

情境创设生活化

——以“交变电流”的教学为例

陈妍

(江苏省沙溪高级中学 江苏 苏州 215400)

(收稿日期:2019-03-12)

摘要:巧借“地磁”情境,构建物理模型,以线框“单边”切割地磁场为突破点,定量探究交变电流的特点.生活化的情境创设有益于学生科学素养的形成,也体现了以学生为主体的教学理念.

关键词:物理情境 地磁场 生活化 交变电流

物理教材中的知识本身比较抽象,难以理解,而生活中的很多现象与物理知识又密不可分,是一种可触及的教学资源.若在恰当情境下,将物理与生活相融合,帮助学生将抽象的物理知识进行深刻的理解和学习,不仅能强化学生的学科素养,还能提高学生的积极性.生活化的情境创设充分体现了物理学科的应用性与实践性.

交变电流是高中物理电磁场部分的重点内容之一,新课标要求高中学生能够通过实验认识交变电流,并能用公式与图像描述正弦式交流电.因此,创设恰当的物理情境,通过实验分析交变电流的产生过程,认识交变电流的特点及规律很有必要.

正弦式交变电流的产生是基于电磁感应的基本规律,本节是前一章的延续和发展,是电磁感应理论的具体应用,有着承上启下的作用.为了更好地帮助学生在已有知识架构的基础上学习新知,本文对由手工转动线圈切割地磁场产生的交变电流进行分析,能够更好地激起学生参与学习的热情.

1 创设生活化小实验 激发学习兴趣

教师展示手摇发电机及一个马蹄形磁铁,请学生演示实验使小电珠发光(图1).在学生演示的过程中,分析小电珠发光的原因,即线圈在切割马蹄形磁铁的磁场.由于转动的线圈切割磁场,而在线圈中发生电磁感应现象,产生了感应电动势.将该线圈与小电珠连接成闭合回路,回路中便形成了感应电流,电流流过小电珠,小电珠发光.

学生再次演示小电珠发光实验,大家经过观察

不难发现小电珠“一闪一闪”.分析可知,通过小电珠的电流在变化!至于电流为何变化、怎么变化便是这节课所要研究的问题.

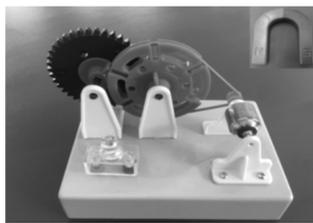


图1 演示小电珠发光实验

设计意图:课堂导入是课堂教学中的第一个环节,也是非常重要的一个环节.以手摇发电机导入新课,形象、直观,易于被学生接受,由此激发学生的学习兴趣.创设生活化的小实验,培养学生动手能力的同时,也使我们的教学内容更真实、亲切,更能体现从生活走向物理的理念.在选修3-2第四章电磁感应的基础上,进一步解决新情境下的问题.

2 巧借“地磁”情境 引发定性思考

为了使真相让学生可触及,教师展示线框ABCD,如图2所示.该线框由导线绕成,共10匝,矩形线框长70 cm,宽30 cm.请学生利用所学知识,结合现有空间,使该线框产生电流.

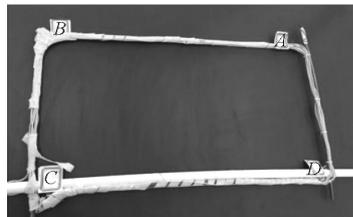


图2 导线绕成的线框

学生结合手摇发电机,通过讨论不难得出要想产生电流,线框得切割磁场,而现有的空间存在地磁场.

地磁场即地球周围空间分布的磁场.主要由地电流形成,近似于一个位于地球中心的磁偶极子的磁场.其中一极位于地理北极附近,另一极位于地理南极附近,如图3所示.地表各处磁感应强度与方向都因地而异.地磁强度由赤道向两极呈现由低到高的态势,即低纬度地区磁感应强度低,高纬度地区磁感应强度高.其磁感线分布特点是赤道附近磁场的方向是水平的,两极附近则与地表垂直,地球表面的磁场会因各种因素影响而发生变化,但变化是很小的.通常,地磁场强度数量级为 10^{-5} T.基于对地磁场的简单认知,我们不妨请学生具体演示如何使线框中产生电流.

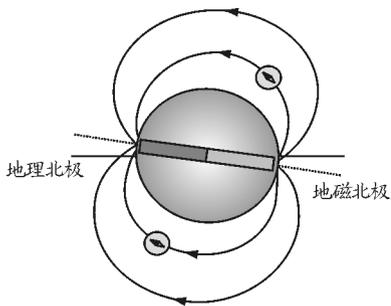


图3 地磁场

在理论分析的基础上,两位学生合作转动线框切割地磁场,并通过微电流传感器及数字化信息系统将感应电流随时间变化的图像呈现给学生.

实验所得线圈切割地磁场产生的电流随时间的变化图像如图4所示,图像并未呈现完美的周期性变化,但教师恰可以利用这一点请学生分析图像不完美的原因.比如,线圈非匀速转动,地磁场非匀强磁场等.由此可找出影响交变电流大小的因素.

当然,为了得到周期性变化的电流,实验过程中有几点需要注意:

首先,绕制的矩形线框要尽量规则;其次,线框绕好后引出的两根导线要短些;再者,线框尽量保持匀角速度转动;最后,每一次进行实验,线框转动次数不宜过多,否则线框导线与微电流传感器的导线缠绕也会影响结果.于是,我们可以得到电流随时间变化的图像.

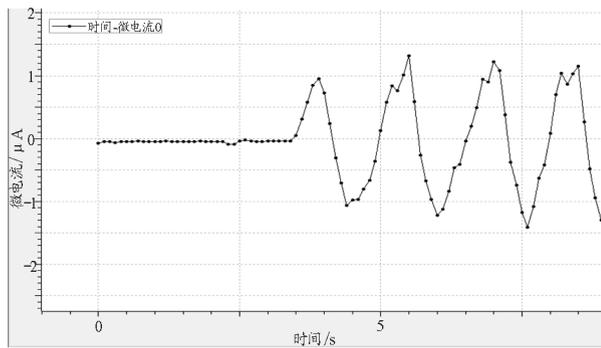


图4 实验所得电流随时间变化的图像

设计意图:通过理论与实践,我们将学生的思想结晶成图像直观地呈现出来,学生的喜悦是不言而喻的.尽管图像不完美,但能够达到定性研究、启发思考、探索新知的目的.以地磁场作为实验磁场更好地拉近了学科与学生之间的距离,鼓励学生积极主动的学习,从而将知识融入生活中.生活化的情境创设对学生科学素养的形成有很大帮助,充分体现了新课程标准中以学生为主体的教学理念.

3 物理情境模型化 引导定量探究

为了定量探究电流的变化情况,我们可以建立线框在匀强磁场中匀速转动的物理模型,并针对线框转动一圈过程中的几个特殊位置进行分析.同时,注意运用楞次定律、法拉第电磁感应定律等基本原理解决新情境下的问题.

我们可以画出线框转动一圈的过程中4个特殊位置的平面图,如图5所示.

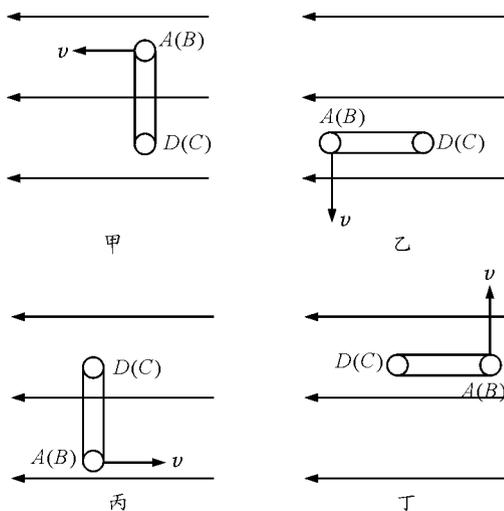


图5 线框在匀强磁场中匀速转动的物理模型

在平面图中用法拉第电磁感应定律推导交变电流的变化规律.这里,矩形线框以CD边为轴转动.

假设矩形线框 $ABCD$ 边长分别为 L_{AB} 和 L_{AD} , 匀强磁场的磁感应强度为 B , 线框以角速度 ω 匀速转动. 具体可设置如下问题链:

(1) 矩形线框转动过程中, 哪条边会产生感应电动势, 相当于电源?

(2) 在线框由甲转到乙的过程中, AB 边中电流方向如何? 在线框由丙转到丁的过程中, AB 边中电流方向又如何?

(3) 当线框转到什么位置时线框中没有电流? 转到什么位置时线框中的电流最大?

(4) 甲、乙、丙、丁 4 个位置线框磁通量 Φ 及磁通量变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 有何特点?

对于更一般的位置, 如图 6 所示. 若线框从中性面开始匀速转动, 则在此后的任意时刻 t , 我们取 AB 边的有效切割速度, 由法拉第电磁感应定律, 不难得到线框中感应电动势的大小 $e = NBS\omega \sin \omega t$.

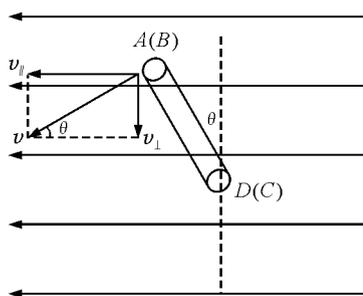


图 6 线框平面与竖直方向夹角为 θ 时的情境图

当然, 考虑到线框单边旋转过程中由于重心偏向一边所带来的较为严重的轴磨损, 在实际应用中, 线框通常绕中心轴线旋转, 两者产生的感应电动势相同.

若改变线框形状, 在线框匝数与面积不变时, 从中性面开始计时, 由 $\Phi = BS \cos \omega t$, 可知

$$e = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = NBS\omega \sin \omega t$$

设计意图: 由感性认识到理性分析, 由定性到定量, 逐步深入探究交变电流的特点. 探求新知的过程, 既要呵护学生的好奇心, 又要激发学生的求知欲, 使学生在同伴互助中自主探究, 积极思考. 对于本节课的核心内容, 设计线框转动时, 仅单边切割地磁场, 有利于学生的理解和掌握, 也有利于培养学生解决复杂问题的能力. 恰当的物理情境, 加上前期的铺垫, 不至于使学生觉得突兀. 用问题链的方式引导

学生分析线框转动一周的过程中电动势和电流的变化, 这样设计梯度合理, 层层递进, 引起冲突, 又能紧扣学生内心.

4 课后探究生活化 培养应用能力

摇绳能发电吗? 怎样设计跳绳会产生较大的电流? 请小组合作设计一根能发电的跳绳.

大家很容易想到用导线来制作跳绳, 如图 7(a) 所示, 但是, 单股导线产生的电流微弱, 不易观察. 实验中, 我们可以选用网线来制作跳绳, 如图 7(b) 所示, 网线中自带八股细导线. 为了使实验现象明显, 这些导线在连接方式上也很有讲究, 可以请学生们提出一些制作方案.

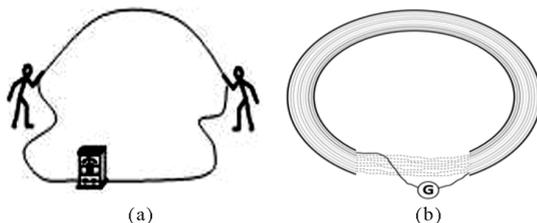


图 7 演示摇绳发电

在制作跳绳时, 可以将 8 股导线首尾相连, 即导线 1 头接导线 2 尾, 2 头接 3 尾……, 7 头接 8 尾, 最后将导线 8 头与导线 1 尾连接到灵敏电流计上, 如图 7 所示. 这样, 产生的感应电流是单股导线的 8 倍. 让该跳绳以约 $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$ 的角速度摆动, 在空中形成一个半径为 5 m 的半圆, 取地磁场 $B = 1.0 \times 10^{-5} \text{ T}$, 估算可得 $E_m = NBS\omega = 0.02 \text{ V}$. 考虑导线的电阻, 可以估算产生的感应电流值, 将该理论值与实验值进行对比, 你发现了什么?

设计意图: 物理课堂不仅是传授知识的殿堂, 更要让学生感受物理的趣味, 体验物理的魅力. 物理源于生活, 又服务于生活. 我们只有将所学的物理知识应用到生活中去, 才能真正认识到物理学的价值. 设计一根能发电的跳绳作为课后的研究性学习, 培养学生永不满足、追求卓越的精神, 同时, 在提出问题和解决问题的过程中学习科学研究方法、获得丰富体验, 有利于学生素质的全面提高.

陶行知说“生活即教育”. 绿色物理课堂离不开生活, 以生活为素材创设恰当的物理情境, 能够很好地调动学生参与课堂的积极性, 起到唤醒学生思维、诱发自主探究的效果, 这对于培养学生的探究意识及应用能力都非常重要.