

基于单元整体的教学问题链设计

——以鲁科版高中教材《物理（必修第二册）》“圆周运动”教学设计为例

文 / 杨睦毅

[摘要] 教师应围绕大概念、大思路组织“圆周运动”教学内容，基于培育学生物理学科核心素养的考量选择合理的教学策略，依据学习过程设计单元学习层级，落实单元教学目标，助学生形成解决物理问题的科学思维。

[关键词] 单元教学设计；物理核心素养；圆周运动

[作者简介] 杨睦毅，福清第一中学

教学问题链，指教师在教学单元内，依据课程标准和单元教学目标，围绕大概念、大思路设计的具有逻辑线索的教学问题链。教学问题链的设置，应充分考虑单元内容范围和学生实际，应着眼于学生终身发展需求。

《普通高中物理课程标准（2017年版2020年修订）》（以下简称“2020年修订版课标”）指出：高中物理课程承担培养学生核心素养的责任，物理学科核心素养主要由物理观念、科学思维、科学探究、科学态度和责任四个方面的要素构成。如何解决由单课时教学所带来的学生知识碎片化问题，从具体课堂教学实践中落实学生核心素养的培养？华东师范大学钟启泉教授认为：单元设计是撬动课堂转型的一个支点。显然，大概念、大思路的单元教学是促进核心素养培养目标落地的有效途径。2020年修订版课标还指出：物理课堂教学可以通过问题解决的方式，促进学生物理学科核心素养的达成。具体而言，教师可设计出具有逻辑关系和思维层级关系的若干问题，组成教学问题链，并将该问题链置于对应的问题情境中，围绕“问题发现与解决”来组织教学。

本文以鲁科版高中教材《物理（必修第二册）》“圆周运动”单元为例，探讨高中物理基于单元整体的教学问题链设计。

一、单元整体知识结构分析

“圆周运动”单元教学内容包括“匀速圆周运

动快慢的描述”“向心力”“离心现象”。从教学流程上看，教师应引导学生：先从运动观视角建立描述圆周运动快慢的几个相互联系的物理概念，随后从相互作用观视角建立匀速圆周运动中的向心力概念，探究向心力规律，最后从运动与力关系视角对圆周运动、离心运动等几个典型运动模型进行因果解释。“圆周运动”单元整体知识结构见图1。

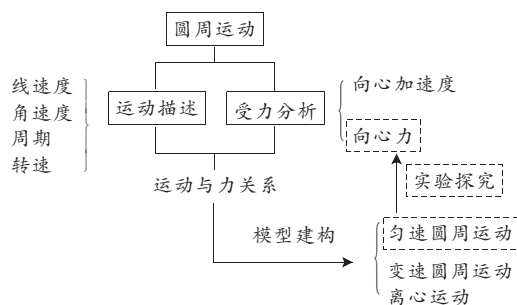


图1

二、基于学科核心素养的单元教学目标分析

从学生视角看，本单元教学目标如下：（1）物理观念方面。懂得用线速度、角速度、周期描述圆周运动，理解向心加速度的内涵，能分析匀速圆周运动的向心力；能用向心力和向心加速度等解释生活中离心现象的产生原因，形成与匀速圆周运动相关的运动的相互作用的科学观念。（2）科学思维方面。能在熟悉情境中运用匀速圆周运动的思维模型解释问题；能对常见的匀速圆周运动进行

分析推理,获得结论;能用与匀速圆周运动相关的证据证明结论并作出解释;能从不同角度分析并解决匀速圆周运动问题。(3)科学探究方面。能完成“探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系”等物理实验;能分析物理现象,提出可探究的物理问题;能在他人帮助下采用控制变量法设计相关的探究实验方案,解决问题;能通过向心力演示仪等器材获得证据;能分析归纳实验信息、形成与实验目的相关的结论,作出解释;能撰写比较完整的实验报告,在报告中能呈现实验步骤、实验表格、分析过程及实验结论,根据实验报告进行有效交流。(4)科学态度与责任方面。能通过对向心力大小影响因素的探究,认识物理学研究依赖于实验器材的改进与创新;形成主动将所学知识应用于日常生活的意识,在合作中坚持自己的观点;能体会物理学技术应用对人们日常生活的重要意义。

三、单元核心问题、教学任务、科学思维

1.单元核心问题。

“圆周运动”单元核心问题是“如何描述圆周运动”。教师可创设圆周运动生活情境,引导学生从运动观和相互作用视角描述圆周运动相关的物理量,解释物理量之间的关系,具体见图2。

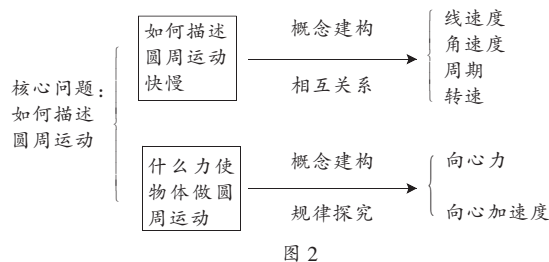


图2

2.单元核心教学任务。

“圆周运动”单元核心教学任务是“通过实验探究向心力”。教师以问题为驱动,引导学生探究向心力的来源、向心力的大小,具体见图3。

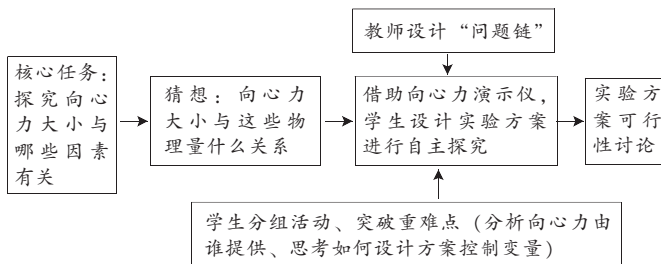


图3

3.单元核心科学思维。

“圆周运动”单元教学中,教师尤应关注学生科学思维(模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新)的形成与发展,具体见图4。

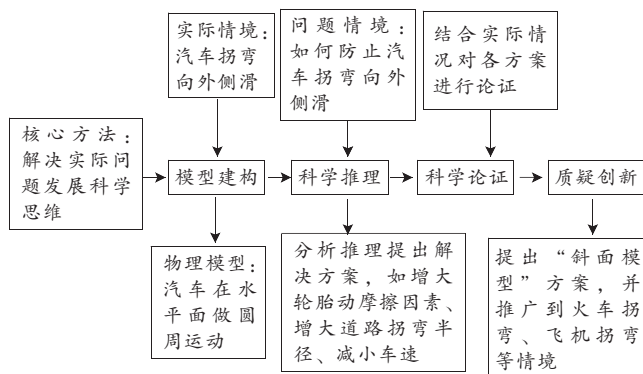


图4

四、单元问题链设计

在确定了单元教学目标和单元核心问题、教学任务、科学思维后,教师应着手设计具有全局意识的单元问题链。单元问题链中呈现的问题应是单元最核心、最关键的问题,它们好比电路中的“干路”,而每一节课的具体教学好比电路中的“支路”,“干路”“支路”彼此联系,形成不可分割的整体。

问题1:描述匀速圆周运动快慢的物理量有哪些?(线速度、角速度、周期、转速)

情境创设:课件演示机器运转如图5,机器内部有相互啮合的大小齿轮,当机器工作时,大小齿轮同步转动。问题:(1) a 、 b (齿轮边缘)转动孰快孰慢;(2) b 、 c (同轴转动)转动孰快孰慢;(3) a 、 c 转动孰快孰慢。

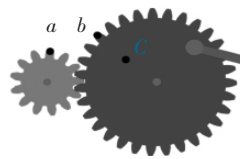


图5

设计意图:引导学生通过观察、比较、分析、抽象、概括,感悟物理概念引入的具体过程。学生建立起线速度、角速度等物理概念,发展基于经验情境进行抽象概括的模型构建能力、基于比较的科学推理能力。

问题2:向心力和向心加速度怎么表示?

情境创设:引导学生动手体验几组向心力实验。问题:(1)什么力使小球做圆周运动?(2)力的方向?(3)力的作用效果?

设计意图:引导学生通过小实验,感知向心力,探究其来源,建构向心力的概念;再通过小实验,体验向心力大小的影响因素,而后通过实验探

究,理解向心力大小跟质量、半径、角速度的定性关系;通过理论推导,探究向心加速度的计算式。学生建立起向心加速度的概念,学会从实验现象中提炼问题本质,形成抽象概括的模型建构能力、基于证据得出合理结论的能力。

问题3:汽车如何安全拐弯、过拱桥桥面?

情境创设:观看视频,汽车在水平路面拐弯时,向外侧滑。问题:(1)汽车向外侧滑的原因是什么?(2)汽车能否安全通过弯道?(建构物理模型,给出具体数据)(3)为了避免弯道侧滑,应做些什么?(针对学生提出的各种方案,如增大车轮动摩擦因数、增大道路拐弯半径、减小车速等,师生进行可行性分析,对“斜面模型”方案进行可行性论证)

如图6,汽车过拱形桥。问题:(1)汽车无法安全过桥面最高点的原因是什么?(建构物理模型,给出具体数据,分析汽车安全过桥面最高点的条件)(2)为了在最高点不脱离地面,应做些什么?(针对学生提出的各种方案,如增大桥面半径、减小车速等,师生进行可行性分析)(3)若桥面半径增大到地球的半径(地球半径约为6400 km),汽车要想在最高点脱离地面,速度须达到多少?



图6

设计意图:引导学生充分经历实际问题的解决过程,即“模型建构——问题呈现——方案提出——推理论证”,掌握解决实际问题的一般程序与策略。

问题4:离心运动如何感知?

情境创设:小球在细绳的拉动下做圆周运动,松手,观察小球运动情况:(1)向心力突然消失,小球会怎么运动?(2)如果合力不足以提供向心力,小球又会怎样运动?(3)什么是离心运动?(4)离心运动有哪些应用?(5)离心运动有哪些危害?

设计意图:引导学生自主实验,观察、思考、建构离心运动概念,并用其解释生活中离心现象,形成“物理源于生活并服务于社会”的科学责任意识。

五、单元学习效果检测

2020年修订版课标将高中生学业质量水平划分为五个层次。根据学生认知规律和教学实际,教师可选择以学业水平二、三级要求为主的练习,供学生巩固知识用。学生在课堂上已经学习如何处理“汽车拐弯”“汽车过拱形桥”等模型,可按类似方法处理以下“过山车”模型问题,教师可通过学生作答情况了解学生的单元学习效果。

课内练习:如图7,游乐场的过山车可以底朝上在圆轨道上运行,游客却不会掉下来。我们把这种情况抽象为“过山车”模型:弧形轨道的下端与竖直圆轨道相接。小球从弧形轨道上端滚下,进入圆轨道下端后沿圆轨道运动。实验发现,只要小球初始高度大于某一定值,小球就可以顺利完成完整的圆周运动。(已知圆轨道半径为 R ,小球的质量为 m ,重力加速度为 g)



图7

(1)分析小球通过最高点时的运动状态和受力情况;(2)分析小球在最高点刚好不脱离轨道的条件;(3)小球释放点的高度 h 至少多大,小球才能越过轨道顶端并继续沿轨道运行而不掉落;(4)说说为什么过山车到达轨道顶端时,人们不会有掉下的感觉。

设计意图:教师从生活中的情境抽象出竖直面内圆周运动模型,考查学生运动观、相互作用观、能量观和科学思维中科学推理能力和科学论证能力,对物理观念和科学思维的考查达到学业水平二、三级要求。

教师设计高质量的“单元问题链”和“节问题链”,意在引导学生进入物理情境,思考一系列层层递进的问题,并在解决系列问题的过程中建构起完整的单元知识框架。这种教学策略,对提升学生的科学思维水平、落实学科核心素养培育目标价值重大,值得一线教师投入精力持续研究。