

短文荟萃

浅议“验证动量守恒定律” 的小球落点问题

肖云剑 张 伟

(中山市华侨中学 广东 中山 528400)

(收稿日期:2018-11-01)

“验证动量守恒定律”的小球落点问题是考察该实验时经常会涉及的. 大部分题目交代不够明确, 对于学生核心素养的培养有一定影响. 本文主要就小球落点问题进行讨论.

如图1所示, 在教材中, 只给出入射小球和碰撞小球的质量关系: $m_1 = 2m_2$, 第二问就直接要确定碰撞前后入射球的落点^①. 爱思考的学生一定会问为何碰撞后的被撞小球一定要落在 N 点.

在相关参考文献中, 有用解不等式得出碰撞后的速度关系解释^[1], 也有用能量椭圆的图解法解释^[2]. 对于上述两种处理方法, 数学能力差的同学很难得出正确解答, 甚至教师一不小心也会出错(文献1的碰后速度关系式中大于小于符号刚好反了).

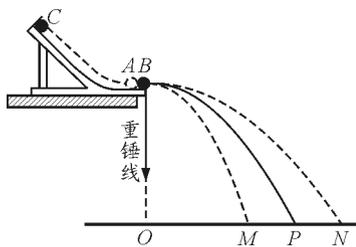


图1 实验示意图

实验结果表明, 对于一定材料的球, 碰撞后分开的相对速度与碰撞前靠近的相对速度成正比, 比例常数 e 为恢复系数 ($0 \leq e \leq 1$)^[3].

$$e = \frac{v_2' - v_1'}{v_1 - v_2} \quad (1)$$

碰撞过程, 系统动量守恒

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (2)$$

联立式(1)和式(2), 结合 $v_2 = 0$, 可得

$$v_1' = \frac{m_1 - em_2}{m_1 + m_2} v_1 \quad (3)$$

$$v_2' = \frac{m_1 + em_1}{m_1 + m_2} v_1 \quad (4)$$

综上, 碰撞小球的碰后速度满足

$$\frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 \leq v_2' \leq \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$$

左右两边取等号分别对应完全非弹性碰撞和弹性碰撞. 由此可见, 要被碰小球的落点位于 N 点, 必然要求 $em_1 > m_2$; 要入射小球不反弹, 落点在 M 点, 必然要求 $m_1 > em_2$. 考虑 e 的取值范围, 只需要满足 $em_1 > m_2$ 即可, 也就是 $m_1 > \frac{m_2}{e}$.

因此, 教材上的题如果加上一句“该碰撞过程可近似为弹性碰撞”, 就能让爱思考的同学有进一步探究, 解决问题的可能, 也避免教师在处理该类题型时出现错误的尴尬.

结论: (1) 当满足 $m_1 > \frac{m_2}{e}$ 时, 被撞小球落点在 N 点; 当满足 $em_2 < m_1 < \frac{m_2}{e}$ 时, 被撞小球落点为 P 点; 当满足 $m_1 < em_2$ 时, 入射小球碰后会反弹, 不再符合本实验的设计.

(2) 入射小球的落点只可能是 M 点.

参考文献

- 1 卢礼金, 毛永辉. “动量守恒”实验中落点的位置关系. 物理通报, 2007(5): 54
- 2 周荣高. 浅议验证动量守恒定律实验的“小球落点问题”. 物理教师, 2005, 26(4): 29 ~ 30
- 3 漆安慎, 杜婵英. 普通物理学教程·力学(第2版). 北京: 高等教育出版社, 2005

易拉罐在高中物理创新实验中的应用

王若玉

(南京大学附属中学 江苏 南京 210008)

(收稿日期:2018-07-18)

物理学是一门以观察和实验为基础的科学, 物理学中基本定律都是在实验基础上归纳总结出来的. 演示实验是学生生成物理概念、发现规律不可缺少的环节, 它在物理教学中起着十分重要的作用. 笔者在教学过程中发现, 实验室已有器材部分比较陈

① 保宗梯, 王笑君, 姚跃涌, 等. 物理·选修3-5. 广州: 广东教育出版社, 2016. 23 ~ 24