

# 基于学科核心素养的物理实验活动单设计

薛 萍

(上海市通河中学 上海 200435)

(收稿日期:2023-02-09)

**摘要:**在“双新”背景下,通过设计适合学生的实验活动单作为实验教学改革强有力的载体,借助活动单,有效地缩短了教师占用课堂大篇幅讲解实验的过程,把时间还给了学生,给学生留下了思考空间.实验活动单包含实验设计通用策略和每个实验涉及的难点突破,在实际操作过程中通过实验活动单的使用,使学生在实验前对实验进行思考,实验中自主参与实验,充分地调动了学生的积极性、主体性,从而达到实验预设的效果:通过培养学生的自主学习能力、提升探究能力达到提高学生核心素养的目标,为学生的终身发展打好基础.

**关键词:**物理实验;核心素养;活动单

## 1 研究背景

2017年底教育部颁布了《普通高中物理课程标准(2017年版)》,课程目标由二期课改时的三维教学目标升级为核心素养培养目标;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而逐步形成的正确的价值观念、必备品格和关键能力.为学生终身发展、应对现代和未来社会发展的挑战打下基础<sup>[1]</sup>.

《课标》中明确指出:在高中物理课程中,应注重科学探究,尤其应注重物理实验,这在培养学生的探究能力和科学态度等方面具有重要地位<sup>[1]</sup>.物理实验是物理教学的重要组成部分,不独立于概念和规律教学,两者是相辅相成的.学生通过物理实验的设计、研究、操作和反思,能对概念和规律有更深层理解,同时培养科学思维和科学探究能力的学科核心素养.

## 2 实验课堂现状

从当前教学来看,学生对物理实验课堂有兴趣,但是现存的实验课堂中尤其是探究实验中仍然存在一些问题,导致实验没有达到预设的效果.

受限于课时,在课堂中学生熟悉器材、观察现象、推断规律的时间非常有限.学生在进入实验室前,教师就会演示一遍实验,将实验步骤和注意事项一一告知学生.做实验变成了走程序,限制了学生的

思维,实验教学始终处在这样一种低层次的思维状态<sup>[2]</sup>.

实验课中,班级人数较多,而实验器材和实验空间有限,往往分小组实验,无法做到全体学生参与,实验中教师还要调试仪器,无法及时解答学生实验生成的问题,错过实验教学的黄金时间.

在实验能力方面,要对实验仪器进行操作,学生至少具备一些基本的操作技能;要对实验现象进行观察,学生要有基本的观察能力;要对各种实验方法、实验现象进行分析,学生还要具备基本的分析综合能力等等<sup>[3]</sup>.如果对基本知识不了解,就无法理解实验原理,无法识别、分析和解决实验中出现的各种问题.

## 3 实验活动单设计

我校实行在实验课前教师设计具有针对性的实验活动单,每个实验活动单主要包含3个部分,分别是课前使用的设计方案单、课中使用的难点辅助单和课后使用的总结反馈单.

### 3.1 设计方案单

设计方案单主要是帮助学生整体理解实验,从而得到实验探究的通用策略.详细叙述方案有利于学生深层次理解实验.在实验设计方案单中教师根据实验难易程度可给定实验设计流程或框架,包括实验目的、实验原理、实验器材、实验操作、数据测量和处理等.设计方案在课堂前填写,能很好起到引导

作用,相当于脚手架,帮助学生们在整体把握和设计上拾级而上,列表如表1所示。

表1 设计方案单

实验设计方案	
(1) 确定实验目的	
(2) 确定实验中的研究对象	
(3) 确定实验中研究物体的过程、状态	
(4) 需要测量的物理量以及测量原理	
(5) 依据测量原理选择测量各物理量的实验仪器	
(6) 确定每次实验中物理量的变化方式	
(7) 确定实验仪器连接方式	

### 3.2 难点辅助单

在填写实验设计方案单的基础上,我们发现有些实验设计的物理思想和方法学生很难想到,还有些实验对学生动手能力的要求较高,学生如果没有形成正确、科学的操作方法,就会使得实验探究课停留在实验操作表面而不能深入探讨。在难点辅助单中我们可以提前列出学生可能出现思维难点的地方,设计相应的难点辅助单,以帮助学生提前思考和解决实验难点,挖掘实验中学生的思考深度,从而达到实验对学生核心素养培养的目的。

例如实验中测量速度对学生来说是个难点,他们更熟悉位移传感器,比较难想到用光电门传感器测量速度,并且对光电门传感器使用并不熟练,教师可设计如表2所示的难点辅助单。

表2 难点辅助单

速度的测量	
回忆或阅读课本,数字化信息系统(DIS)一节中测量速度的仪器有哪些?	
本实验中测量的是小车在碰撞摩擦块瞬时的速度,哪种方式合适?	
回忆或阅读课本,该传感器测量速度的原理和步骤是怎样的?	

### 3.3 总结反馈单

实验的课程结束不代表实验探究的结束,实验之后的反思也是实验的一部分。总结反馈单可以设计学生反思和总结部分,帮助学生及时梳理实验中得到的想法,帮助他们纠正实验前的错误观念,更能

激发优秀学生的创新思维,提高创新能力,鼓励学生将实验中的困惑及时记录下来,在课后继续研究讨论,老师在实验后还能发现学生在实验中的盲点,帮助学生及时解决问题。设计的总结反馈单如表3所示。

表3 总结反馈单

实验经验	
实验困惑	

## 4 实践案例

下面,笔者以沪科版必修第二册第七章第3节“动能 动能定理”为例进行如下设计。我们用DIS实验定量研究物体的动能与物体的质量、速度的关系,通过功能关系得到动能表达式,根据物体具有的能越多,做功的本领越大的原理,以测量滑块被推动的位移来代替小车的动能,猜想变量之间的函数关系,并将此关系通过计算机对测量出的数据进行图像拟合,以寻找到最符合实际情况的变量关系。如果在课堂中能让学生体验实验过程,能很好培养学生的物理学科的核心素养,使学生体验“科学猜想”“图像拟合”“归纳推理”等多种物理学研究方法,培养学生观察分析、比较判断、归纳总结及处理实际问题的能力。通过小组讨论、实验探究、相互交流等方式,创设平台,让学生对生活中常见的一些事例讨论分析,调动学生学习的情感,感受辩证思想。

在课堂实际教学中,本实验对高一学生而言理解上难度大,实验操作复杂,学生无法在一节课时间内独立完成实验。然而如果直接告知结果就失去了学生自发探究、培养学生核心素养的机会,学生对动能的理解也不够深刻,物理思维过程也欠缺了。笔者针对本校学生上述实际问题设计实验活动单。探究动能表达式实验活动单设计如下(教师主要给出框架,内容由学生填写)。

### 4.1 设计方案单

课前设计方案单如表4所示。

### 4.2 难点辅助单

根据学生填写的实验设计方案单和以往实验教学经验,本实验中存在以下难点并设计相应难点辅助单,如表5~7所示。

表4 探究动能表达式设计方案单

(1) 确定实验目的	探究动能大小与哪些因素有怎样的关系
(2) 确定实验中的研究对象	小车(包含砝码)
(3) 确定实验中研究物体的过程、状态	小车以一定的初速度推动摩擦块一起减速直至停止
(4) 需要测量的物理量以及测量原理	需要测量的物理量:小车(包含砝码)的质量、小车的速度、小车的动能 速度:通过测量很短时间内的平均速度可以近似看做瞬时速度 动能:物体动能的大小可以用对外所做功的多少来度量
(5) 依据测量原理选择测量各物理量的实验仪器	数据采集器、光电门传感器、轨道和小车、挡光片、砝码、摩擦木块、计算机
(6) 确定每次实验中物理量的变化方式	改变小车的质量(增加配重片)或运动速度(改变外力)
(7) 确定实验仪器连接方式	按照DIS常规连接方式连接

表5 探究动能表达式难点辅助单1

小车动能的测量	
物体能量变化可以通过什么来度量?	做功
物体动能的变化用什么力所做的功的来度量?	小车碰撞摩擦块后停下来,小车的动能全部转化为克服摩擦块做的功
小车克服摩擦力做功大小怎么测量?	摩擦力做功和摩擦块滑行距离的关系成正比,因此小车的动能大小和滑块滑行距离成正比

表6 探究动能表达式难点辅助单2

速度的测量	
回忆或阅读课本,数字化信息系统(DIS)一节中测量速度的仪器有哪些?	位移传感器和光电门传感器
本实验中测量的是小车在碰撞摩擦块瞬时的速度,哪种方式合适?	光电门传感器
回忆或阅读课本,该传感器测量速度的原理和步骤是怎样的?	为了测量物体的运动速度,需要在物体上安装挡光片,测量从开始挡光到挡光结束的时间差,根据已知的挡光片宽度 $\Delta x$ 和挡光片通过光电门的时间 $\Delta t$ ,即可得出挡光片通过光电门的平均速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ,挡光片足够小时,所测得的平均速度就近似等于挡光片前缘恰好使光电门传感器开始计时的瞬时速度

表7 探究动能表达式难点辅助单3

数据处理	
DIS实验一般采取哪些方式处理数据?	列表法和作图法
实验中探究动能和速度质量的关系,并不是简单线性关系,用哪种方式好?	作图法
结合牛顿第二定律实验,实验中探究动能和速度质量的关系,并不是简单线性关系,作图法怎么找到他们之间的关系?	物理量之间不是线性关系通常不能根据曲线的形状直接判断物理量之间的函数关系,可以通过改变横纵坐标的物理量把曲线变换成直线。
横纵坐标如何选取?	纵坐标为滑行位移,和小车动能大小成正比,故可替代动能,横坐标为猜测的含 $m, v$ 的表达式,尝试不同的表达式,比如 $mv, mv^2$ 等,找到线性关系即动能表达式

(1) 间接法测量物体动能(表5). 本实验需要探究动能大小与哪些因素相关,需测量小车的动能,小车的动能需要通过做功和能量转换的关系间接测量,这种间接测量物理量的科学思维方式需要培养.

(2) 学生测量速度的技能(表6). 学生更熟悉位移传感器,比较难想到用光电门传感器测量速度,并且对光电门传感器使用并不熟练.

(3) 数据处理(表7). 学生已经学会用图像方式处理实验数据,但以往实验都在提前告知图像的名称,这次探究实验在处理数据时需要学生猜测物理量之间的关系并选择不同图像进行尝试,最终找到物理量的线性关系,学生缺乏相关经验.

#### 4.3 总结反馈单

在进行学生实验前,笔者首先下发了活动单中实验设计方案单,要求学生要通过阅读实验资料,填

表8 总结反馈

实验经验	在数据处理时图像法帮助我们确定物理量之间的关系,优先选择线性关系
实验困惑	在用功和能转化求解动能时是否存在能量损失,需要考虑吗?

## 5 效果和反思

### 5.1 提升实验课堂效率

以往教学中较少涉及这个实验,原因是实验原理难,实验操作复杂,课堂中实施效果不佳. 这次借助实验活动单尝试在课堂中完成了实验探索过程,通过实验充分重视知识的生成过程,整个探究实验以学生为本,强调通过学生主动参与、大胆猜想,培养学生实验、分析判断、归纳概括的能力. 在正式操作之前,通过实验活动单帮助学生理清实验思路;针对实验中几个思维难点借助辅助单的使用并详细分析,使学生在实际操作上更有针对性,加强了学生在实验上的参与度,增加了学生科学探究的自主性. 在一节课的时间内学生充分体验实验过程,通过亲身体验从而感悟动能大小与哪些因素相关,并获得相应实验结果. 最后在课后能反思和总结,得到完成一般实验的方法,这样能较好解决学生基础薄弱、学生人数多器材有限等问题,有效提高实验课堂效率,从而达到实验预设的效果,提高学生核心素养的目标. 在实验过程中也能很好渗透“能量”的

写活动单这一部分,在填写的过程中理解实验原理、熟悉实验仪器、了解本实验的操作过程,实验单上交后笔者针对填写有困难的部分提前进行了指导并完善了难点辅助单. 在实验课上,笔者先和学生们共同探讨了难点辅助单中的3个难点,在帮助学生突破这3个难点之后分小组实验探究动能大小,学生们结合实验单已经能较好梳理本实验原理和实验操作,能较为顺利地完成了实验探究得到动能大小的表达式;动能正比于质量和速度平方的乘积. 实验中少数小组存在问题笔者也能较快发现并予以指导. 在实验探究结束,笔者让学生对本次实验探究进行经验总结,课后思考在本实验中可能存在的误差和进一步对实验探索和改进,完成活动单中第三部分(表8),学生基本能较好完成实验探究.

物理观念.

### 5.2 有效培养核心素养

实验活动单是将理论和操作融为一体,实验设计和实验操作相互结合,促进学生理解科学探究的精髓,因此它不仅仅是学生探究过程的引导者,还是学生创新思维的启蒙者,更是学生学习过程的反思者,使学生的思维品质得到不断的提升<sup>[4]</sup>. 实验思维活动单的设计和使用能更好培养学生学科核心素养,活动单的设计使我们的教学从教向学转变,更好培养学生的自主探究能力,有效地提炼和升华物理概念和规律,帮助学生发现问题、分析问题和解决问题,培养学生科学探究能力、树立正确的科学态度和责任,从而让学生学会学习,终身学习.

#### 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(2017年版) [S]. 北京:人民教育出版社,2018.
- [2] 王巍. 高中物理实验教学中培养学生创新思维的实验研究[D]. 上海:上海师范大学,2012.
- [3] 纵榜峰. 新课程背景下高中物理实验教学有效性的研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2010.
- [4] 陆亚东,黄建华. 初中物理实验课“活动单”的设计[J]. 教育科学论坛,2014(8):53-54.