

微妙物理

编著◎吴波

WEIMIAOWULI

完全
典藏版

奇妙物理世界

奇妙物理世界



吉林出版集团



北方妇女儿童出版社

奇妙物理世界

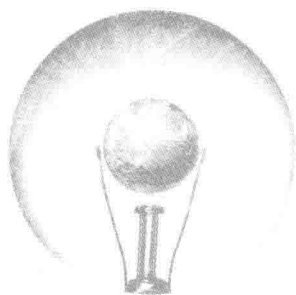


微妙物理

WEIMIAOWULI

完全
典藏版

奇妙物理世界



图书在版编目 (CIP) 数据

微妙物理 / 吴波主编. — 长春:
北方妇女儿童出版社, 2012. 6

(奇妙物理世界系列)

ISBN 978 - 7 - 5385 - 6556 - 0 - 01

I. ①微… II. ①吴… III. ①物理学 - 青年读物②物理学 - 少年读物 IV. ①O4 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 116791 号

微妙物理

出 版 人 李文学

主 编 吴 波

责任编辑 赵 凯

图文编排 高雨倩

装帧设计 王 璿

出 版 者 北方妇女儿童出版社

地 址 长春市人民大街 4646 号 邮编 130021

发行部电话 0431 - 85640624 编辑部电话 85634731

经 销 全国新华书店

印 刷 北京龙跃印务有限公司

开 本 720mm × 1000mm 1/16

印 张 12

字 数 140 千字

版 次 2012 年 6 月第 2 版

印 次 2012 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5385 - 6556 - 0 - 01

定 价 23.80 元

前言

PREFACE

物理一词最先出自希腊，原意是指自然。古时欧洲人将物理学称作自然哲学，所以从最广泛的意义上来说，物理即是研究大自然现象及规律的学问。到了现在，物理已经发展为一门科学，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，同时对人类活动的许多领域产生了重大而深远的影响。而物理学本身也逐渐形成了许多分支，主要有：

经典力学：以力和机械运动为研究目标。

光学：是研究光（电磁波）的行为和性质，以及光和物质相互作用的物理学科。传统的光学只研究可见光。

声学：是研究媒质中机械波的产生、传播、接收和效应的科学。媒质包括物质各态（固体、液体和气体等）。机械波就是声波。

热学：是研究物质处于热状态时的有关性质和规律的物理学分支，它起源于人类对冷热现象的探索。冷热现象是人类最早观察和认识的自然现象之一。

电磁学：广义上包含电学和磁学，狭义来说是一门探讨电性与磁性交互关系的学科。

此外还有分子物理学、原子物理学、固体物理学、无线电电子学等诸多分支。

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慧的结晶，文明的瑰宝。

好奇心、幻想力每个人都有，而物理这门科学正为人类的好奇心与想象力

提供了一个很好的平台和广阔的探索空间。为了让朋友们更好地了解物理世界的微妙，我们编写了《微妙物理》一书，用浅明的文字讲述人们喜爱的各种物理知识，以期达到帮助读者认识、了解物理学中的更多知识。

本书选取的内容包括：经典力学、光学、声学、热学、电学及磁学等物理学的基本内容。每部分内容都是从基础入手，遵循循序渐进的原则，深入浅出地解说基本的科学原理和最新的物理知识，不再乏味，不再费解，轻松步入神奇有趣、绚丽多姿的科学世界。

另外，本书还配有精美的插图，每小节的知识点和延伸阅读不仅有助于读者朋友加深了解这一小节的知识，更能开阔视野、拓展思路。

当然，由于编者水平有限，书中难免有讹错之处，敬请朋友们批评指正。



走进经典力学的世界

“不和”的孪生兄弟	1
拔河胜利的玄机	6
无所不在的阻力	9
压力与“抗压”妙方	13
认识惯性	19
质量和重量一样吗	22
稳度和重心的关系	26
力与圆周运动	31
奇妙的失重现象	34
用途广泛的表面张力	38
浮力与密度	43
单摆运动与计时器的发展	47

神奇的光

光的折射	52
阳光的秘密	56
双折射与折射率	60
光的反射	64

光全反射的认识	67
特殊灯的光学原理	71
光线能弯曲吗	74
肥皂泡中的光学知识	78
有趣的圆盘衍射	81
探究“峨眉宝光”的成因	85
显微镜的原理	88
为什么在水里看不清东西	92
“负后像”是怎么回事	95
特殊的光——激光	97
眼睛看到的物体是倒立的吗	101
大有作为的三基色	104

美妙的声音

“听声辨音”有道理吗	108
音调的奥秘	112
共振与音乐	115
可怕的声障	119
人类的好朋友：超声波	122
功能强大的声呐	128
前景广阔的次声	131

热学大视野

热是怎样传递的	135
冰棍冒“气”的奥秘	138
颜色与热有什么关系	141
温度胀缩的妙用	144
烫不破的茶杯	147
冰屋子能住吗	150
温度高的水先结冰还是温度低的水先结冰	152
红外电视——监视火情的哨兵	155



电与磁的奥秘

头发为何直立	158
大自然的放电现象	162
电流是怎样形成的	165
导体、绝缘体和半导体	167
电流通过导体能做什么	170
指南针揭示的奥秘	173
电磁感应的应用	177
揭开变压器的面纱	180





走进经典力学的世界

ZOUJIN JINGDIAN LIXUE DE SHIJIE

经典力学，是研究通常大小的物体在受力下的形变，以及速度远低于光速的运动过程的一门自然科学。

我们这里所指的力，是物质间的一种相互作用，它能够引起物体运动状态的变化。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。状态的改变，则必然有力的作用。因此，经典力学可以说是力和机械运动的科学。

经典力学，是物理学、天文学和许多工程学的基础，机械、建筑、航天器和舰船等的合理设计都必须以经典力学为基本依据。在经典力学世界里，有着许许多多的奥妙在等着我们。

别犹豫了，马上让我们一起走进这神奇的经典力学世界去遨游吧！

“不和”的孪生兄弟

我如果问你：汽车向前行驶是谁推动的？你一定会说：“靠发动机啊！”不错，发动机可以带动车轮转动，车轮一转汽车便跑起来，这似乎是毫无问题的。

我再问你，如果汽车陷在淤泥或者沙坑里，车轮照样转动为什么汽车却不

向前进呢？轮子不是在转动吗？可见，汽车前进的功劳不能只归功于发动机，还和路面有关系。下面的小实验可以说明这个道理。

找一块大约1米长的三合板，把木板放在水平的桌面上，下边垫上几根圆铅笔，让木板和桌面之间的摩擦力越小越好。再找一辆带电池的玩具小汽车，让它在木板上行驶。当小汽车前进的时候，木板后退了。

如果没有玩具小汽车，也可以用一个线轴和橡皮筋、小木棍（冰棍的木芯就可以）自造一个用橡皮筋作动力的小车轮。用这种线轴车做这个实验，三合板可以改成硬纸板。先旋转小木棍把橡皮筋拧紧，然后放到硬纸板上，注意让木棍一头顶着“地板”，小车就会前进了。

这个实验说明，汽车所以能够前进，和汽车轮胎跟地面之间的摩擦力有关系。汽车轮子一转，由于摩擦力的作用，车轮便给了地面一个向后的作用力，这个作用力作用在路面。与此同时，路面也产生了一个反作用力，作用在车轮上，方向向前，使汽车向前运动。淤泥或沙坑不能给车轮以足够的反作用力，所以汽车轮子陷进淤泥或沙坑，汽车便不能前进了。

走路，也是靠地面的反作用力。脚向后蹬的力量越大，人就走得越快。运动场上的短跑运动员在起跑的时候，为了得到较大的反作用力，常使用起跑器，起跑器能给运动员较大的反作用力使运动员像箭一样地冲出去。

力是两个物体间的相互作用。一定要有两个物体相互作用，才有力出现。甲物体作用于乙物体，乙物体也同时作用于甲物体，我们分别称它们为作用力和反作用力。这两个力必定同时出现，谁也不能单独存在，有作用力必定有反作用力。

找两个软木塞，再找一根铁针和一只磁针，把磁针和铁针分别插在软木塞上，让它们同时浮在水面上，叫磁针去吸铁针。结果怎样呢？不仅铁针在向磁针靠拢，磁针也同时向铁针靠拢。可见铁针也在吸引磁针。

你也许会说浮力没有反作用力，下面的几个实验会使你确信，浮力也有反作用力。

在天平的左盘上放上一杯水，杯外放一块木头鱼（或一个木块）。天平的右盘上放上合适的砝码，使天平恰好平衡。想一想，如果把木头鱼放进杯子里，天平是不是还平衡？

在做这个实验之前，有的同学会认为，天平不再平衡了，木鱼在水中要受到水给它的浮力，鱼的重量被浮力抵消了，不再压在天平的盘上了，放砝码的盘子要下降。也有的同学会认为，天平仍然应当是平衡的，因为把木鱼放进水

杯前后，左盘内的总重量没变。

到底哪种说法对呢？你不妨试一试。

实验的结果你会发现，把木鱼放到杯子里以后，天平仍然是平衡的。

那么，是不是后一种说法对呢？其实，后一种说法只说对了结果，而没有把理由说完全。木鱼漂在水里是因为受到浮力，木鱼的重量确实是被浮力抵消了。问题是，木鱼受到浮力作用的同时会对水产生一个反作用力，这就是浮力的反作用力。它的大小和木鱼的重量相等，压在水上，水又把这个力传给天平，因此，前后两次天平左盘受到向下的力没有变化。这说明，浮力也有反作用力。我们再做一个实验。

把一个重物用绳子拴好，然后用手捏着绳子头放到平衡好的天平左盘的水杯里，重物不要碰着杯底。原来平衡的天平居然不平衡了。

令人费解的是，手始终是提着重物的。为什么天平还失去平衡呢？看来，这不是重力引起的。经过一番思索，你会想出，是浮力的反作用力使天平失去平衡。

再做一个实验：

在天平两边的盘子里各放一杯水，天平正好平衡。现在有质量相同的铜块和铁块，用线拴好后用手捏着绳子头，把它们分别浸没在两杯水中，但都不放到杯底，问天平是否平衡？

甲同学认为：“天平还是平衡的，因为两边的总重量都相等。”

乙同学认为：“天平不平衡了，因为铜的密度比铁大，所以同样质量的铁块比铜块体积大，浸没在水里，铁受的浮力大，因此它给水的反作用力也大，所以铁那边应当下降。”

实验的结果，也证实了铁块那边将下降。乙说对了，可以看出，浮力确实有反作用力。

从这里，我们可以看出，作用力和反作用力总是成对出现，就好像是一对孪生兄弟一样。它俩一同产生，一同消失，绝不能单独存在。

作用力和反作用力亲密无间，宛如一对孪生兄弟，但偏偏又是两个对头。

首先，作用力和反作用力总是分别作用在两个物体上，不住在一起。你看：磁铁吸铁的作用力作用在铁块上，而铁吸磁铁的反作用力则作用在磁铁上；在碗边磕鸡蛋的时候，鸡蛋的作用力作用在瓷碗边上，瓷碗边的反作用力作用在鸡蛋壳上；水的浮力作用在木块上，木块的反作用力作用在水中。

其次，作用力和反作用力的方向总是相反的。磁针对铁针的作用力和铁针

对磁针的反作用力方向相反，因此两个软木塞相向运动；作用在浮体上的浮力是向上的，而浮体对水的反作用力则是向下的，方向也相反。

1687年，牛顿总结了作用力和反作用力的规律，指出：作用力和反作用力大小相等，方向相反，它们同时产生又分别作用在两个物体上。这就是牛顿第三定律。

火箭就是应用这个原理研制的。

最早的火箭是我国发明的。早在公元10世纪的北宋初年，“火箭”就被用作武器。这种“火箭”当然非常简单，它不过是在箭杆上拴了一个“起火”。到了明代，我国已经能制造射程300步远的火箭，不过这种火箭命中率不高，只能起吓唬人的作用。

1275年，有个意大利人马可·波罗来到中国，才把火箭的知识传到西方。当时的阿拉伯人就管火箭叫“中国箭”。

发射宇宙飞船的现代火箭虽然构造复杂，体积庞大，高耸入云，但是它的基本原理和古老的中国火箭是一样的。

反作用力有时也会给人带来麻烦。例如步枪的“后坐力”就是对射手有害的反作用力。当子弹从枪口射出的时候，它的反作用力必定作用在枪筒上，而且方向相反。这样，射手的肩膀就会受到冲击。至于大炮的后坐力，当然比步枪大得多。

有没有办法抵消大炮的后坐力呢？15世纪，著名的大艺术家达·芬奇想了个办法，他建议人们把两门相同的大炮，炮尾顶着炮尾，同时向相反的方向射击，这样，两炮的后坐力也就相互抵消了。这种“双头炮”当然没有人去制造，因为，谁也不愿意在向敌人开炮的同时轰击自己的后方。

达·芬奇的幻想虽然不切实际，却使武器专家们得到了启发：发射炮弹所产生的后坐力，可以用同时向后抛射一些东西的方法来抵消。现代的无后坐力炮就是利用这个原理制成的，这种炮一面向前发射炮弹的同时，一面向后喷射火药产生的气体，这样，后坐力就抵消了。在第二次世界大战中，不少士兵肩扛着无后坐力炮击毁了敌军的坦克。

无后坐力炮是不是真正消灭了炮弹出膛的反作用力呢？当然不是，反作用力是不能消灭的。无后坐力炮并不是消灭了反作用力，而是又增加了一对作用力和反作用力，使两个作用在炮膛上的反作用力互相抵消了。

知识点

无后坐力炮

无后坐力炮是发射时炮身不后坐的火炮，主要用于直瞄打击装甲目标，压制、歼击有生力量和火器，在反坦克战史上曾立下了汗马功劳。第一次世界大战期间，美国人戴维斯利用配重物平衡发射原理，发明了无后坐力炮。第二次世界大战期间和20世纪50年代，无坐力炮蓬勃发展，充满生机，各国军队装备数量很大，是当时主要的反坦克武器之一。进入20世纪70年代以后，由于装甲技术的发展和反坦克导弹的装备，无后坐力炮的地位和作用日渐衰落。

无后坐力炮的装填方式非常类似于传统火炮。但是在开火时，发射药产生的气体中有相当一部分从火炮的后方喷出，从而产生一个接近于推动弹丸前进动量的反向动量。从而使得火炮本身几乎不产生后坐力（当然发射时仍旧产生一定的后坐力）。这样就使得无后坐力炮不需要常规火炮所需的后坐缓冲装置，使无后坐力炮变得很轻便且易于使用。因此步兵也可以使用无后坐力炮发射大口径的炮弹。

延伸阅读

会转动火箭的制作

下面让我们制作一个会转动的火箭。

用大一点橡皮和针做一个支座，用一个子母扣（按扣）当轴承，上边穿上一条铁丝，一边系上一个眼药瓶（内装半瓶水），另一边拴一个和眼药瓶差不多重的东西。子母扣的凹槽里不要有脏东西，以便让针尖在里面可以灵活转动。眼药瓶里装好水以后，塞好橡皮帽，将蘸了酒精的棉花在瓶子下面点燃。一会儿，瓶里的水就沸腾起来，化成蒸气。蒸气从细口喷射出来，眼药瓶就朝着与喷气相反的方向旋转起来。

这只眼药瓶就是一只最简单的“火箭”，它利用的是作用力与反作用力的原理。从瓶口向后喷出的蒸气的作用力，产生了一股推动瓶子向前进的反作用力。反作用力的方向总是和作用力相反的，蒸气向后喷，眼药瓶向前走。

拔河胜利的玄机

在运动场上，甲乙两队运动员正在进行拔河比赛。双方队员尽力拉，两边的指挥用力挥旗，观众也大声呼喊：“加油！加油！”经过一场激烈的拉锯战，甲队终于获胜。人们纷纷向甲队祝贺，还有人竖起了大拇指：“还是甲队队员力气大！”

在拔河比赛中，取胜的一方是因为力气大吗？

回答这个问题之前，我们先做个实验：找两个弹簧秤，把两个秤钩互相勾挂起来，请甲乙二人各拉一个弹簧秤。这时，仔细观察两个弹簧秤的读数，你会发现，尽管甲乙两方拉来拉去，各有胜负，但是两个弹簧秤上的读数总是相等的，取胜的一方绝不比失败的一方读数大。如果甲不用力，只让乙用力拉，两个弹簧秤的读数也仍然是相等的。

这说明，在拔河比赛中，甲队拉乙队的力和乙队拉甲队的力是一对大小相



拔 河

等、方向相反的力。那么，为什么会有一方能取胜呢？取胜的秘密是什么呢？

假设让甲队队员都穿上旱冰鞋，乙队队员穿鞋底粗糙的轮胎底鞋，那么取胜的便不再是甲方。甲队队员不管使多大力气，结果都会被乙方拉过去。

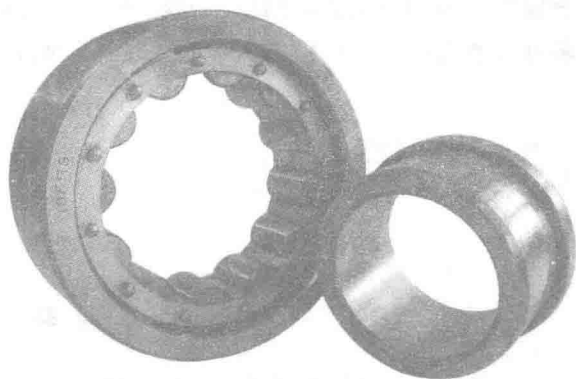
可见，决定拔河胜负的并不是双方向

后拉的力，而和脚下的摩擦力密切相关。拔河的时候，只要努力加大脚和地面的摩擦力，同时不要被对方向前拉倒，就不会被对方拉过去。这就需要用力蹬住地面，身体向后倾倒。由于人的体重越大，和地面的摩擦力越大，因此拔河比赛总要找体重大的人参加，运动员也总爱穿鞋底粗糙的鞋。

因为拔河比赛不能真正比出谁的力气大，所以正式体育比赛项目没有拔河，拔河只能成为一项游戏性的体育活动。

实际上，除了拔河，摩擦现象到处可见，它常给人们带来烦恼：鞋底磨破，衣服变旧，自行车、手表损坏。有人统计，每个人需要把一半左右的收入补偿在多种多样的磨损上。

多少年来，摩擦一面与人类为友，造福人类，一面又时刻在消耗人力、物力和财力。特别是工业品，摩擦更是它们的质量和寿命的大敌。据说，美国海军飞机飞行1小时，其磨损费比燃料费还要高。在恶劣的环境中，摩擦造成的机器失灵、零件损坏等现象更是屡见不鲜。



轴 承

随着科学技术的进步，现代机械产品向着高速、重载和高温的方向发展，摩擦问题越来越突出，逐渐成为人类研究的重要课题。这样，在人类同摩擦斗争的过程中，就出现了一门新兴的边缘学科——摩擦学。

通俗地说，摩擦学是研究两个物体表面摩擦、磨损和润滑三方面相互关联的科学和技术的总称。两个物体的接触面的物质不断损失，发生一系列物理、化学和力学等变化。

摩擦学就是通过研究物体摩擦表面的变化，提出相应的技术措施，减少或消除不必要的材料和能量损失，设计出各种新型的机械产品和润滑产品。因此，摩擦学是涉及数学、力学、物理学、化学、冶金学、机械工程、材料科学和石油化工等多种学科领域的一门综合性的边缘学科。

摩擦学的研究对象极为广泛，包括典型摩擦件的设计，如轴承、齿轮、涡轮、密封件、离合器等，摩擦件材料和表面处理技术的选用，还包括各种润滑材料和润滑技术的选择，对机器磨损事故分析、磨损监测和预报等。

现在，摩擦学的研究已经涉及到了人类关节的运动和心脏瓣膜的开闭，形成了生物摩擦学和摩擦心理学等分支。最近，有人根据地壳移动学说，联系到山、海和断层的形成，认为火山爆发、地震的发生也同摩擦学有关。这就是所说的“地质摩擦学”。

摩擦学作为一门应用性的技术学科，具有很大的经济价值。世界能源总量的大约 $\frac{1}{3}$ 最终表现为某种形式的摩擦而被消耗。若能减少一些摩擦，就可节约大量能源。

近年来，各工业发达国家都非常重视研究和开发摩擦学，调查本国的摩擦学现状。他们得出共同结论：如能在工业上推广运用摩擦学的现有知识，差不多可以增加国民总产值的 1%，这是个非常惊人的数字。

知识点

弹簧秤

弹簧秤又叫弹簧测力计，是一种用来测量力的大小的工具。弹簧秤是一种利用弹簧的形变与所受外力成正比的关系制成的测量作用力大小的装置。

弹簧秤分压力和拉力两种类型，压力弹簧秤的托盘承受的压力等于物体的重力，秤盘指针旋转的角度指示所受压力的数值。拉力弹簧秤的下端和一个钩子连在一起（这个钩子是与弹簧下端连在一起的），弹簧的上端固定在外壳顶的环上。将被测物挂在钩上，弹簧即伸长，而固定在弹簧上的指针随之下降。由于在弹性限度内，弹簧的伸长与所受之外力成正比，因此作用力的大小或物体重力可从弹簧秤的指针指示的外壳上的标度数值直接读出。

延伸阅读

摩擦的分类

静摩擦：两个互相接触的物体，当它们要发生相对运动（即有相对运动

趋势)时,在它们的接触面上产生的摩擦叫静摩擦。

如推桌子时,在没加推力时,如果没有摩擦力,则物体要向右运动,所以物体有一个向右的运动趋势,所以物体会受到一个向左的静摩擦力的作用,阻碍它的这种趋势。

又如,传递带把货物往上运的过程中,如果没有摩擦,则货物要沿斜面下滑,所以物体有沿斜面下滑的趋势,所以传送带给了货物一个沿斜面向上的静摩擦力的作用,以阻碍货物向下滑的运动趋势。

滑动摩擦:当两个物体间有相对滑动时,物体间产生的摩擦叫滑动摩擦。如桌子在地上滑动时,桌子和地面间有滑动摩擦;人滑冰时,冰刀和冰面之间有滑动摩擦。

滚动摩擦:物体间发生相对滚动时所产生的摩擦叫滚动摩擦。如小球在地上滚动时产生的摩擦等。

无所不在的阻力

冬天,在一些城市,一场大雪之后,汽车站附近的马路上为什么呈现深灰色?原来,那里撒了薄薄一层炉灰渣。

炉灰渣的作用是很明显的。没有它,行驶的汽车就很难停住;没有它,停住的汽车也很难开走。炉灰渣为什么会有这个作用?

找一个玻璃球或者金属球,用一本硬皮书或者一块光滑的硬板(比如你写字用的垫板)搭成斜坡,把小球轻轻放在斜坡顶端,小球就会自动滚下来,并且在光滑的桌上滚动一段距离,最后停止下来;现在在斜坡下边铺上一层粗糙的布,再做这个实验,那么,小球滚不了多远就停下来了。

这个实验说明,在两个物体之间,摩擦力的大小和接触面的光滑程度有关系——表面光滑,摩擦力往往要小些;表面粗糙,摩擦力则要大些。

在需要加大摩擦力的地方,我们应该让表面变得粗糙,雪地上的炉灰渣起的正是这个作用,轮胎和鞋底上凹凸不平的花纹起的也是这个作用,玻璃黑板上的毛玻璃,正是由于它的表面凹凸不平,才只有一定的摩擦力,人们在它上面写字,才能留下粉笔字迹来。

同样,在不需要摩擦的地方,我们总要让物体的表面变得光滑。

我们再做一个摩擦实验。