

基于项目式学习的教学设计*

——以“圆周运动”教学为例

王秀英 (甘肃省礼县第二中学 甘肃 742201)

万欣欣 李春密** (北京师范大学物理学系 北京 100875)

摘 要 中国学生发展核心素养研究报告提出,教学应指向核心素养的发展,而项目式学习满足学生深度学习的要求,在培育学生核心素养方面具有优势。本文对项目式学习的内涵和要素进行了介绍,阐释高中物理项目式学习教学设计的特点,提出高中物理项目式学习设计流程,然后以“圆周运动”教学为例,呈现了具体设计、实施过程及教学实践并给出思考。

关键词 项目式学习 教学设计 圆周运动

文章编号 1002-0748(2022)3-0002

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

新时代需要培养具有成功素养的人。为顺应时代发展的需求,我国于 2016 年提出了中国学生发展核心素养,要求培养“全面发展的人”。教学也应指向学生核心素养的发展,为促进学生物理学科核心素养的发展,应以物理核心概念统领物理教学,倡导物理教学设计为学生创设真实、复杂的问题情境,引导学生剖析简化问题、建立物理模型,并运用恰当的方法解释问题^[1,2]。基于项目式学习的高中物理教学设计,能为学生创设真实、复杂的问题情境,促进学生问题解决能力的发展,可以让物理学科核心素养在课堂真实生长。

1 项目式学习的内涵与要素

项目式学习(project based learning,简称 PBL)是一种建构主义理念下以学生为中心的教学方式,主张学生通过以小组协作的方式,以真实情境中的驱动性问题为导向,经历项目规划、实施、复盘、反思、成果产出、多元评价等一系列学生自主学习的过程^[3]。项目式学习具有真实情境创设、挑战性问题驱动、产出项目成果、经历自主探究、进行深度学习和评价方式多元化的特征^[4]。巴克教育研究所提出的项目学习设计黄金标准包含“具有挑战性的问题、持续探究、真实性、学生的话语权和选择权、反思与总结、评价与修正、公开展示作品”七个要素^[5]。目

前,项目式学习还没有公认的定义,但主流的项目式学习一般都会围绕这七个要素或其中的核心要素展开设计和实施。

2 基于项目式学习的高中物理教学设计

核心素养导向的高中物理教学设计强调以学生为主体,注重学生的前认知,倡导创设真实的科学探究环境,教学设计应基于学生的高度参与、深度思维、情感内化进行开发^[6]。国内学者刘军认为:“高中物理项目式教学设计是教师依据新课标和核心素养的要求,在教学过程中,通过创设物理情境,设计物理问题,借助现代信息技术,开展以学生为主体的教学活动,引导学生在做中学,逐步培养学生的物理学科核心素养。”^[7]因此,高中物理项目式学习设计具有问题的真实性、学生的协同性、过程的探究性、知识的综合性、结果表达和评价的多样性等特点。

3 基于项目式学习的高中物理教学设计流程

基于以上所述项目式学习的内涵、要素及高中物理项目式教学设计概念及其特点,结合课程标准、课程内容、学业要求、学生情况,高中物理项目式教学设计应该包含项目背景、项目主题、项目设计、项目实施、项目成果展示及评价、项目反思六个环节。以“圆周运动”项目式学习为例,设计流程如图 1 所示。

* 基金项目:本文系教育部基础教育课程教材发展中心、课程教材研究所课题“深度学习”教学改进项目(项目编号:SD201408GJ)的研究成果。

** 通讯作者:李春密。

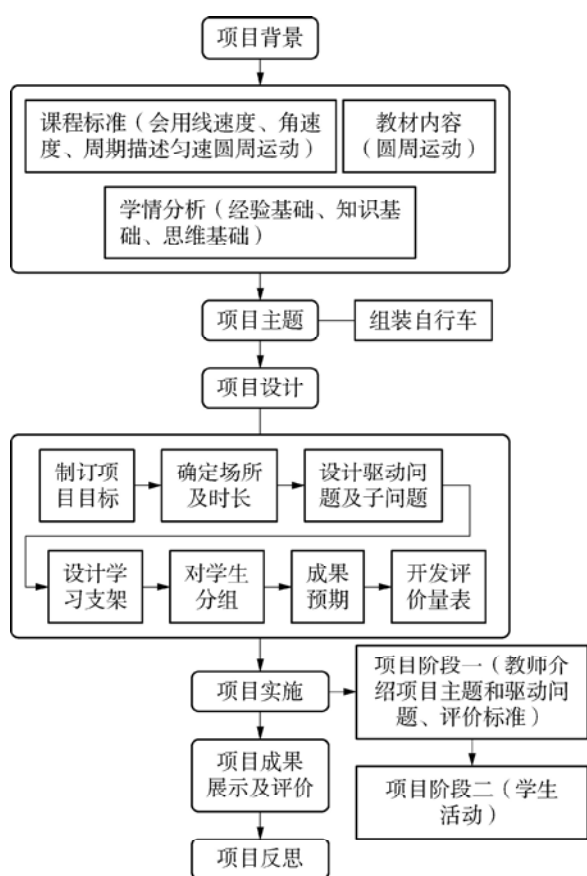


图 1 高中物理项目式教学设计流程图

4 项目式学习设计——以“圆周运动”为例

4.1 项目背景

“圆周运动”是《普通高中物理课程标准(2017年版)》必修2模块“曲线运动”主题下的内容,内容要求为“会用线速度、角速度、周期描述匀速圆周运动”,是一节典型的概念课。人教版教材通过倒置自

行车后轮的转动,齿轮与链条的转动、旋转木马、时钟分针与时针的转动等学生熟悉的情境引导学生建构概念。此前,学生已经具有简单机械、抛体运动等知识基础,具备使用简单工具的能力,生活中能观察到物体做圆周运动的丰富情境,具有大量圆周运动的感性认识;有比较直线运动快慢的经验基础;有动手试一试、做一做的强烈欲望。而且自行车是学生最熟悉的一种交通工具,自行车各部件的功能包含丰富的物理知识,通过让学生自己组装自行车的过程,可以学习圆周运动的相关知识,并辐射到其他知识点,构筑起知识同心圆体系,让学生掌握综合性知识。

4.2 项目主题

根据项目背景的分析,自行车是学生最为熟悉的真实情境,因此,在基于项目式学习的圆周运动教学设计中,项目主题确定为“组装自行车”。

4.3 项目设计

(1) 制订项目目标

物理观念: 学生知道研究圆周运动的研究对象是质点,知道圆周运动是典型的曲线运动,建立圆周运动概念。

科学思维: 学生通过观察与思考,建构线速度、角速度的概念,用极限法思维探究线速度方向;运用科学思维进行推理,寻找线速度与角速度之间的关联。

科学探究: 学生经历组装自行车的过程,观察不同的传动形式,建构物理模型,使用实物论证,找出不同传动形式中线速度、角速度、周期、转速的关系。

科学态度与责任: 学生能关注社会热点和科技前沿,有创新意识和团队协作意识。

(2) 确定项目场所和项目时长

根据项目任务特点,学生活动地点安排在学校

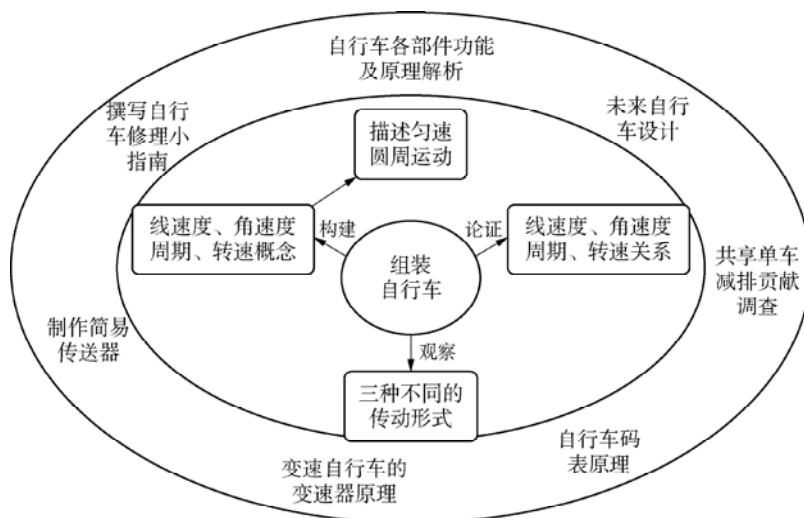


图 2 圆周运动知识同心圆体系

车棚,学时 1 课时;成果展示、评价在教室进行,学时 1 课时。共 2 课时。

(3) 设计驱动问题和子问题

驱动问题是项目式学习设计最核心的部分,要求

问题有新奇感、可行性、价值感、情境化、伦理性和可持续性。在设计驱动问题时要结合学业质量要求,先设计一级驱动问题,再设计子问题,在“组装自行车”项目中设计的一级驱动问题和子问题如表 1 所示。

表 1 “组装自行车”项目学习驱动问题和子问题

| 项目主题 | 一级驱动问题 | 子问题 |
|-------|-----------------------------------|--|
| 组装自行车 | 驱动问题一:你了解自行车各部件的功能吗? | (1) 观察自行车主要部件,其功能分别是什么? |
| | | (2) 自行车主要部件及其功能关联到哪些物理知识? |
| | 驱动问题二:怎样比较物体做圆周运动的快慢呢? | (1) 物体在一段时间内通过的圆弧长短能表示运动的快慢吗?物体在一段时间内半径转过的角度大小能表示运动的快慢吗?物体转过一圈所用时间的长短能表示运动的快慢吗?物体在一段时间内转过的圈数能表示运动的快慢吗? |
| | | (2) 你能找到线速度、角速度、周期、转速之间的关系吗? |
| | | (3) 如果物体做匀速圆周运动,将有什么特点呢? |
| | 驱动问题三:组装过程中,观察到了哪些转动形式? | (1) 观察到脚踏与牙盘的转动形式是怎样的呢? |
| | | (2) 牙盘与后轮及链条的关联转动又是怎样的呢? |
| | | (3) 你发现生活中还有哪些利用同轴转动、链条传动工作的机械? |
| | 驱动问题四:利用手边工具搭建简易传送带,各传送轮之间有什么关系呢? | (1) 链条传动中两个传动轮之间线速度、角速度、周期间具有怎样的关系?你能用手边的实物或工具演示论证一下吗? |
| | | (2) 共轴传动中两个传动轮之间线速度、角速度、周期间具有怎样的关系呢? |
| | | (3) 齿轮传动中两个传动轮之间线速度、角速度、周期间具有怎样的关系呢? |
| | 驱动问题五:你知道变速器的原理吗?(课外拓展) | (1) 你想知道自行车码表的原理是什么吗? |
| | | (2) 你想知道自行车变速器的原理是什么吗? |

(4) 设计学习支架

在项目式学习中,教师作为协助者,要有预见性地为学生提供及时的学习支架。在“圆周运动”项目式学习中,最重要的学习支架主要有:工具(1套/组)、齿轮组件(1套/组)、直径 2~3 mm 塑质细线、宽度约 1 cm 塑质纸带、马克笔/记号笔、胶水、自行车(1辆/组)、修车师傅(2位)、自行车组装说明书(1份/人)、项目报告单(1份/组)等。

(5) 对学生进行异质分组

为了让每一个学生都能投入学习,在分组时遵循组间同质、组内异质的原则,对全班同学进行合理搭配科学分组。

(6) 成果预期

教师对项目成果要有合理的预期,告知学生项目成果的弹性范围,不能难度太大过于复杂,让学生可望不可及。在“组装自行车”项目中有如下项目预期:组装后的自行车能安全骑行、组装报告、修车小指南、自行车部件功能说明书、未来自行车遐想、制作简易传送器等。

(7) 开发评价量表

项目式学习的评价具有方式多样化,评价主体多

元化的特点。根据项目主题开发评价量表是项目设计的重要一环。在“组装自行车”项目中,过程性评价采用组内互评的方式,作品呈现采用组间互评的方式,教师评价采用项目后测题的方式,终结性评价由组内评价的 30%、组间评价的 30%、教师评价的 40%组成。

组内互评主要评价活动过程中的情感态度和能力发展;组间互评主要评价项目成果;教师评价侧重学习目标是否达成,评价后测题的设计应让学生把真实情境与模型关联起来。如表 2 例题,以共享单车为情境,以自行车传动系统模型为基础,要求运用角速度、线速度间的关系估算骑行速度,既体现了项目活动过程中的真实情境,又考查了综合运用知识的能力。

表 2 教师用评价量表题例

例题 穿梭于大街小巷的共享单车解决了人们出行的“最后一公里”问题。单车的传动装置如图所示,链轮的齿数为 38,飞轮的齿数为 16,后轮直径为 660 mm,脚踏踏板的角速度为 6.4 rad/s ,则小明骑行的速度约为 ()

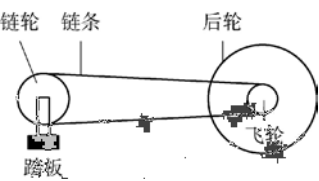


图 3

(A) 15 m/s (B) 10 m/s (C) 5 m/s (D) 1 m/s

4.4 项目实施

项目阶段一 教师介绍项目主题、驱动问题及评价标准。

项目阶段二 学生活动过程。

任务一：引导学生仔细观察自行车的结构，思考“驱动问题一”，通过小组成员间的讨论，请教修车师傅或借助说明书把各部件的名称及功能一一对应，并记录主要的部件及功能。

任务二：自行车倒置，引导学生用记号笔在后轮外胎和辐条上做好研究的标记点，转动脚蹬让自行车后轮以不同快慢转动，引导学生认识圆周运动，解决“驱动问题二”各子问题。

任务三：通过组装自行车让学生进一步体会自行车各部件功能，引导学生关注自行车驱动系统，思考“驱动问题三”并抽象出物理模型。

任务四：鼓励学生利用手边工具论证不同传动形式线速度、角速度、周期之间的关系，并用语言科学表述或写出表达式。

任务五：对学有余力的学生组织课外兴趣小组，提供学习支架，鼓励学生对自行车变速器和码表的工作原理进行探究。

4.5 项目成果展示及评价

成果展示形式可以不拘一格，展示可以是表格、图示、文字材料、小制作等，在展示组进行展示的过程中，其他组的同学进行评分，并对展示组的疏漏之处进行补充。项目成果展示中部分课堂实录如下。

师：表示圆周运动的快慢有哪些方法呢？

小组 1：可以用纸带粘在车轮上(如图 4 所示)，随车轮转动，用秒表测运动时间，用量尺测从 A 点到 B 点的距离[如图 5(a)所示]，车轮转动的速度大小就是 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 。

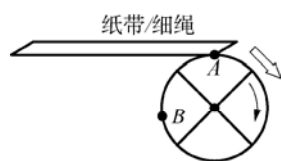


图 4

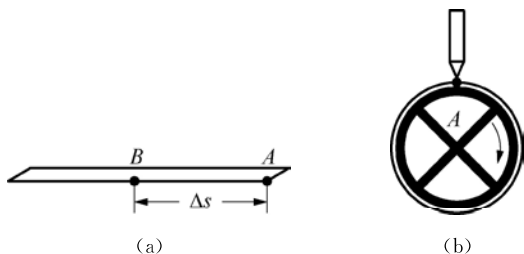


图 5

小组 2：可以使用记号笔，在车轮上做标记[如图 5(b)所示]，让车轮转动一圈，用秒表测量时间，

利用细绳和量尺可以测出车轮周长，车轮上标记点转动的速度大小就是 $v = \frac{l}{T} = \frac{2\pi r}{T}$ 。

小组 3：同一根辐条上的 A、B 两点经 Δt 的时间转动到 A'、B' 点(如图 6 所示)，弧长 $s_{AA'} > s_{BB'}$ 说明 $v_A > v_B$ ，但 A、B 两点转过的角度 $\Delta\theta$ 相同。可以用质点在单位时间内转过的角度 $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ 来

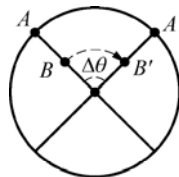


图 6

表示转动快慢，同一根辐条上 A、B 两点的角速度相同。若质点 A、B 转一圈，则 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 。

教师：有验证齿轮传动中两个传动轮之间线速度关系的方法吗？

小组 4：可以在大小不同的齿轮间加两条重叠的塑质纸带(如图 7 所示)，转动齿轮，测量两条纸带的长度，发现纸带长度相等，说明在齿轮传动中两个传动轮边缘的线速度大小相等。

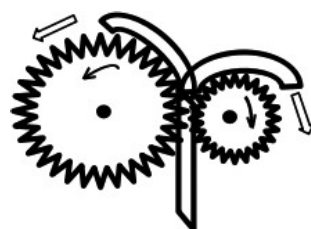


图 7

4.6 项目反思

在项目式学习中，需要教师及时搭建资源型支架、任务型支架、思维性支架。在圆周运动项目式学习设计中，资源型支架的搭建需要教师细心周到的列单准备，并提前与校工及修车师傅沟通交流，以便在实施环节能关注到学生的真正需求。任务型支架需要教师重视学生的生成性问题，在本节课上，就有学生问到自行车的变速器原理、里程表原理、码表原理等，可以把这些问题作为课外探究任务鼓励学生持续探究。在思维性支架的搭建过程中，教师要及时捕捉到学生的想法进行适度启发，提升学生的思维质量。在课堂展示评价阶段，引导学生通过不同的角度论证问题，如寻找线速度和角速度之间关系，有同学通过定义式推导，也有同学通过质点转一圈推导，教师要帮学生梳理思路，引导他们认识两种方式实质上的一致性，让学生发散思维的同时也认识概念和规律的本质。

5 思考

项目式学习注重真实情境的创设，允许学生反复试错，经历多次有效失败的过程，使学生的思维多

(下转第 8 页)

于“晾衣架”模型,我们可以基于 2017 年天津高考题展开情境改编,把原来的结点 b 改为滑轮下挂另一重物。

例 2 如图 7 装置中,轻杆一端固定着一个轻质滑轮 b ,质量为 m_1 的重物 A 悬挂在另一个轻质滑轮 c 上,轻绳一端固定于 a 点,跨过滑轮 c 和 b ,另一端固定在质量为 m_2 的重物 B 上,已知悬点 a 和滑轮 b 间的距离远大于滑轮的直径,一切摩擦均不计,整个装置稳定时轻绳 ac 部分与竖直方向夹角为 α , bc 部分

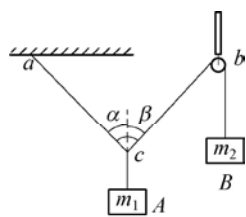


图 7

与竖直方向的夹角为 β ,下列说法中正确的是 ()

- (A) 整个装置稳定时, α 角一定等于 β 角
 (B) 若仅把轻杆竖直向上缓慢移动一小段距离, A 高度上升
 (C) 若仅把轻杆水平向右缓慢移动一小段距离, A 高度上升
 (D) 存在某一方向,往该方向缓慢平移轻杆时, A 的位置保持不变

学生基于改编情境展开“晾衣架”模型的应用和迁移,并在解决问题的过程中逐步实现共点力平衡、新情境信息提取、理论联系实际等观念的建立、能力的培养和价值观的形成(见表 3)。

表 3 “晾衣架”情境改编所体现的观念、能力及价值观

| 选项 | 解答 | 观念 | 能力 | 价值观 |
|----|---|-------------------------------|--|--------------------------------------|
| A | 由于 ac 、 bc 两段绳子拉力均等于 m_2g ,所以 α 角一定等于 β 角,并保持恒定, A 正确 | ① 共点力平衡; ② 几何关系; ③ 学科融合 | ① 新情境的信息提取能力; ② 已有模型的关联和调动能力; ③ 新情境中模型的应用和迁移能力 | ① 理论联系实际; ② 实践中检验真理; ③ 透过现象看本质 |
| B | b 点竖直上移,因 ab 水平距离 d 以及夹角 $\alpha(\beta)$ 不变,故 a 、 b 之间绳长恒定,因此可迁移表 2 图 5 中解法,即悬挂点到达图 5 中 O_1 位置,故 B 正确 | | | |
| C | b 点水平右移,因 a 、 b 水平距离 d 增大但夹角 $\alpha(\beta)$ 不变,故 a 、 b 之间绳长增加,结合图 5 和图 6 模型解法,可知 A 高度下降,故 C 错误 | | | |
| D | 沿 bc 方向平移轻杆,轻绳各部分拉力大小和方向均不变,则 A 的位置保持不动,故 D 正确 | | | |

综上所述,我们依托体验式教学的感知体验、论证体验、构建体验和验证体验四个环节,设置亲历情境、实验探究、提炼观点、改编情境四种策略,在“晾衣架”模型的溯源构建及应用迁移中,有效实现了观念的构建、能力的培养以及价值观的形成,为高中物理模型教学提供新的参考范式。

(上接第 5 页)

轮次碰撞,从而提升学生的思维品质;同时,项目式学习的探究除了包含物理科学探究之外,还有更宽广的视域,如在自行车组装项目中可以延伸到共享单车减排贡献调查、未来自行车设计等。从本节课的教学效果来看,虽然由于项目式学习的组织形式,超出了预计课时,但评价结果表明学生基本达到学习目标,并且在此基础上,增强了学生动手探究的意识,锻炼了提出问题的能力,改变了只靠书本学习的观念。因此,基于项目式学习的教学设计,任务要精简、过程要趣活、展示要全面、评价要到位,才能真正吸引学生,让学生真正进入深度学习。

参考文献

- [1] 周伟波. 以体验式教学促进物理观念的构建[J]. 课程·教材·教法, 2021(06): 110—115.
 [2] 教育部考试中心. 中国高考评价体系[M]. 北京: 人民教育出版社, 2020: 35—37.
 [3] 周伟波. 基于“Toulmin 论证模式”的高中物理教学研究[J]. 中学物理教学参考, 2019(5): 9—12.

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. 1.
 [2] 廖伯琴. 普通高中课程标准(2017年版)教师指导·物理[M]. 上海: 上海教育出版社, 2019. 12.
 [3] (美)苏西·博斯, 约翰·拉尔默. 项目式教学——为学生创造沉浸式学习体验[M]. 周华杰, 陆颖, 唐玥, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2020. 11.
 [4] 夏雪梅. 项目化学习设计: 学习素养视角下的国际与本土实践[M]. 北京: 科学教育出版社, 2021.
 [5] 巴克教育研究所. 项目学习教师指南: 21世纪的中学教学法(第2版)[M]. 任伟, 译. 北京: 教育科学出版社, 2008.
 [6] 李春密. 核心素养导向的高中物理教学设计[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2019.
 [7] 刘军. 高中物理项目式教学实践研究[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2020. 11.