

# 大概念下的高中物理单元教学设计\*

——以“抛体运动”单元为例

李姿璇 周维 朱家昆

(湖北大学物理学院 湖北 武汉 430062)

(收稿日期:2023-06-02)

## 教学设计与实施

**摘要:**以抛体运动为例,基于物理学科大概念进行单元教学设计,包括教学内容、教学目标、以及教学流程等,力图从更为系统的角度来规划课堂教学活动,帮助学生理解概念、规律,从而有效地提升学生的物理学科核心素养。

**关键词:**大概念;核心素养;单元教学设计;抛体运动

教育部发布的普通高中课程标准中,首次使用大概念一词统筹整合各学科课程内容,引领课程与教学改革,并指出:“进一步精选学科内容,重视以大概念为核心,使课程内容结构化,以主题为引领,使课程内容情境化促进学科核心素养的落实”<sup>[1]</sup>。

中学阶段的物理教学长期以来,都以传授知识点为主要任务。在这种思想的影响下,教师忽略了学生知识体系的建构,导致培养学生的学科核心素养这一目标难以达成。因此,要想真正落实学生核心素养的培育,中学阶段的物理课程教学需要卸下“以知识点为主”的枷锁。中学物理教师应当基于大概念合理整合教学内容,注重对知识的建构过程。在此基础上设计核心问题,让学生体会解决物理问题的思路,在问题解决的过程中实现学生核心素养发展这一最终目标<sup>[2]</sup>。

下面便以高中物理必修第二册中的“抛体运动”单元为例,阐述我们是如何系统地进行大概念下的单元教学设计的。

### 1 整合单元教学内容

单元教学设计首先应该确定教学单元,分析并整合教学内容。其具体操作包括两方面:一是对概念以及概念之间的发展关系进行分析,二是对学生思维现状以及能力培养和发展的分析<sup>[3]</sup>。其核心指导

思想是要以大概念为主线,组织与设计教学内容,使学生在过程中逐步实现物理概念和物理规律的系统化和结构化建构。

#### 1.1 单元概念及其发展分析

从能够反映物理学科本质的大概念出发,“自上而下”地逐步细化、分解、重组,构建概念的层级关系。比如,在高中物理中,“运动与相互作用”是一个大概念。它可分为3个学习单元,分别是:匀速直线运动研究、匀变速直线运动研究以及曲线运动的研究。以曲线运动中的“抛体运动”为例,可以建立一个概念层级图,如图1所示。

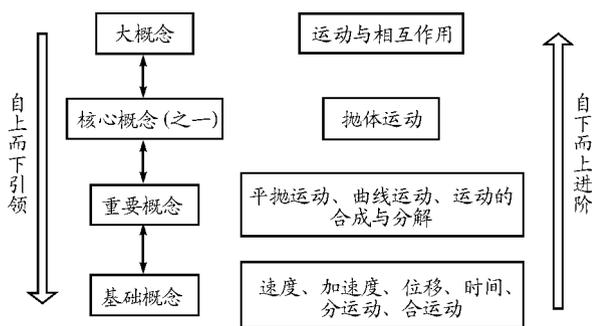


图1 概念层级图

单元大概念是“运动与相互作用”,它也是3个重要的物理观念之一,是物理学科核心素养的重要组成部分。然而,学生物理观念的形成并非一蹴而就的,而是在具体的学习实践中逐步建构的,是学生

\* 湖北大学教改项目“课程思政在高校理工科专业大学物理教学中的探索与实践”,项目编号:2022084。

作者简介:李姿璇(1998-),女,在读硕士研究生,研究方向为学科教学(物理)。

通讯作者:朱家昆(1979-),男,副教授,主要从事物理教育研究。

物理概念和规律充分理解之后通过整合与升华形成的。本单元的核心概念是“抛体运动”，在此概念之下又包含一些重要概念(如平抛运动、曲线运动、运动的合成与分解等)。在这些概念和任务的引领下，教师通过引导学生分析物体运动与受力的关系，使学生掌握物体做曲线运动的条件以及抛体运动的规律。

其中涉及的问题主要有：从物体的受力情况确定物体的运动情况，以及对运动情况进行准确的描述，所以需要学生能运用基础概念(例如速度、位移、时间、加速度等)和规律(例如平抛运动的规律)来解决问题，在解决问题的过程中逐步实现对重要概念以及核心概念的理解进阶，从而促进学生对“运动与相互作用”这一物理观念的形成和发展。

## 1.2 学生学情分析

学生在之前的课程中已经学会解决直线运动的相关问题，但是还未涉及曲线运动的问题。不过，在日常生活中有不少关于曲线运动的例子，学生对此应该并不陌生。需要注意的是，初学者对物体做曲线运动的方向和条件这一知识点较难理解，需要教师进行合理的引导。

高一学生具备一定的逻辑分析能力和实验能力，能够运用数学方法解决物理问题。所以本单元教学应从真实的情景入手，在学生感性认识的基础上，使学生经历实验探究、模型建构、推理论证等学习活动，让学生能够发现问题，并通过一系列的活动来认识、解决问题，以期培养学生的思维能力、问题意识以及沟通协作和语言表达能力。

## 2 明确单元学习目标

课程进行到一个单元开始前，需要对课程标准进行分析，才能确定“抛体运动”单元的学习目标。在整个过程中，既要结合学生学情、单元概念进阶和物理学学科核心素养培养要求来明确单元整体的教学要求，又要明确具体内容的实施途径，从而融会贯通，条分缕析。

根据《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》，对“抛体运动”单元的要求为：

(1) 了解曲线运动，通过实验明确物体做曲线运动的条件。

(2) 知道平抛运动的规律，会用运动合成与分

解的方法分析平抛运动。

(3) 体会物理思想——把复杂的运动分解成简单的运动，可以对生产生活中的抛物运动进行分析。

根据以上的学情分析和课程标准，聚焦物理学学科核心素养，确定了本单元的教学目标。

(1) 物理观念：本单元从动力学角度出发，对平抛运动的特点和规律进行分析，使学生更好地认识曲线运动，从而进一步加深对“运动与相互作用”观念的理解。

(2) 科学思维：理解平抛运动的物理模型特点，通过对研究平抛运动的学习，体会物理学中的实验思想和逻辑推理方法。

比如，本单元涉及的将复杂问题简化为简单问题的研究方法，能够运用所学的知识对有关曲线运动的某些错误观点进行反驳，体验模型建构、推理论证等思维活动，以达到物理研究方法的迁移运用，从而推动学生科学思维的发展。

(3) 科学探究：学会操作“探究平抛运动的特点”等实验，能清楚认识到实验需要测量的物理量，并据此制定实验计划，能利用提供的实验仪器进行实验，继而获取数据，分析数据并得出结论，以及对结果进行必要的说明，通过头脑中构思，从而撰写出实验报告。

(4) 科学态度与责任：要将与生活紧密结合的现代技术添加到教学内容中来，从而营造活跃的课堂气氛，提高学生的积极性。尽量多地给学生提供沟通的空间，以此来提高他们的语言表达能力。指导学生如实记录和客观地对待所获得的实验数据，并遵守科学的基本伦理准则。

## 3 设计单元教学活动

在明确了具体的学习目标后，下一步要设计相应的单元教学活动，这是培养学生物理学学科核心素养最直接的环节。由此而开展的一系列教学活动，如建构概念、探究物理规律等，都要注意创设情境。教师首先要呈现真问题，为学生提供问题的真实场景，并基于情境对问题进行建模和表征，寻找解决问题的策略<sup>[4]</sup>，从而进行更为深入的研究。总之，好的情境对学生的学习活动有着很强的统领与驱动作用。于是在“抛体运动”单元中研究“力与运动的关系”问题，通过创设研究性情境和逐步进阶的探究来分

解任务,可以帮助学生建立正确的物理概念和规律. 教学流程设计见表1.

表1 教学流程设计

学习层级	课时名称	问题情境的创设	教学活动设计(探究性活动)	对应任务和课时安排	
学习层级一:认识曲线运动,知道曲线运动的速度方向及做曲线运动的条件	曲线运动	<p><b>【情境1】</b>结合生活实例,向学生展示以下图片或视频:①汽车在平直的公路上行驶;②50米短跑;③旋转木马;④投篮轨迹.</p> <p><b>【情境2】</b>播放视频:①工具打磨下来的微粒的运动方向;②运动员手中飞出去的链球.</p> <p><b>【情境3】</b>回顾旧知识,并结合生活实例和实验,体会物体做曲线运动的条件</p>	<p>基于情境,引出问题:</p> <p>(1)分析4种情况下的物体运动轨迹,你有什么发现?</p> <p>(2)物体做曲线运动时,任意一点的速度方向是怎样的?通过视频进行合理猜想.</p> <p>(3)通过实验,总结出物体做曲线运动的条件</p>	对应任务	通过实验,理解曲线运动的速度方向以及物体做曲线运动的条件
				课时安排	1课时
学习层级二:经历思维推理过程,体会并掌握将复杂运动分解为几个简单运动的思想方法	运动的合成与分解	<p><b>【情境1】</b>课堂活动:让学生在不同的情况下将羽毛毽子的羽毛投进小桶.一种是有风的情况,另一种是无风的情况.通过活动让学生感受不同情况下物体的运动轨迹.</p> <p><b>【情境2】</b>人永远保持头朝正前方在河中向对岸游去,你觉得他会到达对面的正前方,还是往上游偏,又或者是往下游偏呢?这是为什么呢?</p>	<p>引出下面的问题:</p> <p>(1)有风和无风时,运动轨迹有什么不同?</p> <p>(2)有风时,物体的运动轨迹是曲线,如何研究其运动轨迹?</p> <p>(3)应该怎样对情景2中的运动进行分析呢?</p> <p>(4)在实验过程中,观察蜡块的运动,发现它沿右上方运动,如何定量研究蜡块的运动?</p>	对应任务	①理解运动的合成、运动的分解、合运动、分运动等概念,掌握运动的合成与分解的方法. ②运动的合成与分解的简单应用
				课时安排	1课时
学习层级三:建立抛体运动模型,理解抛体运动规律,能够运用它解决实际问题	实验:探究平抛运动的规律	<p><b>【情境1】</b>学生活动——“请你来当飞行员”.通过多媒体展示一个正在飞行并准备投弹的飞机,要怎样进行投弹,才能精准地投中海上的船?</p> <p><b>【情境2】</b>观察空投物体运动轨迹、运动员扔铅球以及足球射门的轨迹</p>	<p>情景引发问题:</p> <p>(1)已知进行高空投放时,一般会选择到空投点前方提前投下,而不是在空投点的正上方投下,这是为什么呢?投放的物体会以什么样的运动轨迹到达指定位置呢?</p> <p>(2)到底应该用什么样的思路来研究平抛运动呢?平抛运动如何分解才能使研究过程简单化?</p>	对应任务	①认识抛体运动和平抛运动,知道物体做平抛运动的条件. ②会用实验的方法描绘平抛运动的轨迹
				课时安排	1课时
	抛体运动的规律	<p><b>【情境1】</b>观看排球比赛视频片段:①击打排球出界;②击打排球未过网</p>	<p>基于情景1,提出问题:</p> <p>在不考虑空气阻力的条件下,假若发球既能过网,又不能出界,需要考虑哪些因素?如何估算球落地时的速度大小?</p>	对应任务	①理解平抛运动的特征,并用其解决具体问题. ②迁移处理平抛运动的方法从而得出斜抛运动规律,并用其解决具体问题
				课时安排	2课时

通过本单元的学习,学生能够掌握研究复杂曲线运动的方法,即“运动的合成与分解”.在整个学习过程中,学生在逐步探究问题和进行问题整合的基础上,体会到处理这类问题的本质——力与运动的关系,提升对“力是改变物体运动状态的原因”这一物理观念的认识.同时,经历思维推理过程,体会物理研究方法的应用,可以促进学生科学思维的发展.

#### 4 总结

基于大概概念的单元物理教学课程有较强的整合性和结构性,符合学生的认知特点,不仅注重教师的教,也重视学生的学.以此为统领来设计物理教学,能够使学生在更高的视角学习物理,提升学生的学习兴趣,使学生真正理解物理概念、物理规律,从而形成更为系统的物理知识网络.同时,通过情境的创设和学生的探究学习,可以发展学生的物理学科整体观,让学生感悟学科知识的意义和价值.而在实

(上接第93页)

其实“配速法”的本质是对运动方程的变量代换,而最后的运动合成是将求解出的 $\mathbf{v}'(t)$ 加上 $\mathbf{v}_0$ ,从而反推出需要求解的变量 $\mathbf{v}(t)$ , $\mathbf{v}'(t)$ 是带电粒子 $q$ 以 $\mathbf{v}'(0)$ 入射磁场 $B$ 的匀速圆周运动; $\mathbf{v}(t) = \mathbf{v}'(t) + \mathbf{v}_0$ 为 $\mathbf{v}(t)$ (匀速圆周运动)与恒定速度 $\mathbf{v}_0$ (匀速直线运动)的合成.

(3) 设电子入射速度为 $v = kv_0 (k < 1)$ ,可以将其看成是向右的速度为 $v_0$ 的匀速直线运动和向左的速度为 $(1-k)v_0$ 的匀速圆周运动的合成,即电子以速度 $v_0$ 向右匀速直线运动,同时以速率 $(1-k)v_0$ 顺时针做匀速圆周运动.

由牛顿第二定律可得

$$e(1-k)v_0 B = m \frac{[(1-k)v_0]^2}{R'}$$

解得

$$R' = \frac{m(1-k)v_0}{eB}$$

由题意可知

$$2R' \geq y_2$$

即

$$2 \frac{m(1-k)v_0}{eB} \geq \frac{mv_0}{5eB}$$

解得

$$k \leq \frac{9}{10}$$

际的教学实践中,围绕大概念进行物理单元教学设计,从整合单元教学内容、确定单元教学目标、设计单元教学活动3个方面进行,能够有效地提升学生的物理学科核心素养,同时也能促进教师专业能力的提升.

#### 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2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020:11-23.
- [2] 王志芳. 大概念统领下高中概念物理课程大单元教学设计探索[J]. 中学物理,2022,40(5):6-9.
- [3] 刘荔鑫,徐晓梅. 基于大概念的高中物理单元教学设计——以“机械运动”为例[J]. 中学物理教学参考,2022,51(8):45-48.
- [4] 任虎虎. 基于真实性问题解决的高中物理单元教学设计——以“抛体运动”单元教学为例[J]. 基础教育课程,2022(24):46-52.

所以入射速度在 $0 < v < v_0$ 范围内均匀分布,能到达纵坐标 $y_2 = \frac{mv_0}{5eB}$ 位置的电子数 $N$ 占总电子数 $N_0$ 的百分比为

$$\frac{N}{N_0} = \frac{9}{10} = 90\%$$

#### 3 总结

由上面的解答可知,若仅仅利用“运动的合成与分解”的方法来解这道压轴题,“在最高点与在最低点所受的合力大小相等”这个题设条件都不用交代,这种物理思维方法在竞赛题中比较常见,在高考题中也出现了好几次,这与新高考物理科目要求也是一致的,把考查的重点和难点要转移到应用型和能力型的试题上,适当控制考查学生的知识覆盖面,增大考查学生的思维量与思维深度,引导学生摒弃题海,减少机械刷题,切实减轻学生的课业负担,也有利于教师更好地组织高考复习工作.

#### 参考文献

- [1] 井丹丹. 江苏省2023年高考物理真题及答案(word高清版)[EB/OL]. (2023-06-14). “平中物创工作室”微信公众号.
- [2] susan. 从微分方程理解配速法的本质[EB/OL]. (2023-03-12). <https://www.bilibili.com/video/BV1oT411a7ob/>.