



Tracker 视频分析软件在 “研究抛体运动规律”实验中的应用

陈明伟

(乌鲁木齐市第七十中学 新疆 乌鲁木齐 830011)

(收稿日期:2016-11-17)

摘要:在“研究抛体运动规律”实验中,用手机拍摄平抛运动物体视频,利用视频分析软件 Tracker 捕捉运动中物体的位置及时间,数据处理结果表明这种方法能够方便、准确地获得平抛运动规律,以及水平运动速度和竖直方向的重力加速度.

关键词:抛体运动规律 运动轨迹 Tracker4.85

“研究抛体运动规律”实验是中学物理运动学部分核心内容,熟练掌握“抛体运动规律”对后续内容的学习影响极大.传统的“描迹法”实验存在需要多次释放钢球、确定钢球运动轨迹不准确等因素,会导致实验误差增大.

本文用手机连续记录运动过程,然后用视频分析软件 Tracker^[1,2] 对小球运动进行数据处理与描绘,使学生能够直观认识到实验中小球在下落阶段的运动规律.同时,信息化处理实验手段有利于提高学生学习物理规律的兴趣,有利于提高学生观察、处

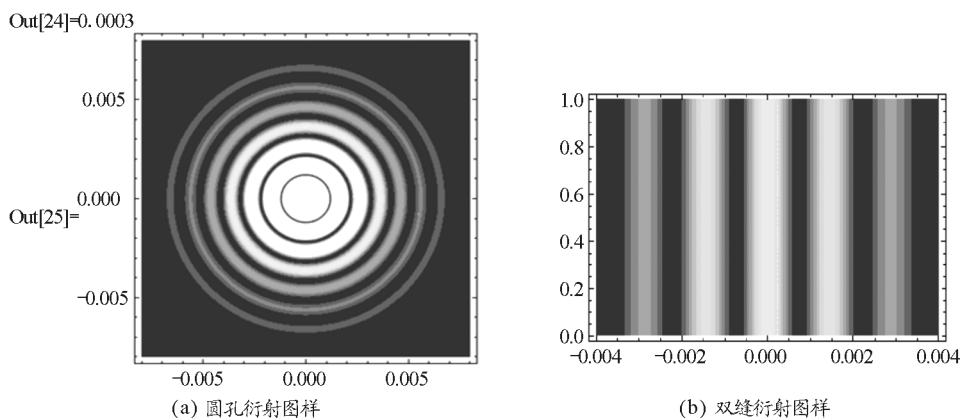


图6 衍射图样

通过 Mathematica 软件可以模拟光的衍射实验中所观察到的各种实验现象,而且更容易控制影响因素,能对各种参数变化的结果进行图像对比,因此光的衍射现象的模拟有利于增加学生的学习兴趣,加深学生对光的衍射现象的理解.

参考文献

- 1 姚启钧. 光学教程(第四版). 北京:高等教育出版社, 2012
- 2 任继阳,刘心益. 运用 Mathematica 描绘光的多缝衍射图样. 玉溪师范学院学报,2011,27(4):61~64
- 3 陈浔颖.“光的衍射”实验改进. 物理通报,2013(8):129
- 4 董克剑. 利用 Matlab 模拟光的衍射现象. 物理教师, 2008(5)

理、分析实验规律的能力。

1 “研究抛体运动规律”传统实验方法

研究抛体运动规律实验要达到的3个基本目标:

- (1) 观察并描绘抛体运动物体的运动轨迹;
- (2) 判断运动轨迹是抛物线;
- (3) 利用运动合成与分解求出初速度。

其中,观察并描绘运动轨迹是实验的第一步,其他两项可以在分析轨迹后得到。中学阶段获得平抛运动轨迹的常用实验方法是“描迹法”,即通过多次释放钢球,并分别记录钢球通过位置的方法描绘钢球在做平抛运动时所经过的轨迹。实验时,每次释放钢球,用铅笔描出小球经过的一个位置;通过多次释放钢球,在竖直白纸上记录钢球所经过的多个位置;然后用平滑的曲线将各点连起来,从而得到钢球做平抛运动的轨迹。该实验方法简单,但是存在诸多可以增大实验误差的因素,例如多次释放钢球的初始位置和初始速度的不确定性,以及描述钢球经过位置的不准确性等。其他的实验方法,如频闪照相和DIS数字化实验系统的方法等,虽然可以使实验直观、精确,但会增加实验成本。

2 利用 Tracker 软件研究钢球运动

Tracker 软件在中学物理实验教学中可应用于运动轨迹变化较快、需要记录时间和位置等并做定

量分析的实验现象。

实验仪器为中学物理实验室常用仪器——平抛运动实验测试仪,平抛运动视频用手机拍摄,运动数据处理及描绘软件为 Tracker4.85,实验数据处理用 Excel2007。

2.1 运动轨迹的采集及描绘

利用手机等工具拍摄小球做平抛运动的视频资料,并利用 Tracker 软件将采集到的有效数据进行处理和描绘,是实验的关键步骤。

打开 Tracker 软件后,导入已经录制好的平抛运动视频,根据视频中直尺定好标尺,然后点击“轨迹 → 新建 → 质点”创建一个要研究的质点对象。在质点对象标签中选择“自动追踪”,系统会自动追踪小球的运动轨迹。或者同时按住“ctrl”和“shift”键逐个手动追踪小球的位置,每追踪一个位置,相关的运动数据就会以图形和表格的形式在窗口的右侧显示出来。实验结果如图1所示,采集点可以看出小球运动经过的位置。从图1大致可以看到抛物线形状的曲线。采集到的数据如表1所示。

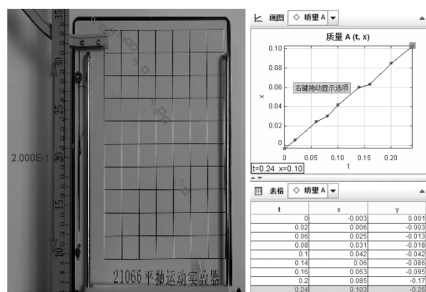


图1 Tracker 软件分析数据图

2.2 数据处理与分析

表1 利用 Tracker 软件分析得到的平抛运动数据

T/s	0	0.02	0.06	0.10	0.14	0.20	0.24
X/m	0	0.009	0.028	0.045	0.063	0.088	0.106
Y/m	0	-0.002	-0.012	-0.041	-0.085	-0.169	-0.259

将表1中得到的平抛运动数据导入 Excel 表格,利用 Excel 表格对平抛运动进行分析,得出以下结论。

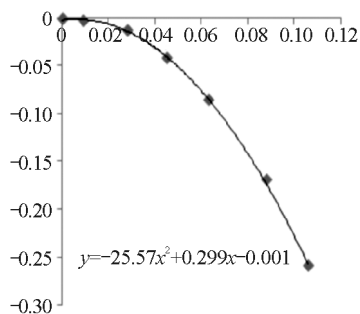
(1) 验证平抛运动轨道为抛物线

用 Excel 软件,作出平抛运动物体水平及竖直方向位移关系 $y-x$ 图像,根据 x 和 y 关系,选拟合曲

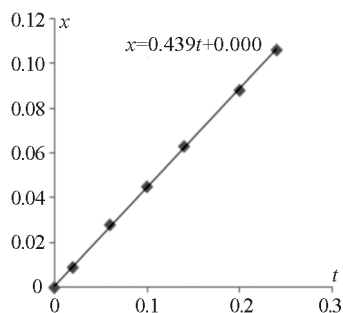
线为多项式,由此得到的拟合曲线方程为

$$y = -25.57x^2 + 0.299x - 0.001$$

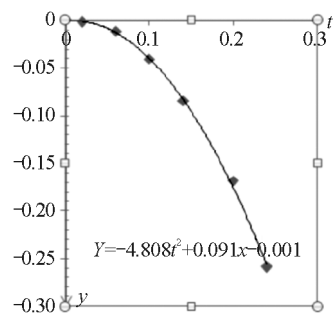
方程反映出小球的轨迹是一条抛物线,如图2所示.



(a) 平抛运动水平及竖直方向位移关系 $y-x$ 图



(b) 水平方向位移与时间关系 $x-t$ 图



(c) 竖直方向位移与时间关系 $y-t$ 图

图2

(2) 水平方向及竖直方向运动分析

用 Excel 软件,作出平抛运动物体水平方向位移与时间关系 $x-t$ 图像,如图2所示.拟合曲线方程为 $x = 0.439t$,斜率为 0.439.说明水平方向运动为匀速直线运动,并且从拟合方程可得速度水平分量大小约为 0.439 m/s.

用 Excel 软件,作出平抛运动物体竖直方向位移与时间关系 $y-t$ 图像,如图2所示.理论上,平抛运动竖直方向运动方程为

$$y = \frac{1}{2} at^2$$

拟合曲线表明竖直方向运动方程为一抛物线方程,从而证明平抛运动竖直分运动为匀加速直线运动.而竖直方程为

$$y = \frac{1}{2} at^2$$

对比后可得重力加速度测量值大小约为

$$g = 9.62 \text{ m/s}^2$$

与当地重力加速度值 9.8 m/s^2 相比,其相对误差为 1.8%.可见使用视频录制软件并经过 Tracker 软件分析等到的相对误差比较小.误差的原因可能是由于追踪某些点获得的数据不够准确造成的.

3 结语

Tracker 视频分析软件在空间和时间的动态分析上比打点计时器或火花计时器等更便捷和直观,且误差更小.相对于 DIS 数字化实验系统和频闪照相设备,其实验成本更低.因此 Tracker 软件在某种程度上能够弥补学校实验仪器不足的问题,提高学校实验信息化程度和实验手段,在一定程度上和一定范围内能够改变“画实验”、“讲实验”和学生“背实验”的状况.此外,Tracker 软件无须编程等复杂的操作,一般学生很容易掌握它的使用方法,学生可用来进行课外研究性学习,为学生学习提供一个比较真实的认知环境,信息化的实验手段可以拓展学生探究日常生活中物理现象的能力,从而激发学生探究的欲望.

参考文献

- 1 吴肖,朱道云,胡峰,等.利用视频分析软件 Tracker 研究皮球的弹跳.物理实验,2013(07):40~42
- 2 曹海滨,侯娟,李金平,等.运用 Tracker 视频分析软件对液体黏度实验的分析.物理实验,2015(12):29~32