

“探究功与速度变化的关系”实验改进

张 宇

(上海市复旦初级中学 上海 200052)

(收稿日期:2016-05-19)

摘要:讨论了人教版物理“探究功与速度变化的关系”的实验方案,并针对方案的操作难点对实验装置提出改进,促进学生对“动能和动能定理”的理解。

关键词:功 速度变化 实验改进

“探究功与速度变化的关系”是人教版《物理·必修2》第七章中的一节实验探究课.学生学习该实验之前已具备功能转化关系,重力势能、弹性势能的表述等知识基础,课程目标是通过实验学生认识功和速度变化的关系,为下节课定量描述动能和动能定理打下基础.

1 教材实验分析

教材中提供了两种实验方案:分别从恒力做功与速度变化的关系和变力做功与速度变化关系两个角度对这一规律进行讨论.由于变力做功的求解在高中阶段不被要求,教材中的实验方案二则巧妙地避开了这一问题,采用一条橡皮筋所做的功为 W ,两条橡皮筋所做的功为 $2W$,以此类推,把功的定量表示以橡皮筋的数量替代,这是极具创新的一种思维方法,其设计思想非常值得推广.

按照教材提供的装置进行实验,如图1所示.

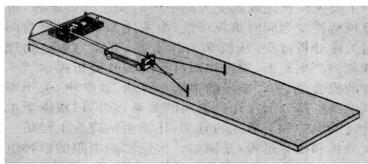


图1 教材提供装置

实验操作难度较大,主要表现在以下几个方面:

(1) 小车直接放在木板上,在橡皮筋的作用下运动轨迹很难保证是一条直线,当橡皮筋数量倍增时,橡皮筋对小车所做的功不一定按照比例倍增;

(2) 实验中只在小车前方固定橡皮筋,且难以调整橡皮筋形成的平面与运动平面平行,小车运动时,由于弹力的转动力矩会发生跳跃;

(3) 单一橡皮筋与小车相连,每一橡皮筋的相对形变较大,当数量增多时,小车加速后的速度较

大,纸带上无法显示匀速运动阶段,难以测量出末速度;

(4) 市面上的橡皮筋往往一致性较差,带来的实验误差较大;

(5) 使用打点计时器测定速度,计算量大,耗时长且实验精度低.

2 实验改进思路

本文将在保持实验设计创新性的基础上,针对提出的问题进行如下改进:

(1) 构造等效橡皮筋,减小系统误差.将多条橡皮筋串联在一起等效为实验中使用的一条橡皮筋,减小橡皮筋弹性系数差异大引起的系统误差.且串联使用时,单一橡皮筋的相对形变较小,滑块受力较为稳定.

(2) 稳定运动方向,确保直线运动.将力学轨道及配套小车更换为气垫导轨和滑块,并将滑块两端分别与等效橡皮筋相连(橡皮筋另一端与气垫导轨两端相连),变单向共点力为同一直线上双向共点力,保证小车运动轨迹定为直线.

(3) 改变速度测量方式,提高实验效率.将打点计时器更换为光电门,通过数字计时器直接读取滑块通过零点时的运动速度,减少运算量并且提高实验精度.

3 实验改进方案

实验器材:滑块,气垫导轨,光电门,橡皮筋.

实验装置:如图2所示.

实验步骤:



图2 改进后实验装置

(1) 打开通气阀门,将滑块放置在导轨上,调节导轨水平.

(3) 在导轨两端各连接一条等效橡皮筋,橡皮筋另一端与滑块两端相连.

(4) 水平拨动滑块偏离初始位置,将滑块趋于静止的位置记为零点,作为滑块运动的挡光位置.

(5) 水平移动滑块,使其在偏离零点位置 20 cm 处自由释放,记录滑块在零点位置的瞬时速度 v . 重

复测量多次.

(6) 在滑块两端各增加一条等效橡皮筋,即两端连接两条橡皮筋,重新确定零点位置,重复步骤(5).

(7) 滑块两端依次连接 3 条、4 条、5 条橡皮筋,重复步骤(5).

(8) 移走滑块,关闭通气阀门,实验结束.

实验数据:如表 1 所示.

表 1 滑块在零点位置处的瞬时速度

橡皮筋根数 / 条		1	2	3	4	5
零点位置 / cm		62.0	60.5	61.8	61.2	62.3
滑块运动初始位置 / cm		82.0	80.5	81.8	81.2	82.3
滑块零点 位置时的 速度 $v / (\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	1	145	186	219	250	297
	2	147	189	227	245	296
	3	152	184	224	255	286
	4	148	186	229	254	294
	5	147	186	235	264	282
	6	149	187	232	243	284
	7	146	184	223	261	285
	8	147	187	227	261	277
	9	145	187	227	256	280
	10	149	187	227	258	284
平均值		147.5	186.3	227.0	254.7	286.5
瞬时速度的平方 $v^2 / (\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2})$		21 756.25	34 707.69	51 529.00	64 872.09	82 082.25

实验注意点:

(1) 橡皮筋串联后,双手应沿相反方向拉伸橡皮筋,使接口处张紧并使其柔软,处于较佳工作状态;

(2) 串联橡皮筋的数量由气垫导轨的长度决定;

(3) 固定好气垫导轨底座,保证实验过程稳定;

(4) 增加等效橡皮筋数量时,重新确定零点位置;

(5) 橡皮筋使用老化后,测得的数据更为可靠,故应重复测量零点处速度多次,提升实验精度.

4 实验改进分析

实验记录了连接不同数量橡皮筋时滑块通过零点位置时的速度,并且为了测量精确,每个零点位置处的速度测量 10 次,然后取平均值得到 v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 , 分别对应 1 条、2 条、3 条、4 条、5 条橡皮筋做功 $W, 2W, 3W, 4W, 5W$. 经线性拟合后,得到 $W - v^2$ 图像,如图 3 所示,且线性相关系数高达 99.89%,充分说明实验可行.

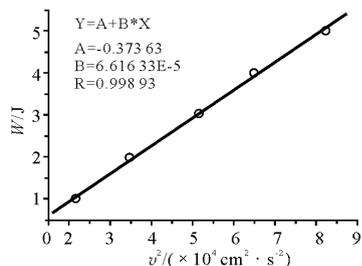


图 3 功与速度的平方关系图像

本文介绍的实验方案在坚持教材实验设计思想的前提下,借助中学物理常用实验器材气垫导轨,光电门,以及通过多根橡皮筋串联构成等效橡皮筋对实验装置进行改进.实验器材简单易得,实验操作简便巧妙,提升了实验精度和教学效率.利用学生已知的弹性势能知识解决新问题,承前启后,为动能定理的理解做好铺垫,符合学生认知特点且有助于创新思维和探究能力的培养.

参考文献

- 肖照平.“探究功与速度变化的关系”实验的探究与改进.中学物理教学参考,2011,40(3)
- 刘升,李志强.“探究功与速度变化的关系”实验的改进.中学物理教学参考,2013,42(10)