

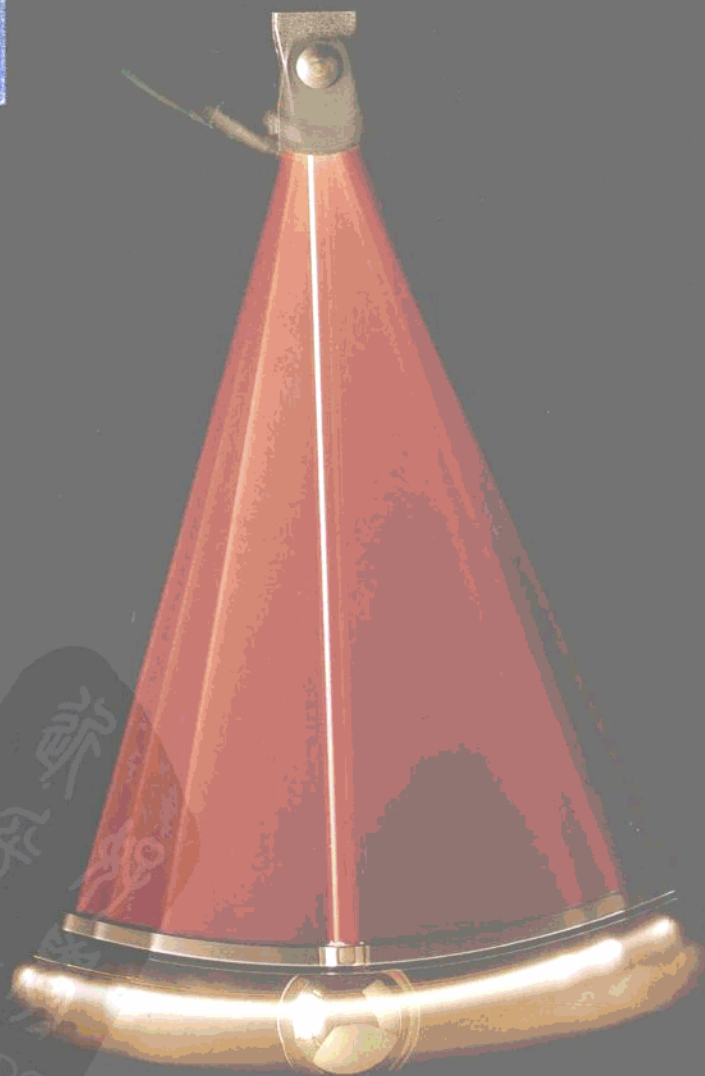
物理探索

2

力学

MECHANICS

Shandong Education Press
山东教育出版社



发明与发现的世界

“发明与发现的世界丛书”向我们展现了科学技术与人类息息相关、推动人类社会和谐发展的优美画卷。丛书从美丽的神话故事和真实的历史事件谈起，按照时间顺序记述了那些伟大的科学家、发明家，如何依靠他们的超凡远见和锐意执著，一次又一次地改变着人类的生产和生活方式。



发明与发现的世界（共8册）

- ◎ 航空航天
- ◎ 道路与交通
- ◎ 武器技术
- ◎ 船舶与潜艇
- ◎ 动力与能量
- ◎ 食品与服装
- ◎ 通信与计算机
- ◎ 医药卫生

本书的中文版由英国布朗参考书出版集团授权山东教育出版社出版。作为擅长出版图文书籍的英国布朗参考书出版集团的优秀产品之一，本书图文并茂、引人入胜，照片和插图制作精美。读者除了可以从中了解到人类重大科学发明和发现的历程，以及这些科学成就背后的科学原理外，还可以从丛书所介绍的众多历史人物身上受到激励。值得一提的是，由山东教育出版社出版的中文版刻意保持了原版图书印刷、装帧的精美程度。

探识生物学

生命的世界如此绚丽多彩，还有什么能比生命的故事更令人沉醉呢？“探识生物学丛书”为读者讲述了这些有关生命的故事，展示了生命科学的发展历程和最新思想。富有特色的专栏将令读者对探索生命的奥秘产生无限向往：【广角聚焦】让读者更加详尽地了解一些生物学中的关键问题；【历史回顾】介绍生物学发展史的重要事件和人物；【趣味尝试】通过简单易行的实验让读者体验探索的乐趣；【你的观点】引导读者在阐述自己的观点的过程中提高分析问题的能力；【热点讨论】为读者呈现生物学的热点问题及其引发的争议；【快乐点击】纠正读者对生物学知识的一些错误认识；【实际应用】展示了生物学知识在生产与生活中的应用。



探识生物学（共10册）

- ◎ 生物学入门
- ◎ 细胞
- ◎ 遗传
- ◎ 微生物
- ◎ 植物
- ◎ 动物
- ◎ 人体
- ◎ 生殖
- ◎ 进化
- ◎ 生态

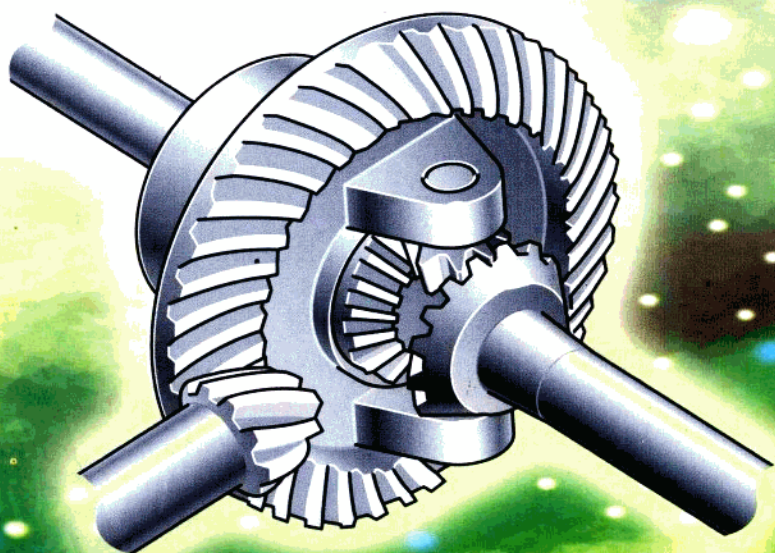
物理探索

2

MECHANICS

力学

Shandong Education Press
山东教育出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

力学 / (英) 克拉克 (Clark, J. O. E.) 著; 张方伟, 程寒波译.
— 济南: 山东教育出版社, 2009
(物理探索; 2)
ISBN 978-7-5328-6199-6

I. 力… II. ①克…②张…③程… III. 力学—青少年读物
IV. 03-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 033921 号

山东省版权局著作权合同登记号 图字: 15-2005-098

Copyright © Andromeda Oxford Limited 2001
The moral right of the proprietor has been asserted.
中文简体字版由 THE BROWN REFERENCE GROUP PLC 授权
山东教育出版社全球独家出版发行。

版权所有 侵权必究

物理探索

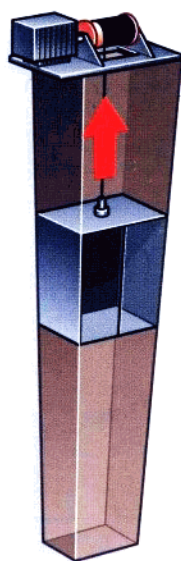
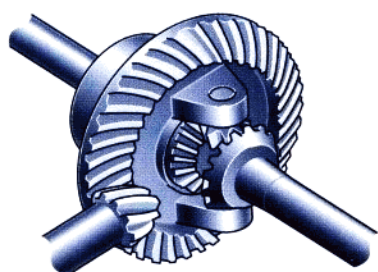
第 2 卷

力学

约翰·克拉克 著 张方伟 程寒波 译

主 管: 山东出版集团
出 版 者: 山东教育出版社
(济南市纬一路 321 号 邮编: 250001)
电 话: (0531) 82092663 传真: (0531) 82092661
网 址: <http://www.sjs.com.cn>
发 行 者: 山东教育出版社
印 刷: 山东新华印刷厂临沂厂
版 次: 2009 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
规 格: 272mm × 195mm 1/16
印 张: 3.5 印张
书 号: ISBN 978-7-5328-6199-6
定 价: 15.00 元

(如印装质量有问题, 请与出版者联系调换)



目 录

阅读指南	4
测量	6
质量和重量	11
落体	14
矢量和标量	16
力和加速度	18
圆周运动	22
钟摆	24
能量、功和功率	27
稳定和平衡	32
杠杆	36
斜面 and 摩擦	40
滑轮和齿轮	43
探究活动	46
术语表	52

阅读指南

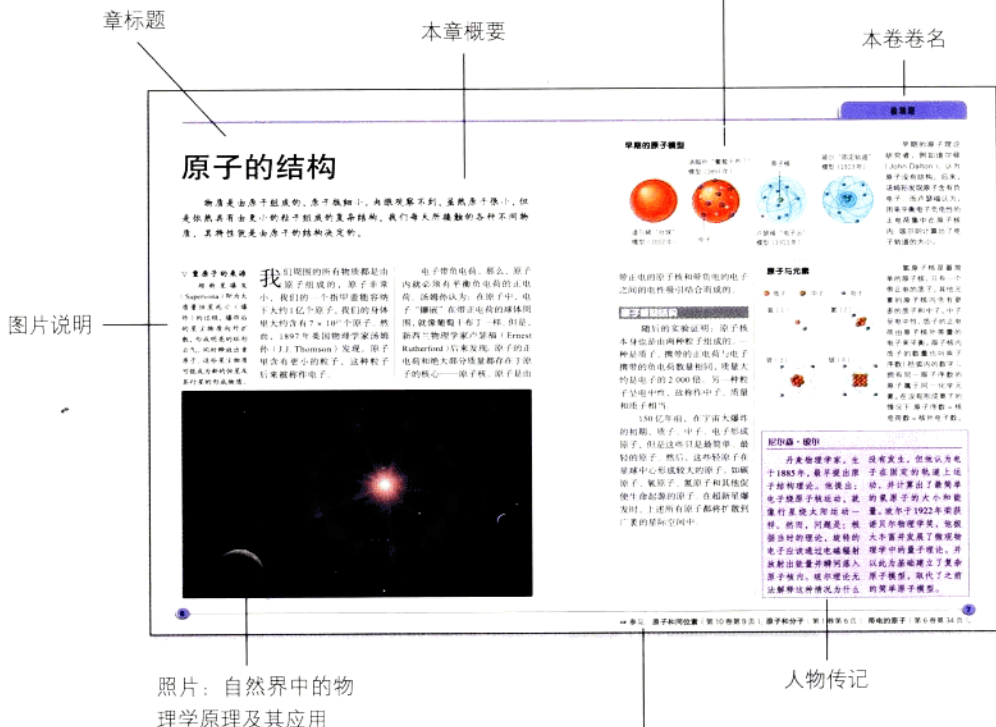
《物理探索》的设计意图是：以生动有趣的方式对中学生以及物理爱好者讲解物理学及其在日常生活中的应用，希望读者能够通过阅读此书而更加喜欢物理学。为激发读者的阅读兴趣，将“物理学”这一“貌似生硬”的科学讲解得深入浅出而又精彩纷呈，编者采用了大量颇具参考价值的照片和插图（为保持这些图片的清晰度，需要用质量较高的纸张印刷），同时在每一分册的最后设置“探究活动”栏目（带有详细的实施方案），为读者提供一个自己动手进行物理探索

的机会，以期更加深刻地理解和体会该分册中讲解的物理学原理及其在生活中的应用。

物理学是有关物质和能量（变化）的科学，内容相当广泛。为使读者全面而又系统地了解基础物理科学，编者按照物理学本身的系统性和逻辑性，将全部内容分为10部分（即10卷）依次呈现：1. 物质、2. 力学、3. 热、4. 光、5. 声、6. 电荷、7. 电流、8. 磁学、9. 电子学、10. 核物理。每卷分为若干章节，每章2~6页不等，章节顺序严格按照知识的内在逻辑性排列。

每章的标题（主题）下面用一段

示意图：补充说明科学原理



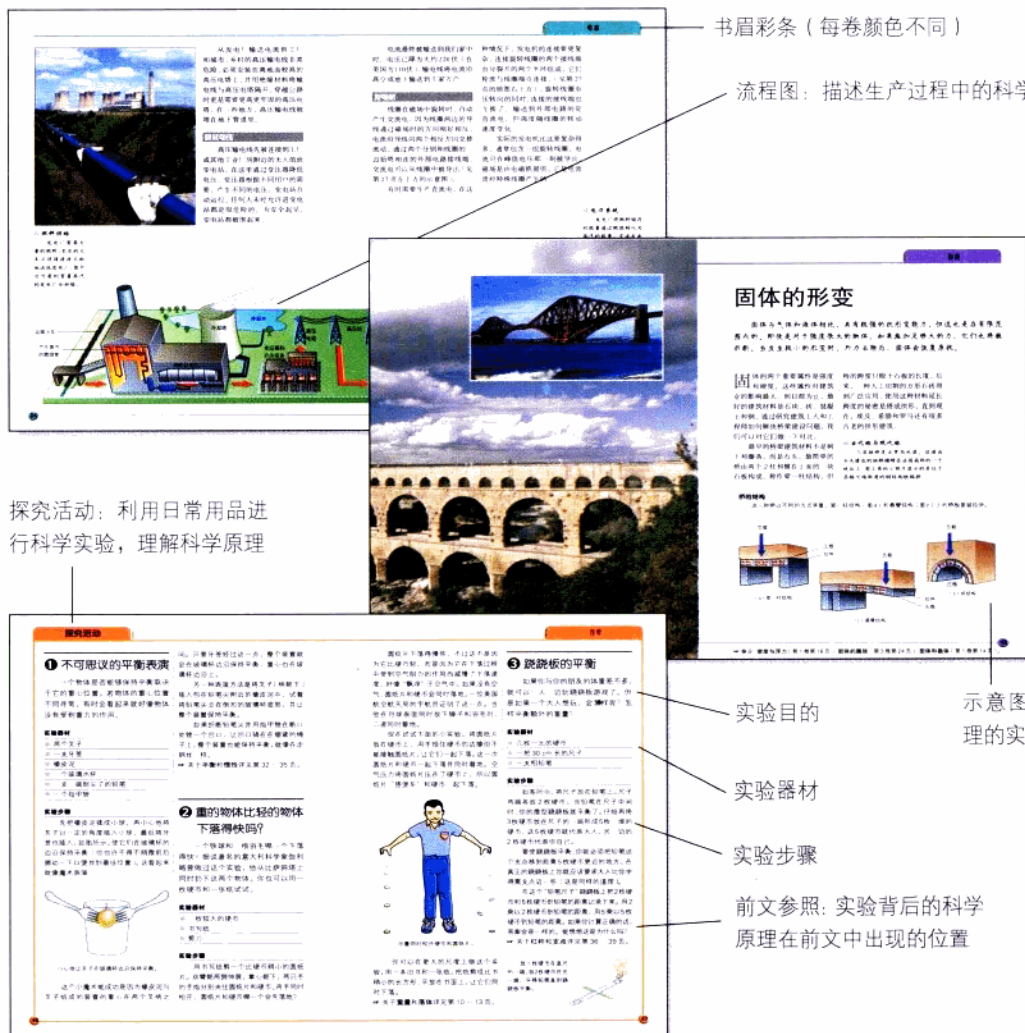
前后文参照：本章部分“关键内容”在各分册中的位置

话概括介绍本章主要(重要)内容,兼有阅读提示作用。然后以图文搭配的形式将本章内容分为若干部分逐一讲解。采用的图片分为照片和示意图两种。照片用来举例介绍物理学原理及其在生活中的应用,示意图用来解释物理学原理以及对正文内容进行补充说明。值得一提的是,部分章节设置有“人物传记”栏目,介绍一位著名物理学家在本领域内取得的成就。

每一卷的最后都设置有丰富的科

学探究活动,指导读者用日常生活用品进行有趣的实验,帮助读者理解物理学基本原理。

书中还有一些特色设计,用以帮助读者实现轻松阅读、系统而连贯地获取知识。例如:在每一章开始部分(右首页)的页脚处设置有“前后文参照”栏目,以关键词检索的形式列出关键内容在各分册中的位置;在每一卷最后设置“术语表”,方便读者随时查阅书中出现的科学术语。



测量

测量是物理学的核心。实际上，观察与测量是整个自然科学的核心。测量时需要描述物体的重量、长度等性质。为了测量各种物体，如原子的大小和宇宙的年龄，科学上规定了一系列单位。

在日常生活中，我们会用到多种单位，通常会选用适合被测量物体的单位。例如，测量到附近城镇的距离用英里，测量停车场的大小用码，测量旗杆的高度用英尺。这些都是长度的单位。这里的距离是指沿着地面的长度，高度是指沿着竖直方向

的长度。

但是，这样一个混杂的单位，使用起来很麻烦。我们在数学中将英尺换算成英里时就会发现这点。而且，美国的“里”可能和芬兰或中国的“里”完全不一样。美国的品脱和加仑跟英国的品脱和加仑也不一样。1美国

▽ 微小的细菌

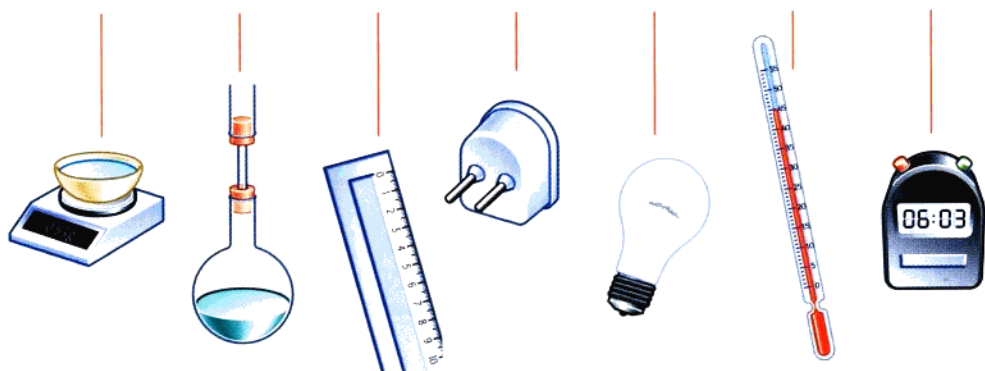
这些香肠状的东西就是细菌，每个大概1微米长。图中的它们被放大了大约100 000倍。



国际单位制

下表所列国际单位制中的七个基本单位。国际单位制中还有两个辅助单位：弧度和球面度，它们在高等数学中用来度量角度（1弧度大约等于57度）。导出单位中重要的有：赫兹，用来度量频率；牛顿，用来度量力；欧姆、伏特和瓦特分别用来度量电阻、电压和功率；焦耳，用来度量能量。

	质量	物质的量	长度	电流	发光强度	热力学温度	时间
单位名称	千克	摩[尔]	米	安培	坎[德拉]	开[尔文]	秒
单位符号	kg	mol	m	A	cd	K	s



品脱等于0.473升，而1英国品脱等于0.568升（英国品脱是美国品脱的1.2倍多）。英国加仑也是美国加仑的1.2倍多。科学家们用一个国际统一单位——米，来解决对长度的描述混乱的问题，各种长度都用米、米的倍数（如千米）或米的分数（如分米）来表示。

为了表示基本单位的倍数单位与分数单位，常在基本单位前加一些标准词头。例如，词头“kilo”表示千，1千米=1 000米（写作1 km=1 000 m）。类似地，“centi”表示百分之一，1厘米

（1 cm）=1/100米（0.01 m）。因此，从芝加哥到洛杉矶的距离大约有1 740 km，一支新铅笔的长度大约为18 cm。第9页给出了这些词头的列表。

米制（也称公制）

米制是200多年前由法国创立的一种测量单位制，它把通过巴黎的子午线从赤道到北极的长度的千万分之一规定为1米。千克也是米制中的一个单位。大部分欧洲国家在日常测量中使用米制单位，在美国米制单位也被越来越普遍地运用。

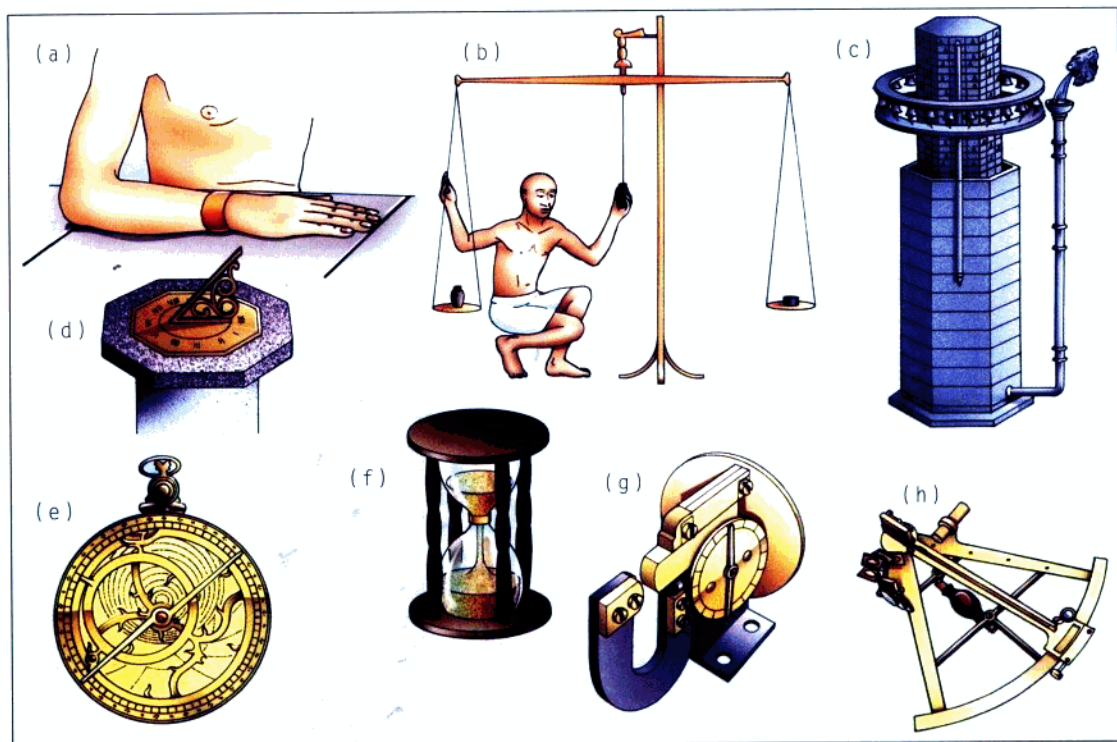
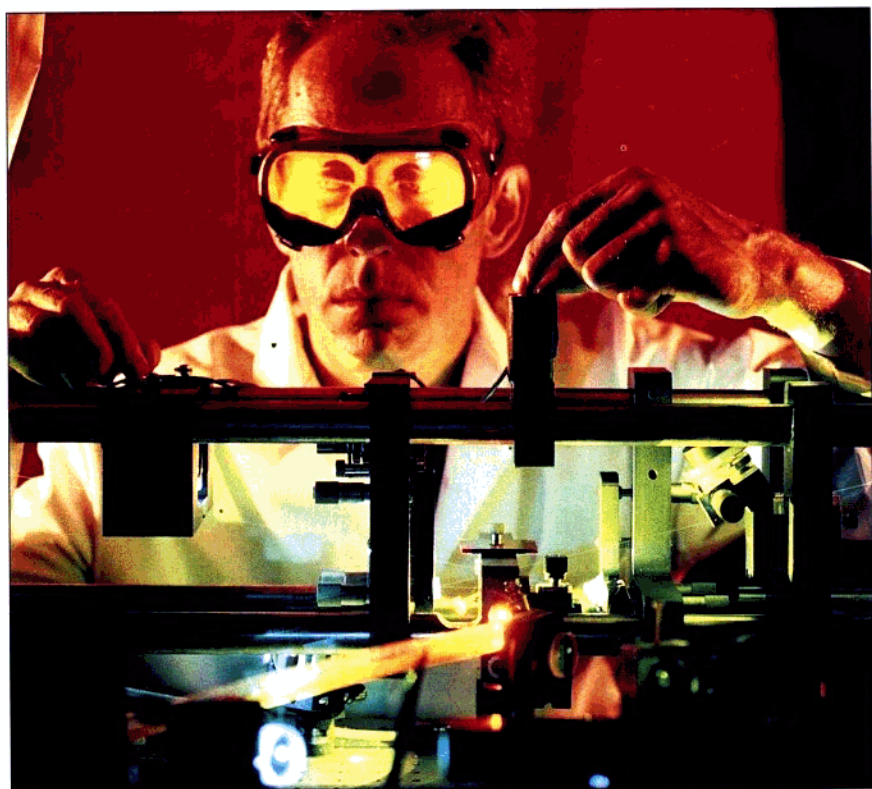
▷ 原子钟

图中的科学家正在校准一个原子钟,这种计时器运行30 000年产生的误差不超过1秒。

▽ 古老的测量仪器

下图中画出了一些古老的测量仪器:

- (a) 人的前臂,大约0.5米长
- (b) 简单的称重天平
- (c) 指示时间的水钟
- (d) 白天靠太阳指示时间的日晷
- (e) 观测星星角度的星盘
- (f) 用来计时的沙漏
- (g) 测量微小厚度的测微计
- (h) 测量天空中太阳高度角的六分仪





◁ 跳高

一个跳高运动员在比赛中越过横杆。运动员的成绩是用米制单位表示的，女子世界跳高纪录超过了2米。

科学研究中使用一种称为国际单位制（SI）的米制单位，共有18个导出单位。每个导出单位有一个专门的名称并都由七个基本单位以不同的形式组合而成。质量的基本单位是千克（1 000克），选它是因为克（约等于1/30盎司）太小了。本书都使用国际单位，通常将习惯上用的同种单位写在括号里。

标准形式

当用国际单位表示测量值时，有些数字显得很大。例如，地球距离太阳大约有1亿5千万千米，用数字表示就是150 000 000千米。为方便起见，标准形式计数方法用一个10的指数来表示大数。如， $1\,000=10^3$ ， $1\,000\,000=10^6$ 。因此，地球到太阳的距离是 $1.5 \times$

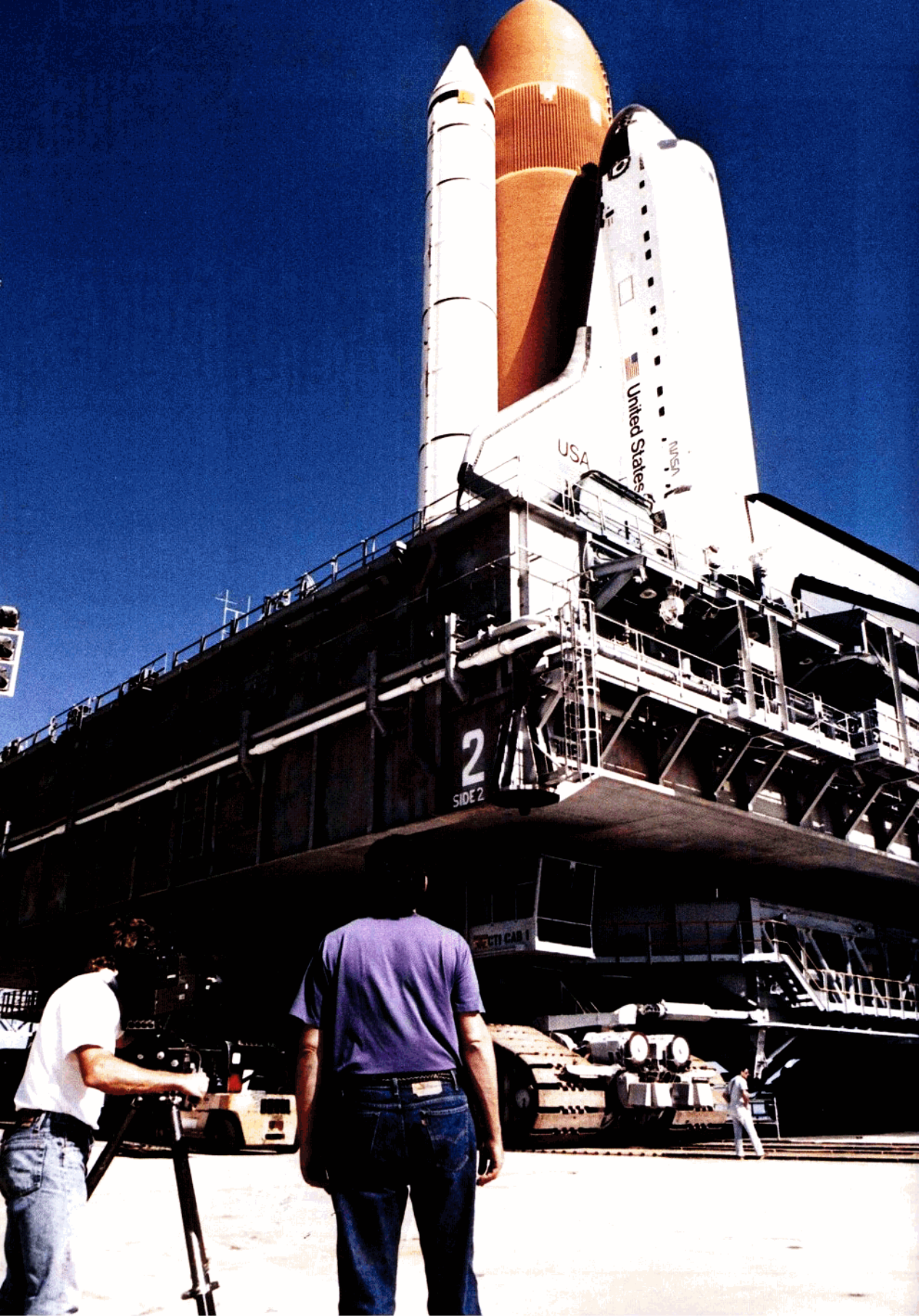
10^8 千米。人类头发的直径大约是万分之一米，也就是0.000 1米，标准形式为 1×10^{-4} 米。

公制单位词头

词头	符号	倍数	词头	符号	倍数
atto-	a	$\times 10^{-18}$	deca-	da	$\times 10$
femto-	f	$\times 10^{-15}$	hecto-	h	$\times 10^2$
pico-	p	$\times 10^{-12}$	kilo-	k	$\times 10^3$
nano-	n	$\times 10^{-9}$	mega-	M	$\times 10^6$
micro-	μ	$\times 10^{-6}$	giga-	G	$\times 10^9$
milli-	m	$\times 10^{-3}$	tera-	T	$\times 10^{12}$
centi-	c	$\times 10^{-2}$	peta-	P	$\times 10^{15}$
deci-	d	$\times 10^{-1}$	exa-	E	$\times 10^{18}$

下面是一些例子：

皮法〔拉〕（pF）用来度量电容， $1\text{ pF}=10^{-12}\text{ F}$
 纳米（nm）用来度量分子的长度， $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$
 微安（ μA ）用来测量神经冲动， $1\text{ }\mu\text{A}=10^{-6}\text{ A}$
 毫克（mg）用来称药物的质量， $1\text{ mg}=10^{-3}\text{ g}$
 厘升（cl）用来度量葡萄酒， $1\text{ cl}=10^{-2}\text{ l}$
 公顷（ha）用来度量土地的面积， $1\text{ ha}=10^4\text{ m}^2$
 千伏（kV）用来度量铁路系统电压， $1\text{ kV}=10^3\text{ V}$
 兆瓦（MW）用来度量发电厂的输出功率， $1\text{ MW}=10^6\text{ W}$
 十亿字节（GB）用来度量计算机的存储容量， $1\text{ GB}=10^9\text{ B}$



质量和重量

一个物体，放在地球上的任何地方质量都不会改变，即使将它送到月球或用火箭发射到外太空，其质量也不会改变。但是一个物体的重量取决于物体所处位置的万有引力。

质量用来衡量一个物体中所含物质的量。因此，无论此物体在何处，其质量均保持不变。一个物体的重量是指作用于该物体的地球（或其所在的其他星体的）引力。所以，一个物体的重量取决于它和地球之间的距离。同一物体的重量在高山顶上比在海平面上稍微小一些。物体在月球表面的重量是它在地球表面重量的 $1/6$ 左右，因为月球引力是地球引力的 $1/6$ 。

质量的单位是千克(kg)，重量的单位是牛顿(N)。一个物体的重量等于其质量乘以由引力引起的加速度。因为在地球表面，加速度等于 9.8 米每二次方秒

(9.8 m/s^2)，故质量(千克)和重量(牛顿)之间有一个简单的数量关系：

$$\text{重量} = 9.8 \times \text{质量}$$

如果一个人的质量是 50 kg ，则他在地球上重 490 N 。因为月球的引力小，他在月球上只重 82 N ，而在巨大的木星上，他的重量将达到 $1\,249 \text{ N}$ ！

日常生活中的重量

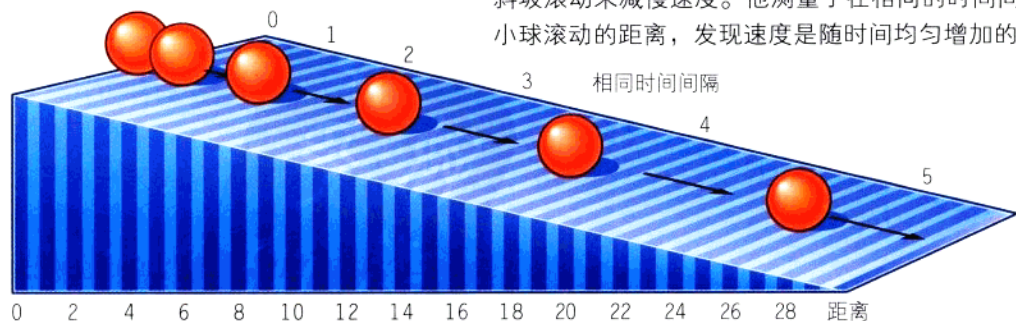
科学家们总是很严格地区分质量和重量，但是在日常生活中区分二者的不同并不是太重要。实际上，在日常测量中我们常倾向于用质量的单位来表示重量。

克服引力

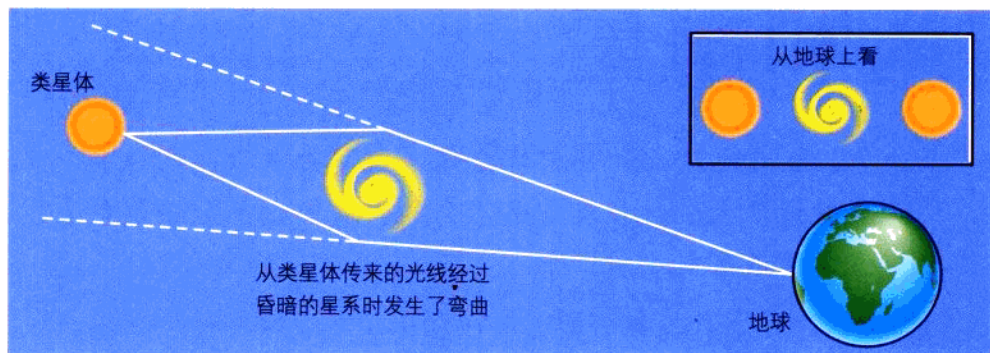
一架装有巨大的外挂燃料箱和火箭推进器的美国国家航空航天局的航天飞机停在其庞大的运输装置上。航天飞机需要强大的火箭动力才能克服地球引力升上太空。

减慢速度

为了研究落体运动，伽利略通过让小球沿着一个斜坡滚动来减慢速度。他测量了在相同的时间间隔里小球滚动的距离，发现速度是随时间均匀增加的。



引力和光



引力场可以使光线弯曲。当光从一个很远的物体传递到一个星系的两边时，此星系的强大引力可以使光线弯曲。地球上的观测者可以看到同一物体的两个影像，星系的两边一边一个。（此图仅是示意图，不满足比例关系！）

比如我们常说买 5 kg 土豆或 50 kg 煤炭，还常常用 50 kg 描述一个体重为 490 N 的人。

有时我们需要将质量或重量从一个单位体系换算到另一个单位体系。如果要从千克 (kg) 换算成磅 (lb)，只要乘以 2.2（例如 $50\text{ kg}=110\text{ lb}$ ），反过来，如果从磅换算成千克，则除以 2.2。

伽利略

天文学家和物理学家伽利略，1564 年出生于意大利比萨。他在物理学领域的主要研究成果之一就和引力有关。伽利略注意到比萨大教堂的吊灯的摆动很有规律，就进行实验从而发现了摆的等时性并设计出机械钟。他还通过让重物从塔顶下落和让球沿斜面滚动的实验来研究落体运动。在天文学领域，伽利略制造了世界上首台望远镜，并用它观察到月球表面是凹凸不平的，还观测到太阳黑子并发现了木星的 4 颗卫星。伽利略还支持哥白尼的学说，认为太阳是太阳系的中心，地球是围绕太阳旋转的（而不是当时人们所认为的太阳围绕地球旋转）。

称重仪器

最早的称重仪器类似于第 8 页图中的 (b)。这种仪器叫天平，如今仍在科学研究和工业生产中使用。它由一个中间有支点的横梁组成，横梁的两端各有一个托盘。假如要称一定质量的物体，如 1 千克的大米，则把一个 1 千克质量的物体放在一个托盘中，大米就倒在另一个托盘中，直到横梁恢复水平，即平衡。通过这种方法称重，只需将被称物体放在托盘上，已知重量的物体放在另一个托盘上，直到平衡。所以，用此仪器称重必须要有一套已知重量的砝码。

当然，这样的称重实际并没有真正称出物体的重量，它所称的只是质量。这种天平在月球上一样能称重，因为它实际上不过是比较物体的质量而已。但大部分厨房里用的弹簧测力计就不一

样了。一个竖直的弹簧上放有一个托盘，弹簧的运动通过一个有刻度的指针显示出来并用来表示托盘上物体的重量。

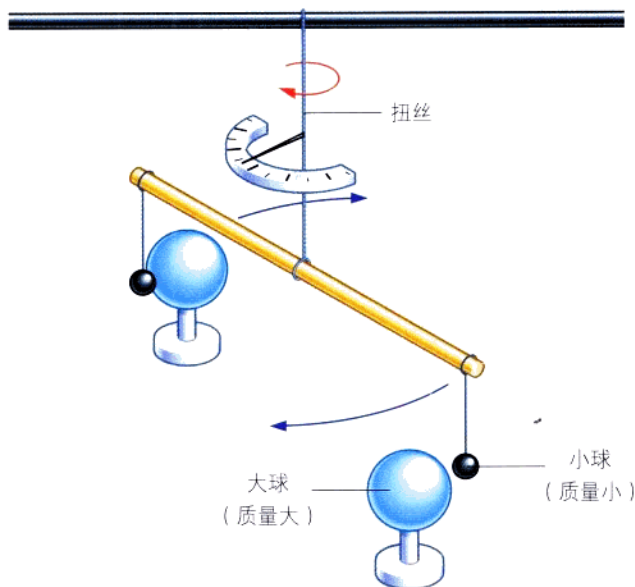
这种仪器所做的就是测量引力在一个一定质量的物体上的作用效果，因此它是一个测力仪器。物理实验中类似的仪器被称为牛顿计。弹簧测力计是真正测重量的，把它放在月球上称同一个物体，物体的重量将是地球上重量的 $1/6$ 。

地球引力

任意两个物体间都有相互吸引的力，这是因为物体都有一定的质量。地球引力是物体和质量庞大的地球之间的引力。当你松开一个物体时，就是地球引力让其落到地面上。引力的大小取决于两个物体的质量和它们之间的距离。数学关系为：力与两个物体质量的乘积成正比，与它们距离的平方成反比。所以，两物体越近，引力越大。如果两个物体质量分别为 m_1 和 m_2 ，距离为 d ，则两者之间的力 F 的表达式为：

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

式中 G 是引力常数。这个方程是平方反比定律的一个例子，因为物理量（这儿是力）随着与某点的距离的平方的增大而越来越小。



扭秤

英国物理学家亨利·卡文迪许于 1798 年造出此仪器。由于引力作用，两个小球朝两个质量大得多的大球靠近，引起悬挂着小球的横杆的扭转。亨利·卡文迪许通过悬杆扭转的程度计算出引力常数。



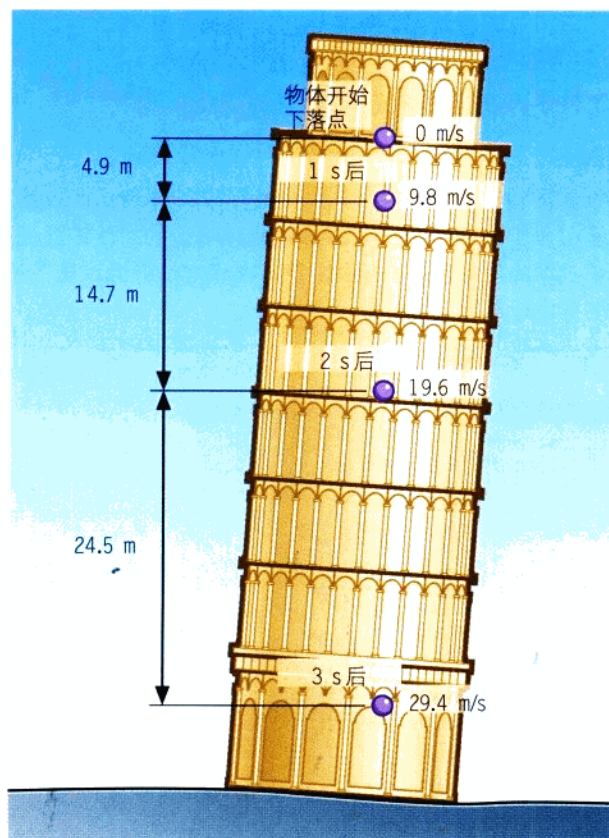
挑战引力

一名举重运动员使劲克服地球引力举起重物。如果他在月球上举的话会容易得多。

落体

一个物体在重力作用下是匀速下落吗？还是速度越来越大呢？换句话说，它是否会加速呢？这些问题曾经让古代科学家非常困惑。后来伽利略做了一些实验从而找到了答案。

重力加速度



上图显示了将一个物体从比萨斜塔上释放后，它在最初3 s内的下落情况。物体的速度在增加，但加速度不变，为常数 9.8 m/s^2 。

从第11页伽利略的“小球沿斜坡滚下”的实验图中可以看到小球速度越来越快，这就是加速。伽利略还发现自由下落的物体都具有同样的加速度，大小为 9.8 m/s^2 。现在我们称其为自由落体加速度。

另外，伽利略也试图计算一个从比萨斜塔塔顶下落的铁球的加速度。从左图中可以看到，如果他能成功进行测量（实际上他没能），结果应是：铁球在1 s末时的速度为 9.8 m/s ，2 s末时的速度为 19.6 m/s ，依此规律类推。整个过程中速度在增加，加速度不变。

终极速度

实际上，一个从空气中下落的物体，其速度并不总是越来越快。空气是阻碍物体下落的，它施加给物体一个向上的力，我们称之为空气阻力。空气阻力随物体速度的增加而增加，最终和重力平衡，此时物体达到终极速度并继续匀速下落。大多数物体下



落的终极速度大约为 54 m/s 。试想一下，如果冰雹没有终极速度而一直加速下落，将造成多大的破坏！

空气阻力随物体面积的增大而增大，降落伞就是利用了这个原理。当降落伞打开时连同人所达到的终极速度为 6.3 m/s ，这个速度就是跳伞者着地时的速度。你可以拿一片纸来验证此原理。松手让纸片下落，纸片就会因为较大的空气阻力飘动着较慢落

地。把纸揉成紧紧的一团再松手，你就会发现它因为空气阻力较小而下落得快得多。

自由落体

一个物体在重力作用下的下落称为自由落体，重力加速度也称为自由落体加速度，其符号是 g 。在许多涉及力学的公式中都使用到 g 。如计算单摆摆动周期的公式（参见第 25 页）和计算水下压力的公式。

△ 做空中造型动作的跳伞运动员正在高速下落中

做空中造型动作的跳伞运动员大约在跳伞后 12 s 达到终极速度（大约为 54 m/s ）。之后他们以这个速度匀速下落，直到打开降落伞后迅速减速，到达地面时的速度为 6.3 m/s 。