

SCIENCE ACTIVITIES

科学实验活动丛书

(美) 汤姆·杰克逊 著

光与色



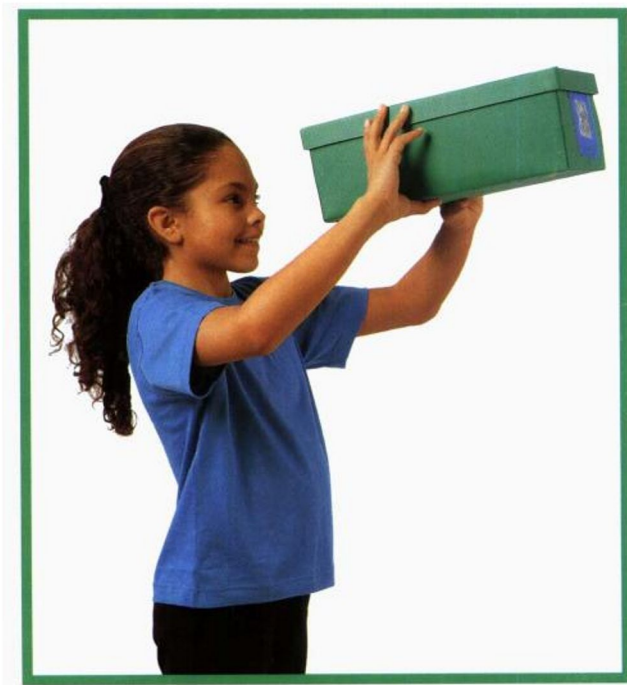
辽海出版社

科学实验活动丛书

光与色

第六册

(美) 汤姆·杰克逊 著 杨兆宇 译



辽海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学活动. 6, 光与色 / (美) 杰克逊著; 杨兆宇译.
—沈阳: 辽海出版社, 2003. 2
ISBN 7-80669-484-6

I. 科… II. ①杰… ②杨… III. ①科学实验—小学—教学参考资料 ②光学—小学—教学参考资料
IV. G624. 63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 086752 号

Science Activities(10 Volume set) Set ISBN 0-7172-5608-1
Light and Color by Tom Jackson Vol ISBN 0-7172-5674-6
Copyright ©2002 by Brown Partworks Limited
Chinese translation published by Liaohai Publishing House
Published by arrangement with The Brown Reference Group plc
All rights reserved

本书中文简体字版由英国 The Brown Reference Group plc 授权辽海出版社独家出版。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

责任编辑: 刘永淳
美术编辑: 谭成荫
责任校对: 王霞

出版者: 辽海出版社
地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号
邮编: 110003
电话: 024—23284478
http: //www.lhph.com.cn

印刷者: 辽宁美术印刷厂
发行者: 辽海出版社

幅面尺寸: 215mm × 280mm
印 张: 4
字 数: 45 千字

出版时间: 2003 年 2 月第 1 版
印刷时间: 2003 年 2 月第 1 次印刷
印 数: 1 ~ 5 000
定 价: 16.00 元

丛书简介

这套科学实验活动丛书, 给孩子们一个机会来使用职业科学家用以解决问题的方法, 去探索科学世界中一些引人入胜的题目。这套丛书强调计划实验, 要求以一种严格的方式进行操作以便顺利地地完成一项实验, 并通过记录实验各个阶段的情况以及组织并分析实验数据以得出结论, 向未来的科学家们介绍了科学的工作方法。读者将有机会亲自动手去做这些新颖而振奋人心的实验, 从而以各种方式学会记录和分析自己的实验和结果的方法。

这套科学实验活动丛书的每一册都包含 10 个主要实验, 每个实验还有补充活动, 用以鼓励读者去发现有关这个题目更多的东西。这些活动都是通过详细的引导和分析加以解释和展开的。每个活动都附有彩色的演示照片和许多说明每个题目细节的图片和插图。

通过在科学方法指导下所做的这些有趣又有教益的实验, 能够使每个阅读这套丛书的人获得职业科学家如何从事他们工作的一种感觉, 但最重要的还是从中所得到的乐趣。

导言	4
实验活动一	反 射 6
	双向镜 8
实验活动二	干 扰 12
	制造彩虹 14
实验活动三	放 大 17
	鱼缸透镜 18
实验活动四	折 射 22
	消失的幻术 24
实验活动五	望远镜 28
	制作望远镜 30
实验活动六	完全内部反射 33
	被陷的光束 34
实验活动七	针孔相机 38
	制作针孔相机 40
实验活动八	衍 射 44
	制作分光仪 46
实验活动九	波纹图形 50
	制作波纹图形 52
实验活动十	蓝色的天空 56
	杯中落日 58
术语注释	62
丛书索引	64

导言

我们这颗行星不断地被太阳洒下的能量所覆盖。这种能量的许多是我们能够看到的阳光，其实太阳也产生一些看不见的射线。光和其他类型的射线都被称为电磁辐射。

地球上存在许多类型的电磁辐射，包括X射线、无线电波、热、红外线、紫外线和 γ 射线。它们都非常地类似于光，但它们所含的能量是不同的。

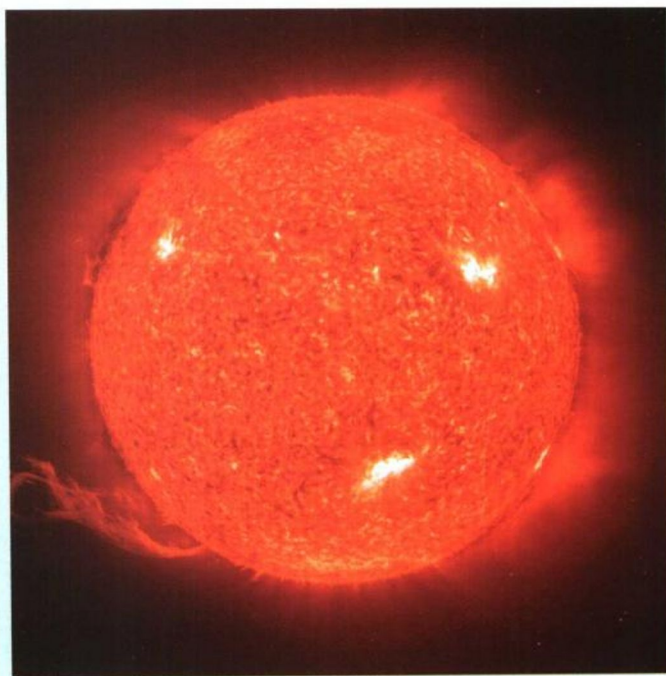
可见光是我们可以看见的电磁辐射的范围。我们的眼细胞有一种对光敏感的微小粒子，这些微小粒子可以把光转换成电脉冲，然后，我们的大脑把这些电脉冲变成现实世界的图像。

几乎所有的光能都来自于宇宙中的太阳或其他星球。当一只灯泡亮着的时候，它消耗的是从煤、天然气或石油等燃料中产生的电能。这些燃料是由各种树木和植物经过几百万年的演化形成的，而这些树木和植物最初就是靠着太阳光的能量生长起来的。

波还是粒子？

直到近代，科学家们还为光所困惑。一些科学家认为光是一条微粒子的小溪，而另一些科学家则认为光像波一样地运动，就像池塘里的涟漪。现在我们知道，这两种说法都是正确的。

许多著名科学家都对光进行过研究。17世纪的荷兰天文学家克里斯蒂安·惠更斯(Christiaan Huygens, 1629—1695)就提出光是一种波的思



来自太阳的光到达地球大约需要8分钟。太阳有时也会产生气体大爆炸，就像上图左边底部的弧光那样。

想，但是英国科学家伊萨克·牛顿(Isaac Newton, 1642—1727)却不同意这种说法。他认为光是一条粒子的小溪，因为影子的边缘是有形状的。波通常不能产生有清晰边缘的图像。例如，水波绕着物体流过，声波能围着角传播。

德国出生的美国物理学家阿尔伯特·爱因斯坦(Albert Einstein, 1879—1955)是第一个认识到光的波理论和粒子理论都是正确的科学家。爱因斯坦提出我们应该认为光是许多小的能量包，即我们现在所说的光子。每个光子都有一个波的特征。在显微镜下观察，迷惑伊萨克·牛顿的影子“清晰”的边缘并不那么清晰，此时我

科学家伊萨克·牛顿发现白光果真是所有不同色彩的混合。



没有阳光地球上的生命就不能生存。植物从阳光中获取能量，利用这种能量化合空气分子和水作为养分。

们看到的光从物体的边缘绕过，就像其他类型的波一样。

爱因斯坦曾经问过自己一个非常重要的问题：当你跟着一束光旅行时，你会看到什么？他提出的答案演变成他的狭义相对论（1950年），在这一理论里，爱因斯坦声明，光总是以完全相同的速度在真空中传播。

光学定律

这本书的大部分内容涉及科学的一个叫做光学的分支。在光学中，我们认为光是波而不是粒子。光波的表现就像其他的波，如水波、空气波和地震时在地上传导的地震波一样。每一种波都有一个波长（一个波峰到另一个波峰的距离）和一个频率（一个波每秒走过的波长数）。波还有一个振幅，它是波峰的高度或波谷的深度。

在这本书中你会发现光的活动有许多令人吃惊的方式。它可以从物体反弹回来（反射）；当它通过物体的时候会发生弯曲（折射）；当它通过细缝的时候会出现涟漪（衍射）；当它撞击到微小的粒子时会向不同方向发散（散射）；它们还会相互干扰，形成不寻常的图像。不论什么方式，光的行为总是让人感到惊奇。

几点有益的科学指导

科学不仅是一种事实的搜集工作，而且也是科学家用于搜集信息的过程。遵循这里给出的几点有益的科学指导，从而从每个实验中都能得到最大的收获。

- 每个实验做一次以上，这样可以避免偏离结果的偶然错误。一个实验做的次数越多就会越容易发现实验结果是否正确。
- 要确定如何记录你的实验结果。你可以使用各种不同的方法，诸如：描述法、图解法、表格法、图表法以及曲线法。要选择使你的结果容易阅读和理解的表达方法。
- 要保证做到边进行实验边记录实验结果。如果出现一个结果明显不同于其他结果的情形，那可能是由于实验出现了问题，应该立即进行调整。
- 把实验结果绘制成一个曲线图是大有益处的，因为它有助于你填补实验中的空白。例如，设想你沿着图表的底线画出时间间隔，侧面向上逐次标出温度。如果测量温度10次，你就能在图表上画出10个点，用直尺将所有的点连接起来。取线上的任何一点，并从图表的两侧读出那一点的时间和温度，就可以评价每两点之间或每两次测量之间所发生的变化。
- 从错误中得到经验。科学上一些激动人心的发现来自于意想不到的结果。如果实验结果与预测不一致，要试着弄清是什么原因。
- 在实验过程中或者在实验准备过程中，你都要始终保持小心谨慎，不管这种实验有没有危险。在开始实验之前，你一定要了解实验的安全规则。
- 在没有告诉成年人你打算做什么之前，切不可开始进行实验。

反 射

如果你在一个平静的阳光灿烂的晴天站在湖边,你可以在水的表面看到反射。反射的出现是因为光线照射物体时会从物体上反弹回来。



所有的物体都反射光。像镜子和湖面那样又平又有光泽的表面能够产生最好的反射。它们能使光线只沿着一个方向反弹,因此能够产生一个映像。而其他的物体使光线沿着不同的方向反弹,这使它的表面不能产生清晰的映像。如果任何东西都不反射光,那么除了那些自身能发光的物体,如太阳、星星和电灯等,整个世界将是一片漆黑。

直观地看,太阳光或灯光都是白色的,但它确实是所有不同颜色的混合。当白色的光照射一种物体的

湖能产生反射,映出万物的倒影。如果你凝视一个平静的湖,有时你可以看见几英里高空处白云的倒影。

时候,不同颜色的光会以不同的量反射从而使物体显示出不同的色彩。一些色彩被物体吸收了,而另一些色彩不是被吸收而是被反射出来。被反射出来的颜色就是那些我们能够看到的颜色,例如,酸橙看上去是绿色的,因为它反射绿光而吸收其他颜色的光。

如果一种物体反射的光太少,它就是一种黑色或

反射色彩



物体看上去有颜色是因为它们反射光。白光，例如太阳光，是所有不同颜色光线的一种混合光。白色的物体同时反射所有的颜色，所以显现出亮和白(1)。红色的物体吸收大部分颜色但反射红色光线，这就是它们显现出较暗和红的原因(2)。黑色物体吸收所有的颜色只反射极少量的光，这就是它们看上去那么暗的原因(3)。

光有不同的颜色，因为它们是以波的形式传播。当这些波相距很远时，形成了波长很长的光波，我们的肉眼看到的是红色。当这些波比较接近时，我们的肉眼会看见紫色。其他的颜色都有一种介于红色和紫色之间的波长。太阳的光线中有些波长太长或太短，人类的眼睛因为无法探测而看不见，但许多其他动物却能够看到。

非常暗的颜色。此时，大部分光没有被反射而是都被吸收了。一个能够反射所有光的表面看上去是白色的或是有光泽的，像镜子一样。从类似镜子的表面发出的反射称为单向反射，从其他表面发出的反射称为漫射。

写。在一张纸的前面放一面镜子，然后试着写出从镜子里面能正常读出来的你的名字，为此，你将不得不同时写出上下颠倒、前后颠倒的字来。

镜中的影像

一个镜子中的映像在一个非常重要的方面不同于产生这种映像的物体，它被左右颠倒，换句话说，它的左边出现在右边，而它的右边出现在左边。例如，如果你在镜子里用左眼对自己使眼色，你将看到你的右眼眨眼的反射，但是上边还是上边，下边还是下边。

镜中的映像可能令人迷惑，试着拿这页纸对着一面镜子观察，看你是否能读出反射出来的文字。你会发现所有的字都按相反的方向旋转了，但是你还是能够读出来。一个更难的任务是试着在一面镜子里书

使用镜子

在发明镜子以前，人们只能在水池中或磨光的金属片上看自己的映像。今天，我们使用镜子做各种不同的事情，而不仅仅是为了观察自己的长相。

镜子在汽车和卡车上是必需的，司机通过镜子可以看见他们后面路上的情况。镜子的另一个非常重要的用途是在望远镜上，天文学家用望远镜可以观察到天空中遥远的星体。哈勃太空望远镜利用世界上最大、最光滑的镜片收集最微弱的星光。望远镜被制成像巨大的碗那样的形状来采集大范围的光，并把这些光聚集在一个小的识别器上。

双向镜

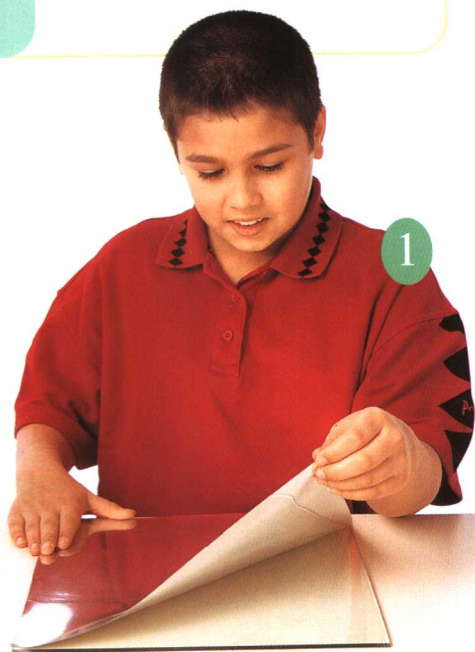
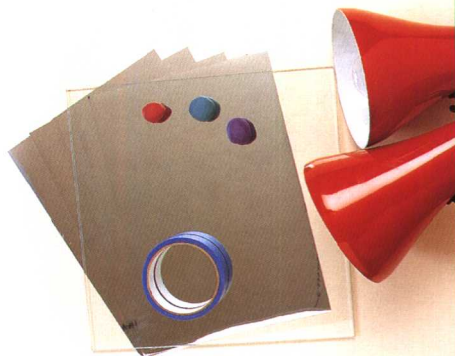
实验活动

目的

1. 制作一个双向镜。
2. 使你的脸和另一个人的脸合在一起。

你需要的用具和材料

- 大约1英尺(30厘米)见方的玻璃片
- 能足够蒙住玻璃片的聚酯薄膜。你可以从五金商店里买到玻璃防眩膜
- 胶布
- 2个电灯
- 大团的制模黏土



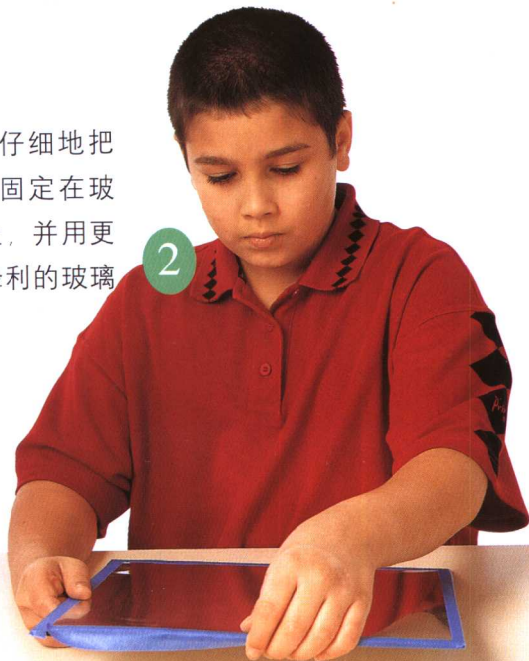
1

1 用聚酯膜蒙在玻璃片的一面上，要确保铺平。

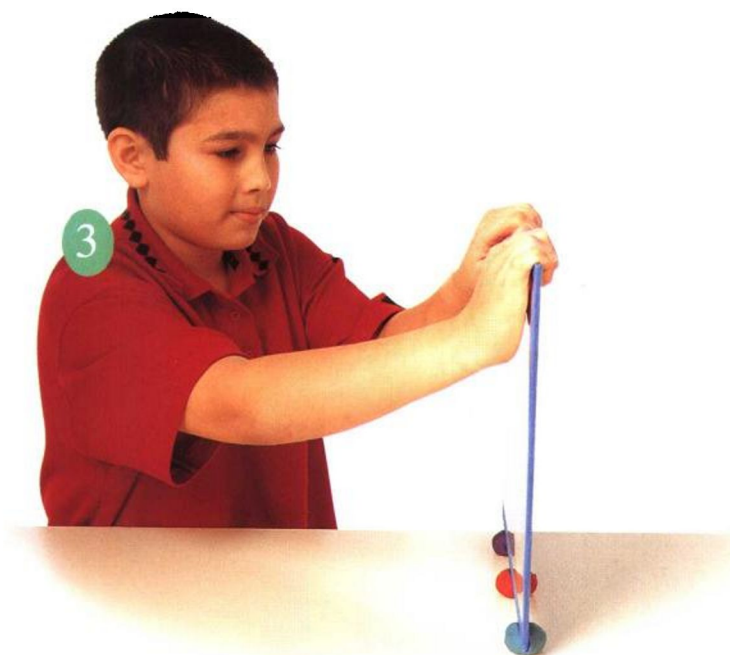
犯罪嫌疑人

当受害人被要求出来识别一个罪犯的时候，警察局里使用的就是类似于你在这里所做的镜子。犯罪嫌疑人和被选定的其他一些人站在一个明亮的房间里，从一个镜子里看他们自己。在另一边，在一个很暗的房间里，受害人和警官可以通过这种镜子识别罪犯而不被排队接受检查的嫌疑犯看见。警察必须十分小心，不要在自己的房间里开灯，以免犯罪嫌疑人看见谁在指证他或她。

2 用胶布仔细地把聚酯膜固定在玻璃片的边缘上，并用更多的胶布把锋利的玻璃边缘包住。



2



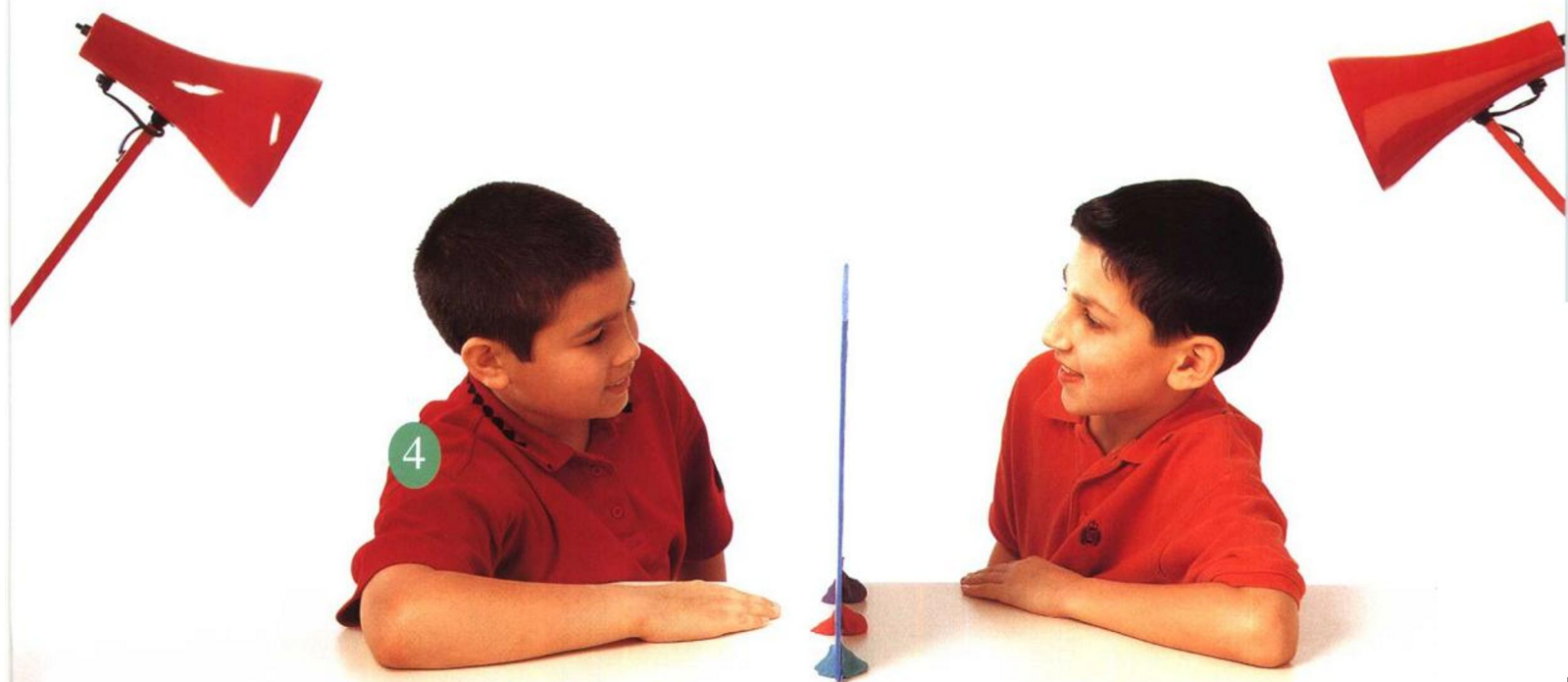
3 把镜子放在大团的制模黏土中让它直立在桌上。如果你没有制模黏土，可以用橡皮筋和厚书固定镜子，确保你放手时镜子可以稳固地立住。

4 把灯放在桌子上，然后拉紧窗帘，关上所有的灯，使房间尽可能地黑。你俩坐在镜子的两边脸对着脸。当你们看着镜子时轮流打开两盏灯的开关照亮你们的脸。每次开一个灯，然后试着把两个灯同时打开。

你可能遇到的问题

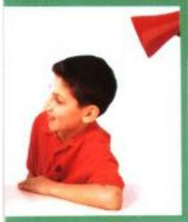
如果我从双向镜中什么也看不到怎么办？

一些类型的聚酯膜比其他类型的厚，所以你可能需要用较薄些的试一试。在夜间进行这项活动也许对你有帮助，这样可以确保你使房间真的黑下来。确保你自己的脸全部被灯光照亮，不要把自己一方的灯照在另一个人的脸上。



实验活动拓展

双向镜



只要稍加尝试，你们就能用双向镜把你们的两张面孔合在一起制成一个怪异的、鬼一样的幻影。做这个实验最容易的方式是利用有调光开关的灯。如果你没有调光灯或调光附件，可以用手电筒来代替。

重复这项活动，但这一次让两个灯都亮着。向镜子里看，脸对脸。你们中的一个人把灯慢慢地弄暗（或慢慢地把手电的光束从他的脸上移开）。在黑暗那面的人将会逐渐看见自己反射的影像暗淡下来而另一个人的影像逐渐清晰。调整你的位置，以便你们

的眼睛、鼻子和嘴尽可能近地排在一起。如果你不断地调整灯的亮度，你应能把两张脸调合到一起。当两张脸合并时，试着一起张开你们的嘴或同时眨一眨眼睛，这个影像看起来像什么？



+



=



分析

反射

你做的镜子和你家里的其他镜子没有很大的不同。然而，不像你家里的那些镜子，它是一个双向镜。也就是说在镜子两面都有些光被反射掉，而有些光则穿过镜子到达另一面。

你浴室里的镜子反射所有照射到它的光，它大概是用背后涂了薄薄一层水银或铝的玻璃制成的，再后面则是一层木板或墙。光只能从你所在的这面照射到镜面上，所以，你只能看见镜子这面的物体。

双向镜能从两面形成影像，就是因为它的背后没有墙或木板，所以两面都反光。

和能把所有照到它上面的光都反射出来的浴室镜

子不一样，干净的玻璃窗让几乎所有照射到它的光穿过。换言之，它透光。双向镜也透光，但不是所有的光。大约有一半照射到它的光反射回观察者，而另一半则通过它到达另一面的那个人那里。

看亮的一面

在主活动中，当灯被打开时，你应能看到一个你自己脸的反射影像。当你伙伴的灯被关掉时，从另一面穿过玻璃到达这面的光非常少，所以，几乎所有你在镜子里看到的光都是从你这一面反射回来的。结

果，你惟一能看见的东西就是你自己的反射。

当你的灯被关掉，而你伙伴的灯打开时，你将看到极不相同的影像。因为你这一面的镜子是暗的，非常少的光被反射，但有更多的光从另一面穿过来。你会在镜子里看见你同伴的脸，也许还有一个模糊的你自己脸的反射。

模糊和调光灯

当两个灯都亮着的时候，你可能只能看见你自己反射的影像，但很可能看见一个非常模糊的另一个人的影像。如果你有调光灯并使两个灯都暗下来，另一

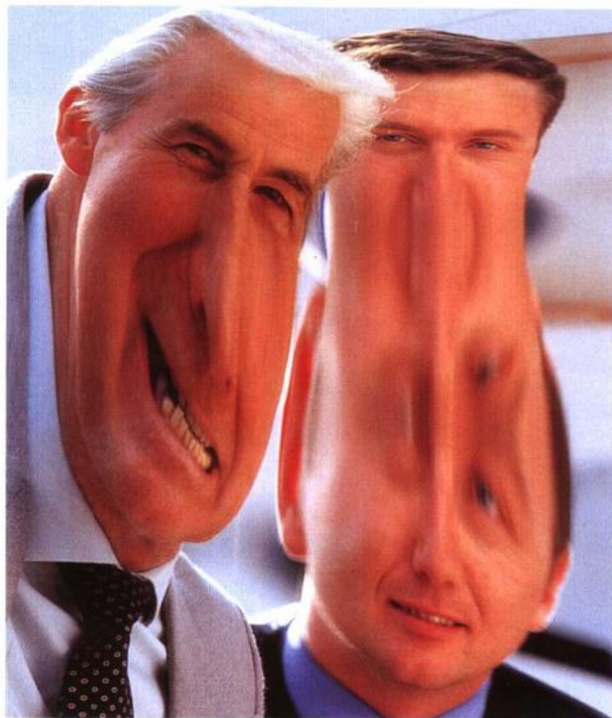
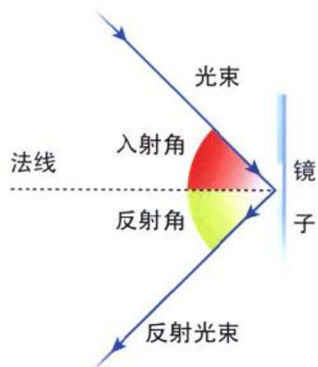
个人的影像将变得更清晰一些。

在实验活动拓展中，随着一个灯逐渐暗下来，来自亮的那一面的光在暗的一面变得看得见了。如果亮度的差距足够大的话，虽然在较暗一面的一个鬼一样的反射可能还存在，但只有较亮那一面的影像是可以清晰看到的。而在明亮的一面，只有观察者自己的反射能被看见。

如果你用调光灯或手电做实验的时间足够长，你应能使你们的脸合在一起。你的大脑是很善于识别脸的形状的，它会摄取两张脸的影像并把它们合到一起，甚至当两张脸的表情不断变化时，在大脑中也能合并两张脸。

墙上的镜子

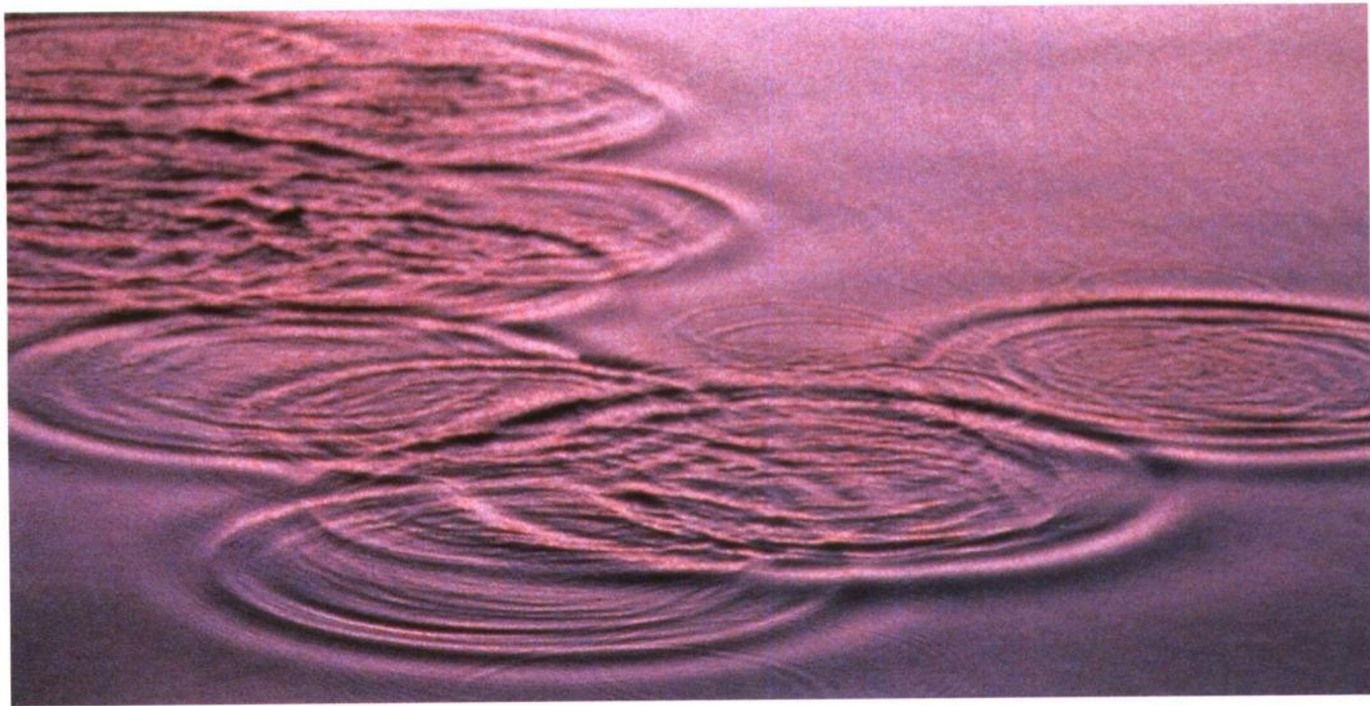
一束光照射一面镜子的角度和反射光束的角度密切相关。一束以90度（直角）照射到镜子的光将被直接按原路反射回去。这是因为入射角（光线进入的角度）和反射角（反射光束的角度）总是相同的。入射角是入射光线与一条垂直于镜子的假想线的夹角。物理学家称这条线为“法线”。一束和法线成20度夹角的光照射进来，将在法线的另一边产生一个20度的反射光束。这就是镜中影像前后颠倒的原因。反射光和入射光是完全一致的，只是反射的光在法线的另一边。



哈哈镜产生一个扭曲的反射，因为在曲面的镜子上，光线的入射角不同。

干 扰

像水一样，光也以波的形式传播，这些波能相互结合并相互干扰。光波的干扰能在肥皂泡的表面、油污的水面和蜂鸟的翅膀上产生出闪烁的光彩。



科 学家们认为光是一系列在空间滚动的波，光波就像在池塘里扔一枚石子激起的波纹一样。由石子引起的波纹以击水点为圆心向四周扩散，来自太阳的光也以类似的方式扩散。

比较一下冲击夏威夷海岸的海浪和你在浴缸里形成的波纹，虽然都是波，但海洋里的波远远大于浴缸里的波。我们可以用不同的方式测量波浪。波峰的高度被称为振幅，海洋里波的振幅远远大于浴缸里波的振幅。波长是相邻两个波峰之间的距离，频率则是波在一秒钟内走过其波长的次数。

像所有的波一样，光波也有频率、振幅和波长。但和水波相比，它们的波长极微小，频率极高。这使对光波的研究要困难得多。

● 当水波碰在一起时，它们相互结合形成复杂的干扰图形。光波的行为与此十分类似。

假如有两个水箱，一个重物从一定的高度落入一个水箱，产生一个每秒一个波长频率的波纹。半秒钟以后，一个相同的重物从同样的高度落入另一个水箱中，形成相同的波，但第二组波的波峰是在第一组波峰之后差半秒钟和半个波长。事实上，当第二个波在波谷（-1 振幅）时，第一个波应处于波峰（+1 振幅）。试想将两组波合在一起，结果将是没有波存在。像这样不在同一时间升起和下落，不是波峰对波峰，波谷对波谷的波，被称为异相波。

波的相互干扰

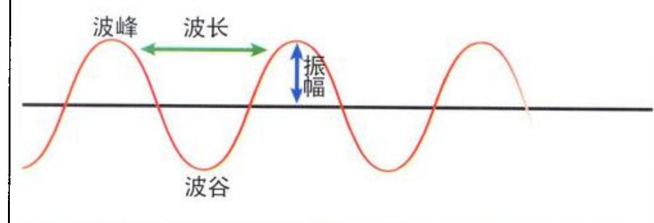
试想用一个单个的大水箱做相同的实验。把重物落在水箱的不同部位，水波便会向彼此传播。当这些波相遇时，你会看到什么现象呢？答案取决于波的相。

当波彼此相碰撞并结合在一起时，物理学家称之为波的相互干扰。波的干扰有两种方式：或者它们相互结合形成一个更大的波；或者它们相互抵消形成一个较小的波或者抵消到全然无波。波在同相时，即两个波同时达到波峰和波谷，会产生一个较大的波；波在异相时，则相互抵消。

当海浪相互干扰时，产生高低不平的排排水浪，而光波相互干扰时又会怎样呢？你可以从肥皂泡上看见光波发生干扰时会出现什么现象。当光碰到肥皂泡时，可能发生下列三种情况中的一种：它可能穿过水的薄膜，即那些气泡的表面；或者它能从薄膜的顶部反射；或者它能从薄膜的底部反射。因此，反射的光来自于两个稍微不同的地方。结果，两组光波异相并相互干扰。一些光的颜色(波长)相互抵消，而另外一些则相互加强形成丰富多彩的图案，如果我们改变视

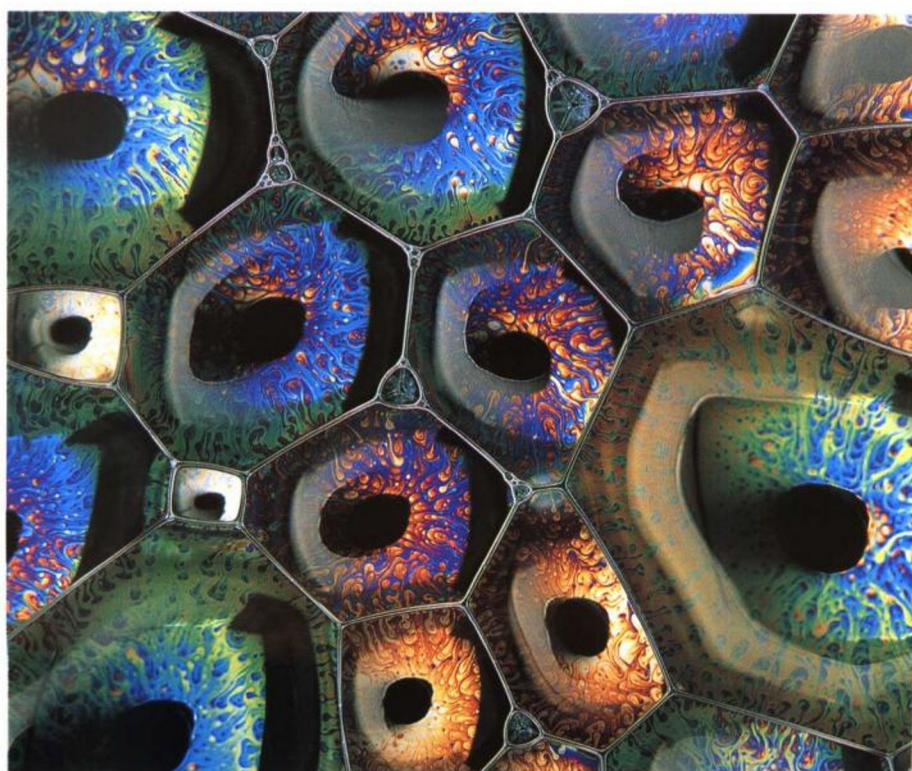
测量波

每种类型的波都有一个波长(两个波峰之间的距离)和一个振幅(波峰的高度或波谷的深度)。光的波长是决定其颜色的属性。



角，图案还会发生变化。

我们周围有很多光波干扰的例子。断裂的玻璃、覆膜眼镜片，还有油污的水塘，所有这些闪烁的颜色都是光波干扰的结果。许多动物色彩斑斓的颜色的形成也是同样的道理。例如，孔雀和蜂鸟的羽毛就是由于光波的干扰产生了多种颜色，许多蝴蝶和热带甲虫色彩斑斓的颜色也是这样形成的。



这些肥皂泡上的美丽色彩是光波相互干扰形成的。

制造彩虹

实验活动

目的

1. 利用光的干扰形成彩虹图案。
2. 说明我们是通过光的不同波长来区分不同颜色的。

你需要的用具和材料

- 2块大约1英尺(30厘米)见方,大约1/8英寸(3毫米)厚的树脂玻璃板
- 干净布
- 肥皂和水
- 胶布和剪刀
- 黑纸
- 台灯



- 1 把每块树脂玻璃的两面都认真地用肥皂和清水洗干净。用更多的水冲洗,然后,用一块柔软干净的抹布把玻璃擦干。

- 2 把两块树脂玻璃紧紧地压在一起。拿住树脂玻璃板,用胶布把四周边沿粘起来。你可能需要一个助手帮你做这项工作。



3 在树脂玻璃板的一面粘上黑纸形成树脂玻璃板“三明治”。



你可能遇到的问题

看不到彩虹图案怎么办？

如果你不能在树脂玻璃板上看到彩色图案，分开树脂玻璃片，在其中一片上涂上一薄层机油。请一位成年人帮你做这项工作。然后把树脂玻璃片合在一起，机油夹在中间，再用胶布把它们粘在一起。

4 拿住三明治树脂玻璃板，纸面朝下，置于明亮的台灯下面。



5 你将在树脂玻璃板上看到由于光波相互干扰形成的彩虹图案。小心地弯曲树脂玻璃板三明治，观察彩虹图案的变化。



实验活动拓展

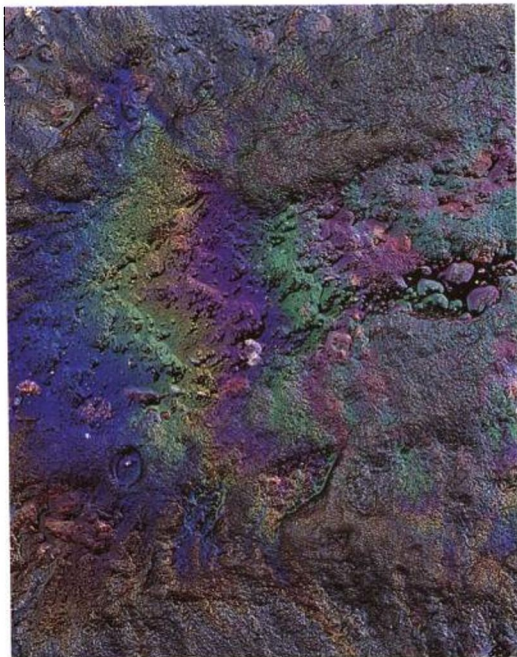
制造彩虹



另一个创造多姿多彩干扰图

案的方法是做一片水面浮油。在一个装有水的盘子中放一些机车油或自行车油，然后把它放在太阳下。油在水面上飘浮，几秒钟后，它将会扩散形成一层非常薄的膜。从这层膜的表面和底面反射的光会相互干扰，从而形成有色图案。

你也可以用CD制作一个彩虹图案。用CD的背面作为



一面镜子把阳光或手电筒的光反射到一张白纸上，就会出现一道眩目的彩虹。这些颜色的形成是由于CD中铝层上细小的坑点反射了光线。这些小坑底部反射的光与其他部分反射的光相互抵消或相互加强。

浮油水洼产生了彩虹图影，因为从油膜顶部和底部反射的光形成干扰。

分析 干 扰

你在树脂玻璃中看到的彩色图案是由干扰形成的。第一层树脂玻璃的底部和第二层树脂玻璃的顶部都反射了台灯的光。这两层树脂玻璃被一薄层空气(或油)隔离开。由于这个间隔，两组反射光异相，色彩便会在它们干扰的地方出现，正如高低不平的湖面。

白光是由许多种有色光组成的，光的颜色是对光束波长的一种衡量。我们的眼睛探测光的波长，我们的大脑为它定义一种颜色。例如，红光的波长长于绿光的波长，绿光的波长长于蓝光的波长。

树脂玻璃上的图案是由白光中特定的波长或颜色被破坏性地干扰抵消之后产生的。剩下其他波长的光

传到我们的眼睛时，我们就看到了这些图案。两片树脂玻璃之间缝隙的宽度影响哪些颜色之间的相互抵消。如果缝隙的宽度是蓝光波长的一半，这两组波会充分地异相，彼此完全抵消。事实上，缝隙的宽度是光波的许多倍，但它还是影响了两组光波的相。这两张树脂玻璃之间的缝隙不是完全水平的，所以，你会在不同的地方看见不同的颜色。如果你弯曲或挤压这两张树脂玻璃，随着缝隙宽度的变化你将会看到彩色图案的扩展和变化。