

第一节

动量



学习目标

- 01 了解生产生活中的各种碰撞现象。
- 02 经历寻求碰撞中不变量的过程，体会探究过程中猜想、推理和证据的重要性。
- 03 知道动量概念及其单位，会计算动量的变化量。
- 04 认识动量是描述物体运动状态的物理量，深化运动与相互作用的观念。

思考

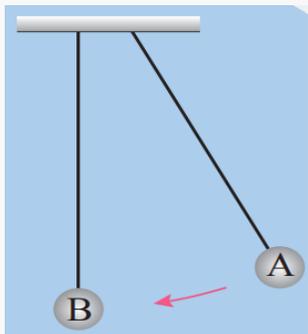


现象：碰撞后，A球的速度大小不变地“传给”了B球。

猜想： $v_1 + v_2 = v_1' + v_2'$

所有的碰撞都有这样的规律吗？

实验探究：寻求碰撞中的不变量



质量相同小球的碰撞

问题1: 你看到了什么现象？有什么猜想？

问题2: 如何比较碰撞前A球的速度与碰后B球速度的大小？依据是什么？

问题3: 两个完全相同的钢球A、B碰撞时出现的现象是否具有普遍意义？你想怎样改变实验条件来验证猜想？



实验探究：寻求碰撞中的不变量

演示实验2：质量不等的两个钢球对心碰撞

演示实验3：质量较小的钢球撞击静止的质量大的钢球



问题4：碰撞后B球摆起的最大高度大于C球被拉起时的高度？这说明了什么？速度传递的想法正确吗？

问题5：碰撞中的不变量可能是哪个物理量？

实验探究：寻求碰撞中的不变量

问题：若上述实验存在**守恒量**的话，你觉得**守恒量**可能与哪些因素有关？

可能与球的**质量**和**速度**有关

猜想：1、两个物体碰撞前后动能之和不**变**，所以质量小的球速度大；

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$$

2、两个物体碰撞前后速度与质量的乘积之和可能是不变的；

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

3、也许还有…… $\frac{v_1}{m_1} + \frac{v_2}{m_2} = \frac{v_1'}{m_1} + \frac{v_2'}{m_2}$

实验探究：寻求碰撞中的不变量

实验验证

实验如图 1.1-2，两辆小车都放在滑轨上，用一辆运动的小车碰撞一辆静止的小车，碰撞后两辆小车粘在一起运动。小车的速度用滑轨上的光电计时器测量。下表中的数据是某次实验时采集的。

其中， m_1 是**运动**小车的质量， m_2 是**静止**小车的质量； v 是**运动**小车碰撞前的速度， v' 是碰撞后两辆小车的**共同速度**。

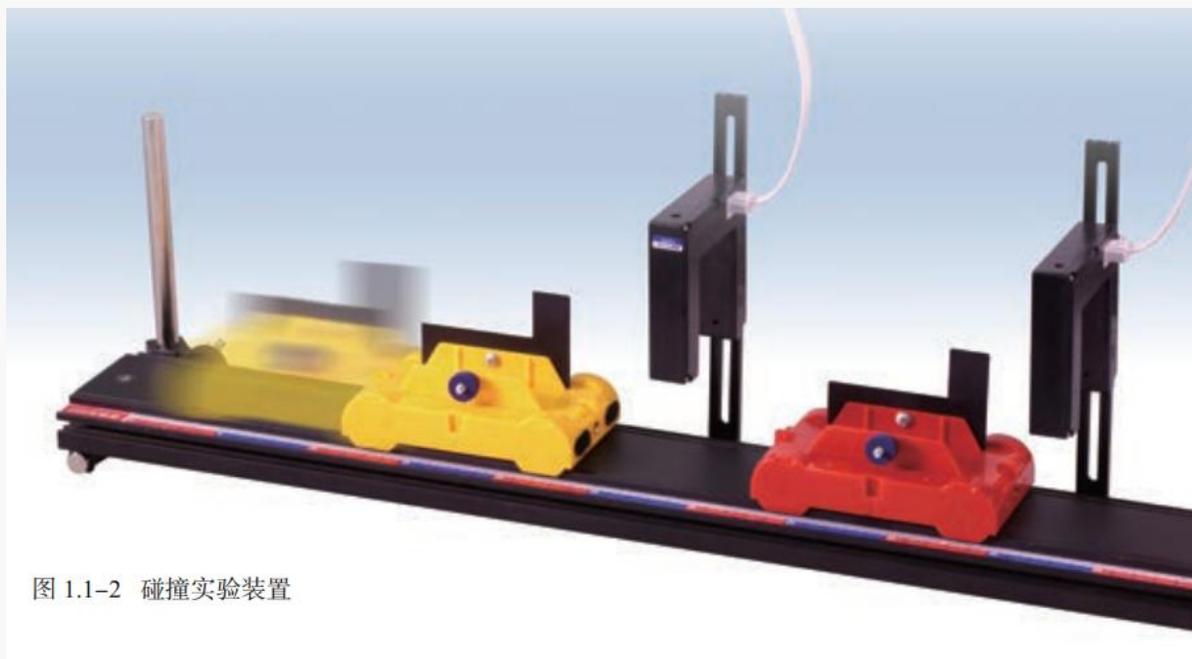


图 1.1-2 碰撞实验装置

分析数据

	m_1 / kg	m_2 / kg	$v / (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	$v' / (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
1	0.519 = 0.519		0.628	0.307
2	0.519 < 0.718		0.656	0.265
3	0.718 > 0.519		0.572	0.321

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 =$$

1	0.326
2	0.340
3	0.411

$$m_1 v_1' + m_2 v_2' =$$

1	0.319
2	0.328
3	0.397

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 =$$

1	0.205
2	0.223
3	0.235

$$m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2 =$$

1	0.098
2	0.087
3	0.127

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

1	1.210
2	1.264
3	0.797

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

1	1.183
2	0.880
3	1.066

从实验的数据可以看出，此实验中两辆小车碰撞前后，质量与速度的乘积之和基本不变。

一、动量

1. **定义**：在物理学中，把物体的**质量 m** 和**速度 v** 的乘积叫做物体的动量 p 。

2. **定义式**：

$$p = mv$$

3. **单位**：在国际单位制中，动量的单位是千克·米每秒（ $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$ ）

4. 对动量的理解

(1) **矢量性**：矢量，方向由速度方向决定，与该时刻的速度方向相同

(2) **瞬时性**：是状态量，与某一时刻相对应。**速度取瞬时速度。**

(3) **相对性**：与参考系的选择有关，一般以地球为参考系。**速度 v 为物体的对地速度。**

5. 动量变化的情况

速度发生变化：大小变化、方向改变或大小和方向都改变。

例. 关于动量, 下列说法中正确的是 (B)

A. 做匀速圆周运动的物体, 动量不变

B. 做匀变速直线运动的物体, 它的动量一定在改变

C. 物体的动量变化, 动能也一定变化

D. 甲物体的动量 $p_1=5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$, 乙物体的动量 $p_2=-10$

$\text{kg} \cdot \text{m/s}$, 所以 $p_1 > p_2$

例 (多选) 关于动量的概念, 下列说法正确的是(CD)

- A. 动量大的物体惯性一定大
- B. 动量大的物体运动一定快
- C. 动量相同的物体运动方向一定相同
- D. 动量相同的物体速度小的惯性大

解答以下几个小题，思考动量与动能的区别：

(1)质量为2kg的物体，速度由3m/s增大到6m/s，它的动量和动能各变为原来的几倍？

答：动量变为2倍，动能变为4倍

(2)质量为2kg的物体，速度由向东的3m/s变为向西的3m/s，它的动量和动能是否变化了？如果变化了，变化量各是多少？（向东为正）

答：动量变化 -12kg m/s ，动能不变

二、动量的变化量

1、某段运动过程（或时间间隔）末状态的动量 p' 跟初状态的动量 p 的矢量差，称为动量的变化（或动量的增量），即

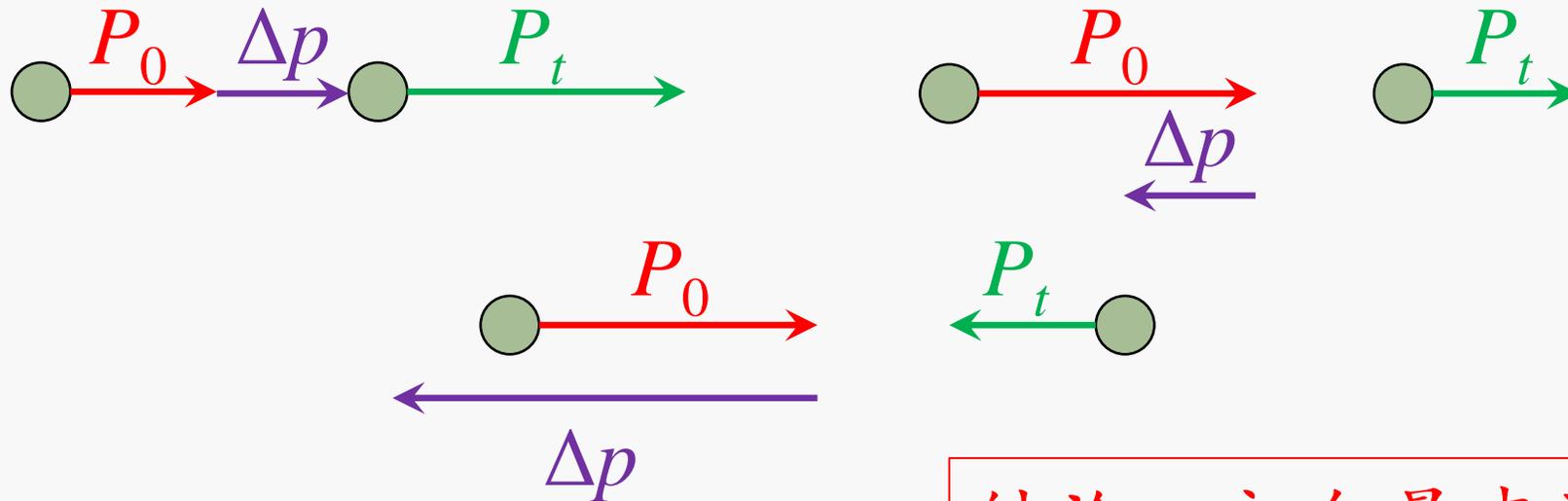
$$\Delta p = p' - p = mv_2 - mv_1 = m\Delta v$$

注：（1）是过程量，
（2）动量变化量 Δp 是矢量，方向与 Δv 方向相同。

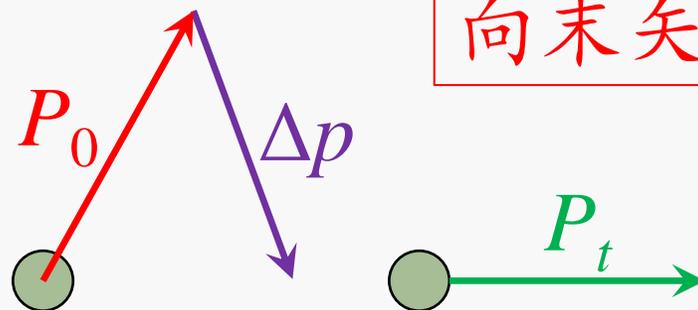
二. 动量变化量的方向

7. 动量的变化量: $\Delta p = P_t - P_0 = m\Delta v$

同一直线:



不同直线:



结论: 初矢量末端指向末矢量末端。

例1.一个质量是1kg的钢球，以6m/s的速度水平向右运动，碰到一个坚硬物后被弹回,沿着同一直线以6m/s的速度水平向左运动（如图），碰撞前后钢球的动量各是多少？碰撞前后钢球的动量变化了多少？动能变化了多少。

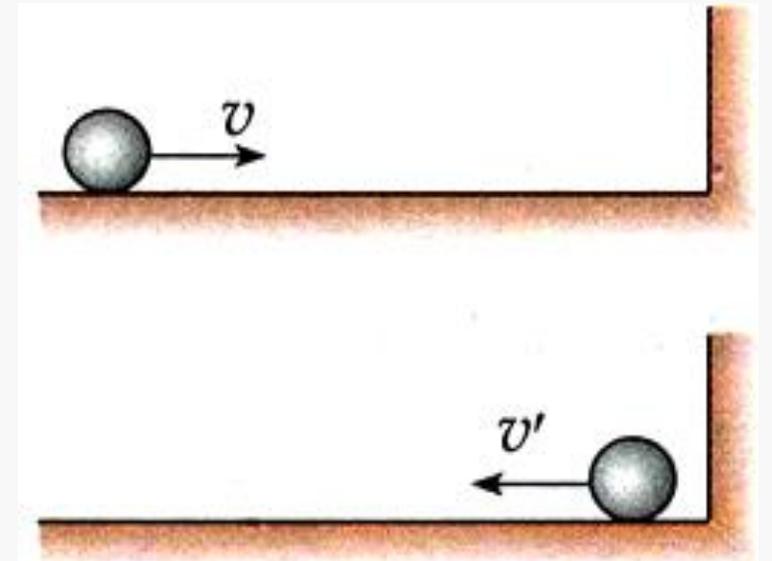
解：规定初速度方向为正方向

$$p_1 = mv_1 = 6\text{kgm/s}$$

$$p_2 = -mv_2 = -6\text{kgm/s}$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = -12\text{kgm/s}$$

Δp 方向水平向左 $\Delta E_K = 0$



例. (多选) 一物体的质量为10kg, 当其速率由3m/s变为4m/s时, 它的动量变化量 Δp 的大小可能的是 (ABC)

- A、10kg.m/s B、50kg.m/s
C、70kg.m/s D、90kg.m/s

例. (多选) 在任何相等的时间内, 物体动量变化量相等的运动是 (ACD)

- A. 竖直上抛运动 B. 匀速圆周运动
C. 自由落体运动 D. 平抛运动

(3) A物体质量为2kg, 速度是3m/s, 方向向东; B物体的质量是3kg, 速度是4m/s, 方向向西。它们的动量的矢量和是多少? 它们的动能之和是多少?
(向东为正)

答: 动量矢量和为 -6kg m/s , 动能之和为33J