基于信息技术的斜抛运动可视化教学研究

——以软件Tracker和Matlab为例

史文晶,杨 涛

(宁夏大学物理学院,宁夏银川 750021)

摘 要:在高中物理教学中,经常会遇到复杂的物理问题,但由于学生数学、物理知识所限,只凭借函数表达式难以分析其物理内涵和规律,借助信息技术软件的数值分析功能和图像模拟功能,可以很好地解决这个问题。以斜抛运动为例,利用软件Tracker分析小球做斜抛运动的视频,追踪小球的运动轨迹,生成小球做斜抛运动过程中各物理量随时间变化的曲线图,探究斜抛运动的规律。利用软件Matlab构建不同物理情境下小球做斜抛运动的轨迹曲线,辅助水柱法,探究斜抛运动射程的影响因素。将信息技术与斜抛运动相整合,使斜抛运动直观化、可视化,提高高中物理课堂的教学效率。

关键词:信息技术;斜抛运动;可视化教学;Tracker;Matlab

DOI:10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.10.041

引用格式:史文晶,杨涛.基于信息技术的斜抛运动可视化教学研究:以软件Tracker和Matlab为例[J].实验教学与仪器,2026,43(10):146-148.

为培养学生在信息化环境下的学习能力,《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》实践建议部分指出:提高物理教学水平,发展学生物理学科核心素养,离不开信息技术与物理学习的融合,要设计各种学习活动让学生利用信息技术提高物理学习能力[1]。利用信息技术辅助物理教学,能够将目前中学物理实验无法展示的疑难、复杂物理知识直观地呈现给学生,使复杂模糊的物理知识可视化、具体化,让学生对物理知识有形象、清晰的认知。

斜抛运动是高中物理中复杂的曲线运动之一,需要运用"运动的合成与分解"的方法和"化曲为直"的思想解决曲线运动问题。学生直观理解斜抛运动,通过实验探究斜抛运动射程的影响因素是本节课的教学重点。但斜抛运动的轨迹较为抽象,斜抛运动的射程与多个因素有关,探究难度大,实验不易进行,学生自行探究时容易遇到困难。笔者将信息技术与"斜抛运动"教学相结合,利用信息技术辅助探究斜抛运动的规律,使斜抛运动直观化、可视化,培养学生从多种角度出发解决物理问题的能力。

1 斜抛运动教学的现状调查

目前在物理课堂中,教师通常直接引导学生类比平抛运动的处理方法,运用"运动的合成与分解"方法分析斜抛运动。有两种分解方法,一是沿斜抛运动抛射初速度方向和竖直方向建立坐标系,小球沿抛射初速度方向做匀速直线运动,沿竖直方向做自由落体运动[2]。二是通过正交分解法建立水平和竖直方向的坐标系,得出以下斜抛运动的规律:在水平方向上:$v_x = v_0\cos\theta, x = v_0 t\cos\theta$;在竖直方向上:$v_y = v_0\sin\theta - gt, y = v_0 t\sin\theta - \frac{1}{2}gt^2$。这两种分解方式的目的都是利用理论推导得出斜抛运动的规律。但此时学生运用"运动的合成与分解"方法分析曲线运动的经验不足,直接分解得出规律会导致学生无法直观理解斜抛运动,学生易产生"小球做斜抛运动的轨迹是抛物线吗""小球做斜抛运动的轨迹是否对称"等疑问。

教材中提出的探究斜抛运动射程的实验方法是水柱法,利用水流模拟小球做斜抛运动。此实验的缺点:①该实验借助量角器控制抛射角,但水流流向不易控制,利用量角器只能大概调节抛射角的大小,无法进行精准控制。②水流轨迹无法记录,导致斜抛运动的射程不易进行比较,需进行多次实验得出结论。

2 利用信息技术辅助教学的优势

随着科学技术的快速发展,信息技术逐渐融入教育领域,与物理教学的融合度越来越高。以Tracker软件为例,该软件由美国道格拉斯·布朗教授开发,是一款以Java平台为基础的免费开源视频分析软件。将Tracker软件作为信息技术工具辅助运用到物理教学中,有助于构建物理模型,探究物体运动的规律[3-4]。通过Tracker软件分析

斜抛运动的视频，得到斜抛运动的轨迹图和运动过程中各物理量随时间变化的曲线图，构建斜抛运动物理模型，提高课堂教学效率。

Matlab软件是一个专业的计算机程序软件，在模拟仿真、绘制物理规律曲线等方面具有独特优势，能够将抽象的物理知识具体化、可视化，目前被广泛应用于国内外物理教学中[5]。在斜抛运动的教学中，利用Matlab软件分别绘制不同物理情境下的规律曲线，辅助水柱法，可有效探究斜抛运动射程的影响因素。

3 利用信息技术辅助斜抛运动教学实例

3.1 利用Tracker软件分析斜抛运动轨迹

（1）追踪运动轨迹。

操作步骤：①录制学生将小球（此时为篮球）斜向上抛出的视频，将该视频导入Tracker软件。②预览视频，根据运动轨迹选取合适的开始帧和结束帧，设置帧步长（间隔帧数），用于设定轨迹数据的采样密度。③选定研究对象，可手动或自动追踪研究对象的运动轨迹。本视频的研究对象是篮球，采用自动追踪的方式得到图1所示的运动轨迹。④建立坐标系，选取篮球初始位置为坐标原点。⑤新建定标杆进行尺度标定，以墙壁砖块的宽度作为定标杆，其实际长度为1.2 m，与竖直方向的夹角为1.2°，完成像素尺度与真实物理长度的换算。

（2）采集数据，进行数据拟合，分析各物理量随时间的变化情况。

在右侧数据处理栏中选择“表格视图”，得出不同时刻篮球的水平方向位移、竖直方向位移、水平方向速度、竖直方向速度。利用Tracker软件的数值分析功能进行曲线拟合，先选择“分析”，再选择“拟合”，以水平位移x为横坐标，竖直位移y为纵坐标进行抛物线拟合，得到篮球做斜抛运动的y–x曲线拟合结果，如图2所示。拟合的抛物线方程为$y=-0.26x^2+1.45x-0.05$，拟合曲线与实际测量数据点吻合较好，即可说明篮球做斜抛运动时轨迹是抛物线，且由图2观察到该抛物线是对称的。

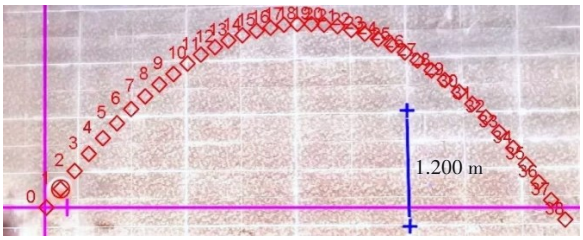


图1 篮球做斜抛运动的轨迹

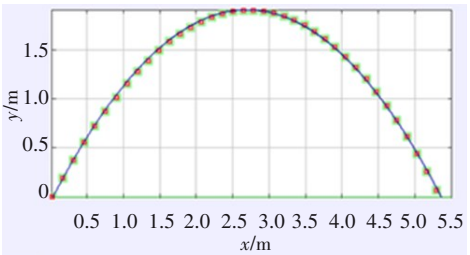


图2 $y-x$图像

将水平位移x和时间t数据进行拟合，得到直线方程$x=4.28t+0.05$，如图3所示，可知拟合直线与实际数据测量点吻合较好，说明篮球在做斜抛运动时在水平方向做匀速直线运动。将竖直位移y和时间t数据进行拟合，得到图4所示的抛物线方程$y=-4.93t^2+6.15t-0.006$。

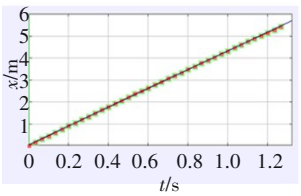


图3 $x-t$图像

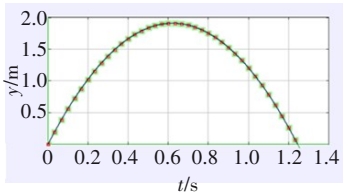


图4 $y-t$图像

将水平方向分速度v_x和时间t数据进行拟合，得到如图5所示的直线方程$v_x=-0.27t+4.45$，该图像是一条几乎平行于x轴的直线，说明篮球在水平方向上做匀速直线运动，与$x-t$图像得出的结论相符合。将竖直方向分速度v_y和时间t数据进行拟合，得到如图6所示的直线方程$v_y=-9.83t+6.12$，可知拟合直线与实际数据测量点吻合，分析其中速度变化可知篮球在竖直方向上前半段做匀减速直线运动，在后半段做反方向的匀加速直线运动。

3.2 利用Matlab软件探究影响斜抛运动射程的因素

（1）抛射初速度大小对斜抛运动射程的影响。

利用Matlab创设教学情境，在不计空气阻力的情况下，将多个规格相同的小球从坐标原点O抛出，抛射角相同均为$\theta=60°$，初速度不一，依次设置为$v_1=20$ m/s、$v_2=25$ m/s、$v_3=30$ m/s、$v_4=35$ m/s，记录小球运动轨迹如图7所示，可知小球做斜抛运动且抛射角一定时，抛射初速度越大射程越远。

小球做斜抛运动时，水平方向的位移方程是$x=v_0t\cos\theta$，小球的运动时间是$t=\dfrac{2v_0\sin\theta}{g}$，小球的水平射程是$s=\dfrac{v_0^2\sin 2\theta}{g}$。由水平射程的计算公式可知，抛射角$\theta$一

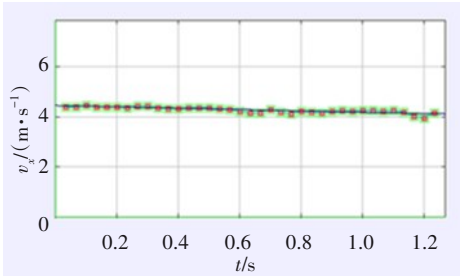


图5 $v_x - t$图像

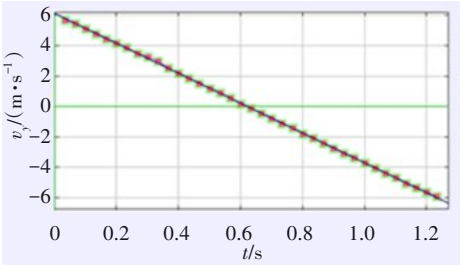


图6 $v_y - t$图像

定时，初速度v_0越大，射程s越远，与软件模拟情境相符合。

（2）抛射角对斜抛运动射程的影响。

用Matlab创建物理情境，在不计空气阻力的情况下，将7个小球以同一速度$v_0 = 20m/s$，抛射角依次为20°、30°、40°、45°、50°、60°、70°抛出，记录小球运动的轨迹，如图8所示。由此可知小球在做斜抛运动时，抛射速度一定时抛射角为45°时射程最远，两个抛射角的角度互余时射程相同。

小球做斜抛运动的射程计算公式是$s = \frac{v_0^2 sin\,2\theta}{g}$，由公式可知$\theta = 45°$时射程$s$最大。将两个互余的抛射角代入射程公式可知，射程$s$相同。如分别在$\theta = 30°$、$\theta = 60°$时以相同速度抛出小球，射程相同，与软件模拟情境相符合。

4 结语

信息技术融入物理教学，改变了物理知识的呈现方式，拓宽了物理教师教育教学的思路，加快了教育改革的进程[6]。通过创设学生投篮的真实情境，借助信息技术软件分析真实情境下的斜抛运动，使斜抛运动教学可视化、直观化，同时信息技术的介入为学生提供了多样化的学习工具，有助于学生在未来信息化环境下的学习和发展。借用软件模拟小球在不同物理情境下的运动情况，探究斜抛运动射程的影响因素，向学生展示了从信息技术角度解决物理问题的思路，鼓励学生从多种角度解决物理问题，培养创新型思维。

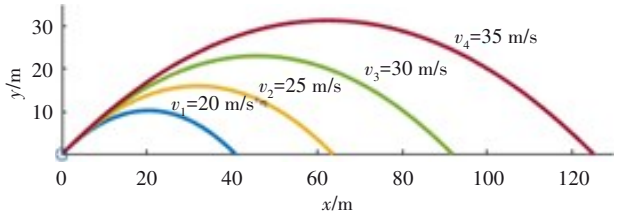


图7 相同θ、不同v_0时，小球的运动轨迹

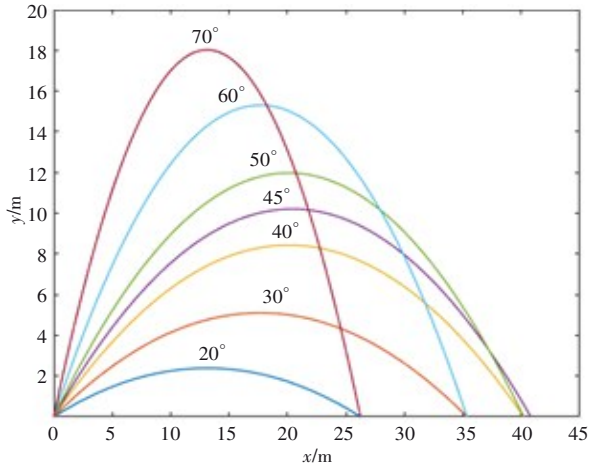


图8 不同θ、相同v_0时，小球的运动轨迹

作者简介：史文晶（1999—），女，研究方向：物理学科教学，E-mail：18509350969@139.com。

通信作者：杨涛（1980—），男，副教授，研究方向：凝聚态物理、中学物理教育，E-mail：1094142239@139.com。

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.

[2] 沈卫.投影不怕坐标“斜”分解就要“速”不变：论斜抛运动问题中斜交分解法的应用[J].物理教学，2020，42（08）：50-52.

[3] 傅竹伟.创设真实情境 提升学生素养：运用Tracker软件辅助真实情境下探究活动的实践和探索[J].物理教师，2022，43（10）：11-14.

[4] 曾蓓，程敏熙，郭可馨.建模教学与信息技术结合在物理教学中的应用：以研究自由落体运动规律为例[J].物理教学，2019，41（02）：19-22.

[5] 邹法强.例谈MATLAB动画在高中物理辅助教学中的应用[J].中学物理教学参考，2021，50（21）：68-70.

[6] 王仔龙.信息技术让物理课堂熠熠生辉[J].中学物理，2021，39（18）：63-65.