

# 新型安培力定量实验探究装置

康良溪 杨传绿 (福建省同安第一中学 福建 361100)

**摘要** 本仪器装置实现定量、直观、快捷地探究安培力大小与各物理量关系,解决安培力教学中的难点。

**关键词** 安培力 旋转圆盘 全面定量测量数据拟合图象 正弦曲线图象

**文章编号** 1002-0748(2019)5-0026

**中图分类号** G633·7

**文献标识码** B

## 1 问题的提出

探究安培力是高中物理教学中的一个重要实验,而这个实验是个疑难实验。

(1)安培力。生产生活中广泛应用,高中物理重点内容;实验室中没有直观精确、全面定量配套的测量仪器;普遍存在同学死背公式的现象。(2)国内外研究现状。现有的教材、实验室有关安培力的演示器材,其演示效果并不理想,很难让学生对安培力的定量关系( $F = B I_l L \sin \theta$ )有一个深刻的认识。它们定性多,定量少,不直观,不全面。

## 2 探究安培力公式 $F = B I_l L \sin \theta$

探究内容:

(1)当  $B, L, \theta$  不变时,  $F \propto I_l$ ; (2)当  $I_l, L, \theta$  不变时,  $F \propto B$ ;

(3)当  $B, I_l, \theta$  不变时,  $F \propto L$ ;

(4)当  $B, I_l, L$  不变时,①  $F$  与  $\theta$  的关系:设计专用软件,直接拟合出正弦曲线图象;②  $F$  与  $\sin \theta$  的关系:设计专用软件,直接拟合出  $F \propto \sin \theta$  正比关系图象。(软件直接算出  $\sin \theta$  值,拟合出  $F$  与  $\sin \theta$  关系的一次函数图象)。

### 2.1 仪器装置图

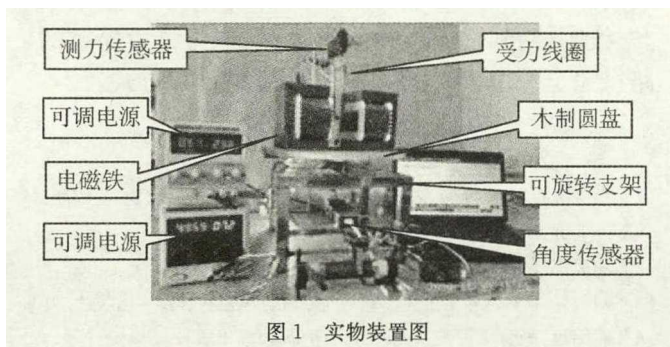


图1 实物装置图

使用器材:

五抽头线圈、电磁铁、旋转圆盘、可调电源、50  $\Omega$  滑动变阻器,电脑、朗威数字采集器、电流传感器、力传感器、角度传感器、设计专用软件、导线若干、铁架台、夹子等。

### 2.2 主要器件制作

#### 2.2.1 制作旋转圆盘(见图2)

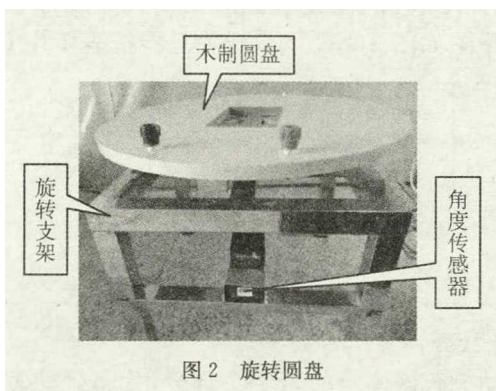


图2 旋转圆盘

(1)旋转支架:材料小型不锈钢方管,形状如图所示,有四只脚,上方平面支架,尺寸依所选电磁铁大小灵活而定。

(2)圆盘:木质材料,板厚约1cm,直径大小依所选电磁铁大小灵活而定。

(3)轴承:连接圆盘、旋转支架与角度传感器。

#### 2.2.2 制作线圈

线圈采用抽头设计的方法,先用薄亚克力板做成一个方形的线圈支架,支架尺寸约为6cm  $\times$  13cm,当线圈绕了100匝、200匝、300匝、400匝时各引出一个接线端,连同头尾共五个抽头(如图3所示)。

#### 2.2.3 选择电磁铁(见图4)

#### 2.2.4 选择角度传感器

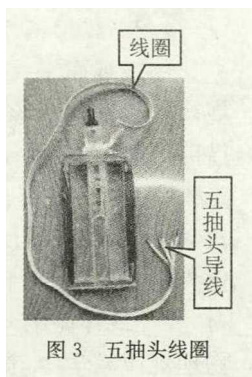


图3 五抽头线圈

(见图 5)

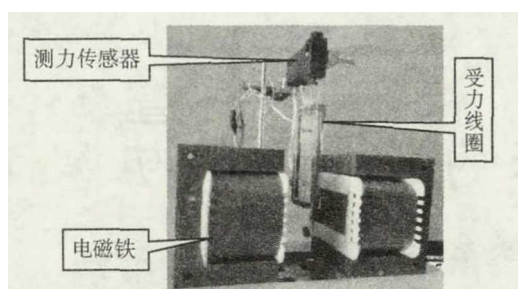


图 4 电磁铁

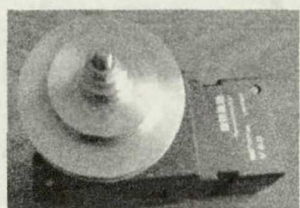


图 5 角度传感器

## 2.3 特点与实现

### 2.3.1 设计实验特点

- (1) 设计配套专用软件,使用直观快捷;
- (2) 定量探究安培力大小,精确度高;
- (3) 探究安培力与更多相关物理量关系,研究面广;
- (4) 常规仪器与数字传感器有机整合,科学性好。

### 2.3.2 实验的内容与精确性结果

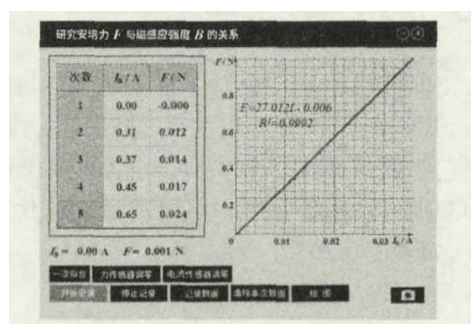
表 1

	条件	探究内容	相关系数 $R^2$
实验一	$B, L, \theta$ 不变	$F \propto I$	0.9996
实验二	$B, I, \theta$ 不变	$F \propto L$	0.9970
实验三	$I, L, \theta$ 不变	$F \propto B$	0.9992
实验四	$B, I, L$ 不变	$F$ 与 $\sin \theta$ 关系	0.9999
实验五	$B, I, L$ 不变	$F$ 与 $\theta$ 关系	

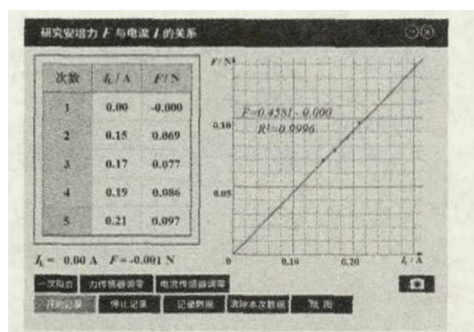
说明: (1) 探究  $F$  与  $\sin \theta$  关系,软件直接算出  $\sin \theta$  值,拟合出一次函数图象; (2) 探究  $F$  与  $\theta$  关系,软件直接拟合出正弦曲线。

#### 2.3.2.1 探究安培力 $F$ 与磁场强度 $B$ 的关系

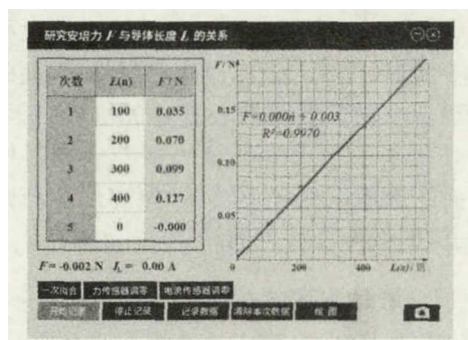
当  $I, L, \theta$  不变时,探究  $F$  与  $B$  的正比关系,如图 6 所示。(说明:  $B = KI_B$ , 探究  $F \propto I_B$ )

图 6  $F$  与  $B$  的关系曲线

2.3.2.2 探究安培力  $F$  与导体电流  $I$  的关系  
当  $B, L, \theta$  不变时,探究  $F$  与  $I$  的正比关系,如图 7 所示。

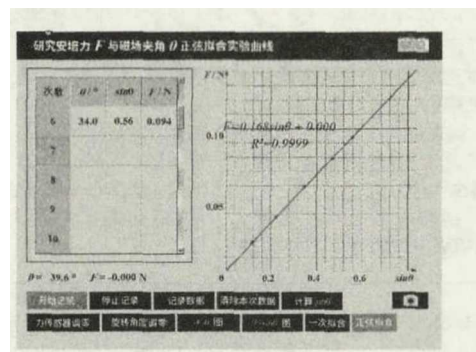
图 7  $F$  与  $I$  的关系曲线

2.3.2.3 探究安培力  $F$  与导体长度  $L$  的关系  
当  $B, I, \theta$  不变时,探究  $F$  与  $L$  的正比关系,如图 8 所示。

图 8  $F$  与  $L$  的关系曲线

2.3.2.4 探究安培力  $F$  与电流和磁场夹角  $\theta$  的关系

(1) 当  $B, I, L$  不变时,探究  $F$  与  $\sin \theta$  的正比关系,如图 9 所示。

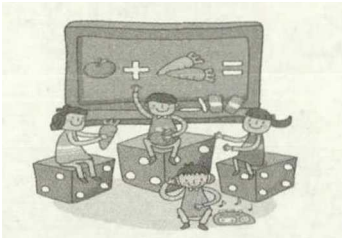
图 9  $F$  与  $\sin \theta$  的关系曲线

(2) 当  $B, I, L$  不变时,探究  $F$  与  $\theta$  的关系。

定量实验探究结论: 安培力大小与磁场强度、导体电流、导体长度、电流与磁场夹角正弦值成正比,

(下转第 32 页)

续 表

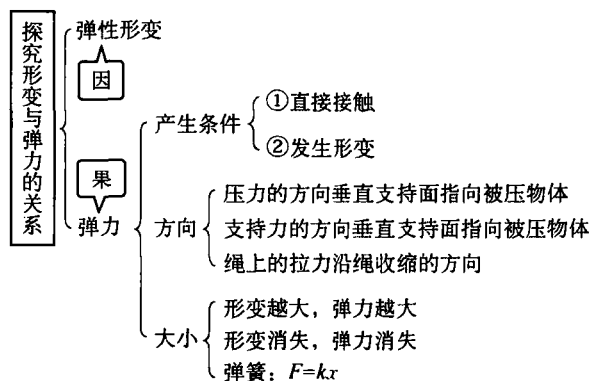
教学环节和内容	教师活动	学生活动	基于课标核心素养的设计意图
课堂小结 	提问学生本堂课学习了那些东西,有什么收获	回顾总结	让学生自己整理本堂课的内容,达到梳理知识的目的

### 3 教学设计中的两点反思

#### 3.1 知识观

##### 3.1.1 知识是什么?

从物理的科学本质上来解读,那就是事物与事物,事物中发生的事件中的关联,可以采用脑思维导图体现。因此,对于本课的知识观,我画了这样一个图:



##### 3.1.2 知识从哪里来?

笔者认为,物理是讲真的,因此知识必须从真实的实际中来,教材是真实的,承载育人的重大使命;

实验是真实的,是构建知识的基础。所以要用好教材,做好实验。

##### 3.1.3 知识到哪里去?

在知识的建构过程和实际运用过程中,突出学生核心素养(四大关键能力:认知能力、创新能力、合作能力和职业能力)与物理核心素养的培养。如:探究胡克定律,项目式学习活动(PBL),STEM 制作项目,STSE 教育。

#### 3.2 教学观

新课程标准,也提倡高效教学策略。因此,在教学设计中必须:(1)转变立场,稚化思维;(2)留有空白,守望学生;(3)促进自学,倡导合作;(4)及时反馈,强化达标。

#### 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准[S]. 北京: 人民教育出版社, 2017.
- [2] 广东基础教育课程资源研究中心(物理教材编写组). 普通高中课程标准实验教科书(必修1)[M]. 广州: 广东教育出版社, 2017. 3.

### 3 结束语

原本安培力很小,测量可见度低,处理数据繁琐。有了上面这套装置,将 DIS 实验和传统实验结合,教师讲解安培力定律关系时就非常轻松;有数据有图象,演示快捷又很直观,可信度很高;学生对于实验结果有了感性认识,这对于他们理解安培力的有关定律是非常有帮助的。

#### 参考文献

- [1] 冯容士,李鼎. DIS,上海创造——数字化实验系统研发纪实[M]. 上海: 上海教育出版社.

(上接第 27 页)

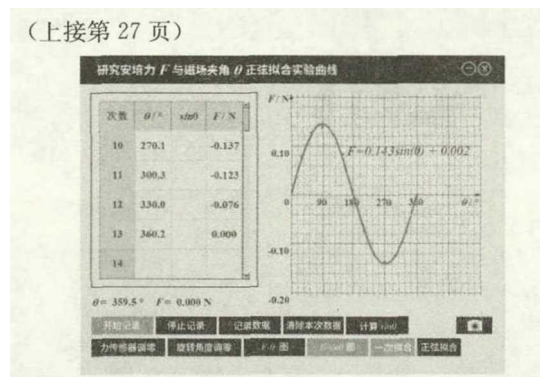


图 10 安培力与磁场夹角正弦拟合实验曲线

在各物理量都采用国际单位制单位情况下,  $F_{\text{安}} = B I L \sin \theta$ 。