

探索物理知识

TANSUO WULI ZHISHI

第三册

[英] 汤姆·邓肯 著

李申生 译
孙泽先 校

文化教育出版社

探索物理知识

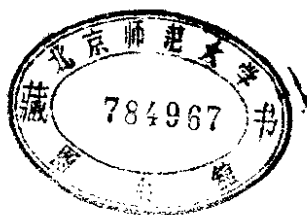
第三册

[英] 汤姆·邓肯 著

李中 译

孙泽先 校

511152110



文化教育出版社

《探索物理知识》是英国近年来出版的中等学校的物理教材，共五册，供五年使用。第一、二册比较浅显可以自成一套，第三、四、五册也可自成一套。本书是其中的第三册，主要内容是：定性的研究机械波、光学成像、光的本性、直线运动、力和运动的关系、分子运动论、气体的性质、电流的磁场、电机原理以及静电学的知识。本书各节教材一般是由演示、实验和问题三部分组成，使学生通过观察、实验自己去探索物理知识。书末附录介绍了一些自制简易教具的方法。

本书可供中学物理教师、学生以及高等师范院校物理系师生参考。

Exploring Physics

Book Three

Tom Duncan

John Murray Ltd.

1976

探索物理知识

第三册

[英] 汤姆·邓肯 著

李申生 译

孙泽先 校

*

文化教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 8.25 字数 169,000

1980年8月第1版 1981年1月第1次印刷

印数 1—31,000

书号 7057·016 定价 0.61 元

序

跟这套课本前两册一样，本册也侧重于让学生们自己体验物理学，而不是只听别人讲物理学。不是对于事实的死记硬背，而是通过研究和理解有所发现，才是主要的宗旨。前两册对于广阔范围内的现象作了简略的概括，而本册则对较少的课题进行比较深入的讨论，以便为第四年和第五年课程的定量处理作好准备。

从第一册和第二册中选取了某些题目，主要有分子运动论、电路和静电学等，对它们进行了简略的复习，作为进一步学习的前奏。希望这样做不仅使第三册能按它在五年课程中的显见的地位来使用，并且还能同样适宜于作为“普通水平”的三年课程中的起点来使用。

理论和实验作业的结合、教科书中编了号的问题以及用来表明物理学的应用的直观材料，仍然是本册的特征。建议实验由学生们完成，而演示则由教师来做，但是这将取决于教师个人和环境条件。附录中包括了关于某些设备项目的资料，连同教科书中所叙述的实验细节，可能对教师准备实验作业有所帮助。

书中采用了国际单位制(SI制)。英国标准协会所推荐的缩写和符号基本上都采用了，但是感觉到对于这样程度的学生，表达诸如速度、加速度和压强等导出单位时，使用斜线

符号比用一个负指数的记号更有意义。例如,把速度写成5米/秒而不是 $5 \text{ 米} \cdot \text{秒}^{-1}$ 。

本册的内容范围、课题陈述的顺序以及大部分实验作业,都和纳菲尔德“普通水平”的物理学大纲所建议的第三年的内容非常相似。

目 录

序.....	I
第一章 波的探讨.....	1
1-1 波和能量.....	1
1-2 脉冲和波.....	2
1-3 波纹槽.....	6
1-4 脉冲的反射.....	8
1-5 一些问题.....	10
1-6 振荡器.....	12
1-7 频闪观测器.....	14
1-8 补充问题.....	16
1-9 相交的波.....	18
1-10 波、缝隙和障碍物.....	20
1-11 深度对波的影响.....	23
第二章 光学和成像.....	27
2-1 光、激光和视觉.....	27
2-2 一些演示实验.....	29
2-3 照相机.....	32
2-4 关于照相机的问题.....	34
2-5 透镜的作用.....	38
2-6 实像和虚像.....	40
2-7 焦距和焦度.....	43
2-8 物—像位置.....	46
2-9 简单的望远镜.....	48
2-10 眼睛.....	50
2-11 关于眼睛的补充知识.....	52

2-12 眼镜	55
第三章 光线和光学仪器	60
3-1 几何光学	60
3-2 透镜—实像	62
3-3 透镜—虚像	66
3-4 透镜的光心	69
3-5 平面镜	70
3-6 曲面镜	75
3-7 天文望远镜	77
3-8 天文学家和望远镜	81
3-9 放大镜	83
3-10 复显微镜	84
3-11 光路图	89
第四章 光的本性	94
4-1 定律和光	94
4-2 反射	94
4-3 折射	97
4-4 光谱	103
4-5 光的粒子模型	107
4-6 干涉	111
4-7 光的波动模型	114
4-8 粒子还是波动?	119
第五章 运动的研究	121
5-1 运动	121
5-2 纸带计时器	124
5-3 纸带图表	126
5-4 速度和加速度	129
5-5 一些问题	132
5-6 伽利略的实验	136

5-7 无摩擦的运动	139
5-8 力和运动	144
5-9 落体	147
5-10 抛射体	150
第六章 气体的性质	157
6-1 分子运动论	157
6-2 温度和能量	161
6-3 绝对零度	164
6-4 低温效应	163
6-5 温度—体积变化	163
6-6 玻意耳定律	170
第七章 电磁学	175
7-1 预备性作业	175
7-2 电学和磁学	177
7-3 线圈、电流和磁场	181
7-4 永久磁铁	183
7-5 电磁铁	189
7-6 “弹射”磁场	193
7-7 圆转电流计	196
7-8 电动机	200
7-9 直流发电机效应	204
7-10 磁铁的理论	210
第八章 静电学	214
8-1 电荷和电子	214
8-2 电场和力	217
8-3 验电器	221
8-4 静电感应	224
8-5 电压	223

附录 1.	光学狭缝的刻划(演示 4.7 用).....	231
附录 2.	固态二氧化碳的供应品.....	232
附录 3.	毛细管的制备(实验 6.7 用).....	233
附录 4.	利用电路板作预备性电学实验.....	234
附录 5.	电动蜂音器模型.....	250
附录 6.	电动机模型.....	251
附录 7.	小钢环的磁化(为实验 7.18 作准备).....	254

第一章 波的探讨

1-1 波 和 能 量

假定你放一只船模在水池中扬帆航行，当它在离岸不远的地方被露出水面的小礁石所挡住时，你也许会尝试着把一个小石子扔到船模附近的水里，激起大的波纹或水浪，使它能脱离礁石而继续航行（图 1.1）。为了有效地使船模移开，就需要给它能量。这个能量先由运动的石子以运动能量的形式传送一段距离，再由水中的波传送其余的距离。

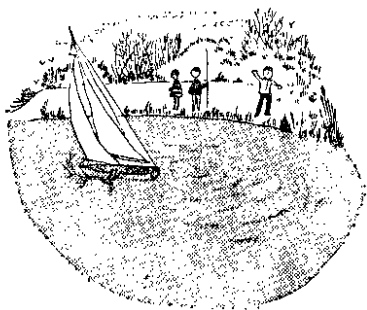


图 1.1

能量可以通过两种方式传播：(a) 通过运动物体，例如一个石子或一个分子或一个电子；(b) 通过波，例如水波。在本

章中我们将讨论波，特别是水中的波。以后我们将会发现，关于波的行为的知识，对于工程师们和物理学家们来说是有大帮助的。

1-2 脉冲和波

实验 1.1 橡胶管上的脉冲

在地板上放一段橡胶管(最好是 4 米或更长的耐压管)，你拿住一端，并让你的同伴拿住另一端，把管子拉紧。如图 1.2 所示，手上下轻轻抖动一次沿着管子发送一个脉冲。让你的同伴做一次这个动作，而你保持自己这一端固定不动。试问(a)管子和(b)脉冲各沿什么方向运动？试将管子左右抖动，发送一个侧向脉冲，并观察其结果。

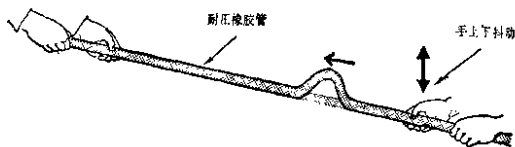


图 1.2

现在拿住管子但不把它拉得很紧，观察这样做是否会使脉冲的行为发生变化。

如果你们两人从管子的两端同时发送一个脉冲，将会发生什么情况？

演示 1.2 螺旋弹簧上的脉冲和波

A. 在光滑的台面或地板上放一根螺旋弹簧，并将它拉

• 2 •

长。如图 1.3 所示,将一端固定而抖动另一端,沿着螺旋弹簧发送一个侧向脉冲。

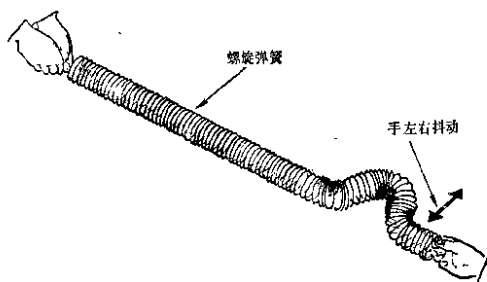


图 1.3

当脉冲沿着弹簧传播时,它的大小会发生什么变化?脉冲沿着螺旋弹簧是作加速运动,减速运动,还是完全以恒定的速率运动?当脉冲到达固定端时将发生什么情况?

B. 研究一下螺旋弹簧的伸长量对于脉冲的传播速率是不是有影响。

C. 沿着螺旋弹簧同时从两端分别发送一个脉冲。做法是:先在两端将螺旋弹簧朝同一个方向抖动,然后在两端将螺旋弹簧朝相反的方向抖动。当波动相遇时发生什么情况?

D. 在一端左右来回抖动几次,而使另一端固定不动,这样在螺旋弹簧上产生一个行波,即一系列脉冲。

到目前为止,我们所研究的脉冲和波都是横向的。如果横向的意思是“沿着垂直于长度的方向动作”,你能解释为什么给它们这样的名称吗?

演示 1.3 波的模型

A. 如图 1.4 所示, 可以利用俄式的波形机来显示横波。通过操纵木板后面的球形把手, 可以使白色小球在金属线上竖直地运动, 而给人的印象是一个扰动——一个波——正沿着木板水平地传播。

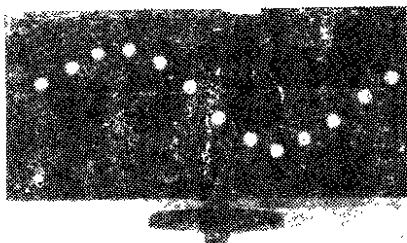


图 1.4

B. 如图 1.5 所示, 可以用木条 (15 厘米 $\times$ 2 厘米 $\times$ 1 厘米) 和系带很容易制成一个模型。如果将一端的木条固定, 而在另一端用手指轻弹, 就能产生一个横波。

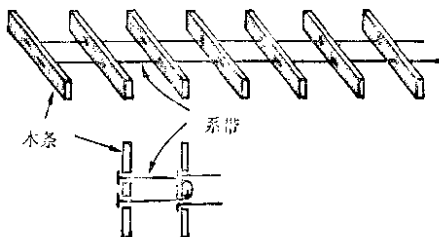


图 1.5

演示 1.4 剖面内的水波

在有机玻璃槽内充满三分之一的水,在其上再加石蜡(着过色的),直到槽内充满三分之二为止。让液体平静下来,然后在接近两种液体分界面的一端处,用一根木搅拌器和缓地上下运动,如图 1.6 所示。通过槽的侧面观察在分界面处所引起的横波。

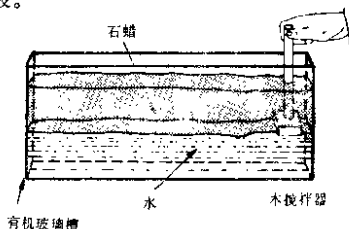


图 1.6

问题 1.1 当在池塘内产生一个波时,是水还是波还是二者都在传播?你能给出什么样的实验证据来支持你的答案?

问题 1.2 根据你对橡胶管上或螺旋弹簧上脉冲的研究,能够说得两个迎面相遇的脉冲跟两个迎面相遇的高尔夫球的行为怎样不同吗?

问题 1.3 一次大风能严重破坏海堤,这个事实证明波浪有能量。水波浪或扔进池塘一块石头所产生的水波纹,随着它们传播得越来越远,就不断地变得越来越小。这些波是从哪里获得它们的能量的,而这些能量又发生了什么样的变化?

1-3 波 纹 槽

本章中,后面研究水波行为的实验都是在波纹槽内做的。波纹槽是由一个具有玻璃底板或有机玻璃底板的浅槽组成的,如图 1.7 所示。槽下的地板或台面上有一块屏幕(例如一块涂成白色的硬质纤维板),槽上有灯光,可将槽中所产生的任何水波投影到屏幕上。

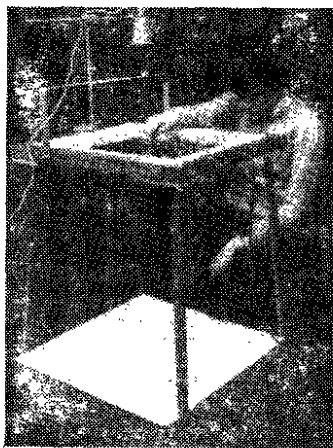


图 1.7

实验 1.5 利用波纹槽所做的预备作业

A. 将灯泡(12 伏 24 瓦的汽车前灯灯泡)安置在波纹槽

的上方约 50 厘米处。在关紧排水管的管夹以后，将水注入槽内，直到深度约为 5 毫米时为止（对于如图 1.7 所示的模型来说，需要 1 升水）。在槽架腿下插入适当的纸片或卡片纸板以调节槽的水平，直到从水面和玻璃面所反射的灯光方向相同为止。在槽的四边镶上金属网当作“海滩”，以便削减从边上反射回来的不需要的波纹。使室内部分变暗。（注：在有些波纹槽中，槽架腿的高度是可以调节的，而代替金属网的是槽本身的四边具有坡度）。

B. 将你的手指或铅笔浸入水中或用滴管向槽内落下一滴水，使在槽的中心处发生一个波纹或脉冲。不要透过水槽而直接观察屏幕。所产生的脉冲具有什么样的形状？这能告诉你有关脉冲沿不同方向的传播速率的任何情况吗？你能设计一个实验来显示水并不跟随脉冲一起移动吗？

C. 如图 1.8 所示，用一根木棒或一根玻璃管（长约 30 厘米，直径约

2.5 厘米）在短距离上前后迅速滚动一次，产生一个直线脉冲。当灯丝与波纹平行时，波纹最为鲜明。检验它确实是最鲜明的最简单的方法是什么？如果它不是最鲜明的话，可以转动灯座上的灯。使灯丝与波纹平行。

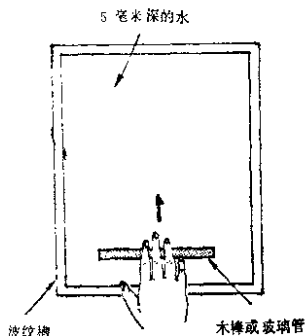


图 1.8

1-4 脉冲的反射

实验1.6 在直边墙上的反射

A. 圆形脉冲 如图1.9所示, 在波纹槽的中央竖立一块金属直边墙。用手指沿直边墙的水下部分划过, 以便清除附在墙上的气泡。由你的手指产生一个圆形脉冲, 当它遇到墙时会发生什么情况? 反射脉冲的形状是什么? 它象是从什么地方发生的? 用你的一个食指, 比如说左手的食指标出该点的位置。用你的左手在该点发生一个圆形脉冲, 并把你的右手手指放在这个反射脉冲看起来似乎是从那里发出的地方。现在用每一只手的一个手指同时从这两点发出一个脉冲。观察相当奇怪的结果——每个脉冲看来都象是什么?

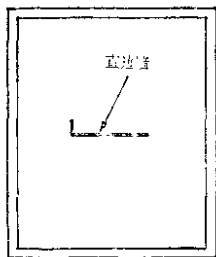


图 1.9

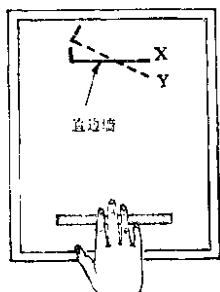


图 1.10

B. 直线脉冲 将金属直边墙移到波纹槽的一边, 如图1.10所示, 并观察直线脉冲(i)在位置X处与墙迎面相遇和(ii)在位置Y处与墙倾斜地相遇时会发生什么情况。试验其它角