

主编 李 诚

世界科普经典文库

趣味的物理 (上)

KEPUJING
DIANWENKU

内蒙古人民出版社

世界科普经典文库

趣味的物理

上 册

内蒙古人民出版社

世界科普经典文库

责任编辑 武连生
出版发行 内蒙古人民出版社
地 址 呼和浩特市新城区新华东街祥泰大厦
印 刷 北京一鑫印刷有限责任公司
开 本 850mm×1168mm 1/32
印 张 300
版 次 2006 年 12 月第一版
印 次 2007 年 1 月第一次印刷
印 数 5000 套
书 号 ISBN 7-204-08902-2/G·2438
定 价 (全 56 册):1372.00 元

如出现印装质量问题,请与我社联系。

联系电话:(0471)4971562 4971659

目 录

一 速度和运动	1
二 重力、杠杆、压力	16
三 介质的阻力	44
四 旋转运动、“永动机”	56
五 液体和气体的性质	70
六 热的现象	103
七 光 线	127
八 光的反射和折射	134
九 一只眼睛和两只眼睛的视觉	169
十 声音和听觉	211
十一 力学的基本定律	225
十二 力、功、摩擦	245
十三 圆周运动	267
十四 万有引力	289
十五 乘着炮弹旅行	305
十六 液体和气体的性质	312
十七 热的现象	365

十八	磁和电	395
十九	光的反射和折射、视觉	420
二十	声音、波动	482

一 速度和运动

我们行动得有多快

优秀的径赛运动员跑完 1500 米，大约需要 3 分 35 秒。如果想把这个速度跟普通步行速度——1.5 米每秒——做一个比较，必须先做一个简单的计算。计算的结果告诉我们，这位运动员跑的速度竟达到 7 米每秒。当然，这两个速度实际上是不能够相比的，因为步行的人虽然每小时只能走 5 公里，却能连续走上几小时，而运动员的速度虽然很快，却只能够持续很短一会儿。步兵部队在急行军的时候，速度只有赛跑的人的 $\frac{1}{3}$ ；他们每秒钟走 2 米，或每小时走 7 公里多，但是跟赛跑的人相比，他们的长处是能够走很远很远的路程。

假如我们把人的正常步行速度去跟行动缓慢的动物，像蜗牛或者乌龟的速度相比，那才有趣哩。蜗牛这东西，确实可以算是最缓慢的动物：它每秒钟一共只能够前进 1.5 毫米，也就是每小时 5.4 米——恰好是人步行速度的 $\frac{1}{1000}$ ！另外一种典型的行动缓慢的动物，就是乌龟，它只比蜗牛爬得稍快一点，它的普通速度是 70 米每小时。

人跟蜗牛、乌龟相比，虽然显得十分敏捷，但是，假如跟周围另外一些行动还不算太快的东西相比，那就又当别论了。是的，人可以毫不费力地追过大平原上河流的流水，也不至于落在

中等速度的微风后面。但是，如果想跟每秒钟飞行 5 米的苍蝇来较量，那人就只有用滑雪橇在雪地上滑溜，才能够追得上。至于想追过一只野兔或是猎狗的话，那么人即使骑上快马也办不到。如果想跟老鹰比赛，那么人只有一个办法：那就是坐上飞机。

人类发明了机器，就成了世界上行动最快的一种动物。

读者现在可以看一看下面这个速度比较表：

	米/秒	公里/小时
蜗牛	0.0015	0.0054
乌龟	0.02	0.07
鱼	1	3.5
步行的人	1.4	5
骑兵常步	1.7	6
骑兵快步	3.5	12.6
苍蝇	5	18
滑雪的人	5	18
骑兵快跑	8.5	30
水翼船	17	60
野兔	18	65
鹰	24	86
猎狗	25	90
火车	28	100
小汽车	56	200
竞赛汽车（纪录）	174	633
大型民航飞机	250	900
声音（空飞中）	330	1200
轻型喷气飞机	550	2000
地球的公转	30000	108000

千分之一秒

我们已经习惯使用人类的计时单位，因此，对于我们， $1/1000$ 秒的意义简直就等于零。但是，这个微小的计时单位，却在不久之前开始在我们的实际生活上找到了应用。当人类还只是根据太阳的高度或者阴影的长短测定时间的时候，即使想计算时间准确到几分钟也是不可能的（图 1）；当时，人们把一分钟看成是无所谓的时间，根本不值得去测量它。古时候，人们过着毫不着急的生活，在他们的日晷、滴漏、沙漏等等计时上，根本就没有“分钟”的分度（图 2）。直到 18 世纪初叶，時計面上才出现了指示“分钟”的指针——分针，而秒针还直到 19 世纪初年才出现。

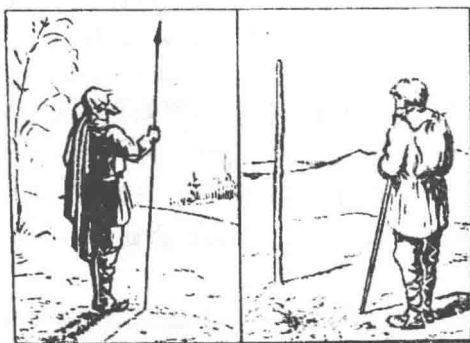


图 1 根据太阳的高低（左）或者阴影的长短（右）来判定时间

$1/1000$ 秒，在这样短促的时间里能够做些什么事情呢？能够做的事情多得很！是的，火车在这一点时间里只能跑 3 厘米，可是声音就能够走 33 厘米，超音速飞机大约能够飞出 50 厘米；至于地球，它可以在 $1/1000$ 秒里绕太阳转 30 米，而光呢，可以走

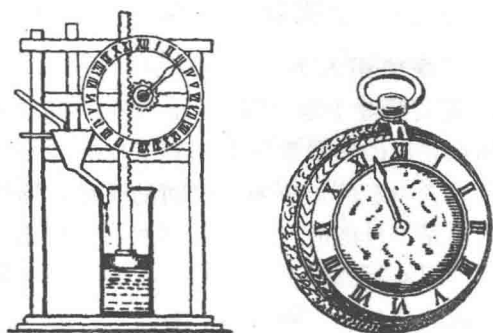


图2 左面是古时候用的滴漏时针，右面是旧时的怀表。

这两种時計上都还没有“分钟”的划分

300 公里。

在我们四周生活着的微小生物，假如它们会思想，大概它们不会把 $1/1000$ 秒当做“无所谓”的一段时间。对于一些小昆虫来说，这个时间就很可以察觉出来。一只蚊子，在一秒钟之内要上下振动它的翅膀 500~600 次之多；因此，在 $1/1000$ 秒里，它来得及把翅膀抬起或放下一次。

人类自然不可能把他的器官做出像昆虫那样快的动作。我们最快的一个动作是“眨眼”，就是所谓“转瞬”或“一瞬”的本来意思。这个动作进行得非常之快，使我们连眼前暂时被遮暗都不会觉察到。但是，很少人知道这个所谓无比快的动作，假如用 $1/1000$ 秒做单位来测量的话，却是进行得相当缓慢的。“转瞬”的全部时间，根据精确的测量，平均是 0.4 秒，也就是 400 个 $1/1000$ 秒。它可以分做几步动作：上眼皮垂下（75~90 个 $1/1000$ 秒），上眼皮垂下以后静止不动（130~170 个 $1/1000$ 秒），以后

上眼皮再抬起（大约 170 个 $1/1000$ 秒）。这样你可以知道，所谓“一瞬”其实是花了一个相当长的时间的，这期间眼皮甚至还来得及做一个小小的休息。所以，假如我们能够分别察觉在每 $1/1000$ 秒里所发生的景象，那么我们便可以在眼睛的“一瞬”间看到眼皮的两次移动以及这两次移动之间的静止情形了。

假如我们的神经系统果真有了这样的构造，我们所看到的周围事物会使你惊奇到想象不到的程度。作家威尔斯在他的小说《最新加速剂》里，对于在这种情形所看到的惊人图画有过动人的描写。这部小说的主人公喝下了一种神奇的药酒，这酒对于人的神经系统会发生一种作用，使视觉能够接受各种极快的动作。

下面是从这篇小说里摘录下来的几段：

“在这以前，你可曾看见过窗帘像这样贴牢在窗子上吗？”

我向窗帘望了一望，看见它仿佛冻僵了似的，而且它的一角给风卷起来以后，就这样保留着卷起的样子。

“我从来没有看见过，”我说，“真是多么奇怪呀！”

“还有这个呢？”他说，一面把他那握着玻璃杯的手指伸直开来。

我以为杯子一定马上要跌碎了，但它却没有动一动：它一动不动地悬在空中。

“你一定知道，”希伯恩说，“自由落下的物体在落下的第一秒里要落下 5 米。这只杯子也正在跑它的这 5 米路——但是，你是明白的，现在一共还没有过 $1/100$ 秒，这件事情可以使你对我这‘加速剂’的功效有更深一步的认识。”

玻璃杯慢慢地落下去了。希伯恩把手在杯子四周以及上下方绕转着……

我向窗外望了望。一个僵化在那儿的骑自行车的人，正追着一辆也是寸步不动的小车，自行车后面弥漫着一片僵化了的尘土

……我们的注意被一部僵化了的马车吸引住了。车轮的上缘、马蹄、鞭子的上端以及车夫的下颌（他正在打呵欠）——这一切，虽然慢，还都在动着；但是这辆车上的其余一切却完全僵化了，坐在车上的人恰似石膏像一般……有一个乘客在想迎风把报纸折起的时候僵化了，但是对于我们，这阵风是根本没有的。

……方才我所谈、所想以及所做的一切，都是当“加速剂”渗透到我身体机能之后所发生的事，这些，对于别人以及对于整个宇宙，都只是发生在一瞬间的事。

读者们一定很愿意知道，现代科学仪器究竟能够测到多么短的时间。还在我们这一世纪开始的时候，就已经可以测出万分之一秒来；现在物理实验室里可以测到千亿分之一秒。这个时间跟1秒钟的比值，大约和1秒钟跟3000年的时间比值相等！

时间放大镜

当威尔斯写这篇《最新加速剂》的时候，他可曾想到，这样的事情以后竟会在实际生活里实现？但是，他真算幸运——他居然活到了这一天，能够有机会用他自己的两只眼睛——虽说只是在电影银幕上——看到当时他的想象所构成的图画。这可以叫做“时间放大镜”，是把平时进行得非常快的现象用缓慢的动作在银幕上表演出来。

所谓“时间放大镜”其实只是一种电影摄影机，它和普通电影摄影机不同的地方，只在于不像普通摄影机每秒钟只拍摄24张照片，而是要拍出多好多倍的照片来。假如把这样拍得的片子仍旧用普通每秒钟24片的速度放映出来，那么观众就可以看到拖长了的动作，就可以看到比原来速度慢了许多的动作。关于这一点，读者们大概在电影上也已经看到过，例如表演跳高姿势的缓慢动作以及别种滞延动作。在比较复杂的同类仪器的帮助之

下，人们已经可以达到更缓慢的程度，简直可以看到像威尔斯的小说里所描写的那些情形了。

我们什么时候绕太阳转得更快一些

巴黎的报纸有一次曾经刊出一则广告，里面说每个人只要花 25 生丁钱，就可以得到又经济又没有丝毫困惫痛苦的旅行方法。果然就有一些轻率的人按址寄了 25 生丁钱去。这些人每人得到一封回信，内容是这样的：

先生，请您安静地躺在您的床上，并且请您记牢：我们的地球是在旋转着的。在巴黎的纬度——49 度——上，您每昼夜要跑 25000 公里以上。假如您喜欢看看沿路美好的景致，就请您打开窗帘，尽情地欣赏星空的美丽吧。

这位先生终于被人用欺诈的罪名告到法院。他听完判决，付出所判的罚金之后，据说曾经用演剧的姿态站了起来，郑重地复述了伽利略的话：

“可是，无论如何它确实是在转着的呀！”

这位被告在一定意义上是正确的，因为地球上的居民不只绕着地轴在“旅行”，同时还给地球带着用更大的速度绕着太阳转。我们的地球带着它的全数居民在空间每秒移动 30 公里，同时还要绕地轴旋转。

这里可以提出一个有趣的问题：我们——住在地球上的人——究竟在什么时候绕太阳转得更快一些：在白昼还是在黑夜？

这个问题很容易引起误会，地球的一面如果是在白昼，那么它的另一面就必然是在黑夜，那么，这个问题的提出究竟有什么意义呢？恐怕是毫无意义的吧。

然而这儿要问的并不是整个地球在什么时候转得比较快，而是问，我们——地球上的居民——在众星之间的移动究竟在什么

时候要更快一些。这样一个问题是不能够认为毫无意义的。我们在太阳系里是在进行两种运动的：绕太阳公转，同时还绕地轴自转。这两种运动可以加到一起，但是结果并不始终相同，要看我们的位置在地球的白昼或黑夜的一面来决定。请注意图 3，你就可以明白在午夜的时候，地球的自转速度要和它的公转前进速度相加，但是在正午时候刚刚相反，地球的自转速度要从它的公转前进速度里减去。这样看来，我们在太阳系里的移动，午夜要比正午更快些。

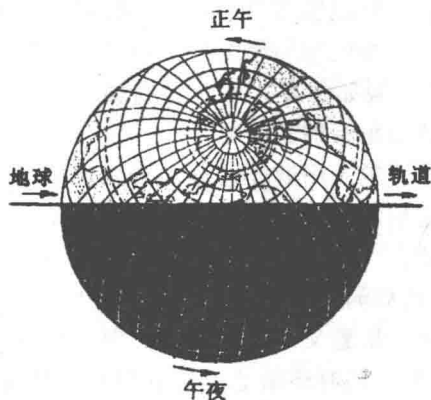


图 3 人们绕日的移动，在地球的夜半球上要比在昼半球上更快些

赤道上的每一点，每一秒大约要跑半公里，因此，在赤道地带，正午跟午夜速度的差数竟达到每秒钟整整 1 公里。而一个懂几何学的人也会不难算出，在列宁格勒（它是在纬度 60 度上），这个差数却只有一半：列宁格勒的居民，午夜在太阳系里每秒所

跑的路，比他们在正午跑的多半公里。

车轮的谜

试把一张颜色纸片贴在手车的车轮（或者自行车的车胎）上，就可以在手车（或者自行车）行动的时候看到一种不平常的现象：当纸片在车轮跟地面相接触的那一端的时候，我们可以清楚地辨别纸片的移动；但是，当它转到车轮上端的时候，却很快闪过去了，使你来不及把它看清楚。

这样看来，车轮的上部仿佛要比下部转动得快些。这种情形你也可以在随便哪辆行驶着的车子的上下轮辐上看到，你看到的是轮子的上半部轮辐几乎连成一片，而下半部的却仍旧可以一条一条辨别清楚。这儿又使人产生一个印象，仿佛车轮的上半部要比下半部旋转得快些。

那么，这个奇怪的现象要怎样解释呢？这个解释很简单，只不过由于车轮的上半部的确要比下半部移动得更快一些罢了。这件事初看的确不大好懂，但是只要这样想一下就会对这个结论完全相信：你知道滚动着的车轮上的每一点都在进行两种运动——绕轴旋转的运动和跟轴同时向前移动的运动。因此，就跟前节所说地球的情形一样，两个运动应该加合起来，而这加合的结果对于车轮的上半部和下半部并不相同。对于车轮的上半部，车轮的旋转运动要加到它的前进运动上，因为这两个运动都是向同一方向的。但是对于车轮的下半部，车轮的旋转却是向相反方向的，因此也就要从前进运动里减了下来。就一个静止观测的人看来，车轮上半部移动得比下半部更快一些，原因就在这里。

为了证明事情的确是这样，可以做一个简单的实验（图4）。把一根木棒插在一辆车子的车轮旁边的地上，使这根木棒恰好竖直通过车轮的轴心，然后，用粉笔或炭块在轮缘的最上端和最下

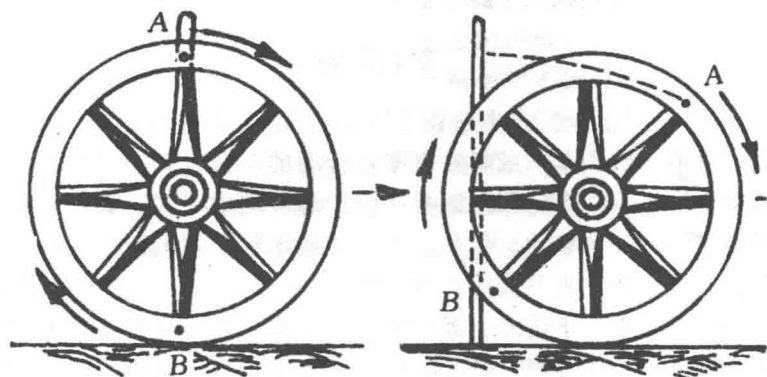


图4 怎样证明车轮上半部的确比它的下半部移动得更快。请比较滚开了的车轮上 A、B 两点跟固定不动的木棒之间的距离（右图）

端各划出一个记号，这两个记号应该恰好是木棒通过轮缘的地方。现在，把车轮略略滚动，使轮轴离开木棒大约 20~30 厘米，然后再去看看方才的两个记号有了怎样的移动。上面的一个记号 A 移动了一大段距离，而下面的那个记号 B 却一共只离开木棒一点儿——上面的 A 点比下面的 B 点显然是移动了更大的一段距离。

车轮上最慢的部分

方才我们已经知道，行驶着的车子的车轮上所有各点，并不移动得一样快慢。那么，一个旋转车轮上究竟哪一部分移动得最慢呢？

移动得最慢的，不难想象是跟地面接触那一部分的各点。严

格地说，这些点在跟地面接触的一瞬间，它们是完全没有向前移动的。

当然，以上所说的一切，都只是对于向前滚动的车轮说来是对的，但是对于那些只在固定不动的轮轴上旋转的轮子却不适用。例如一只飞轮，轮缘上的随便哪一点都是用相同的速度在移动的。

不是开玩笑的问题

下面还有一个很有趣的问题：有一列火车假定从甲地驶向乙地，在这列车上有没有这样的一些点，在跟路轨的相对关系上说，正在向反方向——从乙地向甲地——移动着？

你觉得这个题目出得荒唐吗？但是事实上这列车的每一个车轮每一瞬间有这种向反方向移动的点。你可知道它们究竟在什么地方吗？

你当然知道火车轮缘上有一个凸出的边。好，那么让我来告诉你，当火车向前行进的时候，这个凸出边的最低一点竟不是向前移动，而是向后移动的！

你觉得奇怪吗？好，那么做完下面这个实验你就明白了。找一个圆形的东西，例如一枚硬币或者一个钮扣，把一根火柴用蜡粘在这圆东西的直径上，让它有长长的一段露出在外面。现在，把这个圆东西放在尺边上的C点（图5），把它从右向左滚动，你就可以看到火柴的F、E、D各点不但没有跟着向前移动，倒相反地向后退去，火柴上离圆东西的边越远的点，在圆东西向前滚动时候倒退的现象也越显著（D点移到了D'点）。

当火车前进的时候，火车的车轮凸出部分的下端也恰好跟我们这个实验里的火柴露出的部分一样，是向反方向移动的。

现在，我说在飞驰着的火车上有一些不是向前而是向后移动

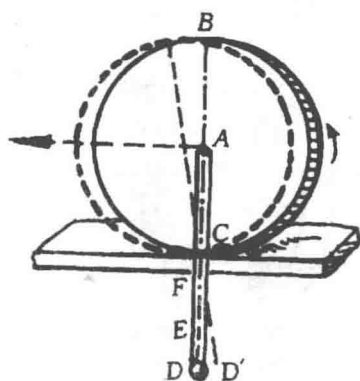


图5 硬币和火柴的实验。硬币向左方滚去的时候，火柴露在硬币外面的部分 F、E、D 各点却向反方向移动。

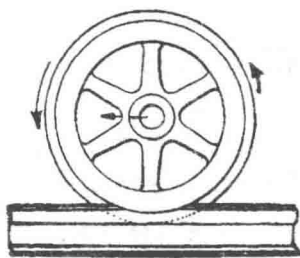


图6 当火车车轮向左滚动的时候，它的凸出部分下端却向右方（反方向）移动

的点，你已经不会觉得奇怪了。这个反方向的移动固然一共只延续几分之一秒。尽管在我们的印象里一向都没有这种认识，但是