

Practices and Experiences on the Teaching of Solid State Physics

Ailin Xia*, Yaohui Lv

School of Materials Science and Engineering, Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui
Email: *alxia@126.com

Received: Oct. 4th, 2019; accepted: Oct. 23rd, 2019; published: Oct. 30th, 2019

Abstract

Solid State Physics is an important specialty basic course for the relative specialties of physics, materials and electronics. In this paper, the distribution of class hour, the teaching content, the choice of textbook, the teaching order of different chapters and the teaching methods are concluded according to the authors' teaching practices and experiences of more than ten years, which may have a certain value for the teaching of Solid State Physics.

Keywords

Solid State Physics, Class Hour, Textbook, Teaching Method

《固体物理》课程教学实践与体会

夏爱林*, 吕耀辉

安徽工业大学材料科学与工程学院, 安徽 马鞍山
Email: *alxia@126.com

收稿日期: 2019年10月4日; 录用日期: 2019年10月23日; 发布日期: 2019年10月30日

摘 要

《固体物理》是高校物理类、材料类和电子类等相关专业的一门重要的专业基础课。本文总结了在课时的分配、授课内容的选择、教材的选择、课程各章的授课顺序以及授课方法等方面作者十几年的教学实践和经验体会, 对《固体物理》课程的教学具有一定的参考价值。

关键词

固体物理, 课时, 教材, 授课方式

*通讯作者。

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《固体物理》是高校物理类、材料类和电子类等有关专业的一门重要的专业基础课[1][2]。固体物理主要研究固体材料的晶体结构及其含有的大量组成粒子(原子、离子和电子等)之间相互作用对物理性质的影响,其涉及的范围极广,包括金属物理、半导体物理、晶体物理、磁性物理、超导物理、固态电子学、固体发光、表面物理以及介观和纳米物理等众多的学科领域。与《量子力学》、《热力学与统计物理》等课程相比,《固体物理》是一门理论与实验结合得非常紧密的课程,有助于学生更深入地理解一些实验现象的本质。所以,虽然其理论性很强,但是却对学生毕业以后的工作起着十分重要的作用。笔者从事本科生和研究生《固体物理》教学已经十余年了,积累了不少教学经验。下面结合在安徽工业大学材料科学与工程专业教学《固体物理》的实践情况,谈谈笔者对《固体物理》教学的几点心得体会。

2. 《固体物理》教学的实践与体会

首先想要讲的是关于课时的分配和授课内容的选择。《固体物理》课程所覆盖的内容很广,除了晶体的结构、晶体的结合、晶格振动和晶体的热学性质、晶体的缺陷、金属自由电子论、能带理论以及电子在外场中的运动等基本内容外,还包括磁学、超导、半导体、光学以及纳米等专题内容。现今各校在制定新的教学培养计划时,基本上都会压缩专业课程的学分和学时。所以对不同的学校和不同的专业,在《固体物理》课时有限的情况下,需要根据自己的专业特色选择适当的授课内容。比如,笔者所在的安徽工业大学材料科学与工程专业,两个专业方向是新能源材料与器件和功能材料,是一个以新型功能材料为主、偏工的专业。2019版培养计划修订后,由于总学分和课时的限制,本专业的《固体物理》课程只有40学时的授课时间。考虑到专业后续会有磁性材料与器件、电子材料、能源材料、压电与铁电材料以及光电子材料等相关的课程,所以专题内容基本上不用在《固体物理》课程中讲授,只需要选择基本内容讲授就足以满足专业的需求了。而且,由于晶体的缺陷等内容,在《材料科学基础》课程中已经讲解得较多了,因此也可以忽略不讲[3]。综合以上因素,我们将《固体物理》的学时进行了这样的分配:绪论1学时,晶体的结构8学时,晶体的结合2学时,晶格振动与热学性质7学时,金属自由电子论4学时,固体的能带理论6学时,电子在外场中的运动7学时,习题课和讨论课4学时,另外还有1学时的复习课。这样课时的分配,基本上能满足偏工的材料科学与工程专业的需求。另外,在授课的时候,不但需要注意讲授课本上基本的内容,还需要注意引入相关材料和科技的最新进展,以使得授课内容不与时代和经济发展相脱节,而且还可以避免枯燥无味,更大程度地引起学生的学习兴趣。比如,笔者在授课的时候,在讲解晶体结构的时候,特别引入了准晶、分形等相关的有趣内容;在讲解声子谱测量的时候,会引入开放不久的广东散裂中子源的有关情况等。

其次是《固体物理》课程教材的选择。《固体物理》是一门很多专业都需要上的专业基础课,因而受众广泛。正因为如此,国内很多作者都编写了《固体物理》教材,给人以琳琅满目的感觉。不过黄昆院士的《固体物理》是国内第一本公认的经典教材[4],其它大部分教材或多或少都会有黄昆版《固体物理》的影子。笔者若干年前曾经在国内某一著名学术论坛做过一次《固体物理》教材使用情况的调查,结果如图1所示。考虑到国内教材内容更新缓慢的实际情况,调查对现在依然有很好的参考价值。可见,黄昆版的教材占据了近半壁江山,足见其影响力之大。正因为如此,据笔者所知,国内多数高校研究生

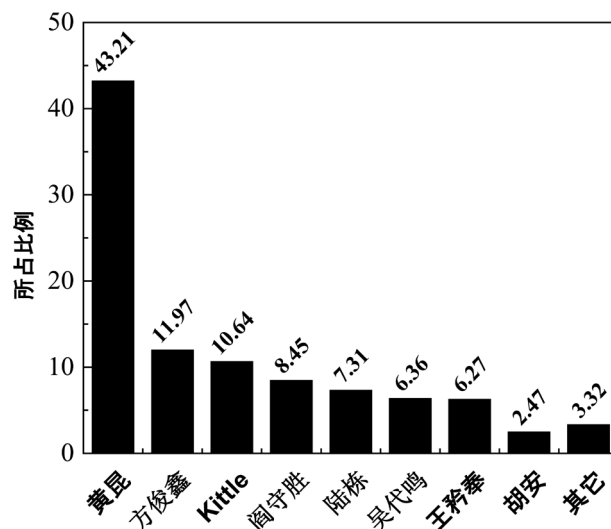


Figure 1. The main textbooks of “Solid Physics” used in China
图 1. 国内《固体物理》主要教材使用情况

入学考试都会将黄昆版的教材列为参考资料。考虑到实际情况,笔者也将黄昆版《固体物理》作为教材使用。但是,根据笔者多年的教学经验,黄昆版的教材有些内容对本科生而言,难度相对较大。因此,笔者在授课的时候,除了参考黄昆版的教材外,还会参考其它多本教材[5][6],综合选择易理解的授课方式和内容给本科生授课。比如讲解倒格矢的时候,笔者采取直接给出倒格矢的定义式和物理意义,然后再慢慢讲解其物理意义,这比某些课本上从理论上导出来倒格矢要简单和直观得多。又比如,对晶体的宏观对称性,参考文献[5]中采取作图的方式讲解,会显得更简单、更方便和更易理解。

第三,关于《固体物理》课程各章的授课顺序。目前,国内的《固体物理》教材很多,不同作者对章节的编排有不同的想法,所以编排顺序不尽相同。比如黄昆版的《固体物理》,先讲解“能带理论”,后依次讲解“电子在外场中的运动”和“金属自由电子论”;而其它某些教材,此三章的讲授顺序为“金属自由电子论”、“能带理论”和“电子在外场中的运动”。根据笔者在本科生教学中总结的经验,更倾向于后者。一般来说,《固体物理》课程前面几章分别是“晶体的结构”、“晶体的结合”和“晶格振动和晶体的热学性质”等。这三章分别解决的问题是晶体是由什么粒子按照什么方式组成的、晶体中大量粒子是由什么力(键)组成的和大量原子在晶格的微小振动是如何影响其热学性质的。这几章是从原子的层面出发的,而后三章“金属自由电子论”、“能带理论”和“电子在外场中的运动”则更深入一步到电子,三章内容分别讲授的是电子在不受力(即自由电子)、受到一种力(即晶格的作用力)和受到两种力(即晶格的作用力和外加场的作用力)这三种情况下的运动状况。显然这三章内容是逐步深入的,由易到难,笔者认为这种安排对本科生理解课程内容是有利的。

第四,关于授课方法。笔者向来认为,对不同专业,即使同一门课,授课方法也未必相同。因此,笔者的一些授课实践和体会只能作为同级别高校的相关专业作为参考。首先,笔者认为对《固体物理》这样的课程,必须要布置课后作业。《固体物理》理论性较强,学生很难在课堂上一次性理解物理模型和概念。笔者在课堂上就发现,学生对无论是对倒格子、布里渊区和有效质量等重要物理概念,还是对比热的爱因斯坦和德拜模型、近自由电子近似和紧束缚近似等模型,在课堂上都难以做到快速掌握和理解。通过课后作业,可以有助于加深学生对这些物理概念和模型的理解。其次,对重要内容不能齐备课时,需要反复讲解。比如对晶格、布拉菲格子等这样容易混淆的概念,只能通过多次举例加以融会贯通。又比如对于布里渊区这样抽象难理解的概念,要从晶格出发,到取基元,到布拉菲格子,到倒格子,再

到布里渊区, 理顺其来龙去脉, 多次讲解, 加深学生对概念的理解。最后, 笔者在课堂上经常采用因材施教的方法[7]。当然, 我们不可能对每个学生实施因材施教, 但是我们可以提醒不同层次需求的学生, 对课程掌握的深度。比如, 笔者经常会分别提醒那些考研和不考研的学生, 各需要掌握哪些内容、掌握到什么程度、分别需要参考哪些资料等。这样, 可以减小那些不考研学生的负担, 在一定程度上可以缓解这些学生对理论性较强课程的厌烦情绪。

3. 结语

总之, 《固体物理》是一门承上启下的课程。对我们学校的材料科学与工程专业, 前承《大学物理》、《热力学与统计物理》和《量子力学》等, 后启《磁性材料与元器件》、《电子材料与器件》以及《功能材料》等众多专业课程, 因而在大学本科教育中起着十分重要的作用。笔者总结了十几年来讲授《固体物理》的一些实践经验和体会, 希望能为同等次的兄弟高校相关专业授课教师提供一些参考价值。

基金项目

安徽省教育厅教学研究项目(No. 2017jyxm1208, 2018jyxm1286); 安徽省教育厅质量工程项目: 省级一流(品牌)专业(材料科学与工程, No. 2018ylzy066); 安徽省教育厅“六卓越、一拔尖”卓越人才培养创新项目(材料科学与工程卓越工程师教育培养计划, No. 2018zygc092)。

参考文献

- [1] 夏爱林. 固体物理课程教学改革研究与实践[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2012, 29(4): 93-94.
- [2] 韩成良, 周敏, 庄林林, 胡进. 《固体物理导论》教与学反思[J]. 教育教学论坛, 2016(19): 208-209.
- [3] 胡赓祥, 蔡珣. 材料科学基础[M]. 第3版. 上海: 上海交通大学出版社, 2010.
- [4] 黄昆, 韩汝琦. 固体物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1988.
- [5] 徐毓龙, 阎西林, 贾宇明, 罗佳慧, 曹全喜. 材料物理导论[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 1995.
- [6] 王矜奉. 固体物理教程[M]. 济南: 山东大学出版社, 2003.
- [7] 魏可媛, 赵勇. 普通高校教学质量评价体系建设——基于创新人才培养的视角[M]. 南昌: 江西人民出版社, 2018.