

力学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

探索未知

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

探索未知

力学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 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

探索未知/王卫国主编. —乌鲁木齐:新疆青少年出版社;喀什:喀什维吾尔文出版社, 2006. 8

ISBN 7-5373-1464-0

I. 探... II. 王... III. 自然科学—青少年读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097778 号

探索未知

力学知识漫谈

北京未来新世纪教育科学发展中心 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:300 字数:3600 千

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 7-5373-1464-0 总定价:840.00 元(共 100 册)

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

在半年之前，本编辑部曾推出过一套科普丛书，叫做《科学目击者》，读者反应良好。然而，区区一部丛书怎能将各种科学新知囊括其中？所未涉及者仍多。编辑部的同仁们也有余兴未尽之意，于是就有了这套《探索未知》丛书。

《科学目击者》和《探索未知》可以说是姊妹关系，也可以说是父子关系。说它们是姊妹，是因为它们在方向设定、内容选择上不分彼此，同是孕育于科学，同为中国基础科普而诞生。说它们是父子，则是从它们的出版过程考虑的。《科学目击者》的出版为我们编辑本套丛书提供了丰富的经验，让我们能够更好的把握读者们的需求与兴趣，得以将一套更为优秀的丛书呈献给读者。从这个层面上讲，《科学目击者》的出版成就了《探索未知》的诞生。

如果说《科学目击者》只是我们的第一个试验品，那么《探索未知》就是第一个正式成品了。它文字精彩，选

题科学，内容上囊括了数学、物理、化学、地理以及生物五个部分的科学知识，涵盖面广，深度适中。对于对科学新知有着浓厚兴趣的读者来说，在这里将找到最为满意的答复。

有了《科学目击者》的成功经验，让我们得以取其优、去其短，一直朝着尽善尽美的目标而努力。但如此繁杂的知识门类，让我们实感知识面的狭窄，实非少数几人所能完成。我们在编稿之时，尽可能地多汲取众多专家学者的意见。然而，百密尚有一疏，纰漏难免，如果给读者您的阅读带来不便，敬请批评指正。

编 者

目 录

自然界中的力.....	1
“力”字探源.....	2
引力.....	5
电磁力	13
弱力	19
强力	27
第五种力	35
力中的经典定律	43
摩擦定律、滚动和滑动定律.....	43
胡克定律	48
阿基米德定律	51
万有引力定律	54
弹性碰撞问题	74
动量守恒定律	81



自然界中的力

力——一个笔划简单的单词。人们通常把它理解为一个物体对另一个物体的作用，它是人们最熟悉的一个物理概念。但是人们可曾想到，它乃是自然界中最大的一个难解之谜。毫不夸张地说，就是最权威的物理学家，也没有本领把自然力中的任何一种说得一清二楚。人类开始科学地、系统地认识自然力，已经有三百多年的历史了。人们在认识自然力的征途上的每一项重大突破，都会在科学上爆发一场重大革命，给人类的物质文明和精神文明带来深远的、不可估量的影响。

如果我们把宇宙比作一座时钟，那么自然力就是驱动这座时钟运转的发条，推动着宇宙的演化和发展。那么，下面就让我们一起认识一下自然界中的力。



“力”字探源

众所周知,力学中出现频率最高的是“力”字。古人对于力作用现象的粗浅观察,大多是文字记载的。文字是人类用来记录和传达语言的书写符号,其实文字也是人类认识自然和改造自然的最好见证。在揣摩、研究“力”字的过程中,我国一位专攻中国古代物理学史的学者,通过搜集各方面资料,从甲骨文中获得了一项发现。原来,甲骨文的“力”字写作,表示像耒(古代的一种农具,形状像木叉)那样的尖状起土农具。将一根削成尖状的木棒插入土中,把泥土翻起,这种劳动需要人的体力。甲骨文的“男”字写作,意思是用力耕田。

因此,这位学者认为,甲骨文的“力”字,可以看作是我国古代人认识力的最早见证,当然这里记载的是体力。而“男”字的造型,反映了当时像耕耘、种植这样的体力劳动是男子的职责。由此可见,“力”字至少出现在公元前13世纪。

与文字记载探源有关的便是古籍的发掘。要在浩如烟海的古籍中进行发掘也不是一件易事。但经过许多学者的研究,一致认为《墨经》是我国最早的一部物理学的



古典文献,其中包含许多有关力学的文字。

墨家的创始人是墨翟,又称墨子,既是著名的思想家、哲学家,又是古代一位少有的对物理知识有重要贡献的人物。墨子一生勤于钻研,热心于对自然的研究,最喜欢“摹万物之然”,于是在他的著作《墨经》中,对发现力的事实又作了进一步的记载。

《墨经》载:“力,刑之所以奋也。”这里的“刑”同“形”,指物体。

“奋”的原意是鸟张大翅膀从田野里飞起。而要指出的是,“奋”字在古籍中有多方面的含义,像由静而动,动到愈速,由下上升等都可以用“奋”字。所以上述记载的意思是:力是使物体由静而动、动而愈速或由下而上的原因。

《墨经》这一条“说”还指出:“力:重之谓。下,與。重奋也。”这是对力的进一步阐述。

虽然一个物体在力的作用下会改变运动的状态(包括由静而动),但力是不容易被人看见的,所以往往要通过物体的“重”(即重量)来表现。“谓”指表达,因有重量的报告,才知力的多少强弱。

在墨家看来,“力”和“重”是相当的。我国古代一直把重量的单位如“钧”、“石”等作为力的量度单位,从一个



侧面说明了这一点。再有,以前人们把“力学”称“重学”也源出于此。

“與”有举之意,“下,與。重奋也。”意即物体的下落或上举,凡物有重量可表达的,都是运动的力。

墨家的这条文字符合当时认识水平:人们知道状态的改变需要什么,他们不仅看到鸟从田野奋飞而起的神态,也亲身体验到从下往上把重物举起的过程所必须付出的代价。这条文字也没有超越时代的局限:先秦时期显然没有加速度概念,更不可能将加速度和力联系在一起,人们只能从“奋”、“下”、“與”这些动作或状态改变中,从“重之谓”有关物体重量的报告中,去寻找力的原因。

当然,墨家上述力的定义限于当时的历史条件,表达还不那么精确。但是远在 2000 多年以前,以墨翟为首的墨家能从实际的细致观察中,给出力的这种意味深长,比较正确的定义,确是难能可贵的。应该说是达到了当时认识自然的一个高峰,是一项相当了不起的发现。



引 力

一、开普勒的贡献

哥白尼的太阳中心说,是16世纪科学史上最伟大的成就。近代科学革命,正是以此为开端的。不过,这场革命开始时,规模还是很小的,而且不时地遭到中世纪反动教会势力野蛮的袭击。直到17世纪,自然科学还不过是一颗刚出土的嫩芽。

意大利勇敢的天文学家布鲁诺,坚持哥白尼的“太阳中心说”观点,反动教会斥责他是异教徒。1600年3月17日,他被活活烧死在罗马的百花广场上。但科学从不是软弱无能的,近代科学革命面对反动势力的挑战,依然在黑暗中传播、发展。天文学家开普勒的老师——丹麦天文学家第谷·布拉赫也信奉“地球中心”说,开普勒继承师命,想从他的老师遗留下来的资料中找出科学依据,来证明哥白尼的“日心说”是错误的。然而,他凑来凑去,观测到的数据与地心说总是不能吻合。终于,撇开“地心说”的念头在他脑海中产生了。他想,如果按哥白尼“日心说”计算,结果会如何呢?他计算了一下,同观测到的



探索未知

情况有点接近了,可依然不理想。

经过数年的埋头钻研,开普勒终于得出了正确的结论:地球确实和其它行星一样,在不停地绕太阳运行;但这个轨道并不是圆的,而是一个比圆复杂的椭圆。太阳也并不位于中心位置,而是处于椭圆的一个焦点上。

1609年,开普勒发表了关于行星运动的两条定律。一条是:每一颗行星总是沿着一条椭圆轨道环绕太阳转,太阳则处在椭圆的一个焦点上;另一条是:从太阳到行星所连接的直线,在相等的时间内扫过同等的面积。9年之后,他又发现了第三条定律:行星绕太阳一圈的时间的平方和行星各自离太阳的平均距离的立方成正比。这就是著名的开普勒行星运动三大定律。由于开普勒的贡献,哥白尼的“太阳中心说”有了进一步的发展。太阳系诸行星的秩序终于澄清。此后,天体之间的运动更吸引着人们的注意,到底是什么原因驱使着行星不知疲倦地绕太阳作规则的椭圆运动呢?可能有某种力作用于行星。

二、伽利略的实验

在意大利的比萨城,有一座高塔。由于设计师的疏忽,塔建成不久,因一侧地基下沉,塔身便倾斜了。不过由于塔身坚固,这个塔并没有倒塌。



这座斜塔记下了一项十分珍贵的科学实验,这就是 16 世纪末比萨大学一个青年讲师伽利略的重力加速度实验。

伽利略以前的人,对重力加速度几乎一无所知,他们相信书本上记载的亚里士多德的信条:同样大小的物体,其坠落速度和它的密度成正比。物体愈重,坠落得愈快。伽利略不相信这种结论是正确的。据说,他拿了两只形状和大小都一样的铅球和石头,登上比萨斜塔的顶部。他举起双手,同时将两物体松开。两物体越来越快地往下坠落,最后铅球和石头同时落到了地面。为了搞清物体下落的规律,伽利略做了许多实验。他让一只金属小球从光滑的斜面上滚下来,此时,小球滚下的情形和自由下落的情形十分相似,只是速度慢得多。伽利略用了一只简单的水钟,记录下了小球滚下的路程。伽利略从多次的记录中发现,一个物体从高处下落的速度,会随着下落的时间越来越快,并把这个规律用精确的数学公式表示了出来。

是什么原因促使物体以越来越快的速度坠向地面呢?伽利略对此也曾猜想过:这可能是地球对物体的引力。

三、牛顿的发现

依萨克·牛顿,1642 年生于英格兰乌尔索普小村的农民家庭,父亲在他出世之前就去世了。三年后,母亲又



改嫁，被继父带往新居。牛顿从此由外婆来照料，并进到乌尔索普村立小学接受教育。14岁那年，牛顿的继父又去世，母亲带着三个儿女，回到乌尔索普农家，过着更为贫寒的生活，幸而牛顿的舅父安斯考对这位少年人很有兴趣，帮助牛顿进到了格蓝珊公立中学，后来又帮助他考进了剑桥大学三一学院，这就是牛顿一生事业的开始。

1665年的牛顿犹如一粒成熟的种子，开始吐芽，预示着科学上就要开出灿烂的花朵。这时，已经有几个重大的问题在牛顿的脑海中盘旋：是什么原因约束着一颗巨大的行星如此规则地沿着椭圆轨道绕太阳旋转？又是什么原因使物体以越来越快的速度坠地？这两者之间存在着联系吗？这三个问题的提出，本身就是一个了不起的成就。科学上的重大发现，往往是把两个表面上看来几乎完全无关的事件联系在一起后才完成的。

据说，牛顿在乌尔索普家中的苹果园，看到一只苹果落地，从而联想到引力的问题。苹果以越来越快的速度落向地面，是由于地球对苹果吸引力的缘故。地球既然对苹果有吸引力，那么它为什么不可以对月球有吸引力呢？正是这个力起到了一根无形的绳子作用，迫使行星绕太阳旋转，也迫使月亮绕地球旋转。

牛顿是个数学上很精通的天才，到了1685年，他在



科学上更加成熟了。那时，他不但搞清了地球的正确半径，还掌握了力、加速度和物体重量的关系。特别是他证明了：一个具有引力的物质组成的球吸引它外边的物体时，就好像所有的质量都集中在它的中心一样。把太阳、行星、月球都当作一个质点看待的简化计算方法显然合理。这就把粗略的近似计算提高到了极其精密的证明。万有引力的正确表达公式，终于在牛顿手中得到了。

万有引力定律的表述是：两个物体彼此以力在相互吸引着，力的大小和两个物体的质量的乘积成正比，与两者之间的距离的平方成反比，公式的形式是：

$$F=G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

式中 M_1 、 M_2 表示相互吸引的两个物体的质量； R 表示两物体之间的距离， G 表示引力常数。

万有引力定律，把天体间的力和地上的引力的联系建立起来了。牛顿写到：“如果我们设想抛射体的运动情况，就可以很容易地理解到为什么行星可以保持在某条轨道上：因为一粒水平射出的石子，由于它本身的重量（地球对它的引力），使它不得不离开直线轨迹……并在空中描出一条曲线，最后落到地面上；射出的速度愈快，它的射程越远。所以我们设想石子的速度增加得非常之大，以致射程越过了地球的界限，从地球上擦过去了。”月

球和今天的人造地球卫星,正是牛顿所描述的这种情景。

四、爱因斯坦的创造

自从牛顿发现万有引力定律之后,大约有二百多年的时间,人们对引力的认识再没有什么实质性的进展。直到 20 世纪初,牛顿的经典引力理论,才由德国一位青年物理学家阿尔伯特·爱因斯坦把它大大地向前推进了一步。

1879 年 3 月 14 日,爱因斯坦生于德国的乌尔姆城,父亲和母亲都是犹太人,出生次年,全家移居慕尼黑,在那里度过了他的少年时代。15 岁那年,爱因斯坦的父亲因经营工厂失败,家庭移居意大利的米兰。爱因斯坦继续留在慕尼黑中学读书,开始了他的独立生活。16 岁那年,爱因斯坦为谋求一个职业,去苏黎世报考瑞士联邦理工大学,不幸落选。他毫不灰心,经过一年的勤奋备考后,次年终于如愿了。大学时代的爱因斯坦,与中学生时代的嗜好一样,依然是不倦地钻研着一大堆同课程无关的书籍,其中有基尔霍夫、赫姆霍兹、赫兹、玻尔兹曼等人的物理名著,还有一些乱七八糟的哲学书籍。就在他的大学年代,以太、时间、空间、电磁场……,这样一些物理学中的基本概念,成了爱因斯坦经常思考的问题。



1900年,爱因斯坦大学毕业,只因为他是犹太人,没有瑞士国籍,使他足足有两年没有找到固定的工作。生活贫困,慢性病的折磨,终未能减低他对理论物理的极大兴趣。1901年,22岁的爱因斯坦在德国《物理学年鉴》上发表了他的第一篇科学论文。次年,在他的亲密同学格罗斯曼的父亲帮助下,好不容易在伯尔尼瑞士联邦专利局找到了工作。他在每天应付那烦琐的事务工作之余,继续开展理论物理的研究。在这些看来最平常不过的年代里,却是爱因斯坦科学生涯中最富有创造性年代。

1905年,是爱因斯坦在这些创造性年代中所做出最为伟大贡献的一年。在这一年,他连续发表了几篇震惊世界的论文。其中,《论动体的电动力学》一文,是爱因斯坦多年探索的结果,这篇狭义相对论的论文,以其完整的形式,提出了等速运动下的相对性理论和空间的新概念,从根本上动摇了作为物理学基础的牛顿力学关于绝对空间和绝对时间的观念,引起了物理学理论基础的重大改革。

1905年的巨大成就,使爱因斯坦从一个专利局的小职员跨入了第一流物理学家的行列。爱因斯坦并没有因这些成就而停止他探索自然的脚步。1908年以后,他又开始了一个更为艰巨的课题的研究:牛顿的引力质量是什么?怎样才能把牛顿的引力同狭义相对论融合起来?