

# Newton's third law in junior high school and high school teaching problems —— from the perspective of experimental teaching

Wang Nian

Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou, 550025, China

## Abstract

This study examines the applicability of Newton's Third Law in junior high school physics education and addresses challenges in experimental instruction. First, the curriculum standards for General Senior High School Physics and Compulsory Education Physics outline distinct requirements for teaching Newton's Third Law across educational stages. While junior high focuses on qualitative understanding, senior high demands quantitative comprehension and practical application in explaining physical phenomena in daily life and industrial production. Through textbook analysis and experimental teaching practices, the study identifies logical inconsistencies and sequencing issues in junior high physics textbooks regarding Newton's Third Law instruction, along with potential cognitive confusions among students. Student analysis reveals differences in physics learning between junior and senior high levels, including misconceptions about action and reaction forces. Based on textbook organization, curriculum standards, knowledge logic, instructional sequence, and student development trends, this paper proposes recommendations for whether to include Newton's Third Law content in junior high education, supported by experimental demonstrations of effective solutions.

## Keywords

Newton's third law; junior high school physics; teaching suitability; experimental teaching; teaching reflection

# 牛顿第三定律在初中、高中的教学问题——从实验教学的角度论述

王念

贵州师范大学, 中国·贵州 贵阳 550025

## 摘要

主要分析牛顿第三定律在初中物理教学中的适宜性和实验教学问题。首先, 根据《普通高中物理课程标准》和《义务教育物理课程标准》, 明确了不同教育阶段对牛顿第三定律教学内容的不同要求。初中阶段侧重于定性理解, 而高中阶段则要求定量深入理解, 并应用于解释生产生活中的物理现象。通过教材分析和实验教学, 指出初中教材在牛顿第三定律教学上的逻辑性和顺序性问题, 以及学生在认知上可能存在的疑惑。学情分析揭示了初高中物理学习的差异, 以及学生对作用力与反作用力的错误前概念。针对这些问题, 基于教材编排、课程标准、知识逻辑性、顺序性以及学生发展情况, 对初中阶段是否讲解牛顿第三定律的内容提出了建议, 用实验教学展示解决方法。

## 关键词

牛顿第三定律; 初中物理; 教学适宜性; 实验教学; 教学反思

## 1 主要问题解决情况

牛顿第三定律是经典力学中描述力的相互作用的基本法则, 其正确理解和应用对于学生掌握物理学至关重要。整合分析关于牛顿第三定律在初、高中物理教学中的问题主要有以下问题。

### 1.1 教材编排的逻辑性问题

于佳琪和石红的研究《“牛顿第三定律”40年位置比

较与教学启示——以人教版教材为例》分析了过去40年间人教版物理教材中牛顿第三定律的编排变化。研究建议, 在高中教学中将其放在性质力的教学之后, 牛顿第一、二定律之前, 虽打破牛顿运动定律体系, 但这样的教学位置的设置从简入繁, 使得知识的学习呈现螺旋式上升, 有助于学生科学思维培养需求<sup>[1]</sup>。

### 1.2 探究实验中的思维误区及改进建议

周端焱在其研究《“牛顿第三定律”探究实验中的思维误区及改进建议》中, 识别并分析了高中物理教学中关于牛顿第三定律探究实验的几个关键思维误区: 学生未能将在

【作者简介】王念(1998-), 女, 中国贵州毕节人, 硕士, 从事物理教学研究。

其他实验中学学到的归纳推理方法应用到牛顿第三定律的探究中；学生混淆了比较变量与探究因果关系的过程；以及在实验中错误地用演绎推理代替归纳推理。为了解决这些问题，作者提出：首先，将牛顿第三定律的探究分解为两个具体问题，分别探究作用力与反作用力的大小关系及其方向关系；其次，收集实验数据时，应确保数据既具有结构性又具有代表性；最后，在数据处理过程中，应按照归纳推理的逻辑规则进行，让学生经历完整的数据处理和思维过程<sup>[2]</sup>。

综上所述研究者们从不同角度对牛顿第三定律的教学进行了深入的探讨，提出了一系列的问题和解决策略。教材编排的逻辑性、教材编写的疑难问题、探究实验的思维误区以及物理核心素养的培养，都是提高牛顿第三定律教学效果的关键因素。我们可以看到，牛顿第三定律的教学在教学顺序上存在问题并且提出了相关的教学顺序，相互作用力的大小可以通过力的传感器解决、大小问题已经有相关论述，但对于该实验中如何展示一对相互作用力在一条直线上并没有得到很好的解决，教师需要综合考虑教材编排、实验设计、教学方法等多方面因素，引导学生深刻理解牛顿第三定律的内容，以实现学生对物理学深刻理解和应用能力的提高。

## 2 教学要求

物理学是自然领域一门以实验为基础、研究物质结构及其运动规律的科学，它与我们的日常生活、工程实践以及社会发展联系紧密，具有趣味性、科学性、实用性等特点。

《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》对牛顿第三定律的教学内容要求：“理解牛顿运动定律，能用牛顿运动定律解释生产生活中的有关现象、解决有关问题<sup>[3]</sup>。”而对于初中该部分教学内容要求，义务教育物理课程标准（2022年版）“通过实验，认识力的作用是相互的<sup>[4]</sup>。”从中可以看出，初中阶段学生是定性了解作用力与反作用力，学习基础知识，例如：了解重力、弹力、摩擦力等；并且以此为基础，高中部分的学习则是定量且深入理解牛顿第三定律，需要掌握弹力大小的计算公式，摩擦力大小的计算公式等，只有充分研究物体间的相互作用，才可以比较全面地认识物体的运动规律，并且要将该定律和我们生活实际联系起来。

## 3 教材分析

现在初中教材（沪科版）对于该部分只是通过实验探究呈现出来“力的作用相互”的概念，让学生感受到力的作用是相互的，并没有深入探究其大小、方向问题，只是定性研究力的相互作用。牛顿第三定律的学习从初中到高中再到大学的学习是一个螺旋上升的过程，直到高中才出现牛顿第三定律的完整表述“两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反、作用在同一条直线上”并且是通过弹簧测力计探究其大小和方向问题，用力传感器做一个验证性实验。但是令人不解的是虽然在初中阶段只要求对力的相互

作用进行定性分析，并没有像高中阶段要求定量理解，初中教材里面关于“摩擦力”、“压强”等以及高中牛顿第三定律之前“摩擦力”的章节内容都似乎默认了“相互作用力大小相等”的概念，并且初中阶段遇到类似问题的时候，会直接利用该结论。只有高中教材讲摩擦力这一节内容中对“木块对木板的压力大小等于 $F_N$ ”作了注释“下节会学到这一知识”。教材是根据义务教育物理课程标准来编写的，符合义务教育物理课程标准的内容教学要求，但是教师在进行“力的作用是相互的”知识教学时，由于某一些原因不得不拓展其内容，此后几乎所有教师都强调“压力等于支持力，支持力等于重力或者等于重力的分力”而不作任何解释，默认学生在初中时就已经熟记牛顿第三定律并且会运用，然而，“2019年教育部发布的《义务教育阶段物理学科超标超前培训负面清单》中，牛顿第三定律却赫然在列，问题出在哪呢<sup>[5]</sup>？这样的教材安排以及教学方式又会导致学生在知识理解上出现什么问题呢？

## 4 学情分析

初中物理与高中物理在知识体系与能力要求上呈现出明显的阶段性差异。初中阶段的物理教学主要聚焦于物理现象的直观认知和基础概念的建立，教学内容较为浅显易懂，数学工具的应用仅限于基本运算和初等代数。实验环节以验证性操作为主，旨在帮助学生形成对物理规律的初步认识，学习方式多采用记忆强化和题型训练的模式。

相比之下，高中物理在知识深度和广度上均有显著拓展，涉及更为抽象的理论体系和复杂的物理模型，对学生的逻辑推理能力和空间想象能力提出了更高要求。数学工具的应用范围扩大至三角函数、向量运算乃至微积分基础。实验教学转向探究式学习，着重培养学生设计实验方案、处理实验数据和科学论证的能力。问题解决过程更强调知识迁移和综合分析，教学方式侧重概念理解和思维训练。

在牛顿力学教学方面，尽管初中生已初步建立作用力与反作用力的定性认识，但普遍存在认知误区。典型错误概念包括：误认为力的作用具有时序性、错误关联力的大小与运动状态、混淆作用力与平衡力的区别等。这些认知偏差反映出学生对物理本质理解的不足，其知识掌握多停留在记忆层面，缺乏深层次的概念建构。

本研究基于牛顿第三定律的实验教学设计，针对学生已有的前概念基础，通过精心设计的实验探究活动，系统纠正认知偏差的同时，教学重点在于帮助学生准确理解相互作用力的共线性问题，并培养其运用物理原理解释现象和解决实际问题的能力。

## 5 实验教学解决

依据《义务教育物理课程标准》的教学内容规范及现行教材体系设计，学生在相互作用力概念理解上产生认知偏差的根源可归纳为两方面：其一是教师在教学过程中可能存

在的概念表述模糊或过度简化,未能引导学生把握物理现象的本质特征;其二是学生日常生活中形成的直觉经验与科学概念产生冲突所致。从知识体系的逻辑关联来看,"相互作用力"作为牛顿第三运动定律的基础性概念,而动量守恒定律实质上可视为牛顿第三定律在动力学系统中的拓展应用。受力分析方法作为牛顿力学体系的重要应用工具,其本质是将特定研究对象从整体物理环境中分离,系统性地分析其受力状况的操作性知识,这一能力构成了高中物理学习过程中必须掌握的核心能力要素。

根据该定律展示出来的知识逻辑性、顺序性,以课程标准的教学内容要求作为最基本要求,对于相互作用力和牛顿第三定律的教学,设计创新实验,制作创新教具,以适应新的时代要求,全面提升学生的物理学科核心素养,落实立德树人的根本任务。教师需要制定出一个可以体现知识逻辑性、顺序性,又能促进学生对科学知识本质理解能力的教学设计,并且解决以上学生所出现的问题。教学过程如下:

《新课导入》

<教师活动>

- 1、引导同学用双手用力鼓掌,随后询问手有什么感受?
- 2、请学生举相似例子
- 3、引导学生复习作用力与反作用力知识。

<学生活动>

1、观看视频:两个同学穿旱冰鞋互推或者是各自推墙,发生了什么?为什么会出现这样的结果?学生举例起立回答

2、复习初中所学相互作用力的概念

设计意图:该设计运用"游戏情境-具身体验-概念生成"的教学路径,通过多感官参与的学习活动,帮助学生快速回忆起相关物理概念。

《新课讲授》

一、定性探究作用力和反作用力关系

<教师活动>

情境展示

- 1、展示同名或者异名磁极间的相互作用;
- 2、让学生拉拉力计并表达感受;

提问:相互作用力只在相互接触的两个物体间才产生吗?

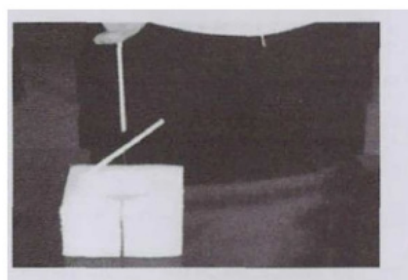
3、引导学生分析归纳总结,并且实验验证。

<学生活动>

1、学生做静电吸附实验:

和老师共同分析总结内容。

设计意图:该设计环节采用"认知冲突-实例分析-规律归纳"的三段式设计,通过对比论证的方式,帮助学生突破思维定式,建立完整的相互作用力认知框架。



探究牛顿第三定律

<教师活动>

提问:基于上述实验探究及已掌握的物理知识,我们已经明确了相互作用力的基本特性。那么,这两个相互作用力在大小和方向上究竟遵循怎样的定量关系?让我们进一步深入探讨这一关键问题

1、安排学生分组做书上的弹簧实验:

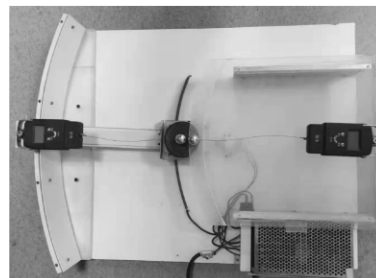
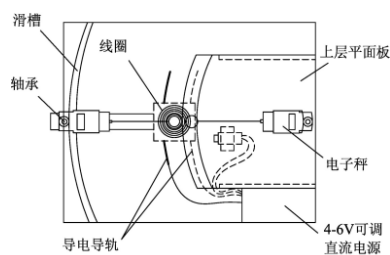
实验一:两人一组,两只型号相同的弹簧,学生设计实验方案;

实验二:用力传感器套在两个磁铁上演示实验。



- 2、引导学生,讲解牛顿第三定律内容。
- 3、如何证明两个力在同一直线上呢?

教师展示创新教具并引导学生做实验



<学生活动>

- 1、提出猜想;
- 2、试验方案:使用力传感器实验
  - (1)手持两个挂钩互拉,让挂钩都处于静止状态;

- (2) 一边挂钩不动, 另一边拉动;  
 (3) 两边挂钩朝相反方向互拉; 并且处于运动状态

### 3、实验数据记录

次数	A、B互拉(静止)		B一动, 阿拉B		A、B互拉(运动)	
	$F_A$	$F_B$	$F_A$	$F_B$	$F_A$	$F_B$
1						
2						
3						

4、小组处理数据, 学生在老师引导下归纳总结得出结论:

- (1) 大小相等、方向相反;  
 (2) 动态变化, 作用力和反作用力与运动状态无关。

### 5、记录数据

组别	电子秤 a		电子秤 b	
	方向角度	力大小	方向角度	力大小
1				
2				
3				
.....				

记录数据之后, 比较两边角度是否一样, 若一样, 则证明两个力在同一直线上。这个实验很直观地呈现相互作用力是在同一直线上, 解决了同学们心中的疑问。

设计意图: 验证 - 认知重构" 的教学策略, 强调通过主体性参与实现概念的转变与深化。

### 三、牛顿第三定律应用

#### <教师活动>

让学生观看大国重器, 进行科普, 让理解这一知识点在许多地方的应用。

#### <学生活动>

学生列举应用, 例如: 分析火箭发射上空原理、直升

机升空原理等……

设计意图: 该环节采用 " 兴趣激发 - 知识迁移 - 实践应用 " 的教学路径, 通过生活化案例帮助学生建立物理知识与现实世界的联结。

### 四、总结(板书)

#### <教师活动>

教师引导学生总结内容;

#### <学生活动>

学生交流、总结、简写知识点;

设计意图: 培养学生概括能力。

## 6 结论

本文通过分析牛顿第三定律在不同教育阶段的教学要求, 探讨了教材编排、学情分析和实验教学方法, 将有效、生活化的实验方案融入教学设计之中, 并且更新了实验教学仪器, 让学生可以直观看到相互作用力两个力在同一直线上, 解答了学生们的困惑点, 以促进学生从定性到定量逐步深入理解力的相互作用, 并能将所学知识应用于实际生活中, 纠正了学生的错误前概念, 提高了他们的科学思维和应用能力。这有利于帮助学生发现问题、分析问题、构建探究思路、收集证据、合理推理、科学论证、最终解决问题并得出结论, 并有效提升学生物理学核心素养中的关键能力。

### 参考文献

- [1] 于佳琪, 石红. "牛顿第三定律"40年位置比较与教学启示——以人教版教材为例[J]. 物理通报, 2024, (06): 151-153.
- [2] 周端焱. "牛顿第三定律"探究实验中的思维误区及改进建议[J]. 中学物理, 2023, 41(11): 57-59.
- [3] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准[M]. 北京: 人民教育出版社, 2017.
- [4] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [5] 李坤, 詹伟琴. 基于突出科学本质的教学设计研究——以"牛顿第三定律"为例[J]. 物理教师, 2023, 44(01): 8-11.