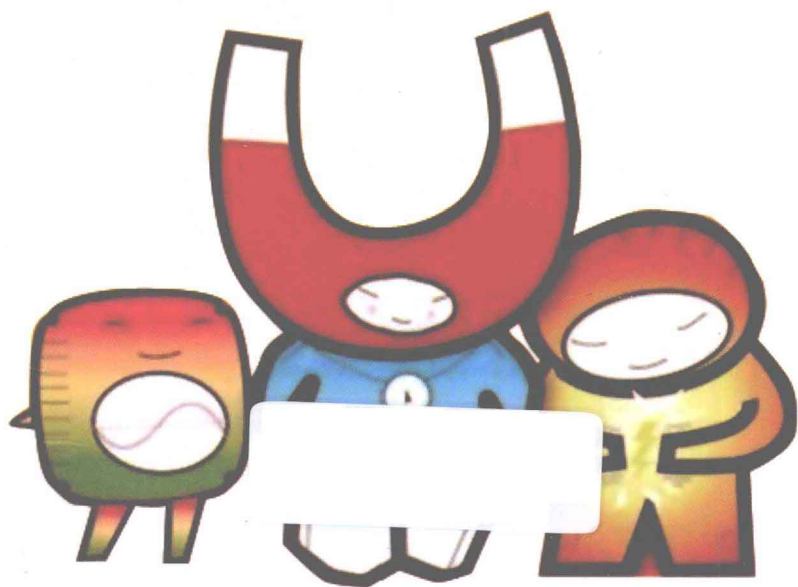


小生活·大智慧丛书

生活中的 趣味物理

如何隐形及其他有趣的科学小实验



[法] 尼古拉·康斯坦斯 (Nicolas CONSTANS) ◎著
弗朗索瓦·格拉奈尔 (François GRANER)

王明利 等◎译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

小生活·大智慧丛书

生活中的趣味物理

——如何隐形及其他有趣的科学小实验

【法】 尼古拉·康斯坦斯 (Nicolas CONSTANS) 著
弗朗索瓦·格拉奈尔 (François GRANER)

王明利 邱雨禾 闫洁 译



机械工业出版社

在生活中有很多神秘的现象有待解读。当你往杯中倒水时，“咕噜咕噜”的声音源自何处，然而当你往杯中倒油时，为什么就听不到这样的声音呢？当我们搅动茶水时，为什么茶叶会向杯子底部的中心聚集而并不是向四周散开呢？预防龋齿的最佳方法是添加含氟的物质吗？

如果这些问题能够启发你的想象力，请你阅读本书所提供的众多科学发现和简易的家庭小实验，希望它们能对你有所裨益。

书中个别实验有一定的危险，对于未成年人请在家长的监护下完成。

北京市版权局著作权合同登记号：01-2012-5867

© Dunod, Paris, 2010

Simplified Chinese language translation rights arranged through Divas International, Paris (www.divas-books.com)

Cet ouvrage est une compilation d'articles parus dans le mensuel *La Recherche*

La RECHERCHE

图书在版编目（CIP）数据

生活中的趣味物理：如何隐形及其他有趣的科学小实验/（法）康斯坦斯，（法）格拉奈尔著；王明利等译．—北京：机械工业出版社，2013.10

（小生活·大智慧丛书）

ISBN 978-7-111-44103-8

I. ①生… II. ①康…②格…③王… III. ①物理—实验—普及读物 IV. ①O4—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 222131 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：张金奎 责任编辑：张金奎 陈崇昱

责任校对：张 力 责任印制：李 洋

三河市国英印刷有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·6.25 印张·170 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-44103-8

定价：25.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服 务 中 心：(010)88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部：(010)68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部：(010)88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

推荐序

什么是科普？简单地说，科普就是科学技术知识的普及，即把科学知识通过一定的手段传播到普通的大众。

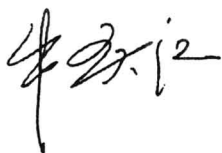
我国的科普有着自己的传统、优势、特点和擅长的方式方法，也有困难和不足。在改革开放的时代，我们在不断地学习、借鉴国际上关于科普的先进理念和优秀的成果、经验，科普工作得到很大的发展。

这次，机械工业出版社由法国引进出版了这套原创性十足的“小生活·大智慧”科普丛书，给我们许多新的启发。在法国，从科学家、科普工作者到教师、家长，都齐心协力参与科普工作。法国学校的科普教育从幼儿园开始，其特点是特别注重教育的趣味性，注重联系生活实际，激发孩子的兴趣和求知欲。巴黎著名的科技城、科学宫、自然博物馆等这些科普教育的专业机构和场馆，已成为法国人生活、教育、学习不可缺少的一部分。从《昆虫记》到《自然史》，从法布尔到布封……几百年前，法国本土的博物学家写出了很多闻名遐迩的经典科普著作，影响了并继续影响着全世界一代又一代的人们……

这套丛书具有极强的趣味性、科学性、可读性，书中随处可见的科学小实验又具有很强的可操作性。《生活中的趣味物理》用简明易懂的文字讲述了近 60 个易于观察实践或者易于实际操作的小实验，带你去发现日常生活中的物理学原理；《生活中奇妙的化学》将隐藏在我们日常生活中的奇妙的化学作用以幽默有趣的方式为读者一一讲解，让化学这门看似枯燥的学科变得五彩缤纷起来；《50 个餐桌小实验》从准备材料、操作技巧、步骤演绎，为什么能成功、背后的科学原理、生活中同类原理的自然现象等方面展示了 50 个令人意想不到的餐桌小实验。

科普工作是我们每一个人的事件，是人人可以参加的，而且是人

人都应该参加的事情。机械工业出版社引进这套丛书的目的就是为了更好地向广大青少年儿童普及科学知识。我们相信,广大青少年儿童从中得到的不仅仅是知识,还有科学的思想方法、科学的态度和科学的精神。



牛灵江,中国科协第八届全国委员会委员,科学技术普及专门委员会委员,青少年科学教育专门委员会委员,中国青少年科技辅导员协会常务副理事长,原中国科协青少年科技中心主任。

译者的话

在法兰西这块钟灵毓秀的土地上培养出了不计其数的优秀人才。除了享誉世界的文学成就,法国在科学技术领域也颇有建树,很多著名的科学家为人类科技的发展做出了卓越的贡献,他们从常见的现象中获得灵感,并由此走向成功之路。例如,法国科学家巴斯德对变质现象产生了浓厚的兴趣,最终发明了巴氏消毒法,这种灭菌方法一直沿用至今……

本套丛书向我们呈现了日常生活中随处可见的科学场景,但有些现象我们未必知道其中的奥秘,如《生活中的趣味物理》中大家熟悉的自行车前叉的构造及稳定性,《生活中奇妙的化学》中美味的蛋奶酥是如何形成的,《50个餐桌小实验》中教我们判断一枚鸡蛋是生的还是熟的,等等。书中不仅为我们详细解释了这些知识的原理,而且还列举了从这些原理中衍变出来的其他现象。读者在汲取相关的科学知识的同时还能体会到实验的乐趣,不失为一个寓教于乐的好典范。这套丛书给我们提供了一个认识客观世界的平台,指引我们去发现、去探究、去思考,并鼓励我们根据书中的指导,自己动手去实践,大大激发了广大读者的求知欲与好奇心。

在这套丛书的翻译过程中,译者还体会到,科技翻译不同于文学翻译,它需要有精准的用词和清晰的句意表达,尤其对科学原理解释不能有丝毫差错,可发挥的空间相对局限。而且在力求保证原文严谨性的同时,还要将专业性术语转化为通俗易懂的语言,使其不失趣味性。这就要求参与本套丛书翻译的人员对全文有更加深刻的理解及相关的专业背景知识,既要摆脱法国人的思维方式,又要按照中国人的语言习惯将文章准确地呈现给读者。同时,为了验证对文章的理解,对于个别实验,译者也不禁亲自尝试,如《50个餐桌小实验》中“穿过一张扑克牌”的实验,让

译者充分体会到了此套丛书的特点——集趣味性、娱乐性及教育性于一身。诚然,译者在翻译过程中也遇到了诸多困难,但通过多方查阅、核准,对个别晦涩难懂的原理也求教于相关专家,最终完成了此书的翻译工作,还望满足广大读者所需。

工业和信息化部电子信息司李晓昕先生(于巴黎综合理工学校获物理学博士学位)从文字梳理到专业术语核改对本书进行了仔细、认真的审校,在此致以诚挚的谢意。

由于译者的水平有限,翻译中难免出现纰漏,欢迎读者斧正。

译者

目 录

推荐序

译者的话

洗槽内的水波环	1
炙热的太阳	4
秋千转,转秋千	8
空热水瓶	11
自行车的平衡	15
悄悄上升的气泡	19
带褶纸张的“感言”	23
清晨的光亮	27
瓶子“咕噜咕噜”的流水声	31
笛声奥秘	35
鸡蛋的故事	38
落帆之船	42
眼睛的奥秘	46
秀美的裂纹	50
隐形人	53
糖果的微光	57
浸湿的饼干	60
和面中的奥秘	64
能凸起的化妆品	67
打碎的糖粉	70
黄油面包的落地	73

多米诺骨牌——“倒”涂地	76
六边形的启示	79
龋齿与蛋壳	82
全息照片	86
波浪里的 V 字	89
鞋带死结牢固吗	92
螺旋扬水器	96
瓶中喷泉	100
美丽漩涡	103
瓶装彩云	106
漂浮滴液	109
压力反射	113
神奇的小孔	116
旋转中的正方形	119
洗发液的移用	122
奇怪的茶	126
音乐咖啡	129
茴香酒中的眼睛	132
蜿蜒的水流	135
环式螺旋	138
蜡烛与光泽	141
源自底部的气泡	144
打卷的彩带	147
呼气与吸气	150
水中圆	153
齿状裂痕	156
水中的云	159
滚筒奥秘	162
被压平的泡沫	165
浸湿即黯淡	168

— 目 录 —

牛奶对舞	171
旋风哨子	174
水管桑巴舞	177
堆沙成圈	180
盐化的神奇	183
小物大声	186

水槽内的水波环

莱昂纳多·达·芬奇孜孜不倦地在长达 13000 页的书卷中记录下了他自己所观察到的自然现象，在其中一页，他这样写到：“从圆形水管中垂直落到平面上的水流会在落水点周围形成圆形水波；在这个圆形水波内，水的运动速度很快，在触点周围形成了一个很薄的水层，并最终与它所形成的、折返回来的水浪相碰撞。”



请你像莱昂纳多那样打开家中水槽上方的水龙头，并仔细观察。

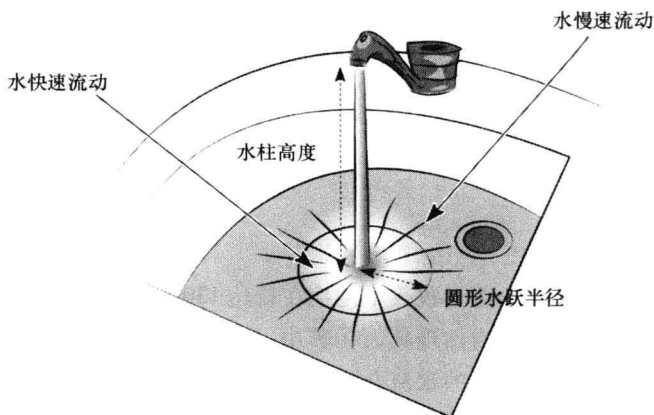
水在落水点周围形成一个极薄的水膜，并向周围延展，然后水面在瞬间内升高。这个突变在水流周围形成了一个液态圆环，物理学家们将这种现象称为水跃。当然，如果水槽底部不够平整，我们将无法观察到一个完美的液态圆环。

莱昂纳多的水波

如果你在一个制作蛋糕的模具上完成这项实验，那么将会出现什么情况呢？然后，将模具翻转过来，你又能观察到什么现象呢？

在模具中，圆形水波会随着水位上升而缩小，这是因为水不能迅速自行外溢，导致水面会在圆形模具内上升。除非你在模具上凿出一个洞，水跃现象才会迅速消失。相反，当模具被翻转过来后，水面不再受到容器的限制，所以上述跃变几乎不能被观察到。现在，让我们回到莱昂纳多的记录上来，他写道，“在极薄的水膜上，水运动的速度很快。”

在靠近水流处扔一些面包屑，你能估计一下它们在抵达圆形水波前后的运动速度吗？



毫无疑问：面包屑在薄水膜上的运动速度很快，然后在水膜不能继续流动后速度减缓。那么，在极薄的水膜上到底发生了什么？水流从一个极窄的端面（水管）流向一个越来越大的平面（水流向四周漫延，如喇叭筒的形状），由于流量不变，所以当面积增大时，流速变小。1914年瑞利在阐释这种现象时指出，水流速度最终会达到一个临界值，正是在达到临界值的地方产生了水跃现象。

瑞利的观点是什么呢？多少与音障理论相似。空气与飞机的摩擦产生声波，如果机器（这里是飞机）与声波的速度相等，声波将聚集于机头，并产生压力跃变。这种现象同样存在于当空气的流速达到超音速，而飞机或其他障碍物处于静止时的情况。如此一来，在一个超音速流体中，例如在风洞中，只需要一个微小的障碍物甚至是杂质就可以产生声波，并经积累形成压力跃变。这是一个与水跃现象相似的过程，有所不同的则是水面上的水波变成了声波。

？ 摩擦能使水变厚吗？

在薄水膜上，放置一个由钉子尖或铅笔尖构成的障碍物，我们能观察到什么呢？

这样形成的尾流构成了一个三角形：激波。这与飞机在穿过音障时我们所观察到的激波的结构是完全一样的。这似乎印证了瑞利的解

释。问题在于这一理论不能准确再现实验结论，尤其是半径随流量的变化。

然而，瑞利在他的研究中没有考虑另一个参数：黏滞性。

如果以油代水，当你在倒油的时候，池底的水跃圆环会有多大呢？

我们几乎观察不到水跃现象形成的圆环。但事实上，在我们用黏滞性较强的液体做实验时，水跃圆环仍然存在，只是它的半径很小。1964年，曼彻斯特大学的沃森曾指出，在液体与其器皿壁面形成摩擦的地方，黏滞性的影响不容忽视。液体离落点越远，所承受的摩擦力就越大，因此邻界层也就越厚。正如洛斯阿拉莫斯实验室（Los Alamos National Laboratory, LANL）的罗伯特·戈德温非常直白地指出的：水流中断的地方，由于水层不断变厚，邻界层为最高水面。这个假设要好一些，遗憾的是我们无法证实。

为了将黏滞效应与瑞利效应区分开来，巴黎高等师范学校的物理学专家和华盛顿杰斐逊学院的物理学家们用黏滞性几乎为零的液体——超流氦做了一次实验，实验中仍然观察到了水跃圆环。从这个实验结果来看，瑞利的传统解释更令人信服。所以，为了获得准确的实验结果，在用类似于水的液体进行实验时，液体的黏滞性是要必须考虑到的因素。

动手实验

根据瑞利的理论，在低流量时，圆形水跃半径与流量除以水柱高度的平方的商成正比；在高流量时，与流量的平方除以水柱高度的平方的商成正比。而戈德温则认为，圆形水跃半径与流量的三分之二次方成正比，与黏度的立方根成反比。取一个量杯，一块手表，一把尺子，测量一下水龙头的流量和圆形水跃的半径，请指出在流量与圆形水跃的半径之间存在何种数量关系？计算一下所得到的数据之间是哪种比例关系，水槽中出现的现象符合戈德温的理论，还是符合瑞利的理论？



炙热的太阳

在《丁丁历险记·独角兽号的秘密》中，杜邦探长在做调查时竟然把放大镜搭在腰胯上。不久，他就感到屁股上一阵刺痛，原来是放大镜吸收了太阳的辐射，把裤子给烧着了。显然，导致物体燃烧的放大镜成为根植于《丁丁历险记》的作者埃尔热脑子里的创作题材：丁丁在刚果就是用放大镜对付那头好斗的大象的；而在《丁丁历险记·太阳神庙》中，仍然是用放大镜点燃了阿道克船长的烟斗，他们使用同样的方法把一堆木材点燃。这令丁丁想起了那场著名的叙拉古围攻战役：据传阿基米德在战役中运用凹面镜反射的太阳光烧毁了古罗马的帆桨战船。



请在烈日之下，取一张纸，并用放大镜将其点燃，这将会出现什么现象呢？

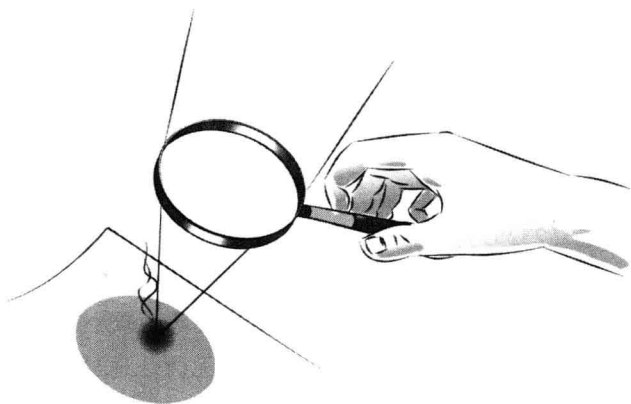
十秒，一分钟，半个小时过去了。我们发现那张纸完好无损。尽管你置身于烈日之下，但毫无结果。

阿基米德与他的镜子

事实上，无论是哪一本详细描写叙拉古围攻战的历史著作，如波利比阿·蒂托·李维以及普鲁塔克所撰写的史书，都未提及阿基米德的凹面镜。在随后的几个世纪里，人们就此发表了很多专题论文，勒内·笛卡儿在1637年发表的《屈光学》（Dioptrique）中对此则持怀疑态度：“那肯定是一面超级巨大的镜子，”否则故事就是虚构的。然而就在一个世纪后，布丰伯爵（Buffon）在1747年郑重地告知法兰西科学院来观察他的实验。他让人将一块涂上柏油的杉木木板放在距实验设备约50米的地方。这组奇特的实验设备由148块通过铰链

连接的镜子组成（其中两块至今仍收藏于巴黎工艺美术博物馆）。随后，布丰伯爵小心翼翼地调试着设备，不一会儿，那块杉木板便燃烧起来。“火势很大，我们不得不把木板浸入水中才能好好观察它。”目击者们如此描述现场的情况。

后来布丰仅以太阳为能量，使用不同类型的设备反复试验：他曾把铁板烤红，也曾融化过银器，等等。

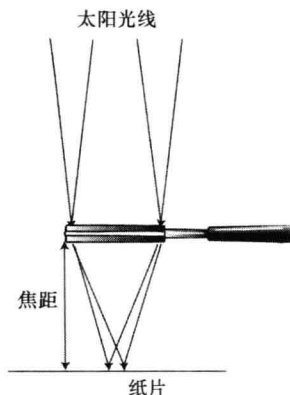


一位喜欢纵火的学者

那么，在我们之前的实验中究竟出了什么问题？是放大镜，是纸张，还是它们之间相互位置？我们知道放大镜能将太阳光聚集在一起。对此有人会说，应该将太阳光聚集到一点。这似乎是不可能做到的。在天空中，太阳巨大无比，即使投在纸上的影子也是非常大的。实际上，阳光聚集得越集中，太阳的能量也就越集中，所以它所照射到的地方温度就越高。然而为了使阳光聚集得尽可能集中，首先要使它的光清晰。这就需要在纸张和放大镜之间留出合适的距离，我们将这个距离称为焦距。

 调整放大镜的位置，使太阳投射在纸上的图像清晰。然后用一把尺子测量出放大镜的焦距（即放大镜与纸张间的距离）。

常用放大镜的焦距通常在 $2 \sim 20\text{cm}$ 之间；焦距越短，所成图像也越小。除此以外，放大镜越大，它能聚集到的光也就越多，用于加热纸张的太阳能也就越大。如果纸张受热，其温度将会升高，但并非无限地升高，因为部分能量也会通过辐射和传导向外发散。过了一段时间后，能量的聚集与发散达到平衡，温度恒定，不再上升。这便是形成火焰的关键点：正像布雷德伯里和弗朗索瓦·



特吕福所指出的那样，在温度达到恒定点之前，能量要使温度达到燃点，即 451°F (232°C)。如果能量不足或能量损耗太多，都将导致温度过早恒定，纸张也就不会燃烧起来。

因此，为了使纸张燃烧，我们是否需要在焦距较小的情况下，找到一个巨大的放大镜？在这方面，劳斯莱斯无疑是菲涅尔透镜的最佳用户（la lentille de Fresnel）。菲涅尔将透镜装在某些公交车上，使驾驶员能够非常清楚地观察到车后面的情况。这并非意味着你自己要拥有一辆公交车，才能拆下车上的某些零件来做实验。对于我们来说，实验最终成败将取决于所用的纸张。

纸张颜色

我们还是回到《丁丁历险记》的故事中去：杜邦探长着火的裤子是黑颜色的，如同布丰涂上柏油的杉木板一样。在夏天，我们穿着黑色服装会感到很热，这是因为黑色能够吸收太阳的光线。相反，白色却能反射太阳的光线。难道我们不知道在做实验时应该选择什么颜色的纸张吗？

在手掌上画一个小黑点，使其与放大镜下所形成的太阳光束重合，你会有什么感觉呢？然后再用荧光笔或墨水将白纸涂黑，试图使纸张燃烧。

在手掌涂黑的部位，皮肤会感受到剧烈的疼痛。而涂黑的纸片很可能在一秒钟之内就燃烧起来。对于永久性的积雪也是如此，只要我们用细石砾将雪弄黑，在阳光的作用下雪很快就会融化。

动手实验

反射率是指被反射光线与物体接收总光线之间的比值。不同颜色纸张的反射率大概为：白色 85%，黄色 65%，橘黄色 60%，深红色 45%，深绿色 15%，深蓝色 10%，黑色 5%。请用放大镜点燃不同颜色的纸张。依据反射率，点燃不同彩色纸张的时间如何变化？与纸张的厚度又有什么关系呢？请你再用一张较薄的报纸做一次实验。你认为一块被遗忘在一堆干树枝里的玻璃能否酿成火灾？