

· 科学方法教育论坛 ·

知识教学注重学科方法的渗透

——以“法拉第圆盘”教学片段为例

刘先锋

(江苏省如东高级中学, 江苏 如东 226400)

新课程注重培养学生的思维能力,培养学生的科学素养,重视学生对科学方法的感受、认识、运用。但由于应试教育的思潮和“工具理性”思想的影响,实际的物理教学注意了进度,却少了从容。另一方面,在教学过程中过多地侧重于物理知识的认知,剥离了物理发现过程中的科学思想与创新智慧,淡化了科学价值取向、思想观念的人文启示等科学本质,从而使难以全面地体会物理文化的精髓。因此,在物理教学中如何将物理知识与学科思想方法有机结合,做到知法并行便值得探讨。

普通高中《物理课程标准》指出“一个好的习题,就是一个科学问题。在设计练习和习题时,应多选择有实际科技背景或以真实物理现象为依据的问题,既训练学生的科学思维能力,又联系科学、生产和生活的实际,因而具有生命力。切忌那种脱离实际的纯‘思辨游戏’式的题目^[1]。”人教版《物理》3-2中“楞次定律”一节的问题与练习第7题是关于法拉第圆盘发电机的问题^[2],就极好地反映了上述观点。该习题的目的是让学生进一步理解法拉第电磁感应定律的原理并加强右手定则的应用。笔者以此作为落脚点,以该习题作为出发点,抛砖引玉,结合导体棒旋转切割磁感应线教学片段浅谈在物理教学中如何适时地渗透科学思想方法。

1 引出问题

学起于思,思源于疑,疑解于问。问题是科学研究的出发点,是开启任何一门科学的钥匙。研究表明,相较于传统的物理习题,原始问题更能训练学生的思维能力^[3]。作为旋转切割教学的情境引入,将人教版课本中的法拉第圆盘习题改编成原始问题如下。

法拉第是杰出的物理学家和化学学家,他不仅发现了电磁感应定律、电解定律、磁致旋光效应,还提出了场、力线和电介质的概念。以法拉第名字命名的法拉第圆盘、法拉第杯、法拉第电磁感应定律、法拉第效应等,都彰显了他在电磁学上的卓越贡献。1831年10月28日,法拉第在一

次会议上展示了他发明的第一台发电机(图1)。它是利用电磁感应的原理制成的,是人类历史上的第一台发电机。据说,在法拉第表演他的圆盘发电机时,一位贵妇人问道:“法拉第先生,这东西有什么用呢?”法拉第答道:“夫人,一个刚刚出生的婴儿有什么用呢?”根据上述材料,请自选一个角度,谈一谈你的认识。

赵凯华教授指出“在教学中,同一问题既可以把原始的物理问题给学生,也可以由教师把原始的物理问题分解或抽象成一定的数学模型后再提供给学生。习惯于解后一类问题的学生,在遇到前一类问题时,往往会不知所措。”在导入新课时,不直接将物理模型提供给学生,而以经典的物理学史、物理学家的有趣故事作为原始问题进行引入,能激发学生的学习兴趣,调动学生参与思考的热情。同时借此契机渗透物理学史教育,让学生了解科学源流,感受物理文化的传承与创新,激发创造欲望。为能顺利切入问题,在设置问题时故意降低起点,问题呈现开放性,这样可让不同能力层次的学生从不同视角进行思考。根据学生的回答,教师激励学生并引导出讨论的主题:法拉第圆盘发电机的工作原理是什么?为了突破这一教学难点,教学过程采取“问题式教法”,教师和学生围绕以下“问题串”进行教学活动。

- (1) 法拉第圆盘发电机工作时会产生什么物理现象?
- (2) 根据图1你能否画出该装置的简化示意图?
- (3) 转动的圆盘在切割磁感应线,这与平动的导体棒切割磁感应线有何区别与联系?你能否将(2)问中简化的情景图进行抽象并作出物理模型图?
- (4) 你能否判断法拉第圆盘所产生的电流的方向?
- (5) 推导法拉第圆盘所产生的感应电动势的大小。

2 物理模型的建立

对于问题(1),学生容易知道这是一种电磁感应现象。分析物理过程将其图景化和构建物理模型是物理问题得到解决的两个关键。作物理图像是促进学生由抽象思维向形象思维转化、降低问题难度的有效举措;建立正确的物理模型,是解决物理问题的前提。问题(2)与(3)旨在引导学生对原始问题中的物理情景进行抽象,由此建立物理模型。问题(3)中引导学生将导体棒切割磁感应线与圆盘切割磁感应线这两种新旧物理情景的比较和联系,利用线面变换将圆盘平面分割成无数条导体棒,这些导体棒在不断切割磁感应线,相当于无数个电源并联对外界供电,由此就能够将新问题回归到基本模型,将旧问题的结论和方法迁移应用于新的问题之中。在问题(2)与(3)教学环节中,学生分组思考讨论,教师鼓励各小组将讨论成果予以展

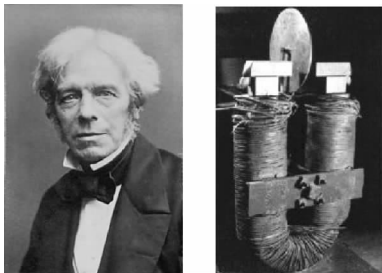


图1

示,如图2与图3所示.问题(3)的解决则为问题(4)运用右手定则判断感应电流方向和问题(5)推导感应电动势起到了铺垫作用.

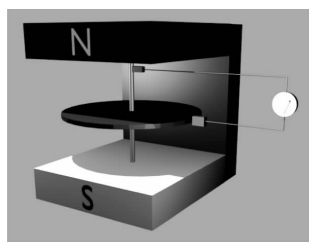


图2

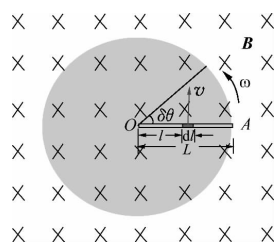


图3

3 感应电动势的推导

法拉第圆盘发电机利用电磁感应的原理制成,那么产生的电流方向是怎样的?感应电动势有多大?学生已经学会了运用右手定则判断感应电流的方向,可判断出图3中感应电流方向应为由A指向O.

对于感应电动势的定量分析推导,根据解决问题需要,设置物理量:磁感应强度 B 、导体棒长度 L 和导体棒匀速转动的角速度 ω .教学既可以以“知识”为主线来实施课堂教学,也可以以“方法”主线进行课堂教学.长期以来,我们的物理教学基本都是按前者开展的,物理方法教育并没有得到应有的重视,教学过程中“方法教育”较多的采用“隐性”方式,“显性”方式物理方法很少得到体现^[4].物理教学中知识与方法是不可分割的,新课程改革倡导在物理教学中既要重视知识,又要重视方法,力求知法并行.笔者尝试兼顾知识并侧重于方法对旋转切割产生的感应电动势的推导进行教学.依据“先生后师,先学后教”的课堂理念,让学生先进行大胆猜测、想象,再设法验证,教师注意引导点拨,给予提示,帮助学生总结归纳出以下4种推导方法.

思想方法之1:等效法.

求解感应电动势时,经常会用到各种等效替换,如有效长度的替换,切割速度的等效替换等.学生先要将盘等效于很多条辐射状的棒,盘心与盘边缘之间的电动势等效于各棒中相等电动势电源的并联,其数值等于某一棒中的电动势.学生再思考发现导体棒 OA 各处速度大小不一样,根据 $v = \omega r$,速度 v 随着 r 在均匀变化,可将切割速度等效替换成导体棒的平均速度,该值也等于 OA 中点处的速度 $v_{\text{中}} = \omega L/2$,由此感应电动势 $E = BLv_{\text{中}} = \frac{1}{2}BL^2\omega$.

思想方法之2:构建法.

从法拉第电磁感应定律 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 出发,采取构建思想,

设导体棒在 Δt 时间内所转过的角度为 $\Delta\theta$,如图3所示,在这个过程中构建了一个假想的闭合回路,在这段时间内导体棒所切割的磁感应线数等于它扫过的扇形面积内所通过的磁通量,即

$$\Delta\Phi = \frac{1}{2}BL^2\Delta\theta.$$

所以导体棒中的感应电动势大小为

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{1}{2}BL^2 \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{1}{2}BL^2\omega.$$

思想方法之3:微元法.

将导体棒均匀细分割成 n 段,每段长度为 $\frac{L}{n}$,第 i 个微

元段的切割速度 $v_i = \omega i \frac{L}{n}$,每段上的元电动势为 $\mathcal{E}_i = Bv_i$

$\frac{L}{n} = BL^2\omega i \frac{1}{n^2}$,对无数段的微元的电动势进行求和

$$E = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n BL^2\omega i \frac{1}{n^2} = BL^2\omega \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n i \frac{1}{n^2} = \frac{1}{2}BL^2\omega.$$

思想方法之4:微积分法.

在导体棒上距点 O 为 l 处取长度元 dl ,其速度 $v = \omega l$,则 dl 上的动生电动势为

$$d\mathcal{E}_i = Bvdl = B\omega ldl.$$

各小段上的 $d\mathcal{E}_i$ 的指向相同,所以总的电动势为

$$E = \int_0^L B\omega ldl = \frac{1}{2}BL^2\omega.$$

方法1与2属于中学物理常用的思想方法范畴,方法3与4为数学方法在具体物理问题中的应用,体现了数学工具在物理问题处理过程中的作用,其本质是相同的.从对法拉第圆盘发电原理的理解方式上看,方法1、3与4的出发点为导体棒切割磁感应线,而方法2则构建了一个假想的闭合回路,根据穿过回路的磁通量变化来说明发电原理.经过上述环节的推导计算,不仅拓宽了学生的思维广度,也加深了学生的思维深度,让学生学会从不同视角解决问题,有利于培养学生的综合能力和思考水平.

在上述教学过程中,通过以“方法”为主线的物理教学,在探究、解决问题过程中,让学生做到学方法、用方法,在知识掌握的同时实现了方法的掌握,并获得了一次次成功的体验和喜悦.以方法为线索将认知过程与探究过程加以链接,知识与方法得到了有机的统一,如图4所示.

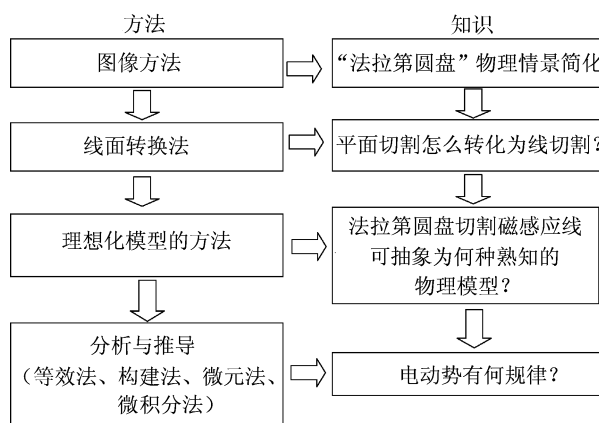


图4

提高对事物的认知程度,培养思维方法,提升解决实际问题的能力,具备科学探索能力,这本是物理学科教育育人的初衷.在物理课堂教学中,应当树立以物理学本质为灵魂的物理教育新理念,切实加强物理学本质在物理教学中的渗透,以提高物理真正的教育生命力,切忌急功近利,一味追逐应试成绩.在现有的高中物理体系中,选择一些基于物理学原理的跟生产和生活紧密关联的内容,将此渗透到相关的教学过程中,让学生感悟和领会研究物理问