

提高固体物理在高等工程教育中的地位

丛选忠 宋庆功

(河北理工学院 063009)

随着新世纪的到来,人类社会将发生深刻的变革,并诱发一场新的产业革命.全球和地区间的政治、经济将进入一个更加广泛合作和更加剧烈的竞争之中.在综合国力的各因素中,科学技术将成为最有影响的因素,并会不断影响综合国力的其他因素.“创新”是21世纪国家发展的一个主要动力,各国在工程领域“创新”活动所涉及的范围将更加广泛,包括硬件、软件及其综合,宏观、微观及其衔接等.

高等工程教育源于工业发展的需求,其规模和水平有赖于工业发展的规模和水平,并为后者提供人才保证和智力基础.为了适应激烈的竞争和“创新”的形势,对21世纪高等工程技术人才在知识方面的要求是:不仅应具备本专业较深厚的基础理论知识和方法论,而且还应具有较广博的其他学科的知识,特别是材料方面的知识.理工交叉、文理渗透是当今高等教育的一大走向.在这种交叉与渗透中,固体物理和新材料技术所居地位十分重要.材料是人类生存和发展、征服自然和改造自然的物质基础,当今国际社会公认,材料、能源和信息技术是现代文明的三大支柱.许多重大新技术的发现和工业的进步,往往得益于新材料的发现.如:半导体材料的出现推动了电子工业的发展,在短短40多年里,使计算机技术不断更新.特别是几个原子层厚的半导体材料及其他新型光电材料的诞生,将把人类带到信息时代.各种新型高性能金属材料的研究成果,推动冶金工业(包括有色冶金工业)在冶炼、浇铸、加工和热处理等新工艺上的深刻变革.先进的结构陶瓷和功能陶瓷的问世,不仅标志着陶瓷发展史上第三次重大飞跃,而且还将推动整个产业界的巨大变化.高分子材料和先进复合材料研究的进步,已经并将继续促进航空、航天等高新技术及相关产业的发展.而超高温、超低温、超导、超

真空材料的研究与应用,将把人类带入到意想不到的“超级”境界.根据美国商务部1990年发表的《新兴技术:技术经济机会调查》报告预测,到本世纪末,全世界新材料市场的总营业额达4000亿美元,约占12项新兴技术总营业额的40%.据日本通产省对未来新材料的需求调查与预测报告称,到2000年日本市场规模为95000—126000亿日元,平均年增长率10%.面对日新月异的新材料科学技术和迅速膨胀的新材料市场,未来的工程师只有掌握一定的新材料技术,才能称得上知识广博的“通才”,才能打破学科壁垒,进行有价值的“创新”.

固体物理学是研究固体的结构及其组成粒子间相互作用与运动规律,进而阐明其性能、用途的学科,是固体新材料技术的理论基础.尽管早在18世纪阿羽衣(Hauy)就认为方解石晶体是由相同的平行六面形的小“基石”有规则重复堆积而成,并在此基础上,布拉菲(Bravais)于19世纪中叶发展了空间点阵理论;与此同时,人们还总结出诸如关于晶体比热的杜隆-珀替(Dulong-Petit)定律、关于金属导热和导电性质的魏德曼-弗兰兹(Wiedma-Franz)定律等重要的经验规律.但只是到了本世纪30年代以后,人们对晶体的认识才由表及里、由宏观到微观、由现象到本质、由定性到定量,并建立了固体电子态理论(能带理论)和晶格动力学.此后,固体物理学得到了迅速发展,50年代初建立的半导体物理,标志着固体物理学发展到了一个新阶段,推动了电子技术、计算机技术、自动控制技术等的前所未有的革新.随着生产和学科的发展,固体物理领域业已形成了金属物理、半导体物理、晶体物理和晶体生长、电介质物理、固体发光、超导体物理、固态电子学和固态光电子学等子学科.进入70年代以来,学科

之间相互渗透愈益深入,新技术、新方法的综合利用使得新现象不断出现.特别是近些年来,人们在固体元激发及其能谱、固体内原子间结合力的综合性质与结构的关系、在特殊环境下固体的性质、表面物理和非晶态物理等方面的研究,取得了累累硕果.

固体物理的研究内容及其发展,决定了它是固体新材料和新器件的生长点.工程技术人员只有掌握一定的固体物理知识及其方法论,才能在新材料技术的探索中实现理论与实践统一,使探索步步深入,加快到达彼岸的步伐.因此,在工科院校本科专业,特别是在钢铁冶金、硅酸盐工程、计算机及应用、机械电子工程、工业自动化仪表、工业电气自动化等专业开设固体物理学课程,使工科院校大学生掌握必要的固体物理学基本理论和基本规律是非常有益和十分必要的.这不仅有助于学生知识结构的理工结合、扩大科学视野,而且还为进一步掌握新知识以及今后的发展奠定牢固的知识基础.

二

工科院校所培养的学生主要是从事工程技术工作,它的课程体系、教学方法也都应有利于这一目的的实现.由于固体物理学是一门综合性很强的课程,需要较多的分析力学、量子力学、统计物理等方面的知识,这就使工科院校开设固体物理学课程的难度大大增加.那么,怎样才能使工科院校开设好固体物理学课程呢?笔者的体会是应把握住以下三点.

1. 教学内容上不要过于拘泥于课程本身的系统性.任何一门课程都有其自己的系统,毫无疑问,如按系统讲授,可使学生对该门课程有一更全面的了解,这是我国高等教育在课程讲授内容上通常所强调的.但是,工科各专业有自己的主干学科和主要课程,总学时一般又限定在 2500 以内,扣除实践性教学环节所用学时,理论授课学时大约 1800.如过于强调固体物理学自身的系统性,不但学时不允许,而且也无此必要.因此,课程的讲授要突出基本概念、基本规律等重点,紧紧抓住晶体的结构、晶体的 X 射线衍射、晶格的振动和能带理论中的

主要部分作为教学内容的核心.

2. 避免教学方法上的单一,形式可多样,粗细要结合.好的教学方法往往可以弥补学时少的不足,取得举一反三的效果.固体物理学的内容繁杂、知识面广.因此在讲授中应根据不同的内容和要求,采用不同的授课方法.有些内容,如倒格子的概念等,既重要又较抽象,就应该从其定义、性质以及用途等方面讲清楚;有些内容,如晶体的特殊对称性、晶体的结合等,可有重点的讲一下,主要让学生自学;而对一些复杂的公式,多数则不必细致推导,有的只要给出结果便可,关键是让学生明了公式中各部分的物理意义及整个公式使用条件与注意事项.要在传授知识的同时,尽量让学生更多地了解该课程的方法论,如:抓住主要矛盾,突出主要因素来研究的方法;从复杂的客体中,科学地抽象出理想模型来加以分析的方法;对于已得实验规律,进行科学假说的方法等.从某种意义上讲,方法论对学生的益处比传授的知识还要大.

3. 注意同后续专业课程的结合,激发学生的学习兴趣和学习的积极性.教学的过程,也是不断调动学生学习积极性的过程.任何一门课程,只有激发起学生的学习欲望,才能达到开设此门课程的目的,教学才能取得成功.对工科院校的学生来说,学习固体物理学的难度较大,如何调动起他们的学习积极性,就更有针对性.为此,首先应使学生明白固体物理学课程对他们是有用的,这就需要除在课程序言部分予以适当阐述外,还应在课堂讲授过程中注意与后续专业课程的结合.如对硅酸盐工程专业来说,倒格子、晶体的 X 射线衍射、能带理论在专业陶瓷课程里都将用到,故在讲授这些内容时要予以说明或留下伏笔,让学生思考、回味.其次要使同学感到,只要认真努力便可以学好固体物理学.这就要求要有合适的教学要求和教材,多采用启发式教学,多搞些上课下讨论,考核方式应灵活,并讲实效.

我院自 80 年代末在部分专业开设固体物理学课程以来,又先后开设了量子力学、统计物理等选修课,为理工结合作出了努力.