



实验目的

探究平面上两物体间的弹性碰撞和非弹性碰撞

概述

任何两个物体的碰撞，都会遵守能量守恒定律和动量守恒定律，

在这两个守恒定律的前提下，就可以描述物体碰撞后的行为了。

在平面状况下，速度和动量需表示为矢量，可以通过两个相同重心的物体来做简单地描述。

实验中，具有特定质量的磁盘在气垫桌面上碰撞，而速度则被火花发生器记录。

实验步骤

- 测定碰撞前后的速度
- 验证弹性碰撞和非弹性碰撞的动量守恒定律
- 验证弹性碰撞和非弹性碰撞的能量守恒定律
- 探索碰撞系统中重力中心的移动

所需仪器

数量	描述	型号
1	气垫台 (230 V, 50/60 Hz)	U405001-230 或
	气垫台 (115 V, 50/60 Hz)	U405001-115
1	1对磁性圆盘	U40515
此外推荐：		
1	机械天平 610	U42000
1	直尺, 50 cm	
1	测角仪	

基本原理

所谓碰撞，即两个物体间的相互作用，

假设这种相互作用发生在一定空间，短时间内两个物体不会对彼此有其他任何影响，如果没有其他力的作用，两个物体在碰撞前后的速度恒定。

假设这两个物体被视为封闭系统，那么碰撞一定遵守动量守恒和能量守恒定律。

假设碰撞前物体 1 的速度为 v_1 物体 2 的速度为 v_2 ，碰撞后的速度为 v'_1 和 v'_2 ，相应的动量为 p_1 和 p'_1 。

两个物体的质量不变为 m_1 和 m_2 ，由动量守恒定律得：

$$(1) \quad m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

此外，如果是弹性碰撞系统的动能也是守恒的：

1

$$(2) \quad \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2'^2$$

假设碰撞前物体 2 是静止的，就可以建立一个坐标系统，其中 x 轴($v_{1y} = 0$)代表物体 1 的移动，这并不影响一般性的描述。

首先，两个物体在碰撞过程中重力的重心是在同一条直线上即： $d = 0$ ，如图 1 所示，

物体将沿着 x 轴移动，碰撞后的速度如下：

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

和

$$(4) \quad v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1$$

因为 $m_1 = m_2$ ，得出如下：

$$(5) \quad v_1' = 0$$

和

$$(6) \quad v_2' = v_1$$

对于质量相同的非弹性碰撞，物体将以 90° 角分开，如下：

$$(7) \quad \theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$$

此外，如果 $v_{1y} = 0$ ， $m_1 = m_2$ ，从公式(1)可以得出如下结果：

$$(8) \quad v_{1y}' = -v_{2y}'$$

重心的矢量如下：

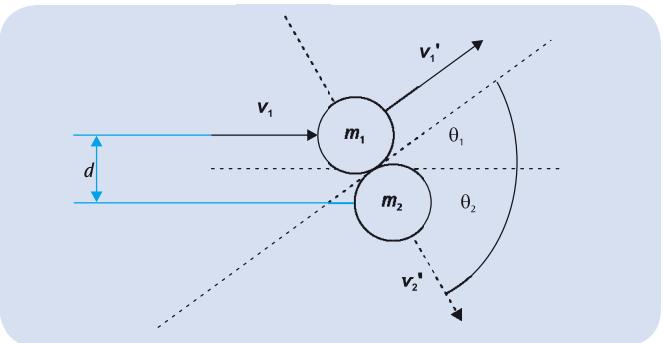
$$(9) \quad \mathbf{r}_s = \frac{m_1 \cdot \mathbf{r}_1 + m_2 \cdot \mathbf{r}_2}{m_1 + m_2}$$

由于总动量是守恒的，所以重心的速度为：

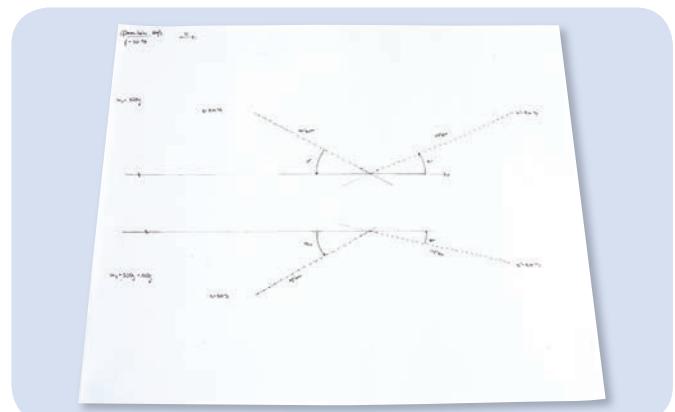
$$(10) \quad \mathbf{v}_s = \frac{m_1 \cdot \mathbf{v}_1 + m_2 \cdot \mathbf{v}_2}{m_1 + m_2}$$

总动量相当于单个动量的总和 $\mathbf{m}_s = m_1 + m_2$ ，并且速度和重心的速度相同。

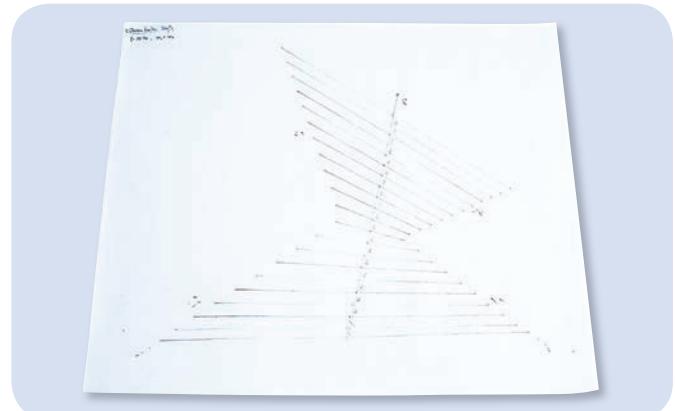
将两物体的重心结合为一个参考系很有意义，那么，碰撞之前，两物体相互靠近总动量为 0，弹性碰撞之后，物体分开后的总动量还是为 0，完全非弹性碰撞之后，他们结合在一起并围绕他们的重心旋转，在这种情况下，系统的动能还是守恒的，在这个实验中，两个已知重量的磁盘在气垫上碰撞，而磁盘的运动状况则会被火发生射器所接收记录。



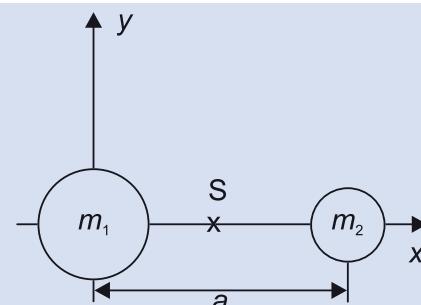
图片1：两物体间的偏离重心的碰撞



图片2：记录并评价两个质量相同初速度 v_1 X0 v_2 X0 的物体间的偏离中心的碰撞



图片3：重心的位置



图片4：碰撞前后重心 S 的运动