

学习进阶视域下高中物理教学设计*

——以人教版必修第一册“摩擦力”为例

董川

(苏州市吴中区角直高级中学 江苏 苏州 215127)

(收稿日期:2023-01-01)

摘要:学习进阶是当前国内外教育教学研究热点,借助学习进阶的方式,以摩擦力教学为例,力图为高中物理教学设计提供可参考的资料。

关键词:学习进阶;摩擦力;物理教学设计;核心素养

1 学习进阶概念界定

对于学习进阶的定义,各国不同学者给出的定义也是不一样的.本研究中对学习进阶的界定认同 National Research Council 的定义,对于学习进阶的概念界定如下:学习进阶就是学生在学习某一部分知识或发展某一关键能力的过程中,对知识的理解日益深化,能力不断得到提高,思维方式日益复杂,并且在这一过程中是呈阶梯状发展,这种发展即学习进阶^[1].

1.1 学习进阶要素

学习进阶的要素包括进阶起点、进阶水平、进阶终点、进阶变量、测评工具.进阶起点指学生现实情况;进阶水平指学生预期学习表现;进阶终点主要是发展学生物理学科核心素养;进阶变量指核心概念和关键能力;测评工具是针对进阶教学的评价试卷.进阶起点、进阶水平、进阶终点,组成了学习进阶视域下高中物理规律教学的通路。

1.2 学习进阶的层级模型

北京师范大学郭玉英教授带领的团队基于对学习进阶的理解,建构了科学概念理解的发展层级模型,包括“经验、映射、关联、系统、整合”5个发展水平,我们可以根据学生层级的发展水平,进行物理课堂教学内容进阶路径的设计。

2 学习进阶视域下高中物理教学设计

本文以人教版高中物理必修第1册“摩擦力”为例,探索基于学习进阶的高中物理教学设计。

2.1 以“教材分析”为进阶基础

课标是教材的指南^[2],教材是对课标的再组织和再创造,是课标的具体化体现,二者是“木本水源”的关系,教学分析就是课标和教材的分析,分析顺序遵循先课标再教材的原则,这样既能把握物理课堂教学设计的方向,又能确定学生学习进阶的基础。

2.1.1 课标分析

《普通高中物理课程标准(2017年版)解读》对内容的解读:摩擦力教学应该和受力分析的需要相结合.把初中的定性实验“影响滑动摩擦力的因素”上升为定量要求,能用公式 $F = \mu F_N$ 来计算滑动摩擦力的大小,知道公式中 μ 和 F_N 的概念。

2.1.2 教材分析

随着学生认知水平的提升,教材对摩擦力的表述也越来越科学,滑动摩擦力的学习也由定性分析到定量研究.“摩擦力”既是受力分析的基础,也是受力分析的难点,更是处理物体的平衡和动力学问题常考的知识点,是学好力学的基础。

2.2 以“学生实情”为进阶起点

学生实情是指学生现在所具有的知识基础和思

* 江苏省“十四五”规划重点课题“基于物理文化视角的高中物理核心素养发展研究”研究成果,课题编号:B/2021/02/241。

作者简介:董川(1980-),男,中学高级教师,苏州市学科带头人,研究方向为高中物理教学。

维能力.学生在初中学过关于摩擦力的知识,在学习这节课时有了一定的知识储备.高一学生的心理和生理趋于成熟,可以利用抽象的思维能力解决问题,对学习过程中出现的问题也能进行一定深度的反思,这些能力为本节课的学习做好了准备.通过对学情分析确定本节课的进阶起点.

2.3 以“核心素养”为进阶终点

根据学生物理观念和科学思维的形成规律,基于学生核心素养提升的要求,确定下面4个进阶终点.

2.3.1 进阶终点1:形成物理观念

通过对滑动摩擦力、静摩擦力和摩擦力大小的学习,提高学生分析解释、观察记忆、概况论证、推论预测和综合应用的物理学科关键能力,形成物理观念,解决实际问题.

2.3.2 进阶终点2:培养科学思维

在考查“摩擦力有无判断”和“测定动摩擦因数方法”的具体问题情境中,通过对学生直觉联想、迁移与质疑能力的深入挖掘,培养学生科学推理、科学论证等科学思维.

2.3.3 进阶终点3:经历科学探究

学生采用小组合作学习方式,通过提出问题、猜想与假设、制定计划与设计实验、进行实验与收集证据、分析与论证、评估、交流与合作等科学探究,总结出摩擦力方向与大小等结论.

2.3.4 进阶终点4:培养科学态度与责任

在实际课堂教学过程中,教师要积极创设问题情境,激发学生好奇之心及质疑精神,结合物理实验,培养学生求真务实的科学态度与责任.由浅入深地探究静摩擦力方向与相对运动趋势、物体速度方向的关系,使物理知识“从生活中来,到生活中去”.

2.4 以发展层级为进阶水平

从进阶起点到进阶终点,要根据发展层级确定合适的进阶水平,在实际教学过程中,以学生的发展层级为依据,根据学生的思维发展和知识增长规律.笔者把教学内容划分为5个进阶水平.

2.4.1 水平1:区分滑动摩擦力和静摩擦力

教师引导学生结合初中所学摩擦力的知识,设

计演示实验:用弹簧测力计水平拉动小木块使其从静止到匀速直线运动.学生边观察边思考:整个过程有几种摩擦力?大小又如何变化?

设计意图:创设情境,引入新课,了解摩擦力,能与生活中的摩擦现象联系起来,让学生对简单的摩擦力问题进行分析,获得结论,形成物理观念.

2.4.2 水平2:建立滑动摩擦力和静摩擦力的概念

教师指导学生改进实验设计,制定实验方案,将弹簧测力计用力传感器代替,用电动机代替手拉动物块,物块从静止到匀速直线运动的整个过程所受到的摩擦力大小可以通过力传感器测量出来,如图1所示.



图1 力传感器显示的摩擦力的变化情况

教师引导学生思考并分析:图像分为3个部分,传感器未受拉力之前,图像为一水平线,物块所受摩擦力为零,图像中突然翘起部分反映的是物体所受静摩擦从零逐渐增大的过程,图像尖峰表示物体受到的最大静摩擦力,尖峰之后表示滑动摩擦力,滑动摩擦力图像有小幅波动,这是因为物体与桌面间接触面粗糙程度不是完全相同,假如粗糙程度完全一样,图像将是一条水平直线,反映滑动摩擦力大小不变;从图像还不难得出,最大静摩擦力比滑动摩擦力要略微大一些.

设计意图:引导学生设计实验和制定方案,使用数字化新手段测摩擦力,获得数据,并能结合体会,分析实验图像,总结得出滑动摩擦力大小在压力及接触面固定的情况下,是一个定值,静摩擦力大小存在一定的范围.

2.4.3 水平3:掌握静摩擦力产生的条件,并能对静摩擦力的大小和方向进行判断

基于摩擦力的实验现象和实验数据,教师提问:静摩擦力产生的条件是什么?引导学生体会静摩擦产生的条件,总结产生静摩擦力的条件:(1)接触面间存在弹力(接触且互相挤压);(2)接触面不光滑;(3)物体间有相对运动趋势.教师要让学生明白,这

3个条件缺一不可.物体处于欲动而不动的相对静止的状态,有相对运动趋势;物体所受静摩擦力的方向与运动方向无关,与相对运动趋势方向总是相反;受静摩擦力的物体可以是运动的也可以是静止的.

教师提问:静摩擦力大小的范围是多少?

学生观察图像,思考、分析概括:静摩擦力的大小在一定范围内变化, $0 \leq F_f \leq F_{f\max}$,最大静摩擦力略大于滑动摩擦力.

设计意图:用对比实验来显示相对运动趋势,帮助学生突破这一难点,使学生基于证据得出结论,归纳理解产生静摩擦力的条件以及静摩擦力大小范围.

2.4.4 水平4:能通过实验探究掌握滑动摩擦力与压力的正比例关系

在静摩擦力条件的基础上,学生不难得出产生滑动摩擦力的条件,即:(1)接触面间存在弹力(接触且相互挤压);(2)接触面不光滑;(3)有相对运动.

教师提问:滑动摩擦力的方向能改成与运动方向相反吗?

教师带领学生们分析小朋友滑滑梯时滑动摩擦力方向和其相对运动方向的关系.

教师继续演示:桌子上放有一个长木板,长木板上放有一个滑块,用纸条标出它们未被拉动时的位置(纸条与桌子上一标志物对齐)(图2),用力快速向右拉动木板,发现物块和木板相对于原来的位置都往右运动了一段距离,但是物块相对于木板往后退了一点,说明摩擦力方向与运动方向相同,但是相

对于木板的运动方向相反.

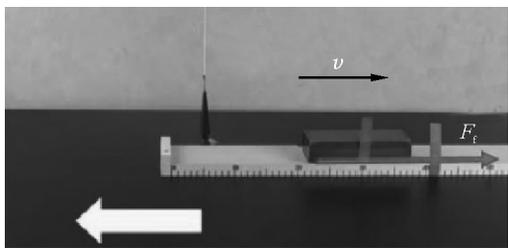


图2 摩擦力方向与相对运动方向相反

结合上述两个实验,引导学生们想一想滑动摩擦力方向有什么特点?

学生总结:我们平时所说的运动方向是以地面为参考系的,而在讨论摩擦力的时候是以与它接触的物体为参考系,物体相对于地面向右运动,但是相对于木板是向左运动的.滑动摩擦力的方向总是与接触面相切,可以与运动方向夹任意角,但是摩擦力的方向与相对于施力物体的运动方向一定是相反的.

学生回忆初中所做过的实验并思考:初中所做实验采用了什么物理方法?影响滑动摩擦力大小的因素有哪些?

教师对学生回答的可能因素进行归纳:压力、接触面粗糙程度、面积、运动速度等,引导学生分析图2初中测量滑动摩擦力实验的缺陷,展示改进实验方案的实验装置图,引导学生根据二力平衡得出传感器测出的力就等于滑块所受到的滑动摩擦力,通过改变砝码数量来改变压力大小,教师指导学生分组,进行实验,收集数据并把实验数据输入Excel表格得出 $F_f - F_N$ 图像(图3),分析 $F_f - F_N$ 图像,得出实验结论: $F_f = \mu F_N$,其中 μ 叫做动摩擦因数,代表接触面材料的粗糙程度,无单位.

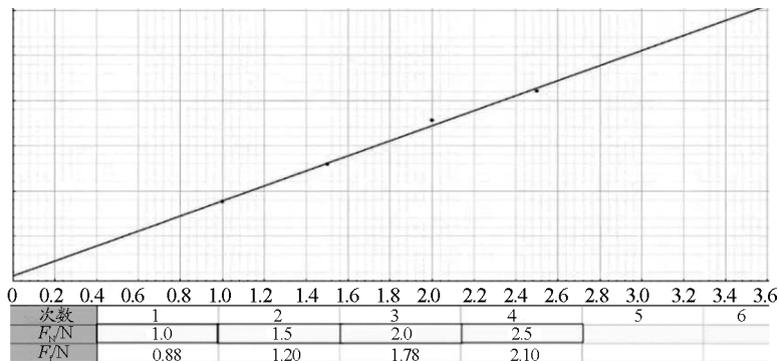


图3 $F_f - F_N$ 图像

设计意图:利用传感器等先进仪器,设计实验,得出实验数据,根据图像得出滑动摩擦力 F_f 的大小与压力 F_N 的大小成正比的结论,并对比例系数做出解释,让学生经历科学探究培养科学思维。

2.4.5 水平5:对与摩擦力有关的实际问题,能从静力学和动力学的角度加以解决

教师设计3个问题,请学生思考回答。

问题1:小孩推木箱的水平力为80 N,木箱未被推动,则此时木箱受到的静摩擦力大小是多少?

问题2:小孩至少以100 N的水平力推木箱,木箱才能推动,则木箱与地面间的最大静摩擦力大小为多少?

问题3:小孩把木箱推动了,此时木箱受到的是哪种性质的摩擦力?如果此时木箱与地面间摩擦力大小为90 N,木箱对地面的压力大小为200 N,则木箱与地面间动摩擦因数 μ 为多少?

设计意图:选取生活中的3个案例,让学生用所学的摩擦力知识进行分析,体会知识生成、发展、完

善的过程,体现物理从生活中来又回到生活中去,通过运用知识解决实际问题,增强学生理解和应用物理知识的能力,培养学生的科学态度和责任。

2.5 以教学反思为进阶评价

教学反思是教师对教学实践的回顾和思考,是总结经验教训、提高个人业务水平的一种有效手段,笔者通过对本节课教学过程的反思,做出进阶评价。

2.5.1 以学定教,以学论教

本节内容是对初中所学摩擦力知识的扩展延伸,观察和实验是学生认识物理世界、获取物理知识的重要途径,是发展学生科学思维的前提。在摩擦力教学中,只有在以观察和实验为基础,结合教法的改进上下功夫,才能改变其难教难学的局面。

2.5.2 注重“三序合一”,落实物理核心素养

在教学过程中,把本节内容根据知识序、进阶序、素养序三序(图4)进行排序,既符合学习进阶的顺序,又能落实物理学科核心素养。

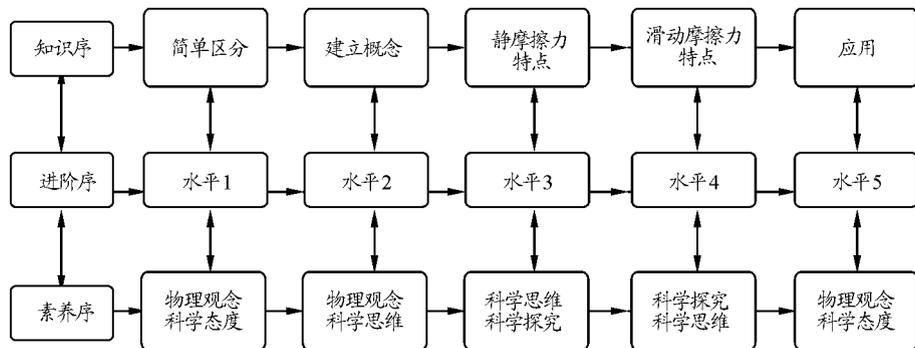


图4 三序合一

2.5.3 基于核心素养,融入物理课程思政

习近平总书记提出“各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应”。本节课进行“课程思政”教学设计时,首先引导学生理解和感受实事求是探索真理的精神,要学会通过辩证法去思考问题。让学生们明白,“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”;对于新知识的发掘,要进行操作实验,培养学生的动手能力和处理问题的能力,培养学生创新的精神。

3 结束语

学习进阶是当前国内外教育教学研究热点,被

誉为提升学生学习效率的灵丹妙药^[3]。在高中物理教学过程中,按照学习进阶要素进行教学设计,不仅符合学生的认知规律,还可以指导教师教学,最终发展学生的核心素养。

参考文献

- [1] 郭玉英,姚建欣. 基于核心素养学习进阶的科学教学设计[J]. 课程·教材·教法,2016(11):64-70.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版)[M]. 北京:人民教育出版社,2018.
- [3] 董友军,袁登山,王磊. 学习进阶视域下的高中物理规律教学策略——以人教版“牛顿第三定律”为例[J]. 中学物理教学参考,2022(19):35-39.