

法拉第电磁感应定律演示实验的改进

◆李娜娜

(中山市华侨中学 广东中山 528400)

摘要: 法拉第电磁感应定律是电磁学的重要内容,也是中学物理教材的重要内容,人教版“法拉第电磁感应定律”是一节物理规律新授课,但教材中并没有展开规律的探究过程。本文通过改进演示实验装置,利用小车拖动磁铁运动,使线圈中产生感应电动势,用灵敏电流计的偏转格数表示感应电动势的大小,从而实现定量研究。

关键词: 感应电动势; 磁通量的变化量

人教版教材选修3-2第四章“电磁感应”章节中“法拉第电磁感应定律”一节中,关于感应电动势与磁通量变化的关系课本是这样给出的:“纽曼、韦伯在对理论和实验资料进行严格分析后,于1845年和1846年先后指出:闭合电路中感应电动势的大小,跟穿过这一电路的磁通量的变化率成正比,后人称之为法拉第电磁感应定律。”教材并没有给出“ $E \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 成正比”这一量化结论的实验研究过程。

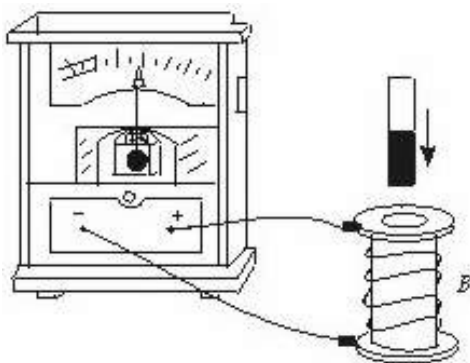


图1

在通常上课时,一般都会通过图1的演示实验得出:在向线圈中插入或者拔出条形磁铁的实验中,磁铁的磁场越强、插入和拔出的速度越快,产生的感应电流就越大。但是使用频率非常高的演示实验也没能反映出“ $E \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 成正比”的定量关系。那么有没有一个定量实验方案可以在课堂上演示并进行分组实验呢?

1. 实验器材

一端带有滑轮的木板(木板有刻度标志)、小车、钩码、砝码、1根条形磁铁、灵敏电流计、导线若干、线圈

2. 实验原理

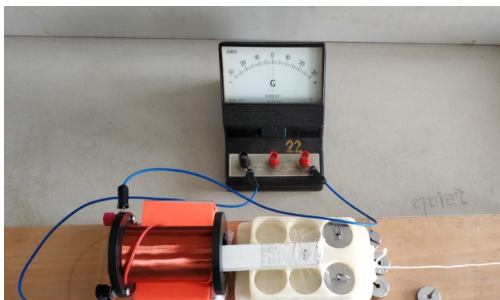


图2

线圈与灵敏电流计组成回路,回路中磁通量变化就会产生感应电流。小车带动磁铁运动,每次实验中,小车经过同一个位置

时,磁通量变化量相同。实验装置如图2所示,线圈与灵敏电流计连接,用灵敏电流计的偏转格数表示感应电动势的大小,用小车运动的快慢表示将条形磁铁从线圈度拔出的时间长短。小车由木板同一位置静止开始加速,根据 $v^2=2as$,小车每次经过木板的相同位置时,磁通量变化相同,而此时如果能够保证小车的加速度 $a_1=4a_2$,则通过该位置的速度关系 $v_2=2v_1$,对比此时灵敏电流计的偏转格数,得出感应电动势 E 与磁通量的变化率成正比,即 $E \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 。

3. 实验步骤

步骤1: 将长木板不带滑轮一端垫高,调节高度,使小车能在木板上做匀速直线运动。

步骤2: 按照图2安装好实验装置。在小车上装固定好条形磁铁,保持小车、条形磁铁和钩码总质量不变,用5g的钩码拉动小车,使小车由靠近线圈位置由静止释放,记录小车通过木板刻度为40的位置时灵敏电流计的偏转格数(如图3)。

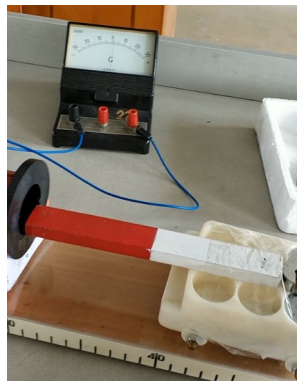


图3

步骤3: 保持小车、条形磁铁和钩码总质量不变,分别用20g、45g钩码拉动小车,使小车由靠近线圈位置由静止释放,记录每次小车通过木板刻度为40的位置时灵敏电流计的偏转格数(如图4、图5)。

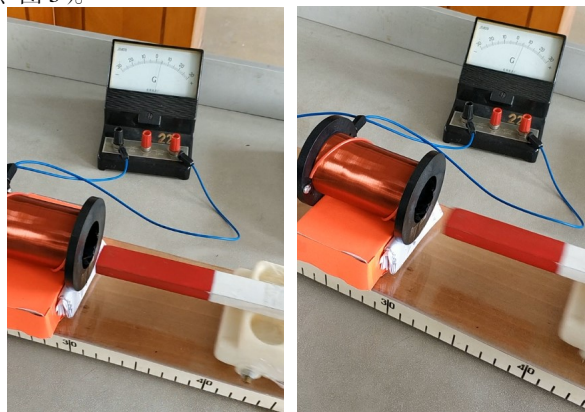


图4

图5

由图可以看出,三次实验中小车的加速度之比为1:2:3,三次灵敏电流计的偏转格数约为2格、4格、6格,比值也为1:2:3,可以认为在实验误差允许范围内,感应电动势的大小 E 与磁通量的变化率 $\Delta\phi$ 成正比,即 $E \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 。

4. 实验特点

(1) 实验仪器简单易得,都是实验室中做常见的仪器,普通实验室都可以找到所用的实验器材。

(2) 操作简单, 平衡摩擦力的实验在牛顿第二定律中学生做过分组实验, 学生在实验中能够获得合作的体验和成功的体验。

(3) 实验现象直观明了, 增加学生观察兴趣。

5. 实验问题

(1) 实验中保持小车、条形磁铁和钩码总质量不变, 通过钩码的重力计算磁铁运动的快慢。这就要求实验之前一定要做好平衡摩擦力, 才能保证 $m_{\text{磁}}a=mg$ 。

(2) 由于小车运动比较快, 整个运动在 1s 左右, 灵敏电流

计的偏转格数记录容易出现误差。

6. 实验总结

总的来说, 利用这个装置的定量实验可以粗略的定量研究

$E \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$, 实验要求相对较低, 适合在课堂上做演示实验甚至开展分组实验。当然, 相对而言这种定量研究还是比较粗糙的, 更加精确的定量研究可以利用示波器或者数字传感器来演示。

