信息技术在磁场对通电导线作用力研究中的应用

严　涵

（南通大学附属中学　江苏 南通　226001）

（收稿日期：2019－03－13）

摘　要：基于移动设备的增强现实技术（AR）的发展，可以直接在实验装置图片上进行虚拟物理量的叠加，从而加深学生对实验现象的内涵理解.

关键词：信息技术　物理课堂　融合式教学

当前基于“培养核心素养，提升关键能力”的新一轮教学改革正如火如荼的进行着. 高中物理所教知识体系基本没有变化，但是如何在不变中，结合当代学生学习特点，实践出一条符合时代要求的高效物理课堂教学法，需要教师不断地摸索与尝试. 在信息技术日新月异发展的过程中，如何结合新媒体技术与传统物理课堂教学，让两者有机融合，笔者做了一定的尝试. 下面就以人教版选修 3－1“磁场”一章中的“磁场对通电导线的作用力”课堂实录为例，谈谈信息技术与物理课堂教学的融合思路.

本节知识需要学生知道什么是安培力. 知道左手定则是判断通电导线在磁场中所受安培力方向的基本方法. 但由于左手定则的三维空间感要求高，学生不容易掌握，因此采用虚拟现实技术让抽象变成

参 考 文 献

1　斋藤康毅. 深度学习入门：基于 Python 的理论与实现. 北京：人民邮电出版社，2018. 102 ～ 119

2　R. Taylor. An Introduction to Error Analysis (SECOND EDITION). California: University Science Books，1996. 221

3　李子奈，叶阿忠. 高等计量经济学. 北京：清华大学出版社，2000. 260 ～ 263

4　嵩天，礼欣，黄天羽. Python 语言程序设计基础（第 2 版）. 北京：高等教育出版社，2017

5　吴先球，熊予莹. 近代物理实验教程（第 2 版）. 北京：科学出版社，2009. 295 ～ 303

6　马颖，梁鸿东，徐丽琴. 大学物理实验教程（第 2 版）. 北京：清华大学出版社，2013. 73 ～ 79，191 ～ 195

7　中国国家标准化管理委员会. 中华人民共和国国家标准：GB/T5750. 3－2006. 北京：中国标准出版社，2006

Linear Fitting Method of Unitary about Physical Experimental Data Based on Python and Gradient Descent Algorithm

Guan Yige　Cheng Minxi

(School of Physics and Telecommunication Engineering, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong　510006)

Abstract: A method of implementing gradient descent algorithm in Python was proposed. With three college physics experiment (Photoelectric effect measured Planck constant, optical pump magnetic resonance measured Lander factor and polarized light verified Malus′s Law) as examples, using the correlation coefficient r and goodness of fit R^2 as indicators, the effect of the linear fitting process on the physical experimental data by the gradient descent algorithm was verified. It is instructive to understand deep learning and artificial intelligence algorithms with the perspective of Python and gradient descent algorithm.

Key words: Python; gradient descent; linear fitting; college physics experiment

“现实”,有利于学生快速地理解和掌握定则内容.而如何理解安培力大小与电流和磁场的空间关系又是一个难点,这涉及到空间矢量的合成与分解.课堂上采用数字传感系统就可以直观反映安培力大小的变化特点,化繁为简.因此,本节课采用信息技术与课堂教学的融合,可以使学习过程事半功倍.也使学生通过学习认知由个别事物的个性来认识一般事物的共性,了解这是认识事物的一种重要的科学方法.并通过信息技术与物理教学的融合,直观感受自然现象与物理知识之间的联系.

1　引入 定义安培力

小实验引入:(激发学习兴趣)

将磁体、电池、线框如图 1 组装,观察现象.调换磁体方向,观察现象变化.

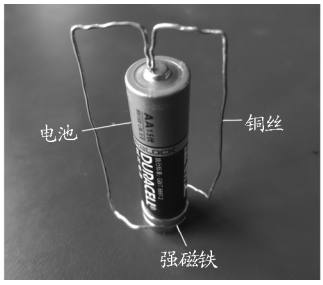


图 1　实验组装

现象:线框会旋转.调换磁极,旋转方向改变.

(1) 磁铁、电池、线框相互组合提供了哪些物理量因素?

(2) 线框为什么会从静止到旋转?

(3) 调换磁极方向,线圈旋转方向改变说明什么?

答(1):提供了磁场(B)、电流(I).

答(2):力改变了线框的运动状态.

答(3):调换磁极方向,线圈受力方向反向.

由此可以看出当通电导线在磁场中,就有可能受到力的作用.物理学中我们将这种力定义为安培力.

信息技术与物理课堂教学融合 1:

多媒体网络视频展示安培力的应用,从情感、价值观上培养学生爱国主义情怀.

驱动小线框的安培力只是它的一种用途,安培力在工程技术和国防建设中有着巨大的作用.下面来看这几段视频:磁悬浮,电磁弹射,电磁炮等.可以看到小小的安培力不但可以驱动列车高速前进,还能成为保家卫国的国之重器,因此我们需要认真研究安培力.

2　理论分析 实验探究安培力大小的一般表达式

复习迁移(知识回顾,引发思考):通电导线在磁场中是否就一定受安培力作用?

当 B 与 I 垂直时,$F_{安}=BIL$;当 B 与 I 平行时,$F_{安}=0$.

说明安培力的大小还跟 B 与 I 的方向有关.具体说就是 B 与 I 的夹角影响了安培力的大小.那么当 B 与 I 的夹角为 θ 时,直导线受到的安培力多大?

方法 1:实验验证法

如图 2 所示,采用朗威 DIS 数字传感器:微力传感器,安培力演示仪器.通过转动磁场方向观察安培力大小变化,通过设定安培力与角度函数图像直观感受 $F_{安}=BIL\sin\theta$.

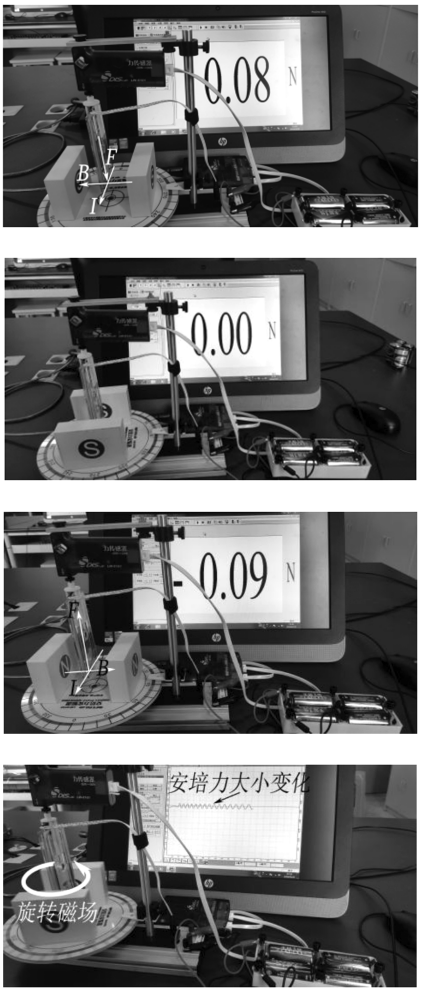


图 2　实验验证安培力大小变化

信息技术与物理课堂教学融合 2：

利用数字化传感器对安培力(F)随磁场与电流方向角度(θ)变化的关系，进行数据采集. 同时通过网络把数据分享给每组同学，让每组同学利用小组计算机进行数据分析. 这样既可以通过互联网实现大数据分享，同时也让学生掌握利用信息技术分析数据，进而得出规律结果的现代化探究能力.

方法 2：矢量分解法

把磁感应强度 B 分解为两个分量，如图 3 所示.

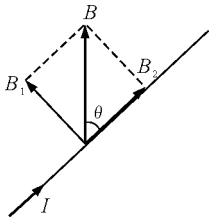


图 3　磁感应强度 B 的分解

一个分量与导线垂直

$$B_1 = B\sin\theta$$

另一分量与导线平行

$$B_2 = B\cos\theta$$

平行于导线的分量 B_2 不对通电导线产生作用力，通电导线所受作用力仅由 B_1 决定.

即

$$F_{安} = B_1 IL$$

将

$$B_1 = B\sin\theta$$

代入得

$$F_{安} = BIL\sin\theta$$

总结：当 B 与 I 垂直时，θ 为90°，$F_{安} = BIL$.

当 B 与 I 平行时，θ 为 0，$F = 0$. 这两种情况是 $F_{安} = BIL\sin\theta$ 的特殊情况.

任意情况下通电直导线在磁场受到的安培力表达式为

$$F_{安} = BIL\sin\theta$$

(充分理解从特殊到一般，从一般到特殊的科学探究思维)

通过 DIS 演示实验与数字化探究安培力的分组实验，我们看到测量的安培力值有正、有负，说明安培力的方向会发生变化，那么安培力的方向有什么特点呢？

3　实验探究安培力的方向

回忆定义电场强度方向是正电荷所受力的方向，那么能否认为磁感应强度 B 的方向为通电导体所受的安培力方向呢？(类比知道物理量之间的不同点，区分易混淆内容)

分组实验探究安培力方向的特点.

信息技术与物理课堂教学融合 3：

基于移动设备的增强现实技术(AR)的发展，可以直接在实验装置图片上进行虚拟物理量的叠加，从而加深学生对实验现象的内涵理解，如图 4 所示.

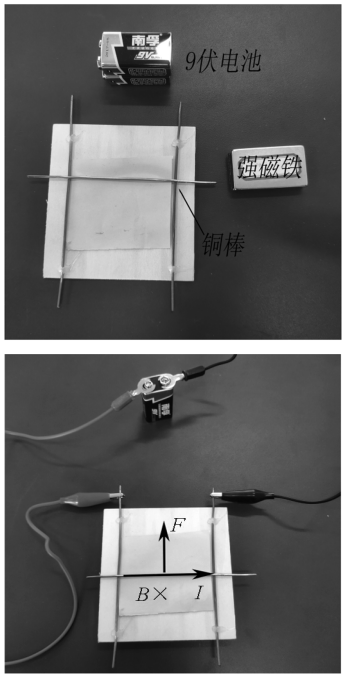


图 4　虚拟物理量的叠加

画出实验过程的侧视图，如图 5 所示.

通过实验知道当磁场方向反向时安培力方向反向，同时安培力与磁场、电流方向相互垂直.

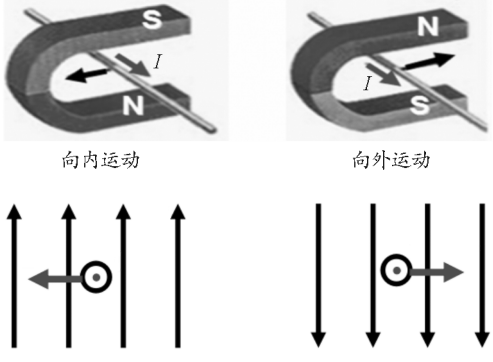


图 5　实验过程侧视图

思考 1：电流在磁场中受力，是磁场对电流的作用吗？

答：电流的磁效应，说明电流周围存在磁场，而磁

场与磁场的作用才是电流在磁场中受到安培力的根本.理解了这个问题,我们只要探究能产生磁场的物体,它们相互间就可能产生力的作用,只不过磁体与磁体之间的磁场力遵循同名相斥,异名相吸.而电流与磁场,电流与电流之间的安培力则遵循左手定则.

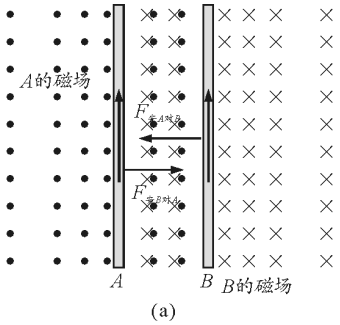
探究:同向电流与反向电流的受力特点.(看实验视频,视频截图如图 6 所示)

图 6　平行通电直导线间的相互作用

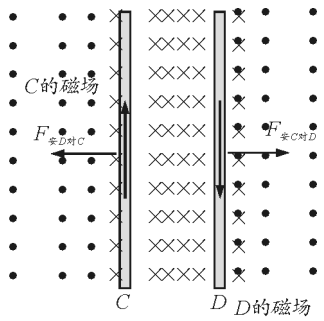
信息技术与物理课堂教学融合 4:

部分物理实验需要的条件比较高,比如同向、异向电流相互作用,导线需要通过大电流,水银挥发有毒,实验比较危险.

因此通过实验视频教学,解决了特殊实验现象的展示问题,让学生能直观而安全地观察实验现象,分析实验理论,如图 7 所示.



(a)



(b)

图 7　通一电导线在磁场中的受力分析

设计反思:

课本本节安排,是先讨论安培力的方向,即左手定则.后利用矢量分解讨论任意角度安培力大小的表达式.

但是现实学习过程中,用纯理论的矢量分解对磁感应强度进行分析,加大了学生理解的难度.一方面磁感应强度 B 的理解就比较抽象,另一方面涉及到空间矢量分解也非常难,因此,如何展现安培力随角度变化的关系,成为了本节课需要突破的一个难点.

所以在本课中,利用数字化实验装置,通过计算机的快速化采点,并用数据表格自动生成拟合图像,就很直观地展现了安培力随角度正弦变化的关系.信息技术与物理课堂教学的融合,根本上还是要尊重课程本身的特点,物理是一门以实验探究自然规律的学科,如果通过信息技术,互联网 +,大数据共享,增强现实技术等加快对实验现象与数据的分析,才能让物理教学如虎添翼.

Application on Information Technology in Force of Magnetic Field on Electrified Conductor Research

Yan Han

(Physics Group, High School Affiliated to Nantong University, Nantong, Jiangsu　226001)

Abstract: With the development of AR technology based on mobile devices, virtual physical quantities can be directly superimposed on experimental device pictures to deepen students' understanding of experimental phenomena.

Key words: information technology; physics classroom; integration teaching