

3.5 奇妙的透镜

与教材不同之处

更详细描述透镜对光线的作用特点，更详细分析会聚作用和发散作用。

什么是透镜

两侧或一侧表面常是球面的透明体，称为透镜，如图 3-5-1 所示。

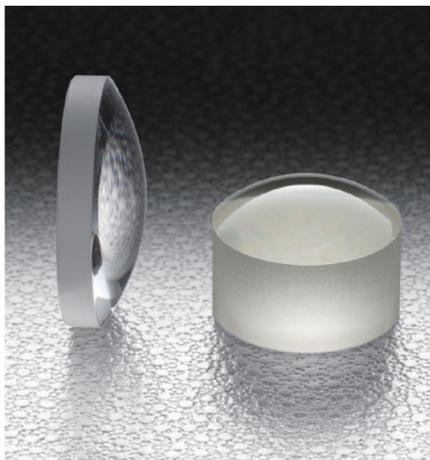


图 3-5-1

根据透镜表面的凹凸情况，透镜可分为凸透镜和凹透镜。中间厚边缘薄的透镜称为凸透镜，中间薄边缘厚的透镜称为凹透镜，如图 3-5-2 所示。图中的上面三个透镜都是凸透镜，下面的三个透镜都是凹透镜。



图 3-5-2

透镜在生活中应用非常广泛，比如近视眼镜的镜片（凹透镜）、老花眼镜的镜片（凸透镜），照相机和投影仪的镜头（凸透镜）、放大镜（凸透镜）、望远镜和显微镜的镜头（凸透镜），甚至我们眼睛的晶状体（凸透镜）都是透镜，如图 3-5-3 所示。



图 3-5-3

几个名词

如图 3-5-4 所示，在了解透镜对光线的折射特点前，我们先了解几个名词。

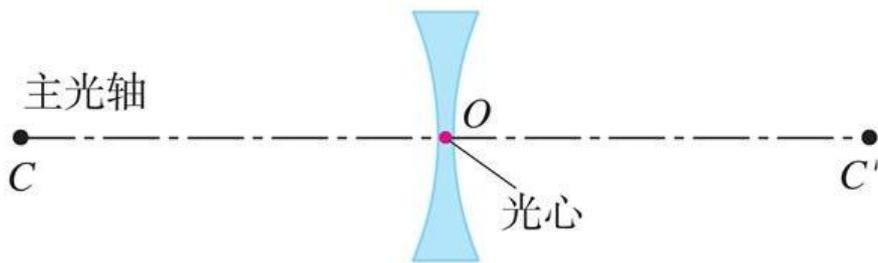


图 3-5-4

透镜的中心，叫做光心，一般用符号 O 表示。

通过透镜两个球面球心的直线，叫做主光轴。主光轴必定会经过光心的。

凸透镜对光线的折射特点

我们做一个实验，如图 3-5-5 所示，当入射光平行于主光轴，通过凸透镜后，它们传播方向向主光轴靠拢，并最终会聚到一点，而且会聚点在主光轴上。

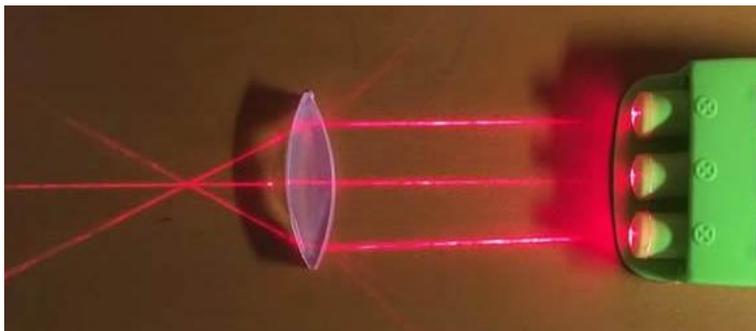


图 3-5-5

这说明，凸透镜对光线有会聚作用。

会聚点称为焦点，也称实焦点，一般用符号 F 表示。

通过上面的实验，我们还发现经过光心的入射光，通过透镜后，传播方向不发生改变，

继续沿原方向传播。

通过这个实验，有几点需要强调的是：

（1）凸透镜对光线有会聚作用，并不等同于“光线必须会聚于一点”。所谓会聚作用，是指光通过凸透镜后，折射光线向主光轴方向靠拢。

如图 3-5-6 所示，虽然光线看似在“发散”，但当我们延长入射光线的传播方向，发现折射光线是向主光轴方向靠拢，所以，此透镜对光线是会聚作用。

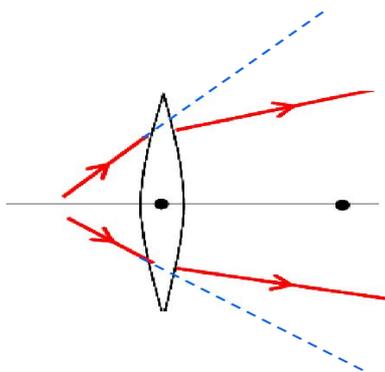


图 3-5-6

因此，我们判断透镜对光线是否有会聚作用，是观察折射光线是否向主光轴方向靠拢，不是观察是否有“会聚点”。

（2）焦点并不等同于“交点”或“会聚点”。如图 3-5-7 所示，虽然也有光束的“会聚点”，但此会聚点不是焦点。

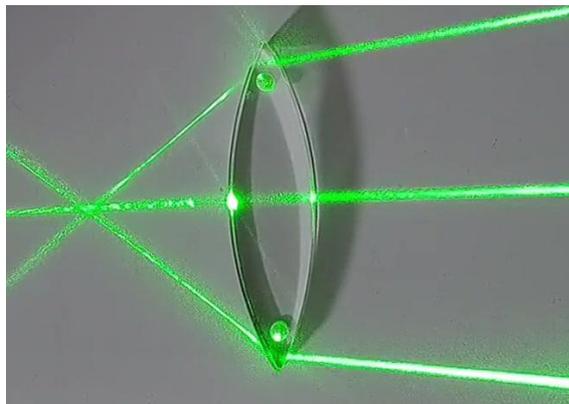


图 3-5-7

“会聚点”要成为焦点，则必须满足一个条件：所有入射光必须与主光轴平行。图 3-5-6

中的入射光与主光轴并不平行，所以这个会聚点并不是焦点。

需要强调的是，如果入射光是平行的，但没与光主轴平行的，会聚点都是不是焦点。

在实际操作中，如何做到入射光与主光轴平行呢？

将光源发出的平行光正对凸透镜，基本上就做到入射光平行于主光轴。

(3) 如果入射光经过焦点射向凸透镜，折射光将如何传播呢？

根据光路的可逆性，所有入射光经过焦点射向凸透镜，折射光线将与主光轴平行。也就是说，经过凸透镜的光线没有交点或会聚点。虽然没有交点和会聚点，但这种情况也能体现凸透镜对光线的会聚作用，因为折射光线相比原方向都是向主光轴方向靠拢的。

这种情况再次说明，凸透镜对光线有会聚作用，并不代表一定要有会聚点。

根据上述三点说明，我们可用光路图来总结出凸透镜对光线作用特点（选择具有代表性三条光线），如图 3-5-8 所示。

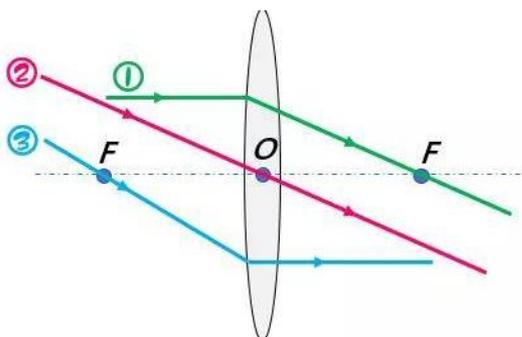


图 3-5-8

这三条光线的特点是：一是入射光平行于主光轴射向凸透镜，折射光线必定经过焦点；二是入射光经过光心后传播方向不发生改变；三是入射光经过焦点射向凸透镜，折射光线平行于主光轴。

凹透镜对光线的折射特点

我们再做一个实验，如图 3-5-9 所示，当入射光平行于主光轴，通过凹透镜后，它们传播方向远离主光轴，但它们折射光线的反向延长线会交于一点，而且交点在主光轴上。

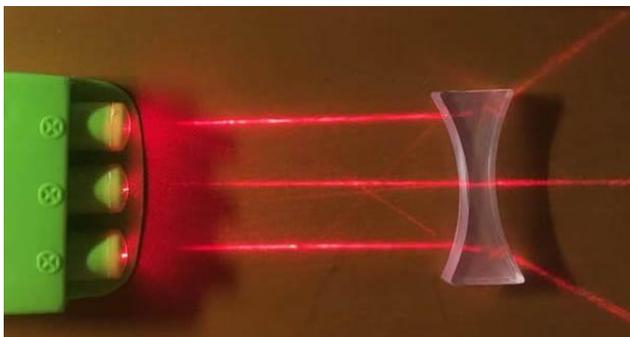


图 3-5-9

这说明，凸透镜对光线有发散作用。

折射光线的反向延长线的交点称为虚焦点，也是用符号 F 表示。

同样的，我们发现入射光经过凹透镜光心，传播方向也不发生改变，继续沿原方向传播。

需要强调的是：

(1) 凹透镜对光线的发散作用，是指光通过凹透镜后，折射光线相比入射光线的原方向远离主光轴。

如图 3-5-10 所示，虽然光线“会聚了一点”，看似不是发散的，但当我们延长入射光线的传播方向，发现折射光线相比原方向是远离主光轴的，所以，透镜对光线是发散的。

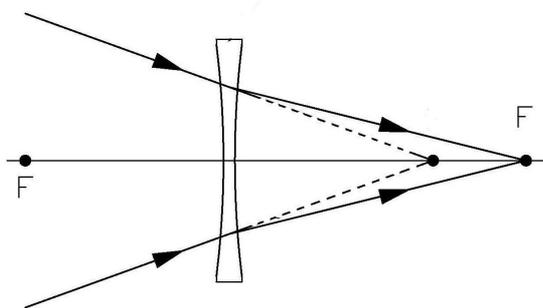


图 3-5-10

因此，我们判断透镜对光线是否有发散作用，是观察折射光线相比原方向是否远离主光轴方向，即使有“会聚点”，光线也可能是发散的。

(2) 如果入射光的延长线经过凹透镜另一侧的虚焦点，折射光将如何传播呢？

根据光路的可逆性，入射光的延长线经过凹透镜另一侧的虚焦点射向凹透镜，折射光线将与主光轴平行，如图 3-5-11 中的第②条光线所示。这种情况再次说明，即使折射光线是平行的，好像没有发散，但其实这种平行的折射光线仍可能凹透镜对光线发散作用的结果。

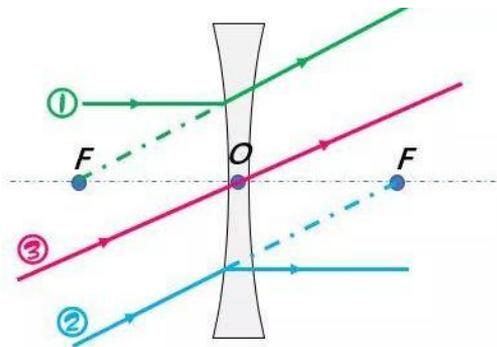


图 3-5-11

如图 3-5-11 所示还展示过光线、入射光平行于主光轴的光路图。这三条光线的特点是：一是入射光平行于主光轴射向凹透镜，折射光线的反向延长线必定经过焦点；二是入射光经过光心后传播方向不发生改变；三是入射光的延长线经过焦点射向凹透镜，折射光线平行于主光轴。

焦距

什么是焦距？

焦距是指焦点到光心的距离，用符号 f 表示，如图 3-5-12 所示。

凸透镜和凹透镜的两侧都有焦点，所以，每个透镜有两个焦点，两段焦距。

我们如何测定凸透镜的焦距呢？

我们可以把凸透镜正对太阳光（太阳光相对地球而言是平行，透镜正对太阳，其实就是做到了入射光与主光轴平行，则折射光线的会聚点就是焦点），然后在地面找到最小最亮的

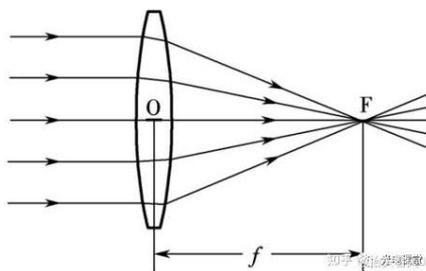


图 3-5-12

点，这个亮点就是焦点，如图 3-5-13 所。再用刻度尺测出光心的位置到最亮点位置的距离，这个距离就是焦距。



图 3-5-13

这种测量方法其实误差还是比较大，为了试验准确，可以改进测量方法，并多次测量取平均值。

生活中有关凸透镜对光线的会聚作用

森林中不要随意丢弃空的矿泉水瓶，如图 3-5-14 所示，这是为什么呢？

因为瓶中如果还残留水，则瓶中有水的部分的形状像凸透镜，对光线有会聚作用，当焦

点落在干枯的枝叶上，极有可能引起火灾。



图 3-5-14

有些人常在汽车的仪表板上放置香水，其实这样做是有安全隐患的，因为香水瓶的玻璃瓶体类似于一个凸透镜，对太阳光有会聚作用，如果会聚的焦点落在瓶中的香水上，就有可能引发爆炸。



本节我们学习的物理规律

1、透镜的分类

中间厚边缘薄的透镜称为凸透镜，中间薄边缘厚的透镜称为凹透镜。

2、两种透镜对光线的作用

凸透镜对光线有会聚作用，凹透镜对光线有发散作用。

3、什么是焦点

入射光平行于主光轴，通过凸透镜后，折射光线的会聚点叫做焦点，用符号 F 表示。

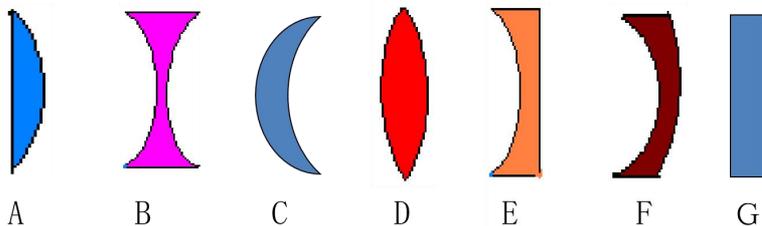
4、什么是焦距

焦距是指焦点到光心的距离，用符号 f 表示。

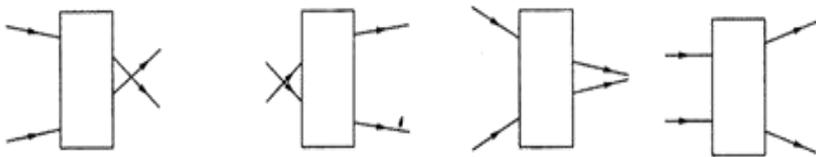


自我检测与巩固

1、识别下列透镜：属于凸透镜的是：_____；属于凹透镜的是：_____；



2、填上合适的透镜：



3、小华有三只大小、形状完全相同的凸透镜，分别是由玻璃、水晶、塑料制成，现在小华想要探究凸透镜的焦距和材料是否有关。现在可以在晴朗的天气里完成这个实验，请问：

(1) 除了以上的三个透镜外还需要的测量工具 _____。

(2) 如何测量凸透镜的焦距？简述其探究过程。