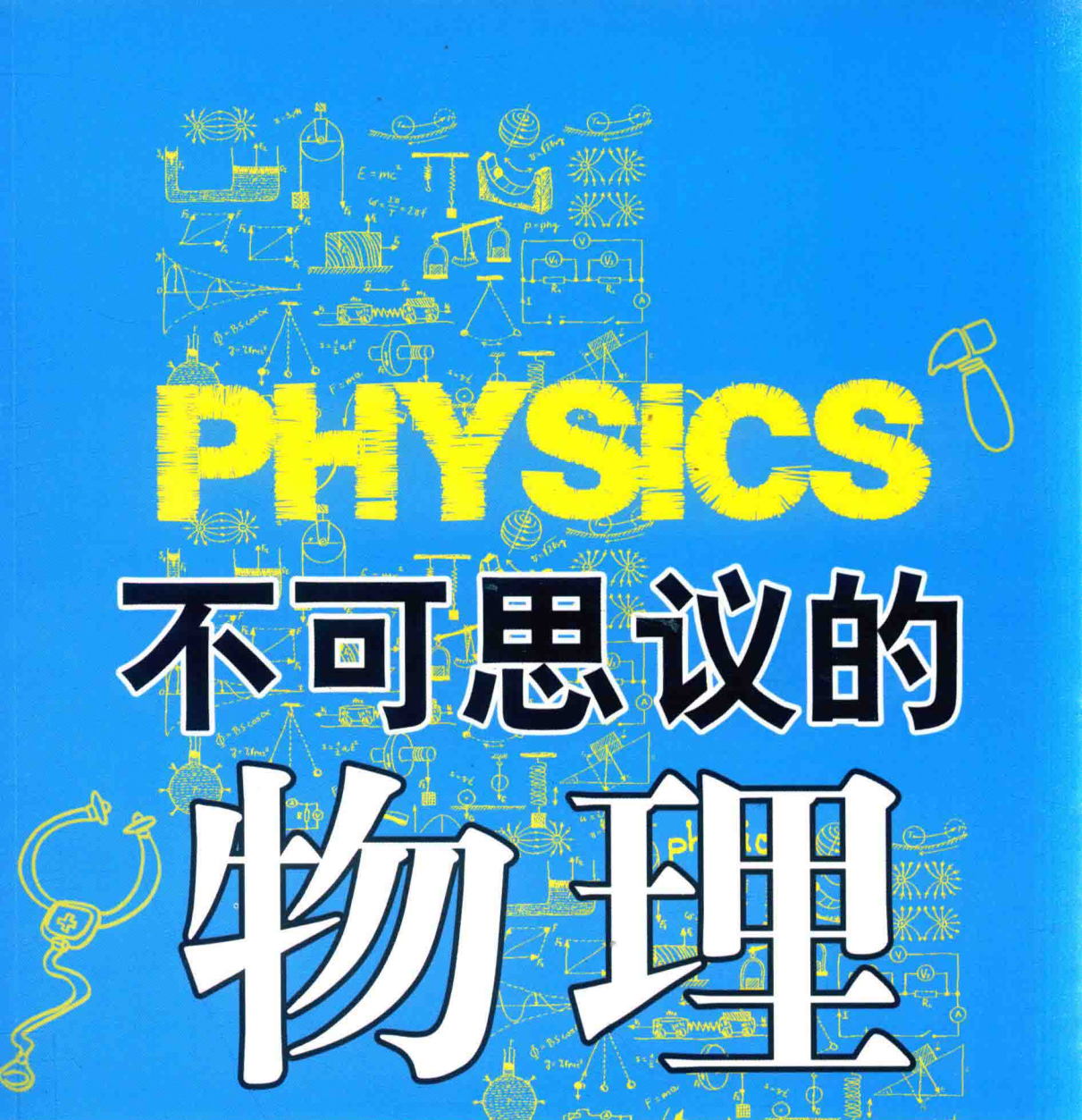
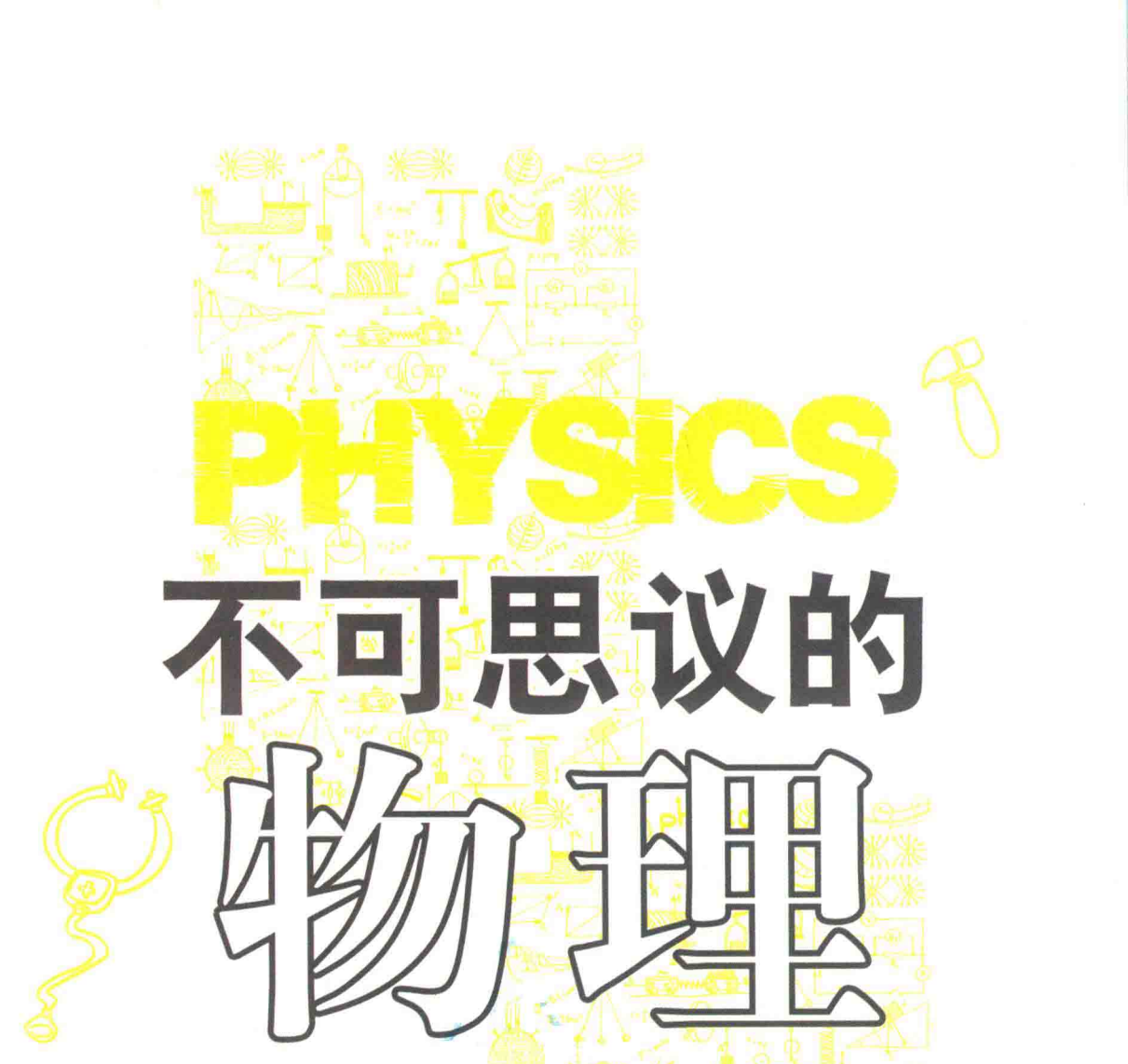


The background of the top half of the cover is a vibrant blue, densely populated with intricate yellow line drawings. These drawings represent a wide array of physics concepts: mechanical systems like pulleys, levers, and pendulums; electrical circuits with resistors, capacitors, and voltage sources; wave phenomena including sine waves and interference patterns; and mathematical formulas such as $E=mc^2$, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$, $p = \rho gh$, and $\Phi = B \cdot S \cdot \cos\theta$. The word "PHYSICS" is rendered in large, bold, yellow capital letters with a textured, brush-stroke-like appearance. Below it, the Chinese characters "不可思议的" (Unimaginable) and "物理" (Physics) are written in a large, white, stylized font with thick black outlines, making them stand out prominently against the busy background.

PHYSICS

不可思议的 物理

主 编 夏 泳 狄一中 张 彬
副主编 夏建平 宣杭章



PHYSICS

不可思议的 物理

主 编 夏 泳 狄一中 张 彬

副主编 夏建平 宣杭章

图书在版编目(CIP)数据

不可思议的物理 / 夏泳, 狄一中, 张彬主编. —杭州: 浙江科学技术出版社, 2016.7

ISBN 978-7-5341-7256-4

I. ①不… II. ①夏…②狄…③张… III. ①物理学—普及读物 IV. ①O4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 186139 号

书 名 不可思议的物理
主 编 夏 泳 狄一中 张 彬
副 主 编 夏建平 宣杭章

出版发行 浙江科学技术出版社
杭州市体育场路 347 号
邮政编码: 310006
办公室电话: 0571-85062601
销售部电话: 0571-85171220
网 址: www.zkpress.com
E-mail: zkpress@zkpress.com

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司
印 刷 杭州杭新印务有限公司
经 销 全国各地新华书店

开 本	710 × 1000 1/16	印 张 5.5
字 数	98 000	
版 次	2016 年 7 月第 1 版	2016 年 7 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5341-7256-4	定 价 27.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题, 本社销售部负责调换)

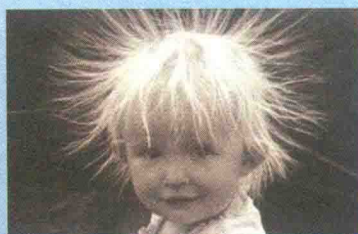
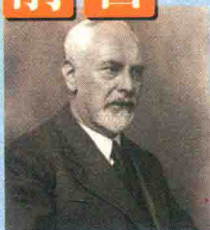
责任编辑 张祝娟
责任美编 金 晖

责任校对 马 融
责任印务 崔文红

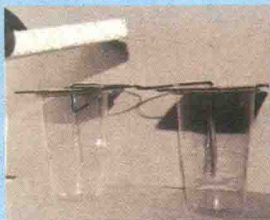
致理创新工作室简介

2012年,余杭中学物理教研组内五位志趣相投的年轻教师夏泳、张彬、狄一中、宣杭章、夏建平组成了研究团队,致力于物理实验相关的教学研究。在四年多的时间内,五人团队潜心研究与实践,每位教师的个人业务水平都得到了大幅的提高,先后有两位教师被评为“杭州市教坛新秀”,一位教师被评为“余杭区骨干教师”,另外两位被评为“余杭区青年教师岗位能手”;同时,团队也取得了丰硕的成绩,目前,合作撰写出版了实验专著两本;开发的创新实验获得浙江省一等奖5个,浙江省二等奖3个,杭州市一等奖3个,杭州市二等奖2个;论文市级以上获奖或发表有10余篇,区级获奖20余篇;指导学生课题研究市级以上获奖10余项;5位年轻教师还多次获邀在省市级的教学研讨活动中开设讲座、公开课。

前言



PREFACE

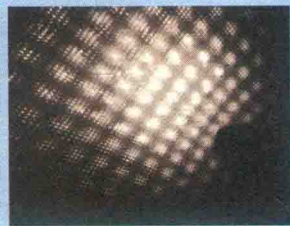
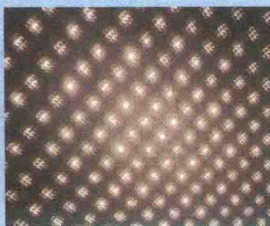
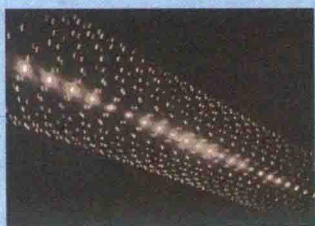
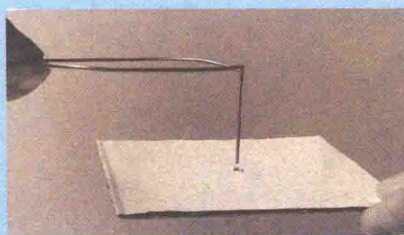


物理是有趣的,物理是有用的,如何让学生感受到这两点,仅依赖课堂中的实验教学是远远不够的。我们在特级教师赵力红老师的指导下,结合平时对物理实验教学的广泛认识特编写了本书。我们的目标是让孩子们去触摸物理,在体验中发现物理的美。

生活中其实有非常多的物理素材,而且自 2006 年以来,余杭中学每年都坚持开展一至两项学生物理研究性课题,年年都获杭州市一、二等奖,十年来已积累了大量的教学素材,这些素材可以以实验探究的形式搬进课堂。因此,我们确定思路,决定将这些素材有机整合,开发一门面向初、高中学生,让学生经历发现、探究、感悟、晓理、应用五个过程的选修课程,这门课程能激发学生对物理的兴趣,并由学生自己动脑、动手,达到素质教育的目的。

此外,自制演示实验的开发,为我们提供了课程研发的技术支撑。自 2012 年起,在赵力红老师和傅迪芳老师等的指导下,我们五人成立了“致理创新工作室”,专注开发有助于实际教学的低成本物理演示实验,五年的研发产出了一系列直观、实用的演示实验设备,如一组平衡问题的滑轮实验,圆周运动系列实验以及光的衍射、干涉、折射系列实验等,以上实验均获得浙江省实验评比一等奖,并被推荐参加 2016 年全国自制教具评比。

2014 年,本书形成初稿,通过在高中学生中两年的实践教学,至今已经修订三稿。全书分两章,共 12 节,其中第一章重在研究一些不可思议的物理现象,第二章重在应用物理原理去设计创新作品。我们建议,在实际教学过程中,应该穿插一些基本工具(如电表、螺丝刀等)和一些基本电脑软件(如 Excel、Word、搜索引擎等)的使用培训,那



样才能更好地体现本课程的教育意义。

本书由夏泳、狄一中、张彬担任主编,夏建平、宣杭章担任副主编,步宏辉、张锦松、裘梦恩、林瑞根、王晓宇、白秋桂、唐炎铭、章红燕、赵晓霞等参与编写。本书由赵力红、金鹏、傅迪芳担任指导老师。

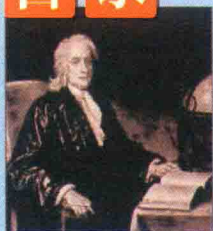
感谢特级教师赵力红导师的无私指导,感谢特级教师金鹏、傅迪芳老师常年的关心与鼓励。还要感谢我们五人小组的另一半给我们温暖的守候,感谢我们年幼的孩子,他们充满童趣的世界,总能给予我们徜徉大海般的灵感!

本书涉及的物理现象和原理只是生活中很小的一部分,如果您有这方面的兴趣和素材,请与我们联系。书中难免存在不少疏漏,请读者多多指正。

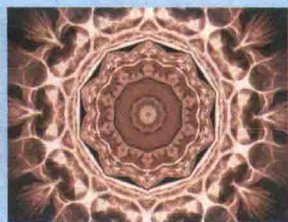
编著者

2016年4月

目录



CONTENTS



第1章 不可思议的现象

- | | |
|-----------------|----|
| 1.1 千圆万花管 | 3 |
| 1.2 听杯音 说水量 奏乐曲 | 11 |
| 1.3 自制激光衍射器 | 18 |
| 1.4 意想不到的橡皮筋弹力 | 25 |
| 1.5 车辆转弯的奥秘 | 30 |
| 1.6 静电现象的秘密 | 37 |

第2章 不可思议的设计

- | | |
|--------------|----|
| 2.1 一纸托千斤 | 47 |
| 2.2 孔径与水速之谜 | 51 |
| 2.3 刹车抛物破案 | 60 |
| 2.4 强大的缓冲 | 66 |
| 2.5 磁铁的磁场有多大 | 72 |
| 2.6 电路随心控 | 78 |



01

第 1 章 不可思议的现象

科学是可以解答的艺术。科学的前沿是介于可解与难解、已知与未知之间的全新疆域。致力于这个领域的科学家们竭尽全力将难解的边界朝可解方向推进，尽其所能揭示未知领域。

——皮特·梅内瓦

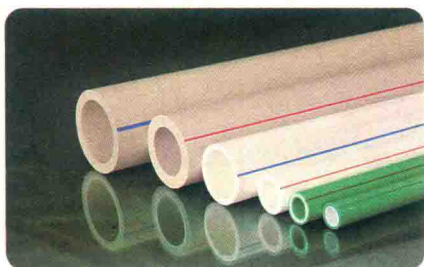
1.1

千圆万花管



不可思议的现象

请从身边找到一根细长的管子,要求内壁光滑。透过一端的管口,朝向光线较亮的地方,你会看到什么呢?



换不同长度、材质的管子,再次观察。

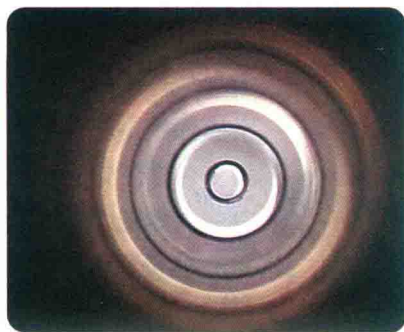
没错,我们竟然观察到一组由同心圆构成的暗环!



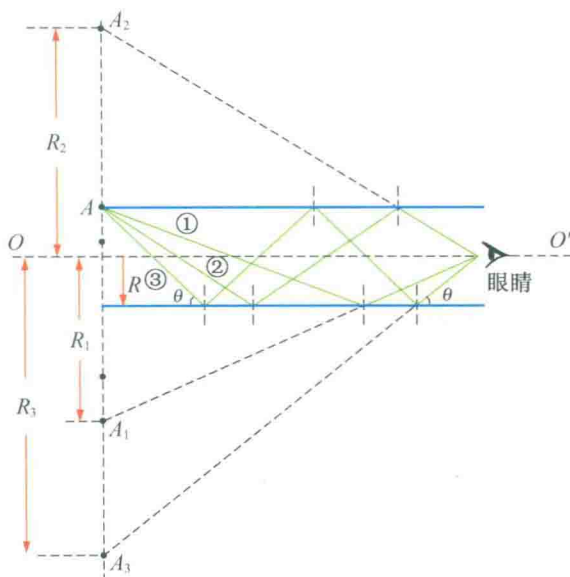
思考与讨论

请进一步思考:

1. 你看到的暗环是实像还是虚像? 为什么是黑色的?
2. 为什么各级暗环是一组同心圆?
3. 你觉得应该用光学中的什么原理解释这个现象?



动手找原因



如上图所示, OO' 是管的中心轴, A 为管口边缘上的某一点。光线从 A 点沿不同的方向射入管中, 最终进入到人的眼睛。从图中可知, 光线①在管内壁发生了1次反射, 光线②在管内壁发生了2次反射, 光线③在管内壁发生了3次反射。以此类推, 从 A 点进入的光线, 若最终能进入人的眼睛, 必定在管内壁发生 N 次反射 ($N=0, 1, 2, 3, \dots$)。

而真正的管上 A 点, 由于并不发光, 我们看到的应该是较暗的虚像 A_1, A_2, A_3 (如图)。根据对称性, 最终我们看到的是以 R_1, R_2 直至 R_N 为半径的一组暗环。

探究一

那么, R_N 与管的内径 R 之间有什么关系呢? 请同学们借助数学工具, 一起来推导一下。

如上图所示, 设光线从 A 点出发, 沿与管壁成 θ 角方向进入管内, 经过 N 次反射后到达眼睛。管的长度为 L 。

$$\text{则有 } N \frac{2R}{\tan\theta} + \frac{R}{\tan\theta} = L, \quad R_N = L \cdot \tan\theta,$$

$$\text{两式消去 } \tan\theta, \text{ 可得 } R_N = \underline{\hspace{2cm}},$$

$$\text{则直径关系 } d_N = \underline{\hspace{2cm}} d, \text{ 其中 } d = 2R。$$

进而可得, $d_N - d_{N-1} =$ _____。可见, 环状暗纹不仅是一组同心圆, 而且间距相等。

探究二

为了进一步验证理论推导的正确性, 我们可以将原图进行放大, 用游标卡尺直接在电脑显示器(或打印的图片)上测量各级圆环的直径(以暗纹最深处为准), 并将测量值计入下表中。

序号	1	2	3	4	5
对应直径	d	d_1	d_2	d_3	d_4
测量值 /mm					

以 $2N + 1$ ($N = 0, 1, 2, 3 \dots$) 为横轴, d_N 为纵轴, 在下面区域中作图。

根据图像, 得出结论: _____

玩一玩

1. 改变管的长度, 观察管中图案的变化。
2. 改变管的直径, 观察管中图案的变化。
3. 改变管的厚度, 观察管中图案的变化。
4. 改变管的材料, 观察管中图案的变化。
5. 请尝试用激光笔照射金属管的一段, 另一端对准白色的墙壁, 你观察到了什么现象? 你能解释该现象的成因吗?



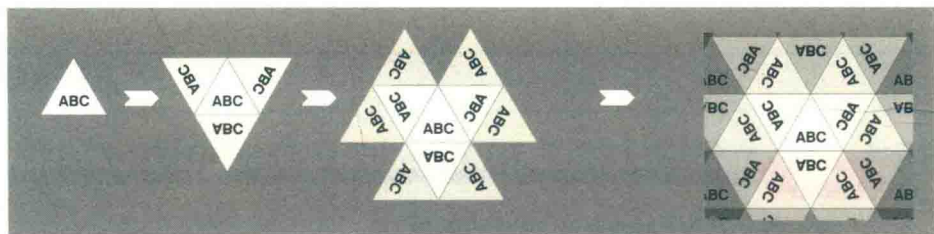
万花筒

万花筒是一种光学玩具，只要往筒眼里一看，就会出现一朵美丽的“花”样。将它稍微转一下，又会出现另一种花的图案。不断地转，图案也在不断变化，所以叫“万花筒”。万花筒诞生于19世纪的苏格兰，由一名研究光学的物理学家发明。两三年后，几乎在同一时期传到了中国和日本。19世纪初叶，中国的很多玩具进入日本，其中也包括了万花筒。当时，作为利用光学的游戏，新鲜而有趣，万花筒成为糖果店吸引孩子的招牌玩具。



万花筒的图案是如何产生的呢？原来是靠玻璃镜子反射而成的。它是由三面玻璃镜子组成，再在一头放上一些各色玻璃碎片，这些碎片经过三面玻璃镜子的反射，就会出现对称的图案，看上去就像一朵朵盛开的花。

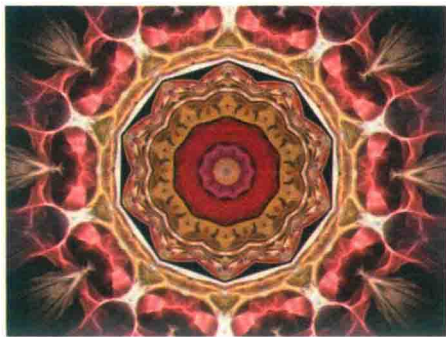
万花筒的原理在于光的反射，而镜子就是利用光的反射来成像的，这种成像原理我国远古时代的古人就已掌握。古书《庄子》里就有“鉴止于水”的说法，即用静止的水当镜子。据说真正的万花筒玩具是英国物理学家大卫·布尔斯答于1816年发明的，而我国民间也很早就有了这种玩具，而且不断创新，生产出了许多新型的万花筒。



1816年，苏格兰物理学家大卫·布鲁斯特爵士发明了万花筒。布鲁斯特主要从事光学和光谱研究，他在童年时代就十分喜欢光学实验，一生中的大部分时间都用在他所喜爱的光学上。一次，他在用多面镜子研究光的性质时，看到了几面相对放置的镜子里经过多次反射呈现出来的景象，便放了一些花纸在镜子组成的空腔里。结果，他看到了一些对称的图案，而且每变动一下花纸的位置，图案就会变换

一次。

为了使图案不断地变换,他将三面成角度的镜子放在一个圆筒里,再将花纸放在筒端的两层玻璃间。随着三角镜中镜子的角度变化,影像的数目也随之变化;影像重叠后形成各种图案,不停地转动万花筒就可以看到不断变换的图案,就这样他制作出了只要轻轻转动就能看到不同图案的万花筒。万花筒在一夜之间便获得了意外的成功。这个一动就能产生美妙图案的小东西,算得上是当时的“电视机”了。更有意思的是,一旦某个图案消失了,要转动几个世纪才能出现同样的组合,因此每一瞬间都值得欣赏,每一秒钟都值得珍惜!



万花筒的发明被列入科学重大发明而载入史册,博物馆里也收藏有一些制作精美的万花筒。由于万花筒既是美轮美奂的艺术作品,又是培养思维和观察能力的益智玩具,所以深受成年人和小孩子的喜爱,并在人们的手中不断地翻新花样。例如,有人在万花筒里放上30~40个像教堂塔尖一样的玻璃小瓶,里面装上油,在油里浸着玻璃粒、细珊瑚片、贝壳和沙粒。这些密封的小玻璃瓶一动,瓶里那些闪闪发光的微粒就会升降。除了这些东西以外,还放入扎紧的细丝线、马鬃以及各种螺旋形的、弯曲的小东西。这样,当万花筒转动起来,就好像在欣赏一场精彩的芭蕾舞表演。



想一想

1. 你觉得这个现象在生活中有哪些实际应用价值?
2. 生活中还有哪些现象或应用也蕴含着光的反射原理? 同学们自己还能想出哪些应用? 请在下面表格中写出2至3个案例。

案例来源	案例介绍



深度研发

请自己制作一个万花筒,具体方法请参考附录。



拓展活动

请在互联网上查找一个利用“光的反射”原理的实例,认真阅读,并将实例及原理讲给家长听。

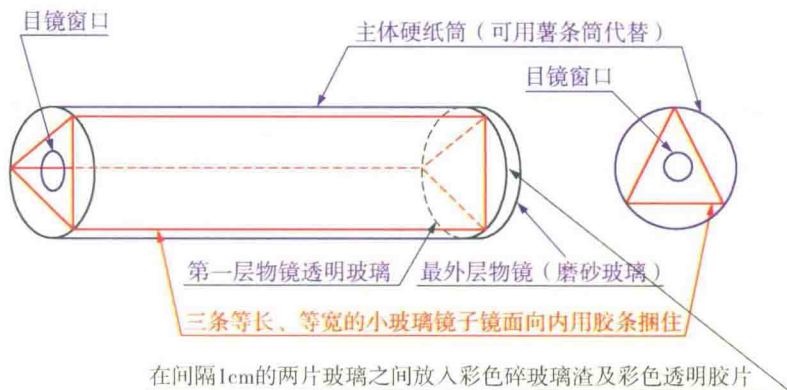
附1: 万花筒的制作方法

一、制作原理

万花筒的原理就是利用组成等边三角形的镜子面互相反射堆积在一角的碎彩色玻璃而形成规则的美丽图案,随着转动万花筒的筒身,碎玻璃碴的流动随机变化出千奇百怪的美丽花型,所以顾名思义叫做万花筒。

二、制作材料

1. 旧手电筒玻璃片3片(直径要相同,最好有1片是磨砂的)。
2. 硬纸板圆筒1个(可用装薯条的纸筒代替)。
3. 绿豆大米大小的彩色小碎玻璃碴以及彩色透明的塑料胶片碎碴10多粒(大小搭配)。
4. 等长等宽的小镜子3条(可用镜子的下脚料,长度比纸筒略短即可)。
5. 胶带或胶布(固定小镜子)。



万花筒制作示意图

三、制作方法

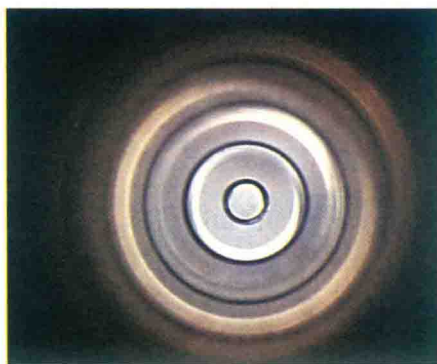
1. 在万花筒的底层你可以使用两个手电筒的玻璃片来间隔一些彩色的碎玻璃碴(间隔1cm即可以利于彩色玻璃碴的流动),或者添加一些彩色透明的碎胶片(最好用手工剪切一些具有各种几何形状的不规则米粒大小碎片)。最外层的玻璃片最好选用磨砂玻璃,实在找不到可以在里面衬上一层硫酸纸(制图用的类似于磨砂玻璃的半透明纸,其功能主要是为了透光性好)。

2. 万花筒的中间主要是用3片镜子玻璃制作的等三角柱体(镜面一律向内,经互相反射从而产生复杂的图案),3条小镜子镜面向内用胶带粘贴捆好。

3. 万花筒的目镜也使用相同半径的手电筒玻璃片,1片等大的圆形纸板在圆心处挖出一个直径1cm的圆孔作目镜。

4. 将三角形镜子柱装入纸筒内卡紧,纸筒的一端是两片玻璃组成的空心小盒子,里面放入彩色的碎玻璃碴、胶片碴等,纸筒的另一端是目镜。最后根据自己的喜好用美丽的包装纸包裹以美化外壳,这样一支奇妙的万花筒就制作好了。

附2：实验数据

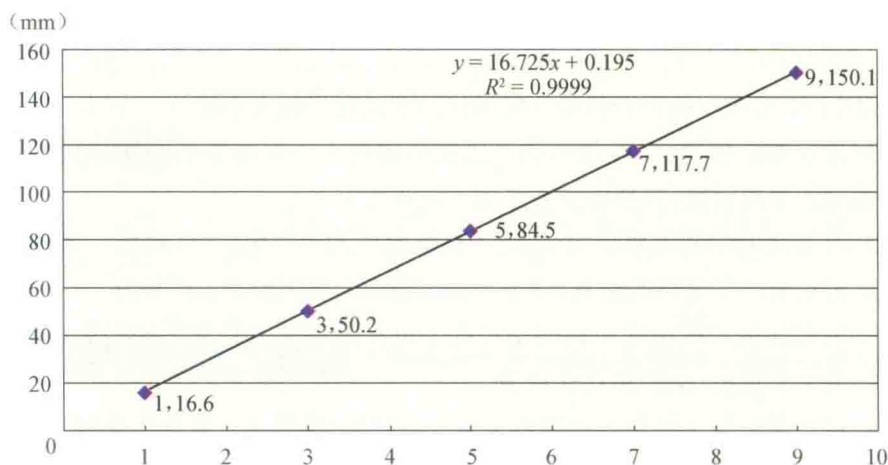


我们将原图进行放大,用游标卡尺直接在电脑显示器上测量各级圆环的直径(以暗纹最深处为准),并将测量值计入下表中。

序号	1	2	3	4	5
直径	d	d_1	d_2	d_3	d_4
测量值/mm	16.6	50.2	84.5	117.7	150.1



以 $2N + 1$ ($N = 0, 1, 2, 3, \dots$)为横轴, d_N 为纵轴, 作图如下:



分析: R 的平方值非常接近于1, 可见, 实验数据与理论值符合非常好。不过当 N 值增大后, 光能的损失增加, 因此外圈的暗纹变得越来越模糊。通过进一步的观察, 我们发现, 不仅在金属管中, 内表面较光滑的塑料管内也会出现类似的图案。