

生活与科学文库

趣味力学

(日) 藤井 清 中込八郎 著
王桂兰 张海鸥 吴树森 译

生活与科学

文库

科学出版社

生活与科学文库

趣味力学

〔日〕藤井 清 中込八郎 著
王桂兰 张海鸥 吴树森 译

科学出版社

2001

見てわかる力学 藤井 清, 中込八郎

© Kyoshi Fujii/Hachiro Nakagomi

All rights reserved.

First published in Japan in (1982) by Kodansha Ltd., Tokyo

Chinese version published by Science Press Chinese Academy of Sciences

Under license from Kodansha Ltd.

本书据日本讲谈社 1990 年第 8 次印刷版译

图字: 01-2000-3678 号

图书在版编目 (CIP) 数据

趣味力学/(日) 藤井清等著; 王桂兰, 张海鸥, 吴树森
译. —北京: 科学出版社, 2001.7

(生活与科学文库)

ISBN 7-03 009595 2

I. 趣… II ①藤 · ②王 · ③张…④吴… III 力学-普及读物
IV .03-49

中国版本图书馆 (IP 数据核字 (2001) 第 039674 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码 100717

武汉大学出版社印刷总厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

*

定价: 12.00 元

序 言

最近，可以看到许多以非专业人员为主要读者的物理学普及读物。这对于拓宽自然科学，特别是物理学的一般读者的知识领域很有益。各书都在结构和内容上着意改进，我们读起来也很有趣。

当在这类书中新增加“趣味力学”（直译书名：“一读就懂的力学”）这本书时，我们尝试采用了教科书的形式。但这样一来，恐怕会有许多读者原本想看又缩手不前，或者根本就不想看下去了。造成这种局面的原因是，不管在哪个层面上，对日本教科书的评价都不好。尤其是高中以下的教科书中，有的写得是不请人讲解就无法明白。而与此相比，外国的教科书，书的结构暂且不谈，内容有趣的读物就不少。

虽然，从目前的各种情况来看，想立即将日本的教科书改成国外教科书那样几乎不可能，但我们准备借此丛书出版的机会，大胆尝试出一本日文版的趣味物理学教科书。书的内容停留在高中程度，这是考虑到读者若能

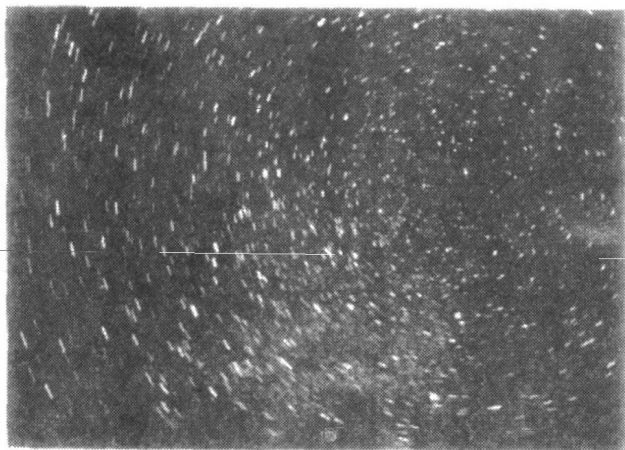
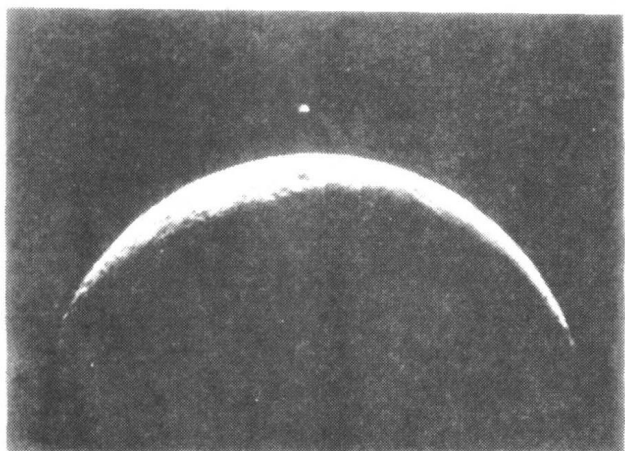
充分理解到这一水平的内容,现代科学技术基础中所需要的重点力学知识就基本掌握了。

由于本书不受指导学习要点的限制,因而采用了有益于论述通俗易懂,话题丰富的题材。需要数学的地方,即便是显而易见的情况也毫不犹豫地给出来。物理学内容通常先从相关的物理现象开始论述,本书各节均从丰富的图片开始来观察力学现象。

虽说是教科书的文体,但并非企望是能在教室里讲课使用的教科书。只要对于那些过去迫于社会形势使用了不足取的教科书,因而原本虽不,但后来变得讨厌理科、讨厌物理的人,或者现在正蹈此辙的人,通过阅读本书,能够有助于他们或因工作需要,或作为在现代社会中生存下去所需的教养,甚至作为弥补在学校学习的不足,而再一次重新看待物理,重新认识物理的本来面目,作者将感到十分欣慰。本书虽然是教科书的结构,但我们力图使大家即便不按顺序,只取自己喜欢的部分也能看懂。并且,在书中随处插入了一些猜答式的提问。书中的计算现在可用计算器进行,因而可用来确认自己的思路是否正确。我们衷心期待这样轻松地看过本书后,爱好物理学的人会有所增加。

最后,我们向为本书的顺利出版而给予全力支持的讲谈社科学图书出版部的高桥忠彦先生表示深切的谢意。

编者





序言

第一章 运动和运动定律	(1)
1.1 以什么为基准来观察运动 (运动和坐标系)	(2)
1.2 兔子和乌龟, 哪个跑得快 (决定快慢的方法)	(8)
1.3 “快慢”和“速度”	(13)
1.4 速度变化的意义	(17)
1.5 加速度不变的运动 (伽利略研究的经过) ...	(25)
1.6 什么是自然运动	(33)
1.7 力和加速度	(38)
1.8 惯性与质量 (“汽车不能骤然停下” 的物理学 意义)	(42)
1.9 力的测定	(50)
1.10 作用和反作用	(55)
第二章 各式各样的运动	(61)
2.1 行李从行驶中车辆的行李架上落下 (叠加运动)	(65)
2.2 有关运动的“找朋友”	(73)
2.3 猴子与猎人	(81)
2.4 作圆周运动所需要的力——向心力	(88)

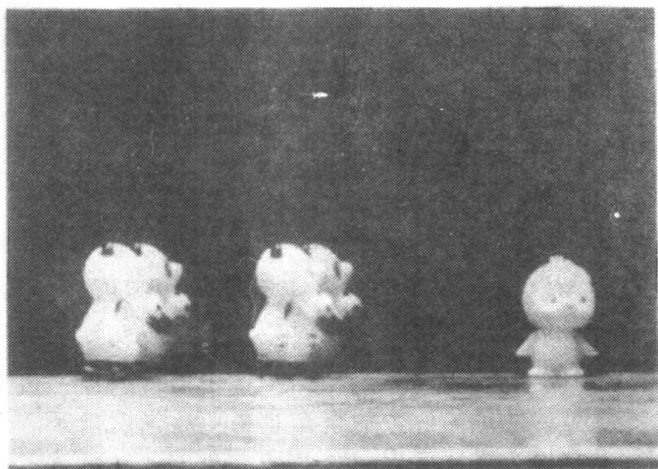
2.5	“上天的运动”的秘密	(93)
2.6	摇动摆的力	(103)
2.7	本垒球的轨迹	(111)
2.8	急刹车的冲击	(118)
2.9	向心力还是离心力	(124)
第三章	运动定律的扩展	(131)
3.1	因碰撞而改变的和不变的	(135)
3.2	机械作用	(145)
3.3	运动的势和能	(152)
3.4	力能	(157)
3.5	反弹的球	(164)
3.6	“弥次郎”和平衡	(170)
3.7	旋转运动定律	(178)
3.8	“滑动”和“滚动”的区别	(182)
3.9	旋转技巧的解析	(189)
3.10	陀螺	(194)
第四章	变形体力学	(201)
4.1	弹性和塑性	(204)
4.2	可压缩的是气体, 不可压缩的是液体	(214)
4.3	静止流体与压力	(219)
4.4	浮力游戏	(226)
4.5	流体中的压力	(235)
4.6	流动及其阻力	(242)

第一章

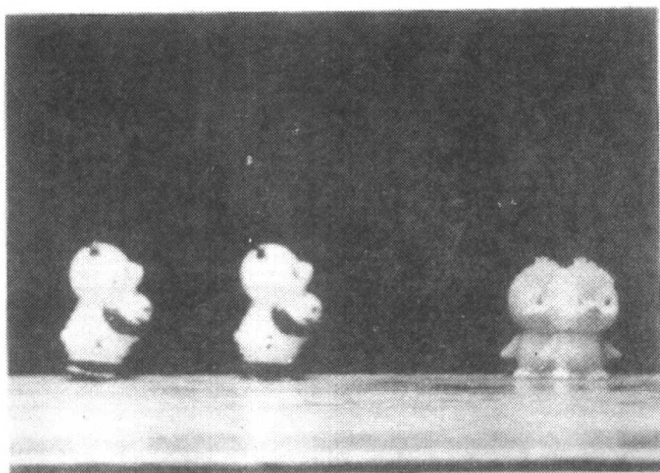
运动和运动定律

在我们的周围，有各种各样的物体作着各式各样的运动。当然，其中也有看上去静止不动的。于是，为了区别静止和运动，区别运动物体不同的运动方式，人们做出约定并探求产生这些不同的原因，由此就建立起运动定律。力的概念也由此逐渐明确了。

本章将首先搞清支配运动的定律，然后讨论一下怎样才能应用这些定律来说明具体的运动。



(a)



(b)

1.1 以什么为基准来观察运动

——运动与坐标系

2 页上的两张照片，从画面的玩具娃娃一看就知道，是同样状态的多次闪光的多重照片。但画面内容的拍照方法却各不相同。

实际上在研究室的桌子上放着小鸡木偶，在桌子上如同“移动人行道”那样，有一块以一定速度移动的板子，在板子上放着熊猫木偶。

接下来用安置在实验室地板上的照相机拍摄的是照片 (a)，安置在与熊猫坐的板子以同样速度移动的台子上的照相机拍摄的是照片 (b)。观察这两张照片就会明白，静止还是运动，或者是怎样运动，全是由观察者与物体之间的相对性决定的。

这样看来就会明白，考虑运动时，首先必须搞清楚观察的结果是相对什么基准所作的运动。要定量表示运动，则只要在此基准上设定有原点的坐标系，研究该坐标系内物体的位置 and 变化即可。

这样的坐标系，原则上怎样选择都可以。一般是取地面或是建筑物的地板、墙壁等。有时也像图 1.1 的照片那样，相对建筑物的地板而运动的移动人行道上站立着的人以自己为基准。但是，这个新基准相对地板作什么样的运动呢？抓住这个要点，就容易理解从各种不同的立场观察同样的现象所得到的结果了。搞清各自的立场，相互尊重站在各自立场上所讲的内容，从而产生共识，这一重要性并非仅限于政治世界。

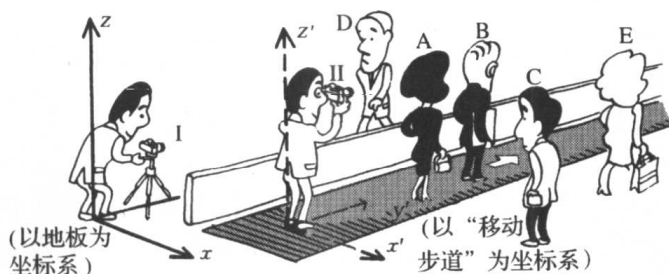


图 1.1 相对于照相机 I 来说，C 以外的所有人都在动。相对于照相机 II 来说，拍摄的情况是除 A、B 外的人都在动。但是，他们的运动方向和速度与照相机 I 所拍摄的结果不同

然而，在物理的世界中，是希望用尽可能简单的定律来说明尽可能广泛的自然现象。因此，选取说明运动时的坐标系时，有一个既定的方针。例如，我们站在地上时，夜空中的星星好似以地球为中心一昼夜绕行了一圈。但是，很早以前的人也察觉到过，有几个星星，尽管同样绕地球转动，但却改变了相对其他星星的位置，好像在晃晃悠悠地漫步。这些就是水、金、火、木、土星这 5 个行星（Planet，这一英文单词源自希腊语，原意为漫步）。为了说明这一运动，托勒密之外的人认为行星是在以地球为中心的圆形轨道上沿着一个小圆转动着。但是，改变一下看法，地球也绕以太阳为中心的轨道转动，以这个转动的地球为基准来看同样（当然轨道半径和周期不同）绕太阳转动的姐妹星，这样一想，说明就很容易了。这就是我们现在采用的“地球说”的解释。由于这一思想转变，不久即建立起能用一个定律说明地球上的物体运动、天体运动的理论体系。这话题我们改在以后再说吧。

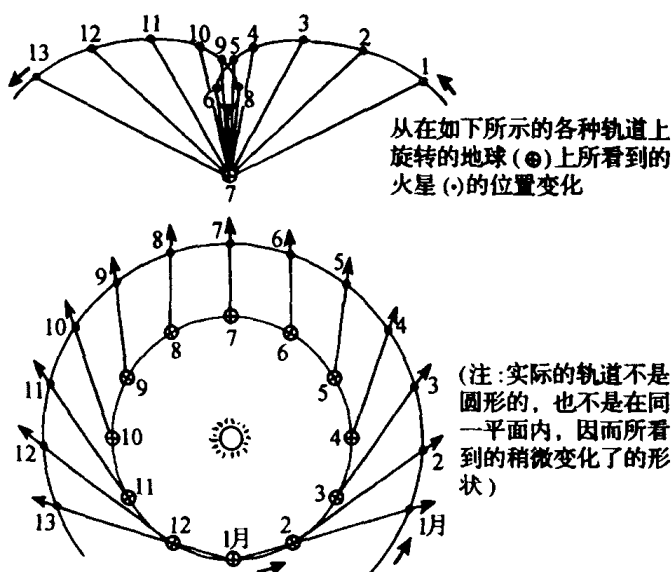


图 1.2 行星一词的来源

多次闪光放电管

用充电电容使充满氙气的放电管发光的装置的商品名是闪光放电管。

闪光放电管中有只能一次发光的和能够连续发光的。前者叫闪光放电管,后者叫多次闪光放电管。我们在照相时用的是—次闪光放电管,它的电路如图 1 所示。图 1 中 E 是 350~500V 的直流电源, C_1 、 C_2 是电容, R 是电阻。将输入端与相机的同步接点相连接,按下闪光灯,就因 C_2 的放电,在触发线圈中产生高电压,放电就开始了。而这时在放电管中流动的是储存在 C_1 里的电。

而在多次闪光放电管中,采用图 2 所示的电

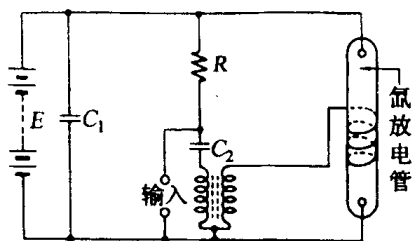


图 1

路。在输入端加以数伏的正脉冲，就会因 C_2 的放电产生高电压而开始放电。此时在放电管中流动的是 C_3 中存储的电。

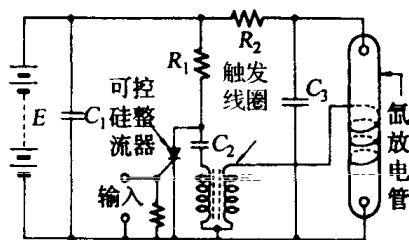


图 2

图 3 是方波发生器，在 C 为 $0.22\mu\text{F}$ 时产生的 $11\sim 24\text{Hz}$ 的正方波。这时将输出端与图 2 的输入端一接通，放电管就会连续发光。

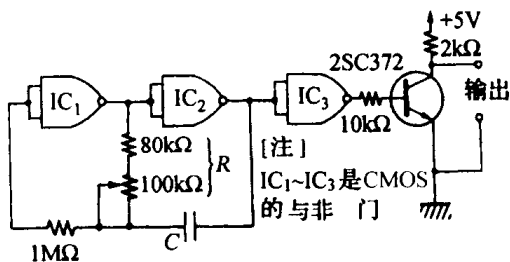
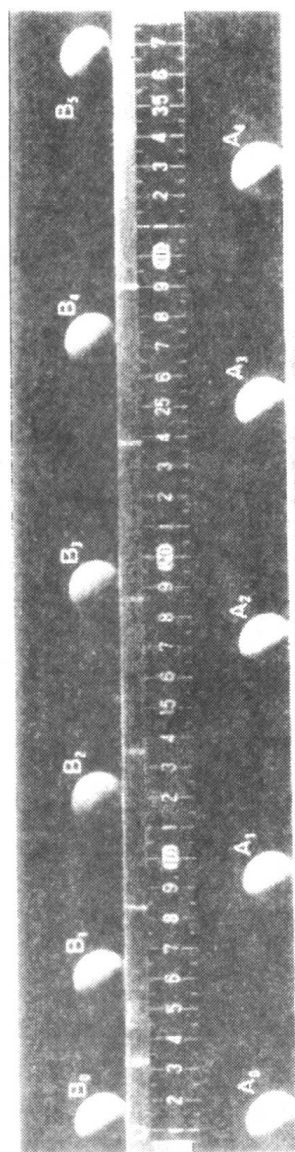


图 3



上为照片1, 下为照片2

1.2 兔子和乌龟，哪个跑得快

——决定快慢的方法

大概是儿时听到的故事，说的是乌龟与兔子赛跑，乌龟比同时出发的兔子还早些到达终点，所以乌龟比兔子跑得快。即，起点和终点间的距离，乌龟比兔子在更短的时间里跑完了，所以（全部距离÷全部时间）所求得的快慢的值是乌龟的大。

但是，这一期间，假设乌龟如第7页照片2的球A那样，以始终不变的速度连续跑来计算其速度。而观察由多次闪光放电管得到的多重照片可知，球B在与球A同时通过相当于起跑线的O点后的 $1/25$ 秒间跑过的距离比A短，因此，在这个时间带球B比球A慢。但是，观察到达相当于终点P之前 $1/25$ 秒间跑过的距离，则球B的长，因而在这个时间带可以说球B快。

不过，由照片可知，球B是逐渐加速去追球A的，但球A还是早一刹那到达了终点P，所以最终兔子输给了乌龟，B比A慢这一说法成立了。

但是，儿时听到的故事中，兔子一动不动地大睡了相当长时间，所以仅就跑动的状态而言，肯定像兔子自夸的那样“比乌龟跑得快”。

为了不产生这类语言上的混乱，物理学中考虑运动时，是将由全路程移动求得“平均速度”和在某一瞬间前后尽可能短的时间 Δt （读作德尔塔 t ，意思是关于 t 的极小值）内移动的距离 Δs 求得的“（瞬时）速度”区别考虑的。今后只要说到速度，指的就

是瞬时速度。有必要的话，则像“某某时刻的速度，或者是通过点 x 时的瞬时速度”那样来表示。

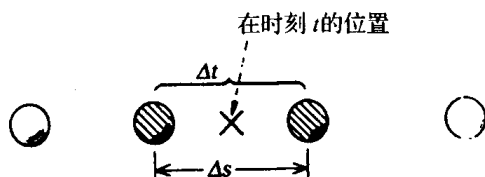


图 1.3 “ t 时刻的速度” $v = \Delta s / \Delta t$

如照片 2 中球 A 所示，在任一瞬间求得的速度都有相等的值。作这样的运动的速度也和长时间内求得的平均速度一致。但是，一般来说，可以预想到速度是在变化的，因此，原则上在各个瞬间需要弄清其瞬时速度。

因此，若要从整体上把握运动的内在规律，就需要用由闪光放电管得到的多重照片所捕捉各瞬间的位置，然后将其表示在以纵轴为距离，横轴为时间的曲线上，这样就容易理解了。

我们将前述的照片上的球 A，球 B 的运动表示在以 0 点为原点的曲线中就成了图 1.4。对于速度一定的球 A，其特征是直线。与此相比，速度时刻变化的球 B，则为曲线。后一种情况下，速度是逐渐增加的，这在曲线上就表现为曲线的斜率逐渐变大。实际上，在位置与时间的曲线上的各点处与曲线相切的切线倾角的大小就对应了该物体在该时刻的运动的快慢。

考虑到这一点，重新观察图 1.4 所示曲线，就可知道，球 B 起初比球 A 慢，但在途中比 A 快起来。不过，A 到达 P 点时为止，B 移动的距离比 A 稍稍短