

FORCES AND MOTION

深度物理 力与运动

[英] 大卫·L.德雷尔 著

丛书主译 迟文成 王丹邱 译

THE NEW CLASSICAL MECHANICS

深度物理

力与运动

CLASSICAL MECHANICS I

CLASSICAL MECHANICS I

“深度物理科学”系列丛书

力与运动

[英] 大卫·L.德雷尔 著

丛书主译 迟文成

王丹邱 译

上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

深度物理丛书. 力与运动 / (英) 大卫·L. 德雷尔 著;
王丹邱译. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2010. 4
ISBN 978-7-5439-4276-9

I. ①深… II. ①大… ②王… III. ①物理课—中学—课外读物
IV. ①G634. 73

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第046718号

Physical Science in Depth: Forces and Motion

© 2008 Harcourt Education Ltd.

Physical Science in Depth: Forces and Motion by David L. Dreier

Under licence from Capstone Global Library Limited

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©

2009 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有, 翻印必究

图字: 09-2009-434

责任编辑: 于 虹

封面设计: 许 菲

深度物理·力与运动

[英] 大卫·L. 德雷尔 著 丛书主译 迟文成 王丹邱 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路746号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 昆山市亭林印刷有限责任公司

开 本: 740×970 1/16

印 张: 4

版 次: 2010年4月第1版 2010年4月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-4276-9

定 价: 18.00元

<http://www.sstlp.com>

主译的话·····	5
一个运动的世界·····	6
4种基本的力 ·····	8
生活中基本的力·····	12
速率、速度和加速度·····	16
动量·····	26
地球引力·····	32
摩擦力·····	44
压力·····	48
做功与机器·····	54
未来的预想·····	60





物理学作为一门重要的自然科学的基础科学,已经成为现代科学技术的中心学科之一。物理科学普及教育是青少年进入物理知识宝库的入门和启蒙,是培养学生学习物理的兴趣,并具有初步观察事物、分析问题、解决问题的能力的关键。上海科学技术文献出版社从世界著名的英国海因曼图书馆引进了这套“深度物理科学”系列丛书,以满足青少年对物理知识的渴求。

丛书共包括7册:《电与电路》、《能量》、《力与运动》、《热与冷》、《光》、《磁体与电磁》、《声》。本系列丛书以其丰富的物理知识内容和深入浅出的推进视角为当代青少年提供了一场物理科普图书的盛宴。从最基本的物理现象到物理学家的科学阐释,从基础的定理法则到关键的技术发明,丛书的每本分册都以一条非常清晰的脉络向读者讲述了这个物理学分支的基本原理和有关概念。尤其可贵的是,书中还介绍了不同历史时期的不同物理研究领域的科学先锋人物,以及在物理学史上的著名实验和重大发明。这些内容无疑为我们了解物理学的发展历程、更深刻地理解物理科学的奥秘以及学习物理学家们的科学精神提供了素材。

受上海科学技术文献出版社的委托,我组织并承担了这次翻译工作。这是一项责任重大、意义深远的工作,要求我们每位译者必须坚持科学严谨的态度和认真负责的精神,把原著的精髓不折不扣地准确地传递给中国读者。在翻译过程中,每位译者和我一样有着共同的感受:我们不仅在做着翻译工作,同时也是一个再学习的过程。这个过程既是在学习物理知识,也是在学习物理学家们的一种为人类进步忘我牺牲的博大胸怀。物理世界可谓广袤精深、乐趣无穷,希望通过这套系列丛书能够培养我国更多青少年学习物理知识的兴趣,激发他们探索未知世界的热情,为将来更好地服务于祖国建设做好准备。诚然,受译者专业知识所限,书中难免有纰漏之处,希望读者给予更多的理解和支持。

迟文成

2009年5月于沈阳

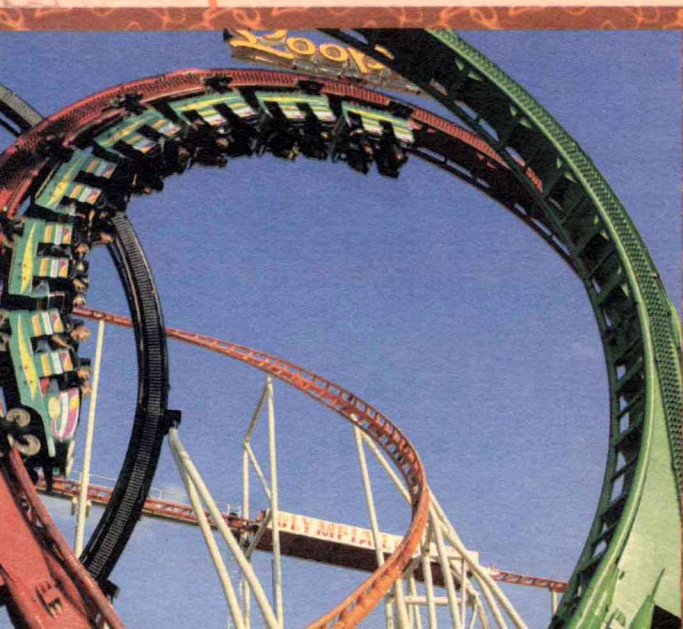
一个运动的世界

如果没有运动,地球上一切都不可能发生。运动(物体从一处向另一处移动)使我们居住的地球动了起来。地球上的运动随处可见。例如,大人们工作,儿童们玩耍,车辆往来行驶等。机器的工作也是运动。我们能看到机器开凿马路,移动沉重的物体,建筑高楼大厦。看看我们头上,飞机在云层里飞行也是一种运动。

你所见到的每一种运动都是由某种力造成的。你可以把力想象成是推或者拉。力可以使任何一个物体开始运动,或改变一个物体的运动速度或者方向,除非有另一个与它大小相等或者大于它的力介入。你用尽全身的力气去推一块又大又重的石头,然而它却纹丝不动,这是因为你没有用足够的力去移动它。然而就在推这块巨石的时候,你运用了力。

力能改变物体的外形。例如,如果你用手掌按压一块黏土,黏土被你的手掌压扁,因为你对这块黏土施加了力。在这

本书里,我们会主要研究产生运动的力。



在游乐园里可以观察到各种各样的运动,所有的运动都是由力产生的。

力的两种类型

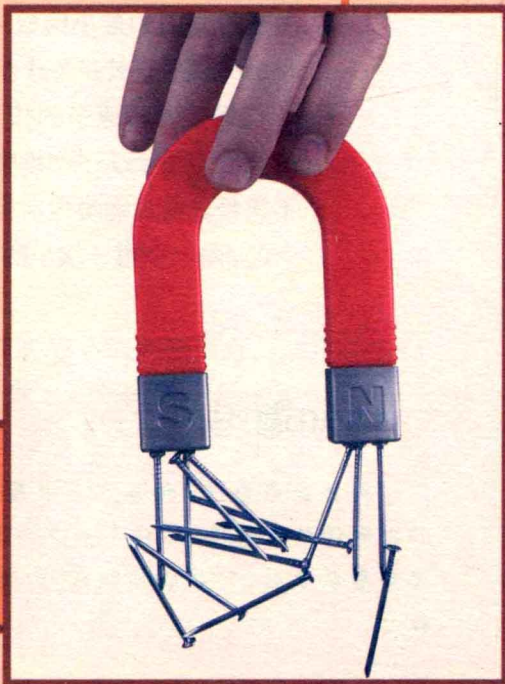
在我们日常生活中我们能感受到两种力——一种是需要接触才能产生的，另一种是不需要接触就能产生的。

大多数的力都需要碰触或者叫做物理接触。这种力叫做触点压力，或者叫机械力。回想一下那块大石头，即使你有超人的力气，如果不接触石头也不可能移动它。你要先把手放在石头上，然后再使劲推。或者你可以把一根粗大的绳索绕在石头上然后拉。无论你用哪种方法，你都得与这块大石头进行物理接触。再想想你每天做的运动，你就会明白有很多力是需要接触的。例如开关抽屉。如果你不拉它，它就不会打开；如果你不推它，它也不会关上。

也有一些力不需要接触，叫非接触力。一个典型的例子就是磁力。如果你将一块磁铁靠近一堆订书钉，就会看见一些钉跳起来，粘在磁铁上。磁铁隔着一段距离就能向订书钉发出吸力。

另一种能够隔空作用的力是重力。重力是使物体掉落到地面上的力。在本书后面的章节中我们会详细讨论重力。

并不是所有的力都需要接触，一小块磁铁不接触到铁钉就能够发出磁力将铁钉吸起。



4种基本的力

控制宇宙的是4种基本的力。它们分别是强核力、弱核力、引力和电磁力。核力在我们的日常生活中并不常见,而引力和电磁力却在我们的日常生活中起到至关重要的作用。电磁力产生了所有与物理接触有关的力以及不是由引力所产生的推和拉的力。

强核力与弱核力

核力在原子核或者原子核心的运动过程中起着重要作用。原子是物质的最小组成单位,也叫元素。金和碳都是元素。最小的一块金子就是一个金原子。

强核力将原子的核聚在一起。原子核由更小的质子和中子组成。每个质子都携带一个正电荷。中子是中性的——它们不携带电荷。同类电荷互相排斥。如果没有强核力将它们拉在一起,同一个原子核里的质子就会互相远离。

你知道吗?

引力是目前这4种基本力中最弱的。质子和电子之间的电磁力比它们之间的引力要强 10^{38} 倍。一小块磁铁的力就相当大,订书钉受到地球巨大质量的吸引,可是小磁铁却可以抗拒这种地球引力而将订书钉吸到磁铁上。

地球的引力将一个掉落的灯泡拉向地面，它就摔碎了。如果没有地球的引力，灯泡就会飘浮在空气中。



弱核力导致原子的放射性衰变。在放射性衰变的过程中，一种元素会分裂成另一种元素。与强核力相同，弱核力只在原子核的微小空间内起作用。

引 力

所有的物体都有吸引力，这就叫引力。一种物体引力的大小取决于它的质量（它所包含的物质的数量）。一个物体的质量越大，它吸引其他物体的力就越大。例如，太阳有巨大的质量，因此它具有强大的引力。而两个人只对于彼此有相当微小的引力。人与人之间的这种引力十分小，我们根本感觉不到。可是所有人都被地球牢牢地吸在地球表面上，这是因为地球的质量比人的质量要大得多。

地球向所有的物体都施加引力。因为它有极大的引力，当你向上跳起时，无论跳多高都会跌回地球上。即使是一个射向高空的子弹也会在地球引力的作用下逐渐减速，并最终掉回地面上。只有火箭能够脱离我们地球的引力飞向太空。

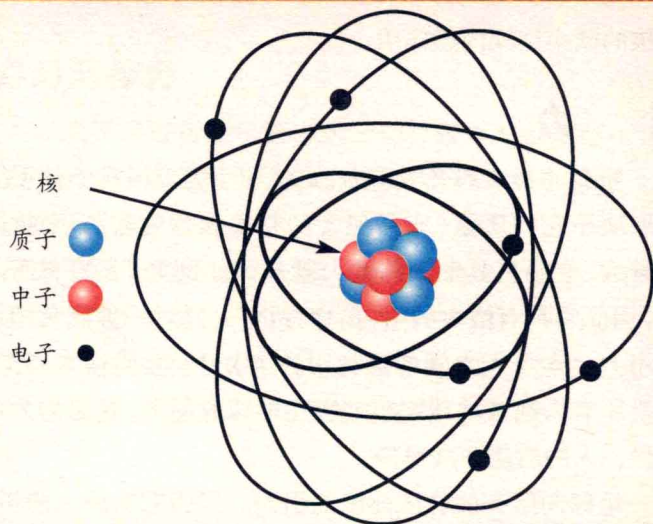
向太阳系的其他星球一样，地球也受太阳巨大的质量的吸引而围绕太阳旋转。宇宙中的所有物体都向其他物体施加引力。然而，两物体之间的距离越远，它们之间存在的引力就越小。

电磁力

电与磁性是紧密相关的，它们都是电磁力或者叫电磁性的一部分。电磁力是由原子中的质子和电子等粒子所携带的电荷造成的。电子是在原子核四周旋转的粒子，它们携带负电荷。质子与电子相反，它们携带正电荷。

正电荷与负电荷相反，所以它们互相吸引，但是相同的电荷却互相排斥。完整的原子具有相同数量的质子和电子。这种平衡使物质保持中性，不带电，因此即使电磁力比引力要大得多，我们也感觉不到电磁力的存在。

原子是物质的基本组成单位，一个原子是由带正电的原子核以及围绕着原子核旋转的带负电的原子所组成的。原子核由两种粒子组成：带正电的质子和不带电的中子。



然而，电磁力有时候也是可见的。比如，电可以点亮家里的灯，也可以使工厂里的机器运转。使用磁铁时，你也能看见电磁力起作用。磁性的存在是因为某些物质中的原子排列成行。例如，铁就是这种物质之一。这种排列成行的原子造成了围绕在它们周围的磁场。

科学先驱 约瑟夫·约翰·汤普森:发现电子

科学家们在发现原子的构成之前,不能合理地解释这种电磁力的现象。在1871年,爱尔兰物理学家G.约翰斯通·斯通尼(G. Johnstone Stoney, 1826—1911)预言有电子的存在。英国物理学家约瑟夫·约翰·汤普森(Joseph John Thompson, 1856—1940)在1897年确认了电子的存在。后来,研究者们了解到几乎所有的电磁活动都与电子的运动有关。

原子通过公用电子结合到一起构成了分子。所有的化学反应都与原子之间电子键的形成与打破有关。正是这些旋转的电子使得一些坚硬的物体,如石头、椅子等,摸起来很坚硬。每个原子的电子在其原子核的周围形成一层屏障。这种屏障使得一个原子不能进入另一个原子。如果不明白这点,你就想想飞机的螺旋桨。它们无论怎样旋转都不可能互相穿透。与此相同,不管你怎么使劲,你都不可能用手指穿透岩石。

电磁力使机械力的产生成为可能。例如,当我们推那块大岩石的时候,我们的肌肉就产生能量,这种能量是肌肉在电磁力的作用下产生了化学反应所创造出来的。我们用来移动重物的许多机器都是通过燃烧燃料来获取能量的。这与我们肌肉产生能量的方法相同。因此,我们日常所见到的所有力几乎都是由电磁力造成的。

你知道吗?

你的手指能伸入某种气体或液体是因为这些物质是由游离的分子或者原子组成的。实际上你的手指是伸进了这些物质的分子或者原子之间的空隙里。

生活中基本的力

力有大小也有方向。例如,当你推一个坐在秋千上的人时,你可以轻微地推或者用力地推。你可以平着推,也可以离远点,向上或者向下推。科学家把任何有方向和大小的计量结果称为向量。

力的大小可以用许多不同的单位来表示。最常用的力的单位是牛顿,它是为了纪念著名的英国科学家艾萨克·牛顿爵士(Sir Isaac Newton, 1642—1727)而采用的。牛顿是公制计量系统中的一个单位。一牛顿相当于1/10千克,大约是一个苹果的重量。重量是力的一种类型。除了重量之外,任何其他类型的推或者拉也都可以用牛顿来表示。

但是,仅仅说一个物体产生了20牛顿的力是远远不够的。因为力是向量,所以它既要有方向也要有大小。因此,你还得说出力的作用方向。例如,20牛顿向下的力才是一个完整的对力的描述。

共点力与合力

一个物体在某个时候通常有不止一个力作用在它上面。例如,一个沿着河逆流而上的摩托艇既受到发动机向前推动的力,也受到水流向后冲的力。像这样的多个力被称为共点力。这些力形成的单力或者余力被称为合力。合力是所有共点力的总和。这个摩托艇的合力是发动机向前推的力减去水流向下冲的力之后余下的力。

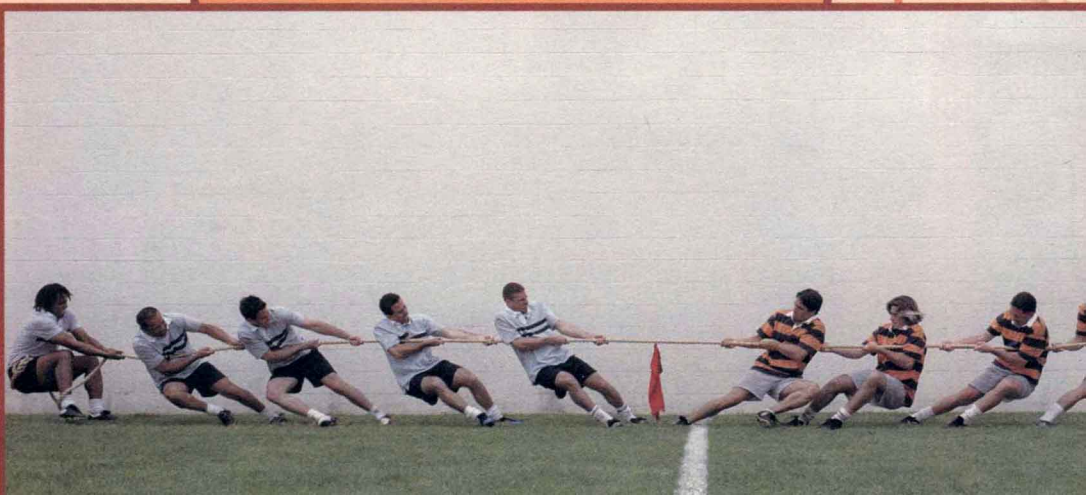
平衡的与不平衡的力

如果一系列的共点力的合力为零,那么我们就认为这些共点力是平衡的。当平衡力作用于某物体时,不会产生运动。如果共点力不平衡,它们的合力就不为零,因此物体原本的运动就会被改变。

现在想象有两个队进行拔河比赛。双方都用力向自己一方拉绳子。两队之间的地面上画有一条分隔线,在绳子的中央系着一面小红旗,这面小红旗正好悬在双方队伍之间的分隔线上。两个队都用力地想把红旗拉向自己一方。他们在向相反的方向施加力。他们发出的力都作用于这条绳子上。两队的力量势均力敌,双方都没有移动。他们所发出的力也是平衡的,所以合力为零。这个例子中的绳子就是在平衡力作用下的物体,这就是我们所说的平衡。

突然,一方取得了优势。现在两个力不相等了,红旗向力量较强的队一方移动。最终力量弱的一方放弃比赛,松开了绳子,与他们相反的力现在完全消失了,红旗就运动到了赢的一方。

在拔河比赛中,两个队发出的力不平衡。红旗移向穿白上衣的队伍,因为他们所发出的力比另一队要大。



个案研究 建筑中的平衡力

对于桥梁和其他一些大型建筑物来说,保持它们受力的平衡至关重要。大的建筑物通常是由许多厚重的材料制成的。例如,钢铁和水泥。所有的材料都受到地球引力向下的吸引。如果某个建筑物想要屹立在地面上,就必须能够支撑起自己的重量,也必须能够消除它可能受到的其他外力的作用,例如强风等。如果一个建筑物受到的力不平衡,它就会倒塌。

吊桥通过使用沉重的垂直钢缆来承托桥面道路的重量。这些钢缆与从桥塔上垂下的两根更粗的钢缆相连。这些钢缆叫做支承索拉牢装置,牢牢地固定在桥两边起支撑作用的水泥基座上。一座结构良好的桥梁不仅要能够支撑它自身的重量和在桥上行驶成百上千车辆的重量,还要能够抵御强风和水流在其侧面的冲击力。

美国旧金山的金门大桥曾经是最长的吊桥。两座高高的桥塔支撑了桥身大部分的重量和每年在桥上驶过的总数约4 000万辆汽车的重量。



力的测量

测量力的方式有许多种。每次你在体重秤上称体重都可以看作是对力进行测量。你的身体向体重秤施加向下的力，这种力就以千克的形式体现出来。

测力计就是人们在实验室中用来测量重量或者拉力的仪器。测力计通常由弹簧和钩子及一个垂直的秤所组成，弹簧和钩子连接在秤上。测量力的时候可以将物体挂在钩子上来测，也可以用某一种力来拉钩子。人们通过拉测力计上的钩子来测量自己发出力的大小。测力计有时也叫牛顿计，因为这种仪器通常是以牛顿为单位来计量的。

应变仪

另一个常见的测量力的仪器是应变仪。当金属或其他物质受到外力作用的时候，它们能够被拉长或者弯曲。应变仪能够测量到这种改变并将这种变化的信息转化成一种电信号。当物质受到的拉力增加的时候，电信号就会变强。

工程师们经常需要频繁地测量施工中所涉及的力。破坏力（例如拉力）能够损毁机器或者建筑物。除了使用各种仪器来测量力之外，工程师们还使用数学原理来模拟建筑物受力之后的变化形式。他们发明了方程式来预测各种力对建筑的影响。



测力计或者叫牛顿计，可以测量重量或其他的拉力。图中这个学生正在测量一个苹果的力。这个苹果的重力为1牛顿。