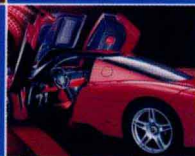
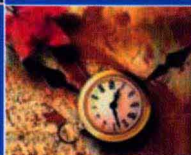
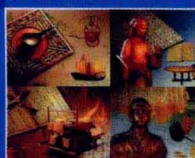


KEXUEMUJIZHE

科学目击者

物理大发现

北京未来新世纪教育科学研究所 编



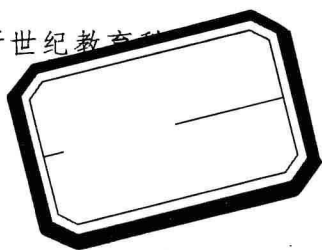
新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

科学目击者

物理大发现

北京未来新世纪教育科学出版社

编



新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学目击者/张兴主编. —喀什:喀什维吾尔文出版社;乌鲁木齐:新疆青少年出版社, 2005. 12

ISBN 7-5373-1406-3

I. 科... II. 张... III. 自然科学—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 160577 号

科学目击者

物理大发现

北京未来新世纪教育科学研究所 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:600 字数:7200 千

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 7-5373-1406-3 总定价:1680.00 元(共 200 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

同仁们常议当年读书之难，奔波四处，往往求一书而不得，遂以为今日之憾。忆苦之余，遂萌发组编一套丛书之念，望今日学生不复有我辈之憾。

现今科教发展迅速，自非我年少时所能比。即便是个小地方的书馆，也是书籍林总，琳琅满目，所包甚广，一套小小的丛书置身其中，无异于沧海一粟。所以我等不奢望以此套丛书贪雪中送炭之功，惟愿能成锦上添花之美，此为我们奋力编辑的目的所在。

有鉴于此，我们将《科学目击者》呈献给大家。它事例新颖，文字精彩，内容上囊括了宇宙、自然、地理、人体、科技、动物、植物等科学奥秘知识，涵盖面极广。对于致力于奥秘探索的朋友们来说，这是一个生机勃勃、变幻无穷、具有无限魅力的科学世界。它将以最生动的文字，最缜密的思维，最精彩的图片，与您一起畅游瑰丽多姿的奥秘世界，一起探索种种扑朔迷离的科学疑云。

《科学目击者》所涉知识繁杂,实非少数几人所能完成,所以我们在编稿之时,于众多专家学者的著作多有借鉴,在此深表谢意。由于时间仓促,纰漏在所难免如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

目 录

一	力学大发现	1
	1. 动量守恒定律	1
	2. 比重与浮力	10
二	热学大发现	16
	1. 温度计	16
	2. 温标	22
三	电学大发现	28
	1. 欧姆与他的定律	28
	2. 奥斯特与电、磁	34
	3. 赫兹发现电磁波	42
四	光学大发现	51
	1. 光的干涉	51
	2. 光的衍射	61
	3. 光的色散	68

五 原子物理大发现	75
1. 原子结构秘密	75
2. 超导现象	83
3. X 射线	87

一 力学大发现

1. 动量守恒定律

动量守恒定律的哲学思考

早在公元四世纪时,古希腊的原子论者伊壁鸠鲁就指出:“原子在虚空中被带向前进而没有东西与它相碰撞时,它们以相等速度运动。”这已表明,在不受外力阻碍情况下,运动将永不消灭的思想。古代的许多哲学家都具有这种思想,认为自然界中的运动是永恒的,它永远不会不留痕迹地消失,也不会从虚无中创生出来。由于这些哲学家所说的运动包括各种各样的变化,而对于这种广义的变化不可能建立某种通用的量度单位。因而古代关于运动既不能创生,也不能消灭的这种一般性的概念,不可能用严格的数学语言加以表现,因而长期以来有关自然界中运动守恒的思想也只能是一种定性地描述与哲学的思辨。

当历史进入十七世纪,法国哲学家和科学家笛卡儿继承了古代哲学家关于自然界中的运动是永恒的思想,并在他的哲学活动和科学活动中认为,已经发展的初具规律的力学是自然界一切现象的基础。自然界中所发生的一切变化应当能够用物质的机械运动来解释。而机械运动在当时已经是可量度的。机械运动的量度可以通过测量物体的速度和物体的“量”来进行。笛卡儿认为所谓物体的“量”可以理解为物体的线度、体积、重量、质量。在这里,用今天的语言说,物体的“量”是指物体的质量,但在当时,还没有对质量进行严格确切的定义。笛卡儿认为,物体的动量可以用物体的速度与物体的“量”(质量)来度量。并声称,世界上所有物体总的动量是不变的。当两个物体发生相互作用时,例如碰撞时,虽然每个碰撞物体的速度改变了,因而它们各自的动量也改变了,但参与碰撞的物体的总动量仍然是个常量。笛卡儿在1644年出版的《哲学原理》一书中指出:“物质有一定的量的运动,这个量是从来不增加也不减少。当一部分物质以两倍于另一部分的物质的速度运动,而另一部分物质的量却大于这一部分物质两倍时,我们应该认为这两部分的物质具有等量的运动。当一部分的运动减少时,另一部分运动就相应的增加。”他还认为运动量守恒是自然界一条根本规律,他并从这条规律中导出了惯性原理。

从这里可看出,动量守恒定律的建立是守恒思想发

展的必然结果,但在这里还缺乏相应的实验探索与理论研究。

动量守恒的实验研究

伽利略关于碰撞问题的实验研究。伽利略是第一个用实验研究碰撞问题的。他的实验设计如下:在可以绕中心轴旋转的天平臂上有两个重物处于平衡状态,其中一个重物由两个水桶 A、B 组成,这两个水桶的一个(B)挂在另一个(A)下面,两个水桶间有一定距离。上面的一个水桶(A)的底上有一可开可关的孔,在水桶中盛有水,整个系统用重物 W 调节,使之处于平衡状态。伽利略设想,碰撞物体的运动是这样的。即如果它的质量(当时没有质量概念)和速度越大,它所具有的矩(力矩)就越大,因此,预期出现这种情况,阀门一打开,平衡就被破坏,平衡重物这边升高,要使重新平衡,需在平衡重物这边再加一重物,这重物可视为水柱的碰撞量度。但是,在最初时刻平衡被破坏,当水柱全部到达下面水桶(B)时,原来的平衡又重新建立。伽利略的这个实验并没有回答碰撞量度的问题。而是提到了一个结论:碰撞作用力是无限大的。他在讨论中,把压住重物的力(死力)与运动重物的力(活力)区分开来,这是在运动量度方面跨出重要的一步。

惠更斯的系统实验研究。自伽利略以后,不断有人

进行有关碰撞的实验研究工作,其中惠更斯通过他的系统的弹性碰撞的实验研究,总结出了动量守恒定律的雏形。他的实验设计与进行的步骤是这样的。

首先,惠更斯从最简单的情况入手,他先实验的是两个质量相同的球,以大小相同的速度发生对心碰撞。惠更斯考虑到,由于这两个球完全相同,它们在碰撞前的速度大小(方向相反)也相同,所以预期它们在碰撞后的速度大小也就应当相同,没有任何理由可以认为,碰撞后一个球的速度大于另一个球的速度。实验结果完全符合惠更斯的预想,两个球在碰撞后以大小相同的速度向相反方向运动,也即每个球在碰撞前后的速度大小不变。这样很容易得到:在碰撞前与碰撞后两个球的总动量是不变的。即总动量是守恒的。

其次,惠更斯使问题稍为复杂一些,实验研究两个运动速度大小不同的球的弹性碰撞问题。他的实验是这样进行的:设想一个人站在一条小船上,小船以恒定的速度顺流航行。这个人两只手各握着两根绳子的一端,这两根绳子的另一端各系着一个完全相同的球。实验时,这个人的两只手以相对于小船大小相同的速度渐渐靠近,并使两球发生对心碰撞。对于船上的实验者来说,两个球碰撞前后所发生的一切现象同上面第一个实验中所说的碰撞情况完全一致。即两个球碰撞前速度大小一样,碰撞后两个球以(相对于小船)大小相同的速度向相反的

方向运动。整个碰撞过程的总动量也是不变的。

但现在我们换一个角度重新考察一下上面小船上的碰撞实验:对于刚才小船上发生的碰撞过程,站在岸上的人将看到什么现象呢?现在具体分析一下:如果小船的速度是 v_0 ,碰撞前两只球相对于小船的速度都是 v ,那么站在岸上的观察者看到的两个球的速度大小是不同的。一只球是 $v+v_0$,另一只球是 $v-v_0$,实际这是两个速度大小不同的球的碰撞问题。在碰撞后,站在岸上的观察者看到,两个球的速度都变了:碰撞前速度为 v_0+v 的球在碰撞后的速度大小为 $v-v_0$,而碰撞前速度大小为 $v-v_0$ 的球在碰撞后的速度大小为 $v+v_0$ 。

这里可以得到一个普遍性的结论,两个完全相同的球在发生弹性碰撞时将互相交换速度。因此,从动量的角度可得出,两个球在碰撞前后的总动量是不变的,所以动量是守恒的。第三,惠更斯研究更一般化的问题,通过实验研究两个质量不同的球以不同速度运动时的弹性碰撞问题。因为这个问题比较复杂,惠更斯把它分为两步进行。

第一步,分析研究这类碰撞中的一个简单情况:相碰撞的两个球的速度大小反比于它们的质量大小,即这两个球满足关系式: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$ 惠更斯经过相当详细地讨论与实验探索之后证明:在这种情况下,两个球在碰撞后也

互相交换它们的速度。(这个结论实际上是错误的)

第二步,惠更斯运用相对性原理进行讨论假设上面第一步中所讨论的特殊情况的碰撞发生在运动中的小船上,那么对于站在岸上的观察者来说,他所看到的将是最一般的碰撞问题:两个不同的球,以不同的运动速度相碰撞。因而可以很容易计算出在一般情况下两球碰撞后的速度大小。

这样,两个球的中心弹性碰撞问题就以普遍的形式得到了解决。

惠更斯通过实验和推理相结合的研究方法对完全弹性碰撞作了详尽的研究,得出了一系列重要的结论。其中动量守恒定律是他主要贡献之一,他写道:“两个物体所具有的运动量在碰撞中都可以增多或减少,但是它们的量值在同一个方向的总和却保持不变,如果减去反方向运动量的话。”这是动量守恒定律的较完善表述,因为它明确指出了动量的方向性,认为动量是个矢量,所以守恒的不是动量的算术和,而是它们的矢量和,实际上这是把矢量概念引进了物理学,为矢量力学的建立作了概念的准备。

惠更斯在他的研究中还发现:“在两个物体的碰撞中,它们的质量和速度平方的乘积的总和,在碰撞前后保持不变。”这里第一次提出了 mv^2 这个物理量。这个结论是完全弹性碰撞中机械能守恒定律的具体表现。

至此,动量守恒定律已在实验探索中被发现出来了。但是诸如伽利略、笛卡儿、惠更斯等人都未能将“质量”这个概念弄清楚,他们常把“质量”“重量”等概念混用,没有给予明确的概念。只有牛顿,在明确定义了质量概念,又进一步明确地定义了动量的概念后,动量守恒定律才真正建立起来,并由牛顿通过他的力学理论把动量守恒定律从理论上推导出来。

动量守恒定律的理论推导

动量守恒定律不仅从实验中可以获得,而且还可以从理论上推导出来。1687年,牛顿在《自然哲学之数学原理》中,从牛顿第二定律和第三定律中导出了动量守恒定律,并把它作为一条推论在《原理》中列出。其具体的推导过程今天可以简便如下:

设两物体质量分别为 m_1 和 m_2 。在相互作用之前的速度分别为 v_1 和 v_2 ; 相互作用后的速度分别为 v'_1 和 v'_2 。根据牛顿第二定律,物体 1 受物体 2 的作用力是:

$$\begin{aligned} F_{12} &= m_1 a_1 \\ &= m_1 \frac{v'_1 - v_1}{t} = \frac{m_1 v'_1 - m_1 v_1}{t} = \frac{p'_1 - p_1}{t} \end{aligned}$$

物体 2 受物体 1 的作用力为

$$\begin{aligned} F_{21} &= m_2 a_2 \\ &= m_2 \frac{v'_2 - v_2}{t} = \frac{m_2 v'_2 - m_2 v_2}{t} = \frac{p'_2 - p_2}{t} \end{aligned}$$

根据牛顿第三定律可知

$$F_{12} = F_{21}$$

$$\text{因此} \quad \frac{p'_1 - p_1}{t} = - \frac{p'_2 - p_2}{t}$$

整理可得：

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$$

即两物体的总动量在相互作用前后保持不变。如果系统内相互作用的物体有三个或更多，则同样可证明系统的总动量也是守恒的。

以上的推导用到了牛顿第二定律和第三定律，并非动量守恒定律依赖于牛顿定律，动量守恒定律是独立于牛顿定律的一个定律。从上面介绍的它的建立过程可知，动量守恒定律是人们在研究碰撞问题时被认识和总结出来的，并由此为建立牛顿运动定律奠定了基础。

动量守恒定律的现代表述

动量守恒定律现代可以表述为：在不受外力或在合外力为零的情况下，物体系的总动量保持不变。

$$\text{即当} \sum_{i=1}^n F_i = 0$$

$$\text{则} \quad \sum_{i=1}^n m_i v_i = \text{恒星}$$

在理解与运用动量守恒定律时要注意如下几个问题：

(1)自然界中不受外力作用的系统是不存在的,在此等价的条件是系统所受的外力的合力为零。这就要注意,动量守恒定律所反映的是一个物理过程服从的规律,为使这一过程动量守恒,系统所受外力的合力应始终为零,这样才能保证系统的总动量在该过程中,时刻为一恒矢量;

(2)动量是矢量。因此,我们所说的物体系统的总动量是指组成物体系统的所有物体动量的矢量和,而不是代数和。在物体系统所受合外力为零的情况下,组成物体系统所有物体的动量的矢量和是恒量,而它们的代数和却不一定守恒;

(3)在合外力为零的情况下,尽管物体系统的总动量恒定不变,但组成系统的各个物体的动量却可能不断地变化;

如果物体系统所受合外力不为零,但相互作用的内力远大于合外力,这时可以近似忽略合外力的作用,而认为动量仍然是守恒的,如炸弹的爆炸问题等;

(4)若系统的合外力不为零,则该系统的总动量是不守恒的。但如果系统在某个方向上所受合外力为零,那么在这个方向上系统的动量仍然是守恒的;

(5)由动量守恒定律成立的条件可知,只有外力作用才能改变系统的总动量。系统的内力作用,无论多么强烈或多么复杂,它只能改变个别物体的动量,而不会改变

系统的总动量；

(6)动量具有瞬时性和相对性。因此系统中物体相互作用前后的总动量必须是作用前后，各物体在同一时刻的动量。而且描述系统各物体的动量必须是相对于同一惯性参照系的。

随着物理学的不断发展，人们对动量守恒定律的理解与认识也不断深化与提高。人们已经知道，动量守恒定律不仅适用于宏观系统，也适用于微观系统；不仅适用于低速状态质量不变的情况，也适用于微观高速的质量可变的情况，它是比牛顿定律更具普遍意义的一条物理规律。

2. 比重与浮力

古希腊世界最伟大的科学家阿基米德大约出生于公元前 287 年，他的国家是位于南意大利西西里岛的叙拉古。他的父亲是一位天文学家，与叙拉古国王亥尼洛二世有亲戚关系。

阿基米德在 11 岁时，就到埃及的文化中心亚历山大城去学习，进入了欧几里德创办的数学学校，在那里他学习了数学、天文学、物理学等有关方面的知识。

阿基米德在亚历山大城学习一段时间后，顿生思乡