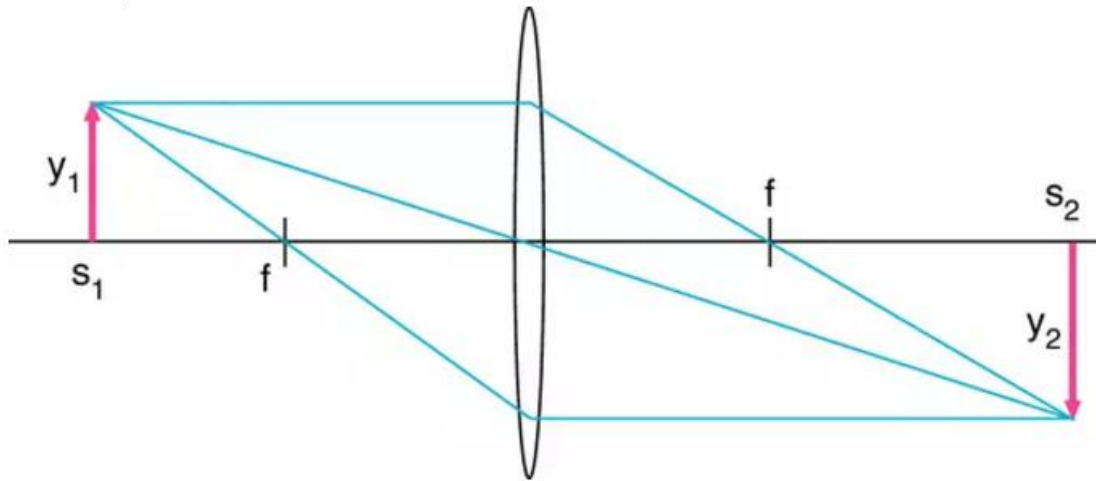


【快速入门】光学成像基础

光线跟踪

对于光学系统中的透镜成像介绍，可以通过讨论光线跟踪开始。图一是一个理想的薄透镜对物体进行成像的基本光路图。物体的高度为 y_1 ，到透镜中心的距离为 s_1 ，透镜的焦距为 f 。透镜在另一端 s_2 的位置成像，像高为 y_2



图一

对于理想的薄透镜，它的厚度足够薄，可以不计入焦距。这种情况下，穿过透镜中心的光线发生的折射可以忽略。接下来的讨论基于这种理想薄透镜，这对于一些基本规律的讨论是足够的。透镜的相差及厚度所产生的其他效应在这里不加以考虑。

图一中包含三条光路，其中任意两条都可以完全确定像的位置和大小。最上面一条从物体发出并平行于透镜的光轴，经过透镜折射后穿过另一侧的焦点。第二条光束穿过透镜左侧的焦点，经过折射，与光轴平行。第三条光束直接穿过透镜中心。因为透镜垂直于主光轴并且厚度很小，当光透过其中心时，折射可以忽略不计。

除了理想薄透镜假设，我们还采用了近轴近似，也就是光线与光轴的夹角 θ 足够小，可以把 $\sin\theta$ 近似为 θ 。

放大成像

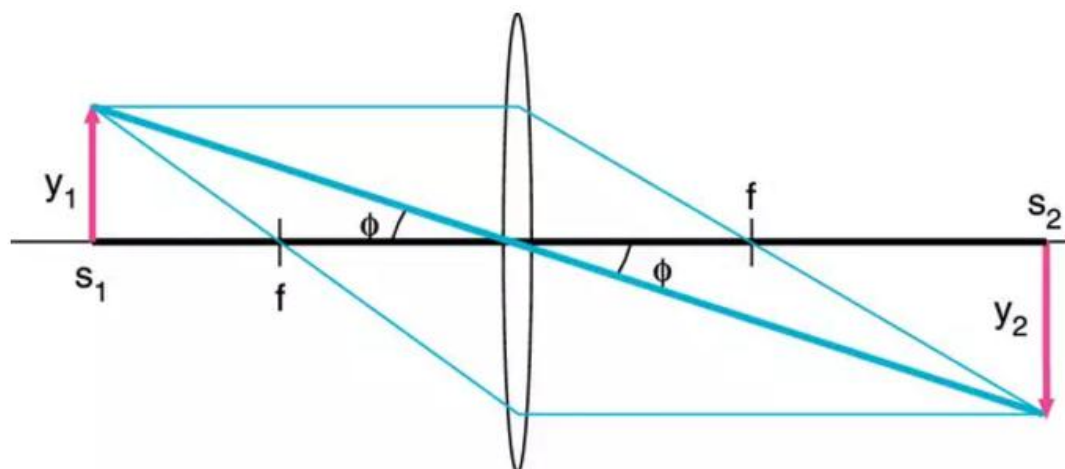
下面使用基本的几何光学来讨论透镜的放大效应。图二显示了一个同样的光路结构。从物体出发，穿过透镜中心的光线与光轴成 ϕ 夹角，在透镜两侧形成两个相似三角形，可以得到：

$$\phi = y_1/s_1 = y_2/s_2$$

进行变形得到

$$y_2/y_1 = s_2/s_1 = M$$

数值 M 即为透镜对物体成像的放大倍数，同时也是像距和物距之间的比例。



图二

这个比例关系对成像系统的结构构成了一个基本限制。对于一个给定尺寸的光学系统，要对物体产生特定放大倍数的成像，那么只有一个确定的透镜位置才可以满足要求。另一方面，成像系统的放大倍数不需要通过测量像和物体的尺寸来确定，它是由系统本身的结构决定的。

高斯透镜方程

现在我们再回到光线跟踪图中，来看另一个光束。在图三中，从物体出发穿过前焦点的光束，与主光轴相交形成两个相似三角形，顶角同为 η ，因此具有如下关系：

$$y_2/f = y_1/(s_1-f)$$

运用放大倍数的定义公式可以得到

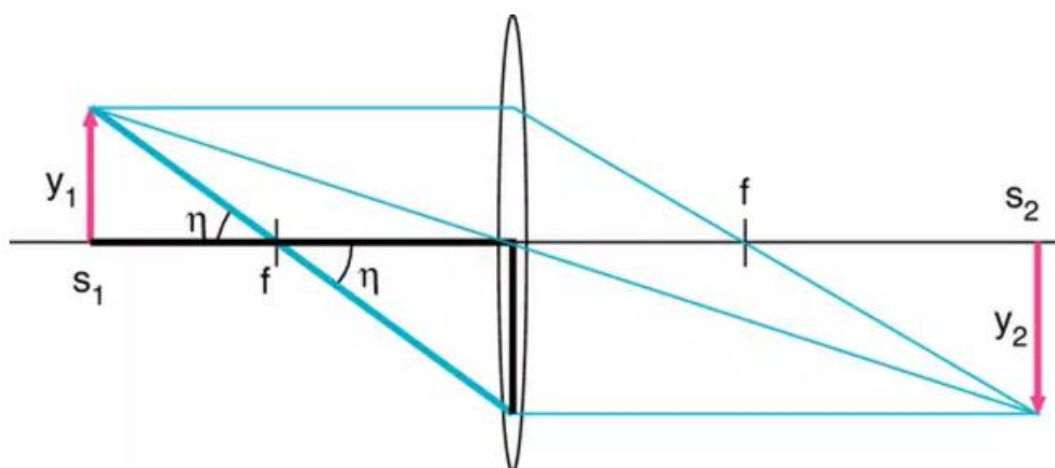
$$y_2/y_1 = s_2/s_1 = f/(s_1-f)$$

进行一下变形，最终我们得到

$$1/f = 1/s_1 + 1/s_2$$

这就是高斯透镜方程，它定义了透镜焦距及成像系统尺寸之间的基本关系。这个方程与放大倍数的定义公式形成一个方程组，其中含有三个变量，焦距 f ，物距 s_1 ，以及像距 s_2 。再加上另外一个条件方程就可以最终确定这三个变量。

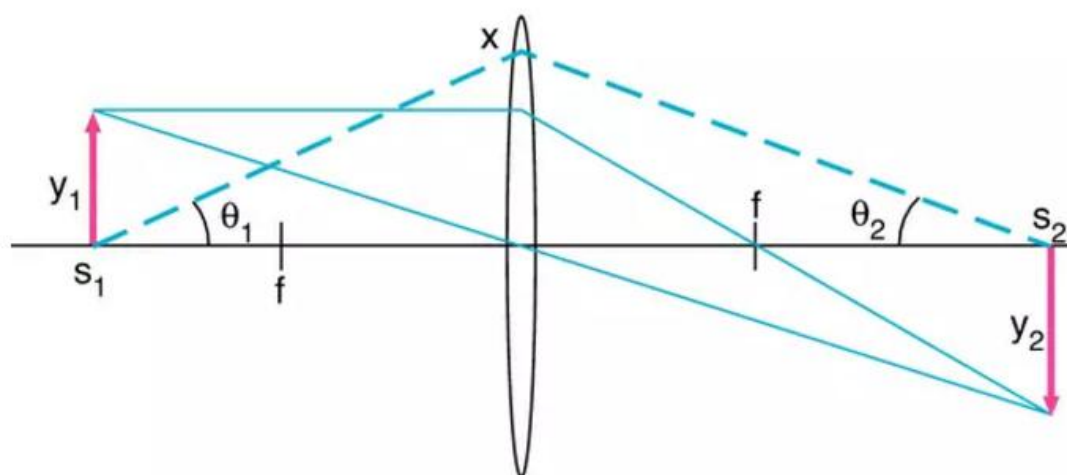
另外的一个条件通常是透镜的焦距 f ，或者物像之间的距离，也就是 s_1+s_2 ，它受系统的尺寸限制。任意一种情况都可以确定这三个变量。



图三

光学不变量

现在让我们看一下物体发出的任意一条光束如何穿过系统。图四显示了一条从物体底部出发穿过透镜顶端的光线，它和光轴之间具有最大的夹角。分析这条光束在光路设计中具有重要意义，在这里它可以很好地演示任意光束是如何穿过系统的。



图四

光束到达透镜的位置与主光轴之间的距离为 x 。采用近轴近似并结合上面的公式，可以得到：

$$\theta_1 = x/s_1$$

$$\theta_2 = x/s_2 = (x/s_1)(y_1/y_2)$$

变形得到

$$y_2\theta_2 = y_1\theta_1$$

这是光学成像的一条基本定律。在一个只由透镜构成的光学系统中，像的尺寸与光束和光轴之间夹角的乘积是一个常数，称之为光学不变量。这个结果对任意个数的透镜都是成立的，在一些光学著作中，也称之为拉格朗日不变量或史密斯-亥姆霍兹不变量。

这个定律基于近轴近似和理想的无相差透镜。如果考虑现实中透镜的相差，上述方程中的等号需要换成大于等于号，也就是说相差可以使这个乘积有所增加，但没有任何因素可以使它减小。

森泉为您的科研事业添砖加瓦：

- 1) 激光控制：激光电流源、激光器温控器、激光器控制、伺服设备与系统等等
- 2) 探测器：光电探测器、单光子计数器、单光子探测器、CCD、光谱分析系统等等
- 3) 定位与加工：纳米定位系统、微纳运动系统、多维位移台、旋转台、微型操作器等等
- 4) 光源：半导体激光器、固体激光器、单频激光器、单纵模激光器、窄线宽激光器、光通讯波段激光器、CO₂激光器、中红外激光器、染料激光器、飞秒超快激光器等
- 5) 光机械件：用于光路系统搭建的高品质无应力光机械件，如光学调整架、镜架、支撑杆、固定底座等等
- 6) 光学平台：主动隔振平台、气浮隔振台、实验桌、刚性工作台、面包板、隔振、隔磁、隔声综合解决方案等等
- 7) 光学元件：各类晶体、光纤、偏转镜、反射镜、透射镜、半透半反镜、滤光片、衰减片、玻片等等
- 8) 染料：激光染料、荧光染料、光致变色染料、光致发光染料、吸收染料等等

地址：青岛市黄岛区峨眉山路 396 号光谷软件园 57 号楼 501 室
电话：0532-80982936/80982937/80982938
传真：0532-80982935
邮箱：sales@sourcescn.com
网址：www.sourcescn.com



谢谢关注！

我们拥有优质的产品，稳定的供货渠道，强大的技术支持和成熟的销售服务经验，可提供所有光电应用解决方案，竭诚为您提供最满意的服务！