

3.1 光的直线传播与色散

与教材不同之处

更详细描述光的直线传播实验和现象分析；更详细描述光的色散。

什么是光源

什么是光源？

能自行发光的物体叫做光源。比如像太阳一样的恒星就是光源。

试想一下，如果没有太阳这个光源，地球上还有什么物体可以自行发光？

显然发光的电灯，点燃的蜡烛、萤火虫、水母等都是光源。

如果没有太阳，月亮将看不见，因为月亮“发光”其实是反射太阳光，所以，月亮不是光源。因此，钻石、电影屏幕都不是光源。

需要注意的是，电灯和蜡烛不是光源，正在发光的电灯和正在点燃的蜡烛才是光源。

光的传播方式是怎样的

光源发出的光在空气中是如何传播？

为了验证光源发出的光在空气中是如何传播的，可以通过如下实验方法进行验证。

在桌子上把三张小孔纸板摆放在同一条直线上（用棉线拉直检测三个小孔是否在同一条

直线上），用手电筒照小孔纸板。

我们将看到光同时穿过三个小孔。

这一现象表明光在空气中是沿直线传播的，如图 3-1--1 所示。



图 3-1-1

在进行这个实验的过程中，可以在纸板之间放一些烟雾，这样，我们还可以看见一条直的光的传播路径（简称光路）穿过三个在同一直线上的小孔。所以，烟雾的作用是显示光路。

光在液体中是否也是沿直线传播？

先取一个容器，倒入纯净水，滴入一两滴牛奶（搅拌均匀），然后用激光紧贴容器外壁照射纯净水，我们可以看到笔直的光路。这说明，光在纯净的水中是沿直线传播的，如图 3-1-2 所示。

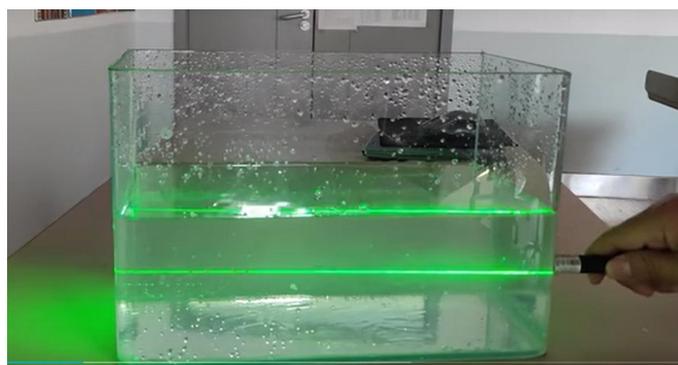


图 3-1-2

在此实验过程中，牛奶的作用也是显示光路的。

可是，当我们往纯净的水中注入一些糖水（不搅拌），显然，这种糖水并不均匀。这样，

同样用激光照射液体，我们却看到一条弯曲的光路。这说明，光在不均匀的透明介质中并不是沿直线传播，如图 3-1-3 所示。

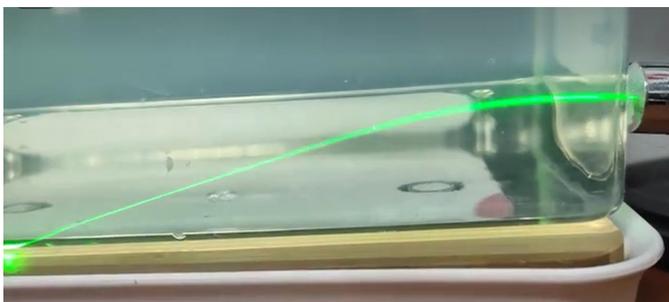


图 3-1-3

当用搅棒把糖水搅拌均匀时，光路立即变为直线。这说明，光只有在同种均匀介质中沿直线传播。

光线概念

通常，我们用一条带箭头的直线，形象地描述光的传播路径和方向，这样的直线叫做光线，如图 3-1-4 所示。

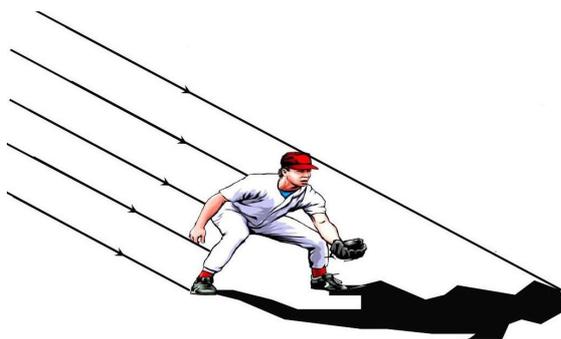


图 3-1-4

需要强调的是，口语中“光线”其实是指光源发出的光的光路，光路是可以看见的，却光线是看不到的。光线只是带箭头的直线，是一种几何的抽象，光线并不真实存在，我们从没有看到还带箭头的光。

物理学上，用光线形象描述光的传播的方法，物理学上称为模型法。

影子的形成

水遇到突出水面的石头时，会绕过石头流到石头的后面。

由于光是沿直线传播的，所以，当光在传播过程中遇到障碍物时，不可能类似水一样，会绕到物体后面的，也就是说，在障碍物的后面，光不会到达。

当人在灯下时，由于光沿直线传播，所以，人会挡住一部分的光，从而在地面上有一片光不能到达的黑色的区域，这样的区域就是我们通常所说的影子。

也就是说，影子的形成是由于光的直线传播造成的。

我们平时最喜欢玩的手影游戏的原理也是光的直线传播形成的，如图 3-1-5 所示。



图 3-1-5

成语“一叶障目”也包含了光沿直线传播的道理。

日食、月食的形成

日食和月食是神奇的天文现象，如图 3-1-6 所示（上图是日食现象，下图月食现象）。

日食和月食现象的形成原因是什么呢？

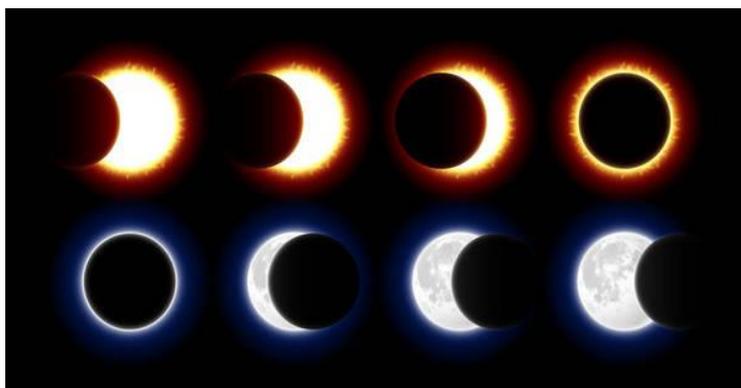


图 3-1-6

由图 3-1-7 所示，当月球运动处于太阳和地球之间时，由于光的直线传播，月球会挡住一部分太阳光，则在月球的背面会有一片太阳光不能到达的黑色阴影区域，这个区域落在地球表面上，就形成一片“影子”区域（这或许也是地球上最大的影子），则站在“影子”区域里的人将看到壮观的日食现象。

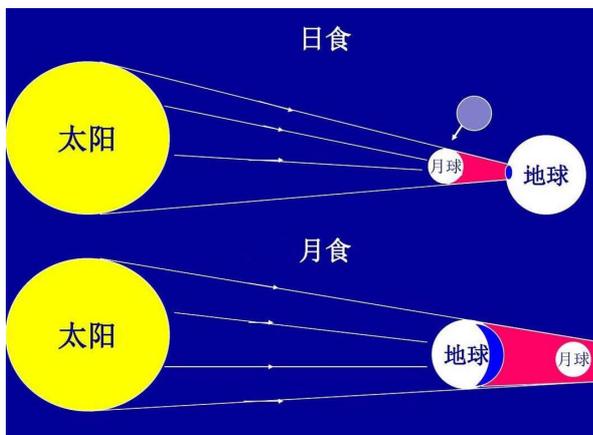


图 3-1-7

因此，日食现象的形成原因其实就是因为光的直线传播。

类似的，出现月食现象，是因为当太阳光直接照射到地球时，在地球的背面会有一片阴影区域，如图 3-1-6 所示。如果月球绕地球转动的轨道刚好经过地球背面的阴影区域（一般每年会有 2 次机会），就会出现月食现象。如果没有光的直线传播，地球的背面的阴影区域就不会存在，也就不会出现月食了。

因此，月食现象的形成原因也是因为光的直线传播。

小孔成像

如图 3-1-8 所示，树荫底下的光斑形状为什么大多数是圆的，而不是方的或其他的形状呢？



图 3-1-8

我们猜想，由于太阳是圆的，当太阳光通过树叶缝隙后，在地上只会形成与太阳形状相似的圆形光斑，也就是说，光斑的形状由太阳的形状决定，而不是由树叶缝隙形状决定。

我们通过实验来验证我们的猜想，实验装置如图 3-1-9 所示。

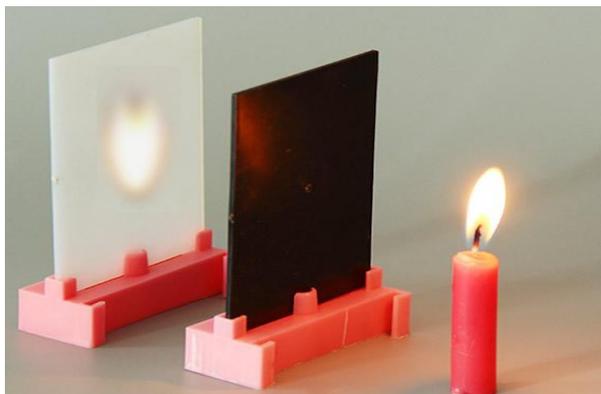


图 3-1-9

我们在点燃的蜡烛前面摆放一个钻有小孔（小孔的形状不规则）的黑色不透明挡板，在

挡板再立一块白色光屏。

显然，我们在光屏看到一个倒立的、清晰的、与烛焰形状完全相同的光斑。

清晰、与物体形状相同、且能被光屏承接的光斑，物理学上称为实像。

也就是说，发光物体发出的光通过小孔后，能在光屏上形成一个实像，这种现象叫做小孔成像。

因此，树荫底下的光斑其实都是太阳的实像。

那么，小孔成像的原因是什么呢？

如果将物体与实像的对应部分连接起来，我们将发现，烛焰的顶点、实像的顶点与小孔在同一直线上，也就是说，光屏上之所以出现的实像是倒立的，这是因为光的直线传播形成的，如图 3-1-10 所示。

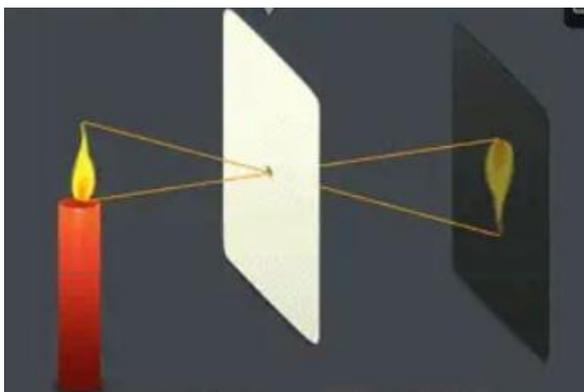


图 3-1-10

因此，小孔成像的原因是光的直线传播。

小孔成像的成像规律

如图 3-1-11 所示，我们发现，当保持光屏距小孔的距离不变时，烛焰距小孔的距离越远，在光屏上成的像越小。如果烛焰距小孔的距离越近，在光屏上成的像越大。

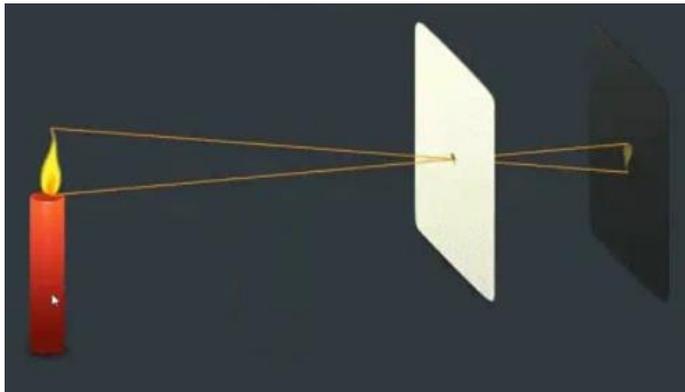


图 3-1-11

又如图 3-1-12 所示，当保持烛焰距小孔的距离不变时，光屏距小孔的距离越远，在光屏上成的像越大。

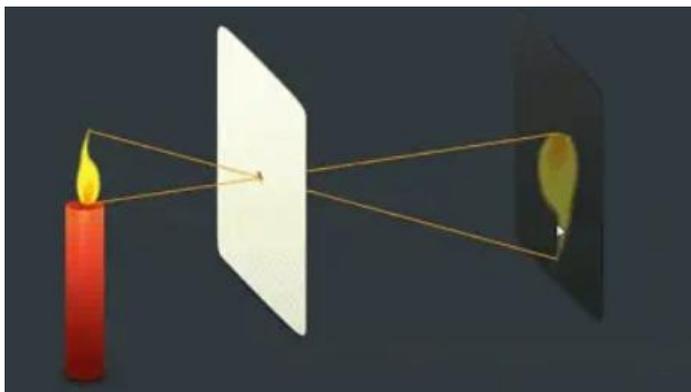


图 3-1-12

上面两条成像规律告诉我们，小孔所成的像的大小是可以改变的，我们可总结为一句话：**物近像远实像大**。这句口诀的含义是指：物体（光源）离孔越近，或光屏上的像离孔越远，则光屏上的像的大小相比物体而言是放大的。

另外，小孔成像的特点与孔的形状无关。也就是说，无论孔的形状是三角形，方形，光屏上像的形状不会改变，且与物体形状相同。

需要强调的是，小孔成像的孔的直径要足够的小，一般要小于 3mm。直径越大，成的像反而越模糊，当孔的直径大至一定程度，光班的形状将由孔的形状决定，我们再也看不到物体的实像了。

光速有多大

光的传播需要时间吗？

光的传播是有速度的，在不同的介质中的传播速度不同。

真空中的光速约为 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ ，相当于绕地球 7.5 圈。

大家不妨试着计算一下：太阳发出的光，要经过大约 8min 到达地球，太阳到地球有多远？

光在空气中的传播速度与真空中接近，光在水中传播速度是真空中 $\frac{3}{4}$ 、玻璃中的光速是真空中 $\frac{2}{3}$ 。

在天文学上，光在真空中传播一年里传播的距离称为光年。光年用符号 $1. \text{y.}$ 表示。

1 光年的大小约 $9.46 \times 10^{12} \text{km}$ 。从光年的单位可以看出，光年不是时间，而是一段距离。

光的直线传播的应用



图 3-1-13

光的直线传播在生活和生产中有很多的应用，比如瞄准射击，排队列，如图 3-1-13 所

示。

在开凿隧道，为了引导掘进机沿直线开凿，我们常要使用激光来引导，这种现象称为激光准直，激光准直其实利用光在均匀空气中也是沿直线传播的道理。

光的色散

我们做这样一个实验，将一束太阳光通过三棱镜。我们会发现，太阳光经过三棱镜后分解成红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等七种色光，如图 3-1-14 所示。这个实验最早是由牛顿于 1666 年做的。

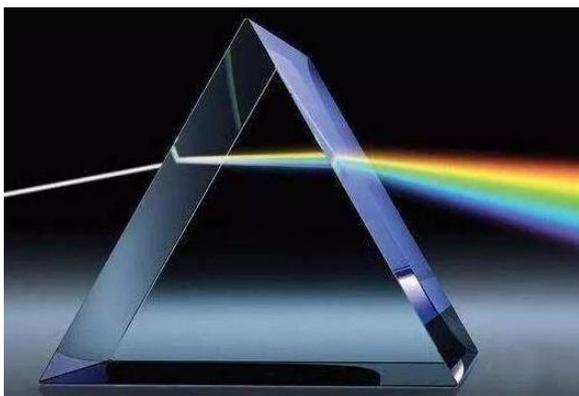


图 3-1-14

我们知道，太阳光是白色的。上述实验说明，白光可以再分解为其他色光的。所以，白光也称为复色光。

产生的七种色光如果再通过三棱镜，将不再分解为其他色光，所以，物理学上，将不能再分解的色光称为单色光。

物理学上，复色光分解为单色光的现象，叫做光的色散现象。

自然现象中彩虹就是色散现象，如图 3-1-15 所示。下雨之后，天空中悬浮着类似三棱镜形状的锥形小水滴，当太阳光照射在小水滴上时，发生了光的色散现象形成彩虹。



图 3-1-15

科学家进一步研究发现，其中橙、黄、蓝、靛、紫色光虽不能再分解，但可以由其他色光合成，只有红、绿、蓝三种色光既不能分解，也不能由其他色光合成，因此，红、绿、蓝称为三基色。

如图 3-1-16 所示，三基色可以合成其他各种色光，比如，红光与绿光可合成黄色光；红光与蓝光可合成品红色的光；红光、绿光和蓝光可合成白色光。

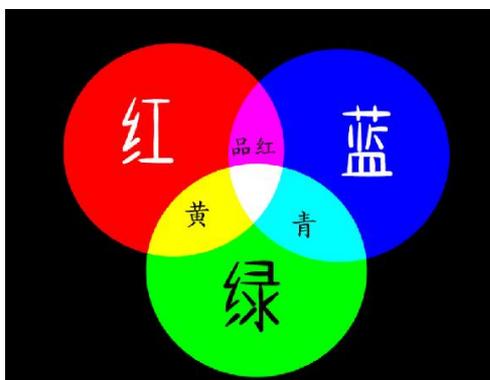


图 3-1-16

由于三基色可合成其他的各种色光，所以，手机屏幕之所以能显示彩色，手机屏幕上的每个像素都是由三基色光决定的，通过三基色的不同组合便可呈现出色彩斑斓的彩色。

- B 光只有在真空中才沿着直线传播
- C 光在同种均匀介质中传播路线是直的
- D 光在不同介质中传播速度相同

5、下列事例不能用光的直线传播来解释的是（ ）

- A、日食和月食现象
- B、打靶时的三点一线
- C、坐井观天，所见甚小
- D、发生雷电时，先看到闪电后听到雷声

6、晚上，某人在马路上从远处走近一盏路灯，经过之后再走远的过程中，其影子的长度变化情况是（ ）

- A. 先变短后变长 B. 先变长后变短
- C. 逐渐变短 D. 逐渐变长