

利用视频分析软件 Tracker 分析“木块滑板”问题

张树国 肖芝清

(无锡市玉祁高级中学 江苏 无锡 214183)

(收稿日期:2018-12-28)

摘要:针对典型的“木块滑板”问题,设计实验并用视频分析软件 Tracker 跟踪物体的运动轨迹,描绘出速度-时间图像,将定性观察提升到定量分析,实现了在实际情境中解决物理问题.

关键词:视频分析 Tracker 木块滑板 问题情境

1 引言

“木块滑板”问题,是高中物理力学知识体系中的典型问题,其主要涉及运动的描述,匀变速直线运动规律,牛顿运动定律,功能关系及动量和动量守恒等.解决这一类问题不仅要进行受力和运动过程分析,还要画出运动过程图、受力分析图及 $v-t$ 图,因而对学生的综合能力有很好的考查功能,成为高考热点.此类“木块滑板”是抽象而乏味的教学难点,而当前教学中主要靠教师设计典型的问题,引导学生进行理论分析或者用一题多解的方法^[1,2],效果并不理想.

《普通高中物理课程标准(2017年版)》中明确指出^[3]:“在物理教学中,应让学生获得在实际情境中解决物理问题的大量经验,形成把情境与知识相关联的意识和能力”.因而创建真实的“木块滑板”情境将有利于解决这一教学难点.借助小实验是一个有益的尝试^[4],不足之处是只能定性不能定量.慢速摄像技术可以将短暂的过程还原清楚^[5],视频分析软件 Tracker 实现了物体运动轨迹的跟踪和物理量的定量测量和输出^[6~9],二者的结合为真实的“木块滑板”问题的教学开辟了新的途径,实现了在实际情境中解决物理问题.

2 创设问题情境

为了帮助学生解决好这类问题,笔者创设了一个真实的“木块滑板”问题,让学生直观地看到“木

块滑板”的相关运动过程,使学生在真实的物理情境中体验并发现问题.

创设真实情境如下,如图1所示,让重物C用细线通过定滑轮拉动置于滑板B上的木块A,滑板B在A的摩擦力作用下也向右运动(二者发生相对滑动),当C着地后,A,B一起减速至滑轮前停止运动.问:在刚才的实际情境中,当释放重物C后木块A和滑板B分别做什么运动?

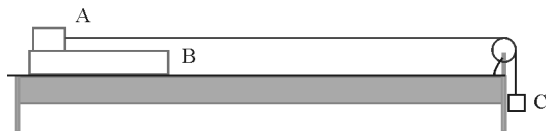


图1 创设“木块滑板”情境示意图

如图2所示,用长木板放置在两辆小车上组成滑板,木块右端通过细线绕过长条桌边缘的定滑轮挂着钩码C,用手机拍摄视频待用.

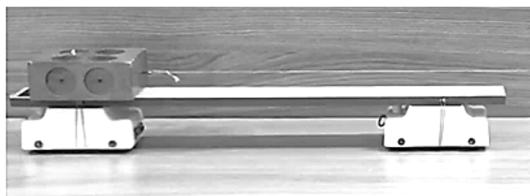


图2 创设“木块滑板”真实情境图

3 运用视频软件

3.1 定性观察和初步分析

将录制好的实验视频导入软件 Tracker 的主窗口,确定好起始帧、结束帧和步长(起始帧为6,结束帧为68,步长为2),建立坐标系并选择好长度定标如图

3所示.播放视频,请学生观察木块、滑板两物体的运动,用语言描述其运动,并画出运动示意图和 $v-t$ 图.

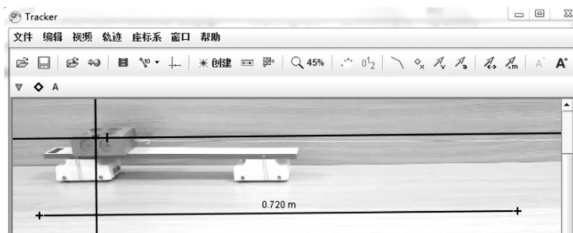


图3 在 Tracker 软件中建立相关参数

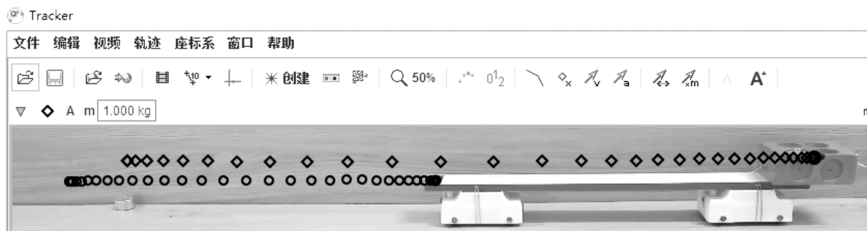


图4 利用 Tracker 软件,获得的木块 A 和滑板 B 的运动轨迹

3.2 有拉力作用的过程

重新设定观察范围(起始帧为 6,结束帧为 32,步长为 2),如图 5 所示,请同学观察木块和滑板做什么运动.先看木块的运动:从 $v-t$ 图像上看,可以认

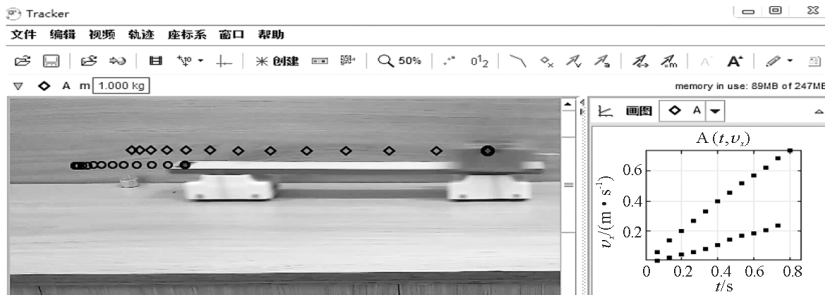


图5 有拉力过程利用 Tracker 软件,获得的木块 A 和滑板 B 的运动轨迹与 $v-t$ 图像

3.3 撤去拉力后到达共同速度的过程

重新设定观察范围(起始帧为 32,结束帧为 38,步长为 2).用步进的方式仔细观察木块和滑板的运动,可以发现木块在滑板上还有一段相对运动,如图 6 所示.

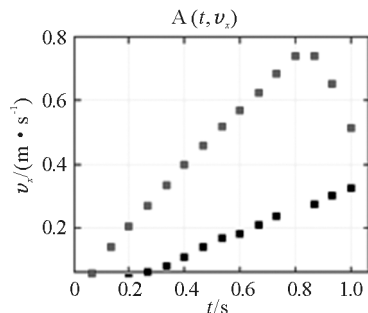
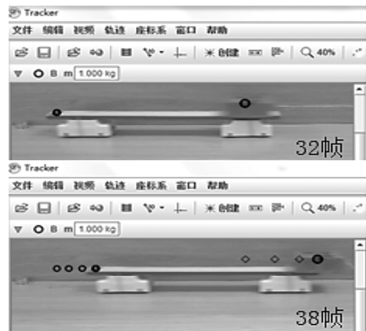


图6 撤去拉力后达到共同速度时利用 Tracker 软件,获得的木块 A 和滑板 B 的运动轨迹与 $v-t$ 图像

大部分同学能将全程分成两个过程,分别是物体 C 落到地面之前,A 在细线的拉力作用下向右加速,B 物体在摩擦力的作用下也向右加速.物体 C 落地之后,细线上没有了拉力,A 和 B 一起向前减速到零的过程.那么是不是这样呢?再次观察,利用 Tracker 软件的轨迹跟踪功能,获得如图 4 所示结果.

下面进行更详细的讨论.

为是匀加速运动.再看滑板的运动:从 $v-t$ 图像看也是匀加速运动.为什么是匀加速直线运动呢?这时候再分析受力,用牛顿定律解释.

最后才共同向前减速.再分析受力,用牛顿定律来解释.

3.4 达到共同速度后的过程

重新设定观察范围(起始帧为 38,结束帧为 68,

步长为2),如图7所示再观察,可见二者是保持相对静止,一起做匀减速到停止.对该过程再分析受力,

用牛顿定律解释.

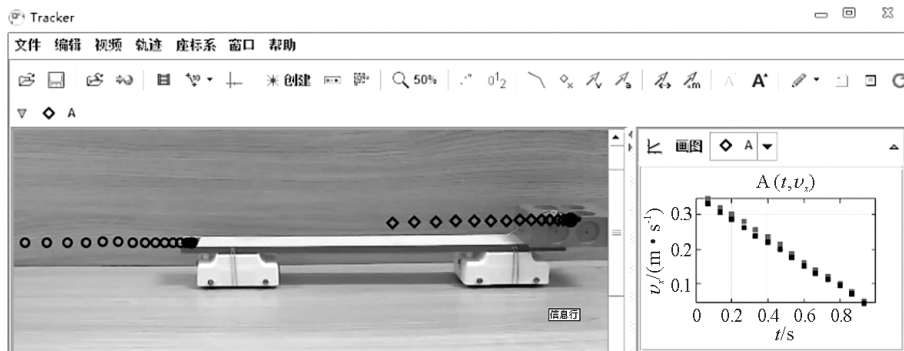


图7 达到共同速度后,利用 Tracker 软件,获得的木块 A 和滑板 B 的运动轨迹与 $v-t$ 图像

3.5 完整的运动过程及 $v-t$ 图

经过前面的初步观察、分段再观察和分析,最终得到图8所示运动的全过程,视频分析软件得到了真实的 $v-t$ 图像如图9所示.学生感受直观,理解深刻.

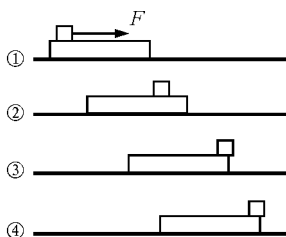


图8 运动全过程示意图

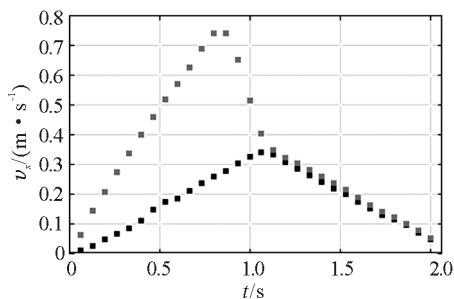


图9 利用 Tracker 软件获得的木块 A 和滑板 B 真实的 $v-t$ 图像

4 反思总结

传统的木块滑板教学中,教师基本都是采用理论分析的方法予以讲解,学生理解起来比较困难,大部分学生基本上是一听就懂,一做就错的怪现象.笔者认为学生很大一部分原因是对于木块滑板模型的过程认识不清导致的,而物理学科是一门以实验为基础的特殊学科,有些物理模型是可以通过演示实验来帮助学生理解其物理过程,但是,由于运动的可视

度以及难点的隐蔽性等问题,让实验者和观察者很困惑,即使演示了也看不清主要的物理过程.如能创设真实的情境,利用视频分析软件 Tracker 跟踪运动对象,对复杂的、快速的运动过程可以分段地慢速再现并自动输出物理量,使复杂的物理过程形象化、直观化. Tracker 软件应用与物理教学有机结合,便可以有效地培养学生观察实验,构建物理模型,应用数学等工具,通过科学推理和论证来解决问题的能力,发展科学思维.

参考文献

- 熊娟,彭朝阳.换一个思路解滑块和木块高考题.湖南中学物理,2017(5):92~93
- 陈玉生.“板—块”叠加体的几种典型模型.中学物理教学参考,2015(6):44~47
- 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版).北京:人民教育出版社,2018.53
- 公衍录.借助小实验求解“板块问题”.中学物理教学参考,2014(6):34~35
- 袁张瑾,杨继林.利用慢动作视频还原物体瞬时运动规律——谈“牛顿第二定律的瞬时性”教学设计.物理教学,2017(9):5~7
- 闫彩霞,程敏熙.视频分析软件 Tracker 在物理实验教学中的应用.物理通报,2018(7):69~72
- 洪炎红.视频分析软件与中学物理教学整合的探索.物理通报,2018(6):36~39
- 徐忠岳,余杰,曾裕. Tracker 软件在物理实验教学中的应用.中国教育信息化,2014(12):75~78
- 洪炎红.视频分析技术在中学物理教学中的应用研究:[硕士学位论文].昆明:云南师范大学,2017