

电动力学教学改革与实践*

刘发民[†] 陈强 林敬与

(北京航空航天大学理学院物理系 北京 100083)

摘要 文章结合“电动力学”课程内容的特点,采用课内内容与课外内容相结合,理论与实践相结合,吸引学生对自己感兴趣的内容作深入的了解与研究,并写出一份研究性论文或理论性较强的综述性的报告,从而使学生具有初步的分析问题和解决问题的科研能力.这一教学尝试,不仅提高了学生独立从事研究能力,而且也提高了教师的业务水平.

关键词 电动力学,电磁场,教学内容,课程论文,评价

Practice and reform in the teaching of electrodynamics

LIU Fa-Min[†] CHEN Qiang LIN Jing-Yu

(Department of Physics, School of Sciences, Beijing University of Aeronautics & Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract With reference to the coursework of electrodynamics we discuss how to combine in-class with out-of-class studies and theory with practice so that students will be able to truly understand something they are interested in and be able to write up a research or review paper. This would cultivate their ability to analyze and solve problems and to work independently, at the same time also improving the teacher's competence.

Key words electrodynamics, electromagnetic field, teaching material, course papers, grade papers

1 目前现状及存在问题

目前理工科学生普遍感到电动力学难学.其主要原因是(1)电磁场理论是建立在微积分方程基础上用来描述电磁场的演化规律的理论,要想很好地驾驭它,不仅要有较好的物理思想,而且要有好的数学基础;(2)电动力学的概念及规律比较抽象,公式推导复杂,计算困难;(3)虽然电动力学问题接近实际,但学生要理解和解决这些问题,需要一定的过程.由于上述问题的存在,使初学者常常感到电动力学课枯燥无味、难以入门;上课听讲似懂非懂,下课做题无从下手.

要想改变目前的状况,除了采用循序渐进的讲解方法之外,还需结合电动力学的应用实例激发学生的学习兴趣,使学生产生较强的内动力.我们认

为,把课内内容与课外内容有机地结合起来,引导学生对目前本课程内容应用较广、难度不大的课外内容进行广泛的学习、领会,并产生钻研本课程内容的兴趣.通过作者的尝试,取得了较好的效果.本文是电动力学课程教学改革与实践的总结,供参考与指正.

2 电动力学课程的特点

2.1 电动力学课的主要内容

目前,电动力学教材很多,在我们的教学研究中,主要参考了文献[1]—[7]所列教材,有的内容很深,有的从不同的角度论述,但其基本内容主要由

* 北京航空航天大学教学改革基金(批准号:130328)资助项目
2004-02-11收到初稿,2004-04-05修回

[†] 通讯联系人, E-mail: fmliu@buaa.edu.cn

四部分组成 (1)电磁场的性质及其计算 (2)电磁场的辐射与传播规律 (3)狭义相对论及高速带电粒子电磁场的辐射特性 (4)电磁场与物质的相互作用,等等。

2.2 电动力学课的特点

在“电磁场的性质及其计算”部分,主要是把抽象化的电磁场概念用微积分等数学工具表示出来,其难点是如何分析具体的电磁场问题,建立麦克斯韦方程及边界条件,求解出给定问题的解。这方面的问题首先是物理思想,其次是利用工程数学的工具解决实际问题。在“电磁场的辐射与传播规律”部分,其难点主要是电磁场推迟势的计算、天线辐射问题及电磁波在波导管中的传播等。这些问题都比较切合实际,会遇到复杂的数学推导及矢量运算,因而使初学者感到难以下手。在“狭义相对论及高速带电粒子电磁场的辐射特性”部分,其难点主要是相对论的四维协变规律、相对论动力学及高速带电粒子的电磁场辐射计算问题,这些问题同样存在复杂的数学计算,需要一定的时间才能逐渐掌握。在“电磁场与物质的相互作用”部分,涉及较深的物理思想及各种互作用机理,它是实现学生创新思维的最好内容,可让学生多提出一些电磁波与物质相互作用的方案,进行讨论。

3 电动力学教学改革方案

3.1 改革的依据

电动力学课是物理专业一门重要的专业基础课,工科中的电子工程、通信等专业上的是“电磁场理论”。电动力学课是在学生学完高等数学、数学物理方法、普通物理学等基础课程后开设的,此时学生已具有一定的基本知识结构,掌握了学科的一些基本概念和原理,以及这些基本概念和原理之间具有的内在联系等。在这种情况下,如何让学生一方面学习新知识,一方面运用所学知识分析日常生活中所见到的一些现象,并对某一研究领域有较深入的了解呢?因此,根据电动力学课程的特点,我们认为应当采用课内内容与课外内容相结合,理论与实践相结合,并把这些结合的层次从定性、半定量向更精确的定量分析发展,不断激发学生的学习兴趣,只有这样,学生才会迎难而上,使学生既能学到课内知识,又能学到这些知识的应用。

3.2 教学内容的改革方案

首先突出基本概念和物理思想,然后用多媒体应用实例激发学生的学习兴趣,再用严密的数学理论、逻辑推理得到物理规律,最后讲解物理意义及应用注意事项,等。在电动力学教学中,我们注意突出下列基本观点 (1)加强基本概念和基本规律,使学生牢固掌握这些基础知识,并能正确运用 (2)引入一些实际应用实例,例如,各种介质电容器、电磁阀、电感及变压器,电磁波发射与接收天线,等等,分析其设计思想及工作原理,以激发学生的学习兴趣; (3)引入一些前沿性研究成果,例如,电磁波在光子晶体中的传播规律,微波及其应用,电子制冷器等,使学生能开阔视野,拓宽思路。

3.3 课内内容与课外内容相结合的优点

让学生把课堂知识与实际应用结合起来学习,一方面使学生感到所学知识有用,另一方面知道在什么地方用,原理是什么,等等。因此,把课内内容与课外内容相结合具有以下优点 (1)有利于学生巩固所学知识,培养独立自主从事研究工作的能力; (2)有利于激发学生的学习兴趣,引导学生学好课内知识 (3)有利于开发学生的视野,使学生了解更多的课外知识。

4 课程论文的实施案

首先,我们在讲第一堂课时进行动员,讲解电动力学课的应用范围及部分应用实例,发给同学们电动力学课程论文参考题目及电动力学课程论文指导书,供同学们选择。其次,进行选题、查阅资料、论文的规范写作等指导,要求学生安排好自己的进度,需要做实验的学生,要写出所需原材料及实验设计方案。最后,按时交课程论文,并按评定标准给出成绩。

以下是电动力学课程部分论文参考题目及电动力学课程论文指导书。

4.1 电动力学课程论文参考题目

- (1)中国发电、输变电、配电设备的研究进展
- (2)电磁场系的逆问题——静态电磁场系的公式表述
- (3)电磁场系的逆问题——静态电磁场系图像优化设计
- (4)静电与空调
- (5)任意形状边界三维均匀电磁场问题的计算

与模拟

- (6) 麦克斯韦方程的逆问题
- (7) 各向异性介质的边缘电场
- (8) 铁磁介质的磁化问题
- (9) 三维旋转对称电介质平面散射问题
- (10) 导体柱和电介质柱的电磁波散射的数值计算与计算机模拟

- (11) 通电圆筒导体电磁场分布
- (12) 具有平行电场和磁场的非横场电磁波问题

(13) 高压电极形状及其周围电磁场分布与计算机模拟

- (14) 电磁波在圆形波导中的传播规律
- (15) 短波天线的电磁辐射及计算机辅助设计
- (16) 电磁场中矢量和伪矢量的拉格朗日函数
- (17) 电磁波与微波炉
- (18) 电磁波在手征介质中的传播问题
- (19) 机载雷达的电磁波辐射问题
- (20) 雷达波主要指 2—18GHz 的电磁波, 如何设计材料的介电常数和磁导率, 使电磁波在该材料表面的反射最小, 请提出几种可行的方案?

(21) 微波是指波长为厘米量级的电磁波, 试设计一种有序介质模型, 使微波的衍射现象较明显?

(22) 设想有一种介质模型, 它的介电常数或折射率在空间呈周期性分布, 请问: 微波通过此介质会发生什么现象? 请分析讨论? 试设计一种晶体模型?

(23) 红外波是物质本身的一种热辐射, 这种电磁波的波长在微米波段, 请问: 红外成像的原理是什么? 如何减少材料的热辐射率?

- (24) 偶极子振荡与电视塔
- (25) 雷电辐射的电磁场分布、模拟与实验
- (26) 天线的形状对接收电磁信息的影响
- (27) 如何防止宇宙射线对航天飞行器件的破坏和干扰?

(28) 电磁场与环境污染问题, 如何防止电磁污染?

(29) 在相对论条件下, 高速运动体的热力学问题

(30) 电磁波(光波)在植物生长中的作用? 起主要作用的电磁波作用的范围?

(31) 为什么材料及种子等物质经离子束作用或在太空经宇宙射线辐射后, 其内部结构会发生改变?

(32) 高压输电问题(电极、电线、线距等)

(33) 太阳黑子电磁辐射问题

(34) 电磁陀螺

(35) 试用电磁场理论分析黑洞的物理本质

(36) 地磁场的结构与作用, 若地磁场消失或磁极转变, 将会带来什么灾难?

(37) 大气中的电磁现象

(38) 电磁阀门与电磁开关的研究进展

4.2 电动力学课程论文指导书

4.2.1 选题

学生根据自己的情况及爱好, 选择适合自己并与本课程所学内容有关的题目, 或从日常生活中遇到的电磁现象出发, 进行讨论、立题. 建议题目要小, 能在 18 周之内完成.

4.2.2 操作

学生自己查阅资料, 自己加工整理, 完成 5000—10000 字的研究性论文或理论性较强的综述性文章. 需要做实验的同学, 请尽早报计划, 以便给予安排.

4.2.3 成绩评定的基本标准

(1) 所讨论问题是否具有创新性?(30%)

(2) 是否围绕主题进行展开, 论点及论据是否正确?(20%)

(3) 逻辑性是否清楚?(10%)

(4) 是否做了深入加工与讨论?(15%)

(5) 是否得到有益的结论?(15%)

(6) 论文写作是否规范?(10%)

根据上述成绩评定要点, 将给出电动力学课程论文成绩, 并将按一定的比例记入最后总评成绩单中.

5 教学收获

上电动力学课的学生共 63 人. 从电动力学教学改革试点以来, 同学们反映积极, 很快选好了自己所喜爱的研究领域和论文题目, 并着手查阅资料, 准备部分实验材料等. 经过一学期的努力, 共收到电动力学课程论文 47 篇, 其中单作者 36 篇, 二位作者 8 篇, 三位作者以上的 3 篇. 这充分表明同学们渴望通过自己的努力, 获取知识并能作一些深入的研究工作. 从论文所涉及的内容来看, 有综述中国输变电、配电设备的研究进展, 并对中国电网提出合理化建议的; 有设计新型天线的; 有研究电磁辐射对人体健

康的危害 ;有讨论如何预防电磁污染 ;有研究地磁场问题的 ;有研究黑洞问题的 ,等等。总之 ,电动力学课程论文的内容范围很广 ,几乎覆盖了整个电磁场的应用领域及其交叉学科。

6 结束语

电动力学在工农业生产、信息、自动化等各行各业 ,都具有广泛的应用。电动力学课是在学生掌握了高等数学、数学物理方法、普通物理等基础知识的条件下开设的。学生已具有一定的基础知识和分析问题与解决问题的能力 ,应该有目的地引导和发挥出来 ,使他们对自己感兴趣的、又与本课程内容有关的问题作深入的讨论 ,找出目前存在的问题 ,并写出一份研究性论文或理论性较强的综述性的报告。这种尝试 ,不仅有利于培养学生的独立自主的能力 ,而且有利于培养学生的基本科研素质 ,提高学生认识、探索自然界的思维方法。

参 考 文 献

- [1] 郭硕鸿. 电动力学. 北京 : 高等教育出版社 ,1997[Guo S H. Electrodynamics. Beijing : Higher Education Press , 1997 (in Chinese)]
- [2] 俞允强. 电动力学简明教程. 北京 : 北京大学出版社 ,1999 [Yu Y Q. A Concise Course on Electrodynamics. Beijing : Peking University Press ,1999(in Chinese)]
- [3] 蔡圣善 朱耘 徐建军. 电动力学. 北京 : 高等教育出版社 , 2002[Cai S S , Zhu Y , Xu J J. Electrodynamics. Beijing : Higher Education Press , 2002(in Chinese)]
- [4] 虞福春 ,郑春开. 电动力学. 北京 : 北京大学出版社 ,1992 [Yu F C , Zheng C K. Electrodynamics. Beijing : Peking University Press , 1992(in Chinese)]
- [5] 吴寿埭 ,丁士章. 电动力学. 西安 : 西安交通大学出版社 , 1988[Wu S H , Ding S Z. Electrodynamics. Xi'an : Xi'an Jiaotong University Press , 1988(in Chinese)]
- [6] J D Jackson. Classical Electrodynamics (Third Edition). John Wiley & Sons Inc , 1998
- [7] L D Landau , E M Lifshitz , L P Pitaevskii. Electrodynamics of Continuous Media (Second Edition). Butterworth Heinemann , 1984)

BSOE 北京晨辉日升光电技术有限公司

BEIJING SUNRISE OPTOELECTRONICS CO., LTD.

—— 专业激光及光电产品代理商

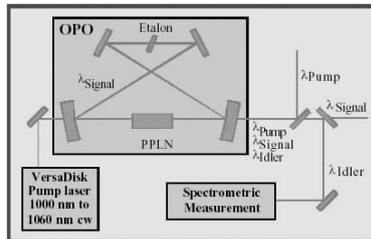
德国 ELS 公司

VersaDisk : 连续固体激光器 , 采用德国斯图加特大学专利 Thin Disk 技术 (DE 19835107A1) , 获得 Excellence Award 2003 大奖。

- 1030nm, 连续输出 :
 - 输出功率 : 5/10/20/30/50/100W, TEM₀₀ 模 , 并有大于 50W 的单频输出 (线宽 < 5MHz)。
 - 波长可以在 1000-1060nm 范围选择。
 - 自锁模型 (采用可饱和吸收镜技术) , 重复频率 100MHz, 脉宽 500fs。
 - 应用 : 原子冷却 , 光镊 , 中红外高分辨率光谱 (与连续可调谐 OPO 一起使用)。
- 515nm, 连续输出 : 可选 515/1030nm 双波长输出。
 - 单频输出功率 (线宽 < 5MHz) : 2.5/5/10/15W, TEM₀₀ 模。
 - 波长可以在 514-517nm 范围选择 , 可完全替代氩离子激光器。
 - 应用 : 高功率钛宝石和染料激光器泵浦、绝对频标、干涉、全息、印刷。

SpectroStar : 高功率连续中红外 (2-5 μm) 参量振荡器 (OPO) :

- 谱段范围 : 2-5 μm ; 峰值输出功率 : 3W@2954nm(泵浦功率 20W) ; 线宽 : < 5×10⁻⁴cm⁻¹ (15MHz) ; 连续扫描范围 : 5cm⁻¹ (150GHz)。
- 应用 : 中红外高分辨率光谱 , 如大气科学中的痕量气体分析 , 光声光谱 , 废气检测 , 机载大范围陆地和海洋污染探测 , 大气污染分析等。



欲了解我公司产品详细信息 , 请参阅我公司网站 : www.bjlaser.com

公司地址 : 中国北京市朝阳区望京新城 A5 区 422 楼 806 室 邮编 : 100102

电话 : 010-84718152

传真 : 010-64740680

电子邮件 : zzw512@vip.sina.com