

# HTML5 的物理内容模拟——碰撞试验

16307130308 张雨晴

## 一、课题设计

碰撞是生活中常见的物理现象之一，也是物理最基础的教学内容之一。本课题根据 HTML5 语言编写 javascript 和 html 脚本，实现了模拟小球一维和二维碰撞的情况，该模拟内容有着教学意义。

## 二、实验原理

### 1. 碰撞的原理及分类

碰撞是两个作相对运动的物体，接触并迅速改变其运动状态的现象。可以是宏观物体的碰撞，如打夯、锻压、击球等，也可以是微观粒子如原子、核和亚原子粒子间的碰撞。

经典力学中通常研究两个球的正碰，即其相对速度正好在球心的联线上。由于碰撞过程十分短暂，碰撞物体间的冲力远比周围物体给它们的力为大，后者的作用可以忽略，这两物体组成的系统可视为孤立系统。动量和能量守恒，但机械能不一定守恒。

如果两球的弹性都很好，碰撞时因变形而储存的势能，在分离时能完全转换为动能，机械能没有损失，称完全弹性碰撞，钢球的碰撞接近这种情况。

如果是塑性球间的碰撞，其形变完全不能恢复，碰撞后两球同速运动，很大部分的机械能通过内摩擦转化为内能，称完全非弹性碰撞，如泥球或蜡球的碰撞，冲击摆也属于这一类。

介于两者之间的即两球分离时只部分地恢复原状的，称非完全弹性碰撞，机械能的损失介于上述两类碰撞之间。

微观粒子间的碰撞，如只有动能的交换，而无粒子的种类、数目或内部运动状态的改变者，称弹性碰撞或弹性散射；如不仅交换动能，还有粒子能态的跃迁或粒子的产生和湮没，则称非弹性碰撞或非弹性散射。在粒子物理学中可借此获得有关粒子间相互作用的信息，是颇为重要的研究课题。

### 2. 碰撞的特点

碰撞过程时间极短，所以内力总是大于外力，动量必守恒。

(1) 碰撞一般分为压缩阶段和恢复阶段两个过程。

(2) 碰撞可以分为以下几类：完全弹性碰撞、完全非弹性碰撞和非完全弹性碰撞。

### 3. 碰撞中的能量转化

在压缩阶段中物体的动能转化为其他形式的能量，而在恢复阶段中其他形式的能量转化为动能。

在完全弹性碰撞中，碰撞前后总动能不变。

### 三、实验过程

#### 1. 理想状态下的一维弹性碰撞

有如下要点：

(1) 根据能量动量守恒，弹性碰撞公式如下：

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{10} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_{20}$$
$$v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{10} + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_{20}$$

(2) 等质量的小球碰撞后交换速度

(3) 小球撞到边界无损失反弹

编写代码的过程：

(1) 先构建画布和静态的小球

(2) 输入小球初状态

(3) 模拟碰撞过程

(4) 模拟撞到画布边界的过程

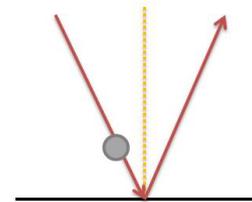
(5) 加入开始、停止等函数，设计展示页面

#### 2. 理想状态下的二维弹性碰撞

要点：

(1) 弹性碰撞公式不变，小球速度变为二维，每运行一步要分别计算  $v_x$  和  $v_y$

(2) 小球撞到边界都无损失反弹，类似于镜面反射



流程思路：



图 1 流程思路

#### 3. 非理想状态下的二维非弹性碰撞

要点：

(1) 引入摩擦力。

摩擦力与摩擦系数、半径、质量均有关。

半径对应于风阻，半径越大，风阻越大速度减小地越快；质量对应于惯性，质量越大，速度减小地越慢。

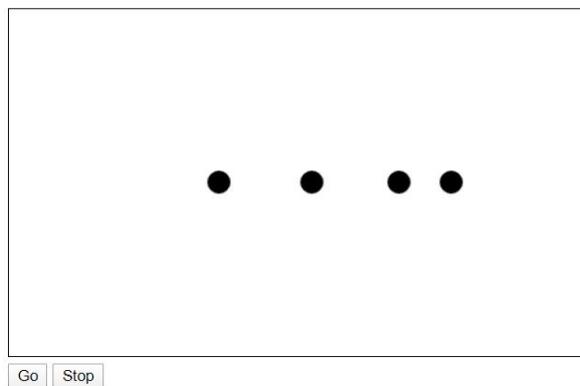
(2) 引入相互碰撞时的损失

(3) 引入与墙壁之间碰撞时的损失

### 三、实验结果

三个实验都采用一个小球去碰撞其他小球

1. 理想状态下的一维弹性碰撞

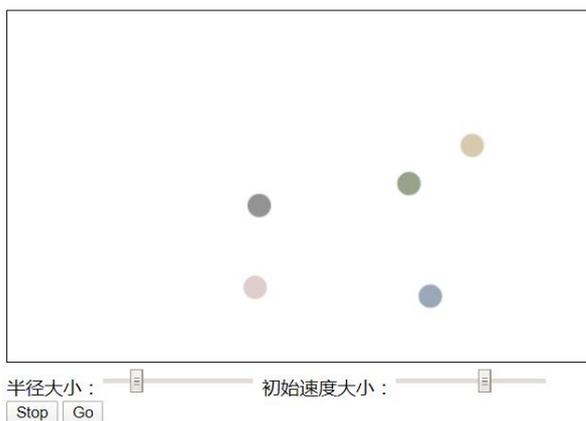


[返回目录](#)

**一维弹性碰撞**

按钮：GO 开始，STOP 结束

2. 理想状态下的二维弹性碰撞

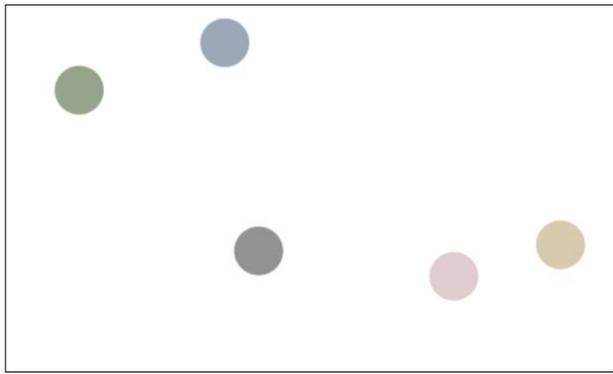


[返回目录](#)

**elastic collision 弹性碰撞**

16307130308 张雨晴

START



[返回目录](#)

## elastic collision 弹性碰撞

16307130308 张雨晴

START

半径大小： 初始速度大小：  
Stop Go

按钮：GO 开始，STOP 结束，改变小球的半径大小，改变初始速度大小

### 3. 非理想状态下的二维非弹性碰撞



[返回目录](#)

## 非理想状态——非弹性碰撞

Start

半径大小：  
初始速度大小：  
摩擦系数大小：  
碰撞损失： 撞墙损失：  
Go Stop

按钮：GO 开始，STOP 结束，改变小球的半径大小，改变初始速度大小、摩擦系数大小、碰撞损失、撞墙损失

### 4. 目录

# HTML5的物理内容模拟——碰撞演示

16307130308 张雨晴

## 目录

1. 理想状态下的一维弹性碰撞  
[1D simple collision.html](#)  
Single-dimension movement, elastic collision detection and resolution.
2. 理想状态下的二维弹性碰撞  
[2D elastic collision.html](#)  
Objects moving in 2-dimensions with different masses, velocities, and radii, with enhanced collision detection and resolution.
3. 非理想状态下的二维非弹性碰撞  
[2D inelastic collision.html](#)  
Inelastic collision plus the friction and collision dampening.

## 四、分析改进

### 1. 设计方面：

- (1) 可以在画布上显示实时速度、位置
- (2) 可以自定义球的数目
- (3) 可以实现鼠标拖拽定义球的位置、初速度的功能

### 2. 功能方面：

- (1) 引入立方体范围内的三维运动
- (2) 引入“障碍物”、“通道”等
- (3) 参考三维弹球等游戏引擎完善功能

### 3. 物理意义方面：

当前的物理原理仍旧很简单，可以探索更多层次的物理意义。

- (1) 探索分子的无规则运动、布朗运动
- (2) 利用热力学的知识探索分子体系中的平衡状态
- (3) 探索赫兹模型