

# 基于整合式进阶的高中物理教学研究 ——以“摩擦力”教学为例

杨静彤 顾媛媛 赵冬玉 邱澄洋 张惠芹 (通讯作者)  
(扬州大学物理科学与技术学院 江苏扬州 225002)

**摘要:** 整合发展理念可以更有效地培养物理核心素养, 本文以整合发展理念引领的整合式概念进阶和论证能力进阶的理论框架为基础, 针对高中生的知识层级和能力水平进行整合式教学设计, 以人教版高中物理必修一中“摩擦力”一节为例。根据整合后的表现期望设计整合论证活动, 增强学生对科学概念的认知, 提高学生的科学论证能力。

**关键词:** 整合式进阶 0 核心素养 教学设计

《普通高中物理课程标准(2017年版)》中提出, 普通高中物理核心素养包括: 物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任, 本文所提到的整合发展的理念对于培养物理核心素养具有重要意义, 整合式发展理论中的科学概念就是物理核心素养中的物理观念, 而科学论证能力又是所需科学思维中的一种。因此将物理概念进阶和论证能力进阶整合研究并运用在实际的教学过程中是非常有必要的。

## 1. 整合式进阶理论

基于这一整合发展的理念, 北京师范大学郭玉英团队提出了“整合式进阶”的概念, 包括科学概念进阶和论证能力进阶, 其中科学概念进阶0分为5个发展层级: 经验、映射、关联、系统、整合; 科学论证进阶0可分为三个水平: 初级、中级、高级。将科学概念理解的发展水平模型与科学论证能力发展的表现框架进行整合, 构建了整合式进阶理论框架模型(如图1所示)。

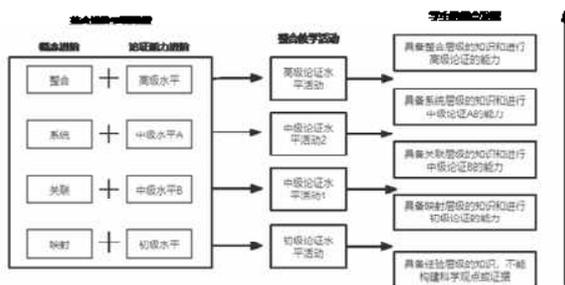


图1 基于概念进阶与论证能力进阶的整合式进阶理论图

### 1.1 科学概念学习进阶

基于整合式进阶模型, 本文对人教版高中物理必修一“摩擦力”0这一节进行教学设计。利用郭玉英团队提出的“整合进阶”这一概念, 将核心概念“摩擦力”分为五个层级, 分别对应在不同层级的概念学习进阶。在经验层级上, 学生从日常生活中知道推动箱子需要用力, 没有力的作用, 箱子会慢慢停下来; 在映射层级上, 学生知道推动箱子过程中, 箱子与接触面会产生摩擦, 从而初步认识到摩擦力这个概念; 在关联层级上, 学生能构建摩擦力与物体所受压力和接触面粗糙程度的关系; 在系统层级上, 能够掌握摩擦力的分类, 判断摩擦力的大小和方向; 在整合层级上, 学生能够运用摩擦力的相关知识解决相应的综合性问题, 解决生活中的困难。其中前三个层级的物理学习是让学生了解这一物理概念的含义, 并需要掌握这一物理概念的相关条件, 进而对这一科学概念进行定性研究, 并培养学生的初级论证和中级论证能力。后两个层级, 对摩擦力进行更深层次的研究, 对这一科学概念进行定量研究, 并培养学生的高级论证能力。

## 1.2 科学论证能力进阶

科学论证水平可分为: “初级、中级、高级”三个层级, 这三个层级又可以细分为11个水平层级。初级(1-2)中学生能够运用经验层级的知识, 依据已有观点, 根据已知条件、证据从映射层级理解概念; 中级(3-5)B中学生能够运用映射层级的知识, 针对给出的科学问题, 进行推理、思考、论证, 从关联层级理解概念; 中级(6-8)A中学生能够运用关联层级的知识, 对上述科学问题中提到的推理进行论证, 从系统层级理解概念; 高级(9-11)中学生能够运用系统层级的知识, 按照系统框架构建完整的科学论证体系, 进而达到整合发展。

## 2. 基于整合式进阶的高中物理教学活动设计

### 2.1 活动一: 感知摩擦力——映射层级

教学活动: 教师通过按压黑板擦再放手, 提出三个问题引导学生思考: “黑板擦为什么会掉下来? 黑板擦受到什么力? 和我们初中所学的什么力有关?” 让学生观察并让学生描述现象。学生可能回答1: “黑板擦受到重力, 所以会掉下来, 后来受到老师施加的压力, 所以不会掉下来。” 学生可能回答2: “黑板擦受到重力会下落, 而黑板擦不下落是因为受到了摩擦力。” 接着教师提问: “其他同学赞同哪一位同学的观点?”

设计意图: 以驱动问题引发学生观察和思考, 引导学生说出支持这种观点的证据, 并积极鼓励其他同学说出不同的观点, 培养学生识别他人观点和证据的能力。这一整合论证活动从日常生活和经验出发, 学生对于摩擦力概念进阶层级处于经验和映射层级上; 从科学论证能力水平上, 学生经过此次的论证活动可掌握初级论证水平的能力。

### 2.2 活动二: 探讨滑动摩擦力的大小、方向及产生条件——关联、系统层级

教学活动: 教师指出摩擦力分为滑动摩擦力和静摩擦力, 接下来教师提出驱动问题: “滑动摩擦力产生的条件是什么?” 然后设计三个小活动来引导学生分析滑动摩擦力产生条件。

活动1: 手捏塑料瓶。即用一个偏软的透明塑料瓶, 里面装三分之二的水, 拿起塑料瓶后液面发生移动从而认识到产生摩擦力需要手与瓶子接触并产生挤压, 也就是要产生弹力。

活动2: 手指力比拼。即让男生女生手持铅笔两端, 第一轮男生获胜, 第二轮在男生一侧抹上油, 女生胜。而认识到产生摩擦力需要接触面粗糙。

活动3: 小桶拉木块。即将一个木板中间放上一滑块, 两侧分别挂上小桶和不挂小桶进行两次实验, 挂上小桶时产生了摩擦力。进而说明有相对运动趋势时才会产生摩擦力。

教学活动: 教师总结出摩擦力产生的三个条件, 接着教师提出驱动问题: “摩擦力的方向怎么判断?” 此时教师将刷子放在木板上, 分别改变刷子运动方向和木板运动方向, 引导学生分析

观察摩擦力方向,并完成下列表格。

表 1 教师设计活动探究摩擦力方向表

刷子	向右运动	向左运动	静止	静止	向左运动	向右运动
木板	静止	静止	向左运动	向右运动	向右运动	向左运动
刷毛方向						
摩擦力方向						

教学活动:教师引导学生分析表格,分析刷子和木板的相对运动,思考概括出摩擦力方向。学生通过分析刷子和木板的相对运动得出摩擦力的方向始终与物体的相对运动以及相对运动趋势相反。最后总结摩擦力的概念、产生条件以及方向,再提出驱动问题“怎么求解滑动摩擦力的大小呢?”教师将学生分成小组,通过小组合作的方式进行实验探究。

教学活动:教师启发引导学生采用控制变量法进行实验。学生得到启发进行以下实验操作:分别用木块接触木板、砂纸、金属片进行实验,通过改变桌面所受压力,用弹簧测力器求得摩擦力的大小。其中木块自重 0.15kg,1 个钩码重 0.05kg。

表 2 木板不同接触物体接触时滑动摩擦力和压力大小的关系

实验次数	压力产生	接触物体	正压力 (FN/N)	摩擦力(f/N)
1				
2				
3				

教学活动:学生实验得到以上数据后,让学生进行描点画图,得到如下图:

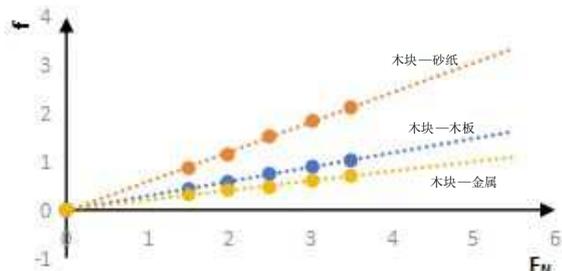


图 2 不同动摩擦因数下正压力与摩擦力的大小关系图像

通过上述实验,学生运用控制变量法进行实验,并分析实验图像中正压力与摩擦力成正比关系,从而得到滑动摩擦力大小的

计算公式为  $f = \mu F_N$ 。

设计意图:在整合论证活动 2 中,学生对于科学概念的理解程度到达“关联”层级和“系统”层级。教师以四个小活动开展师生互动的教学,探究了滑动摩擦力的产生条件;在探究滑动摩擦力大小时,教师通过设计小组合作的实验探究,培养学生的团队合作能力和收集和处理数据能力,并且学会运用控制变量法这一常用的物理方法进行推理,这一科学概念达到“系统”层级。并且让学生的论证能力达到中级 B 的论证水平。

2.3 活动三:探究静摩擦力的大小方向及最大静摩擦力——关联、系统层级

教学活动:教师通过手捏瓶子,向学生讲解静摩擦力的概念。接着教师启迪学生思考,如何测量静摩擦力的最大值。学生通过结合上述实验方法和实验结论讨论得出可以通过弹簧测力器拉木块静摩擦力以及最大静摩擦力的大小。随着拉力 F 的增大,所受到的摩擦力也在增大,直到增加到最大静摩擦。即  $0 < f < f_{\text{静 max}}$ 。

静 max。

设计意图:在整合论证活动 3 中,学生对于摩擦力的科学概念进阶处于“系统”层级。在探究静摩擦力大小时,教师通过联合之前所学的二力平衡的知识进行总结。在此次整合论证活动后,学生对摩擦力的概念达到“系统”层级。学生的科学论证能力达到中级 A 的论证水平。

2.4 活动四:运用相关知识解决综合类型习题——整合层级

教学活动:教师提问:“生活中有哪些摩擦力的实例?”学生可能会回答:“传送带运送物体时受到摩擦力的作用。”然后教师给出一道经典的传送带类型题目:

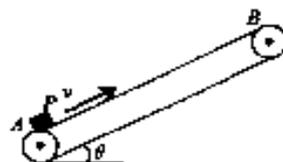
例:如图所示,传送带与水平面的夹角为  $\theta = 37^\circ$ ,以 4m/s 的速度向上运行;在传送带的底端 A 处无初速度地放一个质量为 0.5kg 的物体,AB 间(B 为顶端)长度为 25m。设最大静摩擦力等于滑动摩擦力,求:

(1)画出物体放在 A 处的受力示意图

(2)要使物体能到传送带顶端,物块与传送带间动摩擦因数应满足什么条件;

(3)若物体与传送带间的动摩擦因数  $\mu = 0.8$ ,则物体从 A 到 B 的时间

设计意图:通过本次习题练习,学生的科学概念进阶达到“整合”层级,并且学生将摩擦力的相关知识与生活实际相联系,结合过去学到的受力分析、运动学知识以及牛顿第二定律,更加综合性地考查了学生的读题、解题能力,并且通过这一综合的分析求解,学生对于摩擦力的认识更加深刻。在此次整合论证活动中,学生的科学论证能力达到高级的论证水平。



### 3. 总结

本文基于整合进阶理论图,通过整合摩擦力的科学概念和科学论证的表现期望设计 4 个整合论证活动,在论证活动中通过小组合作实验和习题练习等来培养学生的科学论证能力。通过这 4 个整合论证活动的教学,学生在摩擦力概念认知上达到了“整合”层级,在论证能力上达到了高级水平。学生掌握了科学概念,发展了科学思维,培养了学生的物理核心素养。

### 参考文献:

[1]吴昌洪,梁玉洁,买歌菲热提.基于整合的进阶式高中物理教学设计——以“加速度”教学为例[J].物理教学,2022,44(05):11-15.

[2]付鑫欣,郭芳.整合式进阶为基础的教学案例研究——以初中物理“电生磁”为例[J].中学物理教学参考,2022,51(01):10-13.

[3]弭乐,郭玉英.基于整合的进阶式教学设计研究——以概念进阶与论证进阶为例[J].物理教师,2021,42(01):2-7+11.

[4]董川.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[J].物理通报,2024,(02):44-47.

作者信息:杨静彤(2002—)女,汉,安徽怀远人,硕士研究生,扬州大学物理科学与技术学院,研究方向:为中学物理课程研究。

张惠芹(1974—),女,汉族,江苏泰州人,硕士,副处长,副研究员,225000,研究方向为现代教育技术、实验室建设和管理、学科物理

顾媛媛(1998—),女,汉族,江苏连云港人,硕士,扬州大学物理科学与技术学院,江苏省扬州市,225000,研究方向为学科物理