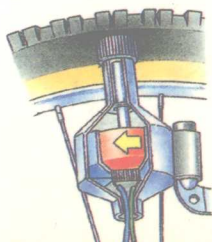
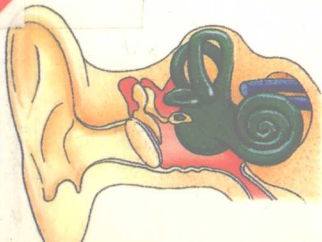
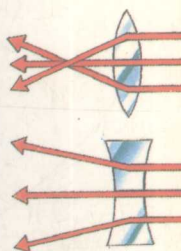


不列颠

图解

科学词典

吉林教育出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

不列颠图解科学词典 / (英) 斯托克利 (Stockley, C.)
著; 秦伟平 张继森 程瑾瑞等译. —长春: 吉林教育出版
社, 2002. 3

ISBN 7-5383-4360-1

I. 不… II. ①斯… ②秦… ③张… ④程… III. ①物理
学—图解词典②化学—图解词典③生物学—图解词典
IV. N61

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第011190号

Copyright © 1999, 1988 by Usborne Publishing Ltd.

All rights reserved.

Simplified Chinese translation rights arranged with Usborne Publishing Ltd.
through Bardon-Chinese Media Agency.

Simplified Chinese translation right in China (excluding Hong Kong and Macau).

Copyright © 2002 by Jilin Education Publishing House.

吉林省出版局著作权合同登记

图字 07 — 2001 — 850 号

责任编辑: 郇迪新 苏志刚 张待纳 史亚梅 封面设计: 王 康

出 版: 吉林教育出版社 (长春市同志街 55 号 邮编: 130021)

发 行: 吉林教育出版社

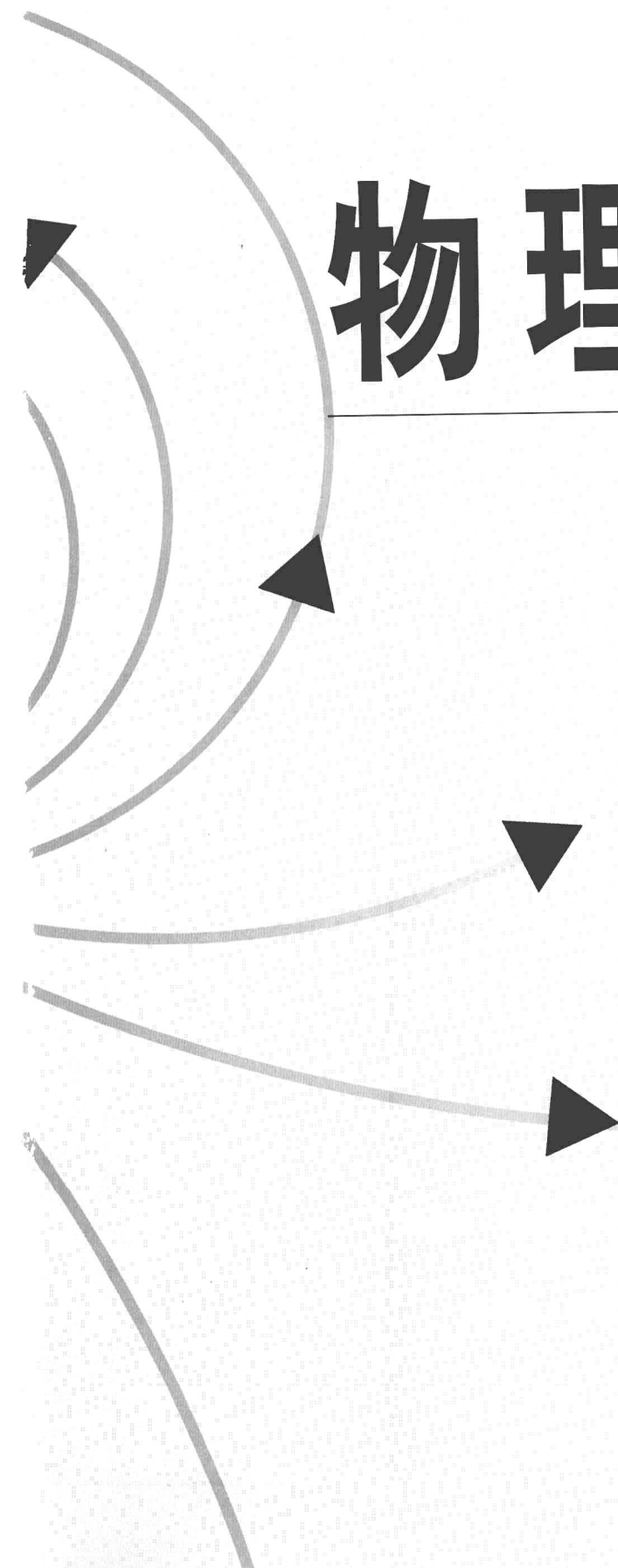
印 刷: 辽宁美术印刷厂

开 本: 787 × 1092 毫米 1/16 印 张: 24.375 字 数: 585 千字

版 次: 2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1 — 2 000 册 定 价: 79.00 元

物理学



走近物理学

物理学研究的是世界上物质的性质和特点、能量的不同形式以及物质与能量的相互作用方式。本书把物理学研究的内容划分为力学与普通物理、热学、波动学、电磁学、原子物理与核物理、物理学常用参考资料六个部分，并分别用不同颜色的彩色圆码标记。

力学与普通物理

论述物理学的主要概念，如力、能量和物质的性质。

电磁学

阐释电和磁这两种相互联系现象的形式、用途和特点。

热学

通过对热的测量、存在形式和热传递的描述，解释什么是热能，并论述了气体定律。

原子物理与核物理

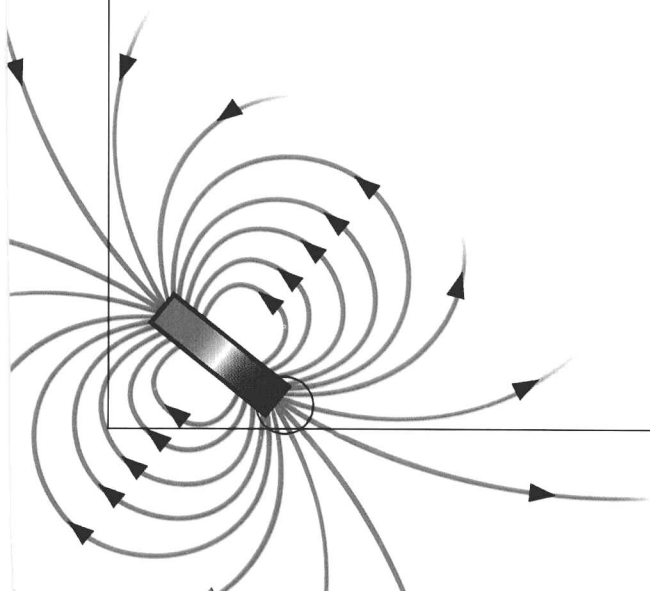
介绍原子与原子核的结构，以及能量、放射性辐射、裂变和聚变。

波动学

讨论波能量的特点和性质，并详细研究声波、电磁波和光波。

物理学常用参考资料

一般性的常用资料——图表、实验结果、数据等。



目 录

● 力学与普通物理

4	原子与分子
6	力
8	能量
10	运动
12	动力学
14	旋转力
16	周期运动
18	引力
20	机械
22	分子的特性
24	密度和压强

● 热学

26	温度
28	热传递
30	热传递效应
32	热膨胀
33	气体的性质

● 波动学

34	波
36	反射、折射和衍射
38	波的干涉
40	声波
42	声学知识
44	电磁波
46	光
47	光的反射
50	光的折射
54	光学仪器

● 电磁学

56	静电
58	电势与电容
60	电流
62	电流控制
65	半导体
66	电解
68	电池和电池组
70	磁铁
72	磁场
74	电磁学
77	电表
78	电磁感应
80	阴极射线

● 原子物理与核物理

82	原子结构
84	原子能与核能
86	放射性
88	放射性的探测与测量
91	放射性的应用
92	核裂变与核聚变
94	核反应能

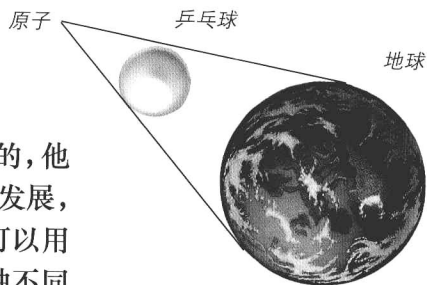
● 物理学常用参考资料

96	量与单位
98	公式、符号和图表
100	测量
102	精确度与误差
104	场与力
108	矢量与标量
109	数字
110	电子线路符号
111	晶体管与门电路
112	物质的性质
113	常用数据 常用常数 电 磁波谱
114	元素表
115	专有名词
116	索引



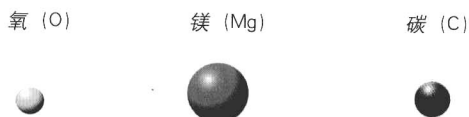
原子与分子

古希腊人认为所有的物质都是由极其微小的粒子构成的，他们称这些微小的粒子为**原子**。从那个时候起，这一思想不断发展，并在此基础上形成了一些理论，如**分子运动学理论**。人们可以用这些理论更加详细地解释物质的性质和行为。物质可以三种不同的**物理状态**存在。物质状态取决于它本身的性质、所处的温度和所加的压力。通过改变温度和压力就可以使物质在不同的物态间相互转化（见**物态的变化**，第30页）。

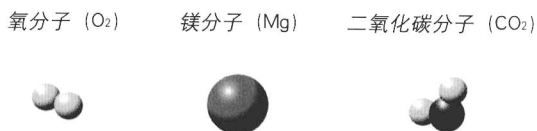


如果原子的大小同乒乓球一样大，按照相同的比例，那么乒乓球就像地球一样大

原子(Atom) 组成物质并保持物质性质的最小部分。原子的内部结构将在第82~83页进行详细说明。原子极其微小，它的半径只有 10^{-10} 米左右，它的质量约为 10^{-25} 千克。当原子失去或获得**电子***时就变成了**离子***（带有电荷的粒子，见**电离**，第88页）。

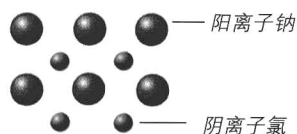


分子(Molecule) 物质自然存在的最小粒子。分子可以由任意数量的原子构成，从一个原子（如氦分子）到数千个原子（如蛋白质分子），分子中所有的原子都是靠**电磁力***聚集在一起的。纯净物质的所有分子包含着相同的原子，并且这些原子的排列顺序也完全相同。

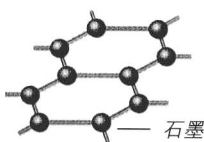


值得注意的是许多物质没有分子，如：

由**阳离子***和**阴离子***组成的离子化合物*



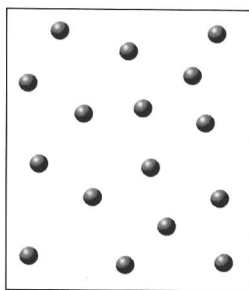
原子全部键合在一起的**原子晶格**



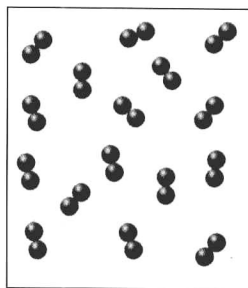
元素(Element) 不能通过化学方法分离为更加简单物质的物质。相同元素所有原子的**原子核***中包含相同数目的**质子***（见**原子数**，第82页）。

化合物(Compound) 分子中包含两种或两种以上元素原子（或离子）的物质，原子间由**化学键**相结合，可以分离为更加简单的物质。混合物没有化学键，因此它不是化合物。

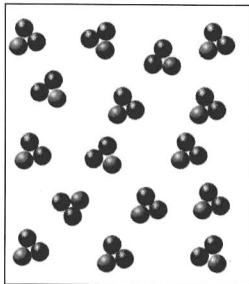
元素 1



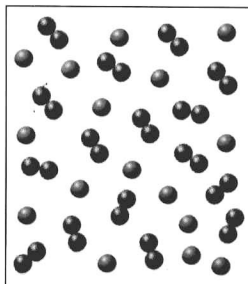
元素 2



元素 1 和元素 2 的化合物，元素间由化学键结合



元素 1 和元素 2 的混合物，它们相互间不存在化学键



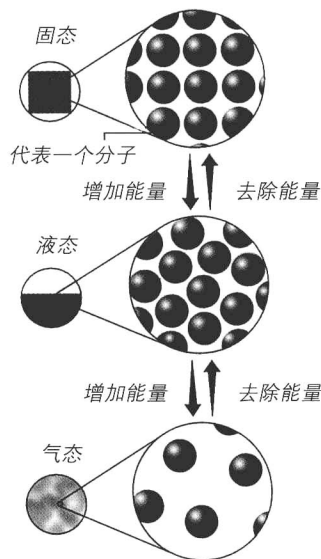
物态

固态(Solid state) 具有一定的体积和形状并与改变体积和形状的力相抗衡的状态。

液态(Liquid state) 可流动并随容器形状的变化而变形的物质状态。它介于固态和气态之间。

气态(Gaseous state) 可充满整个容器的物质状态。处于这种状态时物质具有较低的密度。

气体(Gas) 处于气态的物质,其温度高于临界温度,仅仅通过增加压强的方法不能使其转变为液体——必须首先降低温度使其变为蒸气。



分子围绕平均位置振动,具有分子势能*和振动能量*。

分子的平均能量远小于它挣脱其他分子而变为自由状态所需要的能量

增加能量将破坏规则排列——分子能够运动并具有了平动能量*和转动能量*。

分子的平均能量只够使其从邻近分子挣脱出来,然后被周围其他的分子捕获

分子间有非常大的距离——事实上,它们相互独立地运动——分子间(的作用)力*可以忽略不计

分子的平均能量比从其他分子挣脱开所需要的能量大得多

蒸气(Vapour) 处于气态的物质,其温度低于临界温度(见气体),因此能够通过只降低压强的方法使其变为液体——不需要降低温度。

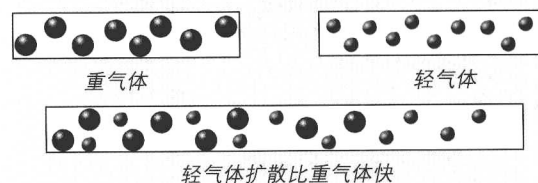
分子运动论

分子运动学理论用分子运动解释不同物理状态的行为。简而言之,它认为固体分子排列最紧密,具有的能量最低,因此运动最小;液体分子相互间距离大些,也具有较大的能量;气体分子间的距离最大,具有的能量也最大(见右上方)。

布朗运动(Brownian motion) 在水和空气中所观测到的小颗粒的运动。由于这种运动可被认为是由水分子和空气分子的撞击所引起的,因此布朗运动佐证了分子运动学理论。

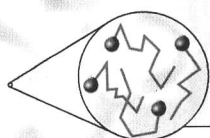
扩散(Diffusion) 两种气体、蒸气或液体经过一段时间的混合。它支持了分子运动学理论,分子必须运动起来才能混合,气体扩散明显比液体快。

经过一段时间后,两种气体分子相互扩散



格雷姆扩散定理(Graham's of diffusion) 在常温和常压下,一种气体的扩散速率与它密度的平方根成反比。

$$\text{扩散速率} \propto \sqrt{\frac{1}{\text{气体密度}}}$$



烟雾尘埃被空气分子撞击时的布朗运动

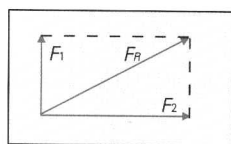
* 分子势能, 8; 振动能量, 平动能量, 转动能量, 9 (动能);
分子间力, 7

力

力影响物体的形状和运动。单个的力将改变物质运动的速度(如使它获得**加速度***)并可能改变物体的形状。两个大小相等方向相反的力可以改变物体的形状和体积。力是**矢量***,具有大小和方向,它的单位是**牛顿**。力主要有**重力、磁力、电力以及核力**(见第104~107页前三种力的比较)。

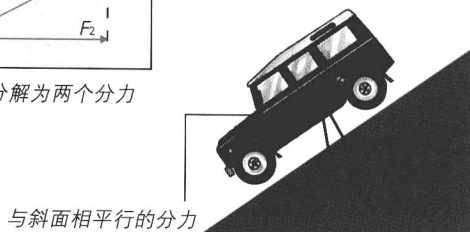
力的图解

用带箭头的线段表示力(长度代表大小,箭头表示方向)



力 W 分解为两个分力

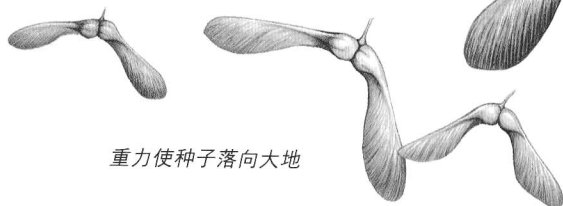
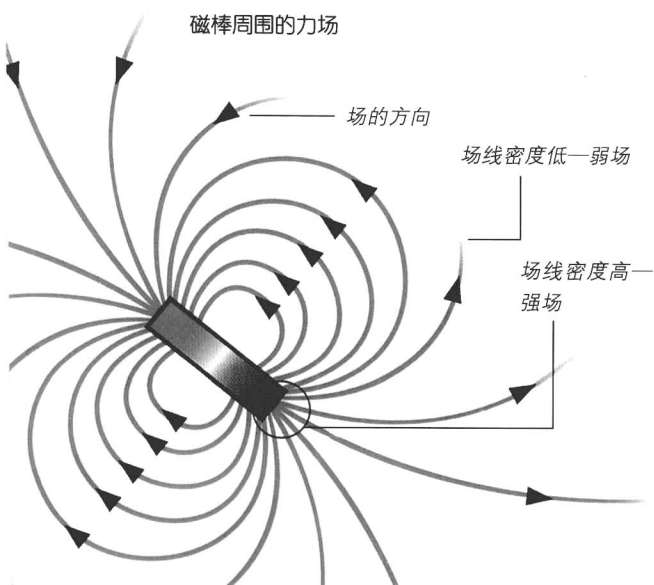
F_1 和 F_2 的作用相当于 F_R (合力)。 F_1 和 F_2 是 F_R 的分力



与斜面相平行的分力

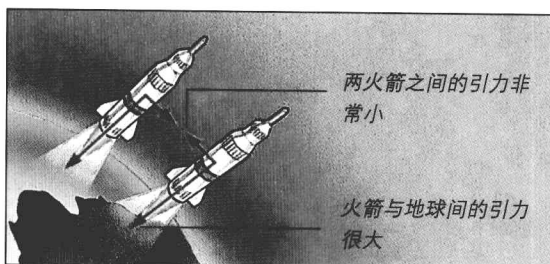
牛顿 (N) (Newton) 力的国际单位*。使质量为 1kg 的物体获得加速度为 1ms^{-2} 时所需要的力的大小。

力场 (Force field) 具有力效应的区域。具有力效应的最大距离就是力的作用范围。力场由带箭头的线表示,这些线称为场线,用来显示场的强度和方向(见第58页和第72页)。



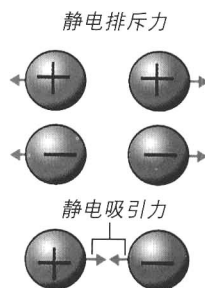
重力使种子落向大地

引力或重力 (Gravitational force or gravity) 任何两个具有质量的物体间所具有的吸引力。除非物体的质量非常大,一般来说这个引力是非常小的。



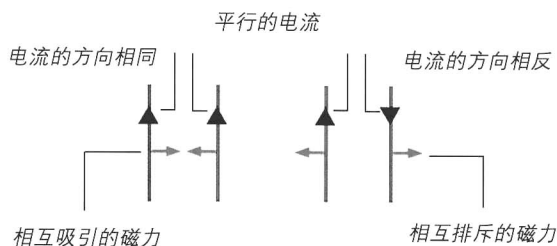
电磁力 (Electromagnetic force) 电力和磁力的结合,它们紧密相关很难分开。

静电力 (Electric or electrostatic force) 两个带电粒子间的一种力。当它们所带电荷相同时相互排斥;当它们所带电荷相反时相互吸引。



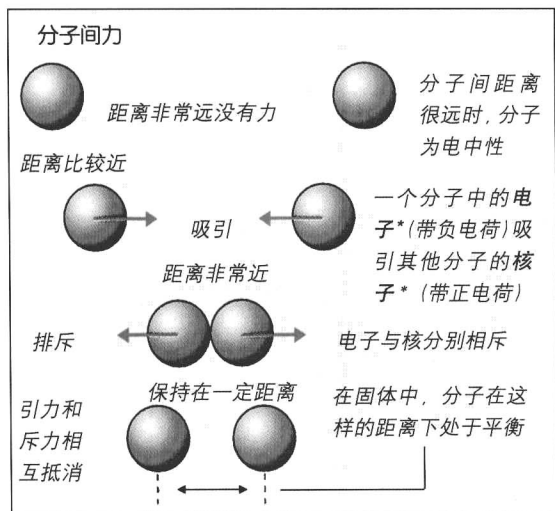
磁力 (Magnetic force) 运动电荷间的一种力。这些运动电荷可以是**电流***(见第60页)或者是围绕电子壳层*运动的电子*。

电线间的磁力

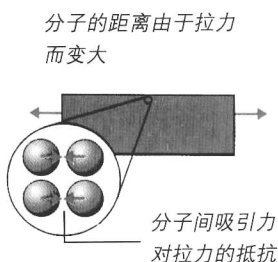


*加速度, 11; 矢量, 108; 国际单位, 96; 电流, 60; 电子壳层, 电子, 83

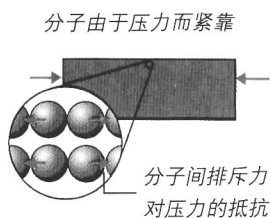
分子间力(Intermolecular forces) 分子间的电磁力。力的大小和方向随着分子间的距离而变化(见下图)。



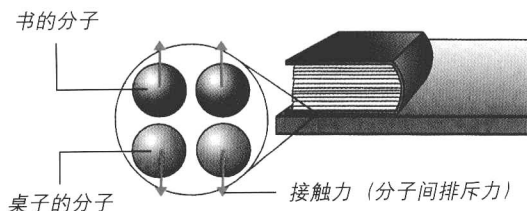
拉力(Tension) 大小相等方向相反的两个力, 作用在一个物体的两端并使物体的长度增加。分子间的吸引力会抵抗拉力。



压力(Compression) 大小相等方向相反的两个力, 作用在一个物体的两端并使物体的长度减小。分子间的排斥力会抵抗压力。



接触力(Contact force) 当两个物体接触时, 它们分子间的排斥力。



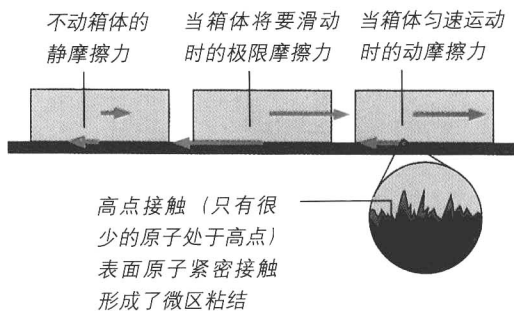
核力(Nuclear force) 原子核中所有核子(质子*和中子*)间的吸引力。它阻止了质子间的将核子分开的电荷排斥力(见第84页)。

原子核中的粒子是靠核力聚集在一起的

摩擦力(Frictional force or friction) 阻止表面相互接触的两个物体间相对运动的力。它是两个表面的分子间引力所引起的。它有两种类型, 静摩擦力和动摩擦力。

静摩擦力(Static frictional force) 两个表面相互接触的物体间没有相对运动时, 如果一个外力作用到它们中的一个上所产生的摩擦力。静摩擦力的最大值出现在两个物体间将要发生相对滑动的那一刻。此时的静摩擦力叫做极限力。

滑动摩擦力(Dynamic frictional force or sliding frictional force) 当一个表面在另外一个表面上以匀速滑动时的摩擦力的大小。它比极限力(最大静摩擦力)略小。



摩擦系数(μ)(Coefficient of friction) 两表面间的摩擦力与压在它们之间的力(正压力)的比值。具有着两种值, 静摩擦系数和动摩擦系数。

摩擦系数

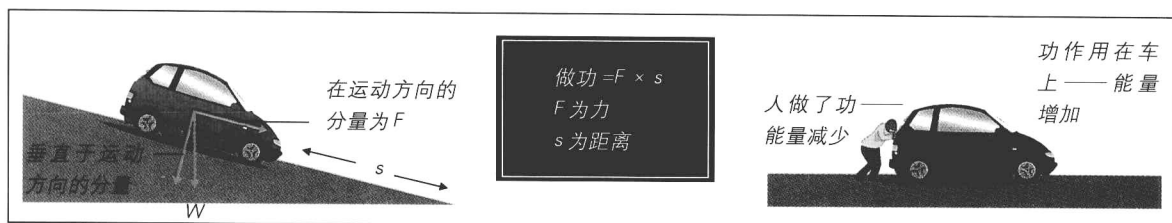
$$\mu = \frac{\text{摩擦力 } (F)}{\text{正压力 } (R)}$$

* 电子, 83; 核子, 质子, 中子, 82

能量

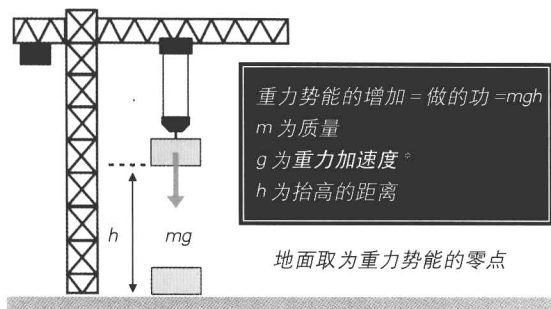
当力移动物体时就做了功。能量表示做功的能力。当物体被做功或做功时它就会分别增加能量或损失能量。能量可以以多种形式存在，并可以在这些形式间相互转换或转化，但是不能被创造或消失（能量守恒定律）。能量和功的国际单位*称为焦耳（J）。

来自于太阳的能量相当于一百亿个电站供电量的总和



势能 (E_P) (Potential energy) 一个物体因处于力场*中所具有的能量称为势能。要使一个物体位于力场中必须对他做功，因此能量就被“储存”起来了。势能有三种形式：重力势能、电磁势能和核势能（根据所涉及的力而区分）。

重力势能 (Gravitational potential energy) 与两个物体的相对位置有关的势能称为重力势能。具有质量的物体可以对其他物体施加重力*。如果使两个物体分开（比如在地球上将一个物体抬高）就必须对其中一个做功，因此重力势能就增加了。



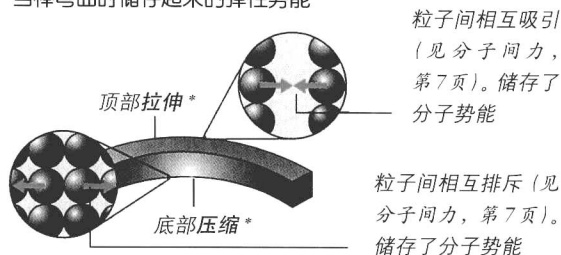
核势能 (Nuclear potential energy) 储存于原子核*中的势能。在放射性衰变*的过程中核势能被释放出来。

电磁势能 (Electromagnetic potential energy) 在电磁力*的力场中，与物体处于力场中的相对位置相联系的势能。

分子势能 (Molecular potential energy) 与分子间相对位置相关联的电磁势能。克服分子间力*而做功就会使分子势能增加。

弹性势能 (Elastic potential energy or strain energy) 分子势能是其中的一种，当拉伸或压缩一个物体时所储存的能量，它是克服分子间力所做的功。

当棒弯曲时储存起来的弹性势能



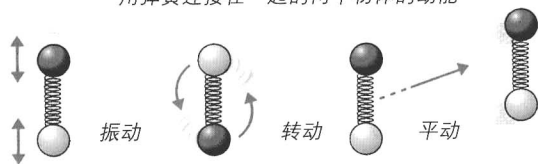
化学能 (Chemical energy) 贮存于燃油、食物以及电池的化学燃料中的能量。化学能在发生化学反应时释放出来，比如，当燃油燃烧时，它的原子和分子的电磁势能就会发生改变，化学能以热的形式释放出来。

农作物将太阳光转变为食物——化学能储存在食物中



动能 (E_K) (Kinetic energy) 与运动相关的能量。它分为平动能、转动能和振动能。

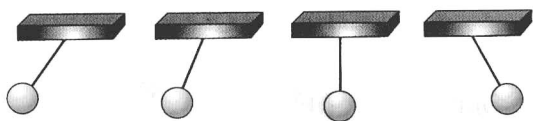
用弹簧连接在一起的两个物体的动能



$$E_K = 1/2 mv^2 \quad m = \text{质量} \quad v = \text{速度}$$

机械能 (Mechanical energy) 一个物体的动能和重力势能的总和。

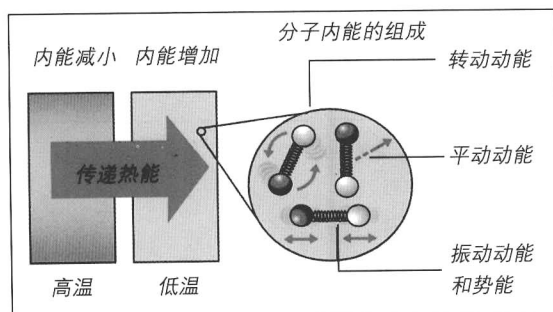
摆的机械能保持不变 (如果忽略阻力)



全部为重 重力势能转 全部为动能 (在此高 动能转变为
力势能 变为动能 度上重力势能取为零) 重力势能

内能 (Internal or thermal energy) 物体中所有分子的动能和分子势能的总和。如果物体的温度增加，它的内能也会增加。

内能和温度



热能或热 (Heat energy or heat) 由于温度的不同，能量便从一处流向另一处 (见第 28~33 页)。当物体吸热时，它的内能增加 (见上图)。

波能 (Wave energy) 与波动相关联的能量。比如，由水分子的动能和重力势能组成的水波的能量。

电磁能 (Electric and magnetic energy) 与电荷及运动电荷 (电流) 相关联的几类能量，它们统称为电磁能。

辐射 (Radiation) 以电磁波*或粒子流的形式存在的能量 (见第 29 页和第 86~87 页)。

功率 (Power) 做功或能量改变的速率。功率的国际单位*是瓦特 (W)，等于 1 焦耳每秒。

电站的能量转换

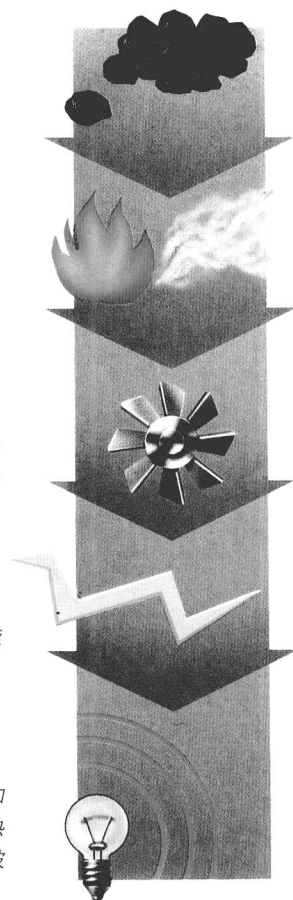
煤是燃料的一种，也被称为化石燃料。它是很久以前生长的植物以化石的形式保存下来的能量。煤中储存的化学能来源于太阳能

燃料在电站的火炉中通过燃烧将水烧沸。这样，化学能就转变成了蒸汽的内能

蒸汽使涡轮*转动。蒸汽的内能转化为涡轮的转动动能

发电机*将动能转化为电能

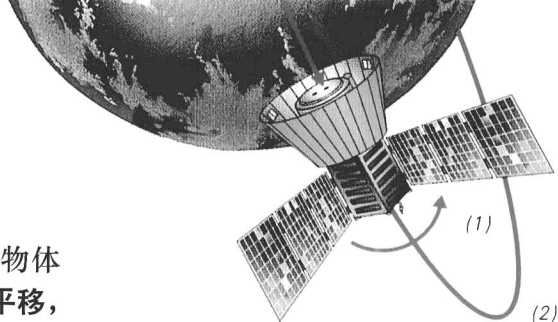
在实际应用中加热器、灯和音箱就会将电能转化为热能、光 (波能) 和声音 (波能)



* 电磁波，44；国际单位，96；涡轮，115；发电机，78

运动

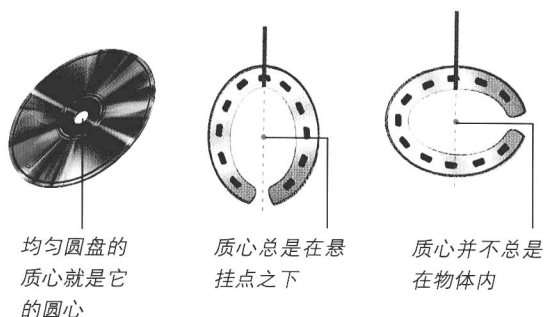
物体的方向和位置的变化称为运动。刚性物体(不改变形状的物体)的运动可分为平动(或称平移,即质心从一处向另外一处的运动)和转动(或称旋转,也就是物体绕质心的运动)。对点的运动的研究称为动力学。



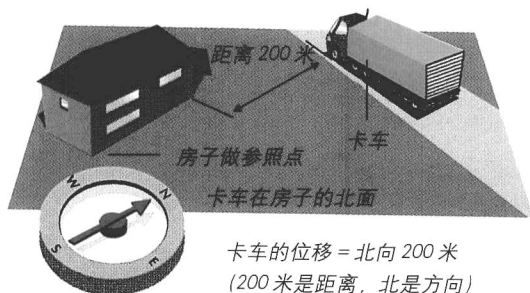
在轨道上运行的卫星表现出转动 (1) 和平动 (2)

直线运动(Linear motion) 直线运动就是在一条直线上所做的运动,它是平动(见引言)的最简单形式。任何刚体的直线运动都可以描述为它的质心的运动。

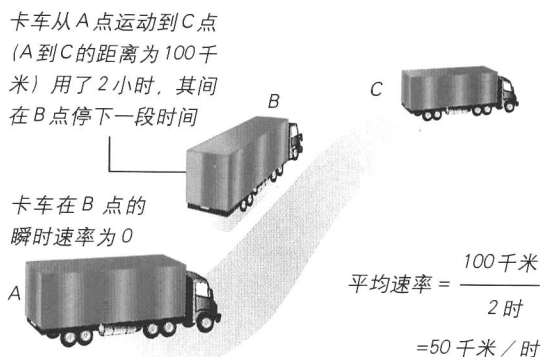
质心(Centre of mass) 物体上的一个点,物体的全部质量就好像都在这个点上一样。刚体(见引言)的质心与它的重心(地球的引力通过这个点作用在物体上)在同一个点上。



位移(Displacement) 物体相对于固定参照点的距离和方向。它是一个矢量*。一个物体的位置可以用它相对于一个特殊点的位移来表示。

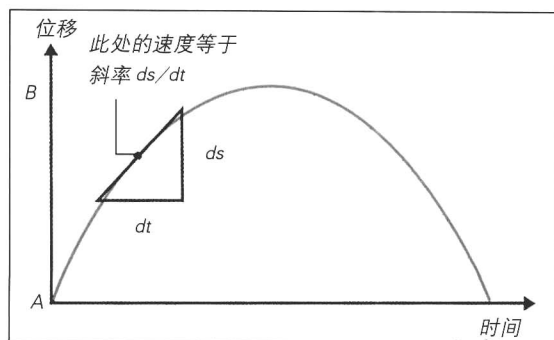


速率(Speed) 物体走过的距离和所用的时间的比值。如果一个物体运动的速率为恒定值,则称这样的运动为匀速率运动。物体在一段时间内的平均速率等于它在这段时间内走过的距离除以这段时间。任意给定时刻的速率称为瞬时速率。

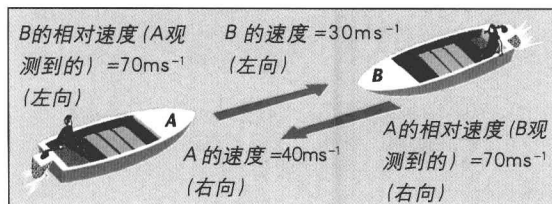


速度(Velocity) 物体的速率和方向(即给定时间内的位移),它是一个矢量。匀速度、平均速度和瞬时速度的定义与平均速率等的定义相类似(见速率)。

一个物体沿着直线从 A 点运动到 B 点再返回到 A 点运动时的位移—时间曲线图(表明速度是如何计算的)

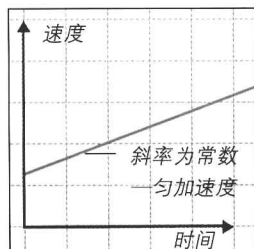


相对速度(Relative velocity) 一个可能在运动着的观测者所看到的另一个物体的运动速度。也就是物体相对于观测者的速度。

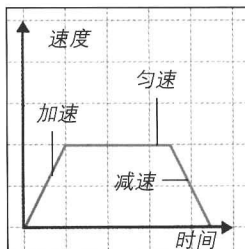


加速度(Acceleration) 一个物体在给定时刻的速度变化率。它是一个**矢量***。物体加速时，要么是它的速率发生改变(通常发生在直线运动中)，要么是它的运动方向发生改变(通常发生在圆周运动*中)。在一个方向上的减速度(负的加速度)就是在它的相反方向上的加速度。如果一个物体在相等的时间内速度的变化相同，就称这样的运动为匀加速运动。

用速度与时间的关系图说明加速度



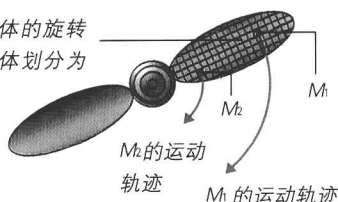
相同的时间间隔内运动的路程增加



相同的时间间隔内运动的路程增加、不变然后减小

转动(Rotational motion) 一个物体围绕着它的质心的运动。在转动中，物体的每一个部分的运动轨迹不相同，因此在计算过程中物体不能被看做一个整体。必须将它划分为很多的小块，然后分别考虑每一个小块所做的圆周运动。这样处理后，物体的整个运动形态就反映出来了。

为了计算物体的旋转运动，将物体划分为很多小块



匀加速运动方程(Equations of uniformly accelerated motion) 用下面的方程计算匀加速线性运动。注意方程中符号的约定(见下面)。方程中使用的是位移而不是距离，所以要考虑到方程的变化。

$$v_t = v_i + at$$

$$s = \frac{1}{2} (v_i + v_t) t$$

$$s = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v_t^2 = v_i^2 + 2as$$

t 为时间

v_i 为初始速度 (t 为 0)

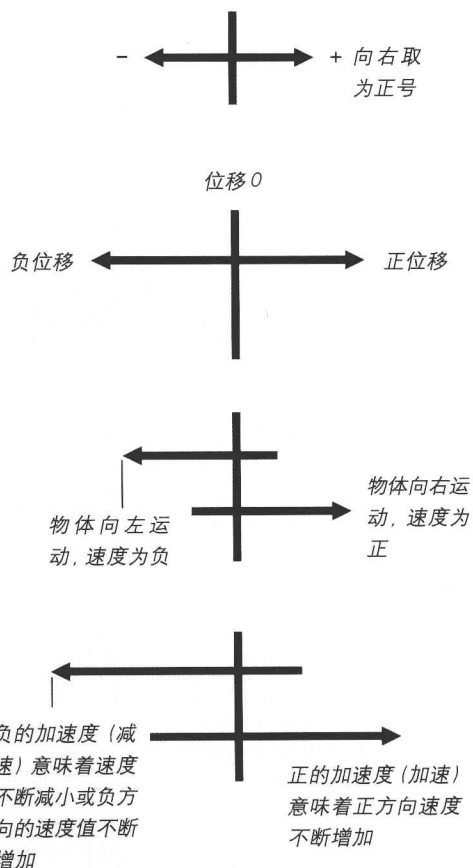
v_t 为 t 时刻的速度

s 为 t 时刻的位移

a 为加速度 (常数)

符号规则(Sign convention) 用来区分相反方向运动的方法。一个方向被选定为正号时，相反的方向就为负号。当使用上面的方程时必须使用这样的符号规则。

符号规则



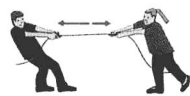
* 矢量，108；圆周运动，17

动力学

动力学研究的是物体的运动和作用于该物体的力的关系。单个力的作用会改变物体的**速度***或运动方向(即产生**加速度***)。如果两个或多个力同时作用在一个物体上并且达到平衡(合力为零),物体不会被加速,但可能发生形状的变化。



两个大小相等方向相反的力。合力为零,不产生加速度,但绳子被拉长了

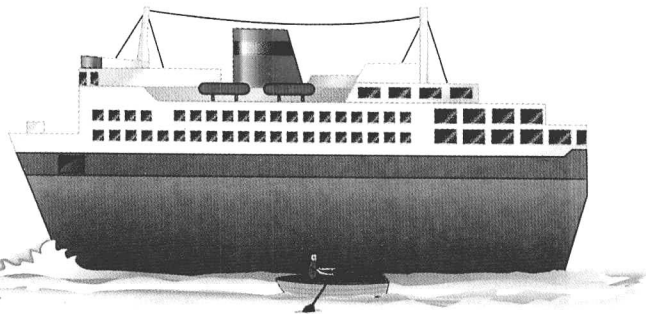
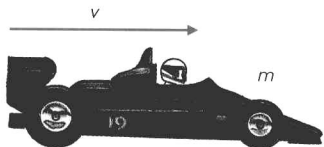


两个大小不相等的力。由于合力不为零产生了加速度,同时绳子也被拉长了

质量(Mass) 用来衡量物体惯性的量。要使物体获得一定的加速度就必须根据它的质量施加作用力。大质量的物体需要的力也比较大。

动量(Momentum) 物体的质量与运动速度的乘积。由于速度是一个**矢量***,因此动量也为矢量(见线性动量守恒定律)。

动量 $=mv$
 m 为质量
 v 为速度



大轮船比小舢板有更大的惯性(因此也就具有较大的质量),要使它加速,需要的力也大

惯性(Inertia) 物体保持其运动速度不变的趋势(也就是说,阻止力对它产生的加速作用)。惯性的大小用质量的大小来衡量。

冲量(Impulse) 作用在物体上的力与作用时间的乘积。由牛顿第二定律,冲量等于物体动量的变化量。一个小力长时间的作用和一个大力短时间的作用可以引起相同的动量变化。

冲量 $=Ft$
 F 为力
 t 为时间

当发生撞车时,车的前部会发生形变(撞瘪),从而增加了碰撞时间,使撞击力变得小一些

撞瘪部分

由于力是动量变化的速率(见牛顿第二定律),那么:

冲量 = 动量的变化

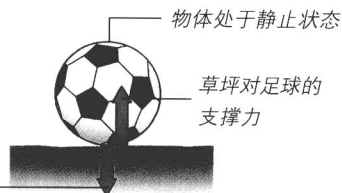


牛顿运动定律

在16世纪70年代末期,牛顿用三个定律给出了运动和力的关系。

牛顿第一定律(Newton's first law) 如果一个物体是静止的或它的运动速度和方向保持不变,那么作用在该物体上的合力为零。

作用在物体下方的力相等——合力为零,因此没有加速度



牛顿第二定律(Newton's second law) 如果物体的动量发生了变化,即物体被加速,那么一定存在着净力作用在它上面。一般来说,物体的质量是不变的,因此力的大小就与物体的加速度大小成正比。加速度的方向与力的方向一致。

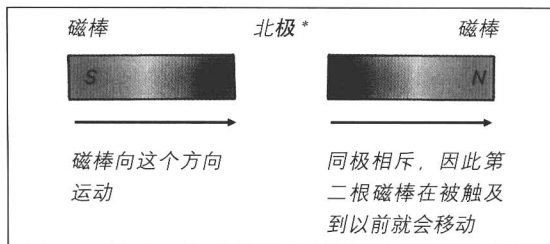
力 = $\frac{\text{动量的变化}}{\text{时间}}$

如果质量保持不变,那么:

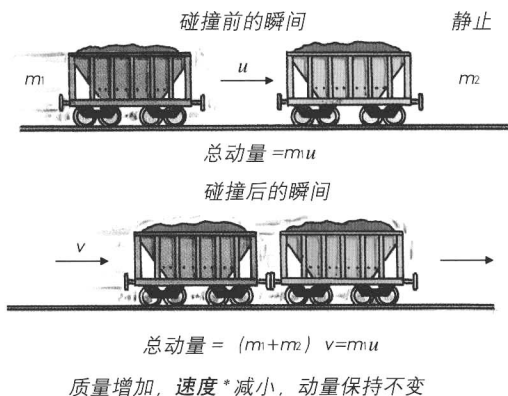
力 = 质量 $\times$ 加速度

碰撞(Collision) 在很短的时间内两个或多个物体相互间施加了比较大的力, 这样的事件发生时就称为碰撞。这一概念与碰撞的日常用法不同, 因为物体不一定相互接触。

无接触碰撞的一个例子

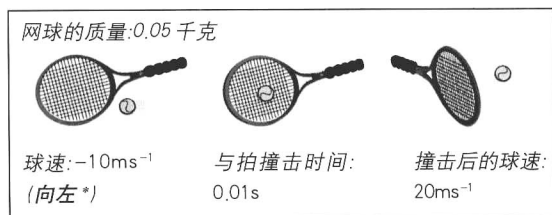


动量守恒定律(Law of conservation of linear momentum) 当两个或多个物体相互施加力(即发生碰撞)同时又没有其他的外力对它们作用时, 它们的总动量保持不变。如果碰撞的时间很短并且只考虑碰撞发生前后的极短时间里, 有些力, 如摩擦力, 就可以不考虑。



牛顿第二定律的例子

被球拍击到的网球动量发生变化



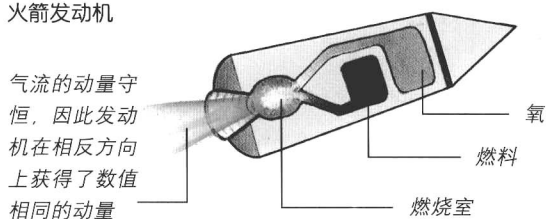
净力如下:

$$\text{撞击力} = \frac{\text{动量变化}}{\text{时间}} = \frac{(0.05 \times 20) - [0.05 \times (-10)]}{0.01} = 150 \text{ N}$$

$$\text{或: 力} = \text{质量} \times \text{加速度} = \frac{\text{质量} \times \text{速度变化量}}{\text{时间}} = \frac{0.05 \times 30}{0.01} = 150 \text{ N}$$

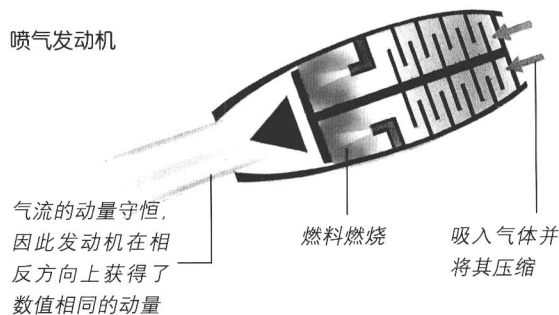
火箭发动机(Rocket engine) 将体内燃料燃烧并由喷嘴喷出高速气流的发动机。气体的质量很小但它的运动速度很高, 因此它具有很大的动量。火箭在相反的方向获得了相同大小的动量(见线性动量守恒定律)。由于其他的发动机需要空气才能运行, 因此在宇宙航行时要使用火箭发动机。

火箭发动机



喷气发动机(Jet engine) 这种发动机从它的前端将气体吸入并燃烧燃料, 然后产生高速喷射的气流。其原理与火箭发动机相同, 只不过气体产生的方式不同。由于喷气发动机需要空气才能工作, 因此它不能用于宇宙航行。

喷气发动机

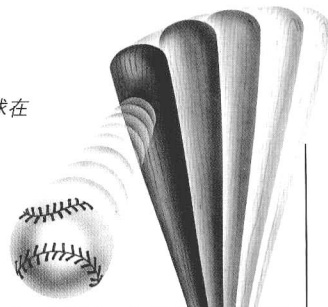


牛顿第三定律(Newton's third law) 力总是成对出现, 称为作用力和反作用力, 二者大小相等, 方向相反。如果物体 A 对物体 B 施加了一个力, 物体 B 就会施加给 A 一个大小相等方向相反的力。

牛顿第三定律的例子

球棒施加给球一个力, 使球在相反方向上得到加速

球对球棒施加了大小相等方向相反的力(击球时的慢放瞬间)

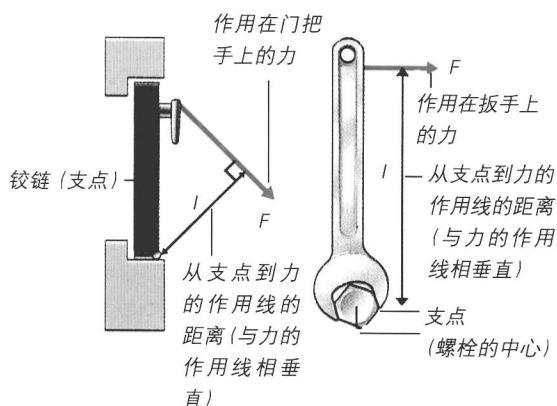


* 极, 70; 速度, 10; 向左(运动为负)(见符号约定), 11

旋转力

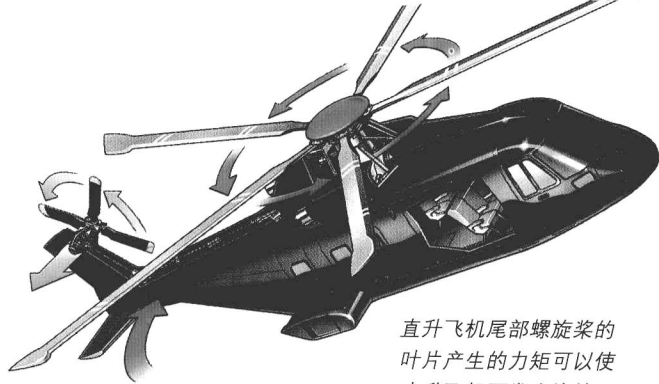
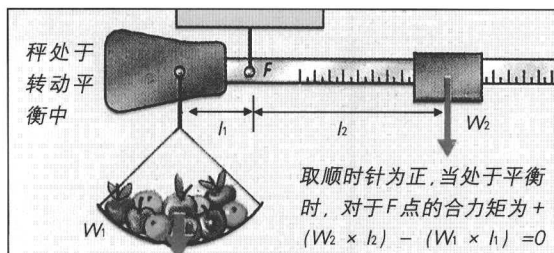
力可以产生加速度*（见动力学，第12页）。在直线运动*中产生的是线性加速度。在旋转运动*中，产生的是角加速度*（旋转得快或慢），它是由旋转力或绕旋转轴（支点）的力矩产生的。

力矩(Moment or torque) 衡量一个力使物体绕轴或支点转动能力的物理量，它等于力乘以轴长或支点到力的作用线的垂直距离。力矩的国际单位*为牛顿米 (Nm)。



$$\text{力矩} = F \times l$$

在考虑力矩时必须指明相应轴的位置，并且用符号约定*来区分顺时针力矩和逆时针力矩。合力矩是单一的力矩，它作用的结果与所有力矩同时作用的结果相同。

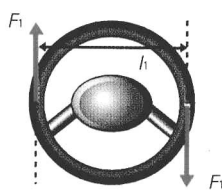


直升飞机尾部螺旋桨的叶片产生的力矩可以使直升飞机不发生旋转

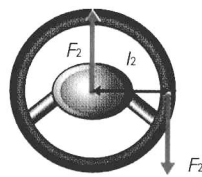
力偶(Couple) 大小相等方向相反并且不作用在一条直线上的一对力。它们只能产生转动效应，而不能使物体的质心*产生合成加速运动。由力偶产生的合力矩等于单个力产生力矩的和，大小等于两个力作用线的垂直距离与一个力大小的乘积。

大小相等方向相反的一对力(力偶)作用在方向盘上使方向盘转动

在下面情况中，一只手给出的力作用在方向盘的外缘上，另一只手给出的力作用在方向盘的轴上



$$\text{力偶的力矩} = F_1 \times h$$

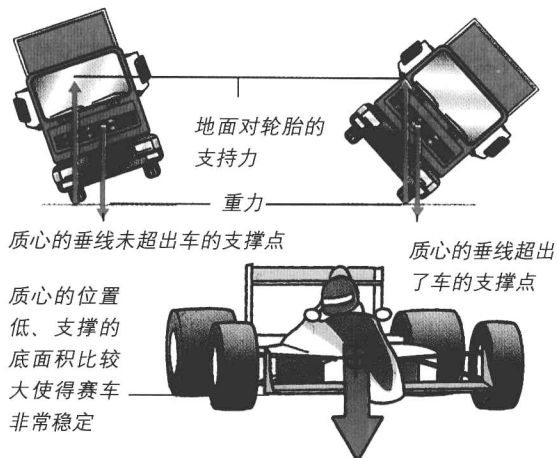


$$\text{力偶的力矩} = F_2 \times l_2$$

倾覆(Toppling) 如果物体的质心向地面的垂线没有通过物体的支撑点，那么就满足了倾覆的条件。当这种情况发生时，重力和支持力*所形成的力偶就会使物体进一步地翻转。

倾斜——力偶会使物体重新转回水平状态

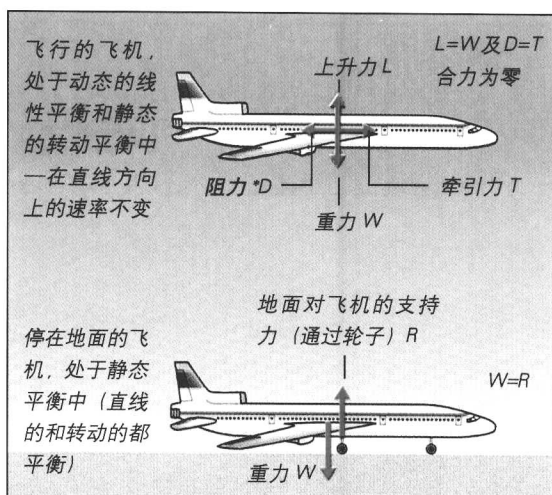
倾覆——力偶的作用使车进一步翻转



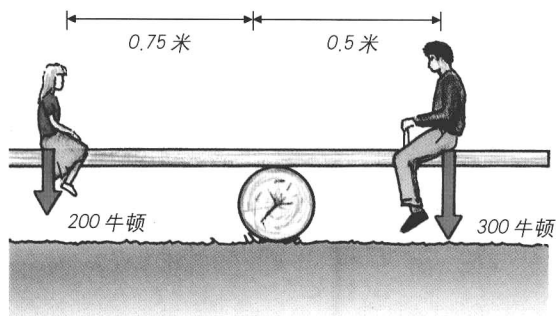
平衡

如果一个物体不再加速,就被认为是处于平衡状态。它可以是线性平衡(即质心*没被加速)或转动平衡(即绕质心的转动没有加速)。进一步地讲,上面的两种平衡或者是静态平衡或者是动态平衡。

线性平衡(Linear equilibrium) 质心没有被加速的状态,即它运动的速率和方向不发生变化。当物体处于线性平衡时,作用在它上面的合力一定为零。



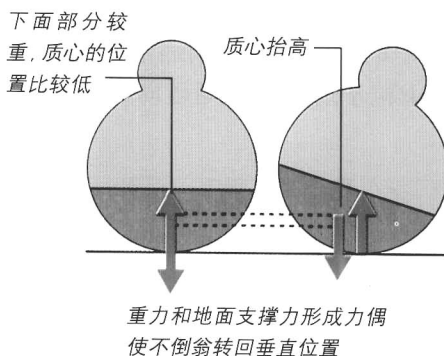
转动平衡(Rotational equilibrium) 物体处于没有角加速度*的状态,即它在恒定的角速度*下旋转。如果物体处于转动平衡中,则合力矩为零。这就是所谓的力矩原理。



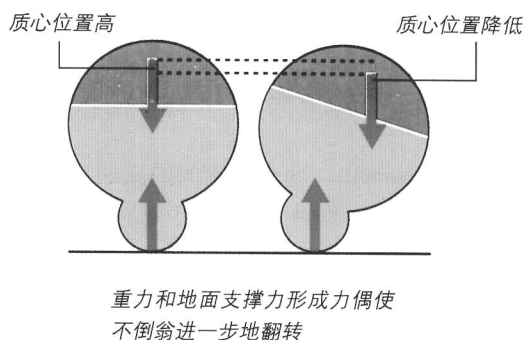
翘翘板处于静态转动平衡中,因为 $200 \times 0.75 = 300 \times 0.5$

* 质心, 10; 阻力, 19 (极限速度); 角加速度, 角速度, 17

稳态平衡(Stable equilibrium) 如果物体从平衡位置移动了一小段距离后又重新回到了原来的位置,物体便处于稳态平衡。当物体的移动造成了质心的抬高时就会发生这样的现象。



非稳态平衡(Unstable equilibrium) 如果物体从平衡位置移动了一小段距离后,又进一步远离原来的平衡,物体便处于非稳态平衡。当物体的移动造成了质心的下降时就会发生这样的现象。



中性平衡(Neutral equilibrium) 如果物体从平衡位置移动了一小段距离后,保持在新的位置不动,物体便处于中性平衡。当物体移动时保持质心高度不变,就会发生这样的现象。

