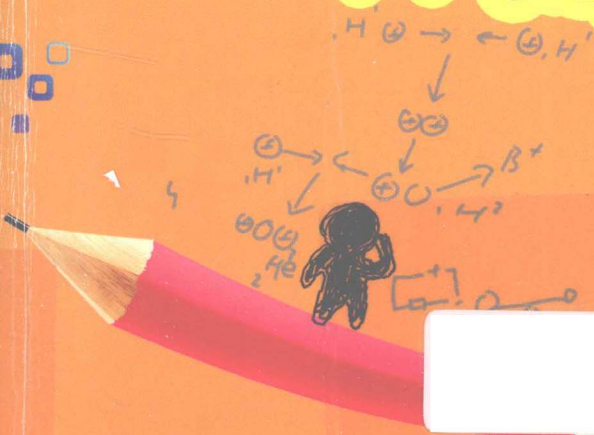


Russian Classic Science Reading
俄罗斯经典科学读本

Wonderland In Physics

快乐物理 一本搞定

[俄罗斯] 贝列里曼 著
徐志晶 译



- ★ 世界上最受欢迎的物理学习读物
- ★ 迄今为止全球最畅销的科普经典
- ★ 俄罗斯功勋科学家献给青少年的趣味学习法

物理很美，它无处不在，它是关于蓝天白云、
彩虹雷电，关于飞翔奔跑、宇宙万物的一切一切。
它就是你我生活里的一部分！

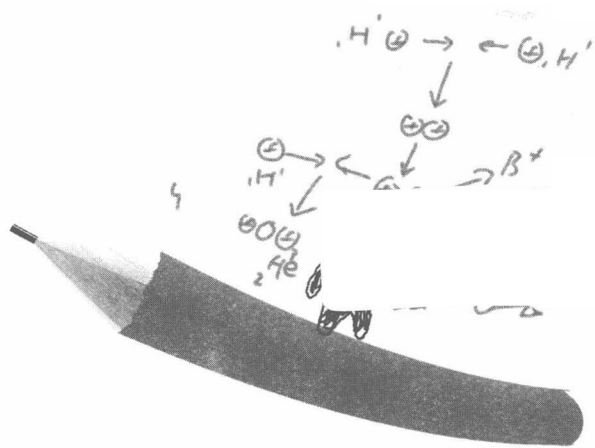
光明日报出版社

Wonderland In Physics

Russia Science
俄罗斯经典科学读本

快乐物理 一本搞定

[俄罗斯] 贝列里曼 著
徐志晶 译



光明日报出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

快乐物理一本搞定 / (俄罗斯) 贝列里曼著 ; 徐志晶译. -- 北京 : 光明日报出版社, 2012.12
(俄罗斯经典科学读本)
ISBN 978-7-5112-3006-5

I. ①快… II. ①贝… ②徐… III. ①物理学 - 少儿读物 IV. ①O4-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第190861号

快乐物理一本搞定

著 者: (俄罗斯) 贝列里曼	译 者: 徐志晶
出 版 人: 朱庆	终 审 人: 温梦
责任编辑: 李娟	责任校对: 吕静霞
封面设计: 平平	责任印制: 曹诤

出版发行: 光明日报出版社

地 址: 北京市东城区珠市口东大街5号, 100062

电 话: 010-67078247 (咨询), 67078870 (发行), 67078235 (邮购)

传 真: 010-67078227, 67078255

网 址: <http://book.gmw.cn>

E-mail: gmcbs@gmw.cn lijuan@gmw.cn

法律顾问: 北京市洪范广住律师事务所徐波律师

印 刷: 三河市文阁印刷厂

装 订: 三河市文阁印刷厂

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社联系调换

开 本: 710mm×1000mm 1/16

字 数: 180千字

印 张: 17

版 次: 2012年12月第1版

印 次: 2012年12月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5112-3006-5

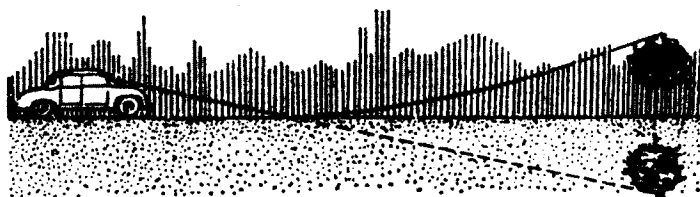
定 价: 29.80元

版权所有 翻印必究

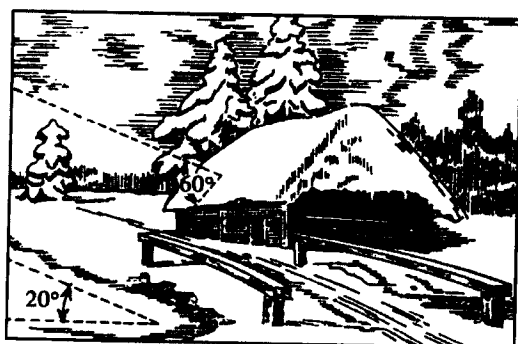
目录

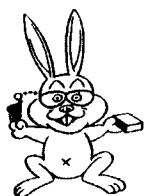
CONTENTS

第1章 速度与运动	1
第2章 重力、重量、杠杆和压力	14
第3章 旋转、永动机	34
第4章 液体和气体的特性	45
第5章 热量	72
第6章 热能	80
第7章 光	92
第8章 光的反射与折射	97
第9章 单眼看与双眼看	122
第10章 声音与听觉	143



第11章 热气	155
第12章 水	161
第13章 空气	169
第14章 旋转	177
第15章 相对运动	183
第16章 电气	187
第17章 游戏范例	192
第18章 空气阻力	212
第19章 视觉	221
第20章 光和色	235
第21章 报纸的巧用	244
第22章 实验的休息时间	262





第 1 章

速度与运动



追逐时间

上午8点，倘若坐飞机从俄罗斯最东端的海参崴出发，那么请问，在同一天上午8点，这架飞机有希望到达莫斯科吗？听完这个问题，人们一定会说：“开玩笑吧！”实际上，这是一种完全可以实现的情况。理由很简单，就因为海参崴和莫斯科之间存在着时差，而且这个时差足有9个小时之多。所以，倘若从海参崴起飞的飞机到达莫斯科，用时恰好是9小时，那么，这种相当有意思的现象就会发生。

海参崴和莫斯科相距差不多达9000千米，倘若飞机的航行速度能保持在每小时1000千米，那么经过9个小时的航程，从海参崴起飞的飞机一定会在同一时间到达莫斯科。而且，现在已经出现了可以实现这种飞行的喷气式飞机了。

倘若飞行的地点处于北极圈内，那么甚至不需要每小时1000千米的速度，飞机就可以轻松地达到太阳西行（也就是地球自转）的速度。举个例子来说，在位于北纬77°的新地岛（Nouaya Zemlya）上，飞机仅仅需要时速450千米小时就可以轻松地追赶上太阳。这时，倘若飞机和太阳的前进方向能保持一致，坐在飞机上的乘客此时从机舱往外看，就会太阳仿佛静止不动，原因是太阳的位置始终不曾改变。

千分之一秒

“千分之一秒”，极言时间之短暂，我们可以用转瞬即逝来形容，在古时候，人们对这几乎无法感觉到的时间根本无需去在意。但是到了近代，我们开始能感觉到这千分之一秒的时间的重要性，因为它对人们的日常生活产生了许多影响。



生活在古代的人们计算长度时通常是利用太阳的高度或影子的长度（图1），发展到今天，人类已经可以利用科学技术准确地测出“分”，这对那时的人们来说是绝对不会想到的。在古代人的思想中“分”是一个特别小的时间单位，对于那时生活悠闲的人们来说，根本不会造成任何影响，因此，测量“分”是没有任何意义和价值的。所以当时的日晷、水钟、沙漏等计时器（图2）上面一直没有刻度“分”。分针最早出现在18世纪的钟表的刻度盘上。19世纪以后才出现了秒针。



图1：太阳的位置（左）和影子的长度（右）是古代测定时间的方法

或许你认为千分之一秒极其短暂，根本不会发生什么事情，那你就错了！这时可能有人问，在这么短暂的时间里，究竟会有什么事情发生呢？事实上，有很多事情能发生在这一瞬间中，比如：火车可以向前行进3厘米，飞机能够飞行50厘米，声音可以传播34厘米；除此以外，还有更惊人的数字，地球公转可以达到30米，然而光速可以传播300千米。

并且，对于我们周围的小动物来说，千分之一秒并不是特别短暂的时间。尤其是昆虫，千分之一秒的时间它们完全能够感觉得到。例如，蚊子的翅膀可以在一秒钟上下摆动500次~600次，这样算来，在千分之一秒之内，蚊子完全可以摆动翅膀一下，也就是半次。

但是，人类是无法与昆虫相比的，因为我们身体器官的运动速度根本达不到那么快。对人类而言，最快速的运动就是眨眼睛，原因在于我们

眨眼睛的时候丝毫不会对看外界的东西产生影响。尽管如此，倘若这个运动与千分之一秒相比，仍然显得非常慢。为了得到一个相对可靠的数据，我们不妨来做个试验，实验证明平均每眨一次眼睛需要 $2/5$ 秒，即千分之四百秒。

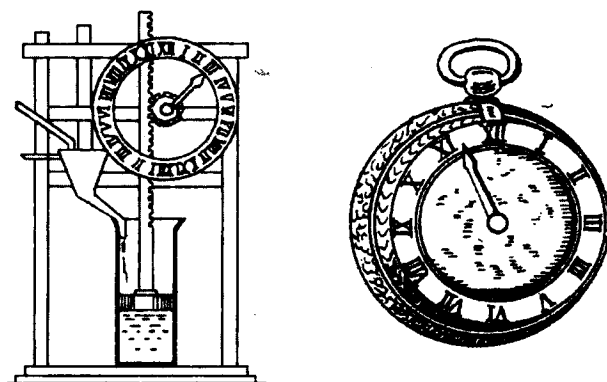


图2：古代的水钟（左）和怀表（右）都没设置分针

在这里我们可以把眨眼睛的动作按先后顺序分解为3步：第一步，开始闭眼睛（约0.075秒~0.09秒）；第二步，完全把眼睛闭上（约0.13秒~0.17秒）；第三步，把眼睛睁开（约0.17秒）。这样，我们不难发现，虽然这一连串动作从发生到完成只是在一瞬间，但是，眼皮还是有充足的时间来好好休息。假如大家想要体会千分之一秒的感觉，下面我们可以继续以眨眼为例，将眼皮下垂终止的时间作为依据，大概这样我们就可以感受到眼皮上抬、下落的速度了，从而可以使我们深切地体会到瞬间的非凡意义。

假如千分之一秒能够被人类的神经构造感受得到的话，我们会发现原来我们忽略掉了许多神奇的现象。关于这一点，曾经有一位英国作家H.G.威尔斯在他的短篇小说《最初的加速剂》中进行过十分生动和详细的描述，书中说有一种能对人的神经系统产生作用的非常神奇的药，主人公把这个药喝下之后，他的感觉器官瞬间变得异常灵敏，甚至能感觉得到快速运动中的物体的每一个细节。文中有这样一段描写：



“你感觉现在的这个窗帘和你以前看到的有什么不一样吗？”

于是，我仔细盯着窗帘看，发现它丝毫不动，像是被冻住了一般，但是窗帘下边的形状有点曲折，不过我猜想这是因为有风吹过来导致的。

我回答说：“简直太不可思议了！我从未见过如此神奇的窗帘。”

“那么，你看这个又怎么样呢？”话还未落，吉贝恩先生就慢慢地拿起桌上的杯子，然后把手松开。

我原本以为茶杯会在刹那间摔在地上，并且摔得四分五裂，但是，令人匪夷所思的一幕发生了，茶杯不但没有摔到地上，反而在吉贝恩先生松手的地方静止了，纹丝不动。先生问我：“你是不是认为这个杯子就像是悬浮在空中了？”

他接着说：“在你的思想中，物体下落时，只需要一秒种，它就会滑下去5米长的距离，因此，现在的这个杯子应该是被摔得粉碎才对，是吗？不过有一点你还是说对了，此时的杯子正是以这个速度下落的，但是，从我刚才松手到现在才经过了不到千分之一秒的时间呢。现在你知道这个‘加速剂’到底有什么功能了吧！”

紧接着，吉贝恩先生慢慢地将手伸出，此时，我发现他的手指正随着杯子的缓缓下落，而缓缓地移动着。

当我好奇地转头看着窗外时，更多奇怪的事情映入了我的眼帘。大街上骑着自行车的人仿佛冻结一般，竟然都静止不动了，就连那被扬起的灰尘也仿佛被冻结了。另外还有一辆马车，几乎可以说是一动不动……无论是那马蹄、马鞭、车轮还是驾车者打呵欠的动作，所有的一切都变得非常缓慢。除此以外的其他任何东西也都处于静止中，乘车的乘客如同一尊尊雕塑……还有一个逆风而行的男子，他好像想要将握在手中的报纸折叠起来，往日如此简单的动作现在看起来却很费劲，因为他现在的动作异常缓慢，但是周围明明是没有风的。

看到这些景象，我终于明白了“加速剂”的功能，一旦把它注入我的身体，瞬间发生的事情我都能完全看得到，即使对宇宙中其他人来说这些事情是如此迅速，难以捕捉，但是对于我来说，这一瞬间所发生的任何事

情都会看得清清楚楚。

科学不断向前发展，如今已经非常发达了，相信大家都特别好奇，现在的人类到底可以测量出多么短的时间呢？让我来告诉你吧，在20世纪初期，已经测量出万分之一秒。然而现在，经过物理学家们的不断努力，在他们的实验室中，终于把时间成功地分解到了千亿分之一秒。

时间放大镜

相信威尔斯在写他的著作《最初的加速剂》时，绝对不会想到他当初想象出的一些奇怪的现象竟然能发生在如今的现实生活中。他能够在那个时代想象出如此奇妙的东西，说明他具有敏锐非凡的观察力。下面让我们一起来看一下这本书中所描述的“时间放大镜”。

所谓“时间放大镜”，指的就是一种拍摄速度相当快的特殊的摄像机。它的拍摄速度到底有多快呢？它是一般摄像机的4倍，也就是说，假设普通的摄像机拍摄速度是24格底片每秒，那么“时间放大镜”的拍摄速度就是96格每秒，我们在放映时所看到的景物的动作较一般摄像机的速度来讲要慢 $3/4$ 。

另外还有一种镜头（Slow-motion video），同样是利用上面的原理拍摄出动作，并且也归类于慢动作的一种。我们很容易发现一个问题，此原理其实与威尔斯所描述的想象而来的景象十分相近：只要将画面反复拍摄2格~5格，这些画面看上去就如同被固定了一样。

地球在何时公转速度最快

在巴黎，曾经有个报纸登过一则这样的广告：“现在你只需支付25生



丁（Centime，属于法国和瑞士的钱币单位，等价于1%法郎），就可以完成你的星际旅行梦想！”

当时居然真的有人相信了这则广告，于是他寄出了25生丁，不久他却收到了这样一封回信：“巴黎位于北纬 49° ，所以步行一昼夜至少能够达到2.5千米。那么，你现在需要做的就是静静地躺在床上，接下来你就可以随着地球的公转做一个奇妙的星际旅行。假如你非常想欣赏旅途中的非凡风景，那也不难做到，把你的窗帘拉开，你将能够尽情地观赏斗转星移的神奇景象。”

这则广告很明显是欺诈，此广告的刊登者也因被告欺诈罪而处以罚款。然而，当他被宣布判刑的那一刻，他还振振有词地说：“但是，地球的确在不停地转动啊！”他说的这句话就是伽利略的名言。看他当时的情形还认为自己非常幽默。

然而，假如我们换一个角度来看，其实广告中所说也有一定的道理。地球的确在不停地自转和公转，如此说来，生活在地球上的人们不是也一直随着地球转动吗？这不正相当于是“星际旅行”？

众所周知，地球不仅围绕太阳公转，而且同时也在自转，自转的速度是30千米/秒。

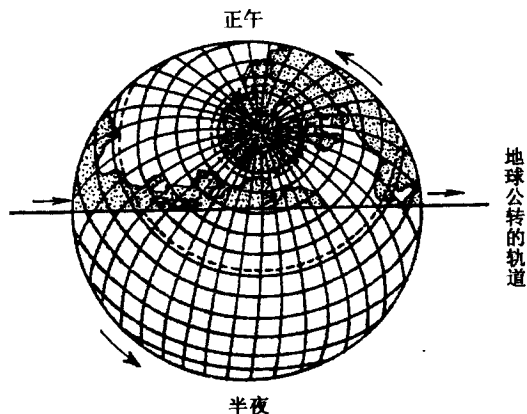


图3：地球上处于夜晚那一侧的人绕着太阳转的速度，比在白昼一侧的人快

大家有没有考虑过地球在白天和晚上相比哪个时间转得较快呢？或许

你曾经认为地球在白天和晚上转动速度都是一样的，然而事实上它们是存在差别的。由于太阳系中的地球同时进行着两种运动——公转和自转，因此，地球分为光明面和黑暗面，并且二者的转动速度是不同的。如图3中那样，公转速度与自转速度之和是黑暗面的运动速度，而光明面的运动速度等于公转速度减去自转速度，相比前者就少很多了，由此，我们可知，生活在地球上的人们，晚上的运动速度也要快于白天的运动速度。

其实，要计算出这个差别并不难，只要学习过几何的人几乎都很容易算出。例如，位于赤道上的每个点都是相同的速度（0.5千米/秒）自转，所以，此时我们可以计算出中午和晚上的运动速度之差，大约是 $0.5 \times 2 = 1$ 千米。如果你是在位于北纬 60° 的圣彼得堡，那么你在太阳系中晚上每秒的运动速度要比白天每秒的速度快0.5千米，原因在于北纬 60° 上的任何一点的运动在白天和晚上都相差0.5千米。

车轮上的谜底

在汽车或自行车的车轮上贴一张彩色的纸，然后使车轮转起来，这时会有一个非常奇怪的现象出现在你面前：我们在彩色纸转动到车轮的下方时，能够很容易看清彩色纸的颜色，然而，我们在彩色纸转到车轮上方时却发现此时的颜色很模糊，以至于我们不容易把它们的界限看清。并且，车轮上方的转动速度好像快于下方的转动速度。

在日常生活中，假如我们对转动中的轮胎进行细心的观察，我们同样会发现上面所说的现象：轮胎下方一根一根的辐条可以完全看清楚，然而上方的辐条却十分模糊，甚至完全看不清，似乎上方的确比下方转得快一些。

这个现象真的那么让人难以理解吗？事实上，车轮在转动时上方的运动速度的确实快于下方。你可能会感觉这很匪夷所思，但是一旦我们开动一下脑筋就能够把这个道理分析透彻。

实际上这个道理并不难——转动中的车轮事实上就如同地球的运动，



地球的公转和自转是同时进行的，其实运动着的车轮也一样，一方面是以车轴为中心转动，另一方面随着车轮的前进而转动，正如地球的光明面和黑暗面的运动速度是有差别的，车轮上下方的运动速度也存在差别。

因此，我们暂时也称这两种转动为车轮的自转与公转。在车轮上方，自转和公转的方向一致，所以它的速度等于自转速度加上公转速度；然而在车轮的下方，自转与公转运动是反向的，所以它的速度就是自转速度减去公转速度。由此，就产生了前文所述的现象。

下面我们再看另一个实验，这个实验有助于我们对这个原理作更加深刻的理解。如图4，把一根木棒竖立在静止不动的车轮旁边，木棒的位置要与车轮中心竖立的辐条保持一致，之后，在车轮的上下方按照木棒上下方的位置作出A和B两个标志。最后，向右推动车轮使其旋转。我们会发现在中心车轴离开木棒20~30厘米时，A点与B点相比离木棒要远一些。

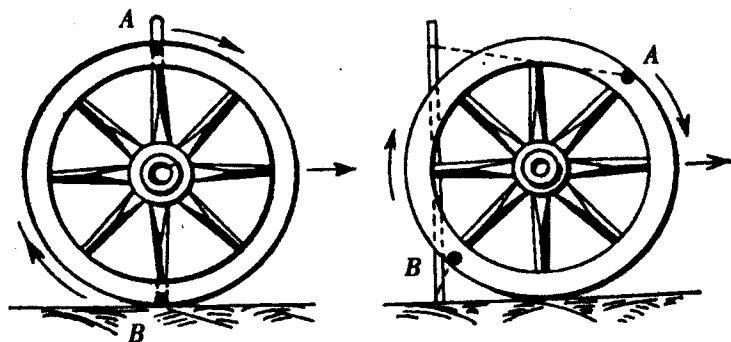


图4：车轮在转动时，比较车轮上A点和B点与木棒的距离，很容易得出车轮上方旋转比下方快

车轮上转得最慢的地方

通过做上面的实验，大家有没有发现另外一个问题：车轮转动时，车轮上每个点的运动速度各不相同。

那么，在转动中的车轮上究竟运动速度最慢的是哪一个点呢？其实这

个问题非常简单，最慢的是与地面相接触的那个点，甚至我们可以说这是一个静止的点。

之前我们所做的实验一直都是对地面上运动中的车轮的速度展开分析研究，那假如是在空中转动的轮子情况又会如何呢？其实这个问题更简单，因为在空中转动的轮子一直保持原地运动，根本没有前进速度可言，所以轮子上每个点的是以同样的速度运动的，各点速度不同的情况根本不存在。

难题

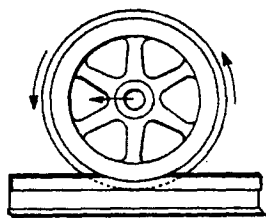


图5：当火车车轮向左滚动时，凸缘部分就朝相反方向也就是向右移动

接下来让我们再分析一下另外一个有趣的问题，有一辆由圣彼得堡开往莫斯科的火车，在它原路返回的途中，铁轨上是否存在一个动点？

其实我们通过上面的实验就可知，每个运动的车轮都会有这样一个动点，然而，这个动点到底在什么位置呢？

大家知道，多数火车的车轮上都存在一个凸缘（flange），位于凸缘下边的点在火车前进时和车轮作反方向的运动，也就是后退的（图5）。

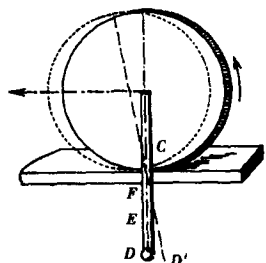


图6：圆板向左滚时，火柴棒露出圆板部分的F、E、D，各点就朝反方向的右边移动

现在让我们再做一个有助于大家理解这个原理的实验。做这个实验之前我们需要准备以下工具：一个小圆板、一根火柴棒、一枚硬币或纽扣、黏胶等。工具准备就绪之后，我们再来做一些前期准备工作，如图6那样，在小圆板上固定一根火柴棒，火柴棒的一端要位于小圆板的圆心处，另一端长出来的部分就留在外面（在留在外面的部分上做F、E、D3个记号）；然后再把固定



好的圆板和火柴棒置于水平的木头上，在接触点上做出标记C。这些准备工作完成后我们就可以做实验了。使圆板向左边滚动，我们会看到F、E、D三点是做反方向运动，也就是向右运动，并且，三个点中越是离圆板远的，向右运动的距离就越大，最远的点是D点，此时它运动到了D'点。

通过这个实验我们知道了，火车车轮好比是圆板，凸缘就好比是火柴棒，所以火车前进的运动与上面这个实验是完全相同的。那假如此时有人问你火车上是否存在后退的地方时，你还会感到不解吗？当然了，在这里有必要特别说明一点，那就是这种情况只会发生在极其短暂的时间内。但尽管如此，我们仍旧需要肯定这个事实——前进中的火车上有后退的点。通过图5和图7我们不难发现这个现象。

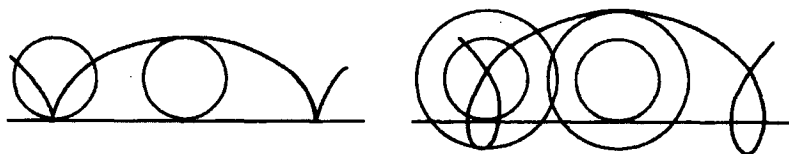


图7：车轮上各点的运动曲线（摆线、螺旋线）
车轮凸缘部分各点的运动线（余摆线、轨迹线）

游艇从何处来

现在我们看一下图8，在湖面上，有一只小船正在朝箭头a表示的方向划行。另外，湖面上还有一艘游艇正朝箭头b表示的方向前进，路线与小船的路线成一直角，从它的行进方向可以判断它是想要横穿过湖面。假如现在问你游艇驶来的方向是哪个方向，我们一定会按照图中所示，回答说是从对岸的M点。但是，假如我们问小船上的人，那么，他们的回答或许就不同了，到底是何缘故呢？

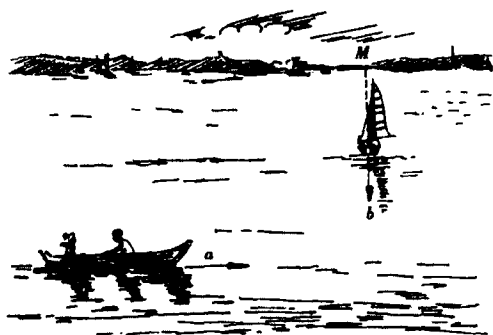


图8: M点是游艇的始发点, 游艇的航线跟小船的航线是互相垂直的。二者航行的速度与方向分别用箭头a和b来表示。这时, 小船上的人看到的游艇的行进方向是什么方向呢?

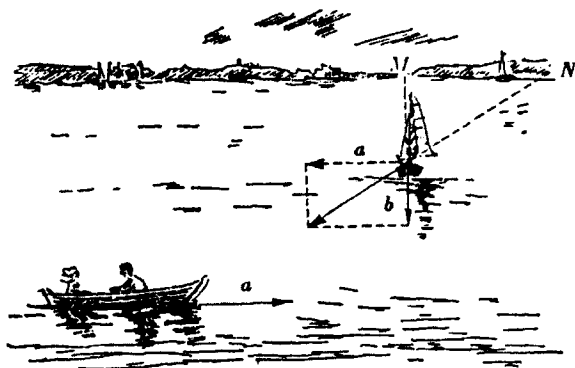


图9: 小船上的人看到的游艇的航行路线是从N点出发, 作斜方向的前进, 而并非垂直于小船的航行路线

为什么会有不一样的答案呢? 原因在于小船上的人看到游艇来的方向并不垂直于自己前进的方向, 因为以小船为参照物, 小船上的人是相对静止的, 假如我们把小船假设为静止的, 那么, 小船四周及岸上的景物都会以相同的速度朝着与箭头a相反的方向移动, 如此说来, 游艇就不单单是朝箭头b方向前进, 并且还在朝着虚线箭头a的方向前进 (图9)。相信大家