

北京市绿色印刷工程——优秀青少年读物绿色印刷示范项目



# 少年科学魔幻世界

shaonian kexue mohuan shijie

# 物理世界的变奏

段伟文 主编

wuli shijie de bianzou



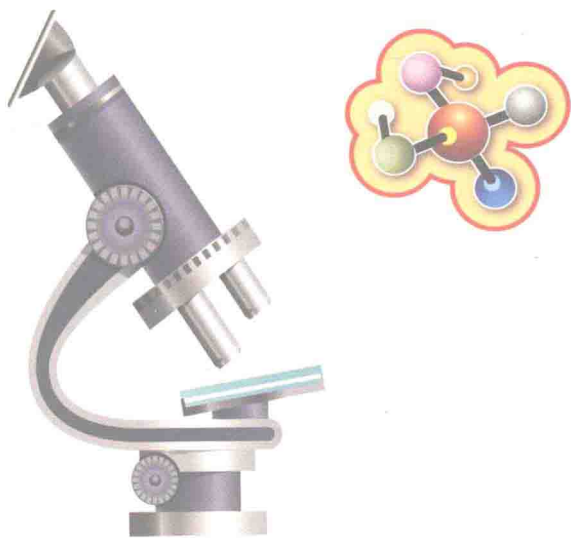
 科学普及出版社  
POPULAR SCIENCE PRESS



# 少年科学魔幻世界

# 物理世界的变奏

段伟文 主编



科学普及出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

物理世界的变奏 / 段伟文主编. —北京: 科学普及出版社, 2015  
(少年科学魔幻世界)  
ISBN 978-7-110-08667-4

I. ①物… II. ①段… III. ①物理学—青少年读物  
IV. ①04-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第134349号

主 编 段伟文  
作 者 段伟文 李 红 刘 畅  
齐小苗 朱明坤 段黎超  
段子英 朱承刚 汤治芳  
刘新成 段天涛  
绘画设计 高 亮 孔 前 杨 虹

出版人 苏 青  
策划编辑 肖 叶  
责任编辑 邵 梦  
封面设计 书 袋 熊  
责任校对 林 华  
责任印制 马宇晨  
法律顾问 宋润君

科学普及出版社出版  
北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码:100081  
电话:010-62173865 传真:010-62179148  
<http://www.cspbooks.com.cn>  
科学普及出版社发行部发行  
北京盛通印刷股份有限公司印刷

\*

开本:720毫米×1000毫米 1/16 印张:6 字数:120千字  
2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷  
ISBN 978-7-110-08667-4/0·155  
印数:1—10000册 定价:17.80元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、  
脱页者, 本社发行部负责调换)




# 前言

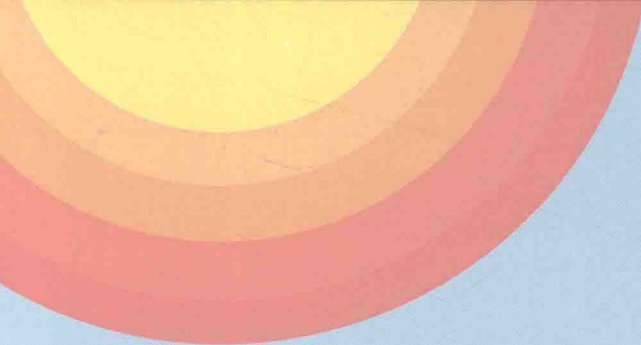
科学是什么？翻开这套书，你或许依然找不到答案，但你却已置身科学的魔幻世界：百合花开出美妙的曲线、孔雀尾屏上的眼斑诉说着生命的奥秘、德彪西的和弦与瓦格纳的音乐在几何空间中交汇、冰川里记载着地球上二氧化碳浓度的历史变迁、爱因斯坦在无边的宇宙中冲浪……

这些魔幻的世界让我们看到了科学神奇的力量。

科学试图告诉我们世界是什么样子的，使宇宙万物变得可以理解。一代又一代的科学家们在思考、观察、实验和分析的基础上，提出了各种科学理论，用它们解释宇宙从哪里来、生命如何起源、物质如何运动和相互作用、世界又是如何构成的……

科学给我们描述了一幅世界图景，但这项工作始终是尝试性的和没有完结的。面对自然的奥秘，科学家需要通过不懈的实验干预和理论分析，才能获得对世界的有限认识。这种认识虽然是有限的，但却揭示出了事物之间比较稳定的因果关系和条件关系，因此科学不仅相对于迷信和随意的猜测更有道理，而且可以更有效地解决人们生活中面对的问题。





对科学原理的运用使人们的行动更有力量，也使得人类创意的发展为永无止境的创造和创新。先进的科学理念往往碰撞出崭新的思想火花，技术上的发明和创造一旦插上科学的翅膀，每每开创出完全出人意的创意天空。在这魔幻的天空中飞翔快乐无比，但也给人类的智慧提出了越来越高的挑战。无论是科学的真理还是创新的力量，都应该符合人的目标和理想。

生活在科技时代的青少年，不仅要在知识的海洋边拾取色彩斑斓的贝壳，还要谨记希腊神话中代达罗斯之子伊卡洛斯的教训：科学的翅膀越是有力量，我们越是要审慎地挥动，让人类文明之火飘荡得更为高远悠长……

編 者

# 魔幻有理 创意无边



# 目 录

## 过山车为什么不会掉下来?

能量守恒 .....	17
向心力 .....	20

## 物理量与物理模型

自然哲学的数学原理 .....	1
物理量是什么? .....	3
物理模型是什么? .....	3

## 奇妙的声音

机械振动 .....	22
声音的产生和传播 .....	23
声音的大小和音量 .....	24

## 速度与惯性

谁的速度快? .....	5
惯性 .....	7

## 物态与冷热

物质由分子构成 .....	25
分子间存在相互作用力 .....	25
分子在永不停歇的运动着 .....	27
温度与传热 .....	28

## 你会走钢丝吗?

高空王阿迪力 .....	9
杠杆原理 .....	11

## 精彩的静电表演

什么是静电 .....	30
静电的应用 .....	31

## 我们为什么可以登上月球?

变化了的运动 .....	13
力、作用力和反作用力 .....	14
人类登上月球 .....	15

## 开关打开以后

电流与电路 .....	33
鸟儿为什么不会被电死? .....	35

## 粒子如何被加速

人类建造的最复杂的机器 .....	37
电场力和磁场力 .....	39
加速器的分类 .....	40

## 永不消逝的电磁波

什么是电磁波? .....	41
---------------	----

## 揭开原子的面纱

原来原子是可以再分的! .....	45
原子核式结构模型 .....	47
波尔原子模型 .....	48

## 追光的少年

狭义相对论的基本原理 .....	50
------------------	----

## 宇宙中的电梯

死亡电梯 .....	53
双生子佯谬 .....	54

## 五彩缤纷的世界

不同颜色是不同波长的光 .....	58
颜色的吸收和反射 .....	59

## 有一种奶酪叫夸克

基本粒子的家谱 .....	62
夸克的味和色 .....	63

## 凝聚态与等离子

凝聚态 .....	65
等离子 .....	66
华裔“飞天”第一人 .....	67

## 奇妙的低温世界

超导 .....	69
磁悬浮 .....	71
超流 .....	72

## 量子信息与量子计算

量子信息 .....	73
量子计算机 .....	74

## 复杂性科学

科学已经终结了吗? .....	77
没有围墙的研究所 .....	78
什么是复杂性科学? .....	79

## 在生命与物质的界面上

在生命与物质的界面上 .....	81
------------------	----

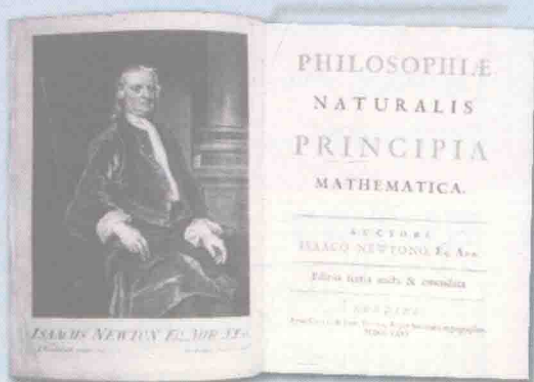
## 大统一之梦

爱因斯坦的最后十年 .....	85
大统一理论 .....	86



## 物理量与物理模型

2009年10月4日，诺贝尔基金会评选出诺贝尔奖百余年历史上“最受尊崇的”三位获奖者，1921年诺贝尔物理学奖得主爱因斯坦荣列其中，而其他两位均是诺贝尔和平奖得主，分别是1964年和平奖得主马丁·路德·金与1979年和平奖得主特蕾莎修女。爱因斯坦让物理学家的荣耀达到了顶峰，物理学也因此更加为世人所瞩目。那么，物理学究竟是研究什么的呢？



**诺贝尔图片及诺贝尔(奖)简介:** 诺贝尔奖是以瑞典著名化学家、硝化甘油炸药发明人诺贝尔(1833.10.21—1896.12.10)的部分遗产作为基金而创立的，分设物理、化学、生理或医学、文学、和平、经济等奖项，授予世界各国在这些领域对人类做出重大贡献的学者。

自然哲学的数学原理

## 物理学

物理学是自然科学的一门基础学科。古代欧洲人把物理学称为“自然哲学”，伟大的物理学家牛顿的代表作就叫作《自然哲学的数学原理》(拉丁文：*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*)。

## 自然哲学



《自然哲学的数学原理》的主要内容

1 定义

物质的量、时间、空间、  
向心力等的定义

给出研究所需物理量的定义

2 公理或运动的定律

著名的牛顿运动三定律

给出研究所需的理论依据

3 论物体的运动（一）

研究在无阻力的自由  
空间中物体的运动

建立理想的物理模型，得  
到比较简单的物理结果

4 论物体的运动（二）

研究在阻力给  
定的情况下物体的运动、  
流体力学以及波动理论

给物理模型设置适当的条件，  
使它更适合实际情况

5 论宇宙的系统

导出万有引力定律，研  
究地球的形状，解释海  
洋的潮汐，探究月球的  
运动，确定彗星的轨道。

推导新的定律，构建新的物理模型

《自然哲学的数学原理》的主要内容

这是一本经典的物理学著作，全书也体现了物理学研究的基本流程。如果要用两个关键词对这本伟大的著作作总结的话，“物理量”和“物理模型”无疑是最好的选择。

## 物理量是什么？

物理量，  
是物理学中能测量的量，  
例如长度、质量、时间、体积等。在  
《自然哲学的数学原理》一书开篇，牛顿  
就定义了物质的量、时间等物理量。

在 1971 年举行的第十四届国际计量大会 (The General Conference on Weights and Measures) 上，  
选择了长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的  
量、发光强度等七个物理量作为基本物理量，而这  
7100 个基本物理量的单位：米(m)、千克(kg)、秒  
(s)、安培(A)、开尔文(K)、摩尔(mol)、坎德拉  
(cd)就是国际单位制的基本单位。

摩尔(mol)

开尔文(K)

安培(A)

千克(kg)

米(m)

秒(s)

坎德拉(cd)

## 物理模型是什么？

物理学研究的是物质运动最一般的规律和物质的基本结构，  
并讨论它们在实际中的应用。现实生活中的物理现象一般都是十分  
复杂的，为了研究的方便，就需要构建物理模型。

物理模型一般可分三类：物质模型、状态模型、过程模型。

### 1. 物质模型。

物质可分为实体物质和场物质。实体物质模型有质点、点电  
荷、理想气体等，场物质模型有匀强电场、匀强磁场等。

这里着重介绍一下“质点”。如果物体本身的大小和形状对研  
究它的运动没有影响或影响很小，我们就可以用一个有质量的点  
来代替整个物体，这个用来代替整个物体的与物体具有相同质量  
的点，叫作质点。例如，在研究地球公转时，地球半径(约为 6370 千  
米)比太阳和地球之间的距离(约为 1.5 亿千米)小得多，我们就可  
把地球看作质点。



(质点)

半径：6370千米



太阳和地球之间的距离：约为1.5 亿千米

## 2. 状态模型。

研究理想气体时，气体的平衡态，以及研究原子物理时，原子所处的基态和激发态等都属于状态模型。

## 3. 过程模型。

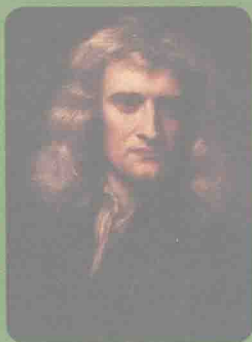
匀速直线运动、等温变化等都属于理想的过程模型。



从月球看地球



上海至北京的和谐号动车列车组高速行驶过蚌埠淮河铁路桥，火车的长度相对于桥长来说，不能忽略。



牛顿(1643.1.4-1727.3.31)英国物理学家、数学家。他在1687年发表的著作《自然哲学的数学原理》里，对万有引力和三大运动定律进行了描述，奠定了此后三个世纪里物理学的基础，并推动了科学革命。

每一个物理模型的建立都有一定的条件和使用范围。比如一列火车的运行，能否看成质点，就要根据质点的概念和要研究的火车运动情况而定，在研究火车过桥所需时间时，火车的长度相对于桥长来说，一般不能忽略，所以不能看成质点；在研究火车从北京到上海所需的时间时，火车的长度远远小于北京到上海的距离，可忽略不记，因此火车就可以看成为质点。

明白了上面的内容，恭喜你，你已经一只脚迈入了物理学的殿堂。



# 速度与惯性

谁的速度快？

一个人走路很慢，就说他“像蜗牛在爬”。那是因为蜗牛爬得很慢，乌龟爬的速度就比蜗牛快很多。我们小时候学过龟兔赛跑，也知道兔子跑的速度会比乌龟快很多。猎狗能追上兔子，猎狗的速度又比兔子快很多，当然它们都比不上猎豹的速度，但再快的猎豹也比不上猎枪子弹的速度。那么速度到底有没有极限呢？什么东西跑得最快呢？

## 常见的速度大小





## 人 缓 慢



步行的时候大概每秒钟走 1 米，慢跑的时候大概每秒跑 4 米。而世界上跑得最快的百米飞人博尔特每秒大概能跑 10.4 米，即大约每小时 37 千米，这也就是普通公交车行驶的速度。而这个速度比很多昆虫，例如蜻蜓的飞行速度慢多了，昆虫能达到大约 60 千米/时的速度。陆地上跑的最快的动物是猎豹，它能达到每小时 100 千米的奔跑速度，大约是博尔特速度的三倍。汽车在高速路上行驶的速度大约就是 100 千米/时，而最快的汽车能达到大约 350 千米/时的速度。但这也仅仅是我们国家京津城际列车的正常运行速度，而高速列车最高速度可以到达 400~500 千米/时。但这依然比不上飞机的速度，飞机每小时大约能飞 1000 千米。子弹的速度则比飞机更快一些，步枪子弹的速度能达到 3000 千米/时以上。而这样的速度依然不能摆脱地球引力的束缚。当速度足够快，能够克服地球引力的时候，就能进入太空。火箭的速度就能达到每小时数万千米，因而能克服地球的引力将卫星送上太空。绕地飞行的卫星的运动速度在每小时上万千米到几万千米之间。

除了我们能见到的一些速度之外，还有一些我们容易忽略掉的速度，也很有趣。例如常温下，空气分子的平均运动速度是 400~500 米/秒，比飞机的速度还要快很多。赤道附近的人站在地面上不动，随着地球自转运动的速度大致是 1674 千米/时，比普通的飞机还要快得多。当然，我们并没有发现地球上的人比飞机还快的运动，那是因为我们站在地球表面上，以地表为参照系，那么相对于地表，我们是不动的。

世界上最快的速度是什么呢？目前已知的最快速度是光速，光以大约每秒 30 万千米的速度前行，从太阳上到达地球的时间只要 8 分多钟，而从月球到达地球只需要 1 秒多，而人造的月球探测器从地球出发到达月球却需要 3 天的时间。

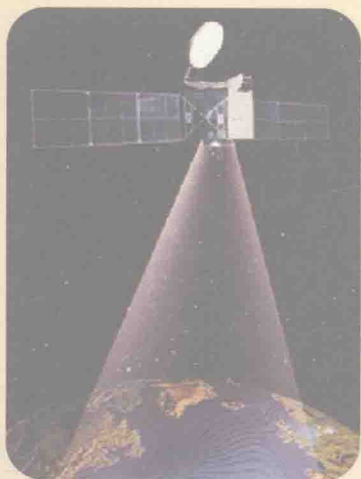


高速穿透玻璃的子弹

长期以来，人们都在追求更快的速度，发展更快的交通工具。有了更快的速度，我们从一个地方到另一个地方所需的时间更短了。但是速度太快也会带来问题，高速行驶的汽车就容易发生交通事故。那是因为，所有的物体都具有惯性。



正在发射的火箭。火箭的速度最终能达到每小时数万千米



绕地球飞行的卫星，速度可达几万千米/时

## 惯性



就跟人有惰性一样，那些没有思维的物体也有一种惰性，不过这种惰性不只是保持静止不动，而是保持原来的状态不变。如果它一开始静止，那么它就会一直静止，除非有人推一下，或者其他外力改变它的状态。如果它一开始运动，那么它就会一直运动下去，运动的方向和快慢都不变。但是它如果受到了阻力，或者其他的作用力，就会改变运动的速度或者方向。物体这种保持运动状态不变的特性就叫“惯性”。

惯性有好处也有坏处，生活中利用惯性的例子很多，例如我们打球的时候，正是利用了球的惯性。惯性也有不好的作用。例如汽车高速行驶的时候，前方路上出现了危险，虽然紧急刹车，但有时候也难免撞上去发生车祸，这也是因为汽车要保持运动的惯性，刹车的摩擦力虽然让汽车减速了，但汽车不能一下就把速度降为零，所以还会向前运动一段。

物体的惯性大小与物体的质量有关，质量越大，惯性也越大。例如满载的大卡车就比小汽车更难刹住车。



载重大卡车质量大，惯性大，因而转弯和刹车都很难，而小巧的小汽车就容易得多



惯性游戏





# 你会走钢丝吗？



## 高空王阿迪力

阿迪力走钢丝

2009年7月5日,新疆“达瓦孜”(维吾尔语“走钢丝”的意思)艺术的第六代传人阿迪力没系任何保险绳,在海拔1670米的新疆喀纳斯景区,成功跨越跨度达1100米的高空钢丝,刷新了他的个人与世界纪录,而他也被称为中国的“高空王”。

走钢丝是经典的杂技项目,演员在两端固定的悬空钢丝上来回走动并做出各种动作。很多时候我们用“走钢丝”比喻在对立的双方中间,保持平衡,艰难行进,也比喻做有风险的事情,颇有“战战兢兢,如履薄冰”的味道。虽然我们绝大部分人不能手持平衡杆,伫立高空,亲身体验走钢丝的惊险与刺激,但其中涉及的物理学中有关力与平衡的知识,却是可以了解的。

### 平衡在物

理学中是指作用于物体的几个力互相抵消,物体处于相对静止的状态或匀速直线运动状态,或绕轴匀速转动状态。按照平衡物体受微小扰动后,物体所处状态的不同,可以将平衡分为三种:

### 1. 稳定平

衡,是指受微小扰动后物体将回到原位置继续平衡;

2. 不稳定平衡,是指受微小扰动后物体将不再平衡;

3. 随遇平衡,受微小扰动后物体将在新的位置平衡。

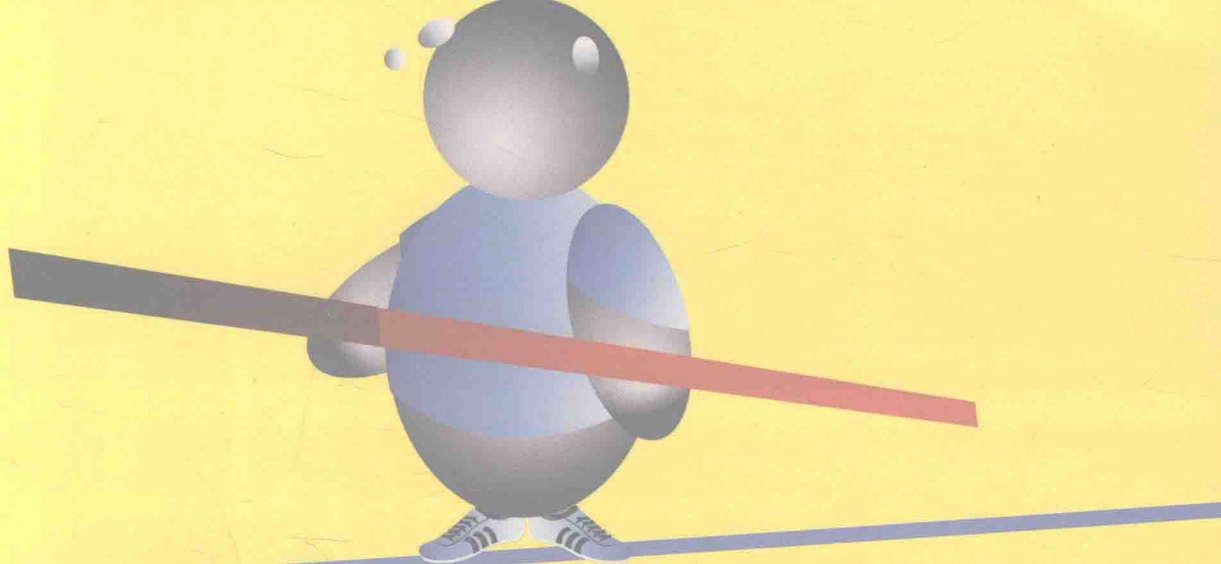
## 平衡

按照平衡的定义,我们知道,一个物体要达到平衡,作用于它的力就需要相互抵消,譬如,我们测体重的时候,我们所受的重力和体重计对我们的支撑力,就是相等的。如果不相等的话,体重计的指针就会来回晃动。

体重秤



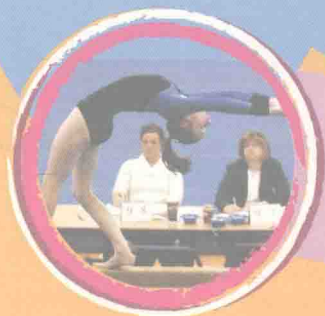




技艺高超的专业走钢丝演员，能够自然地控制自己的身体平衡，在钢丝绳的任何位置，仅仅依靠手中的平衡杆，就可以在钢丝绳上保持静止不动，匀速甚至加速前进或者后退，整个人体基本处于随遇平衡和稳定平衡之间。如果在钢丝绳上处于不稳定平衡同时又没系保险绳，那么后果将是不堪设想的。

另一种很有观赏性的体操项目——平衡木，与走钢丝也有异曲同工之妙。

体操比赛所用的平衡木高 1.25 米，长 5 米，宽却只有 10 厘米。全套动作有完成时间的限制，对于动作难度和空中技巧均有严格规定。平衡木运动正像它的名字那样，需要极强的平衡能力。运动员要在窄窄的平衡木上做出一连串的舞蹈与翻腾动作，身体姿态与身体控制是最重要的。



苏联女子体操运动员拉丽莎·拉蒂尼娜正在进行平衡木比赛，她是奥运会历史上获得奖牌最多的运动员，在 1956—1964 年连续 3 届奥运会上她累计获得 18 枚奖牌，其中包括 9 枚金牌。