



“动生感生共存现象”的深度教学

邵鹏飞

(阜阳第三中学 安徽 阜阳 236000)

(收稿日期:2018-04-01)

摘要:课本习题是我们进行学科教学的重要资源,一些经典习题从不同的视角会有不同的解法,甚至可以作为竞赛辅导的经典素材.

关键词:一题多解 动生和感生 分离变量 竞赛拓展 高考拓展

在学科教学中,教师都非常重视课本中的习题,这是重要的资源,需要很好的利用.同一道经典习题可以从多角度进行分析和讲解,有助于提高学生理解和解决问题的能力.

笔者在平时的教学中一直努力对课本资源进行整合拓展,实践中收到了良好的效果.现在我们以人

基本也没有选学这部分的内容.近代物理部分学生相对来说比较感兴趣,一是因为中学都涉及过,再一点主要是因为与近代的科技发展直接相关,教师讲课也更能扩展得开,学生对于常识性的、应用性的、而非纯理论的更加感兴趣.但是量子力学部分关于薛定谔方程的那一部分比较抽象,大多数学生认为是比较难的.

我们在教学的过程中,要时刻考虑学生的感受和接受能力,学生认为难的不好理解的知识点和教师认为难的知识点完全不一样,中学可以通过周考月考反复考督促学生,摸清学生的底细,而大学教学一学期只有一次考试,平时的作业基本也说明不了问题,因为很多学生作业参考同学的和习题答案.所以教师要和学生交流,不断地掌握学生的动向.我们认为建立班级QQ群或微信群是一个很好的方法,学生在群里自由的畅谈,互相学习互相交流,更拉近了学生与老师、学生与学生之间的距离.而且可以随时掌握教学中存在的问题.

另外由于学生课程安排较多,学时有限,分专业分层次教学非常有必要.我们要深入了解各专业学生后续的专业课设置,可能会用到那些物理基础,有

教版物理课程标准实验教材3-2的第四章第2节课后习题第7题为例,进行如下分析.

1 教材原题分析

【题目】如图1所示,固定于水平面上的金属架CDEF处在竖直向下的匀强磁场中,金属棒MN沿

目的地设置大学物理的教学计划,让学生学精学透,为后续的学习打下坚实的基础.

如何让课堂生动有趣?调查显示30%~40%的同学都觉得物理学枯燥,要求老师少讲点理论的东西,讲一些知识点得出的来龙去脉,讲一些物理知识的应用,与生活的联系.教师要不断地学习,了解科技的发展,要能展开,能让自己的课堂吸引学生的注意力.

4 结论

通过调查发现教学中存在的问题,加强中学物理和大学物理之间的衔接和过渡,针对不同的教学模块采取适当的教学方法.模块化教学不但可以提高教学质量,而且更有利加强学生学习大学物理的兴趣,提高学生学习的积极性和主动性,更好为社会培养有知识有文化的高素质的人才.

参考文献

- 1 教育部高等学校物理学与天文学教学指导委员会物理基础课程教学指导分委员会.理工科类大学物理课程教学基本要求.北京:高等教育出版社,2010
- 2 李尚仁.高中物理课程标准教师读本.武汉:华中师范大学出版社,2003

框架以速度 v 向右做匀速运动. $t=0$ 时, 磁感应强度为 B_0 , 此时 MN 到达的位置恰好使 $MDEN$ 构成一个边长为 L 的正方形. 为使 MN 棒中不产生感应电流, 从 $t=0$ 开始, 磁感应强度 B 应怎样随时间 t 变化? 请推导出这种情况下 B 与 t 的关系式.

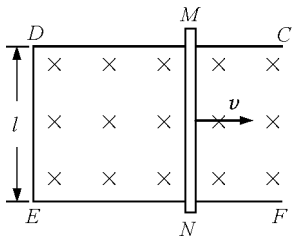


图1 题目题图

分析:

解法一(常规解法): 本题出现在第四章第2节, 本意是考查回路中产生感应电流的条件. 由于没有电流产生, 回路任意时刻的磁通量都等于初始时刻的磁通量

$$\Phi_0 = \Phi_t$$

即

$$B_0 L^2 = B_t L(L + vt)$$

可得

$$B_t = \frac{B_0 L}{L + vt}$$

点评: 作为第2节的题目, 本解法不涉及电磁感应的本质——感应电动势, 而是利用“磁通量不变”来解题. 从答题的角度来讲, 我们已经很巧妙地完成了任务.

解法二(竞赛拓展): 随着学习的深入, 教师可以引导学生关注本题涉及的感生和动生同时存在的现象, 尤其对有志于参加自主招生和物理竞赛的同学, 这样做很有必要. 处理如下.

(1) 列出微分方程. 本题的本质是感生电动势与动生电动势并存, 解决时可考虑用通式 $\epsilon = \frac{d\Phi}{dt}$, 其中有 $\Phi = BS$. 由于 B 和 S 都变化, 于是我们考虑偏微分

$$\epsilon = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB}{dt}S + \frac{dS}{dt}B$$

具体可写为

$$\frac{dB}{dt}L(L + vt) + BLv = 0$$

(2) 积分演算. 上式涉及变量 B 和 t , 需考虑分

离变量

$$\frac{dB}{B} = -\frac{d(vt)}{L + vt}$$

两边积分有

$$\int \frac{dB}{B} = -\int \frac{d(vt)}{L + vt}$$

即

$$\int \frac{dB}{B} = -\int \frac{d(L + vt)}{L + vt}$$

(3) 不定积分的常量处理

$$\ln B = -\ln(L + vt) + c$$

代入初始值 $t=0$ 时, $B=B_0$ 可得

$$B = \frac{B_0 L}{L + vt}$$

点评: 通过对比我们可以发现, 解法二在知识点上更加反映物理本质, 在数学方法上又涉及到偏微分、分离变量、积分常量的确定等内容, 为准备参加物理竞赛的同学拓展了知识空间.

2 相关高考题拓展

【例1】(2003年江苏卷第18题) 如图2所示, 两根平行金属导轨固定在水平桌面上, 每根导轨每米的电阻为 $r_0 = 0.10 \Omega/\text{m}$, 导轨的端点 P, Q 用电阻可忽略的导线相连, 两导轨间的距离 $L = 0.20 \text{ m}$. 有随时间变化的匀强磁场垂直于桌面, 已知磁感应强度 B 与时间 t 的关系为 $B = Kt$, 比例系数 $K = 0.020 \text{ T/s}$. 一电阻不计的金属杆可在导轨上无摩擦地滑动, 在滑动过程中保持与导轨垂直. 在 $t=0 \text{ s}$ 时刻, 金属杆紧靠在 P, Q 端, 在外力作用下, 杆以恒定的加速度从静止开始向导轨的另一端滑动, 求在 $t = 6.0 \text{ s}$ 时金属杆所受的安培力.

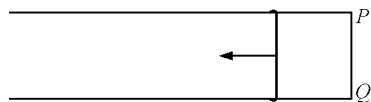


图2 例1题图

分析:

本题的创新处也是易错处在于产生感应电动势的因素有两个: 一个是导体切割磁感线所产生 $\epsilon_1 = BLv$ (叫动生电动势), 另一个是磁场变化所产生 $\epsilon_2 = \frac{\Delta B}{\Delta t}S$ (叫感生电动势).

解题: 以 a 表示金属杆运动的加速度, 在 t 时刻, 金属杆与初始位置的距离为

$$x = \frac{1}{2}at^2 \quad (1)$$

此时杆的速度

$$v = at \quad (2)$$

杆与导轨构成的回路的面积

$$S = Lx \quad (3)$$

回路的总感应电动势

$$\varepsilon_{\text{总}} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \quad (4)$$

其中 $\varepsilon_1 = BLv$ 为动生部分, $\varepsilon_2 = \frac{\Delta B}{\Delta t}S$ 为感生部分, 两者同向! 而

$$B = Kt$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{K(t + \Delta t) - Kt}{\Delta t} = K \quad (5)$$

回路的总电阻

$$R = 2xr_0 \quad (6)$$

回路中的感应电流

$$I = \frac{\varepsilon_{\text{总}}}{R} \quad (7)$$

作用于杆的安培力

$$F = BIL \quad (8)$$

解得

$$F = \frac{3}{2} \frac{K^2 L^2}{r_0} t$$

代入数据为

$$F = 1.44 \times 10^{-3} \text{ N}$$

点评:可以看出问题解决的关键在于:第一,明确本题感生电动势和动生电动势同时存在的本质;第二,知道两电动势方向相同,有过刚才方法二的铺垫,解决本题自然会很顺畅,学生在体验成功的同时思维层次也得到了不小的提升。

3 自主招生拓展

【例2】(2008年清华自主招生)如图3所示,半径为 R 的圆形区域内有随时间变化的匀强磁场,磁感应强度 B 随时间 t 均匀增加的变化率为 k (k 为常数), $t=0$ 时的磁感应强度为 B_0 . B 的方向与圆形区域垂直如图,在图中垂直纸面向内.一长为 $2R$ 的金属直杆 ac 也处在圆形区域所在平面,并以速度 v 扫过磁场区域.设在 t 时刻杆位于图示位置,此时杆的 ab 段正好在磁场内, bc 段位于磁场之外,且 $ab = bc = R$,求此时杆中的感应电动势.

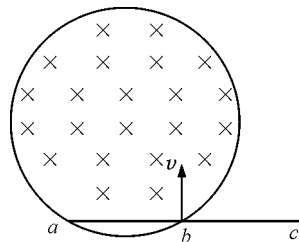


图3 例2题图

分析:本题也是感生电动势和动生电动势同时存在,仅就感生电动势而言(题目的难点所在!)与2002年全国物理竞赛复赛的第二题相似,可以先引入该复赛题进行铺垫式讲解(原题见附录,解法限于篇幅不作展示)。

解题:

感生电动势由 E_{ba} 和 E_{cb} 两部分组成,则

$$E_{ba} = \frac{1}{2}R \frac{\sqrt{3}}{2}Rk = \frac{\sqrt{3}}{4}kR^2$$

$$E_{cb} = \frac{1}{12}\pi R^2 k = \frac{1}{12}k\pi R^2$$

$$\text{所以 } E_{ca} = E_{ba} + E_{cb} = \left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{12} \right) kR^2$$

方向 $a \rightarrow c$.

$$\text{动生电动势为 } E_{ab}' = (B_0 + kt)Rv$$

方向 $b \rightarrow a$. 所以总电动势为

$$E_{\text{总}} = E_{ca} - E_{ab}' =$$

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{\pi}{12} \right) kR^2 - (B_0 + kt)Rv$$

点评:相较于江苏省的高考题,由于没有形成回路,且感生电动势要区分圆形区域的内、外两部分,因此本题思维层次有了明显提升;而2002年物理竞赛复赛卷的第2题的铺垫分析,则为问题解决扫除了不少障碍。

4 总结

笔者通过对课后习题的多解处理,将知识点拓展到了竞赛相关的层面(微积分),物理场景也从衡量(磁通量)的寻找转移到了变量的分析(感生与动生);然后通过高考、自主招生两个例题的梯度设置,结合竞赛题的类比分析,使学生在顺利解答题目的同时,也提高了思维层次.相信合理的教学设计,不仅能引导学生顺利解题,更能为学生提供一个培养物理核心素养的宝贵平台!