高扩散性、低饱和磁化率、高导电性、高强度、高硬度、高韧性等),最近被美国材料科学学会誉为“21世纪最有前途的材料”。这种新型固体的发现,使传统的凝聚态物理理论遇到了困难,吸引了国内外物理学和材料科学工作者的高度注意,世界上几个发达国家,西德、美国、日本、原苏联、荷兰等国家都投入不少力量开展研究。

超微粒子体系基本问题的研究为微电子技术、集成光学、光计算、光存储、分子电子学的进一步发展提供重要的理论基础和工艺基础,是一项急需大力加强的基础研究

除凝聚态物理外,原子分子物理和光物理在材料技术中也发挥着十分重要的作用。许多重要的军事和高技术应用,例如X激光器和反导弹武器研究、激光催化、同位素分离等希望要有各种各样的原子分子数据,特别缺少的是最重要的光子、电子与原子分子碰撞数据,如截面、能级结构和寿命等。这些基本数据对于它们的研究和设计来说有决定性的意义。原子分子研究中产生的应用共振电离谱学能对超痕量元素进行分析,已成为地质找矿的重要工具。国内外不少著名科学家提出“原子分子工程”将会形成新的高科技领域。原子分子工程包括从原子分子出发来设计并人工合成新物质和用原子分子方法处理材料两个组成部分。后者在核废料的处理(使放射性消失)方面将大显身手。

物理

材料技术的重大进展也依赖核物理的研究成果作为基石。例如:核磁共振、穆斯堡尔谱学、离子束注入、离子束分析、正电子湮灭技术、活化分析、辐照技术(中子、 γ 射线等)目前都得到了广泛应用。核物理研究使用的加速器在材料加工方面,可用于高分子材料和固体材料改性、合成,集成电路工艺,辐射损伤模拟等等。

等离子体的工业应用范围很广,例如用等离子体进行表面改性和薄膜处理,具有一系列优点,已广泛用于电子、机械、纺织、航空、印刷、海水淡化、太阳能电池方面,还可以用于等离子体切割、焊接、喷涂及化工等方面。

三、物理学与信息技术

信息技术是有关信息产生、获取、识别、转换、组织、存储、处理、显示、控制和利用的技术。信息技术的内容在现代已重新定义,它包括传感技术、通讯技术、计算机技术和自动化技术。

传感技术的任务是高精度、高效率、高度可靠地采集各种形式的信息。为此,需要大力发展遥感、遥测和各种各样高性能的传感器、换能器和显示器以及地球资源卫星遥感技术、红外遥感技术、次声和超声检测技术、超导检测技术等。

通信技术的任务是要高速度、高质量、准确、及时、安全、可靠地传递和交换各种形式的信息。90年代将继续大力发展光导纤维通信、卫星通信、程序控制交换、智能终端等容量大、质量好、覆盖面积广、快速灵敏、安全可靠的通信技术。

计算机是信息处理的工具,90年代的计算机技术将向高速度、高智能、网络化的目标前进。自动化技术是一门单独的学科,但由于愈来愈多地依赖于计算机的使用,也被列入信息技术的范围。生产过程的自动化控制和计算机辅助设计以及智能机器人的设计和制造是自动化技术的主要发展方向。

众所周知,无线电通讯的实现是物理学中

电、磁现象和电磁学理论的重大突破带来的光辉成果,而在现代,物理学对信息技术有重大影响的学科首推原子分子物理、光物理和声学。

原子分子物理和光物理是两个既有区别又有密切联系的学科。原子分子物理是研究原子与分子的结构、运动规律以及相互作用的学科。光物理是研究光的基本性质、光的产生、传输、接收、显示及其与物质相互作用的学科。原子分子物理和光物理对信息技术最深刻最重要的推动无疑是激光的发现,通信的面貌从此焕然一新。激光出现后蓬勃发展起来的非线性光学在激光技术、信息处理和存储、计算技术等方面有重要的应用前景。有关光孤子的研究还有可能使超远距离无损耗通信成为现实。激光光谱具有常规光谱无法比拟的优点。原子高分辨率谱和原子超高精细结构的研究发展了新型原子频率和时间标准,促进了基本物理常数的精密测量,在国民经济和国防建设中有重要作用。

原子分子物理、光物理和凝聚态物理相结合产生了新的激光器、新的激光波段、新的相干光源和各种各样非线性光学器件。集成光学的研究为光通讯、光计算等信息领域将带来革命性的变化。

声学是物理学的一个重要分支,是研究物质中机械波的产生、传播和接收及其与物质的相互作用的学科。

声波在介质中的传播是声学基础研究中最重要内容。声波是弹性媒质中传播的物质扰动,它具有频率范围宽,传播媒质广,穿透能力强等特点。声波的频率范围已从 10^{-4} 的次声扩展到 3×10^{12} Hz的特超声,传播媒质包括气体、液体、固体与等离子体。低频声波可以穿透几十公里的大气,海洋与地层,特超声的分辨力可达到分子尺度。声波不仅是传输信息的工具,人们还通过声波与物质的相互作用来探测物质内部结构,声波已成为研究物质结构的三大手段(声波、电磁波与粒子轰击)之一。

目前只有声波能够在海水中远距离传播,水声是水下探测,目标识别,通讯导航的主要手段,广泛应用于海洋开发与水下反潜作战中。工

业发达国家一直以巨额投资用于水声研究,特别是远程声传播的研究。超声在固体中传播研究促进了超声医学诊断与治疗,超声在固体中传播研究推动作了无损检测技术的发展以及在固体材料研究中的应用。噪声污染是当代环境保护中的主要问题之一,研究各类噪声产生的机理及其传播特性是控制噪声的最根本的途径。高频声子传播特性的研究已深入到物质的微观结构,并可能为凝聚态物理提供一种新的研究方法——声子方法。

语言声学及保密通信——语言声学主要分为语言分析、语言识别和语言合成三部分。语言声学与语言学、生理和心理学以及信息理论相结合可对人类语言的产生、接收、理解等高级神经活动与思维过程进行研究。语言识别的研究结合现代计算机的发展,使人可用口语操纵机器。声码器可使语言信息压缩几十倍,仍然保持良好的话音质量,可用于实现语言保密通讯,这对于军事指挥系统、经济信息和商业部门具有现实意义。

四、物理学与生物技术

生物技术也称为生物工程,它是生物科学与技术科学相结合的产物。

传统的生物技术,包括酿造、酶的使用、抗菌素发酵、味精生产和氨基酸工业等和新的生物技术之间有着质的飞跃和区别。这个突变,主要起源于近年来对遗传信息的破译。今天科学家可以通过基因的剪裁重组、细胞融合等方法在分子水平上改进生物性状。

预计90年代生物高新技术在农业方面将进入实用阶段。现在,已经可以见到在下一世纪出现一次新的“绿色”革命的曙光,可以预见将来的大田作业将是高产优质的优良品种,农业劳动将部分地由组织培养的试管苗和大规模工业化培养的植物细胞所替代;造成公害的农药将被成本低,无污染的新生物产品所逐渐替代;有些一年生作物可能被改变成多年生的;良种牲畜将快速繁殖;盐碱地和沙漠改造成森林和

农田的步伐将大大加速。这样，整个农业生产的面貌有可能发生根本的改观。

医药方面的应用约占整个生物技术的60%左右。高技术药物在90年代将进一步发展。将有20—30种新的基因工程药物投入市场。基因工程疫苗也已投放市场。

物理学对生物技术的贡献之一是生物大分子和DNA结构的测定。尤其是在物理学中隧道效应研究基础上建立起来的扫描隧道显微镜成功地观察到DNA双螺旋结构和三瓣变异结构是对生物学理论的有力验证。

光谱分析方法也是生物样品基本测量方法。现已发现癌细胞的光谱异常，从而使光谱成为检测癌病变的手段。由于物理学研究的需要发展起来的超快过程技术已成为研究光合作用中物质、能量、信息转移过程不可缺少的重要手段。

电子同步加速器和储存环产生的同步辐射强度高、准直性好、频谱宽，因而成为医学、生物学等学科研究中极有力的工具。例如，生物化学、医学中许多动态问题(如酶的活动)的研究，由于同步辐射的实现才有可能。

由于高能物理和核物理研究的需要发展起来的加速器技术已得到了十分广泛的应用。加速器可用于同位素生产、放射治疗、医疗器械消毒灭菌、食品保鲜、物品养护、环境净化和辐射育种。离子束育种就是用物理方法改变基因的性状的一个突出的例子。利用扫描隧道显微镜可以搬运原子，实现材料的原子级组装、加工。这必将对未来的生物技术带来重大的影响。

五、物理学与空间技术

空间技术的内容至少包括四方面的内容：应用卫星技术、载人航天技术、从空间研究地球及宇宙整体行为的技术和微重力科学技术。

毫无疑问，除了有关卫星、火箭发射、运行、控制等问题需要物理学的帮助外，天体物理、大气物理和地球物理是空间技术的重要背景理论

和设计基础。甚至等离子体物理和原子分子物理和光物理也起着十分关键的作用。宇宙中99%以上的物质都是以等离子体状态存在的，这是因为象太阳那样的恒星温度极高，那里的物质无疑都已电离。可见，在太阳物理和某些恒星系中等离子体物理无疑起着十分重要的作用。尤其是太阳活动对地球的影响是通过与空间等离子体的一系列综合过程来实现的。因此研究日地空间等离子体行为具有重要意义。飞行目标红外探测的光辐射传输过程和强激光传输中所遇到的原子分子问题直接影响空间军事应用的精确性。

预计90年代小卫星将有较大发展。小卫星可用于对地观测、数据传输、空间材料加工、查寻无线电干扰源以及空间科学研究方面。此外军事上也需要研制能机动发射的战术应用卫星。凝聚态物理研究的许多新材料和精密加工技术使卫星部件的小型化成为可能。

微重力科学在空间技术的发展中迅速发展起来。它包括了微重力材料科学、流体科学和生命科学。利用空间的有利条件，有可能发展成为受益巨大的产业，这已引起各国科学家和企业家的注意。

六、物理学与海洋技术

海洋研究与开发包含以下内容。

海洋动力学和海洋物理特性：包括海洋水体的循环与交换、海洋的温度状况、海洋的声学特性、海洋与大气层的相互作用、改进海洋环境与天气状况的长期预测方法。

海底地质学：海底和大陆架构成的地质学理论，建立世界海洋沉积层、硬壳和硬壳下部以及从海洋到陆地的过度地带的构成与形成模型，寻找探测和开发世界海底矿藏的方法，绘制海底地质地理图。海底地质学已进入一个非常引人注目的阶段。借助现代化的技术手段，人们可以直接观察到海底的成矿过程。海底蕴藏着大量的钴、锌、铜等各种贵金属的硫化物和铁锰结核体。深海钻探技术和能够住人的水下装

是 90 年代发达国家竞相发展的目标。

海洋生物和捕捞业生产能力的形成规律及其随时间和空间的变化情况。这些研究将找出合理利用和保护海洋生物资源的目标。

海水中提取贵重元素的研究,从海水中提取锂、铀等元素在现阶段已是经济可行的。

以上十分简略地分别讨论了物理学对六大高技术的影响,难免挂一漏万。事实上,高技术是相互关联、相互影响的技术群体,很难截然区分的。在实际应用中,往往采用的是高度综合的技术。例如,探索微观世界奥秘的主要工具是加速器、探测器以及数据获取和处理系统。随着探索微观世界层次的深入,加速器的能量越来越高,规模越来越大,建造高能加速器本身就是一项高技术,代表一个国家科学技术和工业发展的水平。

从高技术发展的总体上,我们最后来讨论理论物理学的特殊作用。

理论物理学把物理学各个分支学科对物质运动规律的研究成果,作出高度概括,表述为基本的定量的关系,建立起统一的深刻的理论体系。它的每一个重大进展都标志着人类对客观物质世界更深一步的认识,不仅影响实验物理的发展,导致现代技术领域各次革命性的突破,而且为辩证唯物主义的宇宙观提供新的证明。

理论物理学的研究成果是原子能、半导体、信息、激光、航天、电子等新技术和高技术的理论基础,是促进整个社会精神文明的重要因素。训练有素的理论物理队伍,又是国家的一支战略预备队,必要时可以和实验物理工作者配合来解决重大的国防和建设问题。

当前,一场争夺高技术优势的竞争正在全球范围内开展,并将日益激化。发达国家竞相制定和实施高技术研究发展计划,以此作为立国之本和新的国策。例如 1983 年美国制定了“战略防御计划”,1985 年西欧国家集团宣布了“尤里卡计划”,日本于 1986 年提出了“人类新领域研究计划”等等。我国于 1986 年开始制定了高技术研究发展计划(863)”,1989 年为了创

造有利于高技术产业形成、发展的环境和条件,又拟定了“火炬计划”。可以预言,在各国政府如此重视和大力支持下,高技术发展将十分迅速。这必然要对自然科学中最基本的科学之一的物理学提出更高的要求。

如果说,物理学已经建立的基本概念,深刻地影响着当代高技术发展的话,今天的物理学家面临着一系列更艰巨的任务。例如,在高能物理中,研究与标准模型有关的和探索超出标准模型的新现象,成为密切注视的问题。在未来几年内,几台进入 TeV 以上能区的加速器必将揭示粒子物理的新面貌。在核物理学中,已开创了重离子物理学和相对论性重离子物理学的研究,对揭示夸克-胶子等离子体这一新的物质形态有着重大的科学意义;在凝聚态物理中,表面和界面,新的结构(准晶、非晶和低维高分子等)及其性质、宏观量子现象(如高温超导)、人工结构材料等都是十分活跃的领域;在原子分子物理中的结构、碰撞过程和环境效应,以及在光物理学中的激光光谱学、非线性光学和量子光学也相当活跃;在等离子体物理学中,空间和天体等离子体(特别是日地空间等离子体)、聚变等离子体和低温等离子体的研究,对洞察宇宙中大多数物质和寻求充足的能源具有很大的吸引力;在声学中的超声、水声、语言声学、大气和地声学、心理和生理声学、非线性声学都是一些活跃领域;理论物理也在向微观未知世界方面转向宏观宇宙方面,以及向物质运动的复杂性和高级形式方面发展中形成了自己的一些前沿领域。物理学的深入研究必将产生现在还不可完全预料的成就,对高技术的发展产生重大影响。

物理学推动了高技术的形成,高技术又呼唤着物理学的进一步发展。因而,大力加强物理重大前沿课题研究,作出一批国际上有影响的高水平工作,使我国的物理研究在一些基础好,力量强的领域里首先进入国际先进行列,有着十分重大的意义。