



四色全彩



1、2、3!

(日) 桑子 研/著
李 梅/译

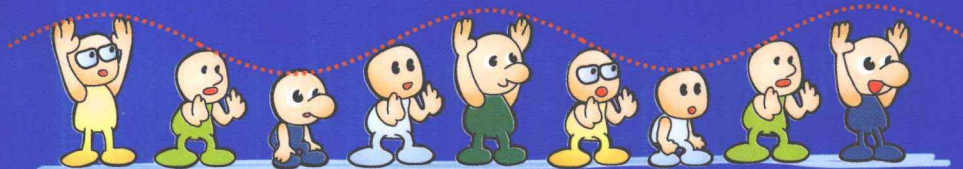
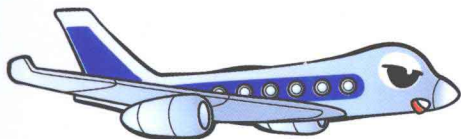
三步搞定

物理波动学

光的干涉、波的性质、多普勒效应……

用可爱的图画生动地描述物理过程

快来看看这本有趣、易学易懂的波动学“图画书”吧!



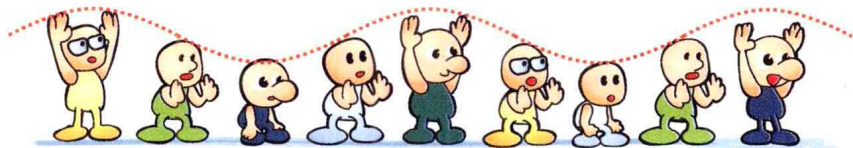
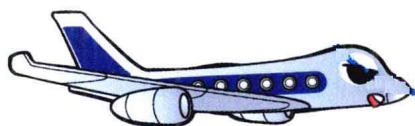
科学出版社



1、2、3! 三步搞定 物理波动学

(日) 桑子 研/著

李栋、译



科学出版社

北京

图字：01-2011-4283 号

内 容 简 介

我们生活的世界有形形色色的事物和现象,其中都必定包含着“科学”的成分。在这些成分中,有些是你所熟知的,有些是你未知的,有些是你还一知半解的。面对未知的世界,好奇的你是不是有很多疑惑、不解和期待呢?“形形色色的科学”趣味科普丛书,把我们身边方方面面的科学知识活灵活现、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!

对于学生时代的必修课目物理,你是否还抱着“难、不能理解”的老观念?现在这本书会把你的种种疑虑全部打消,形象生动的讲解、活泼有趣的举例让你在最短的时间内理解和掌握波的本质!

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

1、2、3! 三步搞定物理波动力学/(日)桑子 研著;李梅译. —北京:科学出版社,2011. 8

(“形形色色的科学”趣味科普丛书)

ISBN 978-7-03-031884-8

I. 1… II. ①桑…②李… III. 波动力学-普及读物 IV. O413. 1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 143737 号

责任编辑:张丽娜 赵丽艳/责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静/封面设计:柏拉图创意机构

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>

北京美通印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 8 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2011 年 8 月第一次印刷 印张:8 3/4

印数:1—6 000 字数:266 000

定 价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



拥抱科学，拥抱梦想！

伴随着20世纪广域网和计算机科学的诞生和普及，科学技术正在飞速发展，一个高度信息化的社会已经到来。科学技术以极强的渗透力和影响力融入我们日常生活中的每一个角落。

“形形色色的科学”趣味科普丛书力图以最形象生动的形式为大家展示和讲解科学技术领域的发明发现、最新技术和基本原理。该系列图书色彩丰富、轻松有趣，包括理科知识和工科知识两个方面的内容。理科方面包括数学、理工科基础知识、物理力学、物理波动学、相对论等内容，本着“让读者更快更好地掌握科学基础知识”的原则，每本书将科学领域中的基本原理和基本理论以图解的生动形式展示出来，增加了阅读的亲切感和学习的趣味性；工科方面包括透镜、燃料电池、薄膜、金属、顺序控制等方面的内容，从基本原理、组成结构到产品应用，大量照片和彩色插图详细生动地描述了各工科领域的轮廓和特征。“形形色色的科学”趣味科普丛书把我们生活和身边方方面面的科学知识，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！

愉快轻松的阅读、让你拿起放不下的有趣科学知识，尽在“形形色色的科学”趣味科普丛书！

还有人认为“物理”很难吗？

我是女子学校初中、高中部的物理老师，发现学生对物理可以说是望而生畏，总觉得自己学不好这门功课。实际上物理不仅非常简单，而且就存在于我们身边、非常有趣。只要老师改变教学方法，学生改变学习方法，就可以立刻取得好成绩。有很多一开始对物理心存恐惧的学生，后来都变得非常擅长物理。

在前一本书《1, 2, 3！三步搞定物理力学》中，为了帮助“对物理过敏的人们”、“觉得物理很棘手的成年人”重新学习物理，我对力学进行了解释说明，得到了大家的好评，特此表示感谢。同时我还听到了大家的一些要求，希望我可以写一些力学以外的内容，于是我选择了物理学中另一个广受关注的领域——波动学，作为本书的主题。

波动学的难点在于弯弯曲曲的波产生运动这一点，所以我们需要在大脑中构筑这一运动的形象。本书中还插入



了很多在实际教学过程中使用过、可以帮助大家在大脑中构筑起波的形象有趣的插图。

如果学会了这本书中所介绍的**三步骤解法**，**无论是谁都可以轻松解答有关波动学方面的考题了。**

谨以此书献给曾经不幸沉溺于“波动学”中的学生们和不会游泳的成人人们。

现在，该是重新认识物理的时候了！



contents

1、2、3！ 三步搞定 物理波动学

谁都可以学会的物理波动学三步骤解题法！

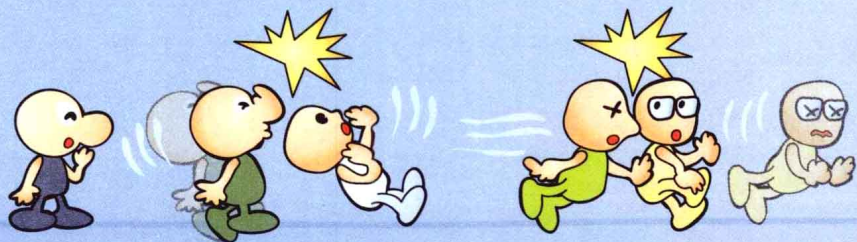
目 录

早 会	1
不擅长物理的人可分为两种类型	1
随处可见的波	2
本书的特色	3



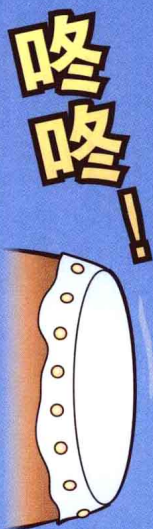
第1节课 波 的表示方法及其五大性质 5

写在前面的话	6
所谓的波是什么呢?	6
表示波 的两种坐标图 ($y-x$ 坐标图, $y-t$ 坐标图)	10
表示波 的符号	12
① $y-x$ 坐标图	12
② $y-t$ 坐标图	13
什么是振动频率	13
与波有关的重要公式	14
两种类型的波	16
用横波表示纵波	20
纵波之 1, 2, 3	22
波 的五大性质	25
波的性质① 圆形波	26
波的性质② 反射	28
① 无变化反射 (自由端反射)	30
② 颠倒后反射 (固定端反射)	30
波的性质③ 折射	32
波的性质④ 干涉	34
波的性质⑤ 反射 + 干涉 = 驻波	36
总 结	40
练习题① 纵波与驻波	42
解 答	44
第 1 节课 内容总结①	47
第 1 节课 内容总结②	48



第2节课 乐器的构造 弦与空气柱的振动 49

写在前面的话	50
声波的真面目	51
声音的速度	52
声音的高低	53
声音的大小	54
弦的振动与驻波	54
沿着弦传递的波长	56
沿着弦传递的波速	56
f 与 L 成反比例	57
f 与 T 成正比例	58
f 与 ρ 成反比例	58
振动方式与振动频率	59
空气柱的振动	61
开管	62
开管振动的方式与声音的高低	64
闭管	66
闭管的振动方式与声音的高低	68
管口校正	70
练习题2 弦与空气柱	70
解 答	72
第2节课 内容总结	78



第3节课 救护车声音的秘密 多普勒效应 79

写在前面的话	80
水面上波的传播方式	81
声音的传播方式	82
声源发生变动时会怎么样呢?	83
多普勒效应产生的原因	85
使用公式表示多普勒效应	87
声源静止时的声波波长	87
①声源逐渐靠近	88
②声源逐渐远离	90

即使观测者处于运动状态也会产生多普勒效应	91
C观测者逐渐靠近声源	92
D观测者逐渐远离声源	94
救护车与观测者都处于运动状态时	96
声源与观测者互相靠近时	96
声源与观测者互相远离时	97
多普勒效应之 1, 2, 3	99
多普勒效应之应用篇	104
A有墙壁时	104
拍振现象	107
B声源从斜方向传过来时	109
C有风时	111
练习题3 多普勒效应①	113
解 答	114
练习题4 多普勒效应②	116
解 答	117
第 3 节课 内容总结	120



第 4 节课 耀眼的光 光的干涉

写在前面的话	122
光的基础知识	122
光也会变慢? 折射率就是缩小率	124
光的反射	126
光的折射	127
折射的公式	129
光是粒子? 还是波?	130
二维干涉	131
光具有波的性质	135
登山就可以明白的干涉相长的公式	137
位置 P_1 为什么会发生干涉相长现象呢?	138
位置 P_2 为什么会发生干涉相长现象呢?	140
位置 P_3 为什么会发生干涉相长现象呢?	141
登山路线与干涉相长的条件式	142



干涉相长的条件与整数 m 的关系	144
登山就可以明白的干涉相消的公式	145
位置 P_1' 为什么会发生干涉相消现象呢?	146
位置 P_2' 为什么会发生干涉相消现象呢?	147
登山路线与干涉相消的条件	148
干涉相消的条件与整数 m 的关系	149
托马斯·杨的实验	150
托马斯·杨的实验与路程差	151
路程差的使用方法	154
五种路程差	157
衍射光栅	158
衍射光栅的路程差	158
薄膜干涉	160
薄膜的路程差	161
光程差	164
光的自由端反射与固定端反射	166
在脑海中留下自由与固定的形象	169
薄膜干涉	170
薄膜干涉条件式所表示的内容	173
组建干涉条件式的方法之 1, 2, 3	173
楔形干涉	174
牛顿环	178
应用 如果从下方观测牛顿环, 条件会发生怎样的变化呢?	182
练习题 5 衍射光栅	184
解 答	184
练习题 6 托马斯·杨的实验	186
解 答	188
练习题 7 楔形干涉	190
解 答	191
第 4 节课 内容总结	196



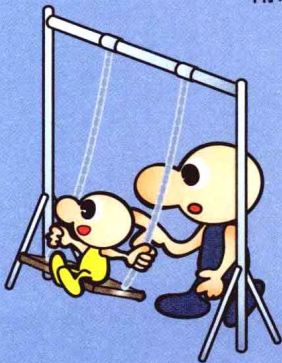
补充讲义

从 0 开始组建波动方程	197
写在前面的话	198
正弦·余弦是指什么	198

正弦·余弦与波的关系	199
角度与弧度	203
波的四种类别	204
$y-x$ 坐标图与波数 k	204
$y-x$ 坐标图与角速度 ω	206
如何组建运动中波的波动方程	208
波动方程所表示的内容	213
波动方程之 1, 2, 3	214
波动方程的变形	217
“ 2π 方程”的推导	218
“ 2π 方程”的使用方法	219
练习题⑧ 波动方程	220
解 答	220
补充讲义 内容总结	224
下 课	225

小测试与附赠 习题·综合问题·附录

习题·综合问题	228
习题·解答篇	233
附录① 全反射	242
附录② $\sin\theta = \tan\theta$ 之谜	243
附录③ 反射波的波动方程	244
附录④ 波动领域的公式	250
附录⑤ 物理之 1, 2, 3	252



结束语	257
致 谢	259
参考文献	261

◇ 不擅长物理的人可分为两种类型

不擅长物理的人可以分为两种类型。一种是完全按照教科书的顺序理解全部内容的“按部就班型”，另一种是试图通过自己的毅力来解决问题的“毅力型”。

虽然两种类型的人都很努力，却怎么都接近不了正确答案。原因就在于“他们没有看见真正的终点”。

按部就班型



毅力型



◇ 随处可见的波

当大家听见“波”时，脑海中会呈现怎样的一种形象呢？我想大多数人都会立刻想到大海中的波浪。其实除了大海中的波浪以外，我们身边还有很多现象也具有波的性质。

比如，从身边疾驰而过的救护车，声音忽高忽低，音程很奇怪。还有，小时候大家都吹过肥皂泡，肥皂水里根本就没有加入任何颜料，可为什么吹出来的肥皂泡会呈现出彩虹的颜色呢？这些是因为声音和光都具有“波的性质”。其实在日常生活中，我们都在不知不觉中使用着波。比如手机中使用的就是被称为电磁波的波、凸透镜利用了波的聚光性，而通知地震发生的地震快报则是充分利用了纵波和横波这两种波的性质。

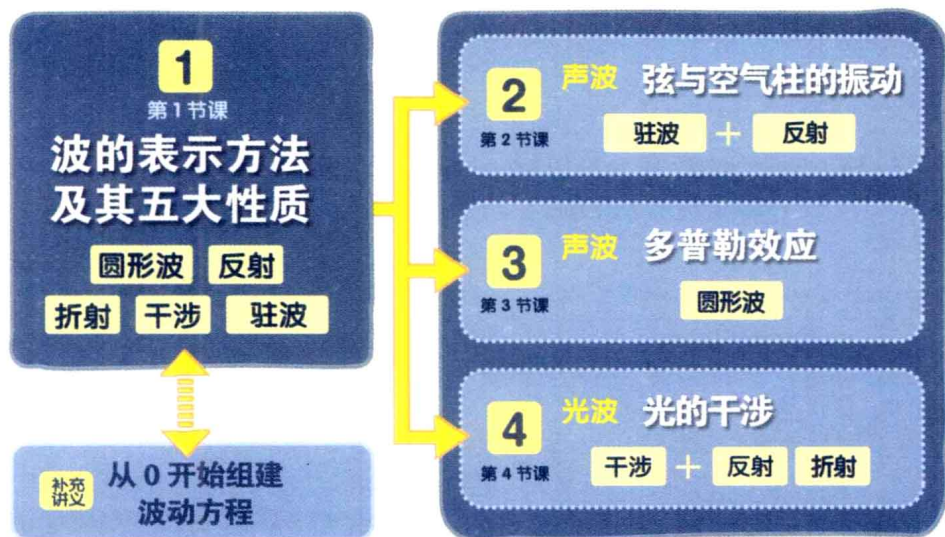
虽然波时刻存在于我们身边，可是学习波的时候，很多学生都因为它太难而伤透了脑筋。曾经觉得高中物理很棘手的人们，都曾为波而烦恼过吧。波的难点就在于弯弯曲曲的波形随着时间而运动变化。于是就出现了正弦和余弦这样的三角函数。

◇ 本书的特色

对于如此厉害的“波”，本书将使用各种图表和图片进行详尽的说明。而且，本书着重于从零起点开始讲解，比如需要使用三角函数时，会从正弦和余弦进行说明。不仅如此，和前一本书一样，本书也会将通往正确答案的过程分为三个步骤，让大家更加容易理解解题方法。只要能够看清真正的终点之所在，无论是“按部就班型”还是“毅力型”，都可以轻松地找到正确答案。



本书的构成如下：



如果将大学入学考试中心有关波的试题进行分类的话,可以分为:

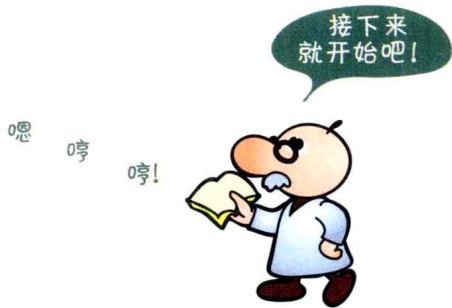
“弦与空气柱的振动”(第2节课)

“多普勒效应”(第3节课)

“光的干涉”(第4节课)

这三类。**仅此三类!** 这些问题相互关联,如图所示,其根基就在于“**波的五大性质**”(第1节课)。

第1节课中我们将简单地学习一下波的表示方法以及波具有的性质。接下来,从第2节到第4节课,我们将要分别深入地学习上述三个领域。为了进一步加深对波的理解,在补充讲义中,我们将要使用正弦和余弦来表示波。





第1节课

波的表示方法及其 五大性质

1

第1节课

波的表示方法 及其五大性质

圆形波 反射

折射 干涉 驻波

补充
讲义

从0开始组建
波动方程

2 声波 弦与空气柱的振动

第2节课

驻波 + 反射

3 声波 多普勒效应

第3节课

圆形波

4 光波 光的干涉

第4节课

干涉 + 反射 折射

