

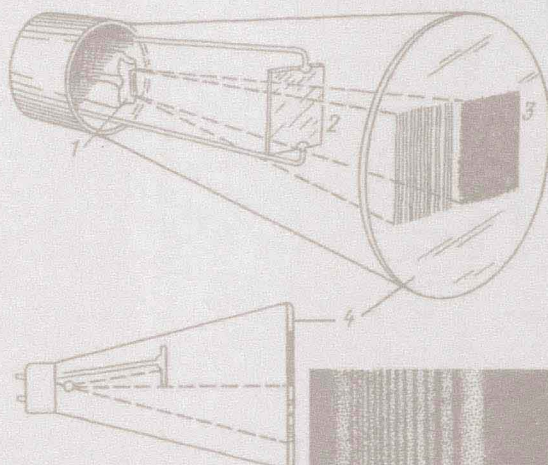
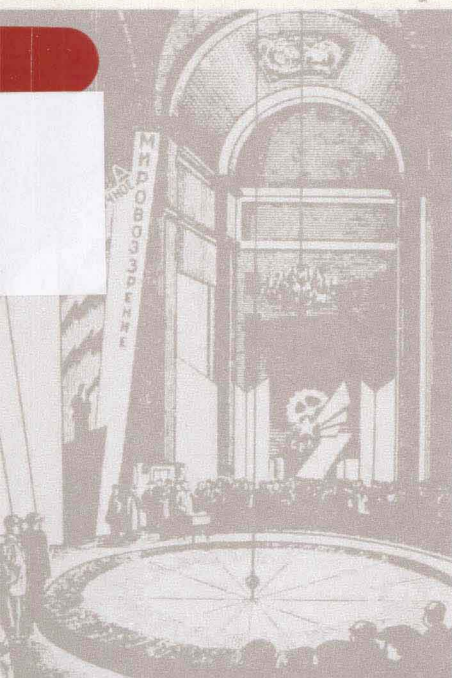
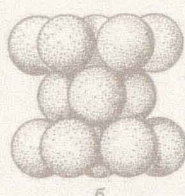
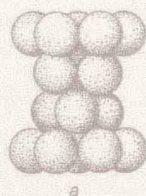
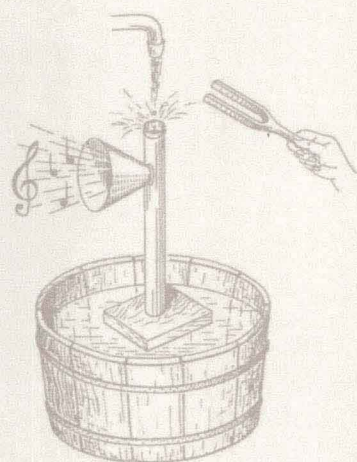
20世纪  
科普经典  
特藏

中译本

# The Wonders of Physics 奇妙的 物理学

(俄) A. 瓦尔拉莫夫 \ 著  
(俄) L. 阿斯拉马卓夫

潘士先 译



科学出版社



20世纪  
科普经典  
特藏

# The Wonders of Physics 奇妙的物理学

(俄) A. 瓦尔拉莫夫 \ 著  
(俄) L. 阿斯拉马卓夫

潘士先 译

科学出版社

图字：01-2012-2164 号

*The Wonders of Physics*. Andrey Varlamov, Lev Aslamazov.

The original Russian work has been published by Dobrosvet.

© 2011 by Добросвет.

All rights reserved.

图书在版编目(CIP)数据

奇妙的物理学/(俄罗斯)瓦尔拉莫夫(Varlamov, A.)等著;潘士先译. —北京:科学出版社, 2014. 2

(20世纪科普经典特藏)

书名原文: The Wonders of Physics

ISBN 978-7-03-039444-6

I. 奇… II. ①瓦… ②潘… III. ①物理学-普及读物 IV. ①04-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第311388号

责任编辑:侯俊琳 李 葵 / 责任校对:桂伟利

责任印制:赵德静 / 封面设计:黄华斌

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014年2月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2014年2月第一次印刷 印张:16 1/4 插页:1

字数:225 000

定价:35.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



## 中文版序言

放在读者面前的《奇妙的物理学》是一本不寻常的书。

物理学研究自然世界运动的基本规律。20 世纪物理学的两大革命性突破——相对论和量子论，导致了科学技术的革命，造就了信息时代的物质文明。手机通信、音乐/视频播放器、数码相机、互联网、全球定位系统等现代生活必不可少的便利，都离不开物理学等基础学科和立足于它们的激光、电子学、计算机等先进技术。然而，这些现代技术中运用的物理规律似乎高不可攀、神秘莫测，离中学课本里的物理学及日常生活现象越来越远。《奇妙的物理学》这本书有助于读者缩短这个距离，填补中间的空白。

俄罗斯（苏联）有很好的科普传统，许多著名科学家十分重视科普工作。《奇妙的物理学》一书的作者列夫·阿斯拉马卓夫（Lev Aslamazov, 1944~1986）和安德烈·瓦尔拉莫夫（Andrey Varlamov）继承了这个传统。他们是优秀的理论物理学家，在超导理论研究等方面有卓越的贡献。该书是基于他们在著名科普杂志《量子》（*Quantum*）发表的一系列文章写成的。不幸的是第一位作者在俄文版第一版面世前早逝（1986 年），以后的工作都由第二位作者完成。

该书最大的特点是用物理规律阐述我们周围熟悉的现象，深入浅出，可以引起读者很大的兴趣。为什么搅动杯中的水，茶叶会聚集到杯底的中央；河流的弯道如何形成；湖泊可以有几个出水口；为什么天空是蓝色的；为什么有的酒杯“会唱歌”，有的不会；为什么肥皂水能起泡，而清水不行；为什么电缆会嗡嗡响。这些看起来简单，或者似乎复杂的现象都有基本的物理规律“管着”。耐心的读者能从该书中找到许多有趣问题的答案，引发出更多的、值得思考的“为什

么”。

这是一本认真的通俗读物，“通”而不“俗”，它能比较准确地描述和解释现象，而不是停留在“比划”的层次上。对于有高中物理基础的读者来说，一边看书，一边用笔“写写画画”，可以理解书中公式的含义和数量级的估算，为进一步学习、钻研打下很好的基础。从这个意义上讲，该书是严肃的科普读物的典范。出版后市场的反应证实了它的价值：俄文版已出第四版，英文版第三版也已问世，还出了意大利文版和西班牙文版，德文版和日文版正在筹备中。相信该书的中文版是对我们科普文库的一个重要的扩充和提升。

该书的最新版中增加了许多“与时俱进”的内容，包括对纳米、高温超导、核磁共振、量子计算等科学技术新进展的介绍，甚至对煮咖啡和酿造葡萄酒过程中的物理现象也有引人入胜的描述，读起来饶有兴趣。希望读者喜欢这本书，并从中得益。

中国科学院院士，于 淦

2013 年 3 月于北京

## 英文版前言

我很高兴把《奇妙的物理学》英文版第三版呈献给读者。自从这本书在苏联出版后，已经过去了  $1/4$  个世纪。这本书的生命很长，很受读者欢迎。在第二版出版后，接着出了俄文版第三版和第四版，然后是两个英文版，一个意大利文版和一个西班牙文版。

在最近的  $1/4$  个世纪中，世界经历了很大的变化。我们生活中轻重缓急的次序改变了。新一代读者成长起来，作者在 20 世纪 80 年代中期写第一版时做梦都想不到的科学和技术新成就，如今变成了我们生活的一部分。随着物理学的进展，这本书也在不断发展。如今它的篇幅比以前增加了一倍，增加了新的内容；它告诉读者许多重大发现，包括高温超导、核磁共振等，也展示了一个叫做纳米物理学的广阔的研究领域，当然也包括这些新发现在日常生活中的应用。

最近 10 年，我一直住在意大利，在那里，饮食文化是公众最感兴趣的方面之一。我最初在意大利出版物上发表的关于咖啡和葡萄酒酿造的物理学的文章，是我努力想要理解物理学定律如何在人类日常活动中起作用（这是我新发现的一个领域）的结果。这些文章出乎预料地受到了广泛的欢迎和正面回应，它们被翻译成好几种语言，还在电视上讨论。这就是“厨房里的物理学”这样一个新部分出现在俄文版中的缘故。我希望读者喜欢它。

阿斯拉马卓夫和我写这本书既是为了满足我们的好奇心，也是为了和读者分享我们对物理学在其一切自然体现中美的赞赏。我们把大量时间放在教授各种水平的物理学上，我们的学生有富有天赋的新生，也有成熟的博士生。我们的全部经验让我们深信，除了正规和严格地学习这门学科，“艺术”方法——教师（或作者）用它证明物理

学在日常现象中的重要性——也是至关重要的。我希望本书从标题到内容都成功地传达了我们对物理学的领会。本书是以我们最近 40 年里在《量子》(*Kvant*) 杂志和其他期刊上发表的文章为基础写成的。

我要向我的许多朋友和同事表示深切的感谢，没有他们，这一版是不可能完成的。首先是科学编辑、我亲爱的老朋友阿历克斯·阿布里科索夫 [Alex Abrikosov (Jr.)] 博士。他热情，具有渊博的科学知识，他的翻译、评论和指正使英文版得以面世。他的这项工作因与我的朋友 Dmitriy Znamensky 博士和 Janine Vydrug 的合作而大为增色。书中有几章是以我和我的朋友合写的文章为基础的，他们是 G. Balastrino 教授、A. Buzdin 教授、Yu. Galperin 教授、A. Rigamonti 教授，还有我的高中老师 A. Shapiro 博士。感谢他们的贡献。

我深切感谢我的编辑：D. De Bona 博士、L. Panyushkina 博士、T. Petrova 博士、V. Tikhomirova 博士和 A. Ovchinnikov 博士，没有他们的专业精神和前几版的合作，就不会有现在这一版。

最后，我以我自己及阿历克斯·阿布里科索夫的名义衷心感谢另外三位，其中两位是阿历克斯的父母、我们的物理和生活老师 Alexei 和 tatyana Abrikosov，第三位是我们从学生时代起共同的朋友 Serguei Pokrovski。他们在我们的工作中起着十分重要的作用。

安德烈·瓦尔拉莫夫

罗马，2011 年

## 俄文版前言摘录

物理学是 20 世纪科学和技术革命的领头羊。今天，物理学继续决定着人类前进的方向。最明显的例子是最近高温超导的发现，它或许会急剧改变现代技术的整个体系结构。

然而科学家越是深入宇宙和微观粒子的世界，离传统的中学物理学（讲变压器，与地平线成一角度发射的火箭和导弹等）也就是大多数人认为的那种物理学越远。普及读物的目的是填平这条鸿沟，把现代物理学的精华带到好奇的读者面前，同时展示其主要成就。这是一项困难的任务，不容玩忽。

你手里的这本书发扬了这类著作的最好传统。这本书由理论物理学家和具有奉献精神的科学知识普及者撰写，它把读者带到量子固态物理学的最新成就面前，同时又告诉读者物理学定律如何在那些看来平淡无奇的事物和我们周围的自然现象中现身。最重要的是，它展示了科学家眼中的世界，足以“证明与代数的和谐”。

可惜这本书的作者之一、超导理论的著名专家、长期担任科普杂志《量子》副主编的 L. G. 阿斯拉马卓夫教授没有看到这本书的问世，这是极大的遗憾。

我希望从高中生到专业物理学家的广大读者，会发现阅读这本内容极为丰富的书是真正有趣、愉快和有益的体验。

2003 年诺贝尔物理学奖获得者，阿列克谢·阿布里科索夫

莫斯科，1987 年

## 英译者的话

让我把这本书译成英文是很大的荣幸。现在，在这片物理学的神奇土地上，我是你的翻译，但这并非巧合。

首先，对于我来说，物理学好像“家事”一般，这一点你大概已经猜到了。自儿时我就温馨地记着的许多人，原来都是物理学家。我记得当我还是一个10岁孩子的时候，阿斯拉马卓夫（当时的研究生，后来的教授）在敖德萨<sup>①</sup>的海滩上晒太阳。然后，高中时我交了第一个朋友——A. 瓦尔拉莫夫。我们决定并同时进入莫斯科理工学院。我们长时间地争论许多与物理学有关和无关的事。这本书中有些题目唤醒了我对那些日子的记忆。

多亏新的《量子》杂志的问世，我的“物理倾向”才得以充分发展。《量子》有一个年轻而热情的编辑团队，阿斯拉马卓夫一开始就在那里。他的《蜿蜒赴海》发表在第一期上。当我们成长了些，我们开始自己动手写，本书的每一章几乎都曾发表于《量子》。

在我的论文中有我第一篇普及作品的稿子。Leva（大家都这么叫他）拒绝了它。他解释说，不要简单地写出我们从课本上知道的东西，而是要找到新的聪明和清晰的例子来说明我们的知识。在他看来，这是普及科学知识最主要也是最困难的任务。如你所看到的，这正是本书的精神。

我对物理学的热爱让我愿意翻译这本书，虽然英语不是我的母语。我希望，我努力注入这本书里的那份非语言知识至少部分地补偿了它的“俄罗斯味”。我想，一些不可避免的疏忽不致惹恼你，倒会

---

① 敖德萨是黑海沿岸城市，传统的理论物理学春季专题讨论会在那里召开。

把你逗乐。

当然，我不会独自冒险，你读到的是我和我的翻译同伴兹南明斯基（Dmitriy Znamensky）通力合作的结果，我从他那里学到了很多。由我来写这一段文字只不过是老朋友的特权，对他的贡献绝无贬损之意。

在完成翻译工作的过程中，我们想要纪念过去的伟大科学家，因此加了简短的传记性脚注。

阿列克谢·阿布里科索夫

莫斯科，2000 年

# 目 录

中文版序言

英文版前言

俄文版前言摘录

英译者的话



## 第1部分 户外物理学 ..... 1

第 1 章 蜿蜒赴海 ..... 3

第 2 章 从湖泊出发的河流 ..... 9

第 3 章 海洋电话亭 ..... 11

第 4 章 在蓝色中 ..... 21

第 5 章 月光沼泽 ..... 30

第 6 章 傅科摆和贝叶尔定律 ..... 33

第 7 章 月制动 ..... 41

## 第2部分 星期六晚上的物理学 ..... 45

第 8 章 小提琴为何歌唱 ..... 47

第 9 章 鸣叫和沉默的酒杯 ..... 53

第 10 章 泡和滴 ..... 59

第 11 章 魔灯之谜 ..... 71

第 12 章 水麦克风：贝尔的一项发明 ..... 80

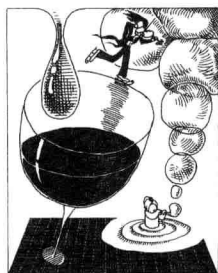
第 13 章 波如何传输信息 ..... 84

第 14 章 为何电线嗡嗡叫 ..... 91

第 15 章 沙滩上的脚印 ..... 96

第 16 章 如何防止雪堆积 ..... 106

第 17 章 列车上的体验 ..... 108



## 第3部分 厨房里的物理学 ..... 115



第 18 章 关于蛋 ..... 117

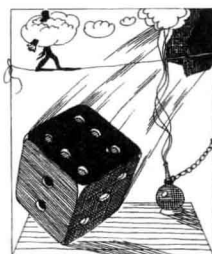
第 19 章 通心粉, 意大利面条和  
物理学 ..... 125

第 20 章 等着水开 ..... 135

第 21 章 好咖啡的物理学 ..... 148

第 22 章 物理学家谈酒 ..... 159

## 第4部分 量子世界之窗 ..... 175



第 23 章 不确定性原理 ..... 177

第 24 章 雪球, 坚果, 泡……和液氮 ... 186

第 25 章 千年末的超导热 ..... 193

第 26 章 什么是 SQUID ..... 205

第 27 章 超导磁体 ..... 215

第 28 章 磁共振成像 ..... 224

第 29 章 向量子计算机迈进 ..... 233

卷后语 ..... 246

致 谢 ..... 247

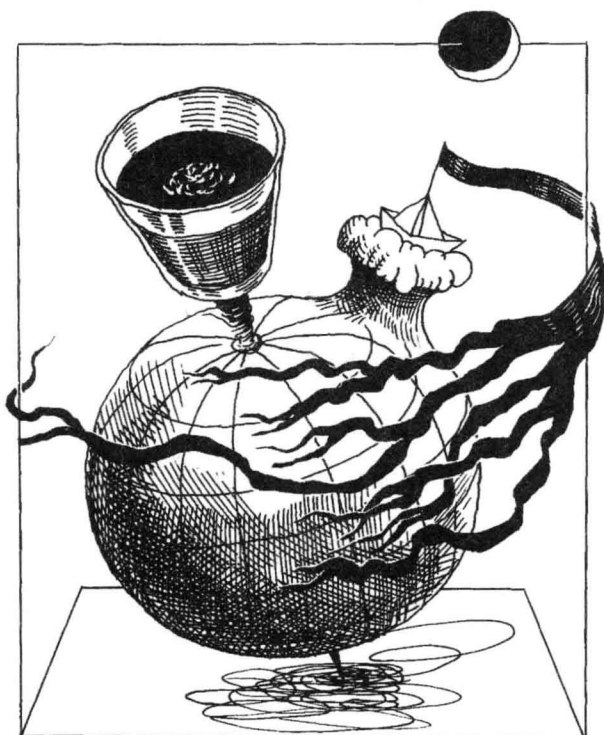
彩 图



# 第 1 部分

## 户外物理学

本书是《户外物理学》系列的第一部分，旨在为户外爱好者提供基础的物理学知识。本书将探讨户外活动中涉及的物理原理，如力学、热学、声学、光学、电学、磁学、天文学、气象学、地理学、生物学、化学、医学、心理学、社会学、经济学、政治学、法律学、伦理学、哲学、宗教、艺术、文学、音乐、舞蹈、戏剧、电影、电视、广播、网络、计算机、人工智能、机器人、航天、海洋、环境、能源、材料、信息、通信、交通、农业、工业、军事、医学、法律、政治、经济、社会、文化、教育、体育、娱乐、休闲、旅游、健康、安全、环保、可持续发展等。



从本书的第一部分，你将知道为何河流蜿蜒曲折及河流如何冲刷河岸，为何天是蓝色的，白浪是白色的。我们要告诉你海洋的一些性质，谈谈风及地球旋转的作用。

简言之，我们将给出物理学定律如何在地球尺度上表现的一些例子。

# 第 1 章 蜿蜒赴海

你曾见过一条笔直的河吗？当然，短短一段河道可能是笔直的，但不存在完全没有弯曲的河流。即使流经平原，河流一般也蜿蜒曲折，而且弯曲是周期性地出现的。此外还有一条规则：弯曲处一侧的河岸陡峭，另一侧平缓。怎么解释河流的这些特点呢？

流体力学是研究流体运动的物理学分支，如今已是一门成熟的学科。但河流是复杂的自然物，即使流体力学也不能解释河流的每一个特点。尽管如此，它还是能够回答许多问题。

伟大的爱因斯坦<sup>①</sup>也在河流弯曲问题上下过工夫，对此，你可能会感到惊异。在 1926 年提交普鲁士科学院的一篇报告中，他将河水与在玻璃杯里旋转的水相比较。这种比较能够解释为何河流总是选择曲折的路径。

让我们也来尝试理解这种现象，哪怕定性地理解也好。让我们从一杯茶开始。

## 1.1 杯子里的茶叶

泡一杯茶（用茶叶，不是袋茶！），充分搅动它，然后把茶匙拿出来。随着茶水逐渐静止下来，茶叶将集中在杯底的中间。这是什么缘故呢？为了回答这个问题，让我们首先确定液体在杯子里旋转时表面的形状。

---

<sup>①</sup> A. Einstein (1879~1955)，德国出生的物理学家，居住在瑞士，自 1940 年起为美国公民；相对论的开创者；1921 年诺贝尔物理学奖获得者。

茶杯实验表明，茶的表面变成弯曲的了。原因很清楚。为了使茶水的质点作圆周运动，作用于每一质点的净力必须产生一个向心加速度。我们来看位于距离旋转轴  $r$  处的一小方茶水（图 1-1 (a)）。设它所包含的茶水的质量为  $\Delta m$ 。如果旋转角速度为  $\omega$ ，则小立方体的向心加速度为  $\omega^2 r$ 。这一加速度是作用于立方体两个侧面上（图 1-1 (a) 的左面和右面）的流体静压力之差的结果。

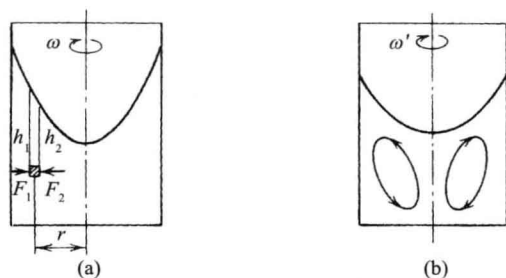


图 1-1 (a) 作用于旋转液体的质点的流体静压力；  
(b) 旋转减速时出现的涡流

$$m\omega^2 r = F_1 - F_2 = (P_1 - P_2)\Delta S \quad (1-1)$$

式中， $\Delta S$  是侧面的面积，压强  $P_1$  和  $P_2$  决定于两侧面到液体表面的距离  $h_1$  和  $h_2$ 。

$$P_1 = \rho gh_1, \quad P_2 = \rho gh_2 \quad (1-2)$$

式中， $\rho$  是液体的密度， $g$  是重力加速度。只要  $F_1$  大于  $F_2$ ， $h_1$  必定大于  $h_2$ ，故旋转液体的表面是弯曲的，如图 1-1 所示。旋转越快，面的曲率越大。

我们可以确定旋转液体弯曲表面的形状。原来它是一个抛物面，就是说，是一个具有抛物线截面的面<sup>①</sup>。

只要持续不断地用茶匙搅动茶，它就会保持旋转。但当我们把茶匙取出后，液体层之间的黏滞摩擦及液体与杯壁和杯底的摩

<sup>①</sup> 仅当液体与杯子作为一个整体一起旋转时表面形状才为抛物面。这叫做刚性旋转。——A. A.

擦将把液体的动能转换为热能，使运动逐渐停止。

随着旋转变慢，液面渐渐变平。同时液体中出现方向如图 1-1 (b)所示的涡流。涡流的产生是杯底和表面的液体减速不一致所致的。杯底处摩擦较强，液体减速比表面处快，所以即使到旋转轴的距离相等，液体质点的速率也不相同（靠近杯底的比靠近表面的要慢些），但压力差产生的净力对所有这些质点是相同的。这个力现在不能产生使所有质点以同一角速度均匀旋转所需的向心加速度。靠近表面处，角速度过大，水粒子被甩向杯的侧壁；靠近杯底处，角速度过小，故合力使水向杯子中心运动。

现在我们明白了为何茶叶堆集在杯底中间（图 1-2）。它们是被不均匀减速引起的涡流拖到那里的。当然，我们的分析是简化的，但确实抓住了要点。



图 1-2 茶杯实验：涡流把茶叶推向杯底中央

## 1.2 河床如何变化

让我们来考虑河湾处水的运动，情形和我们在茶杯里观察到的相似。在河湾内，河水的表面是倾斜的，从而形成压力差来产生必需的向心加速度（图 1-3 是河湾截面的示意图）。与茶杯里的情形十分相像，靠近河底的水速比靠近河面处低（图 1-3 中用矢量表示速度随深度的分布）。靠近表面处，流体静压力的净差不能使流速较快的水的质点跟随河湾的曲线，故水被“甩”向外岸（远