



PBL 教学模式本土化应用的研究与探索*

——以固体物理双语课程为例

吴雪 刘永

(燕山大学理学院 河北 秦皇岛 066004)

(收稿日期:2023-06-09)

摘要:在学校国际化课程体系建设的推动下,以固体物理双语课程为例,将 Problem-Based Learning (PBL) 方法借鉴到双语教学中,从课程教学设计、科研能力培养、思政教育融入多个角度阐述 PBL 教学模式的本土化应用.旨在培养当代大学生的自主学习能力、创新能力和民族使命的责任感.

关键词:固体物理双语课程;PBL;本土化

1 前言

近年来,在“双一流”和“新工科”建设背景下,高校注重学科专业建设和高水平创新型人才培养,对大学物理专业课建设提出了更高的要求,并带来了新的机遇和挑战^[1].2018年习近平总书记在北京大学师生座谈会上指出:“随着信息化不断发展,知识获取方式和传授方式、教与学关系都发生了革命性变化.要通过创新教育方法,实现全方位育人,让学生成为德才兼备、全面发展的人才”^[2].其中,“互联网+教育”为传统教学模式提供了新思路、新方法,使得学生在课堂教学中占据中心地位,模块化、定制化内容满足了学生个性化和多样化的学习需求,使学生主动学习.因此,固体物理课程也需要抓住机遇,将创新教育方法应用到传统教学模式中,紧密结合教育部提出的“强基计划”,突出基础学科的支撑引领作用.

Problem-Based Learning (PBL) 是以问题为导向的教学模式^[3-4],以小组学习为单元,注重团队合作,学生主动参与和自主管理,教师起引导和推动

作用.它起源于20世纪70年代,流行于欧美地区,许多国外高校采用这种教学模式,在人才培养方面取得了显著成绩.受限于教育资源短缺,我校目前采用大班教学,课堂学生人数在50~80人次不等,传统的班级讲授模式仍然是主流教学模式.因此,如何将PBL教学模式有效地应用到大班教学中,使学生能够主动思考、自主学习,在团队协作的基础上培养创新思维,是固体物理课程教改的主要目标.

2 固体物理课程改革理念及思路

固体物理是物理、材料、化学等相关专业的基础课程,主要研究固体物质的结构及其组成粒子之间相互作用与运动规律,以阐明固体的性能与用途.这门课程的特点是:不仅综合了量子力学、统计物理、普通物理等众多基础物理课程的知识,而且与物理学当前最大的分支学科凝聚态物理学紧密相连.因此,本课程在内容上有相当的深度和广度.本教学团队于2022年起开始双语授课,采用英文原版教材、全英文课件、全英文习题和考卷,中文授课.我们使用的教材是美国加州大学 Kittle 教授编写的

* 2022年燕山大学教学研究与改革项目“晶体物理学和固体物理学系列课程在线建设实践”,项目编号:2022XJJG072;2023年燕山大学教学研究与改革项目“与实验演示相结合的光学课程”,项目编号:2023XJJG102.

作者简介:吴雪(1990-),女,讲师,主要从事物理教育、低维材料的结构和电子性质研究.

Introduction to Solid State Physics^[5], 这本书是欧美知名高校通用的固体物理学主流教材, 内容内容丰富。双语教学实践表明, 本科高年级采用英文教材, 有助于大学生在科研中无障碍地阅读英文文献和撰写英文论文, 使外文水平得到极大的提高。

基于此, 我们从固体物理课程入手, 将 PBL 教学模式应用到双语教学中, 通过设计导向性问题, 引导学生主动思考, 激发学生的学习热情。基于传统教授模式, 寻找符合我校学生学情的本土化 PBL 教学模式。从课堂导向性问题设计、科研能力培养和思政教育融入 3 个方面, 有针对性地培养学生自主学习能力、创新思维和爱国情怀。

3 PBL 教学模式在固体物理中的应用

3.1 课程教学设计

固体物理学是一门重要的基础课程, 又是衔接物理学“四大力学”等基础物理知识和凝聚态物理学、半导体物理、材料科学等前沿领域的重要桥梁。根据本课程的特点, 我们在教学设计上, 首先是要讲好固体物理的基础知识, 借鉴 *Introduction to Solid State Physics* 教材的章节框架, 将其分成晶体结构、原子键合、原子振动、电子结构、物理性质这五大模块。每个模块内设计大量导向性问题, 引起学生的好奇心, 激发学习热情, 提高教师和学生课堂上的互动。教师抛出问题, 引导学生思考, 并鼓励学生之间讨论, 避开分组讨论, 提高知识传授的效率。

例如, 在原子键合模块, 教师提出问题: “原子如何结合到一起形成晶体? 原子之间的作用力属于哪一种? 核力, 静电力, 还是万有引力?” 通过学生做选择题的方式, 不仅回顾了 3 种作用力的大小和适用范围, 还深刻地理解了静电力是原子之间的相互作用力。在引导性问题的设计中考虑层层递进深入的理解知识点。再例如, 教师继续提问: “原子是中性粒子, 为什么它们之间可以形成静电相互吸引?” 由此引出原子键合的本质原因, 在原子成键的过程中, 原子中的电子会发生重排, 以使得总能量最小化。英文课件示例如图 1 所示。

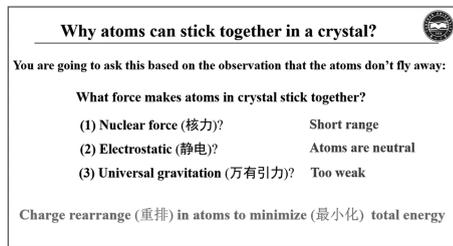


图 1 固体物理英文课件示例

在讲授时, 教学团队特别注重建立基础物理图像, 不回避必要的数学推导, 同时强调各部分之间的内在联系, 并通过晶体的平移不变性这一主线将之贯穿。进一步, 通过向学生展示如何利用“四大力学”的基础物理知识构建固体物理的物理图像、解决固体中的实际问题, 构建从基本物理原理到固体物理前沿再到实际应用系统的知识体系, 激发起学生运用基础理论知识开展科技创新的勇气和欲望, 培养他们的科研创新能力。

为了进一步加强这方面的训练, 我们将一部分知识点以习题的形式布置给学生, 让学生在课后运用固体物理学的知识, 通过自己的推导和计算完成知识点的学习, 加深印象, 培养能力。在双语授课中, 我们借鉴英文教材的关键概念表述, 为使得概念形象化, 在课件中辅助以物理图像解释。除此之外, 还借鉴了教材的公式推导, 汲取英文教材的优点, 凝练总结制作成符合我校学生学情的电子课件, 供学生学习使用。

考虑到固体物理的教学内容是从晶体的三维空间结构、原子的成键作用和电子波函数出发的, 具有内容抽象的特点。因此在教学设计上, 突出形象化教学, 在课件中加入了大量示意图, 并引入 Materials Studio 材料模拟软件辅助教学, 如图 2 所示, 从 file-import-structures 导入具有不同对称性的典型晶体结构, 除了直观形象化教学, 学生利用模拟软件还可以自主查看晶体的布里渊区、倒格子和正格子、原胞与晶胞、对称性等等。根据凝聚态物理学的科研实际, 在课件中加入大量有关固体物理性质的数据表格, 以此加深学生们对物理性质的数量概念, 为今后的科研打好基础。

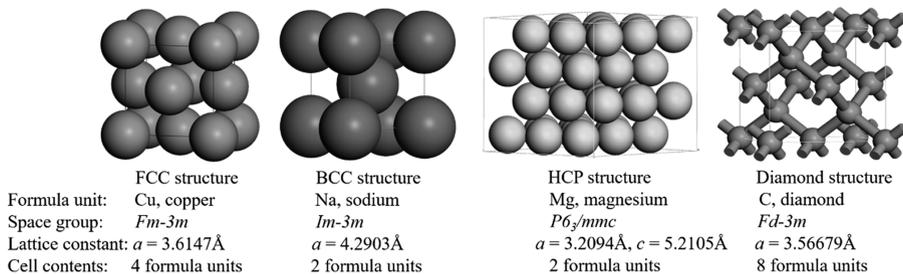


图2 几种典型晶体结构(来自 Materials Studio 软件)

3.2 科研能力培养

大学物理是高中物理到研究生教育的过渡具有承上启下的作用,固体物理课程对大学生科研能力培养的指向性更加明显.因此,我们将凝聚态物理学的前沿知识和思维方式融入固体物理教学,为学生们未来从事凝聚态物理学和相关领域的研究打好基础.

由于当前凝聚态物理学发展迅速,因此我们在教学内容的选取上既要适当反映前沿进展,又不过多追赶“时髦”.真正能留下来,写进教科书的,值得给学生讲授的,还是那些共性的、基础的物理图像.我们在介绍凝聚态物理学前沿时,重点讲授物理学家分析问题的思维范式、解决问题的思想方法,例如 P. W. Anderson 关于多粒子体系演生物理的思想.在电子结构模块之后,给学生布置一道作业题,利用 Materials Studio 软件自主选题,模拟一个晶体结构的声子谱或态密度,初步训练学生的科研能力.计算出来的声子谱和态密度,又可以返回来和课件中的示例对照,培养学生的科研兴趣,给予充分机会,锻炼学生的自主学习能力.

3.3 思政教育融入

为了贯彻立德树人根本任务,我们充分挖掘蕴含在固体物理中的思政元素,将之融入课程教学.首先,在讲解关键物理图像的时候,利用辩证唯物主义的基本原理,例如从有限和无限的对立统一来理解晶体的“无限大”和平移不变性;从主要矛盾和次要矛盾的角度解释物理学家如何做近似.其次,为了增强学生们的文化自信和制度自信,鼓励他们学习中国固体物理学家们为国献身、勇攀科学高峰的精神.我们在讲授晶格动力学时,介绍老一辈中国固体物理学家如黄昆先生的科学成就,在讲授量子霍尔效应和拓扑材料时候,介绍以薛其坤院士为代表的一批当代中国凝聚态物理学家的科学成就,在介绍晶

体结构和晶格振动的实验测量技术的时候,介绍上海同步辐射、东莞中子源等大科学工程装置.甚至,思政教育也可以以布置作业的形式开展,例如,薛其坤院士的“外号”为什么叫“711 院士”?使得学生不仅在课堂上学习到霍尔效应,课下还了解到成功都是建立在努力的基础之上.激励学生刻苦学习,深刻体会“凿井者,起于三寸之坎,以就万仞之深”的道理.

4 PBL 教学模式本土化应用创新点和效果

本课程在教学方法的改革创新方面,形成了以下两个方面的特色.首先是灵活、系统的导向性问题设计,取得了显著的教学效果,提高了学生的学习兴趣,使得固体物理课堂生动、活跃.其次,在课件中吸纳凝聚态物理专业相关的前沿进展,打开了学生的眼界,让学生认识到生活与科研息息相关,缩短学生与大科学家之间的距离,激发学生的学习热情和科研的意愿.教学内容上,引入凝聚态前沿进展,增加“总结和展望”,从几个角度共性的讨论和拔高,一方面深化对基本概念的理解,另一方面对固体物理的基础知识从完美晶体推广到表面、低维、非晶等,并通过概念的扩展,自然地引出当前凝聚态物理学的前沿方向如超导、强关联、拓扑、光子晶体等.

5 总结

基于固体物理双语课程开展 PBL 教学模式,积极推进学生学习效率的研究和教学改革实践,学生反馈和教学效果充分证实了本土化的 PBL 教学模式是有效的.尊重传统教学模式和真实学情,建立学生为教学主体,教师为教学辅助的模式.利用好导向性问题设计,根据不同学科的特点,在尊重学生认知规律的前提下,完全可以做到引导学生主动思考,激发学生自主学习,培养出专业基础扎实的创新型人才,为祖国的建设添砖加瓦.



基于大学生视角的大学物理 与中学物理差异化研究

齐佩佩 王亚淑 祖艺文 麻焕锋

(商丘师范学院电子电气工程学院 河南 商丘 476000)

(收稿日期:2023-03-21)

摘要:物理类课程作为所有理工类学科的基石,是所有理工科学生的必修课,其重要性不言而喻。然而从中学物理到大学物理的学习方式、教学习惯和课程难度的转变使得部分大一新生难以适应。基于大学生视角,从大学物理与中学物理差异化角度出发,针对学生心态、教师教学方式、学生学习习惯3个方面进行了研究与探讨,并提出了解决方案,以期对中学物理与大学物理的有效衔接提供教与学两方面的参考。

关键词:大学物理;中学物理;学习方法;差异化

物理学是理工学科的基石,同时也是一门逻辑思维较强的学科。物理学是探索物质宇宙中基本构造、一般性质、普遍运行原理以及所需要的研究手段

和思想途径的自然科学。从物理学科的发展历史中不难看出物理学对理工学科的重要性。物理知识的实际应用往往作为衡量一个国家科技水平的重要依

参考文献

- [1] 彭艳华,李明枫,廖斌,等.“双一流”建设与“新工科”背景下工程创新型人才培养研究[J].创新创业理论与实践,2020,3(12):86-87.
- [2] 习近平:在北京大学师生座谈会上的讲话[N].新华社,2018-5-3.
- [3] ANETTE Kolmos. *PBL Curriculum Strategies: From*

Course Based PBL to a Systemic PBL Approach, *PBL in Engineering Education*[M]. Rotterdam: Sense Publishers, 2017.

- [4] 朱志良,吴海娜.奥尔堡大学PBL教育模式对我国高等教育变革的启示[J].大学教育,2021(9):38-41.
- [5] CHARLES Kittel. *Introduction to Solid State Physics*[M]. 8th edition. John Wiley & Sons Inc., 2004.

Research and Exploration on Localization Application of PBL Teaching Model

—Taking the Solid State Physics Bilingual Course as an Example

WU Xue LIU Yong

(School of Science, Yanshan University, Qinhuangdao, Hebei 066004)

Abstract: Driven by the construction of the international curriculum system, this paper applies the Problem Based Learning (PBL) method to the bilingual curriculum of solid state physics. This paper expounds the localization application of PBL teaching mode from the aspects of curriculum teaching design, scientific research ability training, ideological and political education integration. The target of curriculum is to cultivate the contemporary college students having the independent learning ability, innovation ability and sense of responsibility of national mission.

Key words: the bilingual curriculum of solid state physics; PBL; localization application