

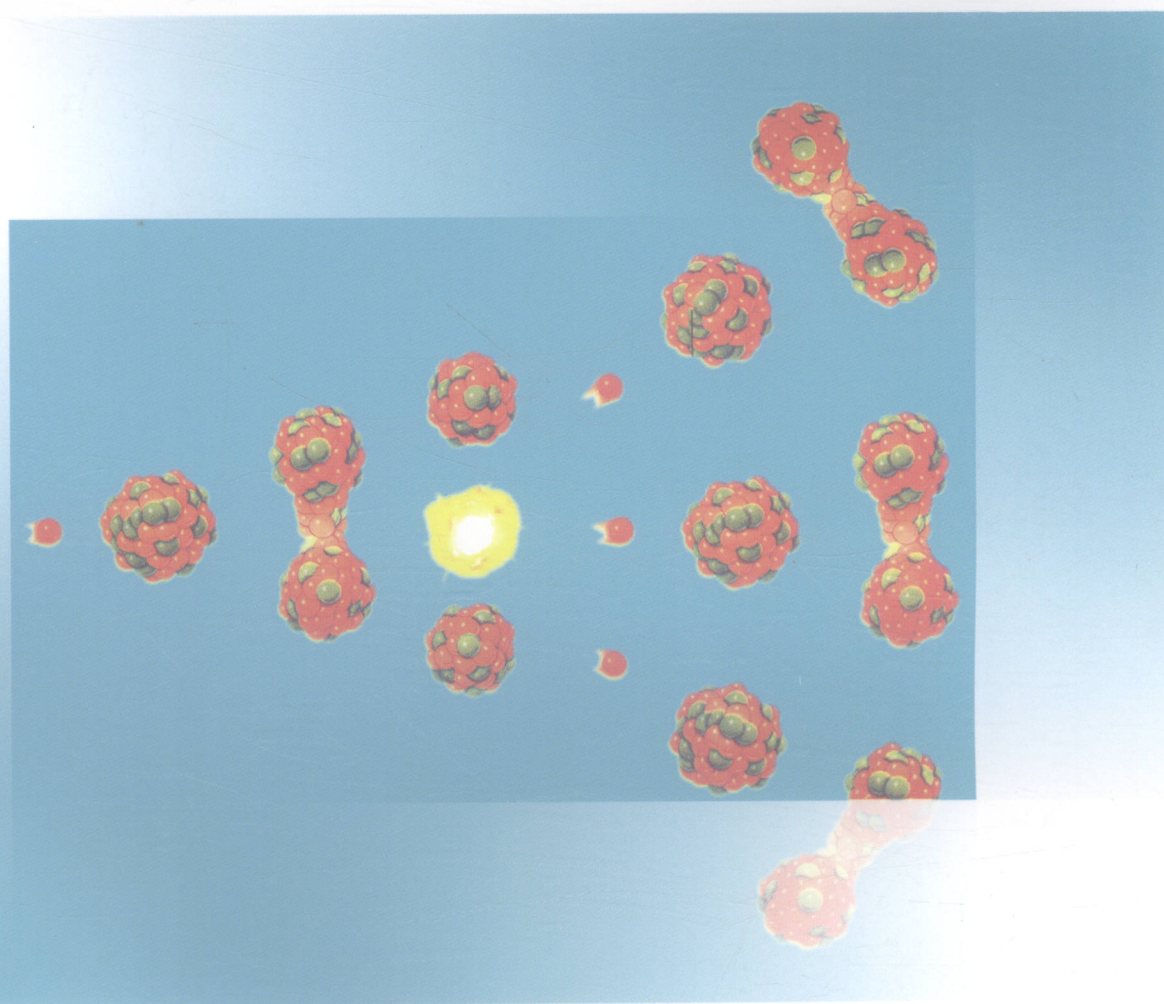
经全国中小学教材审定委员会 2005 年初审通过  
普通高中课程标准实验教科书

# 物理

WULI

选修

3-5



教育科学出版社

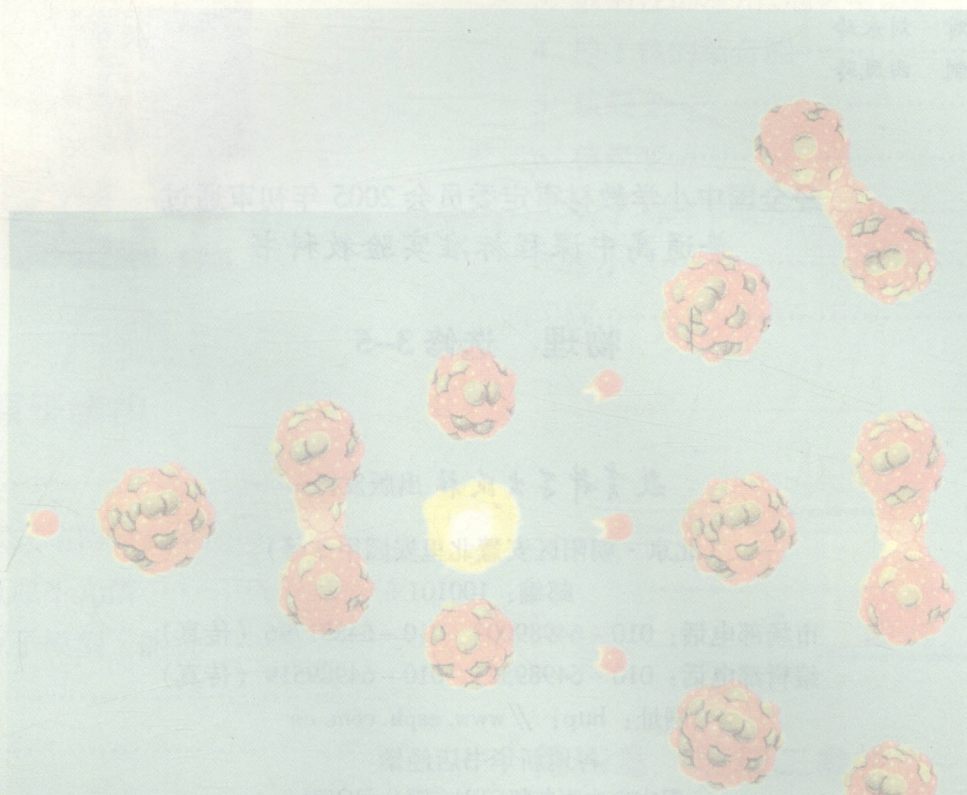
经全国中小学教材审定委员会2005年初审通过  
普通高中课程标准实验教科书

# 物理

WULI

选修

3-5



教育科学出版社  
· 北京 ·

主 编 陈熙谋 吴祖仁  
本册主编 管寿沧  
本册编者 李尚仁 刘 明 侯丽梅 黄千生 徐 辉  
李建雄

责任编辑 郑 军 莫永超  
封面设计 侯 威  
版式设计 侯 威  
责任校对 刘永玲  
责任印制 曲凤玲

经全国中小学教材审定委员会 2005 年初审通过  
普通高中课程标准实验教科书

## 物理 选修 3-5

教育出版社 出版发行

(北京·朝阳区安慧北里安园甲 9 号)

邮编: 100101

市场部电话: 010-64989009 010-64891796 (传真)

编辑部电话: 010-64989523 010-64989519 (传真)

网址: <http://www.esph.com.cn>

各地新华书店经销

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

开本: 890 毫米 × 1240 毫米 1/16 印张: 6

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

---

ISBN 7-5041-3357-4

定价: 7.15 元

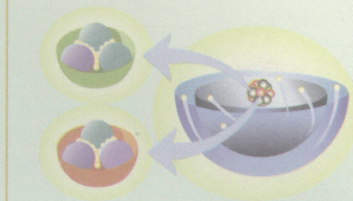
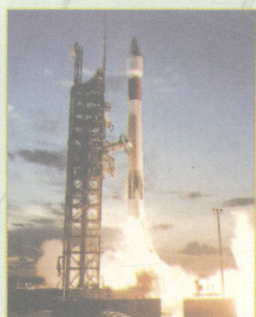
(如有印装质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换)



# 目录

## 第一章 碰撞与动量守恒

|              |    |
|--------------|----|
| 1. 碰撞        | 2  |
| 2. 动量        | 5  |
| 3. 动量守恒定律    | 10 |
| 4. 动量守恒定律的应用 | 15 |
| 本章小结         | 20 |
| 习题           | 21 |

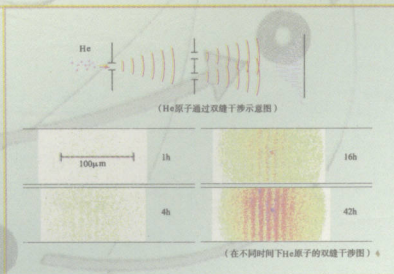


## 第三章 原子核

|                 |    |
|-----------------|----|
| 1. 原子核的组成与核力    | 40 |
| 2. 放射性 衰变       | 43 |
| 3. 放射性的应用、危害与防护 | 48 |
| 4. 原子核的结合能      | 52 |
| 5. 核裂变          | 56 |
| 6. 核聚变          | 61 |
| 7. 粒子物理学简介      | 65 |
| 本章小结            | 69 |
| 习题              | 70 |

## 第二章 原子结构

|               |    |
|---------------|----|
| 1. 电子         | 24 |
| 2. 原子的核式结构模型  | 26 |
| 3. 光谱 氢原子光谱   | 30 |
| 4. 玻尔的原子模型 能级 | 33 |
| 本章小结          | 37 |
| 习题            | 38 |



## 第四章 波粒二象性

|               |    |
|---------------|----|
| 1. 量子概念的诞生    | 72 |
| 2. 光电效应与光量子假说 | 75 |
| 3. 光的波粒二象性    | 79 |
| 4. 实物粒子的波粒二象性 | 82 |
| 5. 不确定关系      | 86 |
| 本章小结          | 91 |
| 习题            | 92 |

# 第一章 碰撞与动量守恒

- ◆ 碰撞
- ◆ 动量
- ◆ 动量守恒定律
- ◆ 动量守恒定律的应用

碰撞是物质世界里经常发生的现象. 研究碰撞要引入什么概念, 用什么样的方法, 在碰撞现象背后蕴藏着什么样的规律? 这一章将会给你一个答案.



# 1 碰撞

## ● 碰撞现象



### 观察思考

在日常生活中，常常会见到碰撞现象。

请同学们认真观察下面几幅图，从中归纳出有关碰撞现象的共同特点。



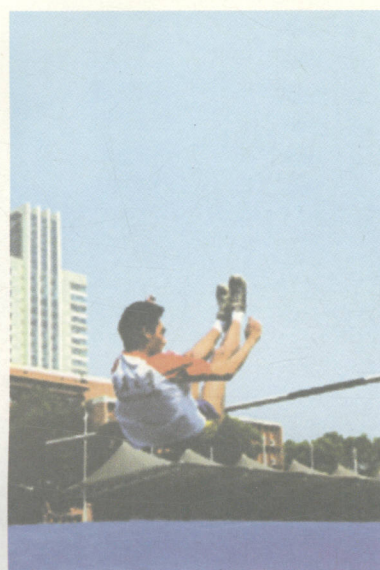
(a) 白球撞击花球



(b) 公路上两车相撞



(c) 棒击球的一刹那



(d) 跳高运动员落地

图 1-1-1

从上面的图中可以看出：做相对运动的两个（或几个）物体相遇而发生相互作用，在很短的时间内，它们的运动状态会发生显著变化，这一过程叫做**碰撞**（collision）。如敲击、中靶、坠地等都可以看作是碰撞。

## 碰撞中动能的变化

两个物体相碰,它们的运动状态和动能都将发生变化. 下面我们来探讨两滑块在碰撞过程中动能的变化情况,并对碰撞进行分类.

### 实验探究

图 1-1-2 是 Q - G5 型气垫导轨. 图 1-1-3 是置于气垫导轨上带有弹簧片的滑块. 图 1-1-4 是计时用的电子数字计时器. 图 1-1-5 是置于气垫导轨上的不带弹簧片的滑块及挡光条. 用上述器材探究滑块 1、2 之间发生碰撞后动能变化的情况.

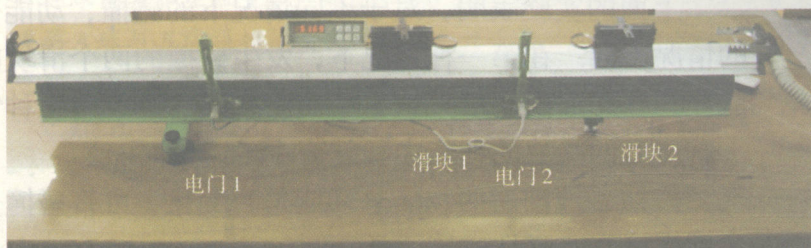


图 1-1-2 气垫导轨

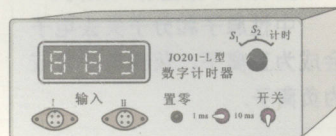


图 1-1-4 电子数字计时器

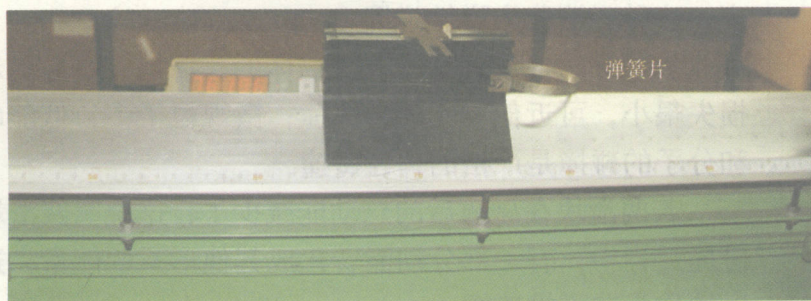


图 1-1-3 带弹簧片的滑块

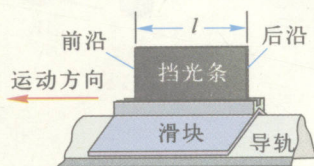


图 1-1-5 不带弹簧片的滑块

先用天平分别测出带弹簧片的两滑块 1、2 的质量  $m_1$ 、 $m_2$ , 然后用手推动滑块 1 使其获得初速度  $v_1$ , 与静止的滑块 2 相碰 (相碰时, 两弹簧片要正对), 测定碰撞前、后两滑块的速度大小, 算出相关数据, 填入表 1-1-1 中. 再换用不带弹簧片的两滑块按照上面的步骤进行实验, 并记录实验数据.

将两滑块不带弹簧片的一端分别涂上橡皮泥, 用天平分别测出滑块 1、2 的质量; 使涂有橡皮泥的两端正对, 让滑块 1 与滑块 2 相碰, 测算出相关数据, 并填入表中.

表 1-1-1 碰撞前、后动能的计算

| 次数 | 滑块质量  |       | 碰 前   |       |          |          |                         | 碰 后    |        |           |           |                            | 动能改变量                     |
|----|-------|-------|-------|-------|----------|----------|-------------------------|--------|--------|-----------|-----------|----------------------------|---------------------------|
|    |       |       | 速度    |       | 动能       |          | 动能之和                    | 速度     |        | 动能        |           | 动能之和                       |                           |
|    | $m_1$ | $m_2$ | $v_1$ | $v_2$ | $E_{k1}$ | $E_{k2}$ | $E_k = E_{k1} + E_{k2}$ | $v_1'$ | $v_2'$ | $E_{k1}'$ | $E_{k2}'$ | $E_k' = E_{k1}' + E_{k2}'$ | $\Delta E_k = E_k' - E_k$ |
| 1  |       |       |       |       |          |          |                         |        |        |           |           |                            |                           |
| 2  |       |       |       |       |          |          |                         |        |        |           |           |                            |                           |
| 3  |       |       |       |       |          |          |                         |        |        |           |           |                            |                           |

## 碰撞的分类

### 方法论提示

带有电荷的原子、分子、原子集团或分子集团都叫做离子。

中性原子和分子失去电子会成为正离子，获得电子会成为负离子。

上面的实验表明，对于不同情况下的碰撞，动能变化的情况不同。在第一种情况下，发生碰撞的两个滑块的动能之和在碰撞前、后大致不变，而在第二种、第三种情况下，碰后两滑块的动能之和就变小了。

按照碰撞前后两物体总动能是否变化，可将碰撞分为弹性碰撞和非弹性碰撞两类。

上述第一种实验情况中，碰撞前后两滑块的总动能不变，这种碰撞称为**弹性碰撞**（elastic collision）。

如象牙、优质钢球等宏观物体的碰撞，碰撞后的动能损失很小，可近似看作弹性碰撞；微观粒子中，低能电子和分子的碰撞是严格的弹性碰撞。

若两滑块在碰撞后的总动能减少了，这说明两滑块在碰撞过程中，有一部分动能转化成其他形式的能量，这种碰撞称为**非弹性碰撞**（inelastic collision）。

在非弹性碰撞中，如果两物体碰后粘在一起，以相同的速度运动，物理学上把这种碰撞称为**完全非弹性碰撞**（perfect inelastic collision）。完全非弹性碰撞是非弹性碰撞中的特例。这种碰撞在现实生活中的实例很多，如子弹射入木块没有穿出，子弹和木块一起运动；在长木板上滑动的木块，带动长木板以相同的速度一起运动；在微观世界中，正、负离子碰撞后共同组成分子的现象也属于完全非弹性碰撞。

## 练习与评价

1. 碰撞现象有哪些特征?
2. 碰撞是如何进行分类的? 分哪几类?
3. 你在碰撞实验中, 遇到了哪些问题, 是如何解决的? 你对此实验有什么好的建议?
4. 举出你在生活中见到的实际例子来说明碰撞的几种类型.

## 发展空间

## 实验室

用两个质量、大小均相同的钢球A、B, 分别吊在两根细绳上, 静止时恰好挨在一起, 现将A球向左拉至位置P, 如图1-1-6(a)所示, 然后无初速度地放开A球, 如图(b)所示, 观察A球与B球碰撞的情况. B球上升[图(c)], 下落[图(d)], 再撞击A球[图(e)], 观察A球上升的高度. 再用材料不同而大小相同的均匀球相碰进行观察, 思考下面的问题:

1. A球与B球在碰后的瞬间, 两球的运动状态如何?
2. B球右摆的最大角度与A球开始下摆时的角度相等吗?
3. B球再与A球碰后, B球与A球运动状态如何变化?

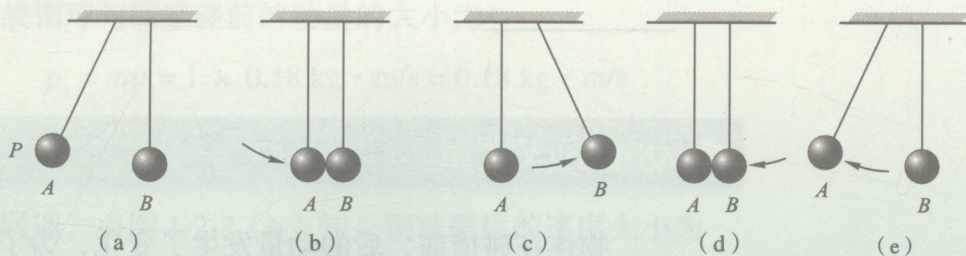


图 1-1-6 两球的碰撞

## 2 动 量

## ● 动量的概念

两物体的碰撞, 作用时间短, 相互间的作用力情况复杂. 若直接用牛顿运动定律来研究碰撞问题, 找出物体在碰撞过程中的受力情况与运动状态变化之间的关系, 是很

困难的. 能否找出一个合适的物理量来研究碰撞问题, 并找出碰撞现象中遵循的规律呢? 实验和理论都表明, 确实存在着这样一个物理量, 这个物理量就是动量. 在力学中, 把物体的质量 ( $m$ ) 和速度 ( $v$ ) 的乘积定义为该物体的动量 (momentum). 用符号  $p$  表示, 即

$$p = mv \quad (1-1)$$

在国际单位制中, 动量的单位为  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ . 动量是矢量, 它的方向就是运动物体的速度方向. 由于速度反映物体的运动状态, 所以动量也是状态量.



### 活动

在水平面上有甲、乙两滑块, 其质量分别为  $m_1 = 10.0 \text{ kg}$  和  $m_2 = 20.0 \text{ kg}$ , 且沿同一直线运动. 若以甲运动的方向为正方向建立  $x$  坐标, 则甲的速度  $v_1 = 10.0 \text{ m/s}$ , 乙的速度  $v_2 = -5.0 \text{ m/s}$ .

- (1) 滑块甲的动量大小是\_\_\_\_\_, 方向是\_\_\_\_\_;
- (2) 滑块乙的动量大小是\_\_\_\_\_, 方向是\_\_\_\_\_.

### ● 动量的改变量

物体在碰撞前、后的动量发生了变化, 为了寻找物体在碰撞过程中的规律, 我们除了要计算动量外, 还要计算物体在碰撞前后动量的改变量.

物体碰后的动量减去碰前的动量, 就称为动量的改变量 (也称为动量的增量), 即

$$\Delta p = p' - p \quad (1-2)$$

其中,  $p'$  为碰后的动量,  $p$  为碰前的动量,  $\Delta p$  为两个动量的矢量差, 下面我们来计算物体在碰撞前、后动量的改变量.

**【例题1】**如图1-2-1所示, 质量为  $1 \text{ kg}$  的钢球以速度  $v_1$  沿光滑水平面向右运动, 碰到固定墙壁以后, 测得钢球沿同一直线以速度  $v_2$  向左运动. 钢球与墙壁碰撞前、后的运动状态用闪光相机拍摄的照片分别如图1-2-2(a)、(b)所

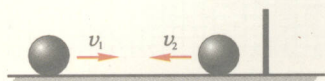


图 1-2-1 球与墙相撞

示, 已知该相机的闪光频率为 10 Hz, 试用实验所测得的数据确定钢球与墙壁碰撞前后动量的大小和方向.

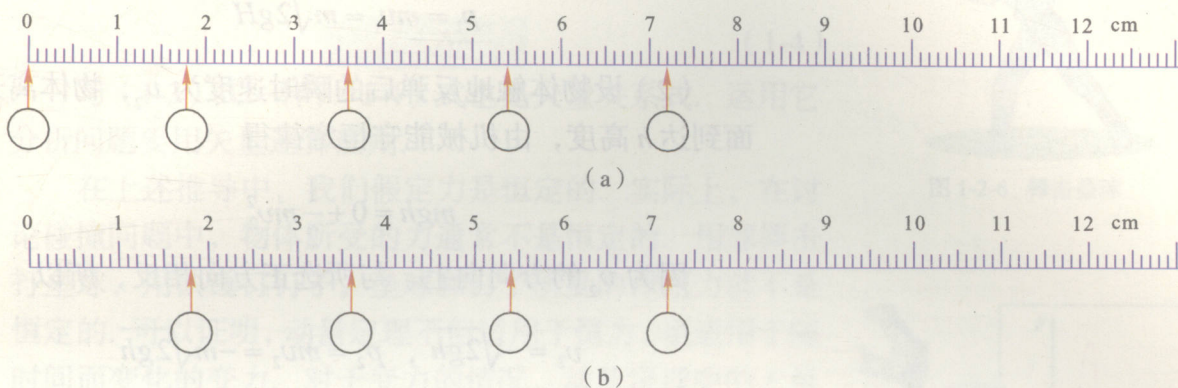


图 1-2-2

【解析】钢球在碰前的动量大小由钢球的质量  $m$  和钢球的速度  $v_1$  的大小所决定. 建立一维坐标, 选取向右的方向为坐标  $x$  正方向.

由图 1-2-2 (a) 知, 钢球与墙壁碰前的运动是匀速运动, 由于拍照周期  $T = 0.1 \text{ s}$ , 碰前速度大小为

$$v_1 = \frac{s}{T} = \frac{1.8 \times 10^{-2} \text{ m}}{0.1 \text{ s}} = 0.18 \text{ m/s}$$

故钢球与墙壁碰前的动量的大小为

$$p_1 = mv_1 = 1 \times 0.18 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 0.18 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

动量的方向由钢球碰前速度  $v_1$  决定, 钢球碰前动量方向向右.

同理, 由图 1-2-2 (b) 知, 钢球碰后的速度大小为

$$v_2 = \frac{s'}{T} = \frac{-1.8 \times 10^{-2} \text{ m}}{0.1 \text{ s}} = -0.18 \text{ m/s}$$

故钢球与墙壁碰后的动量的大小为

$$p_2 = mv_2 = 1 \times (-0.18) \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -0.18 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

其中, 负号表示动量的方向与规定的坐标正方向相反.

【例题 2】如图 1-2-4 所示, 质量为 2 kg 的小球, 可视为质点, 从高  $H$  处自由落下, 触地后立即反弹, 测得反弹的最大高度为  $h$ . 不计空气阻力. 求: (1) 小球触地前的动量; (2) 触地反弹前后小球动量的改变量.

【解析】(1) 设物体落地前瞬时速度为  $v_1$ , 取向下的方向为正方向, 并取地面为重力势能的零点. 由机械能守恒定律知

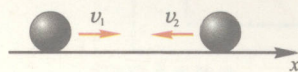


图 1-2-3 建立坐标计算钢球的动量

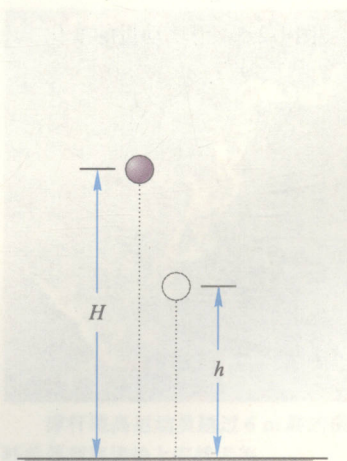


图 1-2-4 小球触地后反弹

$$mgH = \frac{1}{2}mv_1^2 + 0, v_1 = \sqrt{2gH}$$

$$p_1 = mv_1 = m\sqrt{2gH}$$

(2) 设物体触地反弹后的瞬时速度为  $v_2$ , 物体离开地面到达  $h$  高度, 由机械能守恒定律得

$$mgh = 0 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

因为  $v_2$  的方向向上, 与所选正方向相反, 所以

$$v_2 = -\sqrt{2gh}, p_2 = mv_2 = -m\sqrt{2gh}$$

物体动量的改变量

$$\Delta p = p_2 - p_1 = -m\sqrt{2gh} - m\sqrt{2gH} = -m(\sqrt{2gh} + \sqrt{2gH})$$

不难发现, 例题1中钢球动量的改变是因为钢球受到了墙壁给予的向左的作用力; 例题2中物体的动量发生了改变, 是因为物体受到了地面给予的向上的作用力. 总之, 外力是使物体动量发生改变的原因.

## ● 动量定理

具有一定动量的物体, 在外力(恒力)的作用下, 动量会发生变化, 其动量的变化跟所受合力有什么关系呢? 我们可以用牛顿运动定律来进行分析.

设一个质量为  $m$  的物体, 初速度为  $v$ , 初动量为  $p = mv$ , 在合力  $F$  的作用下, 经过一段时间  $t$  后, 速度变为  $v'$ , 末动量为  $p' = mv'$  (图1-2-5). 在这一过程中, 物体的加速度

$$a = \frac{v' - v}{t}, \text{ 由牛顿第二定律可得}$$

$$F = ma = \frac{mv' - mv}{t}$$

或

$$Ft = mv' - mv$$

即

$$Ft = p' - p \quad (1-3)$$

上式说明, 如果我们考察一个物体运动过程的始末, 那么在这一过程中物体所受合力与作用时间的乘积等于物体的动量变化, 这个结论叫做动量定理 (theorem of momentum).

物理学中把力与力的作用时间的乘积叫做力的冲量

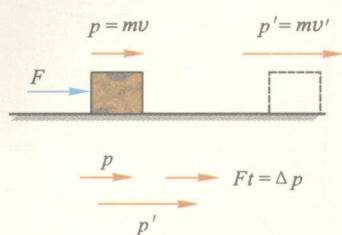


图 1-2-5 滑块动量的变化

(impulse). 如果用  $I$  代表冲量, 用  $\Delta p$  表示过程始末动量的改变量, 那么动量定理也可以写作

$$I = \Delta p \quad (1-4)$$

与 (1-3) 式一样, (1-4) 式也是矢量关系式. 运用它分析问题要用矢量运算法则.

在上述推导中, 我们假定力是恒定的. 实际上, 在讨论碰撞问题中, 物体所受的力通常不是恒定的. 用球棒击打垒球, 用铁锤钉钉子, 垒球和钉子所受的作用力就不是恒定的. 可以证明, 动量定理不但适用于恒力, 也适用于随时间而变化的变力. 对于变力的情况, 动量定理中的  $F$  可理解为变力在作用时间内的平均值  $\bar{F}$ .

【例题】一个质量为  $0.18 \text{ kg}$  的垒球, 以  $25 \text{ m/s}$  的水平速度飞向球棒, 被球棒击打后, 反向水平飞回, 速度的大小变为  $45 \text{ m/s}$  (图 1-2-6). 设球棒与垒球的作用时间为  $0.01 \text{ s}$ , 球棒对垒球的平均作用力有多大?

【分析】球棒对垒球的作用力是变力, 力的作用时间很短. 在这么短的时间内, 力的大小先是急剧地增大, 然后又急剧地减小为零, 示意如图 1-2-7. 在冲击、碰撞这一类问题中, 相互作用的时间很短, 相互作用力属于变力. 动量定理适用于变力, 因此, 可以用动量定理求解.

由题中所给的量可以算出垒球的初动量和末动量, 再由动量定理即可求出垒球所受的平均作用力.

【解】选取垒球飞向球棒时的方向为坐标正方向. 垒球的初动量为

$$p = mv = 0.18 \times 25 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 4.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

垒球的末动量为

$$p' = mv' = -0.18 \times 45 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -8.1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

由动量定理可得垒球所受的平均作用力为

$$F = \frac{p' - p}{t} = \frac{-8.1 - 4.5}{0.01} \text{ N} = -1260 \text{ N}$$

所以, 垒球所受平均作用力的大小为  $1260 \text{ N}$ , 负号表示力的方向与所选定的坐标正方向相反, 即力的方向与垒球飞回的方向相同.

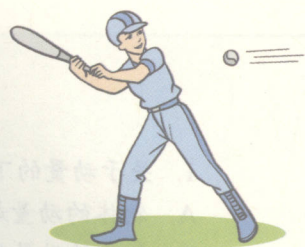
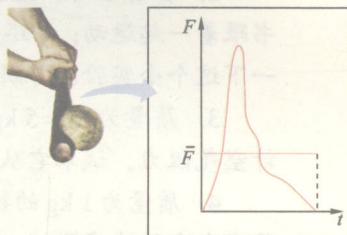


图 1-2-6 棒击垒球



$F$  可用  $\bar{F}$  来替代.

图 1-2-7



鸡蛋从  $1 \text{ m}$  多高的地方落到一块泡沫塑料上, 不会摔破.

(a)



撑杆跳高运动员越过  $6 \text{ m}$  高的横杆后落到海绵垫上安然无恙.

(b)

图 1-2-8

## 讨论交流

请用动量定理解释图 1-2-8 中的现象.

## 练习与评价

- 关于动量的下列说法中，正确的是 ( )
  - 物体的动量越大，其速度一定越大
  - 物体的动量越小，其质量一定越小
  - 物体的动量越大，其惯性一定越大
  - 动量的方向一定是沿物体运动的方向
- 在自己的课桌上，把一张纸压在一本厚书的下面，用一水平力缓缓拉动这张纸，厚书跟着一起运动；若迅速拉动这张纸，纸常会从厚书下面抽出，而厚书并不发生运动。请做一下这个小实验，并解释这种现象。
- 质量为  $m = 5 \text{ kg}$  的物体，在距水平地面高为  $h = 20 \text{ m}$  处，以某一速度水平抛出，不计空气阻力，试求它从抛出到落地，动量变化的大小和方向 (取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )。
- 质量为  $1 \text{ kg}$  的铁锤以大小为  $10 \text{ m/s}$ ，方向竖直向下的速度打在铁砧上，又以  $5 \text{ m/s}$  的竖直向上的速度弹回，铁砧与锤的相互作用时间为  $0.02 \text{ s}$ ，求打击时锤对铁砧的平均作用力。

## 发展空间

## 实验室

## 科技竞赛活动

- 【课题】高空落鸡蛋。
- 【要求】参赛选手可用任何材料与方式来包裹鸡蛋，让包好的鸡蛋从同一高度自由下落到水泥地面，要保证鸡蛋不破。鸡蛋破碎的选手不予评奖。
- 【评奖】以参赛选手所用材料的轻重来评奖：所用材料最轻者为第一名。

# 3 动量守恒定律

## ● 系统的动量

在物理学中，有时要把相互作用的两个或多个物体作为一个整体来研究，这个整体叫做系统，如图 1-1-2 中的两

个滑块就可以组成一个系统。

在一个系统中,把各个物体的动量(矢量)都相加,相加后的动量(矢量和)称作系统的动量。大家知道,两个物体发生碰撞后,每个物体的动量都会发生变化,那么系统的动量变不变呢?

法国生物学家莫诺说:“在具有无限差别的一个个现象中,科学只能去寻找其中不变的东西。”物理学在研究一类现象时,它的一种分析方法就是探索各个变化量中的不变量。用这种方法研究碰撞是一个典型的例子。



### 活动

根据第1节滑块碰撞的实验数据,计算动量与动量的改变量,完成下表。

表 1-3-1 碰撞前、后动量的计算

| 次数 | 滑块质量  |       | 碰 前   |       |                 | 碰 后    |        |                    | 系统动量改变量<br>$\Delta p = p' - p$ |
|----|-------|-------|-------|-------|-----------------|--------|--------|--------------------|--------------------------------|
|    |       |       | 动量    |       | 动量之和            | 动量     |        | 动量之和               |                                |
|    | $m_1$ | $m_2$ | $p_1$ | $p_2$ | $p = p_1 + p_2$ | $p'_1$ | $p'_2$ | $p' = p'_1 + p'_2$ |                                |
| 1  |       |       |       |       |                 |        |        |                    |                                |
| 2  |       |       |       |       |                 |        |        |                    |                                |
| 3  |       |       |       |       |                 |        |        |                    |                                |

通过计算,在三种类型的碰撞中,系统动量的改变量是\_\_\_\_\_。

## ● 动量守恒定律

通过上面的活动我们可以看出,无论是何种形式的碰撞,在碰撞前后系统的动量是不变的。为了寻找碰撞前后系统动量不变的原因,我们分析一下上述系统的受力情况:两个滑块在碰撞过程中,除了两滑块之间的相互作用力(系统的内力)外,还受到来自系统外部的作用力(系统的外力)。而在上面的活动中,系统中每个滑块受到的外力只有重力和桌面提供的支持力,它们彼此平衡,因此两滑块组成的系统所受的合外力为零。这就是在碰撞前后系统动量不变的原因。理论研究和全部已知的客观事实都证明:系统所受的合外力为零,是系统碰撞前后总动量不变的条件。

如果一个系统不受外力或所受合外力为零,无论这一

系统的内部进行了何种形式的碰撞，这个系统的总动量保持不变，这就是**动量守恒定律** (law of conservation of momentum)。

对于在一条直线上运动的两个物体组成的系统，动量守恒定律的一般表达式为

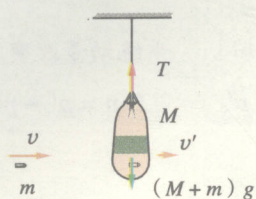
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (1-5)$$

式中的  $m_1$ 、 $m_2$  分别为两个物体的质量， $v_1$  和  $v_2$  分别为它们在碰前的速度， $v_1'$ 、 $v_2'$  分别为它们碰后的速度；等式左边是两物体碰前的总动量，等式右边是它们碰后的总动量。

如果系统内相互作用的物体不只是两个，而是三个或者多个，同样也可证明当系统不受外力或所受的合外力为零时，系统的总动量是守恒的。

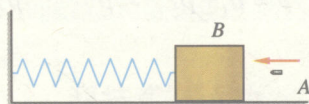
## 讨论交流

讨论在下述情况中系统的动量是否守恒，为什么？



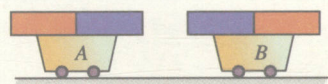
子弹与沙袋构成的系统。子弹打入沙袋后与沙袋一起向前运动。

(a)



子弹、木块与弹簧构成的系统。子弹打入木块后，压缩弹簧至最短的运动过程。

(b)



两块磁铁放在两个小车上，构成一个系统。两小车在光滑的水平桌面上相对运动，没有碰上就分开了。

(c)

图 1-3-1

## ● 动量守恒定律的普遍意义



### 理性探究

图 1-3-2 是两球碰撞的全过程，碰撞前后两球都做匀速直线运动，碰撞过程中的相互作用力是  $F_{21}$  (球 2 对球 1 的平均作用力) 和  $F_{12}$  (球 1 对球 2 的平均作用力)。试用牛顿运动定律找出碰撞前后系统动量的关系，并考虑由此可以得出什么样的结论。

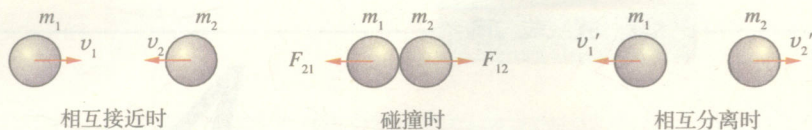


图 1-3-2

上面的探究是从牛顿运动定律导出了动量守恒定律. 随着物理学的发展, 人们认识到动量守恒定律具有更大的普遍性, 它比牛顿运动定律适用的范围要广得多. 无论在微观、宏观或高速领域, 无论是何种形式的相互作用力, 只要系统所受的合外力为零, 动量守恒定律都是适用的. 动量守恒定律是自然界中最普遍、最基本的定律之一.

### 练习与评价

1. 两个原来静止在水平面上的小车, 质量分别是  $0.5\text{ kg}$  和  $0.2\text{ kg}$ . 车之间由被压缩的弹簧相连, 在弹力作用下两车分开, 质量较大的小车以  $0.8\text{ m/s}$  的速度向右运动, 求较轻的小车的速度.

2. 在气垫导轨上, 一个质量为  $600\text{ g}$  的滑块以  $15\text{ cm/s}$  的速度赶上另一个质量为  $400\text{ g}$ , 速度为  $10\text{ cm/s}$  的滑块而发生碰撞, 碰撞后两个滑块粘在一起, 求两个滑块碰撞后共同的速度.

3. 在光滑的水平桌面上有一辆平板车, 一个木块贴着平板车的上表面, 以水平速度  $v$  被抛到平板车上, 最后木块和平板车以共同的速度  $v'$  运动 (图 1-3-3). 木块抛上平板车前后, 木块和平板车的总动量守恒吗? 为什么?

4. 在光滑的水平桌面上有两个小球  $A$  和  $B$ , 它们的质量分别是  $m_A = 2\text{ kg}$  和  $m_B = 4\text{ kg}$ , 回答以下问题:

(1) 如果小球  $A$  和  $B$  沿同一直线向同一方向运动 [图 1-3-4 (a)], 速率分别是  $v_A = 5\text{ m/s}$  和  $v_B = 2\text{ m/s}$ , 它们碰撞前的总动量是多大? 方向如何?

(2) 如果小球  $A$  和  $B$  沿同一直线相向运动 [图 1-3-4 (b)], 速率仍分别是  $v_A = 5\text{ m/s}$  和  $v_B = 2\text{ m/s}$ . 它们碰撞前的总动量又是多大? 方向如何?

(3) 在以上两问中, 假如无法知道小球  $A$  和  $B$  碰撞后速度的大小和方向, 你能确定碰撞后总动量的大小和方向吗? 根据什么来确定?

(4) 如果碰撞前两球沿同一直线相向运动的速率分别是  $v_A = 6\text{ m/s}$  和  $v_B = 3\text{ m/s}$ , 碰撞后两个小球的动量大小有什么关系? 动量方向有什么关系? 为什么?

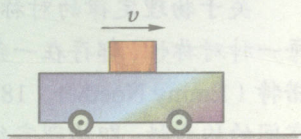


图 1-3-3

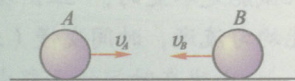
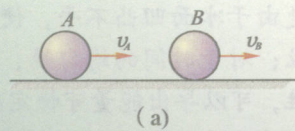


图 1-3-4