

高考试题在大学物理教学中的实用性及意义*

吴英 冯景华

(遵义师范学院物理与机电工程学院 贵州 遵义 563002)

(收稿日期:2016-04-21)

摘要:以大学物理电磁学部分的教学内容为例,通过实证研究,对高考试题在大学物理教学中的实用性进行探讨,指出高考试题在检测中学物理知识的掌握程度,确定大学物理的教学重难点;利用学生已有的知识结构,导入大学物理的新课;衔接中学物理与大学物理,对比不同的研究方法;对比知识的广度和深度,激发学生的学习兴趣等方面具有的一定意义.

关键词:高考试题 大学物理教学 实用性

相对于中学物理的学习,大学物理的学习是一种上位学习.将中学物理与大学物理比较,研究的对象由简单到复杂,由特殊到一般;研究的方法和使用的工具由初等数学到高等数学;研究的目也不同,由只知其然到知其所以然,由了解知识到应用知识.因此大学物理是中学物理的继承与发展.高考试题具有丰富的学科内涵,在大学物理教学过程中,抓住大学物理与中学物理的衔接点,对高考试题进行适当挖掘,充分发挥每一道试题的功能和作用,从而促进大学物理的教学.

1 检测中学物理知识的掌握程度 确定大学物理的教学重难点

在大学物理的教学过程中,大学教师必须了解中学物理的教学实际,了解授课班级学生对中学物

理知识的掌握程度,才可以在教学中充分利用学生已有的知识结构,提高他们对新知识的认同感^[1].许多大学物理教师采用问卷调查的形式,掌握学生对中学物理知识的学习层次^[2,3].而高考试题包括了中学物理中力学、热学、电磁学、光学、原子与原子核物理等每一个板块知识,因此在大学物理授课前,可以整理部分高考试题对学生进行测试,了解学生对该章节相关知识的掌握情况,从而确定大学物理学的教学重、难点.以大学物理^[4]中电磁学内容(第十章、第十一章、第十二章)为例,将2010~2015年高考题中有关试题整理如表1,在新课前让学生进行测试,从测试结果进行分析,确定教学的重点、难点,对学生已经掌握的知识以复习略讲的形式进行,学生掌握不牢固的内容及新的知识采用精讲的方式进行教学,从而避免简单的重复教学.

表1 电磁学部分新课前测试题

章节	高考试题题号	测试知识点
第十章 静电场	2013年新课标 II 卷第19题	相关物理学史知识
	2013年新课标 I 卷第15题	点电荷的场强分布、电场强度(E)的矢量性
	2015年新课标 I 卷第15题	等势面、电势能、电场力的功
	2014年新课标 II 卷第19题	静电场电场强度与电势的关系
	2013年新课标 I 卷第16题	平行板电容器、带电粒子在电场中的运动
第十一章 电流和恒磁场	2011年全国卷 I 第15题	长直电流产生磁场在空间的分布
	2014年新课标 I 卷第15题	通电直导线在匀强磁场中所受的安培力
	2015年新课标 I 卷第14题	带电粒子在磁场中的运动
第十二章电磁感应 和麦克斯韦电磁理论	2014年新课标 I 卷第14题	电磁感应现象
	2012年新课标 I 卷第20题	感应电动势、楞次定律、安培力

* 贵州省重点学科基金资助,编号:黔学学位办[2013]18号;省级理论物理人才创新团队,编号:黔教合人才团队字[2012]08号.

作者简介:吴英(1972-),女,硕士,副教授,主要研究方向为物理教育和物理学史.

2 充分利用学生已有的知识结构 导入大学物理的新课

中学物理是大学物理基础. 教师在大学物理的教学过程中可以通过高考试题, 抓住新旧知识的联系, 通过旧知识有目的地进行设疑导入新课, 从而引导学生主动思考, 积极建构新知识^[5,6]. 在讲授“电磁感应现象”一节时, 可以利用2015新课标 I 卷第19题引入新课.

如图1所示, 1824年法国科学家阿拉果完成了著名的“圆盘实验”. 实验中将一铜圆盘水平放置, 在其中心正上方用柔软细线悬挂一枚可以自由旋转的磁针. 实验中发现, 当圆盘在磁针的磁场中绕过圆盘中心的竖直轴旋转时, 磁针也随着一起转动起来, 但略有滞后.

教师以提出问题的方式引入新课.

问题 1: 圆盘上是否产生感应电动势(原题 A 选项)?

问题 2: 产生感应电动势的真正原因是什么? 是圆盘内的涡电流产生的磁场导致磁针转动(原题 B 选项)? 是在圆盘转动的过程中, 磁针的磁场穿过整个圆盘的磁通量发生了变化(原题 C 选项)? 还是圆盘中的自由电子随圆盘一起运动形成电流, 此电流产生的磁场导致磁针转动?(原题 D 选项).

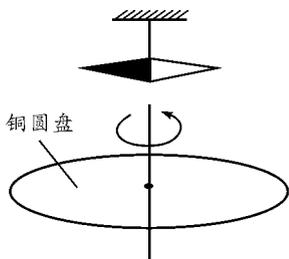


图1 2015年新课标 I 卷第19题

在讲授“带电粒子在磁场中的运动”一节时, 用2014年新课标 II 第20题引入新课. 如图2, 某磁谱仪部分构件的示意图. 永磁铁提供匀强磁场, 硅微条径迹探测器可以探测粒子在其中运动的轨迹. 宇宙射线有大量的电子、正电子和质子, 让这些粒子从上部垂直进入磁场. 教师提出:

问题 1: 粒子在磁场中做怎样的运动, 电子与正电子在磁场中的运动轨迹是否相同, 偏转方向是否相同?(原题 A, B 选项).

问题 2: 仅依据粒子的运动轨迹是否能判断此

粒子是质子还是正电子(原题 C 选项)?

问题 3: 运动粒子在磁场中如果做圆周运动, 运动轨迹的半径跟什么因素有关? 粒子的动能越大, 是否半径越小(原题 D 选项)? 问题情境设置好后, 教师引导学生带着问题进行新知识的学习.



图2 2014年新课标 II 卷第20题

3 衔接中学物理与大学物理 对比不同的的研究方法

大学物理的教学过程中, 教师重在对比大学物理与中学物理不同的研究方法, 从而引导学生站在更高的角度、或更加深入地理解相关的理论和知识. 教师可以通过高考试题, 从中学物理知识的局限性或特殊性出发, 提出问题, 在学生头脑中产生疑问, 并以此为切入点, 展开新知识的教学^[7]. 新知识的教授过程中, 特别注重高中物理与大学物理对该问题的研究方法的对比, 分析各自对该问题研究的相同点和不同点以及对该问题所作的结论性论述, 使学生认识到大学物理不是高中物理的重复, 而是在更高层次研究物理问题, 从而使学生产生新奇感与求知欲, 同时还可以检验学生对所学新知识的掌握程度^[8].

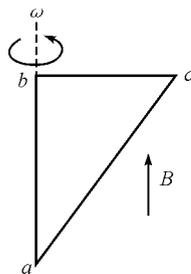


图3 2015年新课标 II 卷第15题

例如在讲授“电磁感应”一节时, 先由2015年新课标 II 第15题引入新课, 如图3直角三角形金属框 abc 放置在匀强磁场中, 磁感应强度大小为 B , 方向平行于 ab 边向上. 请学生利用中学物理知识尝试回答问题: 当金属框绕 ab 边以角速度 ω 逆时针转动时, 穿过整个金属框的磁通量是否变化? 金属框是否产生感应电动势? 整个线框中是否有电流产生?

学生回答的答案,教师暂不评价对错;教师再提出问题:金属框 abc 绕 ab 边以角速度 ω 逆时针转动时,若产生感应电动势,电动势的大小怎样计算?方向怎样判断?因为回路闭合,若有电流,电流的大小怎样计算?方向怎样判断?提出这些问题后,进入新课的学习.新课学习后,要求学生利用所学的知识分别计算 ϵ_{bc} , ϵ_{ca} , ϵ_{ab} .当金属框绕 ab 边以角速度 ω 逆时针转动时, bc 边、 ca 边切割磁力线,洛伦兹力提供非静电力产生动生电动势

$$\epsilon_{bc} = \int_{-}^{+} (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$$

在 bc 段上取线元 $d\mathbf{l}$, $d\mathbf{l}$ 到 b 的距离为 l ,则

$$\epsilon_{bc} = \int_0^{l_{bc}} \omega l B \sin \frac{\pi}{2} \cos 0 dl = \frac{\omega B l_{bc}^2}{2}$$

b 为负极, c 为正极, $U_b < U_c$;同理, ca 段产生的电动势

$$\epsilon_{ca} = -\frac{\omega B (l_{ca} \cos \theta)^2}{2} = -\frac{\omega B l_{bc}^2}{2}$$

其中 a 为负极, c 为正极, $U_a < U_c$,由计算知道 $\epsilon_{bc} = -\epsilon_{ca}$, ab 边没有切割磁力线不产生动生电动势,所以整个导线框没有电动势产生,虽然导线闭合,但没有感生电流产生.另一方面根据法拉第电磁

感应定律,整个线框 $\epsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$,因为穿过整个线框的磁通量为零,所以整个导线框没有电动势产生,没有感生电流产生,与前面计算的结论一致.计算完成后,让学生再回到这道高考题,答案已经非常明显,金属框中无电流, $U_{bc} = -\frac{1}{2} B l^2 \omega$,正确答案为C.此时引导学生思考,利用中学物理知识和大学物理知识解答这个问题方法的不同,让学生感受到物理问题从定性描述到定量计算的提升.

4 对比知识的广度和深度 激发学生的学习兴趣

《非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求》从理念层次上确立了大学物理课程是高等学校理工科各专业学生一门重要的通识性、必修、基础课的地位,通过大学物理课程的教学,使学生对物理学的基本概念、基本理论和基本方法有比较系统的认识和正确的理解,为进一步的学习打下坚实基础的同时,培养学生分析问题和解决问题能力,培养学生探索精神和创新意识,努力实现学生知识、能力、素质的协调发展^[9].

表2 高考试题与大学物理习题的对比

题目来源	题 干	题目要求	图 示
2011年全国卷 I 第15题	两根相互平行的长直导线分别通有方向相反的电流 I_1 和 I_2 ,且 $I_1 > I_2$,图中 a, b, c, d 为导线某一横截面所在平面内的4点,且 a, b, c 与两导线共面; b 点在两导线之间, b 与 d 的连线与导线所在的平面垂直.	a, b, c, d 4点中磁感应强度可能为零的场点	
2012年大纲卷 第18题	两根互相平行的长直导线过纸面上的 M, N 两点,且与纸面垂直,导线中通有大小相等、方向相反的电流. a, O, b 在 M, N 的连线上, O 为 MN 的中点, c 与 d 位于 MN 的中垂线上,且 a, b, c, d 到 O 点的距离均相等.	a, b, c, d, O 5点的磁感应强度	
第十一章作业 11-11	两长直导线互相平行并相距 d ,它们分别通以同方向的电流 I_1 和 I_2 . A 点到两导线的距离分别为 r_1 和 r_2 ,如图所示.如果 $d = 10.0$ cm, $I_1 = 12$ A, $I_2 = 10$ A, $r_1 = 6.0$ cm, $r_2 = 8.0$ cm.	A 点的磁感应强度	

利用高考试题与大学物理中的习题进行对比,在广度和深度上让学生把握知识的本质.对于每一个知识点,选择当年的高考题让学生进行练习,再回顾当年参加高考前教师对历年相应高考试题的复习,现在经过大学的学习,引导学生思考,经过这么多年的学习,“我”是否进步,对问题的分析解决问题的能力是否提高,在今后“我”的努力方向在哪里,从而

激励学生成长成才.如表2,在2012级学生学习第十一章第2节“磁场和磁感应强度”时,教师将3道试题进行对比教学.3道试题都是两长直通电导线产生的磁场在该场点的矢量叠加.长直通电导线可视作无限长导线,中学生只能用右手定则(大拇指表示电流方向,四指表示磁感线环绕的方向,对该场点来

(下转第52页)

$$\int_a^b \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = B \int_a^b dl$$

这样即可简化积分运算,使数学处理过程简便.

(3) 计算出此环路包围电流的代数和 $\sum_i I_i$.

(4) 由安培环路定理 $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \sum_i I_i$ 求出 B .

4 结论

安培环路定理描述的磁场分布与电流的关系适用于所有稳恒磁场,只有准确理解其物理内涵,才能正确应用该定理简便地求解电流激发的磁场分布.这里的关键是分析电流和磁场的对称性,然后,根据

电流和磁场的对称性,选择适当形状的环路求解磁感强度 \mathbf{B} 的分布.

参考文献

- 1 张慧琨,张俊玲.安培环路定理的表述及其证明方法.山西师范大学学报(自然科学版),2007,21(1):69~71
- 2 徐恩生,孙丽媛.稳恒磁场安培环路定理的论述与推导.沈阳航空工业学院学报,2005,22(4):83~84
- 3 张三慧.大学物理学·电磁学(第二版).北京:清华大学出版社,1999.212~219
- 4 王少杰,顾牧.新编基础物理学(下册).北京:科学出版社,2011.71~77
- 5 马文蔚.物理学.北京:高等教育出版社,2006.254~259

The Correct Application of Ampere Circuital Theorem

Zhang Mingduo Mo Runyang Zhang Yinhong Shen Zhuangzhi

(College of Physics and Information Technology, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shanxi 710119)

Abstract: Ampere circuital theorem is one of the important theorem describing the steady magnetic field. The relationship between the distribution of magnetic field and current it described are applicable to all the steady magnetic field. But, only for those with a highly symmetrical distribution of current and magnetic field, it was simple that the process of mathematics to analyze the magnetic field distribution by use of Ampere circuital theorem.

Key words: ampere circuital theorem; steady magnetic field; magnetic induction intensity

(上接第49页)

讲,磁场的方向、磁感应强度的方向是该点的切线方向)判断场点的磁场的方向.大学生可以用毕奥-萨伐尔定律计算,其大小为 $\frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ (a 为电流到该场点的垂直距离),方向可以用毕奥-萨伐尔定律判断.从中学到大学,同一个知识点(长直电流激发的磁场在空间的分布)的学习,让学生感受到分析问题和解决问题的能力提高,从而激发学生不断进取.

参考文献

- 1 杨建宋.论大学物理教学与中学物理教学的衔接.浙江师大学报(自然科学版),2000,23(4),407~408
- 2 梁金荣.大学物理与中学物理教学衔接的探究.赣南师范学院学报,2012(6)103~105
- 3 雷鸣,王永钢.从高中物理选课修情况看执行大学物理

课程教学基本要求的意义.物理与工程,2013,23(6),45~47,55

- 4 刘克哲,张承璐.物理学(第四版).北京:高等教育出版社,2012
- 5 范永梅.重视新课引入,建构问题平台.物理教学,2010,32(11):17~19
- 6 许燕.巧设悬念 激发兴趣 探索新知——对“变压器”新课引入的思考.物理教学,2015,37(3):9~10
- 7 李斌.大学物理与中学物理的衔接研究与实践——以成都师范学院为例.四川职业技术学院学报,2014,24(1):96~99
- 8 兰智高.对“大、中学物理教学方法相互衔接”的研究.黄冈师范学院学报,2002,22(3):88~90
- 9 非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会.非物理类理工科大学物理课程教学基本要求.物理与工程,2006,16(5):1~8