

# 利用气垫导轨改进机械能守恒定律验证实验

徐艺玲

(南京师范大学随园校区 江苏 南京 210023)

(收稿日期:2016-02-23)

**摘要:**本文基于人教版高中《物理·必修2》中“实验:验证机械能守恒定律”一节内容,利用气垫导轨改进课本中的实验,验证了弹力参与做功时的系统机械能守恒.此改进有益于加深学生对机械能守恒定律的全面理解.

**关键词:**机械能守恒定律 实验改进 气垫导轨 弹力

## 1 验证机械能守恒定律的现状分析

“实验:验证机械能守恒定律”是人教版必修2第七章第9节的内容,是高中物理实验教学中很重要的一部分,也是《考试说明》明确规定必须掌握的实验之一.本节实验安排在学生学习了机械能守恒定律之后,目的是让学生通过实际观测和计算进一步加深对机械能守恒定律的理解,同时也给学生增加实验探究与体验的机会来培养学生实验思维与动手能力,提高学生理论联系实际的水平.

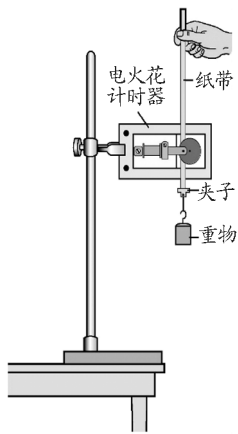


图1 验证机械能守恒定律

教材上选择了如图1所示的自由落体运动来验证机械能守恒定律,对获得的纸带进行数据处理,测出重物某时刻的下落高度 $H$ 和该时刻的瞬时速度 $v$ ,比较动能和重力势能的变化,从而验证机械能守恒定律,具体处理办法和数据在此不做赘述.此实验中的偶然误差来自于纸带数据的处理,系统误差主

要来源于纸带跟打点计时器之间的阻力和重物下落所受到的空气阻力.

机械能守恒定律的验证实验除了用教材上所用的方法以外,还有很多其他实验方法,下面列举了文献中出现过的一些创新方案.

**频闪照片法:**用频闪照片代替打点计时器和纸带,通过测量频闪照片中的位移来计算速度,实验原理还是自由落体运动中物体的动能和重力势能的相互转化.

**光控门测速法:**用光控门代替打点计时器和纸带测量速度,实验原理不变,但简化了速度的测量和计算.

**单摆法:**细线的一端固定,另一端与小球相连,小球从与固定点相水平位置释放,运动到与固定点竖直位置时剪断细线使小球做平抛运动,通过测量摆线的长度求出重力势能的变化,通过平抛运动轨迹算出速度进行数据验证.

**气垫导轨法:**将气垫导轨的一端垫高,通过滑块在导轨上的移动距离和导轨倾角算出高度,利用光电门和数字计时器算出速度进行数据验证.

不管是教材上的验证实验还是文献中的创新方案,都只是验证了重力做功时的机械能守恒定律.新课标提倡科学素养,而科学素养中的科学研究思维应该是严谨而全面的.就全面性方面考虑,笔者认为应该补充弹力参与做功时的验证实验,既可以加深学生对机械能守恒定律的认识,又可以培养学生的科学素养.而在本实验设计中利用气垫导轨这一器材是考虑到可以减少摩擦引起的误差,同时也是为

了测速的方便.

## 2 利用气垫导轨改进机械能守恒定律验证实验

以下是改进实验的实验过程,所需器材有气垫导轨(含光电门、数字计时器)、滑块2个、弹簧、游标卡尺、天平、弹簧测力计、直尺、细线和剪刀.

### 2.1 测量弹簧的劲度系数

根据胡克定律,弹簧在发生弹性形变时,弹簧的弹力  $F$  和弹簧的伸长量(或压缩量)  $\Delta x$  成正比,分别记下不同弹簧测力计示数  $F$  下的弹簧伸长量  $\Delta x$ ,并将数据记录在表格内.根据表格内的数据以弹力  $F$  为纵坐标,以弹簧伸长量  $\Delta x$  为横坐标在坐标纸上选取合适的刻度作出  $F - \Delta x$  图线(如图2所示),计算出所使用弹簧的劲度系数为  $\kappa = 6.4 \text{ N/cm}$ .

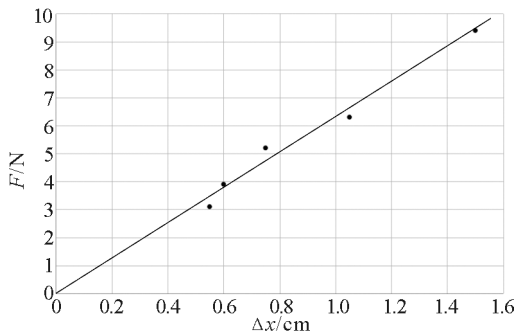


图2  $F - \Delta x$  图线

### 2.2 气垫导轨调节水平

实验中首先需要进行气垫导轨的水平调节.先进行粗调:接通气源,将装有遮光片的滑块轻放于导轨上,调节单脚螺丝,使滑块在导轨上各处基本上均能保持静止;再进行细调:数字计时器功能挡打在加速度挡,转换挡打在速度挡,推动滑块使滑块以某一速度运动,测量滑块先后经过两光电门后显示的加速度  $a$ ,仔细调节单脚螺丝,使加速度的绝对值不大于  $0.3 \text{ cm/s}^2$  就可以认为导轨已基本水平.

### 2.3 实验验证

用天平测出滑块质量  $m = 105.6 \text{ g}$ ,用游标卡尺测出滑块上挡光片宽度  $d = 9.82 \text{ mm}$ .在气垫导轨一侧安装弹簧(如图3所示),压缩弹簧并释放使滑块运动,记录下压缩的长度和滑块经过光电门后数字计时器上显示的时间,改变压缩量重复实验,整理的数据如表1所示.

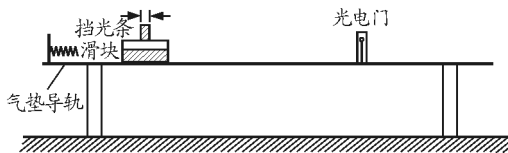


图3 气垫导轨实验装置

表1 实验数据

	$\Delta x/\text{cm}$	$\kappa\Delta x^2/\text{J}$	$t/\text{ms}$	$v/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$	$mv^2/\text{J}$
1	0.95	5.776	39.89	0.246	6.39
2	1.20	9.216	31.95	0.309	9.953
3	1.40	12.544	29.317	0.335	11.851

从结果可以看出,误差都在10%以内,符合实验要求,得到  $\frac{1}{2}\kappa x^2 = \frac{1}{2}mv^2$  的结论.

## 3 总结与反思

物理实验是高中物理教学的重要内容,实验的教学要注意忠于教材,但也不能拘泥于教材,而且在物理实验中应重视学生对物理实验的理解和探究能力.本文设计的改进实验验证了教材上实验没有完成的“只有弹力参与做功的物体系统内,动力和弹力势能可以相互转化,总的机械能保持不变”这句话,实现了对机械能守恒定律的全面验证,既让学生更全面深刻理解了机械能守恒定律,也培养了学生思考与创新的能力.

但是,改进后的实验还是没有考虑到重力和弹力同时做功,不受其他外力或其他外力不做功情况下的机械能守恒,这也是需要继续思考和改进的地方.

### 参考文献

- 1 陈宏. 验证机械能守恒定律的创新实验. 物理教学, 2012, 34(3): 28 ~ 30
- 2 李晓明, 徐晓梅. 高中机械能守恒定律验证实验的完善和拓展. 物理教学探讨, 2012(30): 77 ~ 79
- 3 郭建. 验证机械能守恒定律的创新方案赏析. 中学生理科应试, 2014(6): 48 ~ 50
- 4 张楠. 换汤不换药——浅析验证机械能守恒定律实验. 科技创新导报, 2013(35): 92 ~ 93