

应用目标达成度对电动力学进行教学质量评价^{*}

曾永志 游双华

(福州大学物理与信息工程学院 福建 福州 350108)

(收稿日期:2016-07-28)

摘 要:应用目标达成度对电动力学课程的教学质量进行定量分析,找出教学中存在的问题,调整课程体系内容,期待找到有效提高课程教学质量的方法.

关键词:目标达成度 教学质量评价 电动力学

高校中所有本科专业的培养方案都是由一些课程来实现的,而每一门课程目标的实现是依赖于关键的知识点来完成.目前,大多高校都缺少对关键知识点的目标达成度进行定量评价的有效手段.由于现在高校的考试一般采用纸质试卷,而且评卷也基本采用传统的方法,用手工评卷,只是最终向教务处提交一个总分作为学生的学业成绩.正是由于缺少试卷数据采集以及对试卷信息化的管理,使得任课教师对学生在关键知识点的掌握情况,仅能留下定性的印象,无法进行定量的教学质量评价.虽然目前可以看到一些这方面的研究文献^[1],但是,其数据是通过手工计算得到的.

随着互联网以及计算机技术的不断进步,实现考试的数据采集以及信息化的管理变成越来越简单了,把现代化的技术手段应用到考试的管理上,不仅可以大规模提高管理机构自身的工作效率,而且可以通过目标达成度对课程进行定量的评价.我们将适用于高考的网上阅卷系统进行修改,成为适合于

高校进行课程评价的系统.下面将 2016 年笔者授课的电动力学课程的数据,设计成目标达成度分析表格,期待通过目标达成度完成对课程的评价,并以此为导向调整课程体系,以达到培养方案的要求.

1 电动力学目标达成度分析

1.1 课程体系分析

为了进一步进行课程体系分析,我们将电动力学的课程体系分解为 9 个关键知识点,如表 1 所示.这 9 个知识点可以进一步归结为 4 个部分:(1) 电磁场的基本性质以及静场的计算(对应表 1 中序号 1~5);(2) 电磁波的传播以及辐射(对应表 1 中序号 6 和 7);(3) 电磁波与物质的相互作用(对应表 1 中序号 8);(4) 狭义相对论(对应表 1 中序号 9).表 1 中对应题目的数字表示:圆点前的数字表示大题,圆点后的数字表示小题,比如 3.4 表示第三大题的第四小题.如果同一道题目考查了多个知识点,将会根据该题目中各知识的考查权重进行分值分配.

表 1 课程体系分析表

序号	关键知识点	课程教学目标	对应题目	分值 / 分
1	场的数学描述	标量场、矢量场的数学描述;哈密顿算符 ∇ 的运算;张量的运算法则	2.1	4
2	电磁现象的普遍规律	电场的散度、旋度;静磁场的散度、旋度;电磁感应定律;麦克斯韦方程组;介质的极化及磁化;电磁性质方程;边界条件	1.1,2.2,2.3	12
3	电磁场的能量与动量	能量和能流;动量守恒定律	2.6	4
4	静电场	静电条件下的边界条件;导体系的能量、固有能和相互作用能;体系的稳定性;导体表面所受的静电力;镜像法;本征函数法;多极矩法	1.2,3.4	14

^{*} “MOOC 背景下电动力学教学方法模式探索”项目资助,项目编号:0360-52001026

作者简介:曾永志(1964-),男,博士,副教授,研究方向为凝聚态计算.

续表

序号	关键知识点	课程教学目标	对应题目	分值
5	静磁场	磁场的矢势方程和边值关系;磁场的矢势解法;二维问题;标量势解法;铁磁介质问题;磁多极矩展开;A-B效应	2.4,3.1	14
6	电磁波的传播	似稳场;电磁波在非导电介质中的传播;反射、折射的基本规律;振幅关系;全反射;矩形波导;谐振腔	1.3,1.4,3.2	16
7	电磁波的辐射	势、规范及其方程;推迟势;多极辐射;天线辐射	2.5,3.5	14
8	电磁场与物质的相互作用	金属的等效介电常数;电磁波在导电介质中的传播;旋光介质中的电磁波	2.7,2.8	8
9	狭义相对论	相对论的基本原理;狭义相对论的时空观;物理规律协变性;相对论运动学;相对论动力学;电磁场的变换关系;Maxwell方程的协变式	1.5,3.3	14

1.2 按照知识点目标达成度分析

表2是按照课程关键知识点进行目标达成度分析表,从表中可以看出,第一个部分“电磁场的基本性质以及静场的计算”目标达成度比较高,但是有一些例外,比如“电磁场的能量与动量”达成度仅有55.00%,仔细究其原因,是由于2.6题,是关于计算一个静电场的电磁动量,必须采用张量进行计算,可见学生复杂的数学计算并没有完全掌握.而其他的3个部分:电磁波的传播以及辐射、电磁波与物质的相互作用、狭义相对论,目标达成度相对较低,最高的“电磁波的传播”也仅有63.13%的达成度.这些情况说明了,第一部分的主要内容是将电磁场概念用微积分、矢量分析等数学工具表达出来,在一定边界条件下,求解稳定场的定解问题,这些内容中有一部分在电磁学已经有所涉及,而且对数学的运算能力也要求较低,我们可以发现学生对这部分有较

好的掌握.第二部分“电磁波的传播以及辐射”,需要计算麦克斯韦方程组在准静态的情况,电磁波在真空、波导管中的传播,以及推迟势辐射等问题,碰到了复杂的数学运算和矢量的推导,学生感到相当困难.第三部分“电磁波与物质的相互作用”,与目前物理学前沿联系较为紧密,特别是有关超导材料部分,其难点是理解复数形式的电导率、介电常数,以及在各种频率极限下这些常数的变化,学生感到无所适从,达成度仅有43.75%.这些内容涉及到较深的物理思想和各种相互作用机理,是实现学生创新思维培养的最佳内容.第四部分“狭义相对论”,要求在对物理思想有一定理解的情况下,能够应用四维谐变量求解物理问题,这些问题同样面临着复杂的数学运算,需要有一定的训练才能逐渐掌握,目标达成度也比较低(61.57%).

表2 按关键知识点目标达成度分析表

关键知识点	分值/分	得分/分	达成度/%	优秀/%	良好/%	中/%	及格/%	不及格/%
场的数学描述	4	3.5	87.50	12.60	35.20	20.60	14.20	17.40
电磁现象的普遍规律	12	10.2	85.00	9.70	33.20	28.50	14.20	14.40
电磁场的能量与动量	4	2.2	55.00	2.30	12.60	26.30	25.60	33.20
静电场	14	10.2	72.86	10.60	28.00	29.60	18.50	13.30
静磁场	14	11.6	82.86	12.30	18.80	30.80	28.00	10.10
电磁波的传播	16	10.1	63.13	8.90	20.60	28.50	15.60	26.40
电磁波的辐射	14	8.2	58.57	2.50	20.30	33.90	14.20	29.10
电磁场与物质的相互作用	8	3.5	43.75	3.30	25.30	24.20	10.60	36.60
狭义相对论	14	8.62	61.57	2.30	18.80	30.80	28.00	20.10
总结	100	68.12	68.12	7.17	23.64	28.13	18.77	22.29

1.3 按照题型目标达成度分析

表3是根据题型进行的目标达成度分析表,本次考试中,有5道选择题一共20分,有30分填空题,5道计算题一共50分。

根据题型的不同特点,设计了不同的达成度级别,选择题单一得分题目划分为正确和错误两种级别,计算题划分为5个得分率依次提高的达成度级别^[2]。从表3可以发现,选择题、填空题的达成度明显高于计算题,对计算题部分仔细研究发现,有部分学生知道该题目所涉及的知识点,并能列出一些计算公式,但是不能完成复杂的数学运算,计算过程大量出错,说明学生的数学运算能力需要进一步提高。

表3 按题型目标达成度分析表

题型	选择题		填空题		计算题	
分值 / 分	20		30		50	
得分 / 分	15.72		22.92		29.48	
达成度 / %	78.60		76.40		58.96	
统计	正确 / %	78.6	优秀 / %	12.6	优秀 / %	2.6
			良好 / %	30.2	良好 / %	19.8
	错误 / %	21.4	中 / %	21.6	中 / %	24.2
			及格 / %	26.3	及格 / %	22.3
			不及格 / %	9.3	不及格 / %	31.1

2 电动力学知识结构改革

“电动力学”是“四大力学”之一,是物理学、应用物理学专业和依托物理学的各类工科专业本科生的重要基础课程,是在普通物理课程电磁学、光学的基础上,对电磁现象进行深入研究和分析,对电磁实验规律进行归纳和提高,从而揭示电磁场的本质运动规律。其对于后续物理课程的学习以及从事相关科学研究都具有基础性的重要意义,同时对于学习其他相关专业(如通信技术、电力系统、电子技术、激光技术、光学工程等)的课程也有重要影响。

目前,几乎所有的学校都在减少学时数,所以每一门课程的学时数就变成越来越有限了。这就要求我们对课程的知识体系进行部分改革,使之适应现代大学教育的发展。我们重新审视一下电动力学各个部分的关系,经过多年的实践,在目标达成度定量

分析的基础上,我们准备对电动力学课程体系做出3种调整:引导学生自学,削减部分内容,新增部分内容。

虽然这样的调整似乎使得授课内容没有具备完整性,但是也给学生留下思考的空间,在激发学生积极性的同时,使他们全方位受到训练。

2.1 自学部分

与电磁学有重叠或数学运算相对比较简单部分,可以通过引导学生进行自学:

- (1) 电磁介质极化和磁化;
- (2) 镜像法;
- (3) 磁标势;
- (4) 电磁波在波导中的传播;
- (5) 谐振腔等部分内容。

2.2 削减部分

数学复杂,物理味道不足的部分:

- (1) 用电流管道替代电流密度推导静磁场部分;
- (2) 用格林函数计算静电场的边值问题;
- (3) 电四极子辐射;
- (4) 电磁波的衍射;
- (5) 电磁场的拉格朗日形式;
- (6) 运动电荷的辐射等。

2.3 新增部分

根据物理前沿的情况,将部分内容融入到电动力学课程体系中,这也是传统课程体系中最缺少的部分。

- (1) 光力:通过电磁场的动量引入,在静电场、静磁场部分介绍;
- (2) 负折射:通过电磁场在界面中的传播中引入,在Snell定理中介绍;
- (3) 阻抗概念:在Fresnel定理中介绍,使得Fresnel定理具有电、磁统一的形式;
- (4) 建立金属介质、色散介质介电常数的统一模型,在电磁波与物质的相互作用中介绍;
- (5) 各向异性介质:通过金属中增加静磁场,引入各向异性介电常数。

对这些前沿问题的授课必须采用灵活多变的方式,系统讲解其中的一部分(如负折射、阻抗、介电常数一般形式),引导学生阅读前沿科研文章,将这些

(下转第42页)

3.3 阅读提能力

阅读加强了对信息题题干的提取能力,长期坚持则能较好地改变以往望洋兴叹、无从下手的尴尬局面.阅读可以感受编者的思考方式,这是一种无声的交流,可以开拓原有的思维不足;加强了对开放题答题的语感,较好地改变了以往作文式、造句式的开放题答题方式,并能用科学的术语准确、规范地表达对科学现象的解释.

3.4 阅读除杂念

无论阅读什么具体内容,它都要求读者有高度集中的注意力和情绪的稳定性,也就是平时所强调的“静”与“定”.一位在阅读时心无旁骛的学生,在理科学习的阅读审题时就不会心猿意马,能够做到冷静;同时阅读需要充足的时间,坚持阅读,能培养耐心的习惯,能在学习中真正地静下来、沉下去.

3.5 阅读富生活

有人提出要让阅读成为一种生活方式,作为还

在学习路上的学生更应如此.既然是生活方式,那就应像每天吃饭一样成为习惯.吃饭是生命的物质需求,阅读则是生命的精神需求……融入生活中的阅读,更能让生活充实、恬静,也让生活有品位、上档次.

总之,阅读是新教材赋予的任务,也是理解新教材的重要方法,更是初中科学复习过程中突破瓶颈的重要手段.

参考文献

- 1 朱清时.义务教育教科书·科学.杭州:浙江教育出版社,2014.12
- 2 何大增.在初中《科学》教学中培养学生阅读能力.新校园:理论版,2011(10):138~139
- 3 郑青岳.郑青岳科学教育讲演录.杭州:浙江教育出版社,2015
- 4 叶富军.自主学习分层教学——中学科学课程“超市式教学”的探索.杭州:浙江大学出版社,2013

(上接第38页)

问题降低到本科生可以理解的水平.

总之,内容尽量不要太多,而选取的内容都尽量讲解透彻.

3 结束语

通过目标达成度的反馈作用,让任课教师获得针对课程各个环节的定量反馈信息,使得教师能够客观准确地把握学生的情况,并清楚地看到自己的优势和不足,使得课程体系得到不断完善.因此,目标达成度可以作为任课教师常态化课程质量自我评

价的指标,能够较好反映课堂教学、学生学习状况和授课方面的基本情况和不足.

如果采用计算机技术自动获得这些数据,将会减少大量的工作量,帮助任课教师不断挖掘教学中存在的问题并及时进行更正,保证教育目标与人才培养目标的实现.

参考文献

- 1 熊振海,薛斌.目标达成度在《物理化学》课程教学质量评价中的应用.中国科教创新导报,2014(10):43~45
- 2 薛斌,周冬香,熊振海.采用课程目标达成度开展基础化学教学评价的尝试.科技创新导报,2014(11):113~114

The Evaluation on Teaching Quality of Electrodynamics Using Target Reached Degrees

Zeng Yongzhi You Shuanghua

(College of Physics and Information Engineering, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350108)

Abstract: Application target reached degrees on the electrodynamics course teaching quality quantitative analysis, find out problems in the teaching, adjust the curriculum content, looking forward to find a way to improve the teaching quality.

Key words: target reached degrees; teaching quality evaluation; electrodynamics