

谈谈物理学领域的新兴与交叉学科

高 堃

物理学这样一门古老的学科,从 16~17 世纪的经典时代到 19 世纪末~20 世纪初的量子时代,每一次的理论大突破无不导致时代的巨大变革与发展,如电磁波理论的应用使世界不同地方的人们能互通声音,相对论的发现导致了原子弹的产生……而社会的巨大进步也反过来促进了物理学的快速发展。当人类的步伐在迈入 21 世纪的时候,物理学又将给人类带来些什么呢? 2004 年 4 月,杨振宁先生在考察中科院高能物理所的时候,曾指出 21 世纪是生物学的世纪,基础物理学要想取得突破性进展的可能性不大。如果说这是事实,那我们却不能否认另一种现象,那就是物理学基础理论在同其他一些学科交叉研究的过程中,着实产生了一系列对人类发展起重要影响和推动作用的成果和学科,这些都有着极其广阔而美好的应用前景。

纳米科技

上个世纪最后一年,在世界范围内出现了纳米热,这是因为纳米科技是 21 世纪最富挑战性的高科技领域。美国前总统克林顿 2000 年 1 月关于美国倡议资助发展纳米技术的讲话无形中为这场纳米技术热起到了推波助澜的作用。

那么到底什么是纳米科技?通俗地说,纳米科学是研究纳米尺度范畴的原子、分子和其他类型物质运动和变化的科学,而在同样范围尺度内对原子、分子等进行操纵和加工的技术则为纳米技术。

作为一个全新的学科领域,纳米科技正与材料学、电子学、机械学、化学、生物学等交叉融合,形成无数崭新的研究方向。纳米科学研究的最终目标是直接以原子、分子及物质在纳米尺度上表现出来的特性,制造出具有特定功能的产品。纳米科学的发展有可能从根本上重构在制造、药物、能源生产、环境管理、运输、计算、国防等方面现有的技术,导致人们对物质世界全新的理解和控制。

面对着即将来临的新一轮的科技竞争,我国也采取了一系列的积极措施。早在 1997 年北京大学就成立了纳米科学技术中心,成为国内高校第一个纳米科技研究中心。此后在 2003 年国家纳米科学中心成立,由中国科学院、北京大学、清华大学三方整合

而成,以期为进一步推动我国纳米科技基础研究和应用发展起到重要作用。

量子信息学

量子信息学是 20 世纪末新生的交叉学科,该学科是量子力学与信息科学相结合的产物,是以量子力学的态叠加原理为基础,研究信息处理的一门新兴前沿科学。由于量子特性在信息领域中有着独特的功能,在提高运算速度、确保信息安全、增大信息容量和提高检测精度等方面可能突破现有的经典信息系统的极限,因而量子力学便首先在信息科学中得到应用,可以说为信息科学和技术的持续发展开辟了新的原理和方法。

量子信息学包括量子密码术、量子通信、量子计算机等几个方面,近年来在理论和实验上都取得了重大的突破。

目前国内在做这方面研究的,当数由中国科技大学郭光灿院士主持的量子信息国家重点实验室。

自旋电子学

自旋电子学的诞生不过仅仅十多年时间,它是人们在研究半导体中载流子、掺杂磁性原子以及原子核等自旋极化性质的基础上,通过对电子自旋态的产生、注入以及运输的控制基础上产生的。一般来说可以分为两个研究领域:一是磁电子学,它是利用磁性半导体材料或者磁性/半导体的复合材料,将磁性引入到半导体中来,由此可以研制光学隔离器、磁传感器以及非挥发性内存等新的半导体器件。二是量子自旋电子学,它主要是利用电子自旋的量子力学特性。比如说,许多非磁性半导体中的自旋相对于电子极化有比较长的相干时间,并且可以被光场或电场控制,所以在一个量子力学系统中自旋控制很容易实现。这种性质可以促进新的固体量子信息处理器件的发展。

硅片上的元件密度是描述大规模集成电路进行信息加工能力的参量。按照 IBM 公司 1994 年发表的特殊报告讲到的,关于奇妙的芯片:元件的尺寸越小,芯片的功能越大,当达到信息写入点小于 10nm 时,存储密度达到 10^{12} bit/cm²,能存 10 万本书的信息,在一块 3.5 英寸大小的软盘上存入 500 万本书

的内容是可能的。1997年IBM公司利用自旋电子学原理生产出了新型磁头,正是这种磁头使电脑硬盘的数据存储量提高了几十倍。可以想像在自旋电子学方面的一系列突破,将给电子工业带来革命性的变化。

生物信息学

生物信息学是一门融合了生物学、物理学、数学、计算机等多学科交叉的学科。它是把基因组DNA序列信息分析作为源头,找到基因组序列中代表蛋白质和RNA基因的编码区;同时,阐明基因组中大量存在的非编码区的信息实质,破译隐藏在DNA序列中的遗传语言规律;在此基础上,归纳、整理与基因组遗传信息释放及其调控相关的转录谱和蛋白质谱的数据,从而认识代谢、发育、分化、进化的规律。

可以想像要从事这样一门研究必须具备多学科的基础。首先,它需要一定的计算能力,需要有强有力的创新算法和软件。其次,它要与实验科学,特别是与自动化的大规模高通量的生物学研究方法平台技术建立广泛、紧密的联系。这些技术,既是产生生物信息数据的主要方法,又是验证生物信息学研究结果的关键手段。

目前,在国际上已产生了生物信息学工业这样一种产业。这是因为生物信息学既属于基础性研究,以探索自然规律为己任;又属于应用研究,其相关的分析与应用算法、软件和数据库,都具有重要的经济价值,最终都会形成商品,提供经济和社会效益。这一特点在现有的许多学科中几乎是

独一无二的。

在我国,这方面研究还处于起步阶段。1997年3月北京大学成立了生物信息学中心,中科院上海生命科学研究院也于2003年3月成立生物信息学中心,分别维护着国内两个专业水平较高的生物信息学网站。

应该说,交叉学科是我们这样一个时代的产物。不难想像,在先前一些学科自身都没有达到很成熟很完善的年代里,是不可能产生交叉学科的。同时也必须注意到,这些研究对我们的经济发展有着不可估量的作用。最近几年来,美国的一些最著名的大学,如哈佛大学、普林斯顿大学、斯坦福大学、加州伯克利大学等都投资几千万到1亿多美元成立了数学、物理学、生物学等学科交叉的新中心。目的很明显,就是为了在新一轮的竞赛中获得优势,并创造巨大的经济效益和社会效益。我国作为发展中国家,比起发达国家来,在已有的一些学科上相对还比较落后,但面对这些新兴的学科,大家都在同一条起跑线上,即使落后也不至于差很多,所以我们应该抓住这样一个百年难得的机遇,发扬吃苦耐劳的精神,努力奋斗。

还记得此前曾有科学家建议联大将2005年定为国际物理年,以此来缅怀100年前爱因斯坦那个时代的一系列伟大发现对人类社会的进步所做出的巨大贡献。那么,谁又能断言百年之后的人们不会因为我们这个时代所做出的这样一系列成果,也以同样的方式来纪念我们呢!

(江苏南京航空航天大学应用物理系 211100)

科苑快讯

欧洲航天局发射 第一颗充满水的卫星

欧洲航天局在荷兰航天局的支持下准备向近地轨道发射一颗充满去电离水的小型卫星。据报道,重量仅为129千克的“液体”卫星将进行一系列非常重要的科学实验,这些实验将来可以更好地理解液体在微重力条件下的特性。

卫星取名为Sloshsat-FLEVO,准备在2004年10月用“阿丽亚娜-5”型运载火箭发射升空,它除了携带33.5升水之外,还携带有270个传感器,这些传感器专门用来检测立方体外形卫星储水容器内部液体的分布,另外还携带有大量温度、压力和

加速度探测器,这些探测器随时测量储水容器中17个不同点处的指数。卫星本身安装有3台光纤陀螺仪和6个加速度表,专门用来收集卫星作机动飞行时的指数。

科学家认为,关于水在微重力条件下特性的数据将在两周内传回地球,但是实验的“纯”时间只有24小时左右,而科学家首先力求测量水在卫星移动过程中的分布。重要的是应该指出,现在已研制出大量描述液体动力学的模型,然而所有这些模型都不能很好地适合在太空中应用。因此,能很好表示水在微重力条件下特性的第一个模型能帮助科学家研制新的航天技术装备和液体控制系统。

(周道其译自俄《计算机在线》2004/10/14)