

教师签字

实验日期 2025年3月10日

预习成绩

总成绩

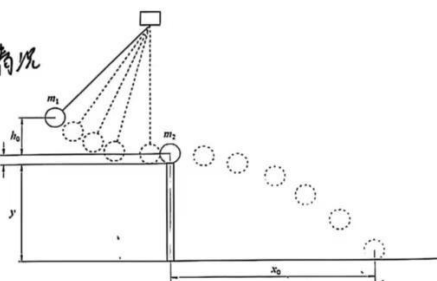
## 实验名称 碰撞打靶实验

88.0

## 一、实验预习

1. 本实验中碰撞过程如下图所示。质量为  $m_2$  的被撞球置于高度为  $y$  的载球支柱上。质量为  $m_1$  的摆球下落  $h_0$  高度后，与被撞球在水平方向发生正碰，被撞球做平抛运动，水平位移为  $x_0$ 。理想情况下，不考虑空气阻力以及载球支柱对被撞球的摩擦力，请分析碰撞过程中两个小球组成的系统动量是否守恒。

守恒，在不考虑空气阻力的情况下，两个小球组成的系统在水  
平方向上不受外力，动量守恒。



2. 如上图所示，推导理想情况下（不考虑空气阻力以及载球支柱对被撞球的摩擦力，碰撞过程为弹性碰撞）摆球的下落高度  $h_0$  与载球支柱高度  $y$ 、预设靶心位置  $x_0$ 、摆球质量  $m_1$ 、被撞球质量  $m_2$ 、被撞球半径  $r$  的关系式，后续实验中，需要根据计算出的  $h_0$  数值设定摆球的高度。

由机械能守恒，有

$$m_1 g h_0 = \frac{1}{2} m_1 V^2$$

由动量守恒，有

$$m_1 V = m_1 V' + m_2 V_1$$

由能量守恒，有

$$\frac{1}{2} m_1 V^2 = \frac{1}{2} m_1 V'^2 + \frac{1}{2} m_2 V_1^2$$

由平抛运动，有

$$x_0 = V_1 t$$

$$y - r = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{解得 } h_0 = \frac{(m_1 + m_2)^2 x_0^2}{16 m_1^2}$$

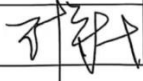
## 二. 实验现象及原始数据记录

表 1-1

被撞球	质量 (g)	直径 $2r$ (cm)	预设位置 $x_0$ (cm)	载球支柱高度 $y$ (cm)	高度差 $h_0$ (cm)	摆球设置高度 $l = h_0 + r + y$ (cm)
铜球	<del>32.83</del> 10.83	<del>3.200</del>	20.0	11.2	8.93	21.73
铜球	35.05	3.200		<del>11.0</del>	9.54	22.34
铝球	<del>32.83</del> 10.83	3.140		<del>13.0</del>	3.95	16.71

表 1-2

被撞球	铜球		铜球		铝球	
	落点位置 $x$ (cm)	落点为预设位置 $x_0$ 时 摆球位置 $h'$ (cm)	落点位置 $x$ (cm)	落点为预设位置 $x_0$ 时 摆球位置 $h'$ (cm)	落点位置 $x$ (cm)	落点为预设位置 $x_0$ 时 摆球位置 $h'$ (cm)
1	16.2	<del>24.1</del> 24.1	16.2		17.8	
2	14.7		16.7		18.3	
3	14.1		18.3		18.2	
4	15.8		17.7	23.5	18.7	17.6
5	15.4		17.9		17.9	
6	14.9		18.1		18.1	
7	16.6		18.9		18.2	
8	17.3		18.6		17.6	
9	15.7		17.1		18.8	
10	15.9		16.8		18.9	

教师	姓名
签字	

## 三. 数据处理

(根据测量数据计算摆球理论高度  $h = h_0 + r + y$ , 计算落点的平均位置  $\bar{x}$ , 并结合落点为预

设位置  $x_0$  时摆球的位置  $h'$  计算损失的机械能百分比, 要有详细的计算过程, 格式工整)

$$\bar{x}_{\text{钢}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10} = 15.66 \text{ cm}$$

$$\bar{x}_{\text{铜}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10} = 17.63 \text{ cm}$$

$$\bar{x}_{\text{铝}} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10} = 18.25 \text{ cm}$$

$$\text{方法一: } E_{\text{DE}} = \frac{mg\Delta h}{m_1 g(h_0 + h)} = \frac{h' - h}{h_0 + h' - h}$$

由此算得

$$E_{\text{DE}}^{\text{钢}} = 20.7\% \left( \frac{24.1 - 1.6 - 8.93 - 11.2}{8.93 + 24.1 - 1.6 - 8.93 - 11.2} \right)$$

$$E_{\text{DE}}^{\text{铜}} = 10.8\% \left( \frac{23.5 - 1.6 - 9.54 - 11.2}{9.54 + 24.1 - 1.6 - 9.54 - 11.2} \right)$$

$$E_{\text{DE}}^{\text{铝}} = 16.2\% \left( \frac{17.6 - 1.57 - 3.95 - 11.2}{3.95 + 17.6 - 1.57 - 3.95 - 11.2} \right)$$

$$(3.95 + 17.6 - 1.57 - 3.95 - 11.2)$$

~~方法二:  $E_{\text{DE}} = \frac{m_2 g \Delta h}{m_1 g(h_0 + h)} = \frac{h' - h}{h_0 + h' - h}$~~

~~由此算得~~

~~$E_{\text{DE}}^{\text{钢}} = 20.7\%$~~

~~$E_{\text{DE}}^{\text{铜}} = 10.8\%$~~

~~$E_{\text{DE}}^{\text{铝}} = 16.2\%$~~

## 四. 实验结论及现象分析

碰撞过程中系统总动量近似守恒, 但机械能因形变, 摩擦等原因未守恒, 因损失较多, 导致实验所得的小球落点低于预设落点。若需小球落至预设落点, 则需提高摆球位置用以抵消损耗的机械能

## 五. 讨论题

1. 在质量相同的两球碰撞后, 撞击球的运动状态与理论分析是否一致? 这种现象说明了什么?
2. 如果不放被撞球, 摆球在摆动回来时能否达到原来的高度? 这说明了什么?
3. 本实验中, 球体不用金属, 用石蜡或软木会有什么不同效果?

1) 不一致, 撞击球仍有轻微运动, 说明该碰撞并非弹性碰撞, 系统中存在非保守力做功。

2) 不能, 说明空气阻力等力的作用导致机械能转化为热能等其他能量。

3) 可能导致实验误差加大, 损失能量更多。