

# 简易实验装置实现精确测定安培力与各变量关系

胡科杰 戎杰

(浙江省慈溪中学 浙江 宁波 315300)

郭拯

(浙江省慈溪市教研室 浙江 宁波 315300)

(收稿日期:2019-06-12)

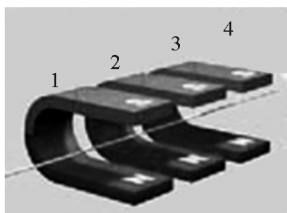
**摘要:**本实验用简易装置实现了直观、精确、定量探究安培力大小与各变量的关系,巧妙地解决了安培力教学的重点和难点. 特别对于农村高中,教师和学生可以实现轻负高效.

**关键词:**安培力 定量分析 电子天平

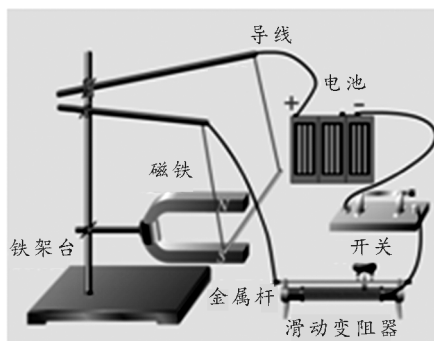
新课程标准注重从“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”4个维度培养学生的物理学科核心素养.“通电导线在磁场中受到的力——安培力”这节教学内容能全面地从4个维度培养学生的核心素养,然而教材中演示实验效果的低效,严重影响了教学目标的实现. 为此,能否直观、精确、定量地探究安培力大小与各变量的关系,直接影响安培力教学重点和难点的解决,从而影响学生学科核心素养的培养.

## 1 研究背景与现状

图1是教材中演示安培力的实验装置图,该装置通过测量悬挂导线的摆角来定量研究安培力的大小,摆角越大安培力越大. 通过调节滑动变阻器来改变电流大小,通过改变导线接线柱位置来改变放置在磁场中的导线长度,通过改变磁铁个数来改变磁感应强度大小. 实际研究发现,只能定性研究得到随着电流的增大、接入导线长度的增加、磁铁个数的增加都能使摆角变大,进而说明安培力的增大.



(a)



(b)

图1 教材中演示安培力的实验装置图

由于实验设计存在问题和装置灵敏度的原因,本装置是无法实现精确、定量地探究安培力大小与各变量的关系,也无法测量电流与磁场有一定夹角 $\theta$ 时安培力与夹角 $\theta$ 的关系.

基于上述原因,许多物理教师做了很多实验的改进设计,普遍采用的实验装置如图2所示.

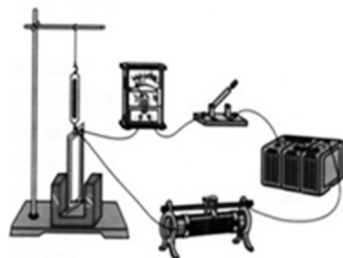


图2 教师普遍采用的改进设计后的实验装置图

利用力传感器进行研究,非常成功地定量研究了安培力与各变量的关系.对此类实验,有两个特点:(1)实验装备要求较高,学校必须配备数字实验设备.(2)对教师自身素养要求较高,需要教师熟练操作数字实验系统.

## 2 改进后的实验装置

为解决数字实验设备贵,难操作的问题,笔者借鉴几位教师的构想,设计如图3所示的实验装置,标有角度的白纸置于电子天平上,将多粒纽扣型强磁铁(可网购)叠加后固定于纸上.线圈固定于铁架台上,置于磁铁上方,线圈抽头分别为100,200,400,800匝.电子秤先清零,实验开始后,电子秤显示线圈对磁铁的作用力,反作用力即为线圈所受安培力.



图3 笔者设计的实验装置

## 3 实验探究

### 3.1 探究安培力 $F$ 与电流 $I$ 的关系

采用2个纽扣磁铁叠加垂直线圈放置于电子秤上,线圈匝数100,即保持  $B, L, \theta$  不变,调节滑动变阻器,增大电流,得到  $F \propto I$ ,如图4所示.

$I/A$	$F/(\times 10^{-2} N)$
0.00	0.000
0.20	0.081
0.30	0.119
0.06	0.238
0.90	0.355
1.20	0.477

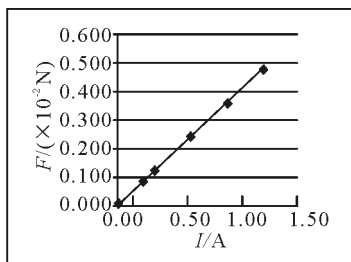


图4  $F-I$  图像

### 3.2 探究安培力 $F$ 与导线长度 $L$ 的关系

线圈匝数分别为100,200,400,800,线圈边长0.07 m,即相当于接入导线长度分别为7 m,14 m,28 m,56 m.纽扣磁铁取2个,电流  $I=0.16$  A,即保

持  $B, I, \theta$  不变,得到  $F \propto L$ ,如图5所示.

$n/匝$	$F/(\times 10^{-2} N)$
0	0
100	0.064
200	0.118
400	0.241
800	0.477

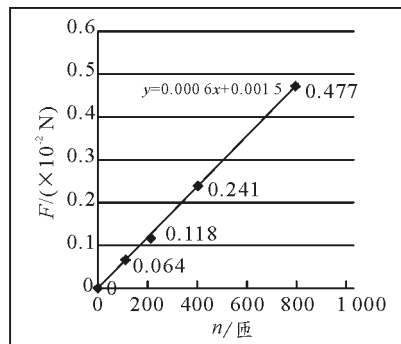


图5  $F-L$  图像

### 3.3 探究安培力 $F$ 与磁感应强度 $B$ 的关系

取纽扣电池分别为2,4,6,8,10个,实验前设想磁感应强度  $B$  可能均匀增大,保持  $I=1$  A,  $L, \theta$  不变时,设想实验结果得到  $F \propto B$ .实际实验测得,  $F$  与磁铁个数的比值逐渐减小,并非随磁铁个数的增加而均匀增加,猜想原因应该是线圈所在位置的  $B$  并未与磁铁个数成正比,但由比值变化规律推测,在匀强磁场情况下,  $F$  应与  $B$  成正比.实验结果如图6所示.

磁铁个数 $N/个$	$F/(\times 10^{-2} N)$	比值
0	0	
2	0.525	0.263
4	1.106	0.277
6	1.411	0.235
8	1.787	0.223
10	2.097	0.210

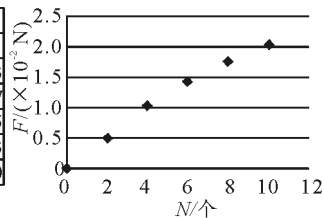


图6  $F-B$  图像

### 3.4 探究安培力 $F$ 与电流磁场夹角 $\theta$ 的关系

旋转磁铁底座,改变电流与磁场夹角  $\theta$  的大小,同时保持  $B, L, I$  不变,得到  $F$  随  $\theta$  角的变化情况.如图7所示,图线显示为正弦,由此可以得到  $F_{安} = ILB \sin \theta$ ,同时发现当磁场反向时,力也改变方向.

$\theta/(\circ)$	$F/(\times 10^{-2} N)$
0	0
30	0.495
45	0.703
60	0.910
90	1.029
120	0.912
135	0.699
150	0.492
180	0.000
210	-0.493
225	-0.710
240	-0.915
270	-1.045
300	-0.907
315	-0.697
330	-0.495
360	0.000

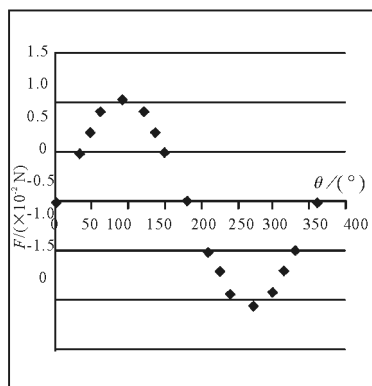


图7  $F-\theta$  图像

# 用 DISlab 探究“做功与速度变化的关系”

张志锋

(商南县高级中学 陕西 商洛 726300)

(收稿日期:2019-06-10)

**摘要:**在探究做功与速度变化关系的实验中,通过倍增法得到合外力对物体做的功,通过数字化实验系统测出对应的速度,结合 WPS 软件处理数据并描绘系列图像,得出做功与速度改变关系的结论.

**关键词:**做功 速度 DISlab 系统

## 1 教材中两种实验方案分析

人教版高中《物理·必修2》第七章第6节是一节探究实验——探究“做功与速度变化的关系”实验.该实验目的是让学生探究力对物体做功与物体速度变化的关系,体会实验探究过程和所用的方法,同时为动能定理的学习做铺垫.

在教材中提供了两种实验参考方案如图1所示.

**方案1:**如图1(a)所示,由重物通过滑轮牵引小车,当小车的质量比重物大很多时,可以把重物所受重力当做小车的牵引力,小车运动的距离可由纸带测出.改变重物的质量或改变小车运动的距离,也就改变了小车做的功.

**方案2:**如图1(b)所示,使小车在橡皮筋的作用下弹出.

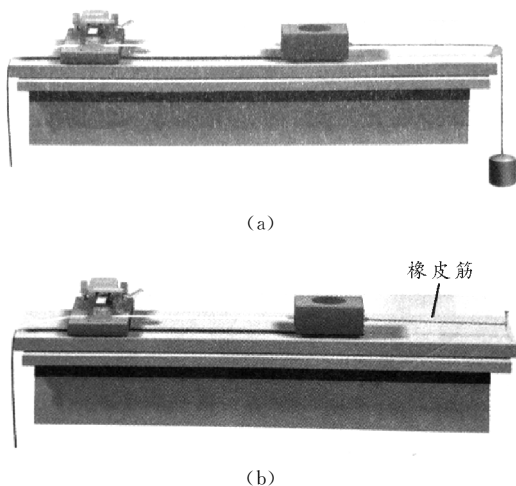


图1 教材中的两种参考实验方案

第二次、第三次……操作时分别改用2根、3根……同样的橡皮筋,并使小车从同样的位置弹出;那么橡皮筋对小车做的功一定是第一次的2倍、3倍……测出小车被弹出后的速度,能够找到牵引力对

## 4 装置分析

(1) 器材简单易购,易组装.

(2) 通过改变电流大小、方向,研究安培力与电流关系,连接不同抽头实现改变导线长度,研究安培力与长度的关系,操作简单.

(3) 通过改变纽扣型磁铁个数,改变磁感应强度大小,研究安培力与磁感应强度的关系,操作直观.

(4) 通过旋转磁铁在电子秤上的角度,研究安培力与磁场电流夹角的关系,操作灵活.

(5) 实验结果精确可信,实现安培力的定量探究.

(6) 唯一存在的问题,纽扣型强磁铁形成非匀强磁场,有一定欠缺.

### 参考文献

- 1 康良溪,杨传绿.新型安培力定量实验探究装置[J].物理教学,2019(5):26~27
- 2 岳凌月.精确测量安培力与磁场和电流夹角关系的创新实验设计[J].物理通报,2018(10):83~86
- 3 王玉涵.安培力定量分析演示仪的改进[J].物理实验,2017(4):60~62,66