



Get a

Grip on



新物理学

NEW PHYSICS

约翰·格瑞宾

JOHN GRIBBIN



Get a Grip on
NEW PHYSICS

新物理学



约翰·格瑞宾 著 周绚隆 译

生活·读书·新知 三联书店

图书在版编目(CIP)数据

新物理学/(英)约翰·格瑞宾著,周绚隆译.-北京:生活·读书·新知三联书店,2003.1

[把握关键(Get a Grip on)]

ISBN 7-108-01775-X

I. 新… II. ①格… ②周… III. 物理学-普及读物
IV. Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 070484 号

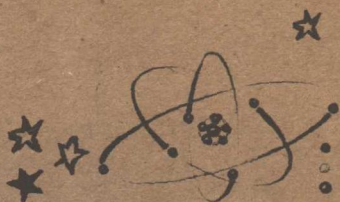
本书原由 THE IVY PRESS 以书名 Get a Grip on New Physics 出版英文本,三联书店(香港)有限公司以书名《Get a Grip on 新物理学》出版中文繁体字本,现经由 THE IVY PRESS 与三联书店(香港)有限公司授权生活·读书·新知三联书店在中国内地出版本书的中文简体字本。

Get a Grip on New Physics Copyright The Ivy Press Limited 1999

This translation of Get a Grip on New Physics originally published in English 1999 is published by arrangement with THE IVY PRESS Limited and JOINT PUBLISHING(HONG KONG) COMPANY LIMITED.

丛书策划	张志军
责任编辑	黄大刚
封面设计	朱桂芳
出版发行	生活·读书·新知 三联书店 (北京市东城区美术馆东街 22 号)
邮 编	100010
经 销	新华书店
印 刷	德清印刷厂
版 次	2003 年 1 月北京第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷
开 本	889×1194 毫米 1/32 192 面
印 张	6
印 数	00,001-10,000 册
定 价	32.00 元

Get a grip on



NEW PHYSICS

新物理学

目录

引言

6

第一章 原子与分子

20

第二章 超越牛顿

46

第三章 量子世界

82

第四章 更新的物理学

118

第五章 回到未来

156

第六章 明天的物理学

172

索引 190

引言

古典物理

★ 现代物理——或者，至少

现代物理的第一个阶段

——是17世纪后半期，从

伊萨克·牛顿 (Isaac

Newton) 开始的。牛顿

所做的最重要的事，就是

阐明了整个宇宙是由一些简

单的规则统治着，这些规则同样适用于地球上运行的物质。

这方面最著名的例子是他的万有引力定律，这个定律既解释

了苹果从树上往地上落的方式，也解释了月球是怎样待在环

绕着地球的轨道中的——此外还有更多。



牛顿

万物皆有主
宰，万物也
皆有其规律

古典物理与新物理

古典物理是我们在学校里学的东西，是那种在像乒乓球或汽车这类我们能够看到和摸到的物体中起作用的规律。新物理研究我们的感觉接触不到的物体，如原子和黑洞。



牛顿的望远镜

牛顿与引力

★ 这个自然规律就是平方反比律——两个物体之间的引力取决于它们质量的乘积，再除以它们之间的距离的平方。所以，同样两个物体，如果距离增加到两倍，引力就减少到四分之一，如果距离增加到三倍引力就减少到九分之一。依此类推。

★ 但是，在当时，规律本身并不比描述发生在宇宙中任何两个物体之间的引力

(gravitational attraction) 之独特规律的事实更重要——在我桌子上放的一支铅笔与邻屋的一只猫之间，在月球与地球之间，或者在位于宇宙中相反两端的两个星系之间，或

者甚至在我的猫与一个遥远的星系之间。

在牛顿之前

★ 在牛顿之前，即使一些有科学头脑的人也普遍相信宇宙是由神灵或者上帝设计的法则统治着的。1609年，当约翰内斯·开普勒发现有某个东西使行星处在太阳轨道中时，他把它叫作“神圣的精神力量”，没有人为此嘲笑过他。宇宙好像任凭一种神秘的不可理解的力量摆布着，这种力量可能时时处处会变化。



牛顿的摇篮

关键词

引力 (gravity) :

两个物体之间互相吸引的力。

万有引力 (gravitation) :

由于质量而引起的任何一个物体对宇宙中其他物体所施加的影响力。



约翰内斯·开普勒
(Johannes Kepler,
1571—1630)

德国天文学家，发现了行星运行规律，这一发现帮助牛顿得出了引力定律。开普勒运用了第谷·布拉赫 (1546—1601) 积累的观测资料。他在布拉格加入第谷·布拉赫的工作之前，是学神学的，然后在格拉茨新教神学院做了数学老师。

嘀咕

嘀咕

嘀咕



牛顿 (Isaac Newton,
1642—1727)

牛顿在很多领域都很活跃。他研究过炼金术（在那时差不多仍是受尊重的）和神学，担任过议会议员（他的爵士身份是用来从事政治工作的，而不是科学），皇家铸币局的主管和皇家学会的会长。牛顿对自己的工作守口如瓶，而且常常为了谁是第一个想到某个观点的（通常都是他先想到的，但他懒得去告诉任何人！）而陷入与其他科学家的激烈争吵之中。他在物理学上的伟大成果是在他30岁之前完成的，但是直到1687年才应埃德蒙·哈雷 (Edmond Halley) 的要求发表了出来。在1690年代牛顿曾一度精神崩溃，虽然后来他恢复得足以过正常的生活，却再没从事过科研工作。



埃德蒙·哈雷

有规律的宇宙

★ 从牛顿以后，宇

宙被以一种完全不同的

方式理解为一个有规律的

机械装置，它依照可以在地球上通过实验测定的物理规律在运行。这些规律可能是上帝给予的（牛顿认为它们是这样的），但是现在看来，它们在各处都是一样的，而且永远如此。



我实在是
压力太大了！



牛顿由于工作过劳而崩溃了

基本的定律

★ 牛顿宇宙学说是建立在由牛顿所发现的其他三个基本定律之上的。它们就是牛顿的力学（或叫运动）定律，是在他的伟大著作《自然哲学的数学原理》(*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*) 中提出来的，通常被简称为 *Principia*。

★ 这三个定律为未来200年中的物理学奠定了基础——而且还能解释日常世界中事物运转的方式，甚至用它们来解释的有些事物（如喷气式飞机的飞行，或太空探测器往木星的飞行）连牛顿本人做梦都没想到过。

牛顿力学的第一定律

牛顿力学三大定律中的第一条直接表明了物理学家为了掌握世界运行的方式，是怎样地常常不得不对“常识”打折扣的。它坚持认为任何物体——指整个宇宙中的任何物体——在不受外力的作用时，要么就保持静止，要么就保持直线运动。就一般的感觉而言，对于静止不动的部分来说这是没有问题的。在地球的表面，大多数事物确实是静止不动的，除非推它们一下。但是如果被推一下，它们当然不会永无休止地保持直线运动。它们的速度会逐渐减慢并且停下来。

关键词

力学 (mechanics) :

物理学的分支学科，研究事物的运动和造成它们运动的力。



这可以
永远
进行下去

继续继续继续……

★ 牛顿认识的第一步，是发现事

物只有受到一种外力——即摩

擦力的影响时才会停下来。

物体停止运动是因为它

们和其他物体发生了摩

擦，即使这些其他物体

只是空气中擦过的小粒

子。



伽利略发现球会保持滚动，除非有东西阻止它们

无法停止的

想像有一个东西停留在空旷的太空中，然后再猛推它一下（在有太空飞行的今天，这是很容易想像的，但在17世纪这却是想像上的巨大跨越）。它将会永远保持直线运动，除非有其他外力加诸于它。

……直到永远

★ 事实上，关于摩擦力使事物停止运动的事，在牛顿出现以前已略有所知了。特别是伽利略发现如果没有外部力量的作用，事物会永远保持运动。他在做了一系列把球从斜面上滚下的实验后得出了这一结论。球朝着地平线滚去，伽利略发现如果没有摩擦力的话它们会永远保持滚动。



谁知道这个球会在哪里停下来

……或者 绕圈又 绕圈

★ 据此伽利略

作出了一个大胆而

又错误的推论。和当时所有有文化的人一样，他知道地球是圆的。所以一个朝着地平线保持永久性运动的物体，一定是在沿着围绕地球表面的环形跑道运动，并且最终会在开始运动的地方停下来。如果在它的运动路线上没有山或其他障碍物，这是它最起码能做到的。这使伽利略相信有一个基本的自然规律，这个规律是，如果任其自然的话，事物是做环形运动的。

伽利略因为公开赞同
地球围绕太阳转动而
受到了审判



伽利略

伽利略
(Galileo Galilei,
1564—1642)

伽利略是第一个用望远镜对恒星和行星进行科学观测的人。他在比萨大学学过医学，但却退学变成了一名科学家。他的天文观测曾使他声名远播，而且他也是最早公开支持地球围绕太阳作环形运转的观点的科学家之一。结果，在他健康状况不佳的69岁时，他因为异端思想而受到了审判，在拷打的威胁下被迫撤回自己的主张，并在羁押下度过了余生。罗马天主教堂对他的公审促成了北欧新教徒对他的思想的采纳。

哇！
它是在转圈

圆形的想法

* 别相信你在电视中看到的任何东西。那些看上去沿着直线飞行的太空飞船，实际上都是处于环绕地球的轨道中，沿着多少有点圆形的路线在运动。那些在太空飞船内部“沿直线”运动的事物

——也就是说，相对于太空飞船的墙壁来说是沿直线的——也是在环绕着地球。



在轨道中飞行的太空飞船顺着一个环形路线走

异端思想

哥白尼 (Nicolaus Copernicus, 1473—1543) 是波兰天文学家，他是第一个提出地球绕着太阳走的观点的科学家。



哥白尼

新的、刺激的和离经叛道的

* 伽利略可能会极为高兴地把那些电视画面当作对他的论点有利的证据而接受。实际上，对于伽利略和与他同时代受过良好教育的人来说，环形运动是事物运行的自然顺序这一观点，可能会较易令人信服，因为尼古拉斯·哥白尼提出了一个比这更新、更刺激和离经叛道的观点，即行星——包括地球——在围绕太阳作环形运动。

一切都是因为万有引力

***** 当牛顿说宇宙间事物的自然顺序是物体作直线运动的时候，他必须解释为什么行星运行在围绕着太阳的轨道中而不飞入太空。他的万有引力定律正是在这儿被牵连上的，它不但解释了太阳是怎样维持对它的行星家族的控制，而且解释了为什么行星绕太阳的轨道——就像开普勒在1609年所发现的那样，让伽利略尴尬的是——它实际上是椭圆的，而不是圆的。

***** 这都得归功于牛顿的万有引力反比平方律。要是说得更全面一些，这个定律就是两个物体之间的引力等于两个物体质量的乘积，除以它们之间距离的平方（因此称“平方反比”），然后再乘以一个恒量，即万有引力恒量，这个恒量在宇宙中的任何地方和任何时间中都是一样的。

***** 找出能告诉你重力的强度的万有引力恒量的惟一办法是实验——但是一旦你知道了这个恒量，任何其他的东西就都容易计算了。



土星

关键词

引力 (Attraction):

任何一种把两个物体在一起拉的力。

质量 (Mass):

物体中所含的物质总量。

万有引力的简明解释

描述万有引力的效果：最简单的办法是，想像有一块石头系在一根绳子上，正在被一圈又一圈地顺着一个圆圈晃动。这个比喻不是很准确，因为石头是顺着一个圆圈在动，而不是一个椭圆。但是沿着绳子而作用的力正像是万有引力的力：它把石头往里拉并使它保持“在轨道中”。要是绳子断了，石头就会顺着它的“轨道”切线的方向沿直线飞出去。

牛顿的第二定律

★ 牛顿的第二机械定律也被牵连上了。第二定律告诉你，物体的运动受到作用于它的力的影响有多大。它认为施加在一个物体上的力能引起加速。

关键词

加速 (acceleration) :

在物体运动的过程中速度或方向上的变化，或者双方同时发生的变化。

速率 (velocity) :

在特定方向上所测得的物体的速度。

自由下落

(free Fall) :

任何物体在只受万有引力的影响而运动时的失重状态。

加速和速率



★ 加速是指物体速率的变化。而速率——是指在确定的方向上测得的速度——有两个性质。当速率变化时，它可能意味着速度的变化，就像当你使用刹车要让一辆沿直线前进的小汽车停下来时那样。或者它可能意味着运动方向的变化，就像当你转动方向盘让小汽车转过一个弯道时那样（或当一块系在绳子上的石头嗖嗖地晃动成一个圆圈时）。

★ 所以速率的变化，可能包含没有方向上的变化的速度变化，或者没有速度上的变化的方向变化，又或者两者都包含一点。它们都是加速。

发炮！



如果一枚炮弹被发射得力量足够大的话，它将绕着地球转一圈……

沿曲线飞行的炮弹

* 牛顿本人作过一个在高山顶上放超级大炮的比喻。忽略摩擦力的影响不计，想像用大炮不断增加强度来水平地发射炮弹。

* 第一发炮弹朝着地平线飞了一段落在了地上，被地心吸力向地心拉去（它从炮口到地面实际上遵循着一条弯曲的、抛物线形的路线）。下一发炮弹在地心吸力能把它拉到地面之前飞得更远一点，依此类推。

* 但是要记着地球不是平坦的——在飞行的炮弹下面它弯曲了下去，当然，炮弹一直在朝着地心加速。因为地球的表面是弯曲的，所以炮弹要比在假设地球是平坦的情况下飞得更远。（实际上，像这样发射了炮弹并测量它能飞多远，可以是一种证明地球并不平坦的方法！）

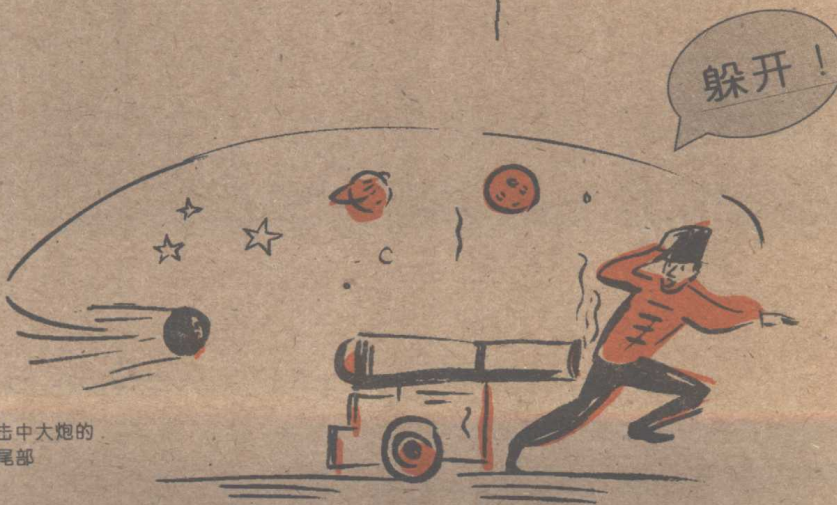
我知道我在转弯

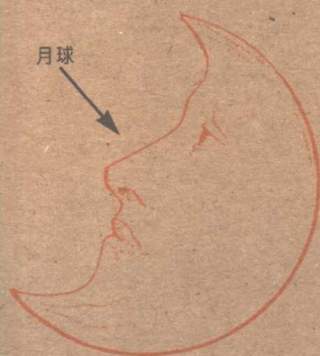


射得好！

如果大炮能产生一种足够强大的冲击波，飞射的炮弹就会正好绕着地球转一圈，再击中大炮的尾部。它应该能进入轨道中。因为它总是朝前运动并往旁边降落，这种从旁而下的降落恰好能够让它待在轨道中——处于一种有时被描述为“自由下落”的状态中。

……并击中大炮的尾部





炮弹和月球

* 像炮弹一样，月球一直在下落并一直在加速，尽管它在轨道中的速度并没有明显地变化。

地心吸力的拖拉

月球环绕地球的轨道是在恒速之下加速的一个好例子。月球本来也“喜欢”沿一条直线保持运动，但每当它往前一动，哪怕动极小的一点，地球的地心吸力就把它往一旁拉，使它偏离了直线。这种持续不断地往一旁的拖拉，使月球一直保持在轨道中。

关键词

作用 (action) :

(在牛顿的定律中) 一种“作用”于某事物的力。

反作用 (reaction) :

当一种作用力作用于某事物时所产生的反推力。

苹果与月球

* 牛顿的第二定律认为，当一个力 F 被施加到一个物体 m 时，它能引起加速，这可以被表述为 $a=F/m$ 。对物体所施的力越大，或者接受同样的力的物体越小，产生的加速就越大。

* 这个第二运动定律和万有引力反比平方律结合起来，解释了苹果在从树上往地面降落和月球在绕地球轨道中往旁边降落时所产生的两种加速。在这两种情况下，诱因是一样的——地球的地心吸力。

牛顿的第三定律

* 牛顿的第三个（也是最后一个）运动定律，可以通过想像大炮在发射时所发生的情况来理解。炮弹从炮口出来并飞向了远处，而大炮本身也要在相反的方向上往后滚退。与此相似，当你射击步枪时你能感到步枪回缩时的一股反冲力。

* 牛顿在我们可能说“力”的地方用了“作用”这个词，他指出对每一个作用来说都有一个等量的并且方向相反的反作