

【教材分析】

基于教材逻辑解读人教版 物理新教材的改编

——以“牛顿第三定律”为例

陈向红

【摘要】在新课标的指导下,人教版新教材与旧教材相比有所不同。以必修第一册中“牛顿第三定律”的内容为例,从教材逻辑、具体内容两个方面详细对比分析了新旧教材的特点,以期达到理解教材改编意义、提升教材使用效果、提高教学质量的目的。

【关键词】人教版;牛顿第三定律;新教材改编;教学实施

随着《普通高中物理课程标准(2017年版)》(以下简称课标)^[1]的出台与推行,高中物理教材编写组以“提升学生物理学科核心素养,落实立德树人根本任务”为指导思想,于2016年春季正式启动对新教材的编写,2019年秋季开始在部分省市投入使用^[2](以下简称新教材)。

在新教材投入使用初期,如何解读新教材,应用新教材进行高质量教学成为时下教师们研究的热点问题。基于新课标对“共点力的平衡”要求的加强,新教材中“牛顿第三定律”的编写较旧教材作出了较大调整。因此,笔者将新教材与2010年出版的高中物理教材(简称“旧教材”)中“牛顿第三定律”这一节从宏观章节逻辑结构和微观具体内容改编两方面进行对比分析,解读教材逻辑,理解改编意义,理清教学思路,以期启示一线教师在使用新教材时能深入分析教材改编的意义,提高教学效率和教学质量。

一、新旧教材中“牛顿第三定律”的教材逻辑对比分析

教材逻辑包括学科逻辑、认知逻辑和教学逻辑。学科逻辑是按照一定的理论方法使学科中各知识串联起来而形成的线索结构。认知逻辑是以学生为主体,遵循学生认知规律的逻辑系统。教学逻辑是学科逻辑和认知逻辑的概括和发展,是教师基于对学科教学与学生发展关系认知基础上形成的关于教学内容和教学活动序列安排的构想,能实现学科逻辑

和认知逻辑的统一^[3]。

(一) 章节结构的学科逻辑对比

牛顿三大定律是一个有机整体,是一脉相承的完整理论体系,是动力学的基础。在高中物理学习中,它一直保持着重要地位,是帮助学生形成运动与相互作用观的必备知识。从下页表1可以看出,旧教材的“牛顿第三定律”在第四章第5节^[4],与牛顿第一、第二定律处于同一章节,构成了完整的“牛顿运动定律”板块,符合物理学科逻辑,有助于学生清晰地建立牛顿运动定律体系。而新教材依据新课标的要求,将“牛顿第三定律”从第四章调整至第三章第3节^[5],打破了物理学科的结构体系,不完全顺应学科逻辑。

(二) 章节结构的认知逻辑对比

根据皮亚杰认知发展理论,高一年的学生刚步入“形式运算阶段”,初步具备“假设—演绎推理”的思维能力^[6],当遇到问题时,想通过极力思考找到问题之间的逻辑联系,解决问题以满足能力提升的需求。牛顿第一、第二定律相对较难,“牛顿第三定律”相对简单,且初中已学过相关知识—力的作用是相互的,新教材的改编虽不完全顺应学科逻辑,但首先符合从简单到复杂,从已知到未知,从感知到理解应用的认知规律。其次内容的广度、深度、层次性更合理,有助于学生掌握真理,形成运动与相互作用的物理观念,有利于为学生逐步搭建能力提升、智力提升、认知发展的平台。

表 1 新旧教材“牛顿第三定律”章节结构呈现比较

章节	旧教材		新教材	
第三章	相互作用	1. 重力基本相互作用 2. 弹力 3. 摩擦力 4. 力的合成 5. 力的分解	相互作用——力	1. 重力和弹力 2. 摩擦力 3. 牛顿第三定律 4. 力的合成和分解 5. 共点力的平衡
第四章	牛顿运动定律	1. 牛顿第一定律 2. 实验:探究加速度与力、质量的关系 3. 牛顿第二定律 4. 力学单位制 5. 牛顿第三定律 6. 用牛顿运动定律解决问题(一) 7. 用牛顿运动定律解决问题(二)	运动和力的关系	1. 牛顿第一定律 2. 实验:探究加速度与力、质量的关系 3. 牛顿第二定律 4. 力学单位制 5. 牛顿运动定律的应用 6. 超重和失重

可见,新教材的编写注重以学生为主体,关注学生身心特征,体现学生核心素养发展水平的层次性和成长性,认知逻辑更强。

(三) 章节结构的教学逻辑对比

新课标明确提出“能用共点力的平衡条件分析生产生活中的问题”,所以新教材此章节的调整主要在于强化“用共点力的平衡分析运动与相互作用问题思路”的形成。“牛顿第三定律”的重要作用在于和重力、弹力、摩擦力一起帮助学生形成初步分析物体受力的方法,为解答共点力平衡问题的受力分析奠定知识基础,为学习和应用牛顿第二定律带来帮助,有利于循序渐进地形成运动与相互作用观,如图 1 所示。使用旧教材时,为了便于教学,中学教师往往习惯于在“摩擦力”之后增加一节“受力分析”,在

“力的分解”之后新增一节“共点力的平衡问题”,这与新教材的改变不谋而合。由图 1 和图 2 对比可见,新教材的改编使前后知识连贯性更强,整体脉络更清晰,教学逻辑加强,便于教师的教;知识难度从初步到深度,更具渐进性,便于学生的学。

二、新旧教材中“牛顿第三定律”具体内容对比分析

(一) “问题”栏目的增设

相比于旧教材,新教材在章节前新增了配有图片的“问题”栏目,如下页图 3 所示。问题式导入可以让学生主动参与、思考、讨论,与生活中形成的错误前概念“大人的力大于小孩的力”形成认知冲突,激起探索真理的求知欲,激发学习兴趣,培养探究意识、问题意识及提出问题的能力。

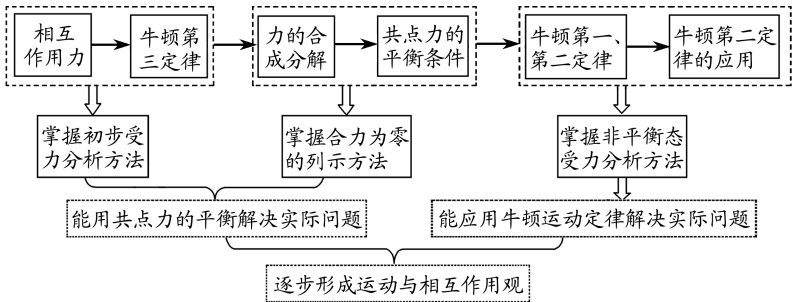


图 1 新教材章节教学逻辑图

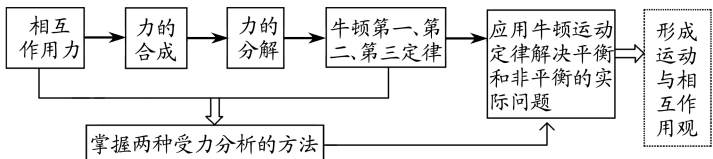


图 2 旧教材章节教学逻辑图

问题?

力的作用是相互的。相互作用力其大小有什么关系?

例如,大人跟小孩掰手腕,很容易就把小孩的手压在桌面上。那么,他们施加给对方的力,大小相等吗?



图3 新教材“问题”栏目

(二)“实验”栏目的完善

新教材中“实验”栏目的变化共有3处:一是在实验标题上增加了实验器材“弹簧测力计”,改为“用弹簧测力计探究作用力和反作用力的关系”,使得实验目的和器材更加明确。二是新教材在“实验”栏目开篇增设了一个问题,“探究作用力和反作用力的关系,要同时测量这两个力,你认为应该如何测量?”有助于引导学生对实验设计思路的思考,养成提出问题、解决问题的习惯。三是为“实验”添设了实验结论,“从实验中可以发现,两个弹簧测力计的示数是相等的,方向相反。”总体而言,新教材该栏目的完善体现了更为完整的实验探究过程^[7],更注重学生物理实验素养和科学探究能力的培养。

(三)“拓展学习”栏目的调整

“拓展学习”栏目的调整共有两处。一是位置的调换。“用力传感器探究作用力和反作用力的关系”实验从旧教材的“做一做”栏目变成了新教材“拓展学习”栏目,从“实验”栏目之后调到了“牛顿第三定律”具体内容之后。同时在“实验”栏目之后增设了一个问题,“上面是通过弹力进行的实验,摩擦力满足上面的关系吗?如果不是相互接触的呢?”考虑不同学校资源条件不同,此处只有问题没有实验,旨在让学生和教师主动思考,结合学校条件设计创新性实验进行探究。

新教材与旧教材在“牛顿第三定律”实验板块的逻辑比较如表2所示。

表2 新旧教材“牛顿第三定律”实验板块逻辑比较

新教材		旧教材	
实验事实	弹簧测力计间弹力等大反向	实验事实	弹簧测力计间弹力等大反向
类比猜想	摩擦力和非接触力之间是否满足同样的关系?	检验验证	用传感器定量验证弹力相互作用力大小相等,方向相反;探究变速运动中作用力和反作用力的关系
实验验证	设计摩擦力和非接触力实验验证猜想	得出结论	牛顿第三定律的内容
总结归纳	作用力和反作用力总是大小相等,方向相反	情境关联	联系生活实际,应用知识解决问题
情境关联	联系生活实际,应用知识解决问题		
演绎提升	用传感器验证结论并进一步探究变速运动中作用力和反作用力的关系		

基于新教材“拓展栏目”的调整,由表2可见“牛顿第三定律”实验板块教学逻辑也发生了明显的变化。新教材从弹力、摩擦力、非接触力多个实验归纳总结出作用力和反作用力的关系,再从结论出发演绎推理变速运动中的相互作用力的关系,并进行实验验证的教学逻辑,加强了物理规律的探究性学习,有助于学生对“牛顿第三定律”规律的深入理解;新教材逻辑更注重知识的建构、过程的推理,有利于培养学生类比、归纳、演绎推理的能力,提升质疑创新、论证的科学思维;问题的增设,创造了探究的空间让学生思考,手脑结合,领会实验探究的方法,增强发现问题、提出猜想、制定实验方案等科学探究的能力;实验的层层推进还能进一步培养学生实事求是、持之以恒的科学态度。

旧教材中“用传感器探究作用力和反作用力的关系”属于“做一做”栏目,是拓展性实验,没有硬性要求,由于教育资源发展的不均衡,很多偏远学校选择直接放弃,导致教学逻辑单一,学生只能通过弹力实验被动、机械地学习物理规律。新教材中此实验虽同样属于拓展学习内容,供教学资源允许或学有余力的学生作进一步的提升,但由于栏目调整,前方大量的教学活动足以让学生深入理解规律,即使没有最后的实验,也不影响对本节重点内容的理解。所以,新教材的处理是在教育资源发展不均衡和不同层次学生个性化学习需求不同的背景下对课程设计得更合理的弹性处理^[8]。

“拓展学习”栏目的第二处改变是实验内容的呈现。旧教材直接给出了“运动中两物体间的作用力和反作用力同样遵从牛顿第三定律”的结论,再通过下页图4的实验进行验证,以陈述和验证为主。而新教材强调让两个学生各持一个力传感器,互相钩着,一人用力拉力传感器朝自己方向运动(见下页图5),

再分析实验数据,得出科学的实验结论。新教材的设计以探究为主,更适合学生思考、交流、探究、表达,体现了学生的主体地位,强调推理演绎、实验探究的过程,注重对学生实验能力、思维方式的培养。

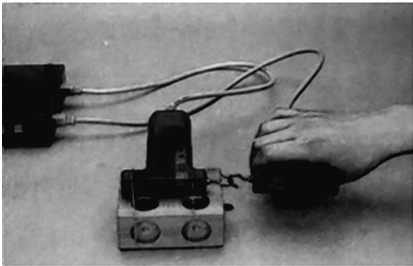


图 4 旧教材探究运动中相互作用力关系实验



图 5 新教材探究运动中相互作用力关系实验

(四) 教学层次的调整

新旧教材中“牛顿第三定律”这一节的内容总体逻辑主线大体相同,但由于章节位置的调节,受力分析的教学层次发生了变化,从“物体的受力分析”变为“物体受力的初步分析”。旧教材中,“牛顿第三定律”位于牛顿第二定律之后,学生已具备根据受力特点从相互作用和运动状态的变化两个角度分析物体受力的基础知识,能全面分析物体的受力,综合性较强,但学习难度较大。而新教材的章节结构决定了学生学完此节只具备初步分析受力的能力,所以教材首段内容明确指出,“根据物体运动状态变化来分析和判断其受力情况是下一章学习的内容,本节根

据各种力的特点,从相互作用的角度分析物体的受力。”教学层次较低,主要为解决共点力平衡的生活实际问题奠定基础,初步形成运动与相互作用的概念,待学完牛顿第二定律之后,再综合运用两种方法解决复杂的受力分析问题,教学层次逐步提升。新教材的改编将受力分析的程度从低到高进行了分解,体现了知识的递进性、层次性,符合学生的认知规律、思维发展,降低了学生学习的难度,有利于学生形成清晰的、系统的运动与相互作用的物理观念。

(五) 情境实例的优化

新、旧教材情境实例的优化分析比较如表 3 所示。

(六) 图文表述的精确

对新、旧教材在“牛顿第三定律”中图文表述的精确性进行对比分析,如下页表 4 所示。

从表 4 可看出,新教材文字更加精确,增强了描述的严谨性和科学性,能帮助学生理解知识,自学乐学,优化阅读体验。其中在总结牛顿第三定律内容时,将“大量事实表明”改为“牛顿经过研究指出”更是明确强调此为牛顿的研究成果,暗示了牛顿在当时的背景下同样经历了大量的科学探究过程,旨在让学生认识科学规律的来之不易,养成实事求是、持之以恒的科学态度,形成探索自然的内在动力,增强对物理学家的崇敬感,树立终身学习的目标。

同时,新教材加入了形象直观的实物图,比如掰手腕、猴子吊树枝、划龙舟、地球和人造卫星的图片,能辅助学生理解物理知识,增加学习乐趣。

(七) 习题编排的精简

习题是教材知识的延伸,是提升学生知识应用能力的途径,是对学生学习情况的诊断与评价。新教材首先在小标题上进行改变,将“问题与练习”变为“练习与应用”,强调知识的应用。其次删除 3 道

表 3 新教材较于旧教材情境实例优化分析

类型	旧教材	新教材	优化的效果
实例删减	甲船上的人推乙船	删除	(1) 加大引力案例比例,可从接触力和非接触力多方面说明力的作用总是相互的。 (2) 更明显体现对重力、弹力的巩固。
实例完善	地球与其周围物体相互吸引案例	增加“地球与人造卫星受力”插图	(3) 增加插图,体现现代化,激发学生对太空的想象,激起主动了解人造卫星的欲望,体现 STSE 的教学理念,还为学习必修 2 天体板块奠定兴趣基础
实例更改	被细绳吊在空中的静止铁块	吊在树枝上静止的猴子	(1) 情境生活化有利于学生从真实情境中抽象出物理模型,培养学生模型构建能力,提升在真实情境中选定研究对象的意识和能力。 (2) 有利于兴趣的培养,解决问题意识的提升

表 4 新旧教材中文字优化对比

序号	旧教材	新教材
1	弹簧受到手的拉力,手也受到弹簧拉力	弹簧受到手的拉力 F ,手也受到弹簧拉力 F'
2	互相依存	互相依赖
3	叫做	叫作
4	大量事实表明	牛顿经过研究指出
5	在生活和生产中牛顿第三定律的例子是很多的	在生活和生产中应用牛顿第三定律的例子是很多的
6	划船时桨向后推水,水就向前推桨	人在划船时,桨向后推水,水就向前推桨
7	牵引力	驱动力
8	陷在泥泞中的汽车,尽管车轮飞转,车也不能前进,就是这个道理	陷在泥泞中的汽车,尽管车轮飞转,但是如果泥和车轮之间太滑,车轮得不到足够的摩擦力,车也是出不来的
9	传感器	力传感器
10	后者一定是重力(引力)、弹力、摩擦力这 3 种力中的同一种类的力,而一对相互平衡的力则不一定是同一种类的力	后者一定是同一种类的力,而前者则不一定是同一种类的力

习题,增加“实际问题”的比例,进一步提升学生从实际情境中抽象、构建物理模型的能力。最后,习题编排顺序从单物体到多物体,从简单到复杂,重视学生解题素养水平养成的循序渐进,促进学生能力发展的合理进阶。

三、总结

总之,新教材的改编以新课标为依据,以学生的认知逻辑为主线,更新教材结构、内容及呈现方式,合理地将“物理观念、科学思维、科学探究、科学态度”进行统一,突出育人性、基础性、选择性、层次性、时代性、多元性、科学性^[9]。在新教材投入使用初期,一线教师要解读新课标理念,深挖教材改编意义,梳理教材改编逻辑,明晰教材总体结构框架,研读教材具体内容,分析学生认知能力,合理安排教学计划,实施活动多样化、创新化、育人化、素养化的高效教学。此外,在培养学生核心素养的同时,教师也要不断思考学习、总结反思,不断提升教学水平,以便为教育事业作出更大的奉献。

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] 张颖. 以核心素养为统领的高中物理教材编写——2019 版普通高中物理(人教版)教材介绍[J]. 基础教育课程.

2020(11 上):57-64.
[3] 杨佳婷,张军朋. 基于教材逻辑解读高中物理人教版新教材的改变——以“电磁感应”内容为例[J]. 物理通报, 2021(1):157-161.
[4] 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. 普通高中课程标准实验教科书·物理(必修 1)[M]. 北京:人民教育出版社,2010.
[5] 彭前程,黄恕伯. 普通高中教科书·物理(必修第一册)[M]. 北京:人民教育出版社,2019.
[6] 王精国. 初探顺应认真发展的物理教学模式[J]. 物理教师,2014(7):30-32.
[7] 印晓明,戴加成. 人教版高中物理教材编写变化及教学启示[J]. 中学物理教学参考,2020(10 上):26-30.
[8] 陈玉洁,黄致新,张天宇,等. 新旧教材中“牛顿第三定律”的比较分析——以人教版教材为例[J]. 物理教学探讨, 2021(3):19-21.
[9] 杜明荣,赵艺佳. 人教版高中物理新教材特色分析及使用建议[J]. 物理教学探讨,2021(2):20-23.

【作者简介】陈向红(1994-),女,重庆市第十一中学校,中教二级,主要从事中学物理教学及研究(重庆 400400)。

【原文出处】《物理通报》(保定),2022. 5. 40~45

【基金项目】重庆市教育科学规划重点课题“新课程背景下中学物理教师核心素养养成途径研究”(项目编号:201807057)