



探索物理的奥秘



探索学科科学奥秘丛书

TANSUO XUEKE KEXUE

AOMI CONGSHU 本丛书编委会◎编

物理学之所以被人们公认为一门重要的科学，不仅仅在于它对客观世界的规律作出了深刻的揭示，还因为它在发展、成长的过程中，形成了一整套独特而卓有成效的思想方法体系。正因为如此，使得物理学当之无愧地成了人类智能的结晶，文明的瑰宝。



中国出版集团
世界图书出版公司



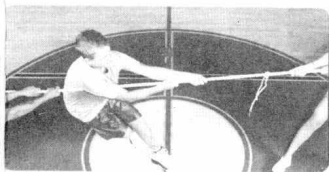
探索物理的奥秘



探索学科

丛书

本丛书编委会◎编



物理学之所以被人们公认为一门重要的科学，不仅仅在于它对客观世界的规律作出了深刻的揭示，还因为它在发展、成长的过程中，形成了一套独特而卓有成效的思想方法体系。正因为如此，使得物理学当之无愧地成了人类智能的结晶，文明的瑰宝。



世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京



图书在版编目 (CIP) 数据

探索物理的奥秘/《探索学科科学奥秘丛书》编委会
编. —广州: 广东世界图书出版公司, 2009. 10

(探索学科科学奥秘丛书)

ISBN 978 - 7 - 5100 - 1052 - 1

I. 探… II. 探… III. 物理学 - 青少年读物 IV. 04 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 169505 号

探索物理的奥秘

责任编辑: 鲁名琰

责任技编: 刘士锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E-mail: pub@gdst.com.cn, edksy@sina.com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京燕旭开拓印务有限公司

(北京市昌平马池口镇 邮编: 102200)

版 次: 2009 年 10 月第 1 版

印 次: 2009 年 10 月第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 1052 - 1/O · 0005

定 价: 25.80 元

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



前 言

进入 21 世纪,随着科学技术的不断进步,物理学也有了新的、突飞猛进的发展,我们对于物理学的许多相关性知识也有了更加深层次的研究。

物理学是一门基础学科,是自然科学的重要组成部分,为工业生产和许多技术的进步、开发和应用提供了重要的理论依据。因而,物理学的发展和巨大成就对人类活动的许多领域产生了重大而深远的影响。可以毫不夸张地说,物理学为所有领域提供了可用的理论、实验手段和研究方法。物理学的发展带来了科学技术的革新,以及新的科技产品的诞生,比如传感器技术、激光技术、红外成像技术、超导电技术、纳米技术等许多技术已经在现代的生活中开始广泛的被使用。因此,物理学作为一门基础学科来说,在科学技术是第一生产力的今天更显示了其强大的生命力。物理学包罗着我们生活中所接触的许多方面,涉及范围非常广泛,但是,物理学中的诸多奥秘我们是否了解了呢?所以,作为中学生来说,学好物理这门科目、深入了解物理的奥秘显得尤为重要。

好奇心和幻想力、创造力在每个人的一生中都起到了举足轻重的作用,人生最具好奇心和幻想力、创造力的时期是中学时代。《探索物理的奥秘》就是专门为好奇的中学生准备的,以期达到帮助中学生认识、了解物理学中的各种奥秘所在的目的。本书不但给予青少年知识,解答青少年生活中的疑惑,更重要的是培养青少年细致观察、认真思考、勤于动手的良好习惯。由此出发,希望帮助广大青少年更好地迈入神秘而又辉煌的科学殿堂。

本书以教育部颁布的新课程标准中对中学生在课外阅读方面的要求

为依据，按学科门类设计框架结构，全书共分为八个部分，逐一向青少年展示并介绍各个物理知识及现象中所蕴含的奥秘。本书着眼于中学生的知识结构、阅读需求以及学习的心理，是致力于开阔青少年的视野，提高青少年的知识层次，提高青少年的全面素质而编撰的一本课外科普读物。

相信《探索物理的奥秘》这本书进入千家万户以后，伴随着广大青少年朋友美好的学生时代，成为广大青少年朋友进入知识王国、提高综合素质的一把钥匙，为广大青少年开启智慧之门，为广大青少年的探索物理奥秘之旅插上腾飞的翅膀。



目 录

力 学 1

力学的概述 1

一、向心力和离心力的奥秘 3

二、水的表面张力的奥秘 6

三、拔河的秘密 9

四、潮汐的奥秘 10

五、水漩涡为什么是逆转的 14

运动学 22

运动的概述 22

一、惯性与惯性定律的阐释 24

二、参照系 27

三、扩散现象 29

光学的奥秘 33

光学的概述 33

一、光的本质和它的来龙去脉 35

二、光与物质的相互作用	38
三、光有没有质量和惯性	44
四、光速是不是速度的极限	46
五、人是怎样感知色彩的	52
六、万花筒的光学奥秘	55
七、极光的形成原因	58
八、佛光的奥秘	63
九、虹的形成原因	66
十、海市蜃楼的形成原因	69

电学的奥秘 75

电学的概述	75
一、人体生物电的奥秘	76
二、闪电的奥秘	79
三、摩擦起电的奥秘	89

声学的奥秘 92

声学的概述	92
一、回声	98
二、超声波的奥秘	102
三、次声波的奥秘	106
四、声悬浮的原理	111
五、共鸣的秘密	113



关于几个场的研究 116

场的概述 116

一、地磁场的奥秘 117

二、人体磁场的奥秘 122

三、磁场对黑洞的作用 124

四、地球重力场的研究 128

五、电磁悬浮的奥秘 133

六、地球电磁场的奥秘 136

阐释时间、空间、物质、能量的本质 141

时间、空间、物质、能量的概述 141

一、时间的本质是什么 142

二、空间的本质 144

三、物质的本质 148

四、能量转化的本质 151

五、宇宙物质——黑洞 154

六、暗物质和暗能量 157

七、时间的相对性的研究 159

八、对同时性的分析 163

物理学中几个有趣现象的探讨 168

物理学的概述 168



一、混沌运动的研究	169
二、蝴蝶效应的探讨	173
三、虫洞效应的探讨	179
四、多米诺骨牌效应的探讨	183
五、流沙成因的奥秘	187
六、虹吸与倒虹吸	190

附录：相对论、弦理论、超膜理论	195
-----------------------	-----

相对论	195
弦理论	198
超膜理论	198



力 学

力学的概述

力学是研究物质机械运动规律的科学。自然界物质有多种层次，从宇观的宇宙体系，宏观的天体和常规物体，细观的颗粒、纤维、晶体，到微观的分子、原子、基本粒子。通常理解的力学以研究天然的或人工的宏观对象为主。但由于学科的互相渗透，有时也涉及宇观或细观甚至微观各层次中的对象以及有关的规律。

力学又称经典力学，是研究通常尺寸的物体在受力下的形变，以及速度远低于光速时的运动过程的一门自然科学。力学是物理学、天文学和许多工程学的基础，机械、建筑、航天器和船舰等的合理设计都必须以经典力学为基本依据。

机械运动是物质运动的最基本的形式。机械运动也叫力学运动，是物质在时间、空间中的位置变化，包括移动、转动、流动、变形、振动、波动、扩散等。而平衡或静止，则是其中的特殊情况。物质运动的其他形式还有热运动、电磁运动、原子及其内部的运动和化学运动等。

力是物质间的一种相互作用，机械运动状态的变化是由这种相互作用引起的。静止和运动状态不变，则意味着各作用力在某种意义上的平



衡。因此，力学可以说是力和（机械）运动的科学。

物理科学的建立是从力学开始的。在物理科学中，人们曾用纯粹力学理论解释机械运动以外的各种形式的运动，如热、电磁、光、分子和原子的运动等。当物理学摆脱了这种机械（力学）的自然观而获得发展时，力学则在工程技术的推动下按自身逻辑进一步演化，逐渐从物理学中独立出来。

20 世纪初，相对论指出牛顿力学不适用于高速或宇宙尺度内的物体运动；20 世纪 20 年代，量子论指出牛顿力学不适用于微观世界。这反映人们对力学认识的深化，即认识到物质在不同层次上的机械运动规律是不同的。所以通常理解的力学，是指以宏观的机械运动为研究内容的物理学分支学科。许多带“力学”名称的学科，如热力学、统计力学、相对论力学、电动力学、量子力学等，在习惯上被认为是物理学的其他分支，不属于力学的范围。

力学不仅是一门基础科学，同时也是一门技术科学，它是许多工程技术的理论基础，又在广泛的应用过程中不断得到发展。当工程学还只分民用工程学（即土木工程学）和军事工程学两大分支时，力学在这两个分支中就已经起着举足轻重的作用。工程学越分越细，各个分支中许多关键性的进展，都有赖于力学中有关运动规律、强度、刚度等问题的解决。

力学和工程学的结合，促进了工程力学各个分支的形成和发展。现在，无论是历史较久的土木工程、建筑工程、水利工程、机械工程、船舶工程等，还是后起的航空工程、航天工程、核技术工程、生物医学工程等，都或多或少有工程力学的活动场地。

力学既是基础科学又是技术科学的二重性，有时难免会引起分别侧重基础研究和应用研究的力学家之间的不同看法。但这种二重性也使力学家感到自豪，为沟通人类认识自然和改造自然两个方面作出了贡献。



一、向心力和离心力的奥秘

向心力

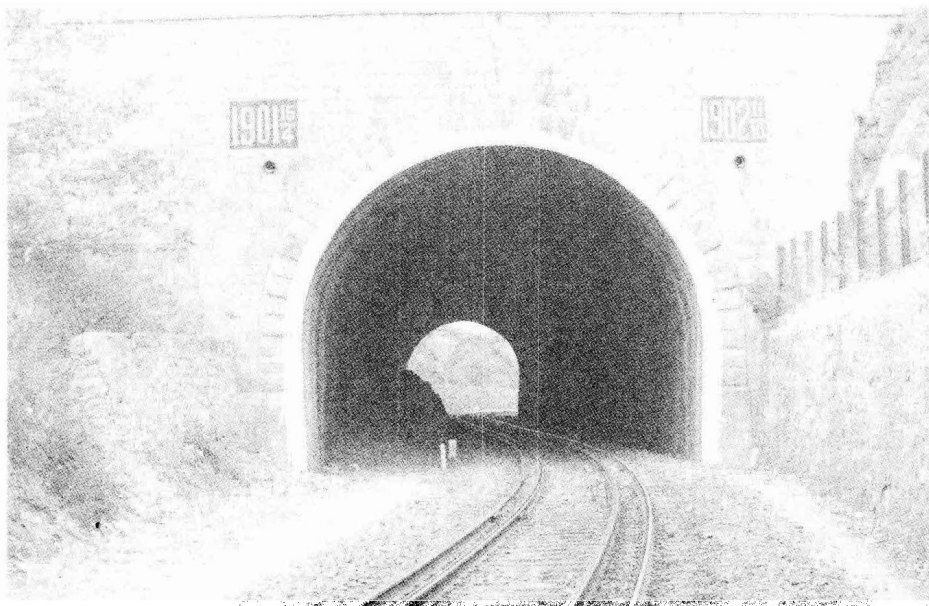
向心力是从力的效果来命名的，因为它产生指向圆心的加速度，故名。它不是具有确定性质的某种类型的力。相反，任何性质的力都可以作为向心力，这些力可以由弹力、重力、摩擦力等任何一种力而产生。在经典力学中，向心力还可以是几个不同性质的力沿着半径指向圆心的合外力，做圆周运动的物体，速度方向时刻要改变，为了改变物体速度的方向需要一定大小的力，而向心力的大小恰好就等于所需要的力，因而它没有“余力”把物体拉向圆心。

因为圆周运动属于曲线运动，在做圆周运动中的物体也同时会受到与其速度方向不同的外力作用。对于在做圆周运动的物体，向心力是一种拉力，其方向随着物体在圆周轨道上的运动而不停改变。这种拉力总是沿着圆周半径指向圆周的圆心，所以得名“向心力”。因为向心力总是指向圆周中心，且被向心力所控制的物体是沿着切线的方向运动，所以向心力总是与受控物体的运动方向垂直，仅产生速度法线方向上的加速度。因此向心力只改变所控物体的运动方向，而不改变运动的速率，即使在非匀速圆周运动中也是如此。非匀速圆周运动中，改变运动速率的切向加速度并非由向心力产生。

火车拐弯处两根钢轨的高度不一样高，可以产生一个向心力，就将高速行驶的火车的离心力抵消，防止火车翻车的事故。再有我们骑自行车拐弯时中心也是向所拐弯的方向倾斜，其实这样同样产生一个向心力抵消我们骑车时的离心力。

离心力

离心力是长期以来被人们误解而产生的一种假想力，即惯性。因为无



火车轨道拐弯处两根钢轨高度不一

法找出施力物体，背离了牛顿第三定律。当物体做圆周运动时，类似于有一股力作用在离心方向，因此称为离心力。当物体进行圆周运动，即并非直线运动，亦即物体于非牛顿环境下运动，物体所感受的力并非真实。

我们知道接触力都是由于分子间作用力宏观的体现，若在做匀速直线运动的物体受到大小不变方向时刻改变的向心力（实际存在的力，力方向指向圆心），就会时刻扭转物体的运动方向，这时物体就不是做匀速运动了，而是曲线运动（圆周运动是特例），受向心力作用的物体内部分子也并不保持相对彼此近似静止了，而是由于向心力起初作用物体内部的那一小块分子群的后面拉着一连串分子，而且这个向心力时刻改变，物体内部这一连串分子的运动状态也要时刻改变（分子改变运动状态是靠分子间距离的改变从而改变分子间作用力）。而晚改变状态的分子会因为早改变状态的分子的分子间相互作用力而跟着改变运动状态，而恰恰是这个分子间延迟效果，把物体内部的拉伸力体现为了外在的离心



力，这才是离心力的实质，但是用牛顿定律从整体解释的话是不合理的，所以衍生出离心力。

离心力之所以在物体受到向心力时才“产生”也是这个道理，但向心力一消失，离心力也会马上由于分子间收缩效用而消失。

在天体上，卫星在主星边缘做惯性运动，由于主星的引力束缚了卫星，使卫星做圆周公转，如果卫星的惯性运动力（速度）大于主星的引力束缚力，那卫星便逐渐远离中心。

在地球上，物体在不动的中心边缘做惯性运动，由于物体的结合力束缚着物体，使物体做圆周旋转，如果物体的惯性运动力（速度）大于物体的结合力，那么惯性运动的物体便远离中心而去。由于水和气体的结合力很低，它们都会离中心而去。结合力高的金属则不会离心而去。

现将惯性离心力和离心力概念简单解释一下：

我们通常是以地面做参考系，可设想地面是静止的，或者在不太长的距离中把地面运动视为匀速直线运动，即惯性参考系，牛顿就是在这样的前提下才总结出了运动定律。如果参考系是变速的，即非惯性参考系，牛顿定律就不能直接应用了，因此人们假想出了“惯性力”来解决牛顿定律的应用问题。惯性离心力是非惯性系中的假想力。

下面举匀速圆周运动的例子：

匀速圆周运动的线速度方向时刻变化，说明有向心加速度，而向心加速度方向也时刻变化，这是个典型的非惯性系。如果有个大转盘在作匀速圆周运动，我们坐到盘上不要看周围景物，此时就把自己置身于非惯性系了，我们肯定会感觉到有某种力量想把自己推下来，而此时又没有任何施力物推我们，这种力量就称为惯性离心力。

最后提醒一点，所谓“惯性力”存在于非惯性系，是一种虚拟力，是为了将牛顿定律推广到非惯性系上使用而虚拟的一种力，在加上这样的虚拟力后除了牛顿第三定律外，牛顿力学中的各种定律、定理在非惯



性系上都可以运用。



过山车利用离心力的原理

在我们的生活中，离心力原理的运用也是十分广泛的，比如我们平时洗衣服用的甩干机就是利用了离心力的原理。让衣物在甩干桶内，与连接电动机的甩干桶一起高速运动旋转，利用物体在高速旋转时的离心力作用，使衣物中的水分离开衣物。此外，过山车、旋转秋千等都是利用了离心力的原理制作而成的。

二、水的表面张力的奥秘

在物理学中，多相体系中相之间存在着界面。习惯上人们将气—液，气—固界面称为表面。



通常, 由于环境不同, 处于界面的分子与处于相本体内的分子所受的力是不同的。在水内部的一个水分子受到周围水分子的作用力的合力为零, 但在表面的一个水分子却不如此。因上层空间气相分子对它的吸引力小于内部液相分子对它的吸引力, 所以该分子所受合力不等于零, 其合力方向垂直指向液体内部, 结果导致液体表面具有自动缩小的趋势, 这种收缩力称为表面张力。将水分散成雾滴, 即扩大其表面, 有许多内部水分子移到表面, 就必须克服这种力对体系做功——表面功。显然这样的分散体系储存着较多的表面能。

表面张力是物质的特性, 其大小与温度和界面两相物质的性质有关。

在常温 (20°C) 状态下, 水的表面张力为 72.75×10^{-3} 牛/米, 乙醇为 22.32×10^{-3} 牛/米, 正丁醇为 24.6×10^{-3} 牛/米, 而水—正丁醇 (4.1%) 的界面张力为 34×10^{-3} 牛/米。

①表面张力的方向和液面相切, 并和两部分的分界线垂直, 如果液面是平面, 表面张力就在这个平面上。如果液面是曲面, 表面张力就在这个曲面的切面上。

②表面张力是分子力的一种表现。它发生在液体和气体接触时的边界部分。是由表面层的液体分子处于特殊情况决定的。液体内部的分子和分子间几乎是紧挨着的, 分子间经常保持平衡距离, 稍远一些就相吸, 稍近一些就相斥, 这就决定了液体分子不像气体分子那样可以无限扩散, 而只能在平衡位置附近振动和旋转。在液体表面附近的分子由于只显著受到液体内侧分子的作用, 受力不均, 使速度较大的分子很容易冲出液面, 成为蒸汽, 结果在液体表面层 (跟气体接触的液体薄层) 的分子分布比内部分子分布来得稀疏。相对于液体内部分子的分布来说, 它们处在特殊的情况中。表面层分子间的斥力随它们彼此间的距离增大而减小, 在这个特殊层中, 分子间的引力作用占优势。

水的表面张力的实验

有孔纸片托水

材料：瓶子一个、大头针一个、纸片一张，有色水一满杯。

操作：

1. 在空瓶内盛满有色水。
2. 用大头针在白纸上扎许多孔。
3. 把有孔纸片盖住瓶口。
4. 用手压着纸片，将瓶倒转，使瓶口朝下。
5. 将手轻轻移开，纸片纹丝不动地盖住瓶口，而且水也未从孔中流出来。

讲解：

薄纸片能托起瓶中的水，是因为大气压强作用于纸片上，产生了向上的托力。小孔不会漏出水来，是因为水有表面张力，水在纸的表面形成水的薄膜，使水不会漏出来。这如同布做的雨伞，布虽然有很多小孔，仍然不会漏雨一样。

那么，水的表面张力有什么作用没有呢？最常见的就是洗涤。通常我们在洗衣服时会添加一些洗衣粉，洗脸时会用香皂，这些洗涤用品中有一种叫做“表面活性剂”的物质，它可以降低水的表面张力，去除织物上的污渍和脸部的油脂。

另外在雨伞、雨衣、汽车的玻璃和后视镜表面上，科研人员往往都会通过改变表面张力的做法来处理令人烦恼的雨滴，让落在雨伞、雨衣外表面的雨水迅速形成水珠滚落，而不会浸入雨伞、雨衣或长久停留在汽车的玻璃和后视镜表面。

还有一种可以增大表面张力的汽车玻璃防雨剂，能让车窗上的水珠很快连成一片流走，从而使驾驶员的视线不受影响。

上面的两个例子告诉我们，认识、发现、利用水的表面张力还是很