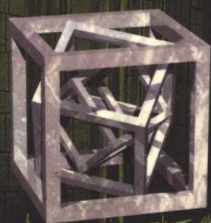


Physics of Interest

物理的妙趣

[俄] 贝列里门 / 著 王 力 / 编译

C



D

A

B



南海出版公司

图书在版编目 (CIP) 数据

物理的妙趣/(俄)贝列里门著;王力编译.-海口:南海出版公司,
2002.5

(校园先锋)

ISBN 7-5442-2093-1

I. 物... II. ①贝... ②王... III. 物理课-中学-课外读物
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 014125 号

WULI DE MIAOQU

物理的妙趣

作 者 [俄] 贝列里门
编 译 者 王 力
责任编辑 张建军 蔡贤斌
装帧设计 康笑宇工作室
出版发行 南海出版公司 电话 (0898) 65350227
公司地址 海口市机场路友利园大厦 B 座 3 楼 邮编 570203
经 销 新华书店
印 刷 中国科学院印刷厂
开 本 850 × 1168 毫米 1/32
印 张 12
字 数 272 千字
版次印次 2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5442-2093-1/G·926
定 价 16.00 元

南海版图书 版权所有 盗版必究

序

——科普,从基础学科始

“老鼠学会了猫叫,得到了猫的友谊。但狗来了,不会狗语的老鼠不知所措,只好三十六计——走。”

在“2000年中国国际科普论坛”上,那位诺贝尔物理奖得主莱得曼,为给中国听众更清晰地讲解科学,跪在地上放幻灯片时,我们就已经领悟了些什么。这位老科学家用上面的寓言比喻科学工作者们不仅要学会猫语,也应会说狗语。

如何让那深奥而真切的科学从象牙塔中走向大众、走向百姓,更走向渴望知识的青少年。确实不是件容易的事。知其艰巨却又不可不为。

既然我们从科普大会上受到了激励,从外国老科学家那里受到了启迪,我们忽然感到:科学离我们这么近,我们要做和要学的太多了。

那么,让我们从基础做起,从初级做起。《自然的故事》、《化学的秘密》、《物理的妙趣》、《数学的奥妙》便是我们感动之余,向青少年介绍的几本曾经畅销一时,而今读起来依然妙趣横生的科普作品。我们希望和广大青少年们一起学习,共同探究我们赖以生存的这个地球、这个世界,共同走入新世纪中国的科普时代。



八、光的反射与折射

/115

透视墙壁 / 桌上的人头 / 是镜前还是镜后 / 我们看得到镜子吗 / 镜子映出来的是谁 / 你能看着镜子画图吗 / 光的路线 / 乌鸦的飞行 / 万花筒 / 万花筒似的房间和海市蜃楼的宫殿 / 光的折射 / 什么路线比较快 / “鲁宾逊第二”漂流记 / 用冰块点火 / 借用阳光 / 各种海市蜃楼 / 绿色的光线

九、单眼看与双眼看

/145

用一只眼睛看照片 / 看照片所应保持的距离 / 放大镜的妙用 / 照片的放大 / 看电影时的理想座位 / 看图画的理想距离 / 何谓立体镜 / 双视眼 / 双眼“立体视” / 简单的假钞识别法 / 拍远景的立体照片 / 用立体镜来看宇宙 / 用三只眼睛来看东西会如何 / 怎样去感觉物体的光泽 / 从疾驶的火车上看风景时 / 戴有色眼镜来观察 / 书的高度 / 钟塔上的计时盘 / 白色与黑色 / 哪一个字看起来最黑 / 凝视着人的肖像画 / 其他的错觉 / 近视眼的人所看到的世界

十、音和听觉

/175

寻求回声 / 用声音来测定距离 / 声音的镜子 / 剧场的声音 / 海底的回声 / 为什么蜜蜂会发出嗡嗡声 / 声音的错觉 / 螽斯在何处鸣叫 / 不可思议的听觉 / 奇妙的腹语术

十一、热气

/189

茶壶盖上的小孔 / 茶壶为什么会发出声音 / 用纸锅煮东西 / 用熨斗去除油污 / 风从哪里来 / 用冰块、热水来加热 / 不会燃烧的纸张 / 手拿热鸡蛋 / 水和沸腾



十二、水

/199

潜水艇 / 浮在水面的针 / 水为什么不会流出来 / 潜水钟
/ 不沾湿手取水中硬币 / 磁针 / 在水中打气枪 / 春天的
涨潮 / 软木塞 / 桶里的水

十三、空气

/215

降落伞 / 蛇和蝴蝶 / 蜡烛火焰的倾斜 / 如何吹熄蜡烛火
焰 / 把东西吹回来 / 倒跳出来的瓶塞 / 气球何处去

十四、回转

/225

离心力 / 奇异的陀螺

十五、相对运动

/235

船上的球速 / 在火车上跳跃 / 水面的涟漪 / 投瓶的方向
/ 小船的方向

十六、电气

/239

带电的梳子 / 相互作用 / 电气的相斥作用 / 电气特性之
一



十七、游戏实例

/247

消失的线 / 不可思议的结 / 解绳子 / 长统靴 / 软木塞和纸环 / 两颗纽扣 / 魔术纸夹 / 心得 / 令人害怕的影子 /
▼ 放大镜的妙用 / 无底的杯子 / 迷宫 / 古帝王的陵寝 / 用一笔把全部画出来

十八、空气的阻力

/275

枪弹与空气 / 超远程炮击 / 风筝何以升空 / 活生生的滑翔机 / 在空中飞扬的种子 / 令人捏把冷汗的伞技 / 来回飞镖
▼

十九、视觉

/285

错视 / 光渗 / 马里奥特的实验 / 乱视、残像、疲劳 / 缪勒的错视 / 杰斯特尔的错视 / 杰尔纳的错视 / 格林克的错视 / 修莱德的段阶 / 翘曲画 / 管子的错视 / 各种错视 / 改变方向的针孔 / 透过手掌看东西 / 登高能望远吗

二十、光与色

/305

水蒸气的颜色 / 红色的信号灯 / 透视彩色玻璃 / 雪为什么是白色 / 黑天鹅绒和白雪 / 皮鞋擦过后的光泽 / 暗室 / 亮度的测定
▼



二十一、利用报纸

/315

“用头脑看”的意义 / 指尖冒火、听话的棒子、山中的电 / 纸丑舞、蛇、竖立的头发 / 小雷声、水流实验、使劲地一吹

二十二、实验的休息时间

/341

剪刀和纸片

二十三、冰

/349

瓶中的冰 / 用冰块点火 / 锯不断的冰

二十四、重量和力

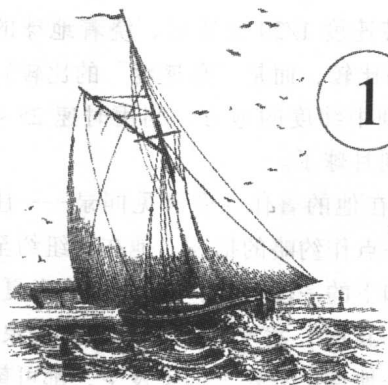
/355

吊在滑轮下的行李 / 乘气球 / 在冰上爬行 / 绳索会在哪里断 / 有缺口的纸片 / 两把铁耙 / 酱菜 / 比哥伦布做得更好 / 冲突 / 奇特的破坏 / 木棒如何停止 / 针和凿力

二十五、声音

/369

回响(回音) / 贝壳中的潮声 / 声音的传达 / 钟声



1

速度与运动

壹

速

度
与
运
动

001

追踪时间

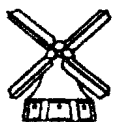
早上 8 点，自远东的海参崴起飞，能在同一天早上 8 点到达莫斯科吗？

也许有人会说：“别开玩笑！”其实，答案是肯定的。为什么呢？原因是海参崴和莫斯科有 9 小时之时差的关系。换言之，只要飞机能以 9 小时自海参崴飞到莫斯科，就会发生这种趣事。海参崴和莫斯科两城市的距离约为 9000 公里，以 9000 公里除以 9 等于 1000 公里得知时速为 1000 公里，只需利用喷气式飞机，便可获得预期的目标了。

在北极圈内，你甚至可用比上述更慢的速度来和太阳（应说是地球自转的速度）竞争。就拿位于北纬 77 度线的新地岛（Nouaya Zemlya）为例，时速约 450 公里的飞机，靠着地球的自转，仅仅在地球表面作一点轻微的移动，就可和太阳在同一时间中飞行了。这时，机舱内旅客眼中的太阳，变成空中静止的一点，一动也不动，而且始终不会没入西方（当然，飞机必须跟随太阳转动的方向飞行）。

月球也绕着地球公转，如果想要“追逐月球”就更简单





物

理
的
妙
趣

002

了。因为月球是以地球自转速度 $1/29$ 的速度，绕着地球的周围而运动（并非线运动的比较，而是“角速度”的比较）。所以无需跑到极地，只要到中纬度的地方，利用时速 $25 \sim 30$ 公里的汽船，你便可追到月球了。

美国作家马克·吐温，在他的著作《欧洲见闻录——庄稼汉外游记》中，曾就这一点作约略的描述。他在从纽约至亚速尔群岛的航程中，有如下的一段记载：“此刻正值炎夏，夜晚的天气比白昼清凉……这时，我发现一个奇妙的现象，就是在每晚同一时间，同一地点，只要你仰望夜空，都可望见一轮满月。这轮月亮为何如此怪异呢？起初，我左思右想都不得其解。最后，我终于思索出原因何在。因为船在海上由西向东航行，平均每小时在经线上前进 20 分；换句话说，轮船和月亮正以相等的速度，朝着同一方向同时前进。”

千分之一秒

对人类来说，千分之一秒短暂得几近于零，而在日常生活中，真正面对千分之一秒这么短的时间，也是最近的事。古人多半利用太阳的高度或影子的长度来测定时间，他们绝对没想到，今人竟能正确地测定出“分”。往昔，古人认为“分的测定”根本毫无价值，他们认为“分”是极小的时间单位，对他们悠闲的生活而言，根本无足轻重。当时的计时器（日晷、水钟、沙漏），还没有分的刻度。直到 18 世纪，钟表的刻度盘上才出现了分钟，至于秒针的出现，那已经是 19 世纪以后的事了。

究竟在千分之一秒中能发生些什么事呢？你或许觉得千分之一秒太短，谈不上发生什么事。其实，在短短的千分之一秒中，能发生的事太多了。火车约可前进 3 厘米，声音可前进 33 厘米，飞机则可前进 50 厘米。此外，在千分之一秒



图1 太阳的位置（左）和影子的长度（右）是测定时间的两种方法

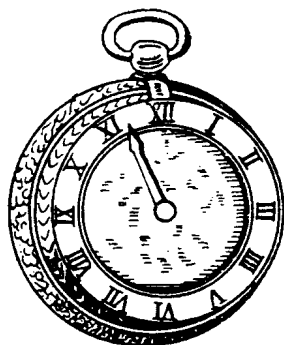
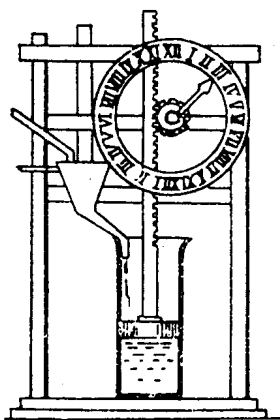


图2 古代的水钟（左）和怀表（右），两者都没有分针

壹

速

度
与
运
动

003



中，地球在公转轨道上可移动 30 米，而光线则前进 300 公里。

对人类身旁的小动物而言，千分之一秒并不算很短的时间。尤其是昆虫，更能体会得出千分之一秒，以蚊子为例，在一秒钟内，它的翅膀即可摆动 500 ~ 600 次，换言之，蚊子翅膀在上下之间就是以千分之一秒进行的。



物

理的
妙趣

004

但是，人类不比昆虫，无法使身体的局部如此快速地运动。对人类来说，最快的运动就是眨眼睛，因此，人以“瞬间”或“一瞬”来形容时间的短暂。由于眨眼的动作极快，所以在眨眼的瞬间，人类的视线不会受影响。眨眼虽被人类视为快速的运动，若以千分之一秒为单位来衡量，眨眼这运动就显得十分迟缓了。经由准确的测定得知，眨一次眼睛平均约需 $2/5$ 秒，也就是千分之四百秒；现在将眨眼的动作，依进行顺序分解如下：首先，眼皮垂下（0.075 ~ 0.09 秒）；接着，眼皮下垂终止（0.13 ~ 0.17 秒）；最后，眼皮往上抬（约 0.17 秒）。由此可见，尽管只有“一瞬”，实际上，眼皮却还有相当充裕的休息时间。如果我们想对千分之一秒有明确的印象，不妨以眼皮下垂终止的时间为依据，必可明白眼皮上抬、下垂这两种运动的速度，而准确地把握住“瞬间”的意义。

倘若人类的神经构造能到达千分之一秒的精确度，我们周围的世界中，许多原本被忽略的景况，就会映入我们眼帘了。那时我们所能目睹的奇妙景象，英国作家 H·G·威尔斯在他的短篇作品《最初的加速剂》中，有极端细腻的描述。小说中的主人翁喝下一种奇异的药，这种药能对神经系统产生作用，促使感觉器官异常灵敏，能感觉到高速度进行中的种种现象。

现在节录小说中的一段如下：

“你曾见过这样的窗帘吗？”

我看着窗帘，发现窗帘像被冻结似的一动也不动，只有末端由于风吹的关系，保持扭曲的状态。

“没看过，我头一回看到，真奇妙！”我回答。

“那么，这个呢？”吉贝恩先生说着，随手拿起茶杯，然后把手放开。

原本以为茶杯会掉到地上，支离破碎，没想到茶杯却丝毫不受影响。吉贝恩先生便问我，茶杯是否还浮在空中。

“当然，也许你知道，物体落向地面时，最初的一秒会落下5米。现在，茶杯也是以5米的速度往下掉，但你知道吗？所需的时间还不到百分之一秒。因此，我所谓的‘加速剂’，究竟有何种效用，现在你该明白了吧！”

吉贝恩先生慢慢伸出手，我看见茶杯缓缓落下，他用手指随着茶杯移动。

我再往窗外看，看见骑自行车的人，一动都不动，好像被冻结一般，就连扬起的灰尘亦一动也不动地尾随着自行车。同样地，马车也是呈静止状态……我的注意力转向有如磐石般静止的马车上，发现无论是车轮上端、马蹄、马鞭前端或骑马者打哈欠的动作，都十分缓慢。除了这难看的交通工具之外，一切景象都很安静，甚至车里的乘客也形同雕像。

……有一个男人逆风而行，试图折叠手中的报纸，可是，他的动作看来相当吃力，而且出奇地迟缓，周围好像一点风都没有。

当“加速剂”渗透到我体内的时候，我所看见的事物，对其他入或整个宇宙而言，也只是在转眼之间所发生的事而已。

若就现代的科学方法，究竟能测定多短的时间呢？相信

壹

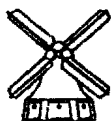
速

度
与
运
动

005



读者都渴望知道。在 20 世纪初期，顶多只能测出一万分之一秒；目前，物理学家们在研究室中，已能将时间分解至千亿分之一秒。如果说得具体些的话，千亿分之一秒的意思，就是“若将 1 秒延长为 3000 年，那么，千亿分之一秒，就是我们现在所认识的一秒。”



物

理
的
妙
趣

006

时间的放大镜

威尔斯在写《最初的加速剂》这本书时，相信他一定没想到类似的状况，已有好几项能真正实现吧！不过，威尔斯能在那个时代，就用自己的观察力凭空杜撰那些子虚乌有的事物，实在不是一件容易的事。下面我们就来介绍他所说的“时间放大镜”。

他所谓的“时间放大镜”是指一种特殊的摄影机，这种摄影机在拍摄时可把速度加快，每秒可比一般摄影机多拍出 4 倍的底片，因此，如果一般为 24 格的话，它可以 96 格的速度拍摄，当放映出来时，画面上的景物动作，就会比一般速度慢上 4 倍。

此外它还可利用同样的原理拍摄出另一种镜头——Slow-motion video——这种镜头的画面，也属于慢动作的一种，不过它是每 2~5 格的画面反复拍摄，让画面看来有一种固定效果，这和威尔斯所描述的景象，已多所雷同了。

地球在什么时候公转的速度较快

巴黎某报纸曾登载一则广告，内容是：“只要你寄出 25 生丁（Centime 法国及瑞士的钱币单位，相当于 1% 法郎），你就可到星际去旅行。”

有位老实人一看到这则广告，立刻寄上 25 生丁，结果他收到这样的一封信：

“请你静静地躺在床上，脑中想着地球自转的情形，按巴黎的纬度（北纬 49 度），你一昼夜可走 2.5 万公里以上，好好地享受吧！如果你还想浏览风景，那就拉开窗帘，你还可看到物换星移的美妙景象。”

这位刊登广告的人，显然是个骗子，最后，他被控以欺诈罪，判处罚款了事。当他被判刑的时候，他还以幽默的口吻引用伽利略的名言道：“可是，地球确实在转动啊！”

以另一个角度来看，被告说得也挺有道理的啊！生活在地球上的人，不正是随时都在作“星际旅行”吗？

地球一面绕着太阳公转，一面又以每秒 30 公里的速度在宇宙中自转，这是众所周知的事。

这里还有一个问题不知各位想过没有，那就是地球到底是白天转得快还是晚上转得快呢？在太阳系中，地球进行两种运动，一面绕行太阳四周公转，一面以地轴为中心自转。两种运动一起作用的结果，会因我们身处于地球的光明面或黑暗面而有所不同。看图 3 可知，半夜的运动速度等于自转速度加地球公转速度。中午则恰巧相反，要从公转速度中扣除自转速度。也就是说，人类在太阳系中运动的速度，半夜要比中午快。

赤道上的各点，以每秒 0.5 公里的速度自转，因此，赤道上中午和半夜的速度差为 $0.5 \times 2 = 1$ 公里。凡是学过几何学的人都知道，在北纬 60 度的圣彼得堡，昼夜的速度差为 1 公里的一半，也就是半公里，这种答案很容易计算出来。也就是说，住在圣彼得堡的人，在太阳系运动的速度，半夜比中午每秒快半公里。

车轮的谜

在货车的车轮（或自行车的轮胎）上贴色纸，然后转动

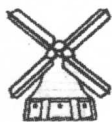
壹

速

度
与
运
动

007





物

理的
妙趣

008

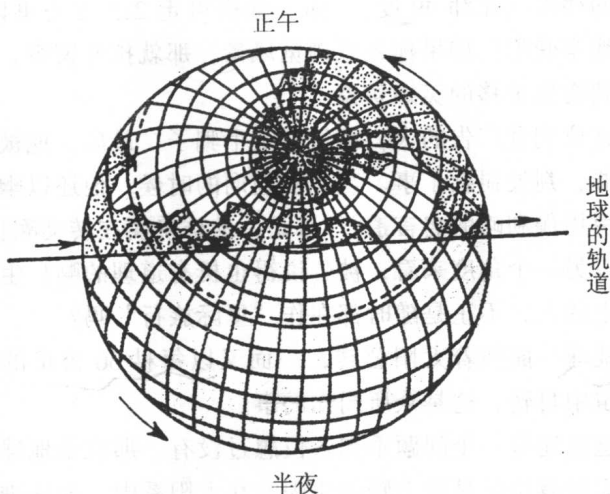


图3 在夜晚一侧的人类绕行太阳的速度，比在白昼一侧的人快

车轮，你会发现一个奇妙的现象。色纸在车轮下方时，看起来相当清楚醒目，当色纸跑到车轮上方时，就显得模糊不清了（如此说来，似乎车轮上方转动得比车轮下方快）。此外，比较行驶中车辆轮胎上下辐轴转动时的状态，可感觉到相同的现象，上方的辐轴好像紧贴在一起似的，而下面的辐轴，则一支支都看得很清楚。这同样给人上面转得比下面快的感觉。

为什么会产生这种奇怪的现象呢？实际上，旋转中的车轮，上方确实转得比下方快。乍看之下，也许你会说：“不可能吧！”但只要仔细思索，便可明白这是事实。因为滚动中的车轮，接触地面的各点，同时进行着两种运动，车轮上

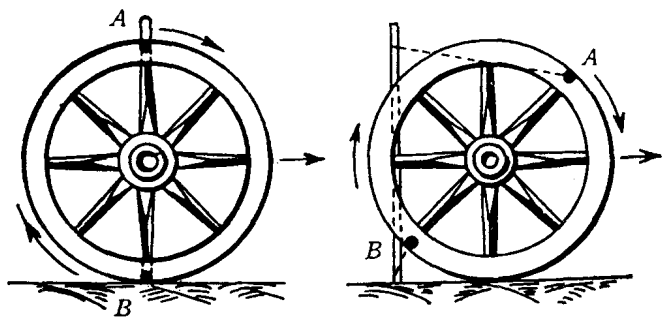


图4 车轮在地面滚动时，比较 A 点、B 点与木棒的距离，
则知车轮上方的旋转比下方更快

的各点，一方面随着车轮运动而旋转，另一方面，则随着车轮向前行进。与前述地球的运动相同，都是两种运动的合成，结果造成车轮上下运动的情形不尽相同。车轮上方，旋转运动和前进运动的方向相同，所以可加上前进运动。但车轮下方旋转运动和前进运动的方向相反，所以必须扣除前进运动。因此，当一个人在静止的状态下观察时，会发现车轮上方转动得比下方快。

若想了解实际的状况，只要做个简单的实验就可以了。在静止货车旁的地面上，竖立一支木棒，使木棒与车轮轮轴一致，然后在车轮周围的最上和最下，以粉笔或奇异墨水笔做记号，记号必须与木棒重叠。最后，开始转动车轮，让车轮向右方滚动。当车轮距离木棒 20~30 厘米之前，我们不妨审视记号移动的情形。这时比较 A、B 点与木棒的距离，则发现 A 点与木棒的距离较 B 点与木棒的距离大。

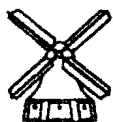
壹

速

度
与
运
动

009





物

理
的
妙
趣

车轮最慢的部分

由以上的实验可知，转动中车轮的每一点，并非都以相同的速度运动。然而车轮动作最慢的是哪一部分呢？只需稍加思索便知道，车轮与地面接触的地方动作最慢。严格说来，在车轮与地面接触的一刹那的这个点，可以说是完全静止的。

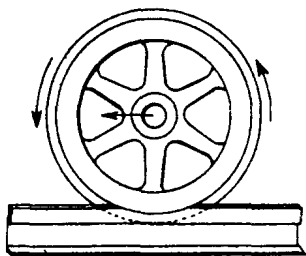


图5 火车车轮向左滚动时，凸缘部分就向右，也就是朝相反方向移动

直至目前为止，都是针对在地面滚动的车辆进行说明。倘若以飞轮为例，飞轮只有旋转运动，车轮上下各点都以同样的速度运动，就没有所谓最慢的部分了。

难题

在此顺便提出另一程度相同而有趣的问题。从圣彼得堡开往莫斯科的火车，对铁轨来说，是否也有由莫斯科开返圣彼得堡的动点存在呢？

从上述实验得知，每一个车轮都有这种点存在，但这种点究竟在哪一部分呢？

众所皆知，火车的车轮附有凸缘（flange），当火车前进时，凸缘下方的点并非向前进，而是向后方移动。

只要做如下的实验，便可明白原因何在。利用小圆板、硬币或纽扣，将火柴棒用黏胶固定于其上。如图6所示，让火柴棒的一端固定于圆板的中心，另一端则露出圆板外。现在，将圆板放置在定木上，圆板与定木接触的一点作为C点。接着使圆板由右向左滚动，你会发现火柴棒露出部分的