



科普知识大观园 · 走进奇妙的科学实验世界

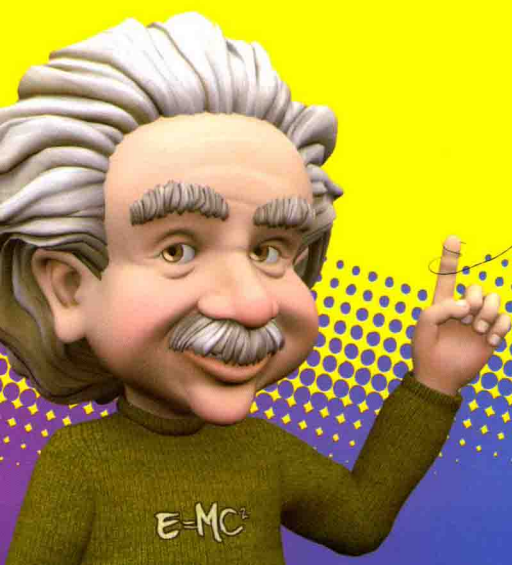
就地取材

玩物理

I

【德】
纳赫蒂加尔
J·迪克赫费尔
G·彼得斯
郑仁浩◎译

想知道德国人是如何做物理实验的吗？
原来身边的材料也能做实验！



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



科普知识大观园 · 走进奇妙的科学实验世界

就地取材

玩物理 I

【德】D·纳赫蒂加尔 J·迪克赫费尔 G·彼得斯 郑仁蓉◎著



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

前行轮缘上的点可以后退？洞眼可以不漏水？……两个不带电的气球可以相吸？火焰可以向下燃烧？……弦乐、管乐原理何在？为什么快艇在水上划出的波有确定的夹角？……日常生活中，有太多的现象疑团吸引着我们好奇地思索。本书以实验、游戏、魔术等多种方式引导读者就地取材玩玩力学、热力学、振动和波三大方面的基础物理实验，并探讨了实验中众多千奇百怪现象背后的原因。希望读者在实验和探索之中，体会学习物理之乐。

图书在版编目(CIP)数据

就地取材玩物理. 1/(德)纳赫蒂加尔等著. —上海:上海
交通大学出版社,2015
(科普知识大观园. 走进奇妙的科学实验世界)
ISBN 978-7-313-12350-3

I. ①就… II. ①纳… III. ①物理学—实验—普及读物
IV. ①O4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 270056 号

就地取材玩物理 I

著 者:[德]D.纳赫蒂加尔 J.迪克赫费尔
G.彼得斯 郑仁蓉

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 制:常熟市文化印刷有限公司

开 本:787mm×960mm 1/16

字 数:236 千字

版 次:2015 年 3 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-12350-3/O

定 价:39.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

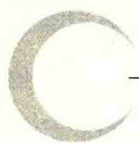
印 张:13.75

印 次:2015 年 3 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0512-52219025



Preface

前言

本丛书包括Ⅰ,Ⅱ两册,第Ⅰ册分力学、热力学、振动和波三大部分,第Ⅱ册包含电和磁、电子学、光学三大部分。两册均以基础物理实验做引导,在就地取材玩物理、做实验的基础上,在探究实验现象产生的原因中认识、学习、理解物理,进而欣赏物理之美,享受学习物理之乐。

本丛书有三大亮点:

(1) 实验数目多,多达 365 个,力、热、声、光、电、磁、电子学等基础物理内容均有覆盖。读者通过一边阅读一边做实验会对物理科学涉及面之广泛有一个初步概念。

(2) 每个实验都有一个精华提炼、诱人耳目的副标题,实验材料、实施过程、注意事项均有较详细的介绍。实验形式也比较多样:有感觉认知、常见物理现象的再现、探索故事、游戏、魔术等,读者会在自己动手实验的进程中体会物理的细节和实验成功的喜悦。

(3) 在中学知识范围之内,对实验现象产生的原因进行了细致入微的讨论和顺势而为的应用拓展,间或穿插了一些相关的科学或科学家的小故事。读者会在感悟现象背后的物理思想之中实现知其然又知其所以然,顺便了解一点有趣的科学发展史。在内心深处好奇的精神需求得到一定满足的同时,体验到无比的愉悦。

以上三大亮点源自本丛书特殊的写作经历。此书的第一作

者 D. 纳赫蒂加尔(Dieter K. Nachtigall)是德国多特蒙特大学的教授,一位享誉国际物理教育学界的知名学者,是他提供了由他和他的两个学生撰写的、本丛书的初步手稿。因为德国人的文化背景、思维方式与中国人有所不同,即使是同样的物理原理,有时他们也会表现出与我们不完全相同的视角,扩大了我们的视野,让中国人很有新鲜感。这点在本丛书实验的选择上体现得淋漓尽致。

可惜纳赫蒂加尔教授于 2010 年不幸逝世,于是除了翻译、还有大幅度补充、修改初稿的任务,就落在了第四作者,一位中国教育工作者的肩上,加上出版社从出版角度提供的宝贵意见,使此丛书又添加了明显的、读者熟悉的中国风格。

本丛书适合的读者包括:

(1) 中学物理老师、小学自然课老师、各种青少年活动中心的科学老师及他们的学生。此丛书为他们和他们的学生开展课外科技活动、启蒙学生的好奇心和对科学的兴趣提供思路、素材和参考教材。

幼儿园大班的学生可以观看老师选出来的演示实验,潜移默化感受“科学”的熏陶;小学生可以观看演示或模仿老师做一些合适的实验,初步了解物质世界的神奇,激发对“科学”的兴趣;初中生可以在观看演示和动手中学到只靠课本学不到的、定性的或初步定量的物理实验和理论知识;高中生则可在老师指导下动手做实验之中,定性又定量地学习物理知识,切实掌握实验中隐含的物理思想。

但愿此丛书能成为开启学生学科学的兴趣、点燃孩子们智慧之光的星星之火。

(2) 基础物理研究者。他们在利用本丛书直接或间接指导学生的过程中,可以探索基础物理教学的规律,帮助实现最佳教



学效果。

(3) 其他物理爱好者。物理是一门形象思维和逻辑思维紧密结合的实验学科,它还是我们研究看得见、看不见的整个物质世界的基础,是与生产生活密切相关的各种设施设备的重要原理基础。一旦进入,体会到其中的乐趣,会有一种欲罢不能的感觉。本丛书可以为这些好奇者们提供入门、进取或者消遣的借鉴。

因为各类读者的需求不同,本丛书的用法可以各取所需。做实验玩玩、探寻现象及其原因、甚至在本丛书的基础上进行更深入的研究。取其一、二、三单项或者多项,只要读者本人或读者群喜欢,都是不错的选择。

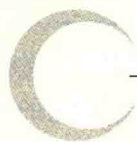
感谢上海交大出版社,感谢杨迎春博士、交大物理系孙扬教授、德国知名核物理学家 Peter. Ring 教授、德国多特蒙德技术(TU Dortmund)大学的 Werner Weber 教授;感谢原西南师大物理系、现西南大学物理学院的殷传宗、林辛未、陈志谦三位教授和纳赫蒂加尔教授的儿子 Christof Nachtigall 博士。是他们的热情帮助和支持,才使本丛书得以成形面世。

如果此丛书能得到中小學生、基础物理教育学界和其他爱好物理之人士的欢迎,将是对本丛书第一作者的最好纪念,也是对其余作者的最大奖励。

当然,本丛书在内容、写作方面的不足之处,也欢迎并感谢各位读者批评指正。

郑仁蓉

2015年1月于上海



Contents

目 录

第一部分 力学

一、长度、空间、时间和速度	3
实验 1 长度测量——你绝不会忘带的随身“标尺”	3
实验 2 速度测量——体验和感知	3
实验 3 测量时间——蜡烛钟	4
实验 4 时间和知觉——形体时间和形体外形	5
实验 5 空间知觉——人脸描述,你能抓住特点吗?	6
实验 6 距离感觉——大脑司令部有时也会出错	6
实验 7 知觉表达的遗憾——平面表达立体及其运动	7
二、运动学	8
实验 8 火车轮缘上一点的轨迹有倒退,怎么回事?	8
实验 9 叠加原理 I——衣夹帮助实现两种运动叠加	9
实验 10 叠加原理 II——直尺也可以帮助运动合成	10
实验 11 叠加原理 III——行进中的车轮,轮辐速度大不同	10
三、牛顿定律(一)	12
实验 12 惯性定律——破坏惯性表演的罪魁祸首是什么?	12
实验 13 惯性 I——书的惰性	12
实验 14 惯性 II——洗澡间里的玩水游戏	12
实验 15 墨水涡流——旋转方向与陀螺相反	13
实验 16 惯性 III——与绳子黏不住的黏土球	14
实验 17 角速度——“旋转木马”的位置秘密	14

实验 18	橡皮水管——管内空气旋转排空法	15
实验 19	一个蛋的转动惯量——生蛋熟蛋鉴别	15
实验 20	烛焰的惯性——向着蜡烛运动加速度相反的方向运动	15
实验 21	惯性——水中表演	16
实验 22	惯性——巧与惯性作斗争	17

四、牛顿定律(二) 19

实验 23	力和加速度 I——手推车的省力诀窍	19
实验 24	力和加速度 II——弹力与加速度	19
实验 25	接住鸡蛋——控制加速度,减小物体受力	20
实验 26	质量和加速度——橡皮筋和衣夹来诉说	21
实验 27	力与加速度的匹配——旋转的伞面	21

五、牛顿定律(三) 23

实验 28	作用=反作用——比赛谁的力气大? 试了再说话	23
实验 29	作用力和反作用力——“活”力与“死”力有区别吗?	23
实验 30	相互作用——立定跳远的外部助力	24

六、力 25

实验 31	力的合成——橡皮筋和图钉帮你找方向	25
实验 32	力的分解 I——平行四边形法则教你二人合作	25
实验 33	力的分解 II——扫地的技巧	26
实验 34	一个鸡蛋的强度——拱桥智慧的源泉	27
实验 35	尖劈——又一种省力的方法	28
实验 36	胡克定律——自己动手验证科学定律	28
实验 37	斜面——坡度和弹力的较量	29
实验 38	摩擦力 I——简易渡船码头拴船术	29
实验 39	摩擦力 II——与接触面粗糙程度相关	30
实验 40	寻找棍棒的重心——静摩擦力和滑动摩擦力的胜败交替	30
实验 41	摩擦——计算滑动摩擦系数	31
实验 42	向心力——手动向心力和重物的平衡	33
实验 43	引力——一个薄膜模型	34



七、简单机械	35
实验 44 杠杆原理——检测力矩平衡	35
实验 45 杠杆——自制演示仪	36
实验 46 蜡烛跷跷板——活动的杠杆	36
实验 47 定滑轮——线轴定滑轮	37
实验 48 棒式下落机械	37
实验 49 滑轮组——以少胜多的棍棒滑轮组	38
实验 50 传动比——自行车棘轮传动比模拟	38
八、下落实验	39
实验 51 “施了魔法”的木球和铁球下落实验	39
实验 52 下落实验——意外的停表	39
实验 53 引力——自己测量重力加速度	40
实验 54 自由降落 I——模拟失重	41
实验 55 自由降落 II——不漏水的洞眼?	41
实验 56 平衡——活沙漏打破死平衡	42
实验 57 能量转换——破坏平衡	42
实验 58 自由下落——失重解“卡”	43
实验 59 超重与失重——逆反的重物	44
实验 60 制造加速度大于 g 的下落	45
九、重心	46
实验 61 一个纸板片的重心——用线寻找	46
实验 62 起立时的重心——坐姿起立的诀窍	46
实验 63 一个球的重心——偏离球心的重心特点	47
实验 64 重心——木、叉、玩杂技	47
实验 65 重心——积木玩杂技	48
十、动量与角动量	52
实验 66 动量守恒 I——直来直去的中心碰撞	52
实验 67 动量守恒 II——中心碰撞和偏心碰撞	53
实验 68 动量守恒 III——各行其道的偏心碰撞	53
实验 69 动量守恒 IV——反“碰撞之道”而行	54

实验 70	动量的传递 I——忠实的硬币传令兵	54
实验 71	动量的传递 II——小小橡皮泥,解决大问题	55
实验 72	反冲——流水前行,容器后摆	55
实验 73	反推力——蒸汽转动铁方盒	56
实验 74	吸管中空气的反推力——动作反向,效果却同向	56
实验 75	角动量守恒 I——转椅速度自动控制	57
实验 76	角动量守恒 II——旋涡中心的救命之理	57
实验 77	角动量守恒 III——旋涡模拟	58

十一、能量 60

实验 78	能量和弹性——弹性球与小钢球下落表现的差别	60
实验 79	热能——把沙子擦热	60
实验 80	张力能——手掌弹弓的性能测试	60
实验 81	能量转换——车灯偷了你的能量	61
实验 82	能量守恒 I——刺激的过山车必须遵守的物理原理	61
实验 83	能量守恒 II——费马原理演示	62

十二、旋转运动 64

实验 84	转动惯量 I——扫把的两种转动大不同	64
实验 85	转动惯量 II——长腿走路摆得慢	64
实验 86	自制陀螺——办法多多	65
实验 87	螺旋线——简易螺旋线生成法	65
实验 88	旋转的含义——螺母的旋转方向	66
实验 89	线轴运动方向——拉线角度有讲究	67
实验 90	转动能——转动物体内部物质分布对转动能的影响	68
实验 91	钻石原理——转轴位置是关键	69
实验 92	主轴——转动惯量不怕大、不怕小,就怕中间	69
实验 93	进动——转动的稳定剂	70
实验 94	自转与公转——地球与自行车同理	72
实验 95	混沌——力学中的不确定性	73



第二部分 热力学

一、气体力学	77
实验 1 潜水钟罩——空气占有的空间,水也只能乖乖让位	77
实验 2 空气占有空间吗?——空气与水抢占空间,手绢干湿看输赢	79
实验 3 空气的体积——水与空气的地盘之争,疏则双赢,堵则双亏	79
实验 4 空气的质量——杠杆称空气,质量现原形	80
实验 5 低气压——降温使气体分子动能大减导致气压降低	81
实验 6 压力和压强的区别——面积换深度,一大,一小,反之亦然	82
实验 7 空气压强 I——压强对任意方位的平面均等	82
实验 8 空气压强 II——吸管进出水柱的游戏,玻意耳定律来操纵	83
实验 9 空气压强 III——纸板能托住满满一杯水,却托不住半杯水	84
实验 10 空气压强 IV——空气压强造就水柱与水面的高差	84
实验 11 空气压强 V——截住通向瓶内的空气通道,保住瓶内水量	85
实验 12 压力补偿——一根小吸管,让你解渴难	86
实验 13 空气的重量——看不见摸不着的空气重量大现形	87
实验 14 气压计——用杠杆放大压强变化	87
实验 15 呼吸模拟 I——胸腔低压,肺部扩张,空气吸入	88
实验 16 呼吸模拟 II——胸腔扩张,出现低压,肺部扩张,空气吸入	89
实验 17 气球作为瓷杯虹吸管——体积增大,压强减小	89
实验 18 瓶里的鸡蛋——让空气把熟鸡蛋压入瓶内	90
实验 19 空气可以做功——空气举书	91
实验 20 低压的产生——蜡烛助水抢占空间	91
实验 21 与空气摩擦——运动阻力之来源	92
实验 22 伯努利原理 I——气流速度大压强小	92
实验 23 快速气流制造低压——自制简易喷雾器	94
实验 24 奇妙的烟圈——且行且大,可灭烛焰	94
实验 25 空气气流 I——绕流灭烛	95
实验 26 空气气流 II——烛焰是“吹”灭的吗?	95
二、液体力学	97
实验 27 不可压缩的液体——气流帮忙,用手也能捏碎生鸡蛋	97



实验 28	水压——压强均匀分布	97
实验 29	水柱中的压力——水平面与小孔高度差决定出水速度和射程 ..	98
实验 30	连通管——水柱高度始终相同	99
实验 31	压强计——漏斗潜水越深,水柱显示压强越大	99
实验 32	一个简单的压强计——水柱高度测量下端管口的压强	100
实验 33	小孔射程大比拼——高不成,低不就,最佳位置是中间	101
实验 34	虹吸管——引水下山的妙招	103
实验 35	浮力 I——浸在液体中的物体感受到的向上的力	105
实验 36	称一只手的重量——巧用水中所占体积相同的水的重量 ..	106
实验 37	浮力 II——分子引力抵消浮力	106
实验 38	浮力 III——压力抵消浮力	107
实验 39	漂浮——漂浮物体在水中排开的水量与它自身等重	107
实验 40	生鸡蛋的沉与浮——与液体密度的比较是关键	108
实验 41	容易误判的木头——三棱柱木块在水中和盐水中方位 不同吗?	108
实验 42	浮动的稳定性——行船不翻的物理秘诀	112
实验 43	水下燃烧的蜡烛——精心打造烛墙,保卫蜡烛燃烧如故	112
实验 44	浮动 I——能上能下的火柴头	113
实验 45	浮动 II——临界比重可有条件升降自如	114
实验 46	U 形船——潜水艇出入水面原理演示	115
实验 47	伯努利原理 II——通道变窄,流速反而变快,怎么回事? ..	115
实验 48	等高小孔射程比拼——小孔面积大小成关键	117
实验 49	旋涡——制造有序,防止乱流堵塞	118

三、热学

实验 50	热或者冷?——靠比较而得的温度感觉不靠谱	119
实验 51	一种简单的温度计——密封空气热胀冷缩原理助水柱热高 冷低	119
实验 52	温度指示器——冷胀热缩的橡胶温度计	120
实验 53	热能——锤子的动能转变成金属板的热能	120
实验 54	热的传导——其能力由组成物体的材料而定	121
实验 55	控制热传导的一个窍门——手绢不怕燃着的香烟	121
实验 56	再谈热传导——良导体带走热量,降温灭烛焰	121

实验 57	绝热——热水温度下降的快慢, 考验绝热材料的性能	122
实验 58	热容量——质量大热容量就大	122
实验 59	纸锅——把热量传递给水, 纸盒也能当锅用	123
实验 60	钢的燃烧——与空气接触面积大的物体, 燃烧更好	123
实验 61	热空气与冷空气——谁轻谁重, 称一称	124
实验 62	空气受热膨胀——冷空气受热膨胀给气球充气	124
实验 63	暖空气上升——暖空气密度小, 自然上浮	125
实验 64	暖流——暖空气上升, 冷空气下沉	125
实验 65	暖气流——封闭的空气柱, 温度升高压强增大	126
实验 66	冒烟的烟囱——烟往压强小、抵抗弱的地方跑	126
实验 67	向下燃烧的火焰——只要压强低, 上下不是问题	127
实验 68	自制螺旋桨——气流使其转动	127
实验 69	固体的热传导——金属线热胀冷缩, 橡皮筋冷胀热缩	128
实验 70	水冷凝——水蒸气遇冷凝结	129
实验 71	雨——模拟雨的形成	129
实验 72	瓶子里的雾——增大水蒸气压强, 自制凝结核造雾	130
实验 73	水的密度——与温度相关, 4 摄氏度时密度最大	131
实验 74	热水、冷水——热水膨胀	131
实验 75	水蒸发——与水液化相反的过程	131
实验 76	蒸发致冷——蒸发需要消耗热量	132
实验 77	沸腾——压强降低, 沸点降低	132
实验 78	冰山——鉴别两种方法的优劣	134
实验 79	表面张力——细粉检验表面张力的大小	135

第三部分 振动和波

一、振动和波 139

实验 1	振动——产生振动的多种方式	139
实验 2	记录振动——把时间流逝定位成纸上的一条直线	139
实验 3	圆锥摆——摆锤悬线轨迹为圆锥面的摆	140
实验 4	一个天平的摆动——小扰动也能破坏平衡	141
实验 5	李萨如图——变化多端的两个垂直方向振动的合成	141
实验 6	耦合摆——耦合松紧带, 摆动主次的和事佬	143

实验 7	简谐振动函数——时间坐标小变化,实验记录意义大清晰	144
实验 8	长而软的绳子——横波演示与表达	146
实验 9	长而软的螺旋弹簧——纵波演示及表达	149
实验 10	波的模拟——自制纵波动画	153
实验 11	叠加原理——两把梳子演示冻结波及它们的苏醒	156
实验 12	驻波 I——弦的一维驻波	156
实验 13	驻波 II——自制驻波发生器	162
实验 14	驻波 III——纵波驻波动画演示	164
实验 15	纵波驻波——实物演示	167
实验 16	摆动的膜——一种圆形的二维驻波	168

二、声音 169

实验 17	声音和振动——声音和振动有必然联系	169
实验 18	让声波看得见——声波的空气振动激发实物振动	171
实验 19	介质的作用——机械波传播的必要条件	171
实验 20	水介质——传声虽比空气好,但透射到空气中的声音要 减弱	173
实验 21	固体中的声音——钟表的嘀嗒声,通过桌面进入耳朵的 声音更大	175
实验 22	声音的传播 I——绳子传播的声音能量大于来自空气的 能量	175
实验 23	声音的传播 II——声音沿金属管线而行,走得更远	176
实验 24	简易电话——简单措施诱使声音沿线进耳	176
实验 25	声音的速度——雷声从何处来?	177
实验 26	声音的传播方向——用固体音障规范声音通路	177
实验 27	频率和调高的关系——频率越大,音调越高	178
实验 28	乐器——土吉他演示真原理	179
实验 29	木琴——质量大、频率低,普适的乐器原理	180
实验 30	瓶子乐器——管乐原理,空气柱振动	181
实验 31	一个乐器——空气柱短长与音调高低的直接诉说	181
实验 32	金属棒的音乐	184
实验 33	颤动的膜——二维驻波振动模式小展	184
实验 34	多普勒效应 I——声源运动压缩或者拉伸了声波	186



实验 35	共振频率——固有频率是内因,振动频率是外部条件	188
实验 36	共振——同样结构的发声器,用共振确认细节	188
实验 37	钢琴上的共振——“哑键”共振,别样音乐效果	188

三、水波..... 189

实验 38	没有东西被输送——看似传送带的水波,不是传送带	189
实验 39	叠加原理——波干涉的本质原因	189
实验 40	水波的特殊形式——不可忽略的表面张力水波	191
实验 41	波的速度——深水波有色散,波速取决于波长	193
实验 42	水波衍射——衍射物尺度与水波波长的比较决定效果	194
实验 43	水波的折射——浅水波波速解释海边常见现象	195
实验 44	本征振动——自制水面同心圆二维驻波,漂亮!	196
实验 45	非线性水波——叠加原理不再适用的波动	197
实验 46	振动和波的能量——孤立和非孤立系统大不同	198
实验 47	多普勒效应 II——点波源运动速度大于波速的马赫锥	199

参考文献..... 202

第一部分 力学

一、长度、空间、时间和速度

二、运动学

三、牛顿定律(一)

四、牛顿定律(二)

五、牛顿定律(三)

六、力

七、简单机械

八、下落实验

九、重心

十、动量与角动量

十一、能量

十二、旋转运动

