

选修3-5



§1.3 科学探究——一维弹性碰撞

连江一中 李平

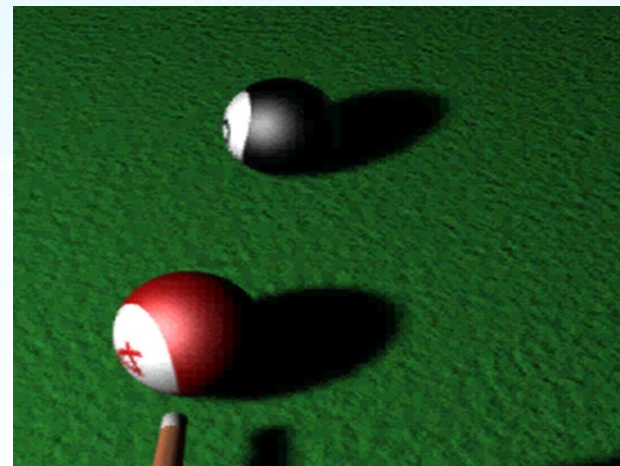
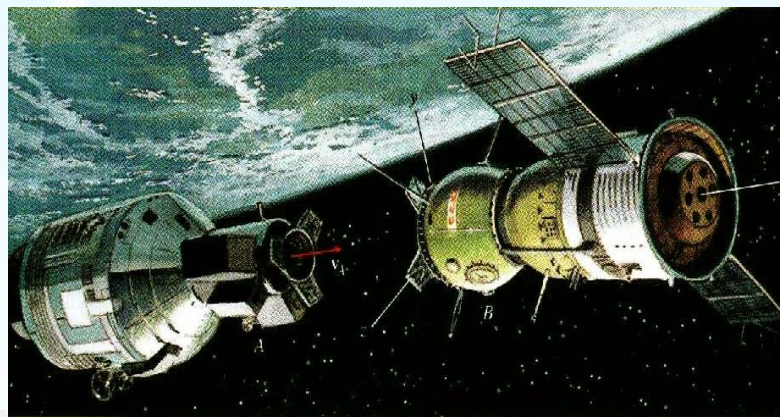
2020、3、2

[上一页](#)

[返回首页](#)

[下一页](#)

碰撞：在物理学中表现为两粒子或物体间极短的相互作用。可以是宏观物体的碰撞，如打夯、锻压、击球等，也可以是微观粒子的碰撞，如原子、核和亚原子粒子间的碰撞。



一、不同类型的碰撞

根据能量转移的方式可区分为非弹性碰撞、完全非弹性碰撞和弹性碰撞

1. 非弹性碰撞

碰撞过程中物体会会有动能损失；即动能不守恒的碰撞称为非弹性碰撞。

2. 完全非弹性碰撞

碰撞后物体结合在一起，动能损失最大的碰撞称为完全非弹性碰撞。

3. 弹性碰撞

碰撞过程中形变能够完全恢复，不发热、发声，没有动能损失的碰撞称为弹性碰撞，又称完全弹性碰撞。

碰撞的特点：

1. **受力特点：**在碰撞过程中，系统的内力远大于外力，外力可以忽略，系统的总动量守恒.
2. **时间特点：**碰撞现象中，相互作用的时间极短，相对物体的全过程可忽略不计.
3. **位移特点：**在碰撞过程中，由于在极短的时间内物体的速度发生突变，物体发生的位移极小，可认为碰撞前后物体处于同一位置.
4. **能量的特点：**碰撞、打击过程系统的动能不会增加，可能减少，也可能不变.

——◇ 题 组 冲 关 ◇——

1. (多选)下面关于碰撞的理解正确的是()

A. 碰撞是指相对运动的物体相遇时,在极短时间内它们的运动状态发生了显著变化的过程

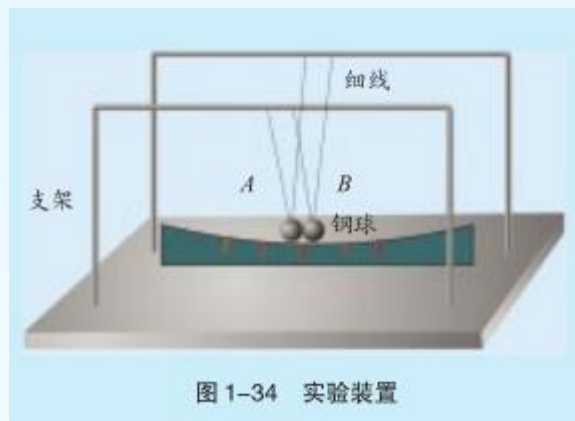
B. 在碰撞现象中,一般内力都远远大于外力,所以可以认为碰撞时系统的总动量守恒

C. 如果碰撞过程中机械能也守恒,这样的碰撞叫做非弹性碰撞

D. 微观粒子的碰撞由于不发生直接接触,所以不满足动量守恒的条件,不能应用动量守恒定律求解

二、弹性碰撞的实验研究

实验1：质量相等的两个钢球的碰撞，即**B**球静止，**A**球以某一速度碰**B**球。



学生观察：

两球质量相等时，碰撞的特点是两球交换速度。即：**B**球以**A**球碰前的速度运动，而**A**球静止。

实验2：质量不相等的两个钢球（**A球质量大于B球质量**）的碰撞，B球静止，A球以某一速度碰B球。

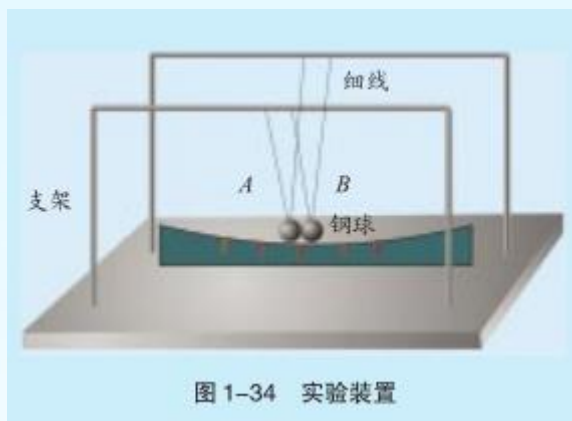
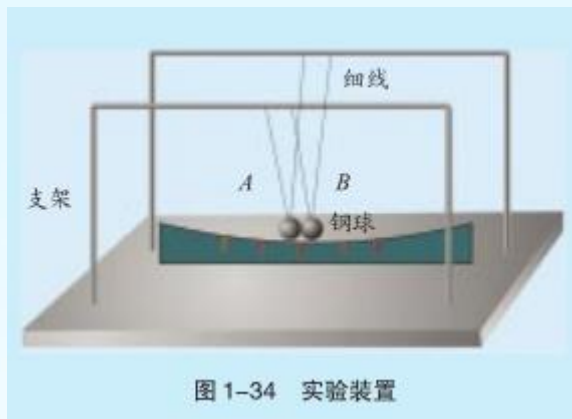


图 1-34 实验装置

学生观察：

被碰质量较小时，碰撞的特点是A、B球向同一方向运动，且A球速度小于B球速度。

实验3：质量不相等的两个钢球（**A球质量小于B球质量**）的碰撞，**B球**静止，**A球**以某一速度碰**B球**。



学生观察：

被碰质量较大时，碰撞特点：**A、B球向相反方向运动，且A球被反弹。**

三. 弹性碰撞的规律

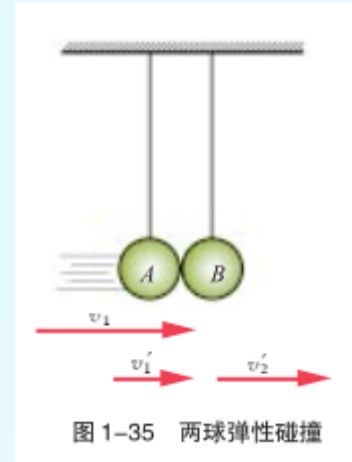
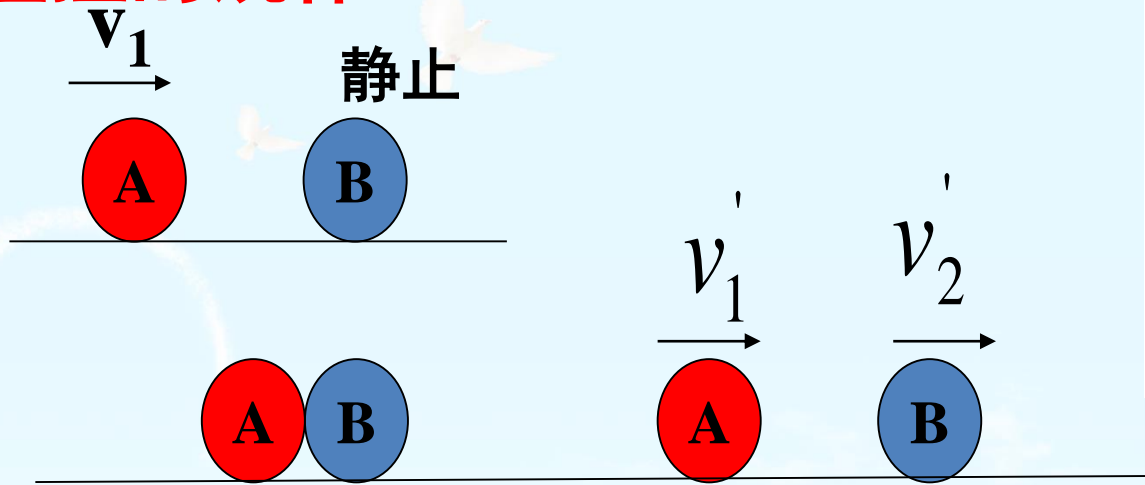


图 1-35 两球弹性碰撞

$$m_1 v_1 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (1)$$

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

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

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

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

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

1. 当 $m_1 = m_2$ $\begin{cases} v_1' = 0 \\ v_2' = v_1 \end{cases}$ 质量相等的两物体，弹性碰撞后速度互换
2. 当 $m_1 > m_2$ $\begin{cases} v_1' > 0 \\ v_2' > 0 \end{cases}$ 若 $m_1 \gg m_2$ $\begin{cases} v_1' = v_1 \\ v_2' = 2v_1 \end{cases}$

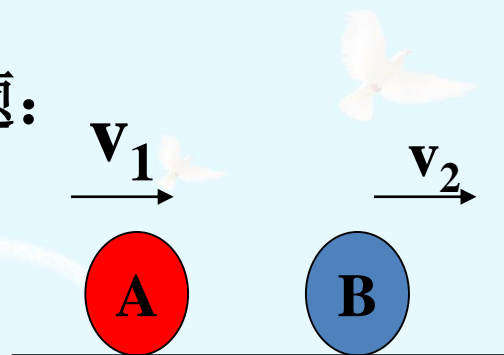
质量大的碰质量小的，弹性碰撞后都向前运动

3. 当 $m_1 < m_2$ $\begin{cases} v'_1 < 0 \\ v'_2 > 0 \end{cases}$

质量小的碰质量大的，弹性碰撞后质量小的被**反弹回去**

若 $m_1 \ll m_2$ $\begin{cases} v'_1 = -v_1 \\ v'_2 = 0 \end{cases}$

提出问题:



[上一页](#)

[返回首页](#)

[下一页](#)

注意：碰撞在所给条件不足的情况下，结果有各种可能，但不管哪种结果

必须同时满足以下三条：

(1) **系统动量守恒**，即 $p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$ 。

(2) **系统动能不增加**，即 $E_{k1} + E_{k2} \geq E'_{k1} + E'_{k2}$ 或 $\frac{P_A^2}{2m} + \frac{P_B^2}{2m} \geq \frac{P_A'^2}{2m} + \frac{P_B'^2}{2m}$

(3) **符合实际情况**，如果碰前两物体同向运动，则后面的物体速度必大于前面物体的速度，即 $v_{后} > v_{前}$ ，否则无法实现碰撞。碰撞后，原来在前的物体的速度一定增大，且原来在前的物体速度大于或等于原来在后的物体的速度，即 $v'_{前} \geq v'_{后}$ ，否则碰撞没有结束。如果碰前两物体相向运动，则碰后两物体的运动方向不可能都不改变，除非两物体碰撞后速度均为零。

——◇ 题组冲关 ◇——

4. A 、 B 两球在光滑水平面上沿同一直线、同一方向运动, $m_A=1\text{ kg}$, $m_B=2\text{ kg}$, $v_A=6\text{ m/s}$, $v_B=2\text{ m/s}$.当 A 追上 B 并发生碰撞后, A 、 B 两球速度的可能值是()

- A. $v_A'=5\text{ m/s}$, $v_B'=2.5\text{ m/s}$
- B. $v_A'=2\text{ m/s}$, $v_B'=4\text{ m/s}$
- C. $v_A'=-4\text{ m/s}$, $v_B'=7\text{ m/s}$
- D. $v_A'=7\text{ m/s}$, $v_B'=1.5\text{ m/s}$



迷你实验室

图1-36是由质量相同的5粒小钢球组成的玩具，叫做“牛顿摇篮”。让这些球碰撞，会出现一些非常有趣的现象：若拉起左端1个球让它与其他球碰撞，会把最后1个球撞出，而其他球静止不动；若拉起左端2个球同时释放，相撞后，最后的2个球被撞出，而其他球静止不动……

为什么会出现这样的现象？

如果你暂时无法用“牛顿摇篮”做实验，可以用几颗质量、体积都相同的玻璃珠试试。如图1-37所示，当你将一粒玻璃珠弹向一排整齐紧挨的玻璃珠时，最外边的那颗玻璃珠被弹出，想想这是为什么？

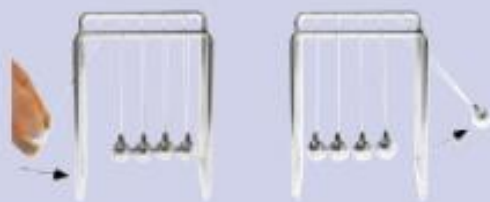


图1-36 牛顿摇篮



图1-37 玻璃珠实验

今日作业:

1.课本P₂₀页 →

2.学案P₁₁₋₁₈页

提醒: 明天评讲
学案P₆₋₁₈页

作业

1. 有一质量为 $6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、速度为 v 的 α 粒子与一个质量为 $3.32 \times 10^{-26} \text{ kg}$ 静止的氦核发生正碰, 若碰撞是弹性的, 试证明碰撞后氦核具有的速率约为 $\frac{1}{3}v$ 。
2. A 、 B 两物体沿同一直线相向运动。 A 物体的速度大小是 6 m/s , B 物体的速度大小是 2 m/s , 碰撞后两物体都沿各自原方向的反方向运动, 速度大小都是 4 m/s 。求 A 、 B 两物体的质量之比。
3. 半径相等的两个小球 A 和 B , 在光滑水平面上沿同一直线相向运动。若 A 球的质量大于 B 球的质量, 发生弹性碰撞前, 两球的动能相等。碰撞后两球的运动状态可能是
(A) A 球的速度为零, B 球的速度不为零
(B) B 球的速度为零, A 球的速度不为零
(C) 两球的速度均不为零
(D) 两球的速度方向均与原方向相反, 两球的动能仍相等
4. 质量为 1 kg 的物体 A , 在光滑水平面上以 6 m/s 的速度与质量为 2 kg 、速度为 2 m/s 的物体 B 发生碰撞, 则碰后 A 、 B 两物体的速度可能值为
(A) $v_A = 5 \text{ m/s}$, $v_B = 2.5 \text{ m/s}$ (B) $v_A = -2 \text{ m/s}$, $v_B = 4 \text{ m/s}$
(C) $v_A = -4 \text{ m/s}$, $v_B = 7 \text{ m/s}$ (D) $v_A = 7 \text{ m/s}$, $v_B = 1.5 \text{ m/s}$
5. 两个质量分别为 300 g 和 200 g 的物体在无摩擦的水平面上相向运动, 速度分别为 50 cm/s 和 100 cm/s 。
(1) 如果两物体碰撞并结合在一起, 求它们的末速度。
(2) 求碰撞后损失的动能。
(3) 如果碰撞是弹性碰撞, 求每一物体碰撞后的速度。