

中学物理教程

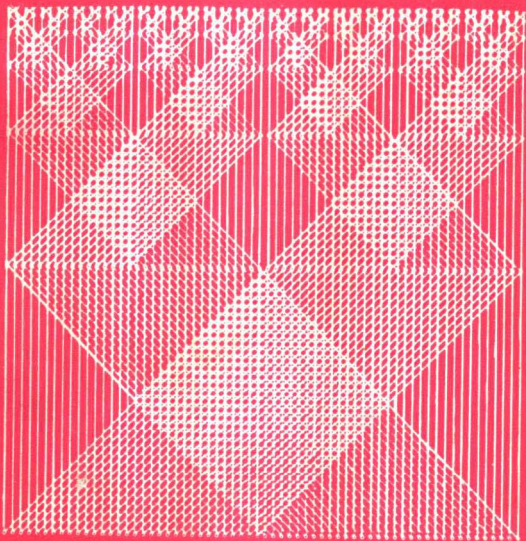
学生读物 3

力学的成就

[美] 杰拉尔德·霍尔顿 F·詹姆士·卢瑟福

弗莱彻·G·沃森 编

王以廉 译



中学物理教程

学生读物 3

力学的成就

[美]杰拉尔德·霍尔顿

F·詹姆士·卢瑟福 编

费莱彻·G·沃森

王以廉 译

文化教育出版社

这是一本美国高中学生的物理课外读物。原书是跟哈佛大学杰拉尔德·霍尔顿等主编的《中学物理教程》的第三册课本配套的。书中汇集的十九篇文章都选自一些书籍、刊物的精彩部分。有些文章阐明守恒原理、气体分子运动论、热力学定律、波动和声学，有些文章介绍物理学在跳高、音乐中的应用，还有几篇虚构的、诱人的科学故事。文章多出自著名科学家，笔调生动活泼，引人入胜，能扩大眼界，开阔思路，激发学习物理的兴趣。

本书可供师范院校和中学的教师、学生及中等文化水平的读者阅读、参考。

*

The Project Physics Course
Reader 3
The Triumph of Mechanics
Gerald Holton
F. James Rutherford
Fletcher G. Watson
HOLT, RINEHART and WINSTON, Inc.
New York, Toronto
1970

中学物理教程

学生读物 3

力学的成就

[美]杰拉尔德·霍尔顿等 著

王以康 译

文化教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京市房山区印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 11.125 字数 266,000

1986年10月第1版 1987年11月第1次印刷

印数 1—2,500

书号 7057·094

定价 1.50 元

目 录

1. 请安静!1
2. 蒸汽机——时代的产物.....15
3. 伟大的守恒原理.....26
4. 气压计传奇.....48
5. 非同凡响的气体分子运动论.....51
6. 熵和热力学第二定律.....82
7. 关于无序的法则.....127
8. 定律和法律.....164
9. 时间之箭.....169
10. 詹姆斯·克拉克·麦克斯韦.....180
11. 今日物理学的尖端——声学.....201
12. 随机性和二十世纪.....219
13. 波.....240
14. 波是什么?265
15. 乐器和音阶.....270
16. 建立提琴的“家庭”.....294
17. “科学”的七种印“像”.....319
18. 科学狂人.....330
19. 物理学和跳高.....338

一位科学家讲述一种虚构的能产生寂静的仪器。所说的方案虽然是不能实现的，但这篇幻想小说却具有诱人的似真性。

1. 请安静!

A·柯拉克 1957

你居然碰巧来到这里——在从舰队街通往泰晤士河堤的许多无名小巷中，你竟无意间来到位于其中一条小巷的“白鹿”。无需告诉你“白鹿”究竟在什么地方，少数下定决心要来这里的人终于找到了它。对于初来的人，简单介绍一下它是必不可少的，以后你在这里就凭直觉办事好了。老实说，我们不愿意这里再增加常客了，至少在我们的夜晚是如此。这里实在是拥挤得让人不舒服，关于“白鹿”的地点，我只想说：这里往往让报社印刷机的震动弄得摇摇晃晃，如果你从男厕所窗口探头望去，正好看到泰晤士河。

“白鹿”的外貌和一般的酒店没什么两样，它也确实是一个每周营业五天的酒店。它的公用厅和沙龙酒吧间在一楼，那里的景象也和一般酒店一样：棕色的橡木围墙板、镶毛玻璃的门窗、架子上摆满一排排酒瓶，还有啤酒脚筒的摇把……，总之，和普通酒店毫无二致。唯一带二十世纪特色的，是公共

厅里的那部自动电唱机。它是在第二次世界大战期间添置的，目的是给在英国的美国大兵找找乐子，使他们感到象在家里，可是我们觉得最重要的是千万别发生又需要它起作用的那种危险局面。

说到这儿，我该说明“我们”究竟是什么人。这可不象我开始时想的那么容易，因为把“白鹿”的顾客做一详尽无遗的分类是不可能的，而且也极其乏味。所以，目前我只想说：“我们”主要是三类人。第一类是记者，作家和编辑。记者当然都是从舰队街被吸引到这里来的。那些总不能成功的记者蹿到别处去了，比较坚强的留了下来。作家们大多数是听别的作家说起“我们”才到这里，他们是来整理稿子和大家挤在一起凑热闹。

不论什么地方，只要有作家露面，编辑迟早也要来。如果德鲁——我们的店主——从每一项去他店里搞的文学生意中抽红利，他早就是富翁了（我们估计他已经很有钱了）。一位这里的才子有一次说过：这里司空见惯的景象是在这个角落里有几个愤慨的作家围攻一位面色铁青的编辑；在那个角落里同时有几个愤慨的编辑一起向一位铁青面色的作者开火。

关于搞文学的就说这些吧；不过我得提醒你，你以后遇上这种场面的机会多着呢。现在，我们看一看搞科学的吧。他们是怎么到这里来的？

这么说吧，博柯恩克学院就在路对面，而金氏学院就在河边，离这里不过几百码远。这些无疑地都是部份的原因，此外经人介绍而来的也不在少数。来这里的许多科学家也是作家，作家中不少人又是科学家。这有点混淆不清，不过我觉得这

样也不坏。

“我们”这个小天地的第三部份人可以不太严格地叫做“兴致勃勃的外行”。他们是被“白鹿”的名声吸引来的，这些人常常来享受一下和别人交谈和应酬的乐趣，现在每逢星期三我们在这里聚会时，他们是照例必来的。他们之中也有不能贯彻始终的，有些人以后不再来了，可是总会有新的人补进来。

有这几股劲头儿十足的人常来这里，那么每星期三在“白鹿”酒店里，气氛自然是不会沉闷的。这时，不但有人讲些不同寻常的故事，还真会发生些不同寻常的事情呢！譬如说，那一次××教授去哈威尔时，中途到这里呆了些时候，走时遗下一个公文皮包，里面有……我们还是不说里边有什么吧，不过当时我们确实把皮包打开看了。最有趣的是，里面有两个……。当时，任何俄国间谍都会发现，我正坐在餐桌的一角。我喝醉了，不过还能自制。

就在这时，我终于想出这个主意来，说起来真奇怪；我的同行们竟然没有一个人想写这个题材的小说。这恐怕就是俗语所说的见树木不见森林吧？不然就是因为它不够刺激；不，这后一种解释很难成立：因为已有几个同行和我一样感到手头拮据，抱怨和讥讽起店主人德鲁先生的“概不赊欠”原则。当我在我这架雷明顿无噪声打字机上打下这几个字时，只担心约翰·克里斯托弗或者乔治·惠特莱，要不然约翰·贝伦也许正在用这个好题材拚命赶写文章呢！比如说写的是“芬顿寂静器的故事”……。

我说不清它是什么时候开始的，每个星期三和别的星期

三也没有什么不同，很难说清那是哪一个了，此外，有些人在“白鹿”的熙熙攘攘的人群中混了几个月，才被人注意到他们的存在。这件事发生时可能和哈利·玻维斯有关系，因为我头一次注意到有他这个人的时候，他已经差不多知道这里所有人的名字了。我现在琢磨：这些天，还有谁对这件事比我能解得更多？

我虽然说不清这事是什么时候发生的，可是我确切地知道它是怎样开始的。波特·惠根斯是这件事的催化剂，或者更准确地说他的声音是个催化剂：波特说话的声音促成了这件事。当他开怀滥饮的时候，他总象要把满腹心事掏出来似地对人唠叨不休，其声音隆隆刺耳，就像军士长教练一团新兵似的。每当他这么干的时候，其他人的交谈就只好停下来，好让我们内耳的那片纤弱的耳膜恢复它的功能。

当时，他正对约翰·克里斯托弗发脾气（我们大家有时都这样），如雷的喊声终于惊扰了沙龙酒吧间后面一场正在进行中的棋赛。和平常一样，这两位棋手身后各有几位幕后操纵者在出谋划策，波特的怒吼劈头盖脑而来时，我们都抬头张望，这阵轰鸣般的回声过去以后，有人说：“我真想能找出什么办法把这家伙的嘴封住。”

这时，哈利·玻维斯回答道：“告诉你，有办法！”

我听出是生人的声音，就向四周寻找。我看见一个小个子——衣着整洁，但是过时的三十年式样。他口衔一支雕花的德国烟斗——这种烟斗常使我想起模拟杜鹃叫声的自鸣钟和“黑森林”。这烟斗是他身上唯一不寻常的东西，否则他的模样十足是一个财政部小职员、全身披挂整齐去参加公益金

会议的样子。

“对不起，我没听清楚。”我说。

他没理我，只是摆弄他的烟斗，似乎做些精细的调整，到这时我才注意到他拿的东西和我原来认为的不一样，那不是烟斗而象是一个木制的复杂的雕刻品。不，这是一件很复杂的东西——这是用塑料和金属做的奇巧玩意儿，简直像个小型化工厂。还有两只小阀门呢。老天爷，它真是小化工厂……。

我目不转睛地看着他，毫不掩饰自己的好奇。他对我慢慢地微微一笑。

“这完全是为了科学。这是生物物理实验室的构思。他们为了弄清烟草的烟气里到底有些什么东西，就搞了这些过滤器。你大概知道，有一种老说法：吸烟会使舌头生癌吗，如果真的如此，又该怎么办？他们需要大量的蒸馏液以鉴定一些作用不明的副产物。这样一来，我们就得吸许许多多烟。”

“加上这种过滤的东西，岂不破坏了吸烟的乐趣？”

“不知道。你看我并不吸烟。我只是赞成这么办。”

“明白了。”我当时没有别的话可说。忽然我想起这番谈话的起因。

我的左耳还感觉得到一些喧闹的声音，引起我的反感，我说道：“你刚才说过：有办法让波特闭嘴。如果你不是暗示别的东西，我们都很想知道你的办法。”

* 在这里作者有意让此人说些似是而非的话，以表示此人的观念有许多是过时的或是主观臆造的。——译者

他把手中的东西试吹了几下，回答道：“我想起了不走运的芬顿寂静器。这是一个可悲的故事，不过对于我们所有人也是有益的一课。也许有一天——谁也不知道要到哪一天——总会有人完成它，而受到全世界的祝福。”

他又吓吓地吹那玩意儿。

“给我讲讲这个故事。那是什么时候的事。”

他哀叹一声，说道：

“我真后悔提起这件事。既然你们坚持，如果我们达成一个谅解——你们不往外传，我也可以讲一讲。”

“请放心。”

“好！鲁玻特·芬顿是实验室的一位助手，本来是个很有希望的年轻人，机械方面的素养很好，只是，当然啦，只是理论方面不大在行。空闲时间他总是搞些小器械，想法往往很好，可是一当触动基本原理，就很难行得通。可是他并不泄气，我觉得他是以当代爱迪生自命，而且总以为他可以从收音机电子管或者实验室到处乱放的零碎物件中碰上好运气。只要他这套拼拼凑凑的试验不妨碍工作，也没人反对他这么干。事实上，物理实验员也都尽量鼓励他，因为不管怎么说，积极性总是使人振奋的。可是，谁也没指望他能搞出多大名堂来，因为，按我的猜测，他恐怕连把两个字母拼写在一起都不会。”

“真会这么无知识吗？”有人说。

“也许我说得过分了，就算是不会把三个字母拼在一起吧。他的全部知识只是干活，凭经验。给他一张接线图，不管多么复杂，他也能按图给你搞出一台仪器来。可是，除非那是一台电视机之类很简单的东西，否则他绝说不清仪器是怎么

工作的。不幸的是他自己并没有意识到自己能力的限度。你们将会看到，这恰好是最不幸之处。

“我想他大概是看优秀生们做声学实验时产生这个念头的。我想你们大家都知道干涉现象吧！”

“当然知道。”我回答。

“喂，”一位下棋的放弃专心下棋了（也许是他要输了）；“我不明白干涉是什么。”

玻维斯瞪了他一眼，就好象那个人没资格呆在已经创造了青霉素的世界里似的。

他冷冷地说：“这么说，我只好略做解释了。”他摆摆手，对我们愤慨的抗议不屑一顾：“不，我坚持要对此做解释，我得给那些不懂此事的人解释清楚。如果事先有人给可怜的芬顿解释一下理论，那就不致……。”

他居高临下地看了一下现在已自感羞愧的棋手。

他开讲了：“不知道你是否想过声的本质。只要这样讲就够了：声是在空气中运动的一系列波。但和水面上的波不一样——不，亲爱的，不一样。水面的波是一上一下的运动，而声波则是交替着一阵紧密一阵稀疏的。”

“稀——什么？”

“稀疏。”

“你是说‘稀少’吧？”

“不对。我怀疑甚至有‘稀少’这个词儿，即使有这个词儿，这里也用不上它。”玻维斯反驳，那自信的神气活像阿兰·赫伯特爵士把大逆不道的、生编硬造的词扔进灭妖宝瓶里。他说道：“我刚才说到什么地方了？噢，正说到声是什么，不论什

么声音，从普通的耳语到刚才发生的那场吵闹，都是一系列压力变化在空气中运动。你注意过铁路道岔上用的搬道机吗？这就是一个很好的例子。现在有一长串联结起来的货车。它的一端受到一下碰撞，头两节货车就一起移动，然后你就可以看到有一种压缩波沿列车传播。其后，当压缩完结而各货车又渐渐分开时，就发生了相反的现象，就是稀疏——我要重说一遍，是稀疏！

“当只有一个声源的时候，情形是很简单的：只有一组波。假如有两组波向同一方向运动，会怎么样呢？这时就产生干涉；在初等物理里有许多很漂亮的实验证明干涉的存在。现在，我们关心的只是——我想你们都同意，这是很明显的——如果这两组波恰好步调相反，它的最终结果必定是零。一组声波的压缩恰好与另一组声波的‘稀疏’相重合，抵消以后就什么变化也没有了，就是说没有声音。再回到我举的货车的比喻上来，就好象你推最后一节车一下，同时又拉它一下；这样一来自然什么也不会发生。

“无疑，你们有些人已经明白我的用意是什么了。你们将会欣赏这台芬顿寂静器的基本原理。我想：年青的芬顿曾这样对自己说：‘我们的世界中噪音太多了，任何人都有机会发明一架地地道道的完美的寂静器。’那么，这意味着什么呢？……”

“没用多久他就找到了答案。我曾说过，他是一个伶俐的小伙子。他的装置倒挺简单。它由一个话筒、一个专用的放大器和一对喇叭组成。只要有任何声音，就会被话筒收进来然后加以放大，再经过倒相，使它变得恰好和原来的噪音相位

颠倒。然后再把它经过喇叭放出来，原来的波和新的波就互相抵消了，结果就是寂静无声。

“当然，应当做的还不止这些。必须妥善安排，保证用以进行抵消的波的强度正好合适——否则也许比原来的更糟。不过，这都是些技术细节，我不用讲这些细节来使你们感到乏味，你们大家都会认识到这不过是负反馈的一种简单应用。”

“等一下！”艾里克·梅恩插话说。我要说明一下：艾里克是一位电子学专家而且负责编辑某种电视报导之类的东西。他还写了一个关于空间飞行的广播剧，不过这是另一个故事了。艾里克说：“等一下！这里有些事不对头。你不能用那种方法获得寂静。没有办法安排波的相位……。”

帕维斯把烟斗放进嘴里。有一阵子他显出一种不祥的激动，使我想起莎士比亚的名剧“麦克白”的第一幕。随后，他瞪眼看着艾里克，冷冰冰地说：

“你是说这个故事是假的吗？”

“呵，我姑且不这样说，但是……。”艾里克的声音拖得很长，好象他把自己的声音抹去了。他从白衣袋里抽出一个旧信封和各式各样的电阻和电容，这些玩意儿有的还跟他的手帕刮在一起。他埋头画起图来，好一阵子一声也不吭。

帕维斯平静地继续讲：“我刚才说过，这就是芬顿寂静器的工作原理。他的第一个模型工作得不太得力，它不能对付很高和很低的声音。结果相当奇怪，当它开着的时候，有人试着说话，你会听到波的频谱的两个极端：一种是无力的蝙蝠似的声音，另一种是很低的咕咕声。他很快用更好的线性回

路克服了这种现象。(这就是‘打灭’*我只好用专门的技术术语!)，后来的模型已能造成大面积的寂静效果。别说一间普通房间，甚至在有相当规模的大厅里也行。是的……。

“现在芬顿不再是那种怕自己的好主意被人偷去因而秘不告人的神秘发明家了。他愿意谈一切。他跟职工和学生们讨论他的想法，只要有人肯听他讲。事情出在一个年轻的学艺术的学生身上，大概是叫肯德尔，这个人想选物理做为副科来学，芬顿把经过改进的寂静器头一个演示给他看。肯德尔对寂静器佩服得五体投地。你们会想象得到，他不是想到寂静器的商业前景或者用于消除人们所受噪音之苦；他想的完全是另一码事。

“请允许我稍微离开本题。我们学校里有一个相当可观的音乐协会，这个协会近几年发展了好多人，它已有能力演奏规模不太大的交响乐。在我说的那年，它正准备办成一个相当壮观的企业，准备演出一场新歌剧，是由一位年青有才华的作曲家谱写的，他的名字不用提了，因为你们大家都很熟悉。让我们称他为爱德华·英格兰。我已忘了这部歌剧的名字。但它是一个很悲惨的恋爱故事，为了某种我一直不能理解的理由，它的作者竟认为采用乐队伴奏比不用伴奏显得庄重些，无疑，演出与音乐大有关系。

“我仍然记得在等待开幕时读的剧情梗概，但到今天我也不能肯定剧情是不是严肃的。戏发生在维多利亚女王时代。

* 这里作者故意错用了一个词：dammit，表示帕维斯先生故充内行。——译者

主角有：热情的邮局女邮务员萨拉·斯坦泼、阴沉的猎场看守人瓦尔特·帕特里奇，还有乡绅的儿子，名字我忘记了。这是一个老一套的三角恋爱故事，它又由于村民对于生活中的变化（在这个戏里是新建的电报系统）不满而变得复杂，因为当地的老太婆们预言，电报会做祟，使奶牛不产奶，母羊会难产。

“撇开剧情中的小花样不谈，这出戏不过是普通歌剧的妒忌猜疑之类的老套。乡绅的儿子不愿到邮局做上门女婿，猎场看守人则因被拒绝而怀恨在心筹谋报复。悲剧的高潮是在存放死信的房间的邮袋里发现可怜的萨拉被用捆包裹的带子勒死。村民们把帕特里奇吊死在最近的电线杆上，给巡线员带来不少麻烦。按剧本的安排，帕特里奇被吊死前应当唱一曲咏叹调，使我至今抱憾的正是没能听到这段唱。乡绅的儿子则去痛饮一番，或者背井离乡到大英帝国的殖民地去了（也许两样都干了），如此等等。

“我知道你们在问：讲这些有什么用。请君稍安勿躁。事情是这样的：当舞台上表演着剧中虚拟的妒忌情节时，真实的妒忌行为却正在幕后进行。芬顿的朋友肯德尔曾被扮演萨拉·斯坦泼的那位姑娘拒绝。我倒不是说肯德尔是报复心特重的人，可是他想出一种独特的报复办法。让我们老实承认，大学生活会培植一种不负责任的习惯——在相同的情况下，我们中许多人恐怕都不会拒绝利用这样的机会。

“看得出：你们已经开始明白是怎么回事了。可是，在那难忘的一天，当开始演奏序曲时坐在剧场里的观众们却毫不知情。那一天来看剧的人真不一般，名誉校长以下各种人都来了。院长、教授济济一堂——我始终没弄清这么多人是怎

样被拉来看剧的。现在我想不起当时我正干什么。

“序曲在喝采声中结束了，不过说老实话：偶而有不满的观众发出嘘声。也许我对他们有偏爱，他们可能是真懂点音乐。

“大幕打开了。场上的景致是 1860 年左右的乡村广场。女主角上场了，开始看今早邮班送来的明信片，突然她看见一封寄给乡绅儿子的信，这时女主角开始激动地唱起来。

“萨拉的第一个咏叹调不象序曲那样差劲儿，但很绝情，可庆的是我们只听见头几个小节……

“老实说，我们不必担心肯德尔怎样才能说服天真的芬顿——如果发明家发觉肯德尔想用这个装置对付谁——干这种事。我要说明的是，这次使用寂静器，确实是一次令人信服的演示。突然间，台上象死一样沉寂，而萨拉的声音就象关掉电视节目中的声音开关那样消失了。每个观众都呆板地坐在座位上，只见女主角的嘴唇无声地一开一合。女演员也省悟到出事了，她张大嘴——平常人们发出尖叫时的口形就是这样——逃进侧幕，把明信片撒得满台。

“后来的混乱是令人难以想象的。有几分钟，人们都怀疑自己突然失掉了听觉：很快每个人都从别人的表现中弄清并非只有自己听不到声音。物理系的人可能首先明白了事实真相，因为马上在第一排的贵宾席中传阅小纸条。副校长急急忙忙站到舞台上用手势向观众示意，企图恢复秩序。那时我正在大笑，没顾得上细细欣赏他这一套手语。

“这时还没有发生什么了不起的事情，因为我们迅速离开大厅。我想肯德尔一定是被这个小装置的大效果吓坏了而逃

之天天，因此他没有把寂静器关掉。他唯恐被人捉住痛打一顿。至于芬顿——唉，我们是永远无法确知他在这个故事中的详情了。我们只能从现场留下的物证来推想随后发生的事情。

“按我推想，他一定是等到大厅里的人全走光了，然后爬进去，想把寂静器的电门关掉，我们听到一声震动整个大学的爆炸声。”

“爆炸？”有人喘着粗气问。

“不错，想起来让我怕得发抖，真是千钧一发呵，只要再加几十分贝，再多几分贝^①，那么，当大厅里还挤满人时就会发生爆炸。这件事，如果你们愿意的话，可以看作是不可思议的天意的一个例子：爆炸只有发明家一人承受，他在获得成就时死去，就在院长发现他之前。”

“请你别传道。到底是怎么回事？”

“嗯，我跟你们说过，芬顿在理论方面很差劲儿，如果他一开始就从寂静器的数学关系入手，他一定会看出自己的错误。问题在于人不能消灭能量，当你用一列波去抵消另一列波时，也是这样。当时，被中和的能量一定会积聚在另外什么地方。就好象你可以把屋子里器物上的灰尘掸掉，但其代价是这些灰尘藏到地毯下面，不易被人看到而已。

“你们从理论考虑一下就会明白，芬顿搞的玩意儿不是什么寂静器而是一个声音搜集器。当这机器开着的时候，它时刻都在吸收声能。在那一天的音乐会上，它肯定是大显身手了。如果你们看过作曲家爱德华·英格兰的总谱的话，你们就会懂得我刚才说的话是什么意思。那音乐已很强烈，再加

① 响度单位。——译注