



学物理， 就这么简单！

趣味实验与 科学史中的物理学

〔日〕渡边仪辉/著

唐璐 滕永红/译

Life 生活科学馆

四色全彩





学物理， 就这么简单！

趣味实验与 科学史中的物理学

〔日〕渡边仪辉/著

唐璐 滕永红/译



科学出版社
北京

内 容 简 介

你还在为学不好物理而烦恼吗?那些看不见、摸不着、过于巨大、极其微小的各种物理现象是否是你学不好的绊脚石呢?

为了研究我们身边的物理现象,许多科学家从一次次的实验中得到灵感、获取真理。可以说想要打下坚实的物理基础,实验是最好的选择。本书中,专家使用各种科学实验带领你一步步回顾科学史,同时还会耐心地提示要点,这一切都是为了使你身临其境地体验物理学的乐趣。

本书适合青少年读者、科学爱好者以及大众读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

学物理,就这么简单!趣味实验与科学史中的物理学 / (日) 渡边仪辉著;唐璐,滕永红译. —北京:科学出版社,2014.6

(“形形色色的科学”趣味科普丛书)

ISBN 978-7-03-040510-4

I. 学… II. ①渡…②唐…③滕… III. 物理-普及读物 IV. 04.49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第084566号

责任编辑:徐莹 杨凯 / 责任制作:胥娟娟 魏谨

责任印制:赵德静 / 封面制作:铭轩堂

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京画中画印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年6月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2014年6月第一次印刷 印张:7

印数:1—4 000 字数:150 000

定 价:39.80元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



感悟科学，畅享生活

如果你一直在关注着“形形色色的科学”趣味科普丛书，那么想必你对《学数学，就这么简单！》、《1、2、3！三步搞定物理学》、《看得见的相对论》等理科系列图书和透镜、金属、薄膜、流体力学、电子电路、算法等工科系列的图书一定不陌生！

“形形色色的科学”趣味科普丛书自上市以来，因其生动的形式、丰富的色彩、科学有趣的内容受到了许许多多读者的关注和喜爱。现在“形形色色的科学”大家庭除了“理科”和“工科”的18名成员以外，又将加入许多新成员，它们都来自于一个新奇有趣的地方——“生活科学馆”。

“生活科学馆”中的新成员，像其他成员一样色彩丰富、形象生动，更重要的是，它们都来自于我们的日常生活，有些更是我们生活中不可缺少的一部分。从无处不在的螺丝钉、塑料、纤维，到茶余饭后谈起的瘦身、记忆力，再到给我们带来困扰的疼痛和癌症……“形形色色的科学”趣味科普丛书把我们身边关于生活的一切科学知识，活灵活现、生动有趣地展示给你，让你在畅快阅读中收获这些鲜活的科学知识！

科学让生活丰富多彩，生活让科学无处不在。让我们一起走进这座美妙的“生活科学馆”，感悟科学、畅享生活吧！

前 言

大家听到“物理”这个词时，会有怎样的印象呢？是不是觉得小学、初中时的“理科”、“科学”还是让人愉快的，但高中以后的物理就变得难以理解、计算也繁琐起来了，一定有人对物理没什么好印象吧？

我自己也是如此，虽说自己现在正在高中和大学教授物理，但我在高中时的第一次物理考试（力学）中，竟然只得到了3分（满分100分）！真是惨不忍睹啊！读大学的时候，一年级必修的物理学概论（力学）的学分我也没拿到，多亏指导老师照顾情面，我才得以升入二年级。

物理成绩那么差的我现在却相信“物理是让人愉快的、了不起的科学”，并想帮助更多的人重拾信心，向大家传递学习物理的乐趣。成为教师后，我总在想，过去的物理确实让人费解，就算有些理科底子，分数也难以提高，结果很多人就讨厌物理了……这么说来，要想让大家喜欢物理、学好物理就没有办法了吗？日本在经济高速增长时期，工厂里机器轰鸣，数不清的产品被运送到国外。在机械的设计、配备、调试中，物理知识是必不可少的。对推进工业化进程的日本来说，物理是非

常重要的学科，有很多事情要求对物理的研究必须达到一定水平。苏联人造卫星的发射成功史称斯普特尼克危机（Sputnik Shock）（斯普特尼克1号是苏联于1957年发射的第一颗人造卫星），这也成为美国将战略重点转移到物理教育、开始制造对月火箭、实施阿波罗计划的主要原因。

认为小学的理科实验是纯粹的乐趣、中学的科学课程大概也能够看懂的人，到了高中物理这个分界点，分数就变得难以提高了，他们往往就会想“是不是我真的不擅长学物理啊？”这样的人应该很多。

随着时代的发展，大机器生产时代已经成为过去，人类社会已经进入信息化时代。我想如果有机会的话，不擅长高中物理的人还是尝试再好好学一次吧。

本书中没有让人费解的公式和计算，都是用尽量简单易懂的语言将物理具有代表性的五大领域——力学、热力学、光学、电学和流体力学用历史故事与实验互相穿插的方式介绍出来。这样一来，无论是喜欢物理但又苦于学不好的人，还是从现在开始将要学习物理的初中生和高中生，都能够轻松愉快地读懂了。

物理要对各种各样的自然现象用算式或定律进行说明，然而这些算式或定律并不是突然出现在教科书或论文中的，它们始于亚里士多德时代，经过许许多多科学家、哲学家用自己的智慧，通过一次又一次的实验不断继承和发展得来的。古人会对某种自然现象的原因做出

一种解释，下一个时代的人们在继承的基础上又做出其他解释，到了现代，又会发展出新的解释……因此，懂得物理的发展史非常重要。物理的发展史并不是指“算式第一次出现”的年代，而是要追溯某个算式到底经过了哪些发展历程……这些历程中包含着争论、坚持、友谊等许许多多的曲折故事。了解了这些，我们才能够初步感受到物理的乐趣和奥妙之处。

正因为如此，本书也可以说是一本物理的入门书。高中和大学中没有学习物理的人，也就是文科生们也可以轻松地愉快地阅读。读者在掩卷之时，哪怕有一个人会因此对物理产生兴趣，进而喜欢上物理，作为作者的我都会感到无比喜悦。

力学、热力学、光学、电学和流体力学，在这些领域人类都有过哪些认识，建立了哪些理论？希望大家不仅仅阅读内容，也要亲自动手做一下实验，来体会“人类最伟大的遗产——自然科学”（阿尔弗雷德·诺贝尔）的乐趣。

渡边仪辉

目 录

CONTENTS

第1章 力学的研究

亚里士多德的运动学说与落体运动

亚里士多德对地球表面自然运动的观点	2
亚里士多德对非自然运动的观点	4
对亚里士多德运动学说的批判	6
亚里士多德运动学说的矛盾	8

伽利略的成就与运动理论的发展

伽利略的发现①	
单摆的等时性	10
伽利略的发现②	
下落距离与时间的平方成正比	12
伽利略的发现③	
不同质量的物体在真空中同时落地	14
伽利略的发现④	
抛物运动是两种运动的合成	16

力、动量、动能的区别

力的分类	18
真空中的抛物运动	20
保存在物体中是 mv 还是 mv^2 ?	22
动量守恒与能量守恒	24

力的定义

怎样定义力的大小?	26
力是如何改变运动的?	28
力与质量、加速度的关系	30
物体的受力平衡	32

惯性质量与引力质量

伽利略的假想实验与惯性定律、惯性质量	34
广义相对论与包含质量来源之谜的基本粒子	38

力学的研究 结 语



第2章 热学的研究

热是什么?

古人对热的认识	42
燃素说与热质说	44
热是能量的一种形式	46
热运动	48

气体分子的运动

为什么用100℃的水蒸气	
蒸桑拿不会被烫伤?	50
比较气体分子的速度	52
衡量气体分子运动的尺度	
——绝对温度	54
相同温度下气体分子的	
运动速度都相同吗?	56

热机的原理

热机的工作原理	58
热机必须及时散热才能	
连续运转	60
热机效率的提高	62
加热与冷却	64

热力学第二定律

热力学第一定律的	
适用范围	66
热机的效率可以	
达到100%吗?	68
第一类永动机与	
第二类永动机	70
麦克斯韦妖	72

热的传递方式

热传导:振动的传导	74
热对流:流动介质引起	
热量传导	76
热辐射:用电磁波传递热量	78

热学的研究 结语

第3章 光学研究

光的直射和折射

光沿着直线传播	82
人眼为何能看见东西?	86
凸透镜为何能成倒立的实像	88

光的粒子性和波动性 古典编

光为什么会发生偏折	90
惠更斯原理	92
费马原理	94
双折射与光的粒子性、波动性	96

光速测定与波动说反败为胜

罗默测定光速	98
托马斯·杨的活跃	100
菲涅耳反败为胜	102
水中的光速测定与	
波动说的胜利	104

以太之谜

阿拉果的疑虑	106
以太风	108
光速不变原理	110

光的粒子性和波动性 近代编

19世纪的乌云	114
光量子假说	116
光的粒子性能说明	
什么问题呢?	118
光的波粒二象性的影响	120

光学研究 结语



第4章 电学的研究

静电时代

静电力的首位发现者是谁?	124
医生吉尔伯特的出版物	126
电介质极化	128
何谓静电感应?	130

静电的性质

储电装置的发明——莱顿瓶	132
静电放电	134
电量和静电力的关系 ——库仑定律	136
库仑定律的第一位 发现者并非库仑	138

从静电到动电

动物电和金属电	140
伏特电堆	142
从电堆开始发展	144
热电和塞贝克效应	146

用电探索物质的性质

电 解	148
欧姆定律发现前夕	150
欧姆定律	152

直交之争

直流和交流	156
直流输电的缺点和交流 输电的优点	158
爱迪生VS. 尼古拉·特斯拉	160

电学的研究 结 语

第5章 流体的研究

层流和紊流

何谓流体力学?	164
层流和紊流的区别	166
层流中还有漩涡?	168
紊流研究与前沿科学有关	170

静止流体

水压会作用于各个方向 ——帕斯卡定律	172
为什么会产生浮力?	174
容易弄错的阿基米德定律	176

表面张力

为什么会产生表面张力?	180
表面张力和数学研究	182
弱化表面张力的界面活性剂	184
毛细现象的奇特之处	186

伯努利定律

伯努利父子的恩怨	188
正确理解伯努利定律	190
流体力学中的能量守恒定律	192
伯努利定律的错误使用	198

升力的产生

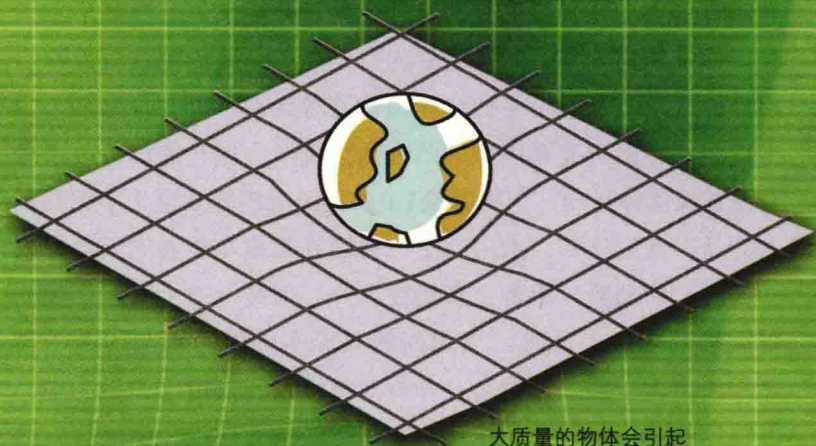
康达效应	200
升力是怎样产生的?	202

流体的研究 结 语

后 记	207
参考文献	209
译后记	211



力学的研究



大质量的物体会引起
空间弯曲

亚里士多德的运动学说和落体运动

伽利略的成就与运动理论的发展

力、动量、动能的区别

力的定义

惯性质量与引力质量

物体被用力抛出后，为什么会沿着曲线飞出去呢？这个问题你能回答出来吗？运动学理论的发展历史就是从小问题开始的，对这个问题的思考体现着人类思想的延续和传递。让我们一起回顾物理的基础——力学的研究历史，看看人类对物体运动的认识都经历过怎样的发展和变迁……

亚里士多德对地球表面自然运动的观点

人类对力学的探究最远可以追溯至公元前4世纪。古希腊哲学家亚里士多德将自然界的运动分为**自然运动**和**非自然运动**两种。不施加人为外力的运动称为自然运动，其典型代表就是自由落体运动。亚里士多德这样理解这种运动：“石块来源于泥土，因此有回到其原本所属的天然位置（大地）的趋势，于是会做直线落体运动。”用**实验1**中的例子来解释亚里士多德的观点的话，就应该是：水中的空气有回到其原本所属的天然位置（大气）的趋势，于是会直线往上升。但是，由于气泡在黏性很大的液体中上升时，气泡回到其原本位置的力与周围“黏滞”的阻力平衡，气泡会上升得非常缓慢。自由落体运动中**下落物体的速度与重量成正比**，与物体受到的（水、空气等）的**反作用力（阻力）成反比**。这就是亚里士多德对**地球表面自然运动**的观点。

但是，仔细想一下就会发现，这种观点本身充满了矛盾。为了使空气的阻力相同，我们用同样大小、同样形状的1kg和10kg的物体做自由落体运动，二者的下落速度应该相差10倍，但我们实验一下就会发现，两个物体几乎是同时落地的。而且，下落速度与阻力成反比的话，空气密度如果变为原来的1/2，速度应该会成为原来的2倍；空气密度如果变为原来的1/1000，速度应该成为原来的1000倍。以此类推，**真空中的阻力基本为0时，速度应该趋近无限大**。这就意味着物体在真空中无论从多高的高度下落，瞬间就能够到达地面，显然这是不可能的。

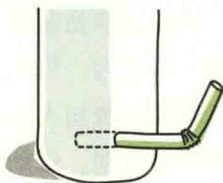
实验1 使物体上浮的力与阻力平衡

材料准备

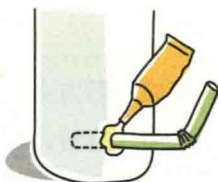
冲大麦茶时使用的塑料制长形容器、吸管、洗衣液、
锥子、黏合剂

实验步骤

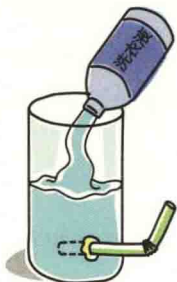
- 1 在容器的下方用锥子开一个口，插入吸管。



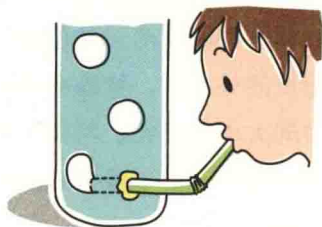
- 2 为防止吸管不牢固，用黏合剂进行固定。



- 3 从容器上方缓慢倒入洗衣液。为了避免起泡沫，倒入时一定要慢。



- 4 用嘴吹吸管，将气体吹入，空气气泡就会缓慢地以“相同的速度”往上升起。



实验小贴士

洗衣液的种类很多，黏性过强的洗衣液有时会使气泡停留在瓶底。发生这种情况时，在洗衣液中稍加点水调稀一些。商店里也销售稀一些的洗衣液。

原理解释

洗衣液的黏性带来的阻力会随着气泡的上升速度同比例增大。开始时，气泡因为浮力慢慢上升，但阻力随之变大，浮力与阻力平衡时，气泡匀速上升。

亚里士多德对非自然运动的观点

亚里士多德曾断言**自然界厌恶真空**，他认为“地球表面不存在真空，所以速度无限大的情况不会出现”，并以此作为对前述矛盾的反驳。

亚里士多德还把投掷、敲打、摇动等因外部强制施加力的作用而产生的运动状态称为**非自然运动**。他认为，物体具有要回到其本来所属的天然位置的性质，当对物体施加人为的、与此相反的外力时，**物体会向外力作用的方向运动，运动速度与外力的大小成正比、与阻力和物体的重量成反比**。我们用这种观点来解释一下“投掷石块时，石块会做抛物运动”这种现象的原因。

石块被扔出去并在空气中行进时，石块的后方会形成真空。因为自然界厌恶真空，空气马上从四面八方进入石块后方，从后方推着石块向前运动，这个力就是维持石块运动的**原动力**。力作用在物体上时，物体就会向着力的方向运动。抛物运动中，如果在运动方向的切线方向没有力作用的话，运动就不会持续。力隔着很远的距离，接触不到物体，当然不会传递过来。物体接触到的只有空气，因此是空气在推着物体运动。可以证明（**实验2**），物体运动后方会形成旋涡。这个旋涡就是空气流入，真空消失的证据。

现在大家都知道亚里士多德的这个主张是错误的。然而，到底是哪里出了问题呢？

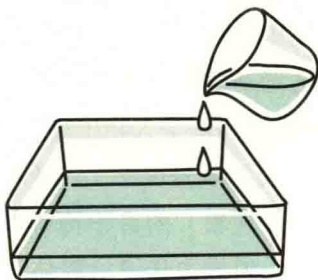
实验2 卡门涡街

材料准备

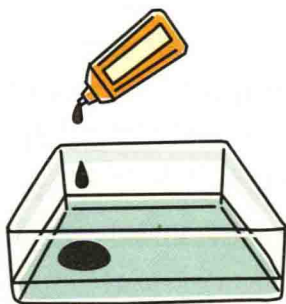
饭盒大小的容器、牛奶、墨水、铅笔

实验步骤

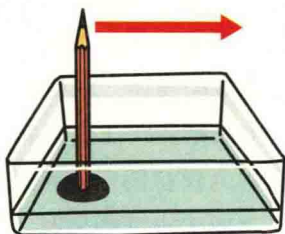
- 1 用水将牛奶稀释、倒入容器中，深度大约为5mm。静置备用。



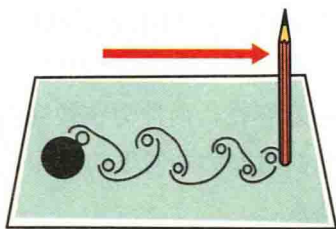
- 2 将墨汁在容器的一端滴入几滴。



- 3 将铅笔直立于滴入墨水的水中。



- 4 按照一定速度慢慢地横向移动铅笔，铅笔后方就会出现好看的旋涡。这种旋涡被称为“卡门涡街”。



实验要点

改变铅笔的运动速度或者粗细程度，旋涡的数目和频率也会变化。至于这种旋涡为什么会发生，在第5章“流体的研究”中我们再详细解释。

对亚里士多德运动学说的批判

越多人认为通过仔细观察实际现象来探求现象发生的原因是理所当然、毋庸置疑的，去批判和推翻这种结论就会变得愈加困难。特别是对于亚里士多德的“物体的运动方向与施加的外力方向一致”这种观点，现代的高中生和大学生也容易凭感觉相信。然而后来，与亚里士多德的运动学说，特别是与“空气从后方推动物体”这种观点持不同意见的两个人物出现了。

一个人是活跃在公元前2世纪，发现了岁差现象（自转物体的自转轴为保持圆形旋转而出现的偏向现象）的**喜帕恰斯**。他认为：“向上投掷物体时，手把向上的**内嵌力**传递给物体。物体刚被投掷后，因为内嵌力比物体的重量大，所以物体向上飞。内嵌力消失后，物体就又回到了手上。”

另一个人是活跃在6世纪的**斐洛劳斯**。他认为：“向上抛出物体的手对物体施加了**冲力**，这个力可以**内化**在物体当中。冲力耗尽了，物体就不再运动，最终会落下来。”这两种观点非常相似，但也有区别。内嵌力一直到物体落到地面上都会一直存在，而冲力在最高点时恰好耗尽。前一种观点认为，向上的内嵌力与向下的重力大小相等、方向相反时，物体达到最高点。

那么，这两种观点后来有怎样的发展呢？**实验3**或许会带给你一些思考和启发吧。

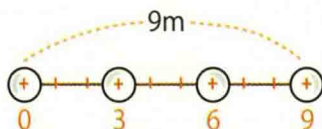
实验3 听听自由落体的声音

材料准备

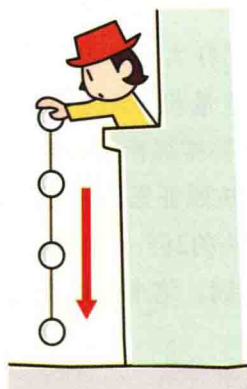
一根9m长的线、4个乒乓球、透明胶

实验步骤

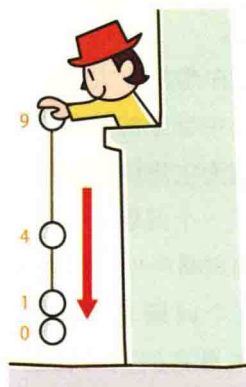
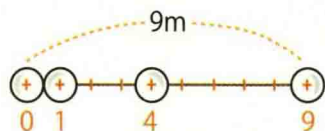
- 1 将9m长的线3等分，在两端和等分点处粘上乒乓球。



- 2 将线展开悬挂（9m比较长，尽量从高处向下放），松手让线和乒乓球落到承接物上。啪……啪……啪……啪，你会听到节奏逐渐加快的4次声响。



- 3 这一次，我们在0m、1m、4m、9m处重新粘上乒乓球，再一次让它们做同样的落体运动。



- 4 这次你听到的将会是时间间隔相等的4次声响。

实验要点

也许你想用重一些的砵砵或铅坠代替乒乓球，但太重的物体可能会把承接物砸坏，所以还是使用乒乓球为好。