



# 基于学习进阶的探究学习教学设计与实践<sup>\*</sup>

——以初中物理“动能和势能”为例

张红洋 王红美

(陕西师范大学物理学与信息技术学院 陕西 西安 710119)

(收稿日期:2017-09-08)

**摘要:**当前是我国课程改革的关键时期,科学素养的提升是基础教育改革的重要任务,教师有效组织学生开展科学探究实践活动,有助于学生探究能力和科学素养的发展.基于学习进阶理论,以“动能和势能”为例,通过分析进阶起点、终点和进阶水平,探讨探究学习教学设计的若干问题,试图改善教学实践.

**关键词:**学习进阶 探究学习 教学设计 动能和势能

学习进阶在学习、评价和课程等领域逐渐成为研究热点.2004年《加拿大科学、数学与技术教育杂志》第4卷第1期专刊发表关于学生科学概念发展的学习进阶(Learning Progressions)的研究报告,到2013年美国颁布的《新一代科学教育标准》贯穿着学习进阶研究的最新成果和思想.美国国家研究理事会将学习进阶定义为“在较大时间跨度内,学生学习和研究某一主题时,对学生连贯且逐渐深入的思维方式的描述”<sup>[1]</sup>.我国较早研究学习进阶的北京师范大学刘恩山教授对其定义是:对学生在各学段学习同一主题的概念时所遵循的连贯的、典型的学习路径的描述.学习进阶实际上延续了课程与教学论对“应为学生设定怎样的学习路径”这一核心问题的探索,螺旋式的课程设计、最近发展区和建构主义前概念等都为学习进阶提供了理论基础<sup>[2]</sup>.学习进阶由5个要素组成:一是进阶起点和进阶终点;二是进阶维度;三是多个相互关联的成就水平;四是各水平的预期表现;五是特定的评价工具.目前,关于学习进阶的研究路径主要有两种,第一种是设计能够促进学生沿着学习进阶框架假设的路径获得学习发展的干预性教学策略<sup>[3]</sup>;第二种是利用调查问卷,

按照学习进阶框架来调查学生的认知、能力水平和状态<sup>[4]</sup>.本文的目的在于探讨如何利用学习进阶理论指导探究学习的教学设计与实践,因此采取第一种途径.

## 1 基于学习进阶的探究学习教学可行性分析

中学物理课程是以提高全体学生科学素养为目标,使每个学生学习科学的潜能得以发展,在教学中,教育实践者注重采用探究式的教学方法,让学生经历科学探究过程,学习科学研究方法,培养其创新精神和实践能力<sup>[5]</sup>.探究学习(Inquiry Learning)是一种开放的、强调过程的学习方式,注重在事物与其他事物联系的基础上去了解事物<sup>[6]</sup>,可追溯于布鲁纳的发现学习理论.科学探究既是学生的学习内容,又是重要的学习方式,包括7个基本要素:提出问题、猜想与假设、制定计划与设计实验、实验与收集证据、分析与论证、评估、交流与合作.在探究过程中,应把这些要素考虑成一个由相互关联的活动组成的网络<sup>[7]</sup>,即各要素之间相互关联,并统一在若干知识理论下.

学习进阶能建起一座连接对学习的研究和课堂

<sup>\*</sup> 2017年度陕西师范大学研究生教育教学改革研究项目研究成果,项目编号:GERP-17-13

作者简介:张红洋(1973-),男,博士,副教授,主要从事物理教育研究.

通讯作者:王红美(1991-),女,在读研究生,研究方向为物理学科教学.

教学实践的桥梁<sup>[8]</sup>,能解决学习者认知发展路径的问题,能解决学习者认知发展过程中用于“踏脚”的具体的“脚踏点”,而探究学习的关键在于“过程”,这个过程伴随着学生不同的认知阶段.因此,本文以人教版八年级物理第十一章第三节“动能和势能”为例,探讨学习进阶理论视域下的探究学习教学与实践.

## 2 基于学习进阶的“动能和势能”探究学习教学设计

在《义务教育物理课程标准》(2011年版)中,“动能和势能”在“能量”的一级主题下,并涉及两个二级主题,如图1所示.人教版教材中,在“动能和势能”之前,八年级学生已经学习了“功”和“功率”相

关内容,而之后将学习“机械能及其转化”,因此,设计“动能和势能”一节课的学习进阶路径,如图2所示,图中虚线(机械能及其转化)表示该部分是下一节将要学习的内容,在本研究中暂不涉及.篇幅受限,下面仅以该节课中一个教学环节(探究影响动能大小的因素)为例,进行基于“学习进阶”理论的探究学习教学设计.

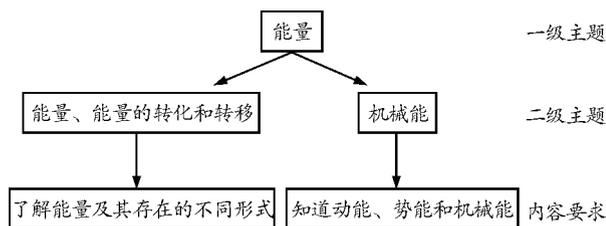


图1 义务教育物理课程标准中的“动能和势能”

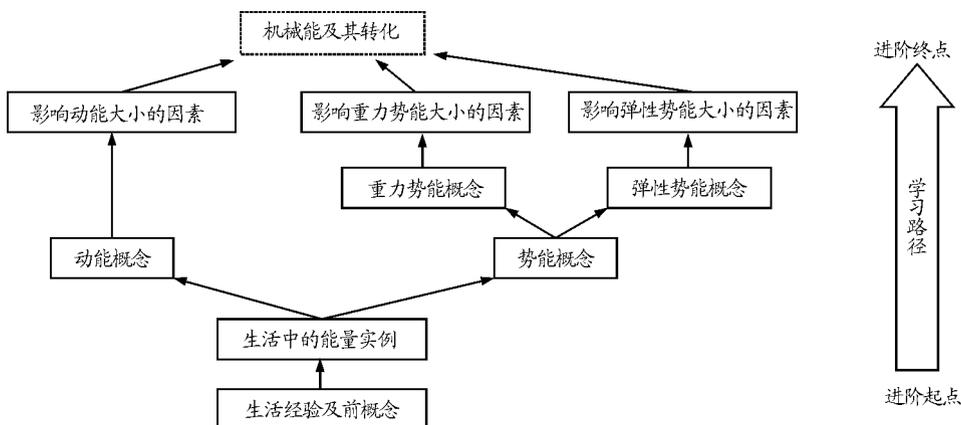


图2 “动能和势能”进阶路径设计

### (1) 进阶起点

进阶起点是指学生在开始学习某个概念之前就应该掌握的知识和能力的描述<sup>[9]</sup>.根据八年级学生已有的知识经验(知道能够对外做功的物体具有能量,运动的物体具有的能量叫动能),设定学生将要学习的“动能大小与什么因素有关”的进阶起点为学生根据生活经验和动能的概念,能意识到运动着的不同物体具有的动能大小不同;学生不知道用什么衡量、比较两个物体动能的大小;学生初步猜想影响动能大小的因素可能有两个,能意识到需要用控制变量法进行实验探究,但对如何设计实验并不明确.

### (2) 进阶终点

进阶终点是学生在在学习过程结束后应该进阶达

到的目标,即最终被期望获得的知识或技能.进阶终点通常是由学习者的期望、科学素养的学习目标以及某一学科的学习教育研究确定的<sup>[9]</sup>.根据《义务教育物理课程标准》(2011)中“经历科学探究过程,具有初步的科学探究能力,乐于参与与科学技术有关的活动,有运用研究方法的意识”的课程目标,并结合进阶路径,设定该探究学习教学环节的进阶终点为通过观察实验现象(相同的木块在不同的小车的作用下运动的距离不同),理解不同的物体具有不同的动能;学会运用转换法,把比较木块动能的大小转换为比较小车在木块的作用下运动距离的远近;运用控制变量的方法进行实验探究,定性地理解影响动能大小的因素是物体的质量和速度.

### (3) 进阶水平

学习进阶框架应当首先确定其中的最低和最高层级,然后刻画中间层次.最高层级应该是学生能够达到的对目标知识的最高理解层次;而学生关于目标知识的原始认识应当作为学习进阶框架的最低层次<sup>[10]</sup>.因此,教师在进行探究学习教学设计时,应该

考虑什么样的教学能够促使学生的理解向更高层次发展,并依据学习进阶理论提前预设多个相互关联的进阶水平,并在教学实践中按“阶”逐渐展开.据此,设计“探究影响动能大小的因素”实验的学习进阶水平,如表1所示.

表1 学习进阶表现水平

学习进阶表现水平		学生能力水平	学习表现描述
最高层级	4	揭开科学“面纱” 归纳定性结论	通过实验,定性地认识到:动能与速度和质量有关,速度和质量越大,动能越大;但是不能够定量地描述动能
中间层级	3	探讨科学本质	根据提供的实验仪器,能够运用控制变量法设计实验方案
	2	猜想推理走近科学	根据特定的生活实例,能够猜想动能的大小可能与物体的质量和速度有关
最低层级	1	感性认识	根据生活实例,学生能意识到生活中不同的物体其动能大小可能不一样

### (4) 教学设计

基于以上对“影响动能大小的因素”知识的进阶起点、进阶终点和进阶水平的分析,设计“影响动能大小的因素”实验环节的探究学习教学流程,如表2所示.

表2 探究实验教学流程

步骤	具体内容
提出问题	动能的大小与什么有关呢
猜想与假设	动能的大小可能和物体的质量以及速度有关
制定计划与设计实验	根据教师提供的实验器材,学生分组讨论实验方案
实验与收集证据	学生分组进行实验
分析与论证	小组代表发言,总结实验结论
评估	教师评价学生的发言,并归纳完善实验结论
交流与合作	运用实验结论,解释机动车限速的问题

#### 3.1 感性认识

##### 【提出问题】

教师:我们已经知道运动的物体具有的能量叫动能,那么动能的大小和哪些因素有关呢?

说明:本节课的第一环节已经通过归纳生活中不同能量的特点,总结出了动能的概念,不同物体具有的动能大小不同,自然而然地激发学生产生疑问,有哪些因素影响了动能的大小呢?

#### 3.2 猜想推理 走近科学

##### 【猜想与假设】

教师:首先,利用多媒体展示全班同学课间一齐跑操的照片,如图3所示,将图中瘦弱的小红(女)同学和胖胖的小明(男)同学同时圈出,向全班提问,小红和小明一齐跑步时,谁的动能大?为什么?然后,播放博尔特在2008年奥运会百米赛跑的视频,向全班提问,博尔特在起跑时和冲刺时,何时的动能大?为什么?最后,当学生回答完毕,教师总结,我们猜想物体动能的大小可能与物体的质量和物体的速度有关.



图3 一齐跑步的学生

学生回答:小明的动能大,并能准确地说出因为

### 3 基于学习进阶的教学实践

利用2017年5月在深圳市福田区某重点初中实习的机会,在3个班级进行教学实践,并用该课题参加校级公开课,都取得了很好的教学效果.

小明重;冲刺时的博尔特具有的动能大,并能准确地说出因为博尔特在冲刺时跑得快。

**说明:**学生看到自己的照片出现在大屏幕上,兴趣顿时高涨,一个个大胆猜想,当看见博尔特百米跑的视频时,男生比女生更兴奋,不禁感叹跑得真快啊。精心挑选的两组图片素材拉近了学生与科学之间的距离,激发了学生的学习兴趣,活跃了学习氛围。但是八年级学生的物理概念还不是很清晰,物理思维还不是很完善,当回答原因时,学生只能说出重和快,却不能准确地说出质量大和速度快,因此,教师最后必须给予总结,用专业的物理术语表述实验猜想。

### 3.3 探讨科学本质

#### 【制定计划与设计实验】

**教师:**向学生展示实验器材(小车、大木块、小木块、砝码2个、木板),明确实验目的是探究动能的大小与物体的质量以及物体的速度有怎样的关系,并出示3个问题。

- (1) 实验中如何比较小车动能的大小?
- (2) 如何改变小车的质量?
- (3) 如何改变小车碰撞木块时的速度?

学生讨论结束后,引导学生总结出2个实验方案:

- (1) 改变小车的质量,让小车从同一高度由静止开始滑下,观察哪次木块被撞得远;
- (2) 让同一小车分别从不同的高度由静止开始滑下,观察哪次木块被撞得远。

**学生:**4人一组,讨论实验方案并解决3个问题。

**说明:**给学生提供了充足的实验器材,让学生通过小组合作交流的方式制定实验方案,但是在学生开始交流之前,教师的指令一定要具体明确,否则有的小组会因为没听清楚而动手操作起来(注意此时只是讨论实验方案)。3个问题能够帮助学生进一步理解该实验,缩小思考范围,只要解决了3个问题,实验方案也就迎刃而解了。

### 3.4 归纳定性结论

#### 【实验与收集证据】

**教师:**指导学生开始实验,并在学生中间巡视指导,解答疑问,并要求学生在实验结束后派小组代表总结实验结论。

**学生:**按照两个实验方案,小组合作,动手操作

进行实验,并思考总结实验结论。

**说明:**教师的指令一定要具体,注意采用任务驱动性教学。学生开始实验前,教师一定要明确地告诉学生边做实验边思考并总结实验结论,让学生带着任务去实验,否则多数学生只顾着操作实验,而等实验结束后,却总结不出实验结论。

#### 【分析与论证】

**学生:**2个小组派代表总结实验结论,其他小组补充。

**说明:**通过2个小组代表总结和其他小组补充,学生们最终得出的实验结论是,速度相同时,质量越大的小车能将木块撞得越远,所以,小车的速度相同时,质量越大,动能越大;小车从高处滑下,高度越高,小车运动到底部时越快,木块被撞得越远,所以,质量相同时,小车的速度越大,动能越大。

#### 【评估】

**教师:**评价学生的发言,肯定并表扬学生在整个实验探究过程中出色的表现,并归纳完善实验结论。

**说明:**通过教师引导,最终归纳出的结论是,物体动能的大小跟质量、速度有关,运动速度相同的物体,质量越大,它的动能也越大;质量相同的物体,运动的速度越大,它的动能越大。与学生总结的实验结论相比,更简洁,可以看出学生总结归纳的能力还有待于提高。

#### 【交流与合作】

**小试牛刀:**图4是珠海的水湾路路牌,用物理学的术语解释,为什么要对机动车的行驶速度进行限制?为什么在同样的道路上,不同车型的限制车速不同?



图4 珠海的限速路牌

**学生:**小组讨论交流上述问题,用本次的实验结论加以解释。

**说明:**在前面6个环节中,学生基本经历了完整的实验探究过程,按照提前设计的进阶路径,从起点进阶到终点,学生的动手能力、质疑精神、语言表达能力以及小组合作意识都逐渐得到了提高,在最后一个环节中,通过解释生活现象,让学生学以致用,体现了从课堂走向生活的新课程理念。

#### 4 关于学习进阶的几点思考

第一,学习进阶理论为研究者、教师等人重新审视科学课程标准、课程与教学提供了一条有效的新途径<sup>[10]</sup>。从学习进阶理论的视角出发,将一节实验探究课纳入学生整个物理实验探究课程的学习之中进行教学设计,站位更高,实践证明也更有成效<sup>[11]</sup>。

第二,把以知识逻辑为中心和以学生认知为中心相结合,建构描述学生认知状态的“能量”进阶框架。本研究主要是从能量相关概念间的逻辑联系出发,依据课程标准对学生提出的探究能力期望来构建学习进阶框架,缺乏对八年级学生认知特点的有效关注,缺少对学生思维过程的描述。如若能把以知识逻辑为中心和以学生认知为中心相结合,进而建构学习进阶,将有利于教师深入了解学生的真实思维活动,从而帮助教师提高教学设计的针对性和有效性。

#### 参考文献

1 National Research Council, Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grade K - 8 .

- Washiton, D. C. : the National Academic Press, 2006
- 2 刘晟,刘恩山. 学习进阶:关注学生认知发展和生活经验. 教育学报, 2012, 8(2): 82
- 3 Nordine J, Krajcik J, Fortus D. Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. Science Education, 2011, 95(4): 670 ~ 699
- 4 Mohan L, Chen J, Anderson C W. Developing a multi-year learning progression for carbon cycling in socio-ecological systems. Journal of Research in Science Teaching, 2009, 46(6): 675 ~ 698
- 5 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准. 北京: 北京师范大学出版社, 2012
- 6 王较过, 李贵安. 物理教学论. 西安: 陕西师范大学出版社, 2009. 262 ~ 279
- 7 Joseph S. Krajcik, Charlene M. Czerniak, Carl F. Berger. 中小学科学教学——基于项目的方法与策略. 王磊, 译. 北京: 高等教育出版社, 2004. 110 ~ 156
- 8 郭玉英, 姚建欣, 张静. 整合与发展——科学课程中概念体系的建构及其学习进阶. 课程·教材·教法, 2013, 33(2): 44 ~ 49
- 9 陈小红, 罗琬华. 构建物理概念习得的“学习进阶”. 中学物理教学参考, 2014, 43(8): 8 ~ 11
- 10 魏昕. 中学物理能量学习进阶研究. 南宁: 广西教育出版社, 2016. 1 ~ 5
- 11 何春生, 郭玉英. 基于学习进阶的课堂教学设计与实践——以“功”为例. 物理教师, 2016, 37(10): 23 ~ 31

## Teaching Design and Practice of Inquiry Learning Based on Learning Progressions

——Take *Kinetic Energy and Potential Energy* of Junior High School Physics as a Case

Zhang Hongyang Wang Hongmei

(School of Physics & Information Technology, Shanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710119)

**Abstract:** This is a critical period of China's curriculum reform, scientific literacy is an important task in the reform of basic education, teachers organize students to carry out scientific inquiry activities, contribute to the development of students' inquiry ability and scientific literacy. Based on the theory of advanced learning, taking kinetic energy and potential energy as an example, through analyzing the advanced starting point, end point and advanced level, this paper discusses some problems in the teaching design of inquiry learning, and tries to improve teaching practice.

**Key words:** learning progressions; inquiry learning; teaching design; kinetic energy and potential energy