

文章编号:1005-4642(2024)11-0052-05



基础教育

# 依据“教学提示”组织教学 发展学生的科学探究素养

## ——以滑动摩擦力为例

刘长灿

(广东番禺中学, 广东 广州 511400)

**摘要:**分析课程标准“教学提示”面向的对象、性质和内容,以滑动摩擦力为例阐述了如何依据“教学提示”组织课堂教学,得出的教学策略为:运用情境创设建议,激发学生的探究热情,并培养学生的问题意识;遵循教学活动建议,培养学生制定实验方案和获取证据的能力;落实任务要求建议,发展学生的分析论证和评估交流能力.依据“教学提示”组织教学,能够增强学生的科学探究素养.

**关键词:**教学提示;科学探究;核心素养;滑动摩擦力

**中图分类号:**G633.7

**文献标识码:**B

**DOI:**10.19655/j.cnki.1005-4642.2024.11.007

学科核心素养是学科育人价值的集中体现<sup>[1]</sup>,为发展和培育学生的核心素养,教师清楚教什么固然重要,但是如何教才能达成学业要求同样重要.普通高中物理课程标准(2017年版,2020年修订)(以下简称“课程标准”)的“内容要求”明确了教师教什么,以及学生通过课程学习后应掌握的知识,即必备知识;课程标准的“学业要求”明确了学生应学到的程度,课程学习后应达到的水平,即评价要求;课程标准的“教学提示”则是

教师应如何组织教学才能完成教学内容达成学业要求,即教学要求.

### 1 “教学提示”的内涵

图1为“教学提示”的内涵关系图<sup>[2]</sup>,阐述了“教学提示”面向的对象、性质和内容之间的关系.图1显示“教学提示”面向的对象是教师,教师根据课程标准进行教学设计和实施,因此教师是教学设计和实施的主体.

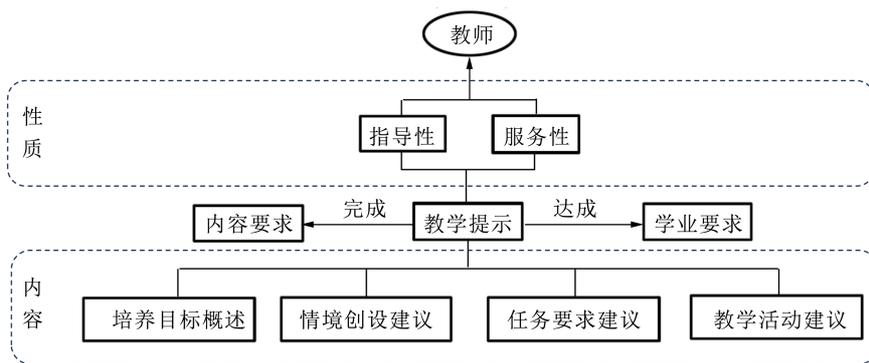


图1 “教学提示”的内涵阐述<sup>[2]</sup>

课程标准作为中学物理教学的纲领性文件,发挥着指导性和服务性作用.一方面,通过“教学

提示”提出教学实施规范,指导教师依据课程理念组织课堂教学;另一方面,通过“教学提示”提

收稿日期:2024-02-13;修改日期:2024-04-16

基金项目:广东省教育科学规划2025年度中小学教师教育科研能力提升计划项目(No. 2025YQJK0016)

作者简介:刘长灿(1981—),男,广东番禺人,广东番禺中学物理高级教师,硕士,主要从事中学物理教学工作. E-mail: 83131851@qq.com

出教学实施路径,指引教师按照课程改革教学路径实施教学。

“教学提示”按照核心素养的 4 个方面表述,主要内容包括:培养目标概述、情境创设建议、问题任务建议和教学活动建议。

1)培养目标概述:通过内容学习后,学生某一方面的素养应该达到的目标。

2)情境创设建议:为完成学习内容,提出情境创设的要求或提示。

3)任务要求建议:在教学设计和实施过程中,教师应该完成的任务。

4)教学活动建议:教学过程中,学生必须经历或者参与的学习活动。

“教学提示”凸显了教学活动中教师的主导作用和学生的主体地位,进行教学实践时,教师应该依据“教学提示”创设教学情境、落实任务要求、设

计教学活动,让学生完成学习内容、达成学业要求。

## 2 依据“教学提示”组织滑动摩擦力教学

### 2.1 课程标准解读

摩擦力是高中物理相互作用的基本性质力,是学生形成力与相互作用观念的重要基础。学生容易受错误前概念“摩擦力阻碍物体运动”的影响,导致不能准确判断滑动摩擦力的方向。计算滑动摩擦力大小的公式若作为结论直接传授给学生,书面、静态和符号化的知识不容易引起学生兴趣,导致学生无法深刻理解符号的意义。另外,直接传授知识的教学方式枯燥、封闭、呆板,不利于培育学生的科学探究素养。

课程标准关于摩擦力的内容要求、学业要求和“教学提示”表述如表 1 所示<sup>[1]</sup>。

表 1 摩擦力的课标解读

内容要求	学业要求	教学提示
1)认识摩擦力。 2)知道滑动摩擦现象。 3)能用动摩擦因数计算滑动摩擦力大小。	1)能对物体进行受力分析,得出结论。 2)能从运动与相互作用的视角分析自然与生活中的有关简单问题。 3)能明确科学探究实验要解决的问题,知道制定实验方案的重要性,有控制变量的意识。 4)会使用基本实验器材获取数据,能用物理图像描述实验数据,并根据实验数据得出实验结论。 5)能表达科学探究的过程与结果。	1)联系生产生活实践,从多角度创设情境,提出与物理学有关的问题,引导学生讨论,培养学生力与相互作用观念。 2)引导学生运用控制变量等研究方法设计实验,学会分析和处理实验数据的方法,提高科学探究能力。 3)引导学生认识实验探究与科学思维的结合对物理学发展的重要作用。

从以上分析不难看出,滑动摩擦力的教学内容除了让学生认识滑动摩擦现象,会用动摩擦因数计算滑动摩擦力的大小以外,还应该联系日常生活创设情境,通过情境启发学生提出问题、解决问题,并引导学生运用控制变量思想研究影响摩擦力大小的因素,学习运用图像等方式处理和分析数据,理解图像斜率所表示的物理意义进而获得结论。在制定方案和分析处理数据过程中,有利于发展学生的科学思维,培养其科学探究素养。

### 2.2 探究滑动摩擦力的方向

人教版教材关于滑动摩擦力方向的表述为“滑动摩擦力的方向总是沿着接触面,并且跟物体相对运动的方向相反”<sup>[3]</sup>。粤教版教材表述为“滑动摩擦力的方向总是与物体相对运动的方向相反,与接触面相切”<sup>[4]</sup>。2 个版本的教材均直接给

出了摩擦力的方向,没有其他论证内容,也没有关于滑动摩擦力方向的其他学习资源(如图片、讨论问题、探究活动等)。摩擦力的方向作为结论直接告知学生,容易导致学生对摩擦力的认知不够深入,很难破除“滑动摩擦力阻碍物体运动”的错误前概念,难以同化到已有知识体系,不利于学生应用该知识解决问题。

“教学提示”要求“联系生产生活实践,从多角度创设情境,提出与物理学有关的问题,引导学生讨论,培养学生力与相互作用观念”。在摩擦力的方向教学实践中,可以引入毛刷(扫帚)等工具清洁桌面(地面)的生活情境,并让学生体验毛刷在手背上扫过的感受,如图 2 所示,进而提出问题:刷毛为什么弯曲?刷毛弯曲的方向说明什么?学生容易发现刷毛弯曲是因为受到了手背对毛刷的

摩擦力作用,刷毛弯曲的方向为摩擦力方向,进而得出“摩擦力的方向与物体运动方向相反”的结论.接着提出进阶问题:摩擦力的方向一定与物体运动方向相反吗?然后让学生思考、讨论.此时,教师可以创设清洁工人静止站立用力压紧抹布清洁自动扶梯扶手的情境(图3),引导学生提出毛刷保持静止不动,手背向前运动,观察刷毛的弯曲情况以确定滑动摩擦力方向的例子,如图4所示.经过上述情境的启发和问题引导,学生不难发现滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反,而不是与运动方向相反,澄清错误前概念.

根据“教学提示”,引入简单的生活实例,引导学生讨论,帮助学生运用物理学的视角分析问题,形成正确的物理观念.

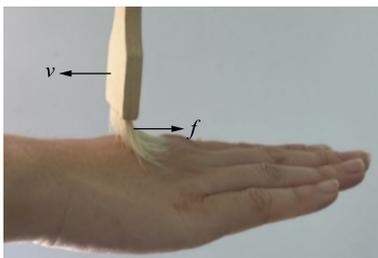


图2 滑动摩擦力的方向



图3 清洁工人静止压紧抹布清洁扶手

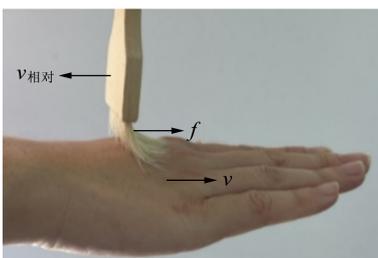


图4 滑动摩擦力方向与相对运动方向相反

## 2.3 探究滑动摩擦力的大小

人教版教材描述:滑动摩擦力的大小随着压力的增大而增大,与接触面的材料和粗糙程度有关,然后直接给出  $F_f = \mu F_N$  的结论<sup>[3]</sup>.粤教版教材通过实验探究环节给出实验装置、数据收集表格和数据处理图像的实验方案,要求学生通过实验、利用图像获得结论<sup>[4]</sup>.学生在初中阶段已经学习过滑动摩擦力,也初步了解滑动摩擦力与接触面粗糙程度和正压力有关,但是没有定量研究,高中物理应该在初中物理的基础上定量探究滑动摩擦力.粤教版教材虽提供了实验方案,但是直接给出实验方案不利于提高学生问题、证据、解释、交流等科学探究能力.依据课程标准的“教学提示”可将学生的原有认知设计成进阶问题,引导学生设计实验、收集数据和分析数据获得结论.

### 2.3.1 探究活动1:设计实验方案

在初中,学生已经认识了滑动摩擦力大小与接触面粗糙程度和压力大小有关,那么如何定量探究该问题呢?

引导与探究:

1)在图5所示的实验方案中,若想通过弹簧秤测量出滑动摩擦力的大小,需要满足什么条件?

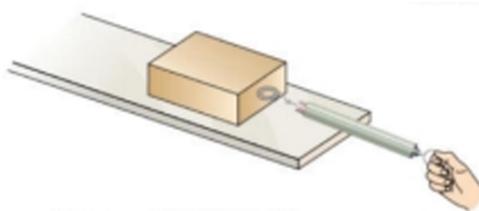


图5 测定滑动摩擦力的大小<sup>[5]</sup>

学生根据初中已有认知容易得到:在匀速直线运动的情况下,物体在运动方向上应达到二力平衡  $F_f = F_{拉}$ .

2)图5是理想情况下的方案,现实生活中容易保持物体匀速运动吗?若不容易,应如何改进?

经过讨论,学生借鉴从图2到图4的改进办法,在物体A的左端固定弹簧秤,移动物体A下方的木板B,使二者发生相对滑动,当物体A稳定后保持静止,此时物体A满足二力平衡  $F_f = T$ ,故弹簧秤读数即为物体A和木板B之间的滑动摩擦力大小.这样无论木板B是否匀速运动,都不影响物体A和木板B之间滑动摩擦力的测量,如图6所示.

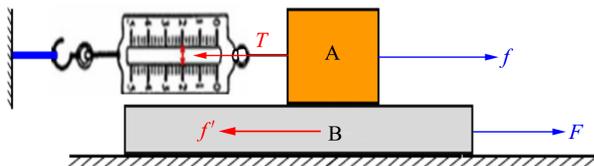


图 6 测定滑动摩擦力大小的改进方案 1

3)弹簧秤的重力会影响读数,而且相对运动的过程短暂,不便于读数,应如何改进?

学生讨论后认为,可以将弹簧秤竖直悬挂,解决弹簧秤重力带来的影响,通过电动机带动皮带,使皮带与物体持续产生摩擦(图 7),使读数更加容易.



图 7 测定滑动摩擦力大小的改进方案 2

让学生经历从理想到现实的实验方案设计过程,可以帮助学生理解实验方案设计的依据,从而更好地利用实验器材完成实验,达成实验目的.经历实验方案的设计过程可以提高学生的实验设计能力.

### 2.3.2 探究活动 2:运用控制变量法探究滑动摩擦力的大小

相对运动的速度、正压力和粗糙程度等都可能改变滑动摩擦力,怎样设计实验步骤达到控制变量的目的?

引导与探究:学生对控制变量法比较熟悉,如何将控制变量的思想转变成实验步骤和措施是关键.学生研讨后发现,可以通过改变皮带转动快慢改变相对运动速度,并通过在滑块上增减砝码的方式改变压力大小.另外,更换粗糙程度不同的物体重复实验可以探索粗糙程度对摩擦力的影响.改变 1 个变量时,其他变量保持不变,实现控制变量.设计表 2 和表 3 收集数据.

表 2 滑动摩擦力的大小与相对速度的关系

$v_{\text{相对}}$	$F_f$
快速	
中速	
慢速	

表 3 探究滑动摩擦力的大小与压力、粗糙程度的关系

实验次数	$m_{\text{砝码}}$	$F_N$	$F_f$	
			接触面 1	接触面 2
1				
2				
3				
4				
5				

### 2.3.3 探究活动 3:根据数据形成结论,并解释意义

引导与探究:经过实验操作、收集数据后,让学生在坐标纸中作图,寻找  $F_f$  与  $F_N$  的关系,概括并表述实验结论,并引导学生观察接触面的粗糙程度和图像的斜率,阐述图像比例系数的物理意义.

## 3 依据“教学提示”组织教学,发展学生的科学探究素养

### 3.1 运用情境创设建议,激发探究热情,培养问题意识

学生的物理概念建立和对物理规律的探究均需要创设情境<sup>[1]</sup>.“教学提示”的情境创设建议为教师创设激发探究热情和聚焦探究问题的情境提供了依据.

有效情境可以激发学生的探究热情,并能将抽象的物理概念和规律变成直观的现象,便于学生概括事物的本质特征,进而建立准确的概念规律.如学生在学习滑动摩擦力前已经形成了“摩擦力阻碍物体运动”的前概念,若要让形成“滑动摩擦力阻碍物体相对运动”的准确概念,教师可以创设扫帚、毛刷等工具做清洁的生活情境,让学生观察刷毛的弯曲方向,直观呈现摩擦力的方向(图 2、图 4).日常生活情境可以直观地展现问题的本质,激发学生的探究热情,达到较好的教学效果.“教学提示”的情境创设建议为教师提供了适当、及时的指引,甚至列举了典型范例,便于教师选择贴近学生、凸显概念规律本质、便于建构

模型的情境,从而有效激发学生的探究热情,顺利开展探究活动。

另外,有效情境可以引导学生聚焦问题,培养问题意识。问题是科学探究的焦点,学生进行探究活动前必须明确探究目的。教师引导学生提出问题的过程就是培养学生问题意识的过程。

### 3.2 遵循教学活动建议,制定实验方案,获取证据能力

制定实验方案和进行实验探究搜集数据(证据)是学生操作完成实验的主体部分,“教学提示”的教学活动建议,能够帮助教师设计合理、有效的教学活动,完成制定实验方案和收集数据(证据)过程。

学生制定实验方案需要教师设计合理、有效的教学活动,活动体验有助于培养学生制定实验方案的能力。教师将探究目的变成有逻辑关联的进阶任务和学生活动,让学生在完成任务的过程中厘清实验思路,制定实验方案。如定量探究滑动摩擦力大小的环节,可以从初中的理想实验方案(图 5)开始,让学生思考怎样才能达成实验目的,同时方便操作、易于测量。“教学提示”的活动建议是“引导学生讨论”。教师提出疑问,学生通过思考不断改良、优化和完善原有实验方案,使实验可操作、易测量。

实验探究搜集数据(证据)过程,需要教师设计合理、有效的教学活动。如探究滑动摩擦力大小的实验中,“教学提示”的活动建议是“引导学生运用控制变量等研究方法设计实验”,教师引导学生仅改变其中 1 个变量,同时保持其他变量不变,观察摩擦力大小的变化,每个变量的多次实验结果放在同一表格中,便于后续进行数据处理和分析。设计实验步骤和收集数据表格的过程,需要有提问、小组讨论、分析推理、尝试操作等学习活动帮助学生将想法变成实验操作步骤。

### 3.3 落实任务要求建议,鼓励分析论证,提高评估交流能力

分析论证是从客观数据到实验结论的抽象概括过程,“教学提示”的任务要求建议为:教师设计相应的学习环节和问题,让学生在完成学习环节和回答问题的过程中进行分析论证。

教师设计学习环节和问题引导学生完成分析论证过程。实验数据(证据)有时不能直观地呈现物理规律,需要借助一定的工具和方法进行处理。

如分析正压力与滑动摩擦力的关系时,教师可以设计以下环节:要求学生根据表格的数据画出  $F_f-F_N$  图像,直观地呈现两者关系;比较不同接触面粗糙程度时,要求学生将不同接触面的实验数据画在同一坐标平面内,然后让学生思考图像斜率的意义。学生画图并作对比后容易将接触面的粗糙程度与图像斜率联系起来,理解动摩擦因数的物质性,进而获得科学本质。“教学提示”的任务要求建议是“引导学生学会分析和处理实验数据的方法”,为了落实该要求,教师可以让学生经历作图并解析图像斜率意义的学习环节。学生经历思维加工和分析概括过程就是分析论证能力的培养过程。

评估交流是反思实验方案的合理性和实验结果准确性,对造成误差的原因进行深入分析和探讨的过程。如制定探究滑动摩擦力大小实验方案的过程,以及对已有实验方案的优劣进行评估,并提出优化实验方案的过程就是评估与交流过程。事实上,只有不断在探究方案、实验条件和实验结果的准确性上进行评价、估计、改进和优化,才有越来越精确的实验结果。科学探究往往不是个人能完成的,需要团队分工合作,遇到问题时可以通过讨论寻求解决方法。“教学提示”的任务要求为“引导学生认识实验探究与科学思维结合对物理学发展的重要作用”,对实验进行回顾、反思和评价的过程就是落实该任务要求的过程。

## 4 结束语

教师依据“教学提示”组织教学,有助于发展学生的科学探究素养。遵循“教学提示”,把握教学理念,精心设计教学过程,根据“教学提示”组织教学,开展具体的教学活动和探究过程。充分理解“教学提示”的意图,根据课程内容引入新情境,设计新任务,创造性地运用“教学提示”。依据“教学提示”深入挖掘蕴含在教学内容中的科学素材,增强物理课程的学科内涵及核心价值,发展学生的科学探究素养,培育学生的物理学科核心素养,落实学科育人功能。

## 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2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020. (下转 62 页)

## Design and fabrication of a digital instrument for quantitative investigation of centripetal force

XIANG Yue<sup>1,2</sup>, DONG Xiaoqing<sup>3</sup>, DAI Zhenbing<sup>1</sup>

(1. College of Physics and Electronic Engineering, Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China;  
2. School of Physics and Electronic Science, East China Normal University, Shanghai 200241, China;  
3. Qingtaishan Middle School Attached to Sichuan Normal University, Chengdu 610101, China)

**Abstract:** To address the limitations of centripetal force experimental devices commonly found in middle school physics textbooks, i. e. poor measurement accuracy and repeatability, a self-designed digital centripetal force quantitative exploration instrument was presented through the improvement of the original apparatus based on the modern sensing technology and digital display instruments. Featuring a well-designed structure, high measurement accuracy, and user-friendly operation, this device enabled students to accurately investigate the centripetal force formula through the controlled variable method, fostering a more intuitive and in-depth understanding of circular motion principles.

**Key words:** centripetal force; circular motion; digital display; self-made teaching aids

[编辑:龙玉梅]

(上接 56 页)

- [2] 徐梓莹,吴楚金,李倩,等.《义务教育地理课程标准(2022年版)》中“教学提示”的意蕴及使用建议[J].地理教学,2023(6):21-23.
- [3] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中物理课程标准实验教科书·物理(必修1)[M].北京:人民教育出版社,2019:64.
- [4] 熊建文.普通高中教科书·物理(必修第一册)[M].广州:广东教育出版社,2020:72.
- [5] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.义务教育教科书·物理(八年级下册)[M].北京:人民教育出版社,2012:23.

## Organizing teaching based on instructional prompts to develop students' scientific inquiry skills ——Taking sliding friction as an example

LIU Changcan

(Panyu Middle School, Guangzhou 511400, China)

**Abstract:** This paper analyzed the group oriented, nature, and content of the instructional prompts in the curriculum standards. Taking sliding friction as an example, it illustrated how to organize classroom teaching based on instructional prompts. Recommendations were made for creating situations to stimulate inquiry enthusiasm and cultivate problem awareness, for following teaching activity suggestions to cultivate the ability to formulate plans and gather evidence, and for implementing task requirements to develop analytical reasoning and evaluate communication skills. Organizing teaching based on instructional prompts could develop students' scientific inquiry literacy.

**Key words:** instructional prompts; scientific inquiry; core competencies; sliding friction

[编辑:龙玉梅]