

教育技术应用

Algodoos 软件辅助下的建模教学研究

——以“平抛运动”教学为例

李韵琦 荣识广

(湖南科技大学物理与电子科学学院 湖南 湘潭 411201)

(收稿日期:2023-02-15)

摘要:随着信息技术的发展,仿真实验软件的功能不断完善,建模教学平台的选择呈现多样化.为探讨仿真实验软件的建模教学,以人教版高中物理教材必修二中的“抛体运动”这节内容为例,运用建模教学理论在 Algodoos 软件的辅助下进行了教学设计研究.

关键词:Algodoos;建模教学;平抛运动;物理建模

1 引言

《普通高中物理课程标准(2017年版)》中指出:高中物理课程应当引导学生经历科学探究过程,体会科学研究方法,增强创新意识和实践能力,形成科学态度、科学世界观和正确价值观^[1].然而,在传统教学课堂上,教师很容易将所谓的“正确答案”直接灌输给学生,忽视了学生对物理知识概念建构、检验、应用的发展过程.赵凯华教授曾表示:教师容易将原始物理问题分解或抽象为某种数学模型后再传授给学生,而习惯这样解题方式的学生对于原始物理问题往往会束手无策.这反映了一个普遍的教学情况:教师通常会现将成的物理模型直接传授给学生,忽视了培养学生建构物理模型的能力.

为了进一步提高课堂教学的效率,亚利桑那州立大学理论物理学家 David Hestenes 创立的一种教学模式——建模教学能给予我们很多启发^[2].此外,在现代信息技术快速发展的今天,多媒体软件的应用也为建模教学提供了更广阔的平台,进一步放大建模教学的优势.

本文将平抛运动为例,展示 Algodoos 软件辅助下的建模教学在高中物理课程中的研究,并探讨多媒体软件辅助下的建模教学模式策略.

2 Algodoos 辅助下的建模教学过程及策略

根据 Halloun 的建模步骤为基础,能将建模教

学的步骤分为 5 个过程,分别为选择模型、建立模型、验证模型、修正模型和模型应用^[3].

2.1 模型选择

模型选择是体现学生心理图式的过程,在遇到新的问题情景时学生会倾向选择已知的模型进行解释,在这个过程中教师要引导学生复习前置学习内容,检验学生对已建构模型的适用范围、应用等是否熟知.接下来可以通过实例或实验引起学生的认知冲突,引发认知需要,为接下来的模型建立做好铺垫.

2.2 模型建立

建立模型不是一蹴而就的,学生需要反复建立、验证、修正这样的过程,不断地修正自身的心智模型,才能使其更加贴合接近真实世界的概念模型^[4-5].在这个过程中教师应辅助学生找到一般问题中的特征、本质和规律,通过提取归纳和总结的思维过程,简化问题模型,并构建相应的物理模型.

此外,这个过程可以在 Algodoos 平台上使用问题驱动导向的方式,设置有导向和明确教学目标的阶段性任务,引导学生有目的、有计划地在平台上建构目标模型.设置的问题应遵循化繁为简、循序渐进的原则,将复杂问题简化为多个简单模型,将一个问题分为多个小问题进行解决.

2.3 模型验证及修正

在模型验证中,可以使用 Algodoos 这个“白板”,让学生的心智模型在自由度更高的信息平台上展示.通过教师进行组织、学生小组合作交流,让学生

们能大胆猜想、天马行空,在 Algodoo 上进行模拟并得到验证,以此增加学生查漏补缺的效率,不断验证及修正自身模型.在这个过程中,学生应当了解到所建立模型的局限性及适用范围.

2.4 模型应用

通过 Algodoo 能模拟物体运动的功能及简约的动画风格,能在一定程度上简化复杂情景模型,学生能在 Algodoo 上模拟真实情景后,直观地观察到运动过程及运动特征,在此过程中学生能体会将实际问题中的对象转化为物理模型的思维方法.

3 Algodoo 软件辅助下的建模教学应用

3.1 学情及教学目标分析

在学习本节平抛运动课程之前,学生已学习了曲线运动、合运动与分运动等知识概念,有研究也表明高中生已具备物理抽象思维能力,但处于形象思维转变为抽象思维的阶段,还未发展成熟,这个阶段的学生仍然还要依靠具体可观察的事物才能更好地对问题进行分析.

根据课程标准对物理模型明确划分的水平层次,学生在学习平抛运动的课程后应能描述平抛运动过程,知道平抛运动的运动特征,在情景中能运用平抛运动模型解决问题.

3.2 教学设计

(1) 引入情景

师生活动:在课堂开始时,教师可以演示或放映一段生活中常见的平抛运动的例子,例如将粉笔水平抛出、演示足球平行飞出的视频等等.通过情景引出所要解决的问题,即平抛运动的概念及特点.巩固自由落体运动与匀速运动模型,分析在此问题情景中应选择哪种模型解决,回想每种模型的适用范围及局限性.

设计意图:此阶段处于根据情景问题选择模型的环节,学生通过之前的课程学习过自由落体运动和匀速直线运动,因此学生可能会选择自由落体运动模型和匀速直线运动模型去解释该问题情景,会发现无法完全适用于情景,从而引起认知冲突.

(2) 新课讲授

师生活动:让学生通过 Algodoo 软件设计场景

并论证以下几个问题.

1) 小球在各方向上有什么样的运动特点?

在 Algodoo 上建立理想环境下(无空气阻力、摩擦力,设立质点模型等)的平抛运动模型,观察其运动过程及特点,应用软件内部自带的图表功能验证自身的猜想,可以分别设置 Y 轴为位置(x)和位置(y)、速度(x)和速度(y)(图 1)、加速度(x)和加速度(y),得到平抛运动中的物体在不同方向上的运动特征.

水平方向上

$$x = v_0 t \quad v_x = v_0 \quad a_x = 0 \quad (1)$$

竖直方向上

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad v_y = gt \quad a_y = g \quad (2)$$

结论:做平抛运动的物体在水平方向上做一定初速度的匀速直线运动,在竖直方向上做初速度为零的匀加速直线运动,其加速度恒为重力加速度 g ,即做自由落体运动.

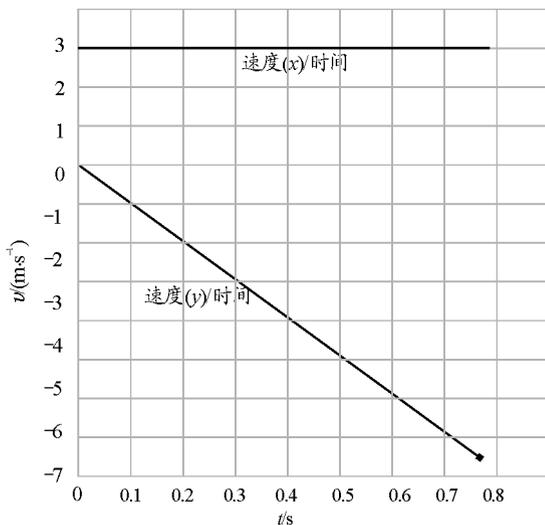


图 1 平抛运动的各方向速度-时间图像

2) 平抛运动过程中竖直方向上的运动与水平方向上运动相互影响吗?

首先,放置一个小球,将小球 A 镜像复制后得到同等的另一小球 B.接着,将两球放置在同等高度,小球 B 获得任意大小的初速度,开始自由下落,观察现象.最后,保持其他的条件不变,改变小球 B 的初速度,观察现象.对比多次这样的实验现象,可以得到结论,即当小球从同一高度下落时,不论小球在水平方向上的速度大小如何,小球在 y 方向上的

速度变化快慢相同,并且经过相同时间落地。

同样地,验证平抛运动水平方向上的运动特征时,可以把两个小球放在同一水平初始位置,然后在小球上施加同等大小的水平初速度。此外,可将两小球分别设置不同的碰撞层,如将小球A设置为A层,将小球B设置为B层,以此可以达到小球在落地后重合并一起运动的现象,让运动特征更加明显突出(图2)。得到结论为不论小球在竖直方向上的速度变化,小球的水平位置变化始终一致。

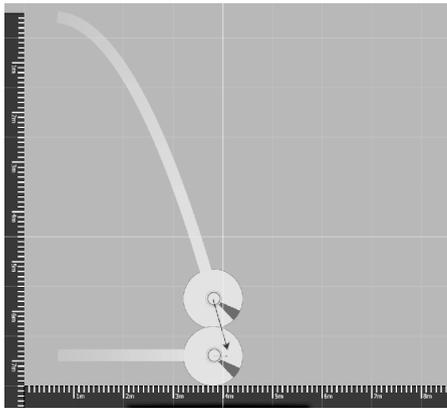


图2 验证平抛运动水平方向上运动特征

结论:平抛运动过程中小球在竖直方向与水平方向的运动相互独立,互不干扰。这被称之为运动独立性原理。

3) 平抛运动的轨迹是怎样的?

设置一个拥有水平初速度的小球,打开图表,将X坐标设置为位置(x),将Y坐标设置为位置(y)。点击开始后,得到平抛运动的轨迹图形,如图3所示。

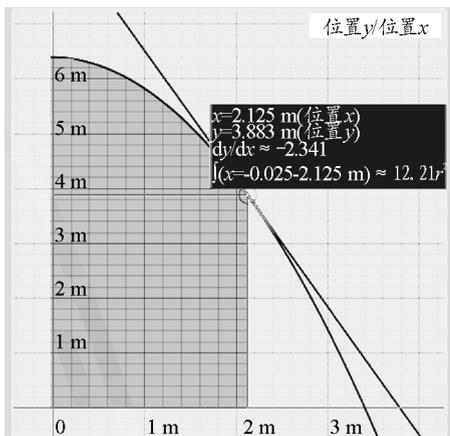


图3 平抛运动的轨迹图

学生可以大胆猜想该轨迹为抛物线。通过公式推导能进一步得到位置 x 与位置 y 的关系式即

$$y = kx^2 \quad \left(k = \frac{g}{2v^2}\right) \quad (3)$$

可以将图像上显示的各点坐标代入关系式进行验证,最终得到结论:平抛运动轨迹是一条抛物线。

设计意图:通过对平抛运动的数学公式、图形和图表等表征形式的发现探索,使学生建立出立体的平抛运动的模型,在不同的物理情景中能识别出平抛运动的不同表征方式,将平抛运动的知识真正内化为自身的知识结构。

(3) 巩固提升

师生活动:

1) 学生进行小组讨论如何用语言描述平抛运动的过程及特征。

2) 演示小锤击打弹性金属片的实体实验,分析在实体实验中可能会受到哪些次要因素的影响,分析该实验的误差。

3) 在Algodoo上模拟设计实验,了解现实条件下可能产生的误差原因后,尝试提出可行的实体实验方案得到平抛运动的特征。

设计意图:首先,通过小组之间的讨论验证模型并进行调整,也初步评估了学生对知识的掌握程度。其次,自主的教学方式调动了学生的自主能动性,使得课堂充满趣味性。最后,此环节经历了从理想实验环境到实体实验的过渡环节,使学生了解了对实验结果产生影响的现实因素,学会分清主次,强调主要矛盾的科学思维。

(4) 知识应用

师生活动:运用Algodoo模拟攻克难题。

【例1】A、B两小球从相同高度同时水平抛出,经过时间 t 在空中相遇。若两球的抛出速度都变为原来的2倍,则两球从抛出到相遇经过的时间为多少?(2017年江苏高考物理试卷第2题)

解析:设置两个同等的小球在同一水平高度,两小球分别获得5 m/s、-8 m/s的速度,打开两小球的图表,将X坐标设置为时间,将Y坐标设置为力(x),得到两小球发生碰撞的时刻,即曲线发生变化的时刻,记录小球在0.62 s时发生碰撞(图4)。再使两小球分别获得10 m/s、-16 m/s的速度,即将两

个小球的速度大小分别变为原来的2倍,记录小球在接近0.31时刻发生碰撞,可以证明小球速度变为原来的2倍,抛出后相遇的时间也为原来的2倍.通过分析总结再一次加强对平抛运动中运动独立性原理的运用及理解.

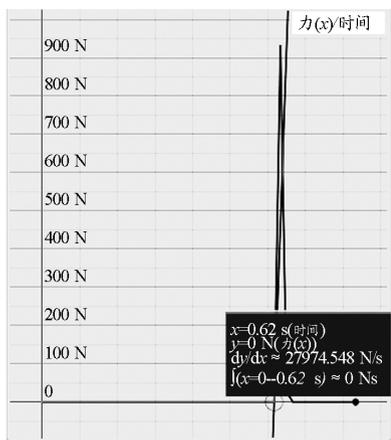


图4 两小球发生碰撞的时间

设计意图:通过 Algodoo 软件的辅助让学生突破重难点,掌握在问题情景中应用物理模型的思维和方法,在实际问题情景中能建立物理模型解决主要问题.

4 总结

近年来随着科技的不断发展,物理课堂中包括 Algodoo 软件在内的多媒体软件的应用逐渐普及化,打造信息化的先进课堂成为了教育改革的

趋势.虽然本文探讨了在多媒体软件辅助下的建模教学策略及教学设计,但对于现代化建模教学尚存的诸多问题还缺乏研究解决.例如:师生对 Algodoo 软件运用的熟练度不足,自主探索学习的教学方式过分依赖于教师的专业能力及学生群体的基础能力,现代化的建模教学离系统化、规范化还有很长一段距离等等,这些方面的不足还需要引起足够重视.相信在师生的共同努力下,多媒体软件辅助下的物理建模教学必将得到普及,并向系统化、规范化方向发展,促进教学质量的进一步提高.

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版)[S].北京:人民教育出版社,2018.
- [2] David Hestenes. Modeling games in the Newtonian World[J]. *American Journal of Physics*, 1992, 60 (8) : 732 - 748.
- [3] Ibrahim Halloun. Schematic modeling for meaningful learning of physics[J]. *Journal of Research in Science Teaching*, 1996, 33(9) : 1 019 - 1 041.
- [4] 张静,郭玉英.物理建模教学的理论与实践简介[J]. *大学物理*, 2013, 32(2) : 25 - 30.
- [5] 刘姝芳,许桂清,张军朋.立足新教材开展建模教学策略探讨——以高中物理必修2“抛体运动”为例[J]. *物理通报*, 2021(11) : 44 - 46.

Research on Modeling Teaching Assisted by Algodoo Software

——Taking “Horizontal Projectile Motion” Teaching as an Example

LI Yunqi RONG Shiguang

(School of Physics and Electronic Science, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan 411201)

Abstract: With the development of information technology, the functions of simulation experiment software are continuously improved, and the selection of modeling teaching platform is diversified. In order to explore the modeling teaching of simulation experiment software, we select the “throwing motion” section in the second compulsory course of high school physics textbook of the People’s Education Edition as an example, and take the modeling teaching theory to carry out the teaching design research with the help of the Algodoo software.

Key words: algodoo; modeling teaching; horizontal throwing motion; physical modeling