

# 凸显实验探究层次 促进思维深度进阶<sup>\*</sup>

——以牛顿第三定律教学为例

任虎虎

(江苏省太仓高级中学 江苏 苏州 215411)

(收稿日期:2019-09-09)

**摘要:** 深度学习的核心体现在思维品质的深刻性上,思维的发展不是一蹴而就的,而是从“浅”到“深”的进阶过程,这个过程需要层次性的学习材料来支撑,凸显实验探究的过程和层次,是促进学生思维深度进阶的有效途径,本文以“牛顿第三定律”实验探究过程为例谈一点笔者粗浅的尝试。

**关键词:** 实验探究层次 深度学习 学习进阶 物理学科核心素养 DIS

学习进阶是“对学生在一个时间跨度内学习和探究某一主题时,依次进阶、逐级深化的思维方式的描述”。学习进阶理论认为:学习是一个不断积累、不断发展的过程,学生对某一主题或核心概念的理解不是一蹴而就的,而是要经历许多个不同的中间状态,逐层进阶,从“浅表”走向“深度”。

牛顿第三定律是力学三大基本定律,同时也是两个普适规律之一——动量守恒定律的基础,促进对牛顿第三定律深度学习能有效帮助学生建立相互作用观念。笔者认为对牛顿第三定律的实验过程可以分为4个层次,让学生在探究中完成思维的深度进阶,发展物理学科核心素养。

## 1 从定性到定量

在初中学习的基础上,高中需要进一步研究作用力和反作用力间的关系。让学生通过具身体验,定性感知作用力和反作用力的可能关系,然后再借助弹簧测力计进行定量探究。

如图1所示,引导学生用左右两个食指对压,学生在体验和观察的基础上很自然地发现两根食指的形变几乎相同,进而生成有意义的猜想:作用力和反作用力的大小相等,方向相反,作用在同一条直线上。

学生的上述猜想是否正确呢?引导学生用所给

的两个弹簧测力计进行研究。学生将两个弹簧测力计进行对拉,观察读数,验证猜想,然后让两个学生一起向某一方向快速移动,再来读数,此时学生发现在运动状态下,弹簧测力计读数遇到困难。



图1 食指对压体验相互作用

## 2 从静态到动态

对于上述问题,学生想到了一种解决方案,可以用相机的连拍功能,通过照片来观察读数。教师表扬学生的方法,尝试操作一次,发现是可行的。然后介绍DIS平台的力传感器及其图像在时间轴上下两侧的意义:反映力的方向。

将一个力传感器固定在小车上,另一力传感器握在手中在水平面上拉动,让整个装置一起运动起来,如图2所示,在电脑上得到的图像如图3所示。

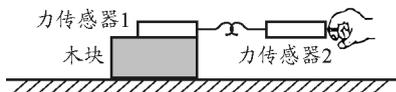


图2 用力传感器研究相互作用力的装置示意图

<sup>\*</sup> 江苏省教育科学“十三五”2018年度重点课题“指向深度学习的高中物理‘维型’课堂构建的研究”阶段研究成果,立项编号:C-b/2018/02/43

作者简介:任虎虎(1989-),男,硕士,中学一级,主要研究指向深度学习的高中物理教学。

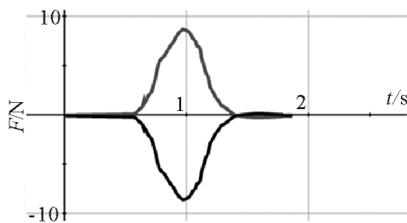


图3 作用力和反作用力的图像

师:作用力和反作用力的图像有什么特点?你能得出哪些结论?

生甲:图像关于时间轴对称,说明作用力和反作用力大小相等,方向相反。

生乙:对称还可以说明作用力和反作用力同时产生,同时变化,同时消失。

师:物块的初速度为多少?末速度为多少?物块的运动可以分为几个过程?可以得出什么结论?

生丙:初速度和末速度都为零,物块的运动可以分为两个过程,加速过程和减速过程。说明在有加速度的运动过程中物体间的相互作用力仍大小相等,方向相反,同时产生,同时变化,同时消失。

### 3 从接触力到非接触力

从力的分类角度出发,力可以分为接触力和非接触力。上面研究的都是接触的情况,接下来用两个大小和磁性都不相同的磁铁来研究非接触力间的相互作用关系。可以先引导学生设计实验方案。

在学生和教师的相互协商和共同努力下得出如图4所示的实验装置原理图。

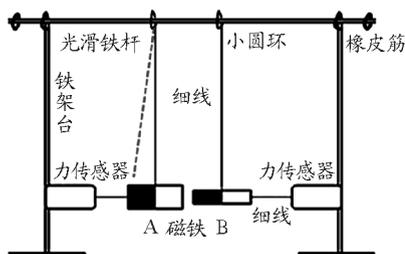


图4 非接触力的相互作用实验装置原理图

**实验器材:**DIS实验平台(数据采集器、力传感器2个、计算机),两个不同的磁铁,铁架台2个,光滑杆,细线,小圆环2个,橡皮筋2个,铜丝。

**装置介绍:**首先,将两个相同的铁架台对称放置,两个力传感器固定在铁架台下方,在两铁架台的上端焊接两个光滑的小圆环,将一根光滑的铁杆穿过两个小圆环,在光滑铁杆中间套两个活动的小圆

环,在铁杆两端各套两个橡皮筋(防止铁杆滑落);其次,通过两根细线将活动的小圆环和两个不同的磁铁悬挂起来,通过调节让两个磁铁保持水平并尽可能让它们的轴线在同一直线上;最后,通过细线将两磁铁和力传感器分别连接。为了减小实验误差,将力传感器前段的铁质挂钩拧下来,将细线和铜质部分连接,为了后续实验,可以制作铜质挂钩让一个磁铁方便取下来,如图5所示。

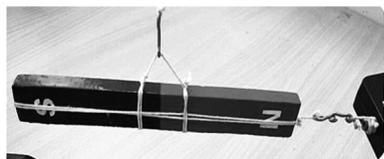


图5 装置的细节

该装置在竖直方向上磁铁重力和细线拉力平衡,两力传感器的示数反映两磁铁间的非接触力大小,实验时可以将两个铁架台向外移动,改变两铁架台间的距离从而改变两磁铁间的距离,观察运动过程中非接触力间的相互大小关系。当两磁铁的距离变大时细线不再竖直,如图4中的虚线所示,此时光滑杆上的活动小圆环就会自动发生移动,从而保证细线始终处于竖直状态。自制的实验实物装置如图6所示。



图6 非接触力间的相互作用自制实验的装置

### 4 从“主动”施力到“被动”受力

为了帮助学生进一步理解磁铁对铁钉和铁钉对磁铁间的相互作用关系,将上述自制实验装置中的活动磁铁换为铁钉,原理如图7所示。

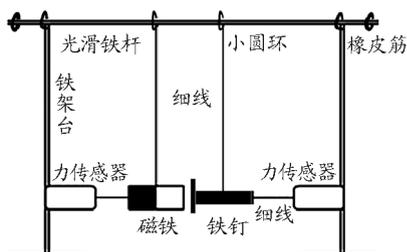


图7 磁铁和铁钉间的相互作用

# 通过“层进式问题串”培养学生的科学思维

——以动量守恒定律教学片段为例

岳鹏

(中山市华侨中学 广东 中山 528400)

(收稿日期:2019-07-23)

**摘要:**培养学生的科学思维是物理学科四大核心素养之一,本文以“动量守恒定律”的教学片段为例,以“层进式问题串”的方式,通过理论探究得出并理解动量守恒定律的表达式,通过教学中层层递进的问题逐步培养学生建构模型意识和能力,能够从定性和定量两个方面对相关问题进行科学推理、找出规律、形成结论,养成“科学思维”的习惯。

**关键词:**核心素养 科学思维 层进式问题串 动量守恒定律 教学

## 1 引言

学科核心素养是学科育人价值的集中体现,是

学生通过学科学习逐步形成的必备品格和关键能力。物理学科核心素养包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”4个方面。其中科

此时调节两细线使其保持竖直状态,接下来改变两铁架台间的距离,研究运动状态下“主动”施力物体和“被动”受力物体间的相互作用定量关系,实验装置如图8所示,得到的实验图像如图9所示。

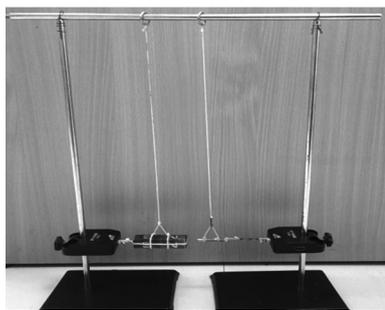


图8 磁铁和铁钉间作用自制实验装置

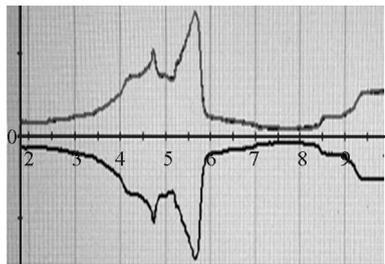


图9 磁铁和铁钉间作用 DIS 实验图像

实验得到的图像仍然关于时间轴对称,说明“主动”施力物体和“被动”受力物体间作用力和反作用力大小相等,方向相反,同时产生,同时变化,同时消失。

经历上面层次化的实验探究过程,学生对牛顿第三定律的内涵有了深刻的认识,并为后面理解不同质量物件间的万有引力关系和不同电荷量带电体间的库仑力关系打下坚实的基础。

深度学习过程是思维品质不断进阶的过程,促进深度学习需要借助学习进阶理论的指导。深度学习蕴含在从身体体验、情感体验到思维体验并不断深化的过程中;蕴含在从单一知识点到多元整合解决问题的过程中;蕴含在从外显学习行为到反思内化为观念的过程中。

## 参考文献

- 1 郭华. 深度学习及其意义[J]. 课程·教材·教法, 2016(11):25~32
- 2 康淑敏. 基于学科素养培育的深度学习研究[J]. 教育研究, 2016(7):111~117
- 3 付奕宁. 深度学习的教学范式[J]. 全球教育展望, 2017(7):47~55
- 4 任虎虎. 深度课堂的基本特征及构建策略[J]. 物理教学, 2018(6)
- 5 任虎虎, 张雨姝. 学习进阶理论视阈下科学建模教学的实践和思考[J]. 物理教师, 2018(4):21~23
- 6 任虎虎. 基于多维具身体验深度学习高中物理学重点[J]. 物理教师, 2018(10):28~31