

回望千年物理发展史 且看物理如何变未来

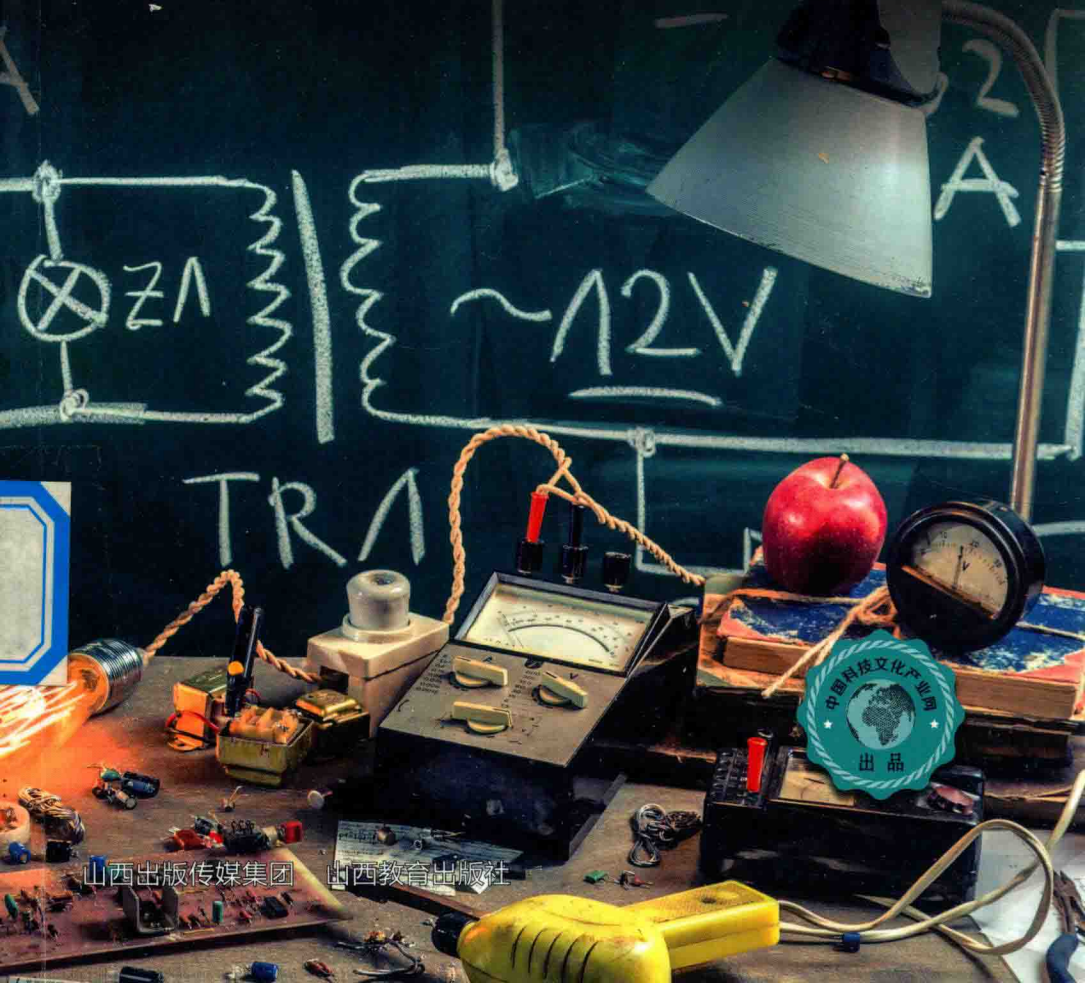
科学充电站  
KEXUE  
CHONGDIANZHAN

郑军 主编

# 物理改变世界

WULI GAIBIAN SHIJIE

艾星雨 编著



山西出版传媒集团

山西教育出版社

科学充电站  
KEXUE  
CHONGDIANJIHAN

郑军 主编

# 物理改变世界

## WULI GAIBIAN SHIJIE



艾星雨 编著



山西出版传媒集团 山西教育出版社

## 图书在版编目 (C I P) 数据

物理改变世界/艾星雨编著. —太原: 山西教育出版社, 2015. 4

(科学充电站/郑军主编)

ISBN 978 - 7 - 5440 - 7553 - 4

I. ①物… II. ①艾… 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 309892 号

## 物理改变世界

---

责任编辑 彭琼梅  
复 审 李梦燕  
终 审 张沛泓  
装帧设计 陈 晓  
印装监制 贾永胜

出版发行 山西出版传媒集团·山西教育出版社  
(太原市水西门街馒头巷7号 电话: 0351 - 4035711 邮编: 030002)

印 装 山西人民印刷有限责任公司  
开 本 890 × 1240 1/32  
印 张 6.375  
字 数 175 千字  
版 次 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月山西第 1 次印刷  
印 数 1 - 3000 册  
书 号 ISBN 978 - 7 - 5440 - 7553 - 4  
定 价 18.00 元

---

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。电话: 0358 - 7641044



## 概述

### 开天辟地——经典力学

- |                |      |
|----------------|------|
| 1 牛顿的求学之路      | / 2  |
| 2 牛顿的贡献(上)     | / 4  |
| 3 牛顿的贡献(中)     | / 6  |
| 4 牛顿的贡献(下)     | / 8  |
| 5 牛顿的哲学思想和科学方法 | / 10 |
| 6 经典力学的创立      | / 12 |

## 目录

### 查普朗夫——千禧的诺贝尔

- |              |    |
|--------------|----|
| (上) 查普朗夫诺贝尔奖 | 1  |
| (下) 查普朗夫诺贝尔奖 | 8  |
| 诺贝尔及其家族的诺贝尔奖 | 2  |
| 诺贝尔的千禧       | 4  |
| 诺贝尔奖的诺贝尔奖    | 6  |
| 诺贝尔奖的诺贝尔奖    | 8  |
| 诺贝尔奖的诺贝尔奖    | 10 |
| 诺贝尔奖的诺贝尔奖    | 12 |



### 来去无踪的隐身人——声的故事

14

- |            |      |
|------------|------|
| 1 我们怎样听见声音 | / 14 |
| 2 声音的速率    | / 16 |
| 3 奇妙的共鸣    | / 18 |
| 4 听不见的超声波  | / 20 |
| 5 可怕的次声波   | / 22 |
| 6 声波武器     | / 24 |
| 7 声音也会污染   | / 26 |

### 三

## 七色虹的影子——光的传奇 28

- 1 光的本质是什么（上） / 28
- 2 光的本质是什么（下） / 30
- 3 光的传播及其应用 / 32
- 4 镜子的故事 / 34
- 5 光的速度到底有多快 / 36
- 6 超光速现象存在吗 / 38
- 7 一光年到底有多远 / 40
- 8 隐身可能吗 / 42



### 四

## 一体两面——电与磁的演义 44

- 1 现代电磁学前史（上） / 44
- 2 现代电磁学前史（下） / 46
- 3 奥斯特的开山之功 / 48
- 4 电学大师法拉第（上） / 50
- 5 电学大师法拉第（中） / 52
- 6 电学大师法拉第（下） / 54
- 7 电与磁的统一者麦克斯韦（上） / 56
- 8 电与磁的统一者麦克斯韦（下） / 58
- 9 科学超人尼古拉·特斯拉（上） / 60
- 10 科学超人尼古拉·特斯拉（中） / 62
- 11 科学超人尼古拉·特斯拉（下） / 64



## 五

### 从永动机谈起——能量的神话

- |                  |      |
|------------------|------|
| 1 永动机可能制造得出来吗    | / 66 |
| 2 发现能量守恒和转化定律(上) | / 68 |
| 3 发现能量守恒和转化定律(下) | / 70 |
| 4 能量的知识          | / 72 |
| 5 热力学四大定律        | / 74 |
| 6 可恨的熵妖(上)       | / 76 |
| 7 可恨的熵妖(下)       | / 78 |
| 8 热寂说与宇宙的未来      | / 80 |
| 9 对“热寂说”的反驳      | / 82 |
| 10 永动机失败的启示      | / 84 |



## 六

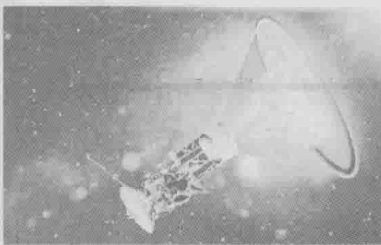
### 如果飞得像光一样快——相对论

1 相对论之前	/ 86
2. 狭义相对论的诞生	/ 88
3 解读狭义相对论	/ 90
4 广义相对论的建立	/ 92
5 广义相对论的验证	/ 94
6 广义相对论的部分应用	/ 96
7 相对论的遭遇	/ 98

## 七

### 上帝掷骰子吗——量子力学

1 旧量子论(上)	/ 100
2 旧量子论(下)	/ 102
3 量子力学革命	/ 104
4 上帝掷骰子吗	/ 106
5 玻尔和爱因斯坦之争	/ 108
6 伤人脑筋的量子纠缠	/ 110
7 量子论的几个观点	/ 112
8 二次革命	/ 114
9 量子力学的运用	/ 116



### 当代物理学最前沿采风

1 终极理论之梦	/ 118
2 弦理论(上)	/ 120
3 弦理论(下)	/ 122
4 标准模型与希格斯玻色子	/ 124
5 反物质与反宇宙	/ 126
6 平行宇宙	/ 128
7 可控核聚变	/ 130
8 纳米技术(上)	/ 132
9 纳米技术(下)	/ 134
10 超导体(上)	/ 136
11 超导体(下)	/ 138
12 3D打印机	/ 140
13 量子计算	/ 142
14 太空天梯	/ 144
15 到太空采矿	/ 146
16 改变未来的革命性技术(上)	/ 148
17 改变未来的革命性技术(下)	/ 150
18 普朗克卫星告诉我们的秘密	/ 152
19 正在进行的六大实验(上)	/ 154
20 正在进行的六大实验(下)	/ 156

118	1
120	3
122	5
124	7
126	9
128	11
130	13
132	15
134	17
136	19
138	21
140	23
142	25
144	27
146	29
148	31
150	33
152	35
154	37
156	39



---

## 九

### 物理学的未来

158



- |                  |       |
|------------------|-------|
| 1 时间旅行的现实可能性(上)  | / 158 |
| 2 时间旅行的现实可能性(下)  | / 160 |
| 3 虫洞可以打开吗(上)     | / 162 |
| 4 虫洞可以打开吗(中)     | / 164 |
| 5 虫洞可以打开吗(下)     | / 166 |
| 6 曲速引擎的传说与现实(上)  | / 168 |
| 7 曲速引擎的传说与现实(下)  | / 170 |
| 8 如何寻找外星人(上)     | / 172 |
| 9 如何寻找外星人(中)     | / 174 |
| 10 如何寻找外星人(下)    | / 176 |
| 11 未来的计算机什么样(上)  | / 178 |
| 12 未来的计算机什么样(下)  | / 180 |
| 13 种子——暗物质       | / 182 |
| 14 宇宙的主宰——暗能量(上) | / 184 |
| 15 宇宙的主宰——暗能量(下) | / 186 |
| 16 物理学最前沿的难题(上)  | / 188 |
| 17 物理学最前沿的难题(中)  | / 190 |
| 18 物理学最前沿的难题(下)  | / 192 |

---

## 后记

194

## 概 述

物理学是一门自然科学，主要研究的是物质，在时空中物质的运动和所有相关概念，包括能量和作用力。更广义地说，物理学是对大自然的研究分析，追根溯源，目的在于明白宇宙是怎样运行的和为什么会这样运行。物理学不但要研究宇宙的现在，还要研究宇宙的未来。

物理学之所以被人们公认为一门重要的科学，不仅在于它对客观世界的规律做出了深刻的揭示，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。

物理学是最古老的科学之一。在过去两千年，物理学与哲学、化学等学科经常被混淆在一起，相提并论。直到16世纪科学革命之后，才单独成为一门现代科学。本书第一章讲述经典力学建立的历史进程，主要是牛顿在其中的卓越贡献。

本书第二到第五章分别介绍声学、光学、电磁学和热力学等经典物理学内容。

在20世纪，物理学有两大成就。其一是相对论，第六章讲述的就是爱因斯坦以一人之力建造起狭义相对论与广义相对论两座理论大厦的经过；其二是量子论，第七章讲述了数位物理学大师在量子论建立过程中各自的丰功伟绩以及种种争论。

第八章侧重介绍目前理论物理和应用物理方面的重点和热点，比如平行宇宙和纳米技术。第九章则接着第八章讲述一些过去主要出现在科幻里如今却已经进入物理学家的视野并已对其进行了初步研究的话题，比如时间旅行与曲速飞行。



# 一 开天辟地——经典力学

## 1

### 牛顿的求学之路

从古时候起，人们就尝试着理解这个世界：为什么物体会往地上掉，为什么不同的物质有不同的性质，等等。又譬如地球、太阳以及月亮这些星体究竟是遵循着什么规律在运动，并且是什么力量决定着这些规律呢？人们提出了各种理论试图解释这个世界，这便是物理学的雏形。这时候的物理学大多包含在哲学里面，还没有独立出来。

在17世纪末期，由于人们乐意对原先持有的真理提出疑问并寻求新的答案，最后导致了重大的科学进展，这个时期现在被称为科学革命。



△ 做马德堡半球实验的德国马德堡市长奥托·冯·格里克

公元1618年，德国科学家开普勒总结出开普勒三定律。

公元1638年，意大利科学家伽利略出版了《两种新科学》。

公元1643年，意大利科学家托里拆利做大气压实验，发明了水银气压计。

公元1646年，法国科学家帕斯卡用实验验证大气压的存在。

公元1654年，德国科学家格里克发明抽气泵，获得真空。

公元1662年，英国科学家波义耳实验发现波义耳定律。



△ 艾萨克·牛顿画像

公元1663年，格里克做马德堡半球实验。

这么多的发明和发现，让科学家既兴奋于人类对大自然的认识前进了一步，又困惑于为什么有那么多彼此似乎毫无联系的规律。他们相信，上帝制造的这个世界不会是那么混乱的，他们期待着某个人站出来解释这一切。事实上，这些发明和发现都在等待一个人，等待他把天上和地下的定律合为一体，进而使物理学从哲学中彻底地独立出来。

这个人的名字叫艾萨克·牛顿。

牛顿在小学和中学时学习成绩并不出众，只是爱好读书，对自然现象有着强烈的好奇心，例如颜色、日影四季的移动，尤其是几何学、哥白尼的日心说等等。他还分门别类地记读书笔记，又喜欢别出心裁地做些小工具、小发明、小试验。但因为家庭贫困，他曾经好几次辍学，回家务农，只不过他挡不住学习的诱惑，每次都能说服母亲和继父，让他回到学校继续学习。

牛顿在18岁时完成了中学的学业，并得到了一份完美的毕业报告。1661年6月，他进入了剑桥大学的三一学院。在三一学院，他真正进入了科学的殿堂。

在1665年，22岁的牛顿在前人工作的基础上，提出“流数法”，建立了二项式定理。二项式定理在组合理论、开高次方、高阶等差数列求和以及差分法中有广泛的应用。牛顿发现，二项式定理的背后还隐藏着什么，他正准备深入研究时，最终造成十多人死亡的伦敦大瘟疫爆发了，学院关闭，牛顿不得不暂时回到家乡，时间长达一年。然而，正是在这一年多的时间里，牛顿对光学、力学、数学有了多方面的研究和突破。苹果砸中牛顿脑袋的故事就发生在这个时期，当然这和很多传说的牛顿的故事一样，是后人编造的。



## 2

## 牛顿的贡献（上）

牛顿为世界做出的第一个重要贡献是创立了微积分。当时，原有的几何和代数已难以解决生产和自然科学所提出的许多新问题。牛顿意识到需要新的数学工具，于是在二项式定理的基础之上，将古希腊以来求解无穷小问题的种种特殊方法统一为两类算法：正流算术（微分）和反流算术（积分），最终发展成名为“微积分”的数学工具。

微积分的出现，成了数学发展中除几何与代数以外的另一重要分支——数学分析（牛顿称之为“借助于无限多项方程的分析”）产生的主要促因，之后数学分析进一步发展为微分几何、微分方程、变分法等等，这些又反过来促进了理论物理学的发展。例如瑞士的伯努利曾征求

最速降落曲线的解答，这是变分法的最初始问题，半年内全欧数学家无人能解答。1697年的一天，牛顿偶然听说此事，当天晚上轻松解出，并匿名刊登在《哲学学报》上。伯努利惊异地说：“从这锋利的爪中我认出了雄狮。”

问题是，牛顿没有及时发表微积分的研究成果，德国那边传来消息，莱布尼茨也创建了微积分。此后，为争夺微积分的发明权，竟然引发了一场轩然大波，这种争吵在两者各



△ 剑桥大学三一学院一角



自的学生、支持者和数学家中持续了一百多年，造成了欧洲大陆的数学家和英国数学家的长期对立。

后世的研究认为，牛顿和莱布尼茨分别是自己独立研究，在大体上相近的时间里先后完成的。比较特殊的是牛顿创立微积分要比莱布尼茨早十年左右，但是正式公开发表微积分这一理论，莱布尼茨却要比特顿早三年。他们的研究各有长处，也都各有短处。



△ 莱布尼茨对科学的贡献也很大

德国的莱布尼茨也是一位博学多才的学者。1684年，他发表了现在世界上认为是最早的微积分文献，这篇文章有一个很长而且很古怪的名字《一种求极大极小和切线的新方法，它也适用于分式和无理量，以及这种新方法的奇妙类型的计算》。就是这样一篇说理也颇含糊的文章，却具有划时代的意义。它已含有现代的微分符号和基本微分法则。莱布尼茨是历史上最伟大的符号学者之一，他所创设的微积分符号，远远优于牛顿的符号，这对微积分的发展有极大的影响。现在我们使用的微积分通用符号就是当时莱布尼茨精心选用的。

事实上，和历史上任何一项重大理论的完成都要经历一段时间一样，牛顿和莱布尼茨的工作都是很不完美的。他们在无穷和无穷小量这个问题上，说法不一，十分含糊。牛顿的无穷小量，有时候是零，有时候不是零而是有限的小量；莱布尼茨的也不能自圆其说。这些基础方面的缺陷，最终导致了第二次数学危机的产生。

直到19世纪初，法国科学家柯西对微积分的理论进行了认真研究，建立了极限理论，后来又经过德国数学家维尔斯特拉斯进一步的严格化，使极限理论成为微积分的坚实基础，这才使微积分真正完善起来。

必须指出的是，在微积分发明优先权的大争辩中，牛顿个人在其中扮演了极不光彩的角色。



## 3

## 牛顿的贡献（中）

牛顿对这个世界第二项贡献是在光学上。

牛顿曾致力于颜色的现象和光的本性的研究。1666年，他用三棱镜

研究日光，得出结论：白光是由不同颜色（即不同波长）的光混合而成的，不同波长的光有不同的折射率。在可见光中，红光波长最长，折射率最小；紫光波长最短，折射率最大。牛顿的这一重要发现成为光谱分析的基础，揭示了光色的秘密。牛顿还曾把一个磨得很精、曲率半径较大的凸透镜的凸面，压在一个十分光洁的平面玻璃上，在白光照射下可看到，中心的接触点是一个暗



△ 牛顿研究三棱镜

点，周围则是明暗相间的同心圆圈。后人把这一现象称为“牛顿环”。他创立了光的“微粒说”，从一个侧面反映了光的运动性质，但牛顿对光的“波动说”并不持反对态度。

牛顿1672年创制了反射望远镜。他用质点间的万有引力证明，密度呈球对称的球体对外的引力都可以用同质量的质点放在中心的位置来代替。他还用万有引力原理说明潮汐的各种现象，指出潮汐的大小不但同月球的位相有关，而且同太阳的方位有关。牛顿预言地球不是正球体。岁差就是由于太阳对赤道突出部分的摄动造成的。1704年，他出版了



《光学》一书，系统阐述了他在光学方面的研究成果。

牛顿的第三项贡献是发现万有引力定律。

万有引力定律是解释物体之间的相互作用的引力的定律，是物体（质点）间由于它们的引力质量而引起的相互吸引力所遵循的规律，牛顿在前人（开普勒、胡克、雷恩、哈雷等）研究的基础上，凭借他超凡的数学能力证明了这个定律。

该定律可表述如下：任意两个质点通过连心线方向上的力相互吸引。该引力的大小与它们的质量乘积成正比，与它们距离的平方成反比，与两物体的化学本质或物理状态以及中介物质无关。

万有引力定律的发现，是17世纪自然科学最伟大的成果之一。它把地面上物体运动的规律和天体运动的规律统一了起来，对其后物理学和天文学的发展具有深远的影响。

万有引力定律揭示了天体运动的规律，在天文学上和宇宙航行计算方面有着广泛的应用。它为实际的天文观测提供了一套计算方法，科学史上哈雷彗星、海王星、冥王星的发现，都是应用万有引力定律取得重大成就的例子。利用万有引力公式加上开普勒第三定律等还可以计算太阳、地球等无法直接测量的天体的质量。牛顿还解释了月亮和太阳的万有引力引起的潮汐现象。他依据万有引力定律和其他力学定律，对地球两极呈扁平形状的原因和地轴复杂的运动，也成功地做出了说明，推翻了古代人类认为的神之引力。



△ 牛顿与苹果的故事其实是虚构的





## 4

## 牛顿的贡献（下）

当然，终其一生，牛顿最大的成就还是以他名字命名的三大运动定律。牛顿三大运动定律出现在1687年牛顿44岁时出版的《自然哲学的数学原理》一书中。

牛顿第一定律（惯性定律）——任何一个物体在不受外力或受平衡力的作用时，总是保持静止状态或匀速直线运动状态，直到有作用在它上面的外力迫使它改变这种状态为止。

牛顿第二定律（加速度定律）——物体的加速度跟物体所受的合外力成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向跟合外力的方向相同。

牛顿第三定律（作用力和反作用力定律）——两个物体之间的作用力和反作用力，在同一条直线上，大小相等，方向相反。

牛顿三大运动定律出自《自然哲学的数学原理》一书，但这本书可不只有牛顿三大运动定律。

在书中，牛顿实际上是构造了一个人类有史以来最为宏伟的体系，他所说的力，主要是重力，我们今天称之为引力，或万有引力，以及由重力所衍生出来的摩擦力、阻力和海洋的潮汐力等，而运动则包括落体、抛体、球体滚动、单摆与复摆、流体、行星自转与公转、回归点等，简而言之，包括当时已知的一切运动形式和现象。也就是说，牛顿用一个力学原因就能解释从地面物体到天体的所有运动和现象。

在科学史上，《自然哲学的数学原理》是经典力学的第一部经典著作，也是人类掌握的第一个完整的科学的宇宙论和科学理论体系，其影响所及，遍布经典自然科学的所有领域，并在其后300年里一再取得丰硕成果。就人类文明史而言，它成就了英国工业革命，在法国诱发了启蒙运动和大革命，在社会生产力和基本社会制度两方面都有直接而丰富的