

# 原子核物理课程的教改研究<sup>①</sup>

夏冬梅

重庆大学 动力工程学院, 重庆 400044

**摘要:** 根据原子核物理课程的特点, 从课程内容, 教学方式两个方面探讨了原子核物理的教学改革方向. 通过合理地设置教学内容、增加实践环节和引入学科前沿等来合理地构造学生的知识架构, 提高学生的学习兴趣. 通过引入科学的教学方法和评价手段来提高教学效果.

**关键词:** 原子核物理; 核工程与核技术; 教学研究

**中图分类号:** G642.0

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-5471(2018)11-0162-04

原子核物理是 20 世纪形成的学科, 这门学科是随着近代物理以及近代核科学与技术的应用需要而逐渐发展起来的<sup>[1]</sup>, 自形成以来一直是一门前沿学科. 物理学是以研究物质的运动规律及其基本物质结构为基础的学科, 原子核物理是物理学的一个重要分支, 研究介于原子与粒子物理之间的物质结构层次, 而介于原子核粒子物理的层次即为原子核. 原子与原子核为物质结构的两个不同层次. 从发现原子的核式模型以来, 原子就被分为原子核与核外电子两部分. 原子核在原子的中心, 占主要质量, 核外电子绕原子核做高速运动. 元素的性质, 比如化学性质、物理特性、光学性质则几乎只跟核外电子有关; 核的放射性衰变和核反应等则由原子核决定. 原子核的现象相比于原子的现象更不容易被人们察觉, 但却无处不在. 在现代社会的发展下, 人们可以观察到越来越多的核现象, 比如核电站中的反应堆, 其中就包含了大量的核反应和核衰变.

## 1 教学内容与课程设置

原子核物理是核科学与技术专业的专业基础课, 学好这门课能够为培养优质的学科专业人才打下坚实的基础. 学习这门课不仅要掌握好基础知识, 如核的结构、性质等, 还应当结合专业背景设置相应的拓展课程. 同时, 原子核物理是一门物理课程, 跟其他物理学课程一样, 它是一门以实验为基础的学科. 因此在学习中, 在关键章节应当设置相应的实践实验课, 来加深学生对基本知识的理解.

### 1.1 基本内容与先修课程

原子核物理是研究物质结构的一门学科, 学习原子核物理, 要回答原子核是由什么组成的, 有什么性质, 遵循什么样的运动规律, 有什么相互作用等基本问题. 学习原子核物理, 其基本知识包括: ①原子核的组成与基本性质. 原子核的基本性质一般指原子核作为整体具有的静态状态下的性质, 包括原子核的电荷、质量、半径、自旋、磁矩、电四极矩、宇称、统计性质及同位旋, 这些性质与原子核结构及其变化有非常密切的关系, 是原子核物理的基础知识, 也是原子核作为要学习的对象所必需掌握的知识; ②核力及核的模型. 通过观察到的原子核现象, 如放射性现象, 所了解到的核基本组成, 只是感性的认识. 对于核的结构以及核内部的力是如何将核的各个结构组成一个整体需要力学的解释, 通过核力的理论计算来对核的现

① 收稿日期: 2017-09-08

基金项目: 国家自然科学基金青年基金(11505018).

作者简介: 夏冬梅(1986-), 女, 副教授, 主要从事核探测器, 粒子物理实验.

象进行解释. 同时通过这样的理论建立核的模型, 通过模型形象地建立核的构造, 更深刻地理解核的性质; ③原子核的衰变, 包括  $\alpha$  衰变、 $\beta$  衰变、 $\gamma$  衰变. 这些是人们最初观测到的核现象基本方式. 通过学习核的衰变规律, 来进一步学习理解核的结构和性质, 也为学习核的应用——射线技术打下基础; ④原子核反应. 原子核自发的衰变是一种自然现象, 而核的反应则是人类为研究核的性质, 探索核的应用而发展起来的. 学习核的反应, 探索核反应的规律能够进一步理解核的性质, 同时为核技术的应用打下基础. 核的基本组成、核力与核的模型、核的衰变和核反应均是学习原子核物理的基本内容, 只有学习了这些基础知识, 才能够基于核的基础知识来进行运用和研究.

学习原子核物理需要学生已经学习了大学的基本数学课程, 除此之外, 学生需要学习量子力学作为先修课程. 虽然根据不同学科方向, 教师对该课程的内容设置和深度设置有所不同, 但是量子力学是学习微观物理学的支柱<sup>[2]</sup>, 原子核物理中的思想很多也是来源于量子力学.

## 1.2 实验课程实践及应用

跟物理学一样, 原子核物理是一门实验性学科, 从现象—理论—实验检验, 逐步发展. 在学习中, 理论与实践相结合能够更好地理解课程中抽象难懂的概念, 因此在学习中相应的章节设置对应的实验实践环节将大有裨益. 如重现原子核物理中的经典实验, 由于核的实验需要从放射源, 到探测器, 到电子学, 再到数据获取, 一整套设备, 有的实验甚至要求真空环境或要求精密度非常高的仪器和设备, 实现起来将耗费较大的资金. 因此, 教师可设置一些相对简单的实验, 如观察核的放射性现象. 利用半衰期较短的放射源来观察衰变的衰变规律; 或利用中子源, 观察中子核反应现象等. 这样的实验将抽象的、看不见摸不到的核的现象转换为可见的实验现象, 沿着先驱科学家们的足迹, 深入理解核的组成结构、性质, 建立科学研究的思维.

核的应用非常广泛, 在当代工业、农业、医疗、能源和军事等领域中均有广泛的应用<sup>[3]</sup>. 为了提高学生对原子核物理的学习兴趣, 设置适当的实践环节能够极大地激发学生的学习热情, 还能增加学生的知识面, 以及对这门课的认识. 到生产实践中参加实习, 比如到核电站参观实习, 动手操作模拟机; 比如到科研院所实习, 参加实验研究; 或者让学生自己进行参观调研, 撰写实践报告等, 了解当前核技术应用的前沿.

## 1.3 结合学科背景设置课程内容以及引入学科前沿:

对于原子核物理的学习, 不同学科背景的学生在课程设置中可以有所差异. 例如对于偏基础研究型的学科, 在学习原子核物理时, 应该对课程中涉及的力学知识做更深的要求, 而对于核的应用可做适当的了解; 对于偏工程技术类的学科, 对核的基本知识的掌握的基础上, 应增加更多的核技术相关的知识, 比如射线与物质的相互作用、加速器原理和同位素分离技术等. 这些知识为核技术在能源工程、军事、技术中的应用打下基础.

在教学中引入学科前沿有助于提高学生的学习兴趣, 拓展学生的视野. 原子核物理从基础领域来说, 其研究前沿为粒子物理学相关前沿; 从核技术应用方面来说, 比如在医学领域中和在军事领域中, 粒子物理如中微子振荡, 是当前粒子物理与核物理研究的前沿. 2012年由我国牵头的大亚湾反应堆中微子实验, 发现了中微子新的振荡模式<sup>[4]</sup>, 取得了举世瞩目的成就, 获得了国家科技进步一等奖、基础物理突破奖等众多殊荣. 而中微子是原子核物理放射性衰变中的内容, 在理解  $\beta$  衰变的机理、现象中非常重要. 教师在讲解该部分内容时, 应当结合当前的研究动态进行拓展, 能够极大地增强学生的学习兴趣. 核技术应用中的前沿不胜枚举, 比如重离子治癌也是当前核技术应用的前沿和热门, 传统的  $\gamma$  刀和由于重离子在物质中沉积能量存在的 Bragg 峰, 使得利用重离子治疗癌症能够大大降低射线对好的组织或细胞的伤害, 极大地降低放射性治疗癌症的副作用<sup>[5]</sup>. 课堂教学中增加这些前沿知识, 能够拓宽学生视野, 增强学习热情, 也能更好地理解基础知识.

## 2 教学方法与评价方法

### 2.1 探索式教学方法

教学中, 可引入探索式教学方法来激发学生的学习热情. 探索式教学可以从三个方面体现.

1) 课前提问. 在课堂中, 抛出问题, 如  $\beta$  衰变中的电子是本身就存在的吗? 启发思考, 会极大地提高

学生的兴趣. 如果每堂课都能够让学生带着问题来上课, 学生的专注度将有所提高, 学生会是教学过程中更好的参与者, 有主角意识. 然后在课堂结尾处, 通过学习本节课的内容来回答问题, 使学生学习有成就感, 激发学生的兴趣.

2) 课后探索. 在学习某些知识时, 提出具有代表性的科学问题, 如生活中有哪些  $\beta$  衰变现象或者是哪些是运用了  $\beta$  衰变的, 让学生课后通过查阅资料或者实验回答问题, 最后可通过课堂报告或提交小论文的方式回答实际生活中的  $\beta$  衰变. 通过有针对性的学习探索, 学生能够深刻地掌握所学知识.

3) 给学生主动话语权. 在课前和课后给学生时间去思考、提问、回答该节课的内容, 鼓励学生主动发现问题、解决问题, 而不是被老师“牵着走”. 设立课堂合作小组, 采取指导、自学的教学形式, 一是增加学生的合作意识; 二是让学生尝试发现, 体验过程中的创造性; 三是互相学习, 相互借鉴, 逐步完成对知识的认识. 对学生提出的问题和观点都耐心解答, 给学生足够的自信去表达自己的观点和看法.

## 2.2 双语教学

原子核物理作为一门专业基础课, 其中会出现许多专业词汇. 而核科学与技术专业的毕业生将来工作的单位, 通常都会涉及到跟世界最先进的科技、技术和仪器打交道. 为使学生更好地适应未来的工作科研, 在课堂中适当地引入双语教学, 对提高学生的综合素质将有所帮助. 具体来说, 可以通过教学中利用英语课件上课; 课堂中穿插英文原版文献阅读, 分享阅读心得; 提交英语报告和作业等多种形式来提高学生的英语能力.

## 2.3 互动教学

互动教学可通过课堂互动和课后互动两方面来教学, 课堂上可通过老师提问学生答和学生提问教师答这两种形式来形成互动. 也可适当地增加课堂讨论, 选取课程中典型问题, 如原子核物理中  $\beta$  衰变的能谱连续谱等, 这些也是学生较难理解的问题, 通过分小组讨论, 采取部分小组成员课堂发言的形式, 使学生能够积极思考, 参与讨论, 达到最终理解课堂知识的效果. 课后互动体现在可在课后建立讨论组或答疑组, 通过微信或 QQ 进行实时交流, 让学生提出最关心的问题, 提高学生的学习兴趣, 增加学习体验; 在学生遇到疑问时, 及时解疑答惑. 在沟通交流的过程中, 了解学生学力层次的分区, 尽量照顾到不同学习能力的同学, 避免“后学生吃不饱, 弱学生消化不了”的局面.

## 2.4 评价方法探讨

目前考察学生学习原子核物理的成效主要是通过期末考试, 即使增加了平时成绩, 期末考试成绩也占了 70% 以上的比例, 这样的考察方式比较片面、单一. 通过对平时上课的互动状态、实验实践能力的考察和平时小测验的成绩等的综合, 可更客观地考察学生对该课程的掌握程度. 因此成绩设定时, 根据教师平时上课设置的各个学习考察环节而定, 科学全面地考察学生的学习知识、掌握知识和运用知识的能力, 以及创新思维能力等. 例如有的学生在课堂中思维很活跃, 思考很积极, 回答问题也正确, 在实验中动手能力也很强, 但考试成绩却不理想. 如果仅通过期末考试成绩来判定这样的学生对该课程的掌握程度, 就不够客观. 因此设置多维的考察方式对才能够更客观准确地考察学生的学习情况.

# 3 结 语

原子核物理是核科学与技术的基础学科. 本文从教学内容、方法和评价手段方面探讨了原子核物理课程的教学改革方向.

通过合理的设置教学内容, 让学生对该门学科有了足够的知识储备来进行以后继续学习; 设置实验课程实践能, 让学生将课堂上学习到的比较抽象的知识, 在实际运用过程当中有了更深刻的理解, 更有利于学生对知识的把握, 同时去工作单位参观实践能够让学生更直观地感受到了知识的应用, 增加了学生对课程的理解以及更好地了解学习目的, 让学生感受到了知识不仅仅停留在课本、课堂中; 在根据学生的学科背景设置课程内容之后, 学生对课堂上的学习更具有积极性, 对知识更加能够地深刻理解每一个知识点的运用领域; 增加学科前沿课程, 开拓了学生的眼界, 扩展了学生的思维, 在听取报告和提交报告的过程中发挥自我的独立思考能力和创新能力; 通过引导学生的学习思路, 提高了学生对课程的兴趣; 引入科学的教学方法和先进的评价手段, 更好地增加了学生的学习效果, 让学生意识到了学习不是为了应付考试,

大大提高了学生在课堂中的学习氛围，使学生掌握和运用知识能力得到了提升。

通过课堂反馈、课后交流、考试成绩以及评教来看，学生对改革后的原子核物理教学表现出更大的学习兴趣，学习成绩更好，不仅表现在考试成绩，还表现在对整门课的理解。实践课程和互动课程极大地激发了学生的学习热情和探索欲，大多数学生在实践课程和互动环节都积极思考，并能够结合及挖掘课本中学习的基础知识；而课程中穿插的前沿教学，也对激发学生的学习兴趣及帮助学生认识整个学科起到了很大的作用；科学的考核方式也响应了因材施教的教学思想，有利于激发非“考试型”的学生的学习热情，使得学生在平时的学习中就能够学到更多的知识。

当代的学生顺应时代的局势，互联网对他们的影响很大，枯燥乏味的课程方案已经无法吸引同学的注意力，对课程进行多元化的改进，能大大地提高同学对课程学习的兴趣和积极性，更易于学生吸收知识。在今后的教学过程当中还有很多需要改进的地方，比如，不能只是一味的传输知识，还应该在课后的时候与学生沟通，了解他们的感受和想法，这样能更清楚地知道在教学过程当中优缺点，以便后续继续改进。

#### 参考文献：

- [1] 杨福家. 原子核物理 [M]. 北京：原子能出版社北京图书发行部，2001：1.
- [2] 曾谨言. 量子力学 [M]. 北京：科学出版社，2013：5.
- [3] 罗顺忠. 核技术及应用 [M]. 哈尔滨：哈尔滨工程大学出版社，2009：2.
- [4] AN F P, et al. Observation of Electron-Antineutrino Disappearance at DayaBay [J]. *Physical Review Letters*, 2012, 108(17).
- [5] 叶 飞, 李 强. 重离子治癌相关研究 [J]. *原子核物理评论*, 2010, 27(3): 309—316.

## On Reform of *Nuclear Physics* Course

XIA Dong-mei

Power of Engineering of Chongqing University, Chongqing 400044, China

**Abstract:** *Nuclear Physics* is a professional basic course for students majoring in nuclear science and technology. To improve students' interest in the course and to enhance the teaching effect of the course, a good foundation should be laid for the students. In this paper, based on the characteristic of the course, the direction of reform about *Nuclear Physics* has been discussed according to course contents and teaching way. By reasonably setting up teaching contents, increasing practice parts, introducing disciplines and frontiers, we can rationally structure students' knowledge structure and enhance students' interest in learning. In order to improve teaching effect, we introduce scientific teaching methods and estimated means.

**Key words:** *Nuclear Physics*; nuclear engineering and technology; teaching research

责任编辑 潘春燕