

动量守恒定律验证实验教学的改进

韩 哲 张 璇

(唐山学院 河北 唐山 063000)

(收稿日期:2015-12-18)

摘 要:验证动量守恒定律实验中要求两个滑块的水平初速度相差较大,上述要求对学生来说操作难度较大,本实验设计的装置是利用单摆击打滑块,使滑块获得相差较大的水平初速度,解决了操作难度大的问题,并且减小了实验误差.

关键词:验证动量守恒 教学 改进

根据动量守恒定律,若系统不受外力或所受外力的矢量和为零,则系统的总动量保持不变^[1].气垫导轨利用从导轨表面喷出的压缩空气,在导轨与滑块间形成空气薄膜(即气垫),使滑块悬浮在导轨面上,在水平气垫导轨上的两个物体,由于气垫的漂浮作用,物体受到的摩擦力可以忽略不计^[2].这样,当两物体发生碰撞时系统的动量守恒,碰撞前后的总动量相等.所以验证动量守恒定律的实验在气垫导轨上进行,以保证碰撞系统所受外力的矢量和为零.选取两个质量相等的滑块,设 $m_1 = m_2 = m$,分别给两滑块施力使其获得初速度,且相向运动发生碰撞,通过两个光电门记录两滑块的初速度分别为 v_{11} , v_{21} ,碰后两个滑块通过两光电门的速度分别为 v_{12} , v_{22} .则根据动量守恒定律有

$$m_1 v_{11} + m_2 v_{21} = m_1 v_{12} + m_2 v_{22}$$

实验要求两滑块受力大小相差较大,从而保证它们获得相差较大的水平初速度,以减小实验误差.但由于学生缺乏操作经验,难以控制施力大小,不能保证两滑块初速度相差较大;而且不能保证给滑块水平施力,施力的方向经常向下倾斜,会导致滑块划蹭气垫导轨,增加摩擦阻力,从而导致实验结果误差较大.

为了解决现有实验设备中存在的诸多缺陷,我

们对实验装置进行了改进,可以得到比较精确的实验结果.改进后的实验装置示意图如图1所示.

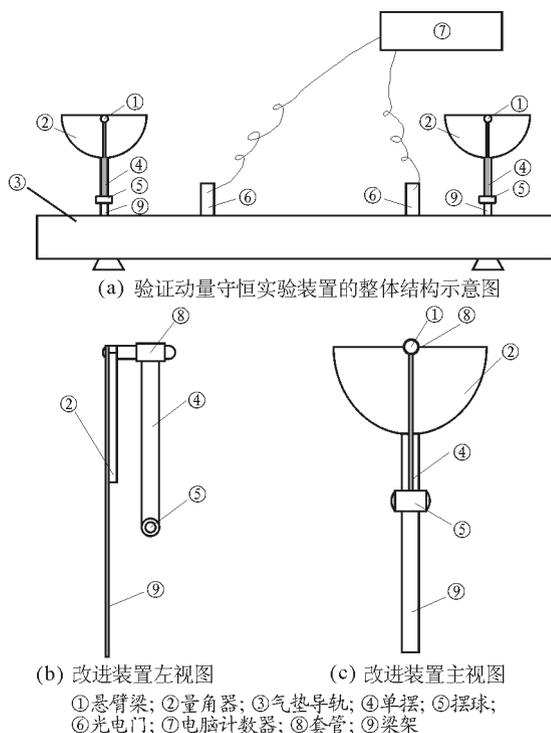


图1 验证动量守恒实验装置示意图

如图1所示,在气垫导轨3的两端通过梁架9分别安装有悬臂梁1,悬臂梁上设置有套管8,单摆4通过套管8安装在悬臂梁1上,量角器2与单摆4同心安装在悬臂梁1上,在气垫导轨3上,梁架9内侧分别安装有两个光电门6,光电门6与电脑计数器7

相连接. 另外单摆 4 的摆臂具有一定的宽度, 一般为 $2 \sim 3 \text{ cm}$, 这一宽度保证了单摆 4 只会延气垫导轨方向做左右摆动, 不会发生前后转动. 还可以继续改进通过计算或实测将量角器的角度换算成碰撞滑块的初速度标注在量角器 2 上.

实验时, 采用单摆摆锤击打滑块使其获得初速度验证动量守恒定律的方法, 用单摆摆锤垂直击打滑块, 既有效保证了滑块初速度方向水平, 又克服了摩擦阻力. 安装的同心量角器, 使击打滑块摆锤的摆角成为已知. 当摆锤偏离平衡位置时, 偏离的角度不同, 滑块碰撞前就会获得不同的初速度, 通过改变击打滑块摆锤的摆角, 可以使滑块获得大小不同的初速度, 大大减小了误差, 实验装置简单、明了, 便于学生理解掌握.

具体验证方法:

选取质量相等的两个滑块 $m_1 = m_2 = m$ 分别放在气垫导轨 3 上、单摆 4 的内侧, 将两单摆的摆锤 5 偏离平衡位置一定角度(要求两个摆锤偏离的角度相差较大), 将摆锤 5 释放, 则两摆锤 5 分别击打两个滑块, 滑块通过光电门 6 的速度由电脑计数器 7 记录, 左边滑块碰撞前的速度为 v_{11} , 右边滑块碰撞前速度为 v_{21} , 两滑块以上述初速度相向运动, 在气

轨中间位置发生弹性碰撞后互相弹开, 分别测得左边滑块碰撞后速度为 v_{12} , 右边滑块碰撞后速度为 v_{22} , 则验证动量守恒定律如下^[3].

计算碰撞前的动量

$$p_0 = m_1 v_{11} - m_2 v_{21}$$

计算碰撞后的动量

$$p = m_2 v_{22} - m_1 v_{12}$$

动量差

$$\Delta p = p_0 - p$$

百分误差

$$E = \left| \frac{\Delta p}{p_0} \right| \times 100\%$$

因为本实验装置保证了两滑块初速度 v_{11}, v_{21} 方向水平且相差较大, 即百分差 E 的分母很大, 又克服了水平方向的摩擦阻力, 所以实验结果百分误差极小, 在所需范围之内, 则动量守恒定律成立.

参考文献

- 1 李秀燕, 吕玉祥, 曲华, 等. 大学物理实验. 北京: 科学出版社, 2001. 48 ~ 54
- 2 李书光, 胡松青, 张令坦. 大学物理实验. 北京: 清华大学出版社, 2008. 101 ~ 109
- 3 杜宁, 边静. 验证动量守恒定律的几点讨论. 中国教育技术装备, 2014(14): 125 ~ 127

Improvement on Experiment Teaching of Verifying Law of Conservation of Momentum

Han Zhe Zhang Xuan

(Tangshan University, Tangshan, Hebei 063000)

Abstract: The conservation of momentum experiment requires two sliding block which have large difference of initial velocity, but it is relatively difficult for the students, this paper puts forward using pendulum struck the slider to solve this problem, and reduce the experimental error.

Key words: law of conservation of momentum; experiment teaching; improvement