

趣味力学

[俄] 雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼◎著
徐 枫◎编译



别莱利曼是数学的歌手、物理学的乐师、天文学的诗人、宇航学的司仪

从生活中寻找有趣的**科学现象**

深入浅出地**解读**科学原理

活学活用让孩子迅速爱上**经典科普读本**

北京工业大学出版社

QUWEI LIXUE

趣味力学

[俄] 雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼◎著

徐 枫◎编译

北京工业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

趣味力学 / (俄罗斯) 雅科夫 · 伊西达洛维奇 · 别莱利曼著; 徐枫编译. —北京: 北京工业大学出版社, 2017.7

ISBN 978-7-5639-5243-4

I. ①趣… II. ①雅… ②徐… III. ①力学—普及读物 IV. ①03-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第041982号

趣味力学

著 者: [俄] 雅科夫 · 伊西达洛维奇 · 别莱利曼

编 译: 徐 枫

责任编辑: 贺 帆

封面设计:  闻人闻文化传媒 · 书装设计

出版发行: 北京工业大学出版社

(北京市朝阳区平乐园100号 邮编: 100124)

010-67391722 (传真) bgdcbs@sina.com

出 版 人: 郝 勇

经销单位: 全国各地新华书店

承印单位: 大厂回族自治县正兴印务有限公司

开 本: 787毫米 × 1092毫米 1/16

印 张: 10.25

字 数: 149千字

版 次: 2017年7月第1版

印 次: 2017年7月第1次印刷

标准书号: ISBN 978-7-5639-5243-4

定 价: 22.80元

版权所有 翻印必究

(如发现印装质量问题, 请寄本社发行部调换 010-67391106)

序 言



雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼

雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼（1882～1942），出生于俄国的格罗德省别洛斯托克市。他出生的第二年父亲就去世了，但在小学当教师的母亲给了他良好的教育。别莱利曼17岁就开始在报刊上发表作品，1909年大学毕业后，便全身心地从事教学与科普作品的创作。

1913年，别莱利曼完成了《趣味物理学》的写作，这为他后来完成一系列趣味科学读物奠定了基础。1919～1929年，别莱利曼创办了苏联第一份科普杂志《在大自然的实验室里》，并亲自担任主编。在这里，与他合作的有多位世界著名科学家，如被誉为“现代宇航学奠基人”的齐奥尔科夫斯基、“地质化学创始人”之一的费斯曼，还有知名学者皮奥特洛夫斯基、雷宁等人。

1925～1932年，别莱利曼担任时代出版社理事，组织出版了大量趣味科普图书。1935年，他创办和主持了列宁格勒（现为俄罗斯的圣彼得堡）趣味科学之家博物馆，广泛开展各项青少年科学活动。在第二次世

界大战反法西斯战争时期，别莱利曼还为苏联军人举办了各种军事科普讲座，这成为他几十年科普生涯的最后奉献。

别莱利曼一生出版的作品有100多部，读者众多，广受欢迎。自从他出版第一本《趣味物理学》以后，这位趣味科学大师的名字和作品就开始广为流传。他的《趣味物理学》《趣味几何学》《趣味代数学》《趣味力学》《趣味天文学》等均堪称世界经典科普名著。他的作品被公认为生动有趣、广受欢迎、适合青少年阅读的科普读物。据统计，1918~1973年间，这些作品仅在苏联就出版了449次，总印数高达1 300万册，还被翻译成数十种语言，在世界各地出版发行。凡是读过别莱利曼趣味科学读物的人，总是为其作品的生动有趣而着迷和倾倒。

别莱利曼创作的科普作品，行文和叙述令读者觉得趣味盎然，但字里行间却立论缜密，那些让孩子们平时在课堂上头疼的问题，到了他的笔下，立刻一改呆板的面目，变得妙趣横生。在他轻松幽默的文笔引导下，读者逐渐领会了深刻的科学奥秘，并激发出丰富的想象力，在实践中把科学知识和生活中所遇到的各种现象结合起来。

别莱利曼娴熟地掌握了文学语言和科学语言，通过他的妙笔，那些难解的问题或原理变得简洁生动而又十分准确，娓娓道来之际，读者会忘了自己是在读书，而更像是在聆听奇异有趣的故事。别莱利曼作为一位卓越的科普作家，总是能通过有趣的叙述，启迪读者在科学的道路上进行严肃的思考和探索。

苏联著名科学家、火箭技术先驱之一格鲁什柯对别莱利曼有着十分中肯的评论，他说，别莱利曼是“数学的歌手、物理学的乐师、天文学的诗人、宇航学的司仪”。

目 录

第一章 基本力学定律

1. 碰鸡蛋·····	2	9. 两匹马的拉力·····	12
2. 骑着木马旅行·····	3	10. 两船竞速·····	13
3. 常识与力学的分歧·····	4	11. 前行的奥秘·····	14
4. 轮船上的较量·····	5	12. 令人费解的铅笔·····	15
5. 风洞实验·····	7	13. “克服惯性”，克服了 什么?·····	17
6. 给飞驰的列车加水·····	8	14. 车厢的运动·····	17
7. 惯性定律·····	9		
8. 作用力与反作用力·····	11		

第二章 重要的力学公式

1. 力学公式·····	20	5. 水下射击·····	26
2. 后坐力·····	21	6. 地球的速度·····	27
3. 经验背离了真相·····	23	7. 蹩脚的发明·····	30
4. 在月球上发射大炮·····	25	8. 飞行中的火箭重心·····	32

第三章 重 力

1. 悬锤与摆·····	34	5. 视觉错误·····	40
2. 在水中摆动·····	36	6. 水往“高”处流·····	41
3. 在斜面滑行·····	36	7. 铁棒的平衡·····	43
4. 倾斜的水平线·····	37		

第四章 下落和抛掷

1. 日行千里·····	46	5. 谁先到达·····	57
2. 人体炮弹·····	49	6. 四边形的形状·····	59
3. 异地破纪录·····	53	7. 彼此分离的石头·····	59
4. 驶过危桥·····	54	8. 球飞起的高度·····	60

第五章 圆周运动

1. 向心力与向心加速度·····	62	5. 铁路的弯道·····	69
2. 人造卫星的速度·····	64	6. 倾斜的赛道·····	71
3. 瞬间增重·····	66	7. 盘旋飞行·····	72
4. 被放弃的游乐设施·····	68	8. 没有笔直的河流·····	74

第六章 碰撞力学

1. 碰撞知识的重要性·····	78	4. 槌球的撞击·····	84
2. 碰撞力学·····	78	5. 力与速度·····	85
3. 皮球跳起的高度·····	81	6. 人体砧板·····	87

第七章 强 度

1. 对海洋深度的测量·····	90	4. 强大的发丝·····	94
2. 悬垂线的长度极限·····	91	5. 抗弯的管子·····	95
3. 最强韧的金属丝·····	93	6. 七根树枝的寓言·····	97

第八章 功 · 功率 · 能

1. 认识千克米·····	100	8. 高高的秤杆·····	109
2. 恰好一千克米的功·····	101	9. 亚里士多德的问题·····	110
3. 功的计算·····	101	10. 稻草和刨花 ·····	112
4. 拖拉机的牵引力·····	102	11. 谁打败了野兽 ·····	113
5. 活体发动机的优势·····	103	12. “自动”机械 ·····	115
6. 100匹马与一台拖拉机 ·····	105	13. “欺骗人的”摩擦取火 ···	117
7. 机器仆人·····	106	14. “消失”的能量 ·····	120

第九章 摩擦和介质阻力

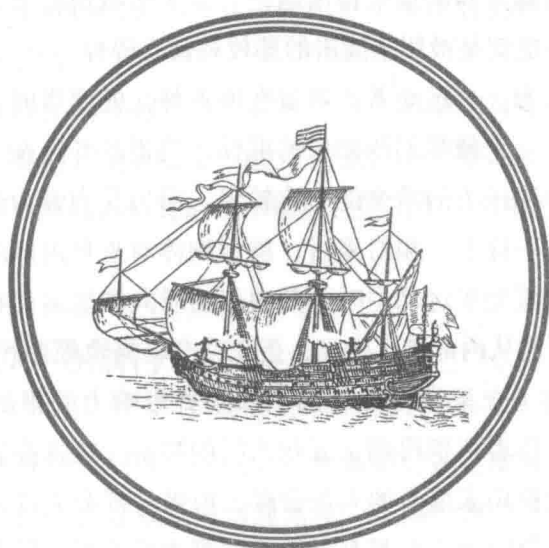
1. 停不下的冰橇·····	124	6. 有趣的雨滴运动·····	130
2. 关闭发动机·····	125	7. 下落之谜·····	133
3. 不一样大的车轮·····	125	8. 船比水快·····	135
4. 能量的去处·····	126	9. 船舵·····	137
5. 顺水而走的石头·····	127	10. 淋得更湿 ·····	138

第十章 生物界中的力学

- | | | | |
|-------------------|-----|-----------------|-----|
| 1. 斯威夫特的笨巨人····· | 142 | 6. 飞行能力与体重····· | 148 |
| 2. 河马为什么那么笨····· | 143 | 7. 昆虫的安全降落····· | 149 |
| 3. 陆地生物的构造特点····· | 144 | 8. 树木不能顶到天····· | 150 |
| 4. 巨兽注定会灭绝····· | 145 | 9. 伽利略著作摘录····· | 151 |
| 5. 人与跳蚤比跳跃····· | 146 | | |

第一章

基本力学定律



1. 碰鸡蛋

美国杂志《科学与发明》曾经提出了这样一个问题：两只手各拿一枚鸡蛋，并用其中的一枚撞击另外一枚（见图1），如果这两枚鸡蛋的硬度和碰撞的部位都一样，那么是被撞的那枚鸡蛋会碎，还是用来撞击的那枚鸡蛋会碎？

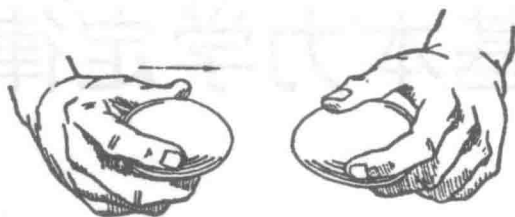


图1 哪一枚鸡蛋会被撞碎

该杂志根据实验的结果得出结论：在大多数情况下，“运动着的那枚鸡蛋”——也就是被用来撞击的那枚鸡蛋会碎掉。

该杂志认为：“运动着的鸡蛋在撞击静止的鸡蛋时，将压力施加在对方的蛋壳上。正像我们所知道的那样，鸡蛋的外壳并不是平面的，而拱形物体对外来压力的承受能力比较强，但当受力者为运动着的那枚鸡蛋时结果就不一样了。相对来讲，拱形物体对来自内部的压力明显抵抗力不足，当鸡蛋处于运动中时，其内部物质同样呈运动状态，在撞击的瞬间，这些物质从内部挤压蛋壳，蛋壳就会轻易地碎裂开。”

列宁格勒（今圣彼得堡）的一家颇有影响力的报纸曾刊出这个问题，并从广大读者那里得到了五花八门的答案。在这些答案中，有一部分人认为那枚被用来撞击的鸡蛋会碎，但另一部分人却认为它毫无“性命之忧”。尽管两种观点都有着极具说服力的论据，但它们全部都是错误的！事实上，任何论据都不可能确定两枚鸡蛋中会碎的是哪个！因为两枚鸡蛋——无论是被撞击的还是被用来撞击的，都是没有差别的。

其实，强调哪一枚鸡蛋是运动的或是静止的是毫无意义的，因为静

止或运动都是相对的。假如参照物为地球，我们都知道，处于星际之间的地球本身就以自转和公转的方式进行着运动，而位于地球上的这两枚鸡蛋无疑也同样处于这种运动中，哪一枚鸡蛋在星际间运动得更快或者更慢，我们根本无须考虑。但如果一定要以运动或者静止的特征来判断这两枚鸡蛋哪个先破碎，那恐怕就得求助于大量的天文书籍，参照处于静止状态的星球，来确定这次撞击过程中的每一枚鸡蛋的运动状态。但即便这样也是白忙一场，因为我们所看到的星球都是在运动着的，就算是这些星球所属的银河系，相对于其他星系来说也是处于运动中的。

现在这两枚鸡蛋已经把我们的思路引向了浩瀚的宇宙深处，可是问题仍旧没有解决。但这个观察星空的过程毕竟是有意义的，它让我们得到了一个有助于解决这一问题的结论，那就是物体的运动必须以另一物体作为参照物。只有当两个物体相互接近或者相互远离的时候才能够实现位置的移动，单独的一个物体是没有运动可言的。事实上，对于这次撞击来说，两枚鸡蛋处于同样的运动状态，也就是说，它们在相互靠近，而这也恰恰是我们的答案。这个结果并不是由我们认为哪一枚鸡蛋静止或运动来决定的。

匀速运动和静止具有相对性，这一“经典力学相对论”最早是由意大利数学家伽利略提出的，尽管20世纪初提出的“爱因斯坦的相对论”使它得到了进一步发展，但我们却不能把它们当作一回事儿来看待。

2. 骑着木马旅行

根据前面的分析我们可以知道，当物体做匀速运动时，与“处于静止状态，但其周围物体在做反向匀速运动”是同一现象。确切地说，物体的运动与其周围的环境所做的运动是彼此相对的。遗憾的是，并非所有力学与物理学的研究者都认同这一点。不过我注意到，早在三百多年前，从未读过伽利略著作的塞万提斯就在他的著作《堂吉珂德》中使用过这一结论，这是我们伟大的骑士与他的仆从骑木马旅行的场景——

人们对堂吉诃德说道：“请您上马吧，只要转动嵌在马脖子上的机关，马就会飞起来，它会把你们带到玛朗布鲁诺的身边！不过，木马在空中飞行时，你们会感到头晕的，还是把眼睛蒙起来吧。”

于是堂吉诃德和他的仆人蒙住了眼睛，并转动了机关，人们开始用他们的办法使骑士确信自己像离弦的箭一样飞了出去。

“一切顺利！”堂吉诃德郑重其事地对仆人桑丘说，“这是我这辈子乘坐过的最平稳的坐骑，你感觉到了吗？这扑面而来的风！”

“是的，风很大！”桑丘回答道，“就像一千个风箱在吹！”

是的，事实上这猛烈的风真的来自好几个巨大的风箱。

现在，我们在公园或者各种展览会里能够看到各种各样的娱乐设施，它们的原型就是塞万提斯在作品中设计出来的木马，它们的设计依据就是“不能将静止与匀速运动分割开来”的力学原理。

3. 常识与力学的分歧

大多数人习惯于将静止与运动彼此对立，好像天壤之别、水火不容一样。但他们在火车上过夜的时候可不会计较火车是停着还是在行驶中，因为他们根本不认为在某种程度上行驶中的火车是静止的，也完全不相信车下的铁轨、大地甚至周边环境都在与火车做着相反的运动的说法。

“那么，一位有经验的司机是否认同这种说法呢？”爱因斯坦曾这样问道，“不，他只会认为，他烧热并润滑了机车，他做的一切理所当然应该作用于机车，使它运动。”

这似乎颇有些道理，竟让人无可辩驳。但我们不妨做一个假设：假设有一条顺着赤道铺设的铁路，一列火车在这条铁路上由东向西疾驰，也就是朝着与地球自转相反的方向行驶，这时对于火车来说，周围的环境就像是迎面扑过来的，而车上的燃料只能使火车不被拉向后退——也

就是说，火车向前行驶就是为了不那么快地向后运动。在整个旅途中，如果司机不想使火车受到任何来自地球自转的影响，他唯一能做的就是使车速达到2 000千米/小时（也就是地球旋转的速度）。

但这世上根本找不出这样的机车，这种速度是时速为2马赫的喷气式飞机才能达到的速度！

对于一列保持匀速行驶的火车来说，没有人能够确定它或者它周围的环境到底谁处于运动或谁处于静止状态，这是由物质世界的构造决定的。对于匀速运动或静止状态是否存在这种问题，无论在任何类似的情况下都无法得到真正意义上的解决。由于观察者本身的匀速运动对于被观察者的现象及规律并未产生影响，所以我们所能研究的只是物体之间相对的匀速运动。

4. 轮船上的较量

我想现在对很多人来说，相对论的实际运用都是颇有难度的。设想一个场景，假设两个有仇的人面对面站在航行的轮船甲板上，他们各拿一把手枪互相瞄准对方（见图2）。此时此刻他们处于完全相同的环境中，那么背向船头而立的那个人射出的子弹是否会比对方的子弹飞得慢？

相对于海面来说，从船头射向船尾的子弹的运动方向与船航行的方向相反，这颗子弹的速度自然慢于从静止的船上射出的子弹，而船尾射向船头的那颗子弹的运动速度要快一些。但这并不影响两人的决斗，因为当船头的子弹射出时，船尾的子弹也正好射过来，所以当船匀速运动时，子弹速度上的差异恰好被相互抵消了——船尾射出的子弹必须追赶上正在远离自己的目标，而目标的速度正好是这颗子弹比对方快的部分。

最后的结果是，对于两个仇人各自的目标而言，航行中的船上射出的这两颗子弹的运动与它们在静止的船上做出的运动是相同的。

当然我们必须说明，这种情况只限于在做匀速直线运动的船上。

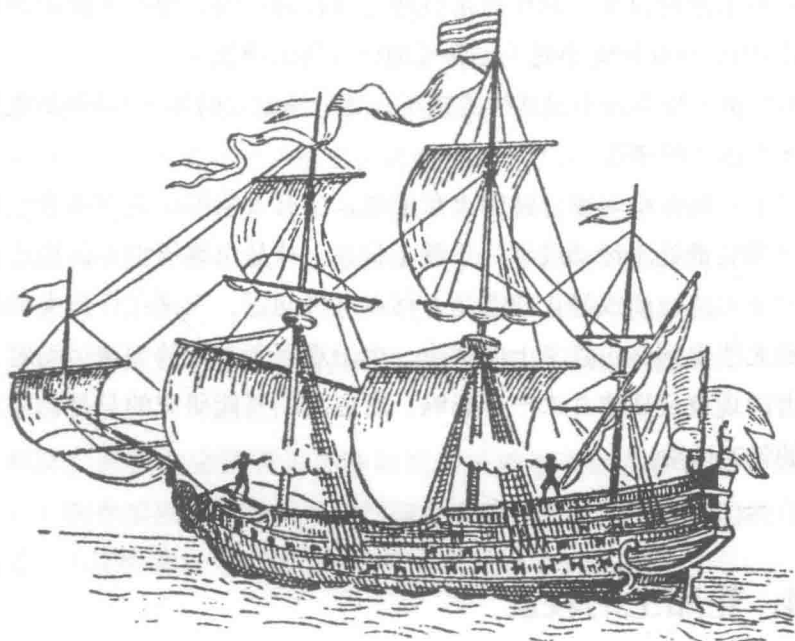


图2 谁先被子弹打中

“有一艘做匀速运动的大船，假如你和朋友同时被关进船甲板下的一个大房间里，你们肯定不能马上判断出船是否在运动。但如果你们在房间里跳远，那么肯定与在静止的船上跳出的距离相等。即使你面向船尾的方向腾空跳起时，甲板的地面正向相反的方向运动着，你也不会因为船在高速运动而向船尾跳得更远，向船头跳得更近些。如果你向位于船头方向的同伴扔东西，你用的力气绝不会比向反方向扔东西时用的力气更大。房间里的苍蝇同样会到处乱飞，不会只停在靠近船尾的位置……”

这段话引自伽利略第一次提到经典相对论的那部作品，值得一提的是，作者本人差点儿因为这本书而被宗教裁判所下令烧死。

根据这段话，我们更容易理解用来诠释经典相对论的常用定义：

“某个体系中运动的特性，并不取决于该体系正处于静止状态还是

正在做与地面相对的匀速直线运动。”

5. 风洞实验

经典的相对论原理在实际生活中能起到很好的作用，比如依据这一原理将静止与运动相互替代，在恰当的时候会收到非常好的效果。我们在研究空气的阻力对行进中的飞机或汽车所造成的影响时，就会研究与之相反的现象，也就是研究运动的气流对静止的飞机带来的影响。

可以做一个像图3那样的实验：将飞机或者汽车模型悬挂在工作舱X中，并使其静止不动。设置一根大管子，借助风扇V的作用在管子中形成空气流，观察这种空气流对模型产生的作用。在实验过程中可以看到，空气流沿着箭头所指的方向运动，在通过狭窄的喷口后，吹向工作舱X，最后又被吸回风洞中。最后得出的结果与实际情况是一样的。虽然在实际情况下，空气是静止不动的，而飞机或者汽车是高速行驶的。

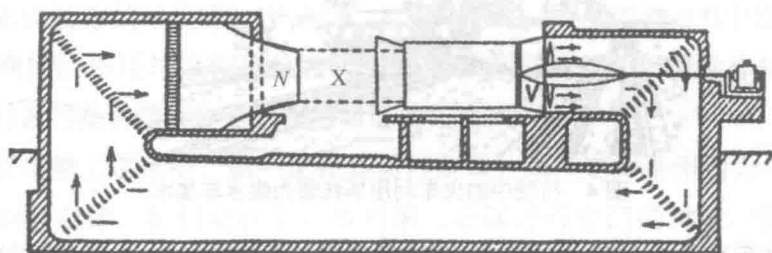


图3 风洞的纵剖面

这种实验现在已走出实验室，巨大的风洞已被制造出来，工作舱中悬挂的不再是飞机或者汽车模型，而是整架飞机或整辆中型汽车。在这种巨大的风洞中，空气流动的速度已经可以与音速相媲美了。

6. 给飞驰的列车加水

如图4所显示的那样，把一根下端弯曲的水管垂直放入水中，使下端的管口迎向水流的方向。这根管子被称为毕托管，水流入这根管子里，会使管子中的水平面高于水流的水平面，高出的部分用 H 表示，水流的速度决定着 H 值的大小。这个实验所显示的是我们熟知的力学现象，而铁路工程师们将这一现象加以转换，用静止代替运动，用运动代替了静止。

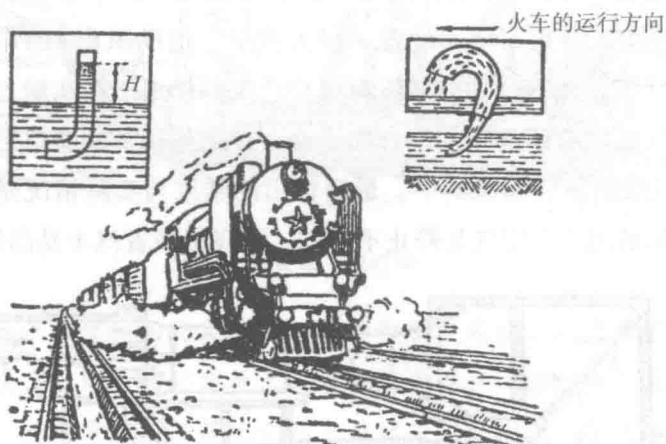


图4 行驶中的火车利用毕托管为煤水车加水

火车在行驶的途中需要给装有煤和水的车厢加水，为了应对这种需求，可以在一些车站的两条铁轨间修建如图4所示的长水槽，火车经过车站时将下端的毕托管（图4左上小图）浸入水槽中，弯管下端的开口向前，管子中的水平面上升，水就会进入行驶中的火车的车厢中（图4右上小图）。

那么这个方法会使水平面上升多少呢？力学中有专门研究液体运动的水力学分支。根据水力学的原理，毕托管中的水平面提升的高度，与用水流的速度垂直向上抛掷物体的高度应该是相等的。在忽略因摩擦、涡流等方面导致的能量消耗的前提下，这一高度可用公式表示：