

司南

中学物理教材编写组

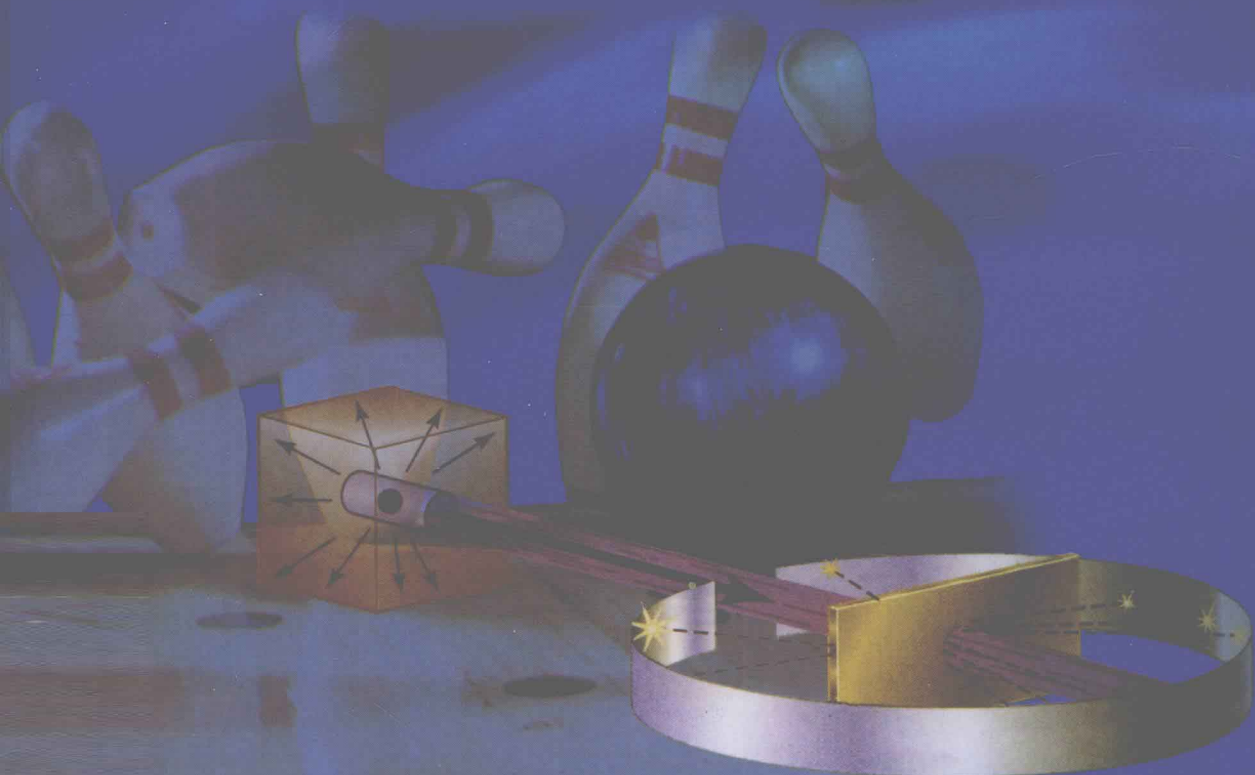
经全国中小学教材审定
委员会 2005 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

物理

PHYSICS

(选修 3—5)



主 编 廖伯琴
副 主 编 胡炳元 赵保钢
主要执笔人 杨燕鸣 陈运保 廖元锡 陈庆朋 陈鲁文 王新春
统 稿 廖伯琴 赵保钢 高 山
全书定稿 廖伯琴

责任编辑 孟爱平

封面设计 史速建 董小眉

普通高中课程标准实验教科书

物 理

(选修3-5)

中学物理教材编写组

出版者：山东科学技术出版社

地址：济南市玉函路16号

邮编：250002 电话：(0531)82098088

网址：www.lkj.com.cn

电子邮件：sdkj@sdpress.com.cn

发行者：山东省新华书店

地址：济南市万寿路19号

邮编：250001 电话：(0531)82797666

印刷者：山东新华印刷厂临沂厂

地址：山东省临沂市高新技术产业开发区工业北路东段

邮编：276017 电话：(0539)2925659

开本：880mm × 1230mm 1/16

印张：7.25

字数：160千字

版次：2006年8月第1版第3次印刷

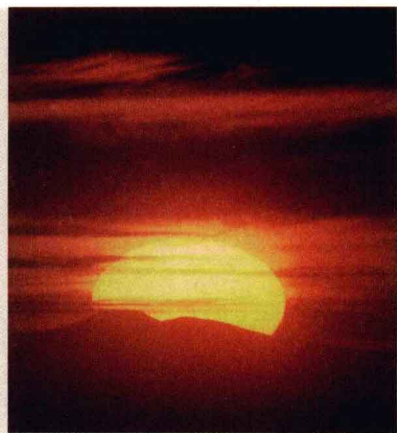
ISBN 7-5331-4254-3

G·419

定价：8.21元

目录

MULU



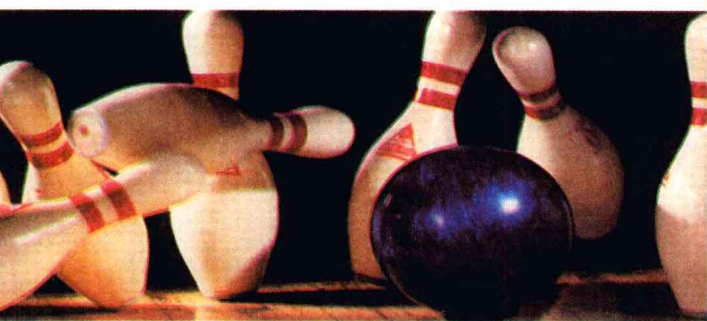
第1章 动量守恒研究

导 入 从天体到微粒的碰撞	2
第1节 动量定理	3
第2节 动量守恒定律	9
第3节 科学探究——一维弹性碰撞	17

第2章 原子结构

导 入 从一幅图片说起	22
第1节 电子的发现与汤姆孙模型	23
第2节 原子的核式结构模型	28
第3节 玻尔的原子模型	32
第4节 氢原子光谱与能级结构	37

专题探究 动量与原子的实验与调研	41
------------------	----



第3章 原子核与放射性

导 入 打开原子核物理的大门	44
第1节 原子核结构	45
第2节 原子核衰变及半衰期	49
第3节 放射性的应用与防护	55

第4章 核 能

导 入 熟悉而又陌生的核能	61
第1节 核力与核能	62
第2节 核裂变	66
第3节 核聚变	71
第4节 核能的利用与环境保护	75

专题探究 原子核和核能利用的实验与调研	79
---------------------	----

第5章 波与粒子

导 入 奇异的微观世界	82
第1节 光电效应	83
第2节 康普顿效应	90
第3节 实物粒子的波粒二象性	93
第4节 “基本粒子”与恒星演化	99

专题探究 波粒二象性的实验与调研	105
------------------	-----

高中物理选修 3-5

第 1 章

动量守恒研究

- 导 入 从天体到微粒的碰撞
- 第 1 节 动量定理
- 第 2 节 动量守恒定律
- 第 3 节 科学探究——一维弹性碰撞



导入

从天体到微粒的碰撞

1994年7月，“舒梅克—列维”9号彗星的碎片与木星发生了猛烈碰撞。碰撞产生的爆炸相当于成千上万颗原子弹爆炸的威力，在木星上留下的“伤痕”几乎达到地球的大小。这次宇宙天体间的碰撞震撼了地球人。

天体间的碰撞惊心动魄。相比之下，微观粒子间的碰撞多数情况下显得悄无声息。图1-2中的分叉是 α 粒子与氮原子核碰撞的径迹。人们正是通过对这种微观粒子碰撞的研究，发现了质子、中子和中微子等基本粒子，使我们对微观世界的认识不断深入。



图1-1 “舒梅克—列维”9号彗星碎片与木星发生猛烈碰撞

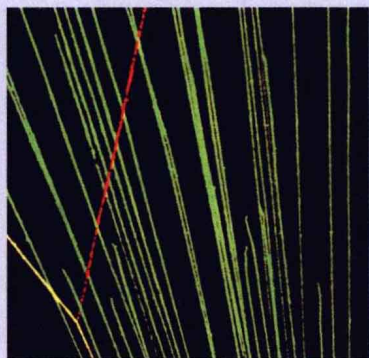


图1-2 α 粒子与氮原子核碰撞的径迹

自然界的碰撞随处可见。大至宇宙天体，小至我们周围的物体，乃至微观粒子，都在频繁地发生着碰撞。碰撞有什么规律呢？天体的碰撞、我们身边物体的碰撞以及微观粒子的碰撞是否相同？本章我们将探讨这些问题。

本章要求

- 通过实验，理解动量和动量守恒定律。能用动量守恒定律定量分析一维碰撞问题。知道动量守恒定律的普遍意义。
- 通过物理学中的守恒定律，体会自然界的和谐与统一。
- 探究物体弹性碰撞的一些特点。知道弹性碰撞和非弹性碰撞。

第1节

动量定理

1. 动量

实践经验告诉我们,当大卡车与轿车以相同的速度行驶时,大卡车比轿车停下来更困难。同样,质量相同的两辆汽车以不同的速度行驶时,速度大的汽车比速度小的汽车停下来更困难(图1-3)。物理学中用动量描述这一运动特性。**动量**(momentum)等于运动物体的质量和速度的乘积,通常用符号 p 表示

$$p = mv$$

在国际单位制中,质量 m 的单位是 kg ,速度 v 的单位是 m/s ,动量的单位是 $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 。动量是矢量,它的方向与物体运动速度的方向相同。

设运动物体的质量 m 不改变,物体的运动速度由 v_1 变化为 v_2 ,该物体动量的变化量为

$$\Delta p = mv_2 - mv_1$$

下面我们通过例题进一步认识物体的动量和动量的变化量。

例题

一个质量 50 g 的网球以 30 m/s 的速率水平向右飞行,又以 30 m/s 的速率被水平打回(图1-4)。试求:

- (1) 打回前球的动量;
- (2) 打回后球的动量;
- (3) 该球打回前后动量的变化量。

解 网球被打回前后的运动都在水平方向,选取水平向右的方向为正方向。

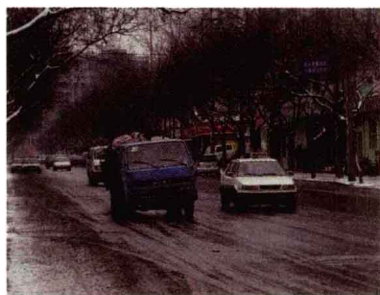


图1-3 汽车的质量和速度都会影响刹车效果

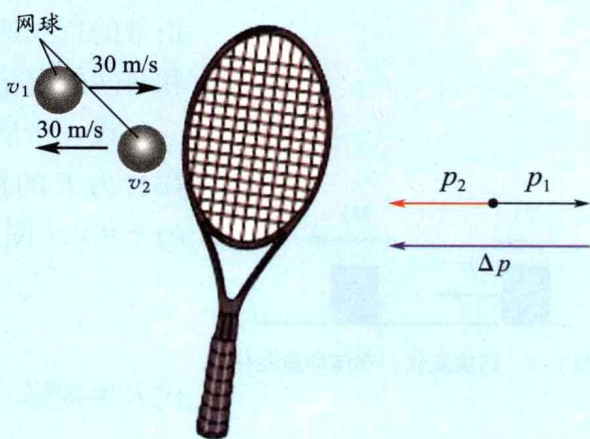


图1-4 击打网球

(1) 打回前球的动量

$$p_1 = mv_1 = 0.05 \times 30 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 1.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

动量的方向与正方向相同, 水平向右。

(2) 打回后球的动量

$$p_2 = mv_2 = -0.05 \times 30 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -1.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

负号表示动量的方向与正方向相反, 水平向左。

(3) 打回前后动量的变化量

$$\Delta p = p_2 - p_1 = (-1.5 - 1.5) \text{ kg} \cdot \text{m/s} = -3.0 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Δp 为负值, 表示其方向与规定的正方向相反, 即打回前后动量变化量的方向水平向左。

2. 动量定理

由以上例题可知, 网球运动员击球时, 球拍的作用力使网球的动量发生了变化。在生活中, 使物体动量发生变化的现象随处可见。例如, 当我们挥动锤子敲击钉子时(图1-5), 锤子对钉子的作用力使钉子进入木板, 钉子对锤子的反作用力使锤子的速度发生变化, 也就是锤子的动量发生了变化。物体动量的变化与哪些因素有关呢?



图 1-5 锤子的动量发生了变化

从上面的实例分析可知, 物体动量的变化显然与该物体受的力有关。物体动量的变化还与其他因素有关吗? 对于一个质量不变的物体, 动量的变化实际上就是速度的变化, 而物体速度的变化除了与物体受的力有关外, 还与力作用于物体的时间有关。例如, 火车出站, 若牵引力小, 需要较长的时间才能达到正常的行驶速度; 若牵引力大, 则只要很短的时间便可达到正常的行驶速度。下面我们来推导物体动量的变化量与作用力和时间的定量关系。

设一个质量为 m 的物体, 初速度为 v_1 , 初动量为 $p_1 = mv_1$, 在合力 F 的作用下, 经过一段时间 t , 速度变为 v_2 , 末动量 $p_2 = mv_2$ (图1-6)。物体的加速度

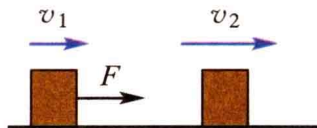


图 1-6 速度变化, 物体动量变化

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

代入牛顿第二定律得

$$F = ma = m \frac{v_2 - v_1}{t}$$

上式变形得

$$Ft = mv_2 - mv_1$$

物体动量的变化量既与受到的力有关，又与该力的作用时间有关。在物理学中，力和力的作用时间的乘积叫做这个力的冲量，简称冲量（impulse），通常用符号 I 表示

$$I = Ft$$

冲量也是矢量，它的方向与力的方向相同。在国际单位制中，冲量的单位是 $\text{N} \cdot \text{s}$ 。

上式可以写成

$$I = \Delta p$$

由上式可见，物体所受合外力的冲量等于物体的动量变化。这个结论叫做动量定理（theorem of momentum）。

由动量定理可得

$$F = \frac{mv_2 - mv_1}{t}$$

该式表明，作用在物体上的合外力等于物体动量的变化率，这实际上是牛顿第二定律的另一种表述。从该式可以看出，当物体动量的变化量一定时，力作用时间越短，作用力越大；力作用时间越长，作用力越小。

例题

一个质量 60 kg 的男孩从高处跳下，以 5 m/s 的速度竖直落地。（取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）

（1）男孩落地时曲膝，用了 1 s 停下来，求落地时受到的平均作用力。

（2）假如他落地时没有曲膝，只用了 0.1 s 就停下来，求落地时受到的平均作用力。

解 （1）分析男孩落地时的受力情况：重力 G 方向向下，地面对他的作用力 N 方向向上（图1-7）。选向上的方向为正，落地时速度 $v_1 = 5 \text{ m/s}$ ，落地后的速度 $v_2 = 0$ ，这一过程经历的时间 $t = 1 \text{ s}$ 。由动量定理得

$$(N - mg)t = mv_2 - mv_1 = -mv_1$$

地面对他的平均作用力

$$N = -\frac{mv_1}{t} + mg = \left(\frac{60 \times 5}{1} + 60 \times 10\right) \text{ N} = 900 \text{ N}$$

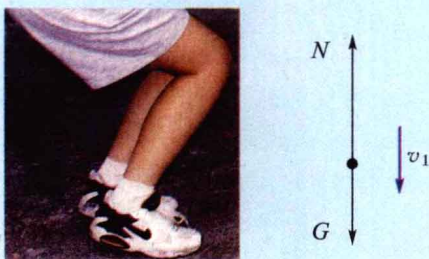


图1-7 曲膝落地受力分析

(2) 从男孩触地到其速度为零, 经历的时间 $t' = 0.1 \text{ s}$, 则

$$(N' - mg)t' = mv_2 - mv_1 = -mv_1$$

地面对他的平均作用力

$$N' = -\frac{mv_1}{t'} + mg = \left(\frac{60 \times 5}{0.1} + 60 \times 10\right) \text{ N} = 3\,600 \text{ N}$$

可见, 人从高处跳下时, 要尽量延长触地后的缓冲时间, 以减小地面对人的作用力。

3. 碰撞与缓冲的实例分析

自然界的碰撞随处可见。利用碰撞时产生的强大冲力可以对外做功。例如, 冲床冲压工件时, 冲头所受的重力、连杆对冲头的压力以及工件对冲头的作用力使冲头的动量改变, 冲头与工件的碰撞时间很短, 在冲头与工件间产生很大的作用力, 冲压工件就是利用了这种作用力(图1-8)。

在研究微观粒子的碰撞时, 粒子的质量很小, 为了使粒子具有足够大的动量以轰击其他粒子, 人们利用加速器将粒子加速, 使粒子获得很大的动量(图1-9)。



图1-8 冲床



图1-9 斯坦福的直线加速器的外景

在很多情况下, 需要避免碰撞。例如, 驾驶汽车一定要控制行驶速度, 如果行驶速度太大, 汽车的动量会很大, 驾驶员很难在短时间内刹住汽车, 就有可能出现撞车、撞人等恶性交通事故(图1-10)。为保证驾乘人员的安全, 车内人员都必须系上安全带, 有的汽车在相关部位还装了安全气囊。这些设施可以起缓冲作用(延长作用力的作用时间), 减轻交通事故对车内人员的伤害(图1-11)。



图 1-10 汽车相撞造成的恶性交通事故



图 1-11 安全带与安全气囊能减轻交通事故对车内人员的伤害

信息窗

《道路交通安全法实施条例》部分内容

为保证行车安全, 我国制定了《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》。该条例对不同车型有不同的最高车速限制: 在高速公路上行驶的小型载客汽车最高车速不得超过 120 km/h, 其他机动车不得超过 100 km/h, 摩托车不得超过 80 km/h。

机动车在高速公路上行驶, 车速超过 100 km/h 时, 应当与同车道前车保持 100 m 以上的距离, 车速低于 100 km/h 时, 与同车道前车距离可以适当缩短, 但最小距离不得小于 50 m。

该条例还规定, 当实际道路限速标志标明的车速与条例中关于车道行驶车速的规定不一致时, 应按照实际道路限速标志标明的车速行驶(图1-12)。



图 1-12 道路上的限速标志

迷你实验室

鸡蛋怎样才能不会破

鸡蛋从高处落到地面上坚硬的盘子里会被打破。若在地面垫一块较厚的软垫(如枕头), 再将鸡蛋举到同一高度让它落到软垫上, 鸡蛋会不会被打破(图1-13)? 与同学讨论实验结果及改进建议。(此实验可用其他物品代替)

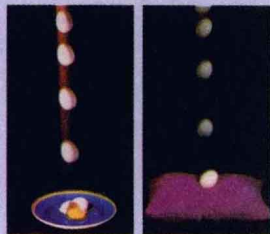
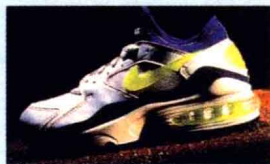


图 1-13 “破”与“不破”的诀窍


作业

1. 以相等大小的速度分别向竖直和水平方向抛出两个质量相等的物体, 抛出时两个物体的动量是否相同? 动能是否相同?
2. 机动车在高速公路上行驶, 车速越大时, 与同车道前车保持的距离也应越大。请用动量定理解释这样做的理由。
3. 有些运动鞋底有空气软垫(见右图), 请用动量定理解释空气软垫的功能。
4. 为什么运动员接篮球时手臂都有弯曲动作?



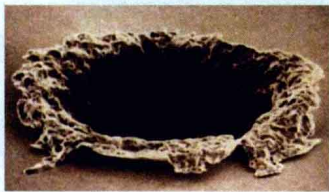
(第3题)



(第4题)



(第5题)



(第6题)

5. 如上中图所示, 质量为 50 kg 的人在一条质量为 200 kg 的小船上由船头走向船尾。若人相对于河岸的速度大小为 2 m/s, 小船后退的速度大小为 0.5 m/s。求人和船的总动量。
6. 在围绕地球的轨道上大约有 8 000 块线度大于 10 cm 的太空垃圾在运行, 给航天器带来了严重威胁。右上图是一片线度为 0.2 mm 的漆块在航天飞机的舷窗上砸出的一个直径 4 mm 的小坑。为什么质量很小的漆块能在坚硬的航天飞机舷窗上砸出一个坑呢?
7. 容器内气体分子运动的平均速率为 v , 分子的质量为 m , 若某分子以平均速率垂直撞击容器壁后以原来的速率被反弹回来, 撞击器壁过程经历的时间为 t , 求分子对器壁的平均作用力。
8. 以 10 m/s 的速度竖直向上抛出的小球, 落地时的速度大小为 20 m/s, 试用动量定理求小球在空中运动的时间。(不计空气阻力)

提问
请

第2节

动量守恒定律

1. 动量守恒吗

两头发怒的公羊以一定的速度奔向对方,并撞在一起(图1-14),它们碰撞前后的动量守恒吗?



图1-14 两公羊相抵,动量守恒吗

两个穿滑冰鞋的小孩静止在滑冰场上,不论谁推谁,两人都会向相反方向滑去(图1-15)。在互相推动前,两人的动量都为零;由于推力作用,每个人的动量都发生了变化。那么,他们的总动量在推动前后是否也发生了变化呢?

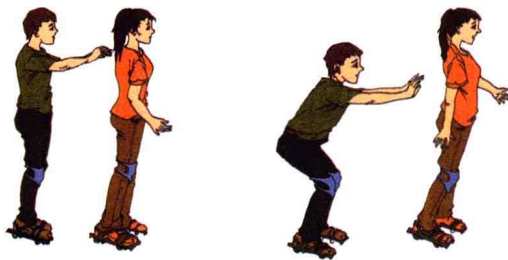


图1-15 滑冰的小孩互相推动时动量守恒吗

下面,我们通过实验探究动量是否守恒。

实验与探究

两个质量相等的滑块装上相同的挡光板,放在气垫导轨的中部。将两滑块靠在一起,压缩弹片,用细线把它们拴住,处于静止状态。烧断细线,两滑块被弹开并朝相反方向做匀速运动。测量挡光板通过光电门的时间,就可计算出滑块的速度(图1-16)。

两滑块在弹开前后,它们的总动量变化了吗?

增加其中一个滑块的质量,使其质量是另一个的2倍,重复以上实验(图1-17)。两滑块在弹开前后的总动量变化了吗?



图1-16 两滑块质量相等

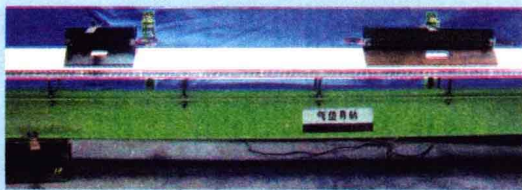


图1-17 两滑块质量不等

在气垫导轨上, 无论两滑块的质量是否相等, 它们在被弹力分开前的总动量为零, 分开后的总动量也为零, 说明气垫上的两滑块在相互作用前后的总动量不变(图1-18)。还可以通过实验证明, 如果两滑块构成的系统受到外力作用(如摩擦力), 那么, 两滑块在相互作用前后的总动量就不相等了。

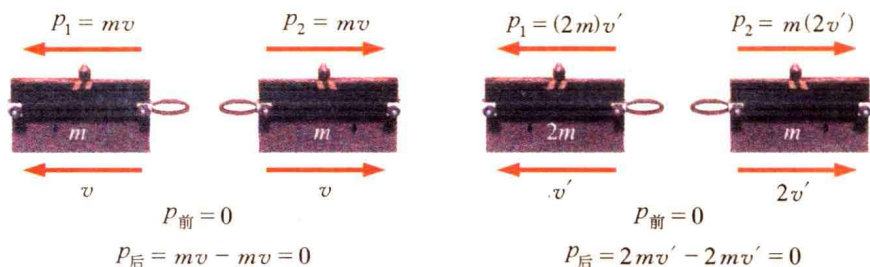


图1-18 两滑块弹开前后的总动量不变

大量实验表明, 一个系统不受外力或者所受合外力为零, 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)。

在图1-15中, 如果两小孩的滑冰鞋与地面的摩擦可以忽略不计, 即近似认为两小孩构成的系统在水平方向不受外力作用, 他们相互推动前后的动量是守恒的。在图1-14中, 若将两公羊看成一个系统, 这个系统不仅有内力作用(相互间的推力), 而且还有外力作用(公羊与地面的摩擦力), 所以两公羊碰撞前后的动量是不守恒的。如果将地球和公羊看成一个系统, 公羊与地面的摩擦力就变成了内力, 这时整个系统的动量就守恒了。

动量守恒定律是自然界普遍适用的基本规律之一。不仅低速、宏观物体的运动遵守这一规律, 而且高速、微观物体的运动也遵守这一规律。

例题

有些原子核是不稳定的, 能自发释放出某些粒子, 然后变成另外一种原子核。例如, 镭(Ra)原子核是不稳定的, 它有88个质子和138个中子, 会自发地以一定的速度放出一个 α 粒子(α 粒子含有2个质子和2个中子), 然后变成氡(Rn)原子核(图1-19)。若质子和中子的质量相等, α 粒子在离开镭原子核时

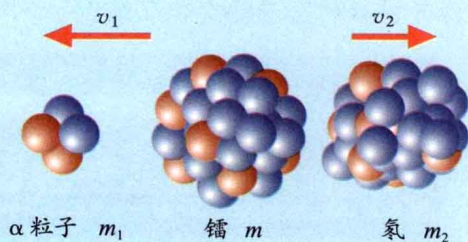


图1-19 镭原子核放出 α 粒子后变成氡原子核

具有 $1.5 \times 10^7 \text{ m/s}$ 的速度，试求氦原子核具有的速度。

解 镭原子核共有 226 个中子和质子，衰变后放出一个 α 粒子（含 4 个中子和质子），剩下的氦原子核含有 222 个中子和质子。

把组成镭原子核的所有质子和中子看成一个系统，该系统所受合外力为零，因此可以用动量守恒定律来求解。设质子的质量为 m_0 ， α 粒子的质量 $m_1 = 4m_0$ ；氦原子核的质量 $m_2 = 222m_0$ 。衰变前镭原子核静止，系统的总动量为 0；设衰变后 α 粒子的速度为 v_1 ，氦原子核的速度为 v_2 ，系统的总动量为 $m_1v_1 + m_2v_2$ 。取衰变后 α 粒子的速度方向为正方向，由动量守恒定律

$$\begin{aligned} m_1v_1 + m_2v_2 &= 0 \\ v_2 &= -\frac{m_1v_1}{m_2} = -\frac{4m_0 \times 1.5 \times 10^7}{222m_0} \text{ m/s} \\ &\approx -2.7 \times 10^5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

负号表示衰变后氦原子核的速度方向与 α 粒子的速度方向相反。

讨论与交流

小船停靠湖边，如果船还未停稳人便匆匆上岸，有时可能会掉入水中（图 1-20）。为什么会出现这种情况？试运用动量守恒定律解释，并与同学讨论交流。



图 1-20 他能跳上岸吗

2. 动量守恒定律的推导

前面已用实验证明，当一个系统所受合外力为零或不受外力作用时，该系统的总动量是不变的。我们还可以从牛顿定律推导出动量守恒定律。

在光滑的水平地面上，有质量为 m_1 、 m_2 的两小球 A 、 B ，它们分别以速度 v_1 、 v_2 同向运动，且 $v_1 > v_2$ 。当 A 追上 B 时，它们发生碰撞，碰撞后两球的速度都发生了变化， A 、 B 分别以速度 v_1' 、 v_2' 沿着原方向运动（图 1-21）。

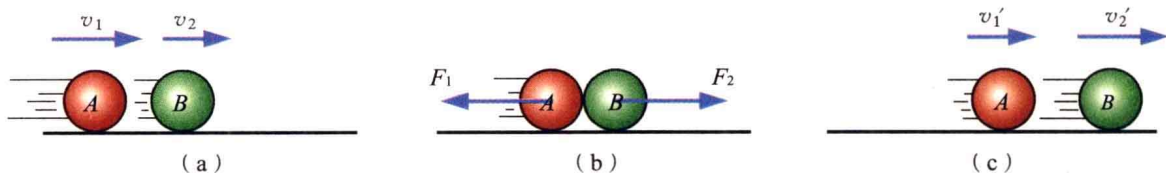


图 1-21 光滑水平面上两小球的碰撞

用 F_1 表示 B 对 A 的作用力, 用 F_2 表示 A 对 B 的作用力, 设它们相互作用的时间为 t 。 A 和 B 受到的重力和支持力都互相平衡, 在水平方向, 我们分别对 A 、 B 运用动量定理

$$F_1 t = m_1 v_1' - m_1 v_1$$

$$F_2 t = m_2 v_2' - m_2 v_2$$

由牛顿第三定律可知

$$F_2 t = -F_1 t$$

所以

$$m_2 v_2' - m_2 v_2 = -(m_1 v_1' - m_1 v_1)$$

整理后得

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

式中, 等号左边是两球碰撞前的总动量, 等号右边是两球碰撞后的总动量。上式表明, 当所受的合外力为零时, A 、 B 两球在碰撞前后的总动量保持不变。

有时, 虽然系统所受合外力不为零, 但系统内部的相互作用力远大于其所受合外力, 外力对系统内部的动量传递影响不大, 该系统的总动量可近似认为不变。

信息窗

动量守恒定律的发现

伽利略、笛卡儿、惠更斯(图 1-22)、牛顿等人曾经先后研究碰撞和打击问题, 建立并完善了动量概念, 发现了动量守恒规律。

伽利略认为, 物体速度的大小与重量的乘积是度量物体运动的一个物理量, 称之为“动量”。笛卡儿提出了动量是度量物体运动的唯一正确的物理量, 并提出了动量守恒的思想, 但笛卡儿忽视了动量的方向性。1668年, 惠更斯在其研究碰撞问题的论文中, 明确指出动量的方向性和守恒性。牛顿采用质量与速度的乘积定义动量, 更加清晰地表述了动量的方向性及其守恒规律。



图 1-22 惠更斯

例题



质量为 1 000 kg 的轿车与质量为 4 000 kg 的货车迎面相撞。碰撞后两车绞在一起，并沿货车行驶方向运动一段路程后停止（图 1-23）。从事故现场测出，两车相撞前，货车的行驶速度为 54 km/h，撞后两车的共同速度为 18 km/h。该段公路对轿车的限速为 100 km/h，试判断轿车是否超速行驶。

解 碰撞中两车间的相互作用力很大，可忽略两车受到的其他作用力，近似认为两车在碰撞过程中动量守恒。

设轿车质量为 m_1 ，货车质量为 m_2 ；碰撞前轿车速度为 v_1 ，货车速度为 v_2 ；碰撞后两车速度为 v' 。选轿车碰撞前的速度方向为正方向。碰撞前系统的总动量为 $m_1 v_1 + m_2 v_2$ ，碰撞后的总动量为 $(m_1 + m_2) v'$ ，由动量守恒定律

$$\begin{aligned} m_1 v_1 + m_2 v_2 &= (m_1 + m_2) v' \text{ 得} \\ v_1 &= \frac{(m_1 + m_2) v' - m_2 v_2}{m_1} \\ &= \frac{-(1\,000 + 4\,000) \times 18 + (4\,000 \times 54)}{1\,000} \text{ km/h} \\ &= 126 \text{ km/h} \end{aligned}$$

轿车在碰撞前超速行驶。

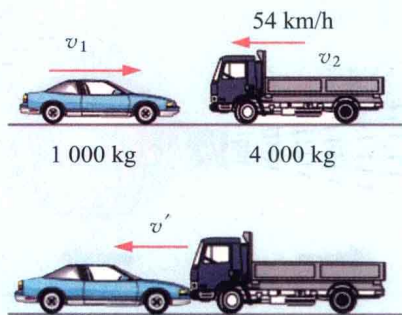


图 1-23 两车相撞示意图

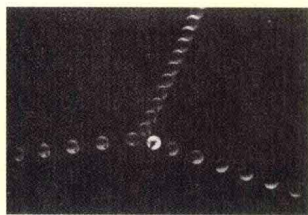
拓展一步

斜碰中的动量守恒

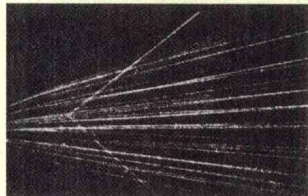
以上讨论的碰撞都是一维碰撞，即碰撞前后的速度方向均在同一直线上，也称为正碰或对心碰撞。如果碰撞前后的速度方向不在同一直线上，这种碰撞叫做斜碰。图 1-24 展示了宏观物体的斜碰和微观粒子的斜碰。

在这两个实例中，可以把两球或两微观粒子看成一个系统，在碰撞过程中，两球或两微观粒子的相互作用力远远大于它们受到的外力，系统的动量守恒。

动量守恒，表示动量的大小和方向都不变，因此它在各方向的分量也保持不变。例如，在二维直角坐标系中，动量在 x 轴和 y 轴方向的分量是守恒的。有的斜碰，即使整个系统的总动量不守恒，也有可能在某方向上的分量是守恒的。人们常常利用这些特点解决问题。



(a) 台球的斜碰



(b) 微观粒子的斜碰

图 1-24 斜碰

3. 反冲运动与火箭

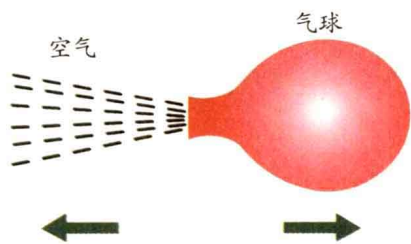


图 1-25 气球沿着与喷出空气相反的方向飞去

将气球充气后敞口释放,气球会沿喷出空气相反的方向飞去(图 1-25)。当空气喷出时,空气具有动量,由动量守恒定律可知,气球要向相反方向运动。这种运动叫做**反冲运动**(recoil motion)。

火箭的发射是一种典型的反冲运动。火箭点燃后,产生的高速气流从火箭尾部喷出,使火箭向前飞行。喷气速度越大,火箭能达到的速度也就越大;燃料质量越大、负荷越小,火箭能达到的速度也越大(图 1-26)。

宇航员无绳太空行走,就是通过太空服背部的喷气推进装置实现的(图 1-27)。该装置有几十个喷管,宇航员利用安装在太空服前面的开关控制喷气,实现朝各个方向的移动和转动。

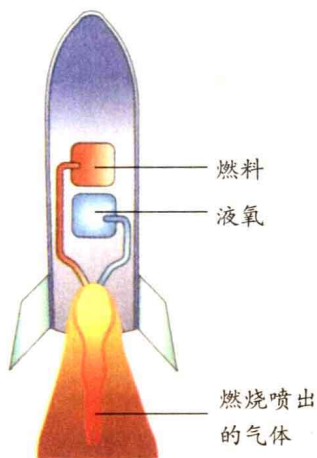


图 1-26 火箭通过喷出气体向前运行

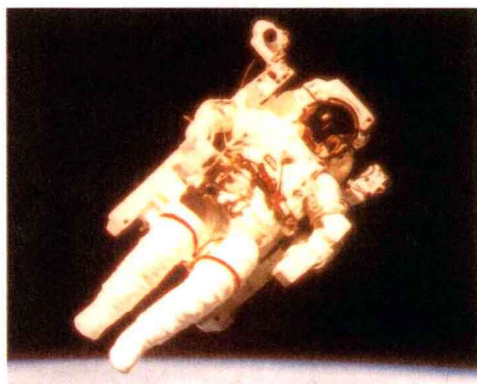


图 1-27 宇航员利用喷气装置实现太空行走



图 1-28 高压水枪产生反冲作用

公园用的自动喷水装置向两个相反方向喷水时,水流的反冲作用就使喷水管旋转起来,达到均匀喷洒的目的。大型水力发电站用的反击式水轮机也是利用水流的反冲作用旋转的。

反冲有时也会带来不利影响。例如,射击时子弹向前飞去,枪身会向后反冲,枪身的反冲会影响射击的准确性。步枪射击时要把枪身抵在肩部,就是为了减少反冲的影响。消防队员用高压水枪灭火时,水高速喷出,高压水枪向后反冲,必须牢牢抓住水管才能保持平衡(图 1-28)。