

基于探究理念的“楞次定律”教学设计

王金文

(北京市第五中学分校 北京 100009)

尹德利

(北京市东方德才学校 北京 100025)

(收稿日期:2018-04-24)

摘要:针对作者上一篇“基于探究理念的‘楞次定律’的教材编写建议”而提出来的教学设计,分两课时完成.第1课时,引导学生探究导体棒切割磁感线运动产生感应电流的方向规律,得出右手定则,并通过分析,认识到感应电流的效果总是阻碍导体棒的运动,这种“阻碍”的本质是能量转化与守恒定律在电磁感应中的具体体现.第2课时,从磁通量的角度,对两个探究实验进行分析,得出判断感应电流方向的普遍法则——楞次定律.

关键词:右手定则 楞次定律 教学设计

笔者在论文“基于探究理念的‘楞次定律’教材编写建议”(待发表)中用较大篇幅分析了楞次定律教学难的根源,一个与教科书的编写有关,另一个与以知识为中心的教学理念和教学评价有关,在此基础上对“楞次定律”一节的教科书编写提出了自己的几点粗浅建议.本文基于这一建议,对楞次定律的教学进程作如下设计,力求体现课堂教学从简单到复杂,由特殊到一般,从现象到本质的认知逻辑,为学生的合作探究搭建更多的台阶.

由于本节课的教学内容增加了两个探究实验和一个演示实验,因此基于探究理念的“楞次定律”的教学需要两课时完成.其中,第1课时,探究导体棒切割磁感线运动产生的感应电流方向,得出右手定则,并从力和运动、功和能的角度分析导体棒的运动,初步建立“感应电流的效果是阻碍导体棒(或闭合线圈)与磁铁间的相对运动,这种‘阻碍’是能量守恒定律对电磁感应的内在要求”的认识.第2课时,在初步认识感应电流的效果是“阻碍相对运动”的基础上,继续探究条形磁铁插入、拔出闭合线圈的过程中感应电流的方向以及感生电流方向的变化规律,得出楞次定律.

1 教学流程图

教学流程图如图1所示.

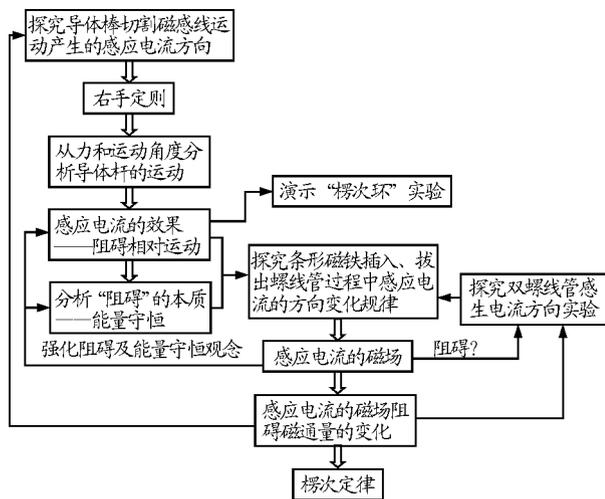


图1 教学流程

2 教学过程

2.1 第1课时 探究感应电流的方向

(1) 复习感应电流产生的条件,引导学生进一步探究感应电流的方向.

(2) 引导学生利用实验器材找出影响感应电流方向的因素都有哪些?

(3) 明确电流的方向与灵敏电流计指针偏转方向的关系.

学生活动:现在每个实验桌上都有一节旧的干电池,请同学们用试触法确定电流方向与电流计指针偏转方向的关系.

结论:电流“+”进“右偏”,“—”进“左偏”。

(4) 小组合作探究闭合电路的部分导体做切割磁感线运动时感应电流方向的变化规律,实验仪器连接的电路如图2所示。

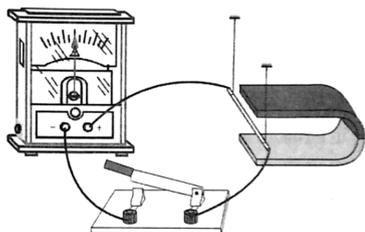


图2 探究感应电流方向的实验实物图

教师指导学生在实验记录单上画出每种实验情境下的侧视图(图3)或俯视图(图4),做好实验现象记录,并注意控制变量. 建议学生按照图4的方式记录实验现象,因为有闭合回路,方便后面的分析。

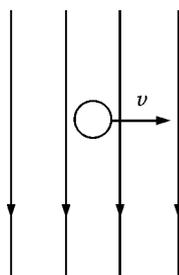


图3 侧视图

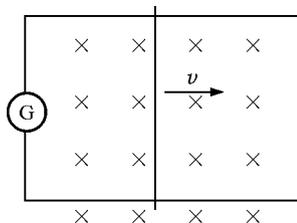


图4 俯视图

(5) 引导学生分析实验记录,“发现”动生电流方向的规律——右手定则。

感应的电流方向与磁场方向、导体棒的运动方向都有关系,同学们能否找到一个像判断安培力方向的左手定则那样,找到一个既方便记忆又方便判断感应电流方向的定则呢?

(6) 引导学生从力和运动的角度分析导体棒的运动情况。

导体棒切割磁感线运动产生感应电流,导体棒

处在磁场中,必然要受到安培力作用. 请同学们判断安培力的方向,并说明它对导体棒的运动起什么作用?

说明:通过本步骤,“阻碍作用”自然而然就出来了. 如果没有这个分析基础,直接分析条形磁铁插入、拔出闭合螺线管回路,感应电流的阻碍作用学生就很难意识到,让学生理解这种阻碍作用是阻碍穿过闭合线圈的磁通量的变化,困难就更大。

(7) 引导学生从功和能的角度分析电磁感应现象。

安培力对导体棒的运动为什么是阻碍作用而不是推动作用. 如果是推动作用会怎样呢?

(8) 揭示“阻碍”的本质——能量转化与守恒定律在电磁感应现象中的具体体现。

在磁场方向不变时,导体棒所受安培力的方向是由感应电流的方向决定的. 因此安培力对导体棒运动的阻碍作用也可以认为是感应电流对导体棒运动的阻碍作用. 因此,可以说,感应电流的方向是受能量守恒定律的约束。

(9) 演示并解释“楞次环实验”(图5)。

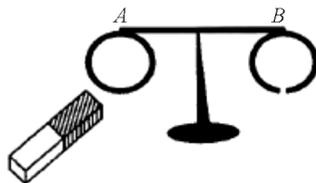


图5 楞次环实验

呈现“楞次环”实验装置,先让学生猜想:先后将条形磁铁插入闭合铝环和非闭合铝环中,会发生什么现象,然后教师演示“楞次环实验”,并让学生思考、解释这个现象。

1.2 第2课时 探究感应电流的方向

1.2.1 探究条形磁铁插入拔出闭合线圈过程中感应电流的方向

(1) 认识右手定则的局限性,激发学生寻找较为普适的判断方法

教师演示图6的实验. 问:这个实验中,感应电流的方向能否用右手定则直接判断呢? 难度有点大,有必要寻找比右手定则更普适的判断感应电流

方向的方法.

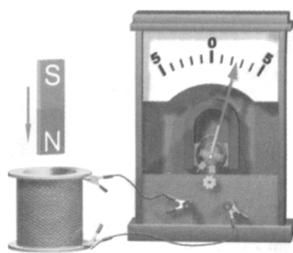


图6 教师演示实验

(2) 引导学生利用“感应电流的效果阻碍导体与磁体之间的相对运动”判断.

1) 按照图7的4种情况顺序先完成甲、乙、丙3种情况下的实验记录(注意在图7上根据电流计指针偏转方向标出感应电流的方向和闭合线圈的环绕方向).

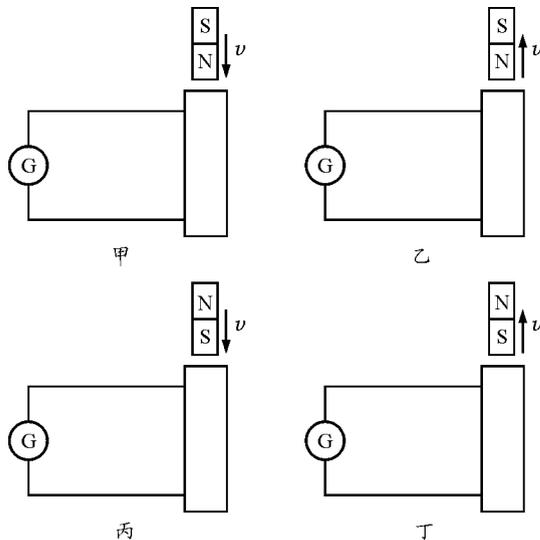


图7 感应电流的效果阻碍导体(线圈)与磁体之间的相对运动

2) 引导学生分析甲、乙、丙3种情况下感应电流对磁铁运动的影响,进一步强化学生对感应电流阻碍相对运动的认识.

要求学生根据感应电流的方向在图7甲、乙、丙3个图上标出“通电”螺线管的N、S极,并说明3种情况下“通电”螺线管对条形磁铁的作用力方向及对相对运动的影响.

3) 根据感应电流产生的效果总是“阻碍相对运动”的思想在图7丁的情形下标出螺线管的N极、S极,然后根据右手螺旋定则确定感应电流的方向,并用实验验证自己的判断.

1.2.2 探究判断感应电流方向的普适方法

(1) 打破学生刚刚建立的认知平衡,激发学生进一步探究更为普适的判断感应电流方向的方法.

提出问题:在图8所示的电路中,当开关断开或闭合的瞬间,我们观察到线圈B回路中有感应电流产生;闭合开关以后,当线圈A不动,左右调节滑动变阻器的滑片,线圈B中也有感应电流产生.这个电流不是由于导体(线圈)与磁体之间的相对运动产生的,而是由于磁场的变化产生的,这种电流叫作感生电流.感生电流的方向显然不能用阻碍相对运动的方法来确定.那么有没有更普适的方法来确定感应电流的方向呢?

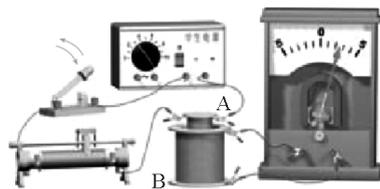


图8 实验电路

(2) 引导学生从磁通量变化的角度继续分析图7的实验现象.

我们知道,感应电流的产生是由于闭合回路中磁通量发生了变化.同学们能否从磁通量变化的角度分析感应电流产生的效果呢?仍以图7中4种情形为例进行分析.请同学们在甲、乙、丙、丁4种情况下的线圈中,分别用不同颜色的笔画出条形磁铁产生的磁场磁感线和感应电流产生的磁场磁感线,并标出其方向.注意寻找二者方向变化的规律.

从图9中,学生很容易看出:条形磁铁靠近线圈时,条形磁铁的磁感线与感应电流的磁场的磁感线方向相反;条形磁铁离开线圈时,条形磁铁的磁感线与感应电流的磁场磁感线方向相同.

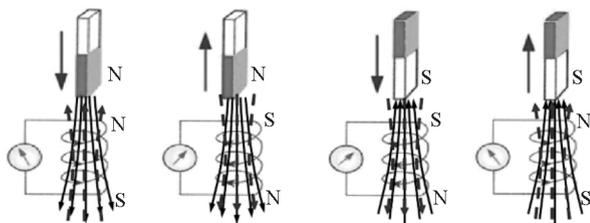


图9 条形磁铁靠近或离开线圈磁感线示意图

教师追问:条形磁铁靠近或远离线圈时,穿过线

圈的磁通量有什么变化? 学生: 条形磁铁靠近线圈时, 穿过线圈的磁通量增加; 远离线圈时, 穿过线圈的磁通量减少。

教师指出, 为了总结的方便, 我们把条形磁铁的磁场称为原磁场, 感应电流产生的磁场称为感应磁场。于是, 上面的实验规律换一种说法就是: 当穿过闭合回路的磁通量增加时, 感应电流的磁场与原磁场方向相反; 当穿过闭合回路的磁通量减少时, 感应电流的磁场方向与原磁场方向相同。为了方便记忆, 我们将这句话概括为“增反减同”。

(3) 引导学生分析导体棒切割磁感线运动产生的感应电流磁场方向与原磁场的方向是否满足“增反减同”的规律。

这个规律是不是具有普遍性呢? 请同学们继续分析导体棒切割磁感线运动时感应电流的磁场方向与原磁场的方向关系, 如图 10 所示。

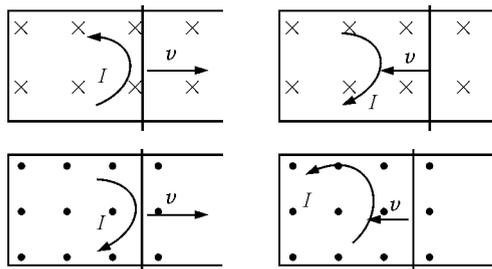


图 10 导体切割磁感线的规律

注意提醒学生, 从磁通量变化的角度分析感应电流的方向, 首先需要确定研究对象是哪个闭合回路, 然后才能用右手螺旋定则确定感应电流的方向或者感应电流的磁场方向。

(4) 研究双螺线管电磁感应实验(图 8)中感生电流的方向是否满足“增反减同”的规律。

让学生连接好图 8 所示的实验电路, 注意弄清线圈 A 的环绕方向及励磁电流的方向, 线圈 B 的环绕方向及灵敏电流计的“+”“-”接线柱分别与线圈 B 的哪两个接线柱连接。

将开关闭合(线圈回路磁通量增加), 观察电流计指针的偏转方向, 并在线圈 B 上标出感应电流的方向。根据右手螺旋定则确定励磁电流产生的磁场(原磁场)方向与感应电流产生的磁场(感应磁场)的方向是否相反。

然后断开开关(通过线圈的磁通量减少), 观察

电流计指针的偏转方向并在线圈 B 上标出, 然后确定感应电流的磁场方向是否与原磁场方向相同。

(5) 闭合开关, 移动滑动变阻器的滑片, 增大或减小流过线圈 A 的励磁电流, 注意观察电流计指针的偏转方向, 并在线圈 B 上标出感应电流的方向, 再次确认感应电流的磁场方向与原磁场方向是否满足“增反减同”的规律。

(6) 实验归纳。

不管是由于导体相对磁体运动产生的感应电流还是磁场变化产生的感应电流, 感应电流的磁场方向与原磁场的方向都符合“增反减同”的规律, 说明这是个普遍规律。有了这个规律, 一旦知道了原磁场的方向和回路磁通量的变化, 我们就可以确定感应电流的磁场方向, 然后根据右手螺旋定则进一步确定感应电流的方向。

(7) 深入认识感应电流的“阻碍”效果。

对于由导体和磁体之间的相对运动产生的感应电流, 其效果是阻碍导体与磁体之间的相对运动; 对于由磁场的变化产生的感应电流, 其“阻碍”效果又该如何理解呢? 原来, 当穿过闭合回路的磁通量增加时, 感应电流的磁场方向与原磁场方向相反, 这时感应电流的磁场起到一个“抵消”作用, 阻碍了磁通量的增加; 而当穿过闭合回路的磁通量减少时, 感应电流的磁场方向与原磁场方向相同, 这时感应电流的磁场起到一个“补偿”作用, 阻碍了磁通量的减少。用一句话来概括, 就是感应电流的效果, 总是阻碍磁通量的变化。需要注意的是, 感应电流的这种“阻碍”却不是“阻止”, 因为, 如果阻止了磁通量的变化, 也就不会有感应电流产生, 这种阻碍作用也就不会发生。

(8) 楞次定律的表述。引导学生阅读教科书上关于楞次定律的表述内容。

说明:从动生电流到感生电流, 科学探究由浅入深, 层层递进, 降低了探究的“台阶”, 破解了“楞次定律”教学的“老大难”问题。探究过程中, “阻碍”一词的得出显得非常自然, “感应电流的磁场”这个中介也顺势而出。随着探究的逐步深入, 学生对感应电流阻碍效果的认识也由具体到抽象, 由现象到本质, 越来越深刻。