

浅谈电磁感应的教学实践

黄如英

广州大学附属中学南沙实验学校 广东 广州 510000

[摘要]电磁感应是高中物理一个非常重要的模块,综合性强,涉及理论学习,实验探究和生活应用等方面,对学生要求较高。为了更好的实现本单元的教学目标,学习过程中将理论教学、实验教学和情境教学有机结合,提高学生的学习效率;开展电磁感应的综合实践活动,将课内学习和课外活动有机结合,激发学生的兴趣。

[关键词]电磁感应;实验教学;情境教学;课外活动

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.2078

电磁感应内容综合,学习难度高,内容抽象,对学生的逻辑思维和物质的空间观念提出了较高的要求。为了更好的进行教学,笔者在教学过程中进行了各种尝试,创设情境激发学生的学习兴趣;利用实验提高学生课堂参与的积极性;在真实情境建中进行物理建模,培养学生解决问题的能力;利用课外活动培养学生的综合素养。现将相关的教学实践总结如下。

一、创设情境,激发学生兴趣

电磁感应有很多有趣的实验和生活上的应用。在教学过程中可以通过实例或者实验来提高学生学习的兴趣,激发学生探索的欲望。下面列举两个小实验。

实验1:小磁珠在铜管和塑料管中下落的实验。铜管长50cm,内径18mm,厚度2mm。小磁珠在塑料管中做自由落体下落很快,在铜管中下落变慢,约4.5秒。铜管可以看做闭合线圈,小磁珠在下落过程切割磁感线产生感应电流,安培力阻碍小磁珠的运动,小磁珠运动变慢。

实验2:电磁炉烧水实验。煤气炉利用热传导加热,电磁炉利用涡流加热。邀请学生上台完成实验,铁锅与电磁炉表面不接触,往铁锅中装一点水,一小段时间后触摸锅底和水,发现温度升高。

在进行新课的教学过程中,通过观察分析有趣的小实验或者生活应用,提高学生学习的兴趣。

二、在教学过程中渗透物理学史教育

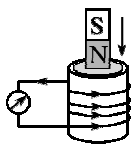
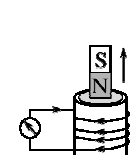
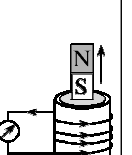
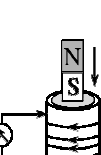
奥斯特发现电流的磁效应,法拉第就利用对称性思维提出“恒定的磁场产生恒定的电场”。利用伏打电池使直导线通电,与之平行的导线上连接的电流计无法偏转;螺线管通直流电,直导线穿过螺线管与电流计连接,电流计无法偏转。直导线接直流电,螺线管与电流计相连放在直导线上,电流计也没有偏转。通过大量的实验,法拉第意识到恒定的磁场是无法产生电流的。^[1]那么变化的磁场能否产生电流呢?

为此法拉第做了新的尝试,设计了圆环实验。用软铁做成一个圆环,环上用铜导线绕成线圈A和B,线圈A与电池相连,线圈B与导线连成一个回路,铜导线上放小磁铁,通电和断电瞬间小磁针发生偏转。^[2]圆环实验成功的产生了电流,法拉第在经过大量的失败后终于迎来了成功。

量变引起质变,实验成功的转折点在于过程中思维的突破。科学探究过程是一个漫长的过程,每一位科学家所经历的过程,都会遇到很多困难,也会经历无数次的失败,每一次失败都是为了成功所做的努力。就像法拉第前期的研究一样,花费大量的时间证明了恒定的磁场是无法产生电流的,并不是没有意义,而是验证了这种说法是错的,应该另找新的研究方向。

在教学过程中,学生将自己代入科学家的角色,重走

表 1

磁铁相对运动方向				
$B_{原}$	竖直向下	竖直向下	竖直向上	竖直向上
磁通量变化	增加	减少	减少	增加
感应电流方向	逆时针	顺时针	逆时针	顺时针
$B_{感}$	竖直向上	竖直向下	竖直向上	竖直向下
$B_{感}$ 与 $B_{原}$ 关系	相反	相同	相同	相反

研究之路,努力解决遇到的难题,体会科学研究的艰辛与不易,学习科学家的思维方式和永不言败的精神,这比单纯的物理知识学习更能全方位的培养和锻炼学生。

三、电磁感应的教学与实验的有机结合

实验也是电磁感应教学一个重要的环节。条形磁铁靠近或远离通电螺线管是必做的分组实验。

下文将利用分组实验来突破教学难点:探究感应电流的方向。分组实验中,通电螺线管和电流表用导线连接起来,条形磁铁靠近或远离通电螺线管,观察并记录数据。

实验仪器少,操作简单,学生完成比较好,但是刚开始设计的表格只有表1的前四行数据,没有加入感应电流的磁场方向、比较感应电流磁场方向与原磁场方向这两列数据。

磁通量变化与感应电流是两个不同的物理量,无法直接联系起来。引导学生找到一个中介,将磁通量与感应电流联系起来。磁体靠近或者远离引起螺线管磁通量变化,感应电流周围存在磁场的同时对应一个磁通量,尝试让学生将两个磁通量联系在一起。因此,学生经过讨论后决定增加“感应电流的磁场方向 $B_{感}$ ”和“ $B_{感}$ 和 $B_{原}$ 的方向”两列数据。

教学过程采用分组实验进行教学,一方面可以提高学生的动手能力和参与课堂的有效性。另一方面,实验也是情境化试题的素材。实际动手完成实验,可以加深学生的理解和印象。

四、通过情境教学,培养学生解决问题能力

在教学过程通过真实的情境,抽象出相关的物理模型,再用物理符号来代表相关的物理量,这就是物理建模过程。在真实的情境中,让学生经历物理建模的过程,培养解决问题的能力。下面我们通过几个具体的情境,学习如何进行物理建模。

情景1:法拉第圆盘发电机

法拉第圆盘发电机是世界上第一台发电机,常出现在教学情境中,可以改编成情境化试题。图1是对应的物理模型:

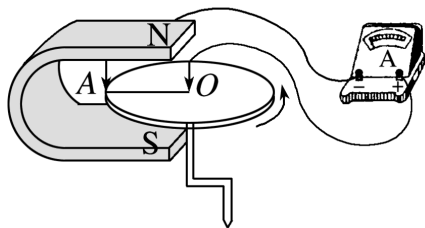


图1 法拉第圆盘发电机模型

基于此模型改编试题如下:圆盘置于蹄形磁铁中,中心固定手摇柄,圆盘和中心与电刷连接,电刷与电流表用导线连接起来。圆盘看作是由无数根长度相同的导体棒组成。转动手摇柄,电路产生了持续的电流。^[3]思考下面问题:

- ①画出俯视图。
- ②分析回路中电源是由哪部分组成?
- ③导体棒OA切割磁感线的电流方向? O点和A点电势的高低?
- ④导体棒的等效切割速度? 导体棒切割磁感线产生的感

应电动势?

导体棒旋转切割的感应电动势这部分内容学生理解起来比较困难,将法拉第发电机作为课堂上的教学素材,引导学生分析情景,构建模型,培养解决问题的能力。

情景2:手机无线充电

手机无线充电是电磁感应在生活中的应用。图2为无线充电对应的物理模型:

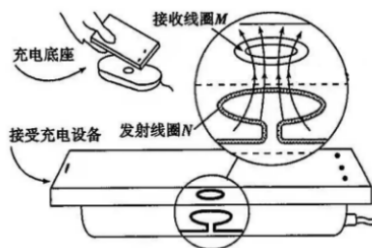


图2 无线充电模型

基于此模型改编试题如下:充电板的中间线圈为发射线圈N。当交流电流过充电板内的线圈,在周围产生交变磁场,使手机内部的接收线圈M产生感应电流。^[4]思考下面问题:

- ①只要充电板内部线圈通过电流,手机内部线圈就会有电流通过?
- ②对于手机来说,哪个部分相当与电源?
- ③线圈产生的电动势是感受电动势还是动生电动势?
- ④接收线圈匝数为 n ,电阻是 r ,线圈处于平行于线圈轴线的磁场中。匀强磁场大小均匀增加,接收线圈两端产生的感应电动势?

经常性插拔充电头及数据线的弯折,数据线的接口处容易断,手机充电可以避免这方面的问题。但是手机充电也存在需要改进的地方,比如充电速度慢,发热严重等问题。

情景三:飞机阻拦技术

新一代航母上的飞机,采用阻拦索结合电磁作用力结合对飞机进行减速。图3是对应的模型图:

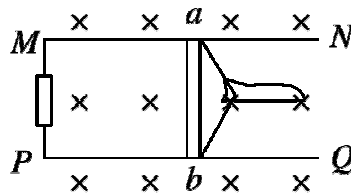


图3 飞机阻拦模型

基于此模型改编试题如下:飞机着舰时先与阻拦索勾连,假设勾连位置恰好在阻拦索的正中间,此时飞机受到阻拦索的作用力是对称的。两平行光滑金属导轨间距为 L ,置于磁感应强度为 B 的匀强磁场。假设飞机质量为 M ,电阻为 r 的导体棒质量是 m ,与电阻 R 组成回路,垂直于导轨放在轨道上,假设飞机的初速度是 v_0 。思考下面问题:

- ①阻拦索技术存在的问题? 电磁阻拦技术存在的优点?
- ②勾连瞬间导体棒获得的速度?
- ③导体棒切割磁感线产生的感应电动势和感应电流?
- ④求出导体棒的加速度?

⑤速度减为0的过程中，通过导体棒的电荷量；

⑥试画出飞机在减速过程中的速度-位移图像。

航母阻拦技术是现代新科技的产物，能够有效解决阻拦索减速过程中出现的问题。阻拦索在拦截飞机的时候，利用的是绳索对飞机的作用力来进行减速，飞机的质量非常的大，对绳索产生非常大的作用力，因此对绳索的制作要求非常的高，时间一长也会存在磨损，需要长期的维修和更换，而电磁阻拦技术可以在一定程度解决这个问题。

上面三个例子，分别以法拉第圆盘发电机、手机充电和飞机阻拦为情境改编了对应的题目。分析的过程，从具象化的事物出发，分析研究对象的运动和特点，抓住影响物体运动的主要因素，忽略次要因素，最终得到抽象化物理的模型图。而力是改变物体的运动原因，因此在得到抽象化的模型图后，先分析物体的受力情况，再分析物体的运动情况。这是解题的一般思路。解题过程中需要学生多方面的能力，阅读能力，信息提取能力，图像转化能力，物理建模能力等。

培养学生的解决问题的能力需要经历一个漫长的过程，教师在教学过程应该有意识的进行这方面能力的培养。选择学生熟悉的情境，学生有更多直观的现实印象，在课堂上可以更好的配合老师开展教学活动。在日常生活中，引导学生观察生活现象、发现问题、思考问题，并利用物理的知识去解决问题。

五、合理利用课外时间，开展电磁感应的实践活动

课堂学习时间较少，无法在课堂上开展较多的活动。开展电磁感应的综合实践活动，将课内学习和课外活动有机结合，激发学生的兴趣。

在综合实践活动课程中，提供必备的实验仪器让

学生动手制作电磁感应教具并进行课外活动探究。下面是结合实验器材制作的教具。

装置1：手机无线充电。如图4所示，将无线充电模组外接学生电源，设置直流5v，最右边是手机内无线充电接收模块展示，将手机放置在线圈上方，对准内部接收电路，即可实现无线充电。中间手机显示的界面是手机刚放上去充电瞬间的界面。可以看到手机成功进行了充电。



图 4

装置2：简易拾音器。如图5所示，左边是示波器，右边是将电阻定律实验器置于磁场中（前后各一块强磁铁），将金属丝两端接入示波器，设置灵敏度为5mV，时间为5ms，拨动金属丝，金属丝来回切割磁感线，产生感应电动势，在示波器上显示逐渐衰减的正弦波。



图 5

上述两个教具是学生根据实验室提供的仪器，在教师的指导下制作的教具。一开始，学生先阅读教师提供的资料，明确需要完成的任务和目的；接下来，分小组进行开展活动，制定计划，明确小组内成员的分工和各自要完成的任务；紧接着小组内开始进行实践探究。

下面以简易拾音器为例，重点说一下学生在过程中遇到问题 and 解决问题的过程。学生的实验过程中，遇到几个问题：电阻定律实验器固定问题，磁铁磁性不够问题，示波器灵敏度调节问题。

最开始使用马蹄形磁铁并且竖直放置，上面是N级，下面是S级，电阻定律实验器水平放在磁铁中间，需要人手进行固定，比较麻烦。学生实验后发现没有现象，于是进行猜想磁铁的磁性不足，更换强磁铁；强磁铁前后竖直放置，这时只需要将电阻定律实验器竖直放置就可以固定，一次性解决两个问题。更换完器材之后，学生重新开始实验，发现有波形，但是波形不明显。这个问题困扰学生最久的，因为他们刚使用示波器，对示波器不熟悉。最终在老师的提示下，开始调节示波器的灵敏度，成功在示波器上调出比较明显的波形。

开展电磁感应的课外学习活动，可以综合培养学生的动手能力、自学能力和小组合作能力。学生在活动中会遇到各种各样的困难，互相讨论解决问题的方法，不断的进行尝试，不断的经历失败，最终才取得成功。这就是开展课外学习活动的目的，让学生经历真实的探究过程，在失败中总结经验。

六、结束语

在教学的过程中，发挥学生的主体性作用，提高学生学习的兴趣，使学生更好的融入课堂的学习。通过系统的学习之后，学生能够掌握相关的理论知识；了解电磁感应在生活、生产、科技方面的各项应用；同时应用理论知识解释生活中常见的现象。

参考文献

- [1]郭奕玲,沈慧君.物理学史(第2版)[M].北京:清华大学出版社,2005:110.
- [2]郭奕玲,沈慧君.物理学史(第2版)[M].北京:清华大学出版社,2005:111
- [3]周鸿雁.法拉第圆盘发电机是怎样发电的[J].中学物理教学参考,2010,39(5)