



# 晶体光学

主讲人：张辛未（珠宝学院）

# 课堂要求



1.课程性质：专业基础课

2.考核方式：闭卷考试

3.成绩构成：平时成绩、期末成绩

平时成绩：到课率+作业完成情况

4.课堂要求：

((1))带书和笔

((2))无假条一律视作旷课

# 课时安排



- 第一章 **基本概念**（2课时）
- 第二章 光率体（4课时）
- 第三章 偏光显微镜（2课时）
- 第四章 单偏光系统下矿物的光学性质（2课时）
- 第五章 正交偏光镜下矿物的光学性质（2课时）
- 第六章 锥光镜下的晶体光学性质（2课时）
- 第七章 实验

讨论一：

为什么要学习光学这门课？

讨论二：

什么是光？光学主要研究哪些方面的内容？



## 矿物材料的性质：

力学性质

热学性质

光学性质

电学性质

光学性质与宝石材料关系密切，包括：颜色、光泽、透明度、亮度、火彩以及其他特殊光学效应等。

# 第一章 基本概念

本节课内容

1.波

2.电磁波谱

3.几何光学三大定律

4.晶体光学的应用

# 1.波

波是什么？

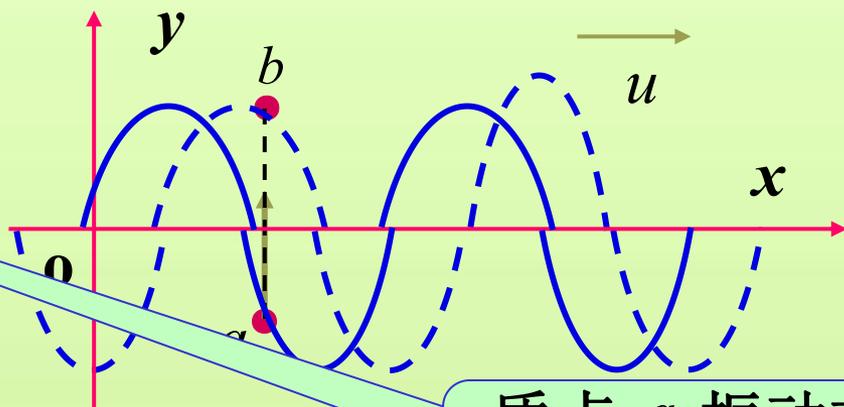
某一物理量的扰动或振动在空间逐点传递时形成的运动。

按照产生波的本质分类：

- ①机械波：机械振动在介质中的传播（声波、地震波等）。
- ②电磁波：电磁场振荡在空间的传播（光波、无线电波等）。
- ③物质波：一切实体粒子（甚至原子、电子等）因具有波动性而引入的波。

## 1.1 波：按介质质点振动方向分类：横波、纵波

(1) .“横波”：质点振动方向垂直于波的传播方向。  
不随波的传播方向移动。

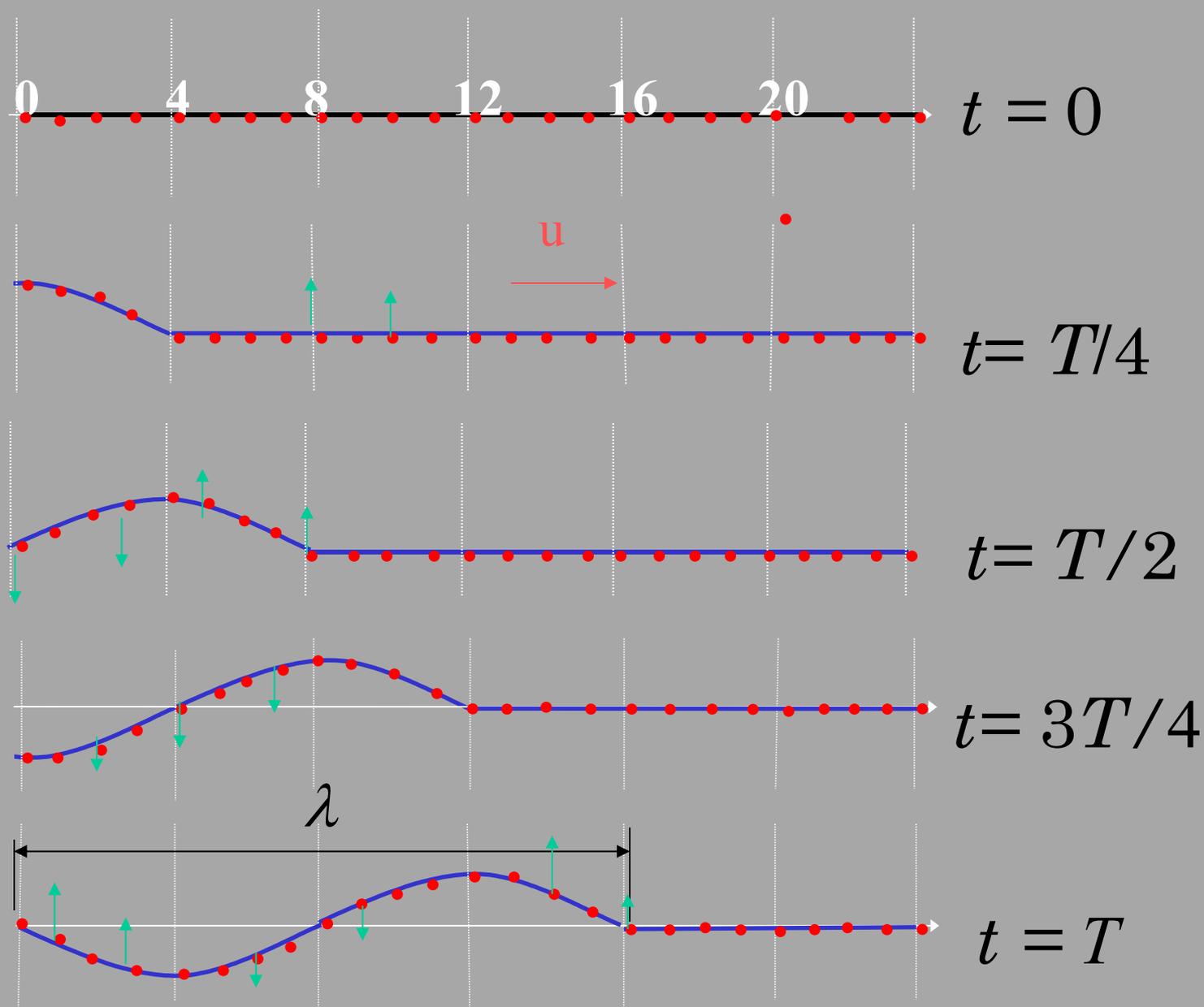


质点  $a$  振动方向  
向上

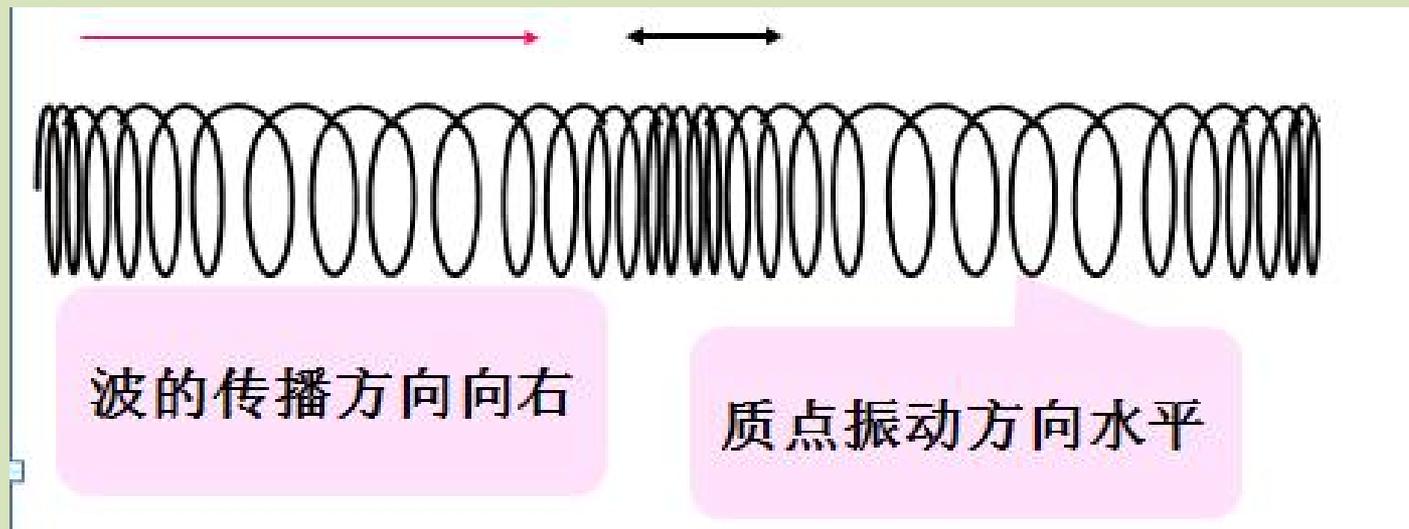
特征：具有交替出现的波峰和波谷.

举例：跳绳，彩绸舞蹈

# 横波的传播



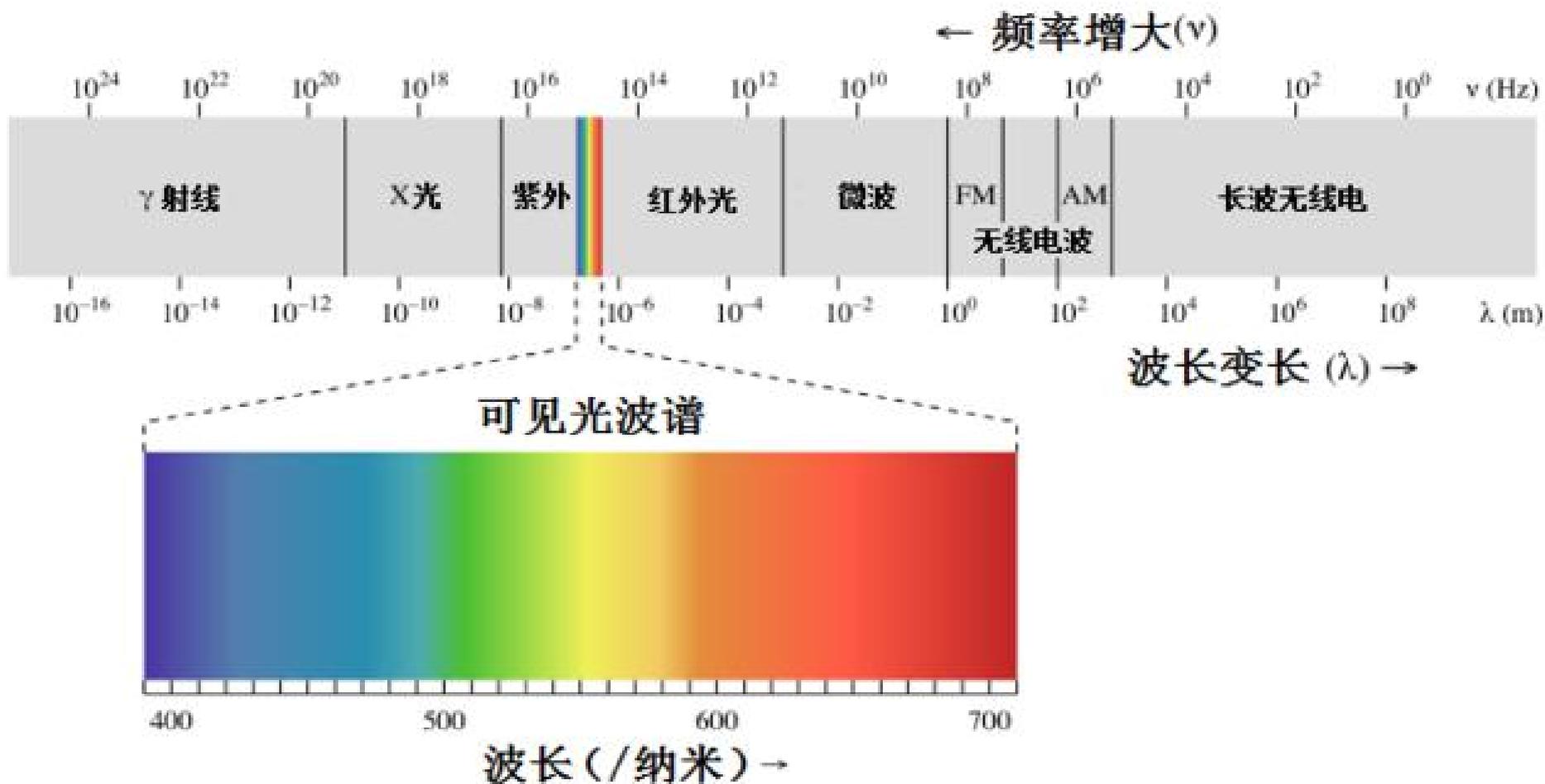
(2) . “纵波”：质点振动方向平行于波的传播方向。



特征：纵波的传播表现为**疏密**状态沿波传播方向移动。具有交替出现的密部和疏部。

举例：弹簧。

## 2. 电磁波谱:



**注意:** 七色光的光谱段、顺序, 白光是各色光的混合色。

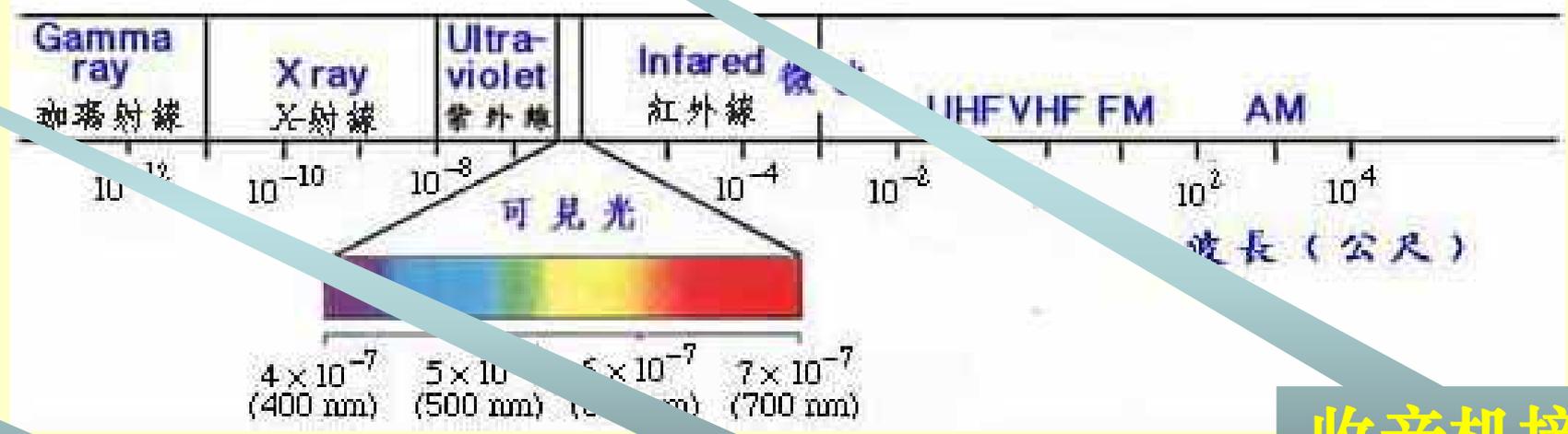
# 不同波长区域波的应用举例：

波长单位：米

透视

取暖器发出

电视机接收  
微波炉发射



原子弹爆炸发射

消毒柜发出

收音机接收

注意：（1）能量公式： $E=h*f$ ； $E=h*c/\lambda$ ,  $c=3 \times 10^8$  m/s,  $h=6.626196 \times 10^{-34}$  J.s

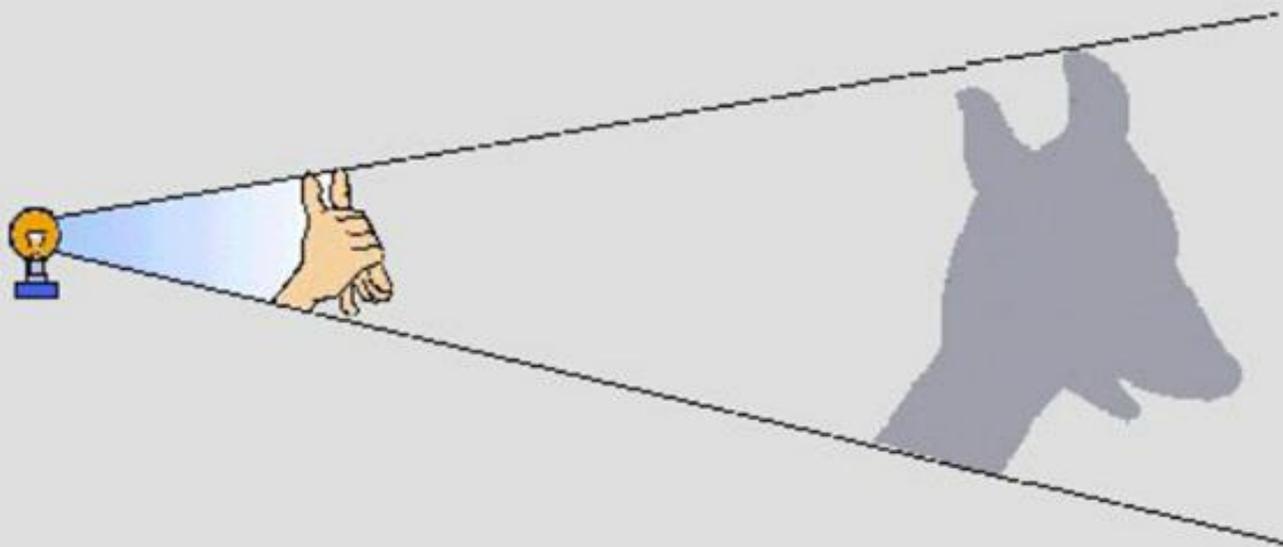
（2）nm-m的换算关系

# 3.几何光学三大定律

## 3.1光的直线传播定律：

**光线**：代表光能传播方向的一根“线”，是一个抽象概念。

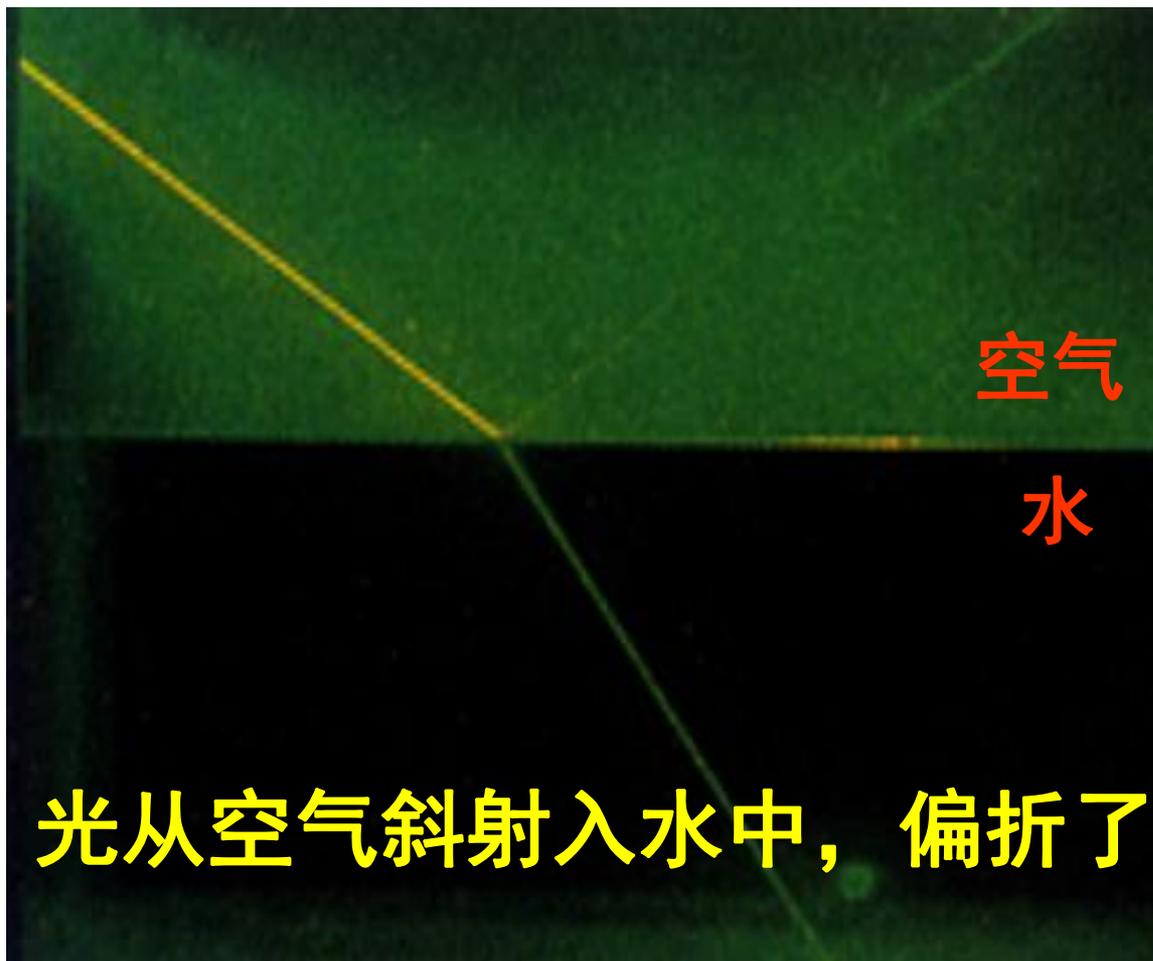
在均匀各向同性的介质中光线是一条直线，称为光的直线定律。



影的形成

# 疑问

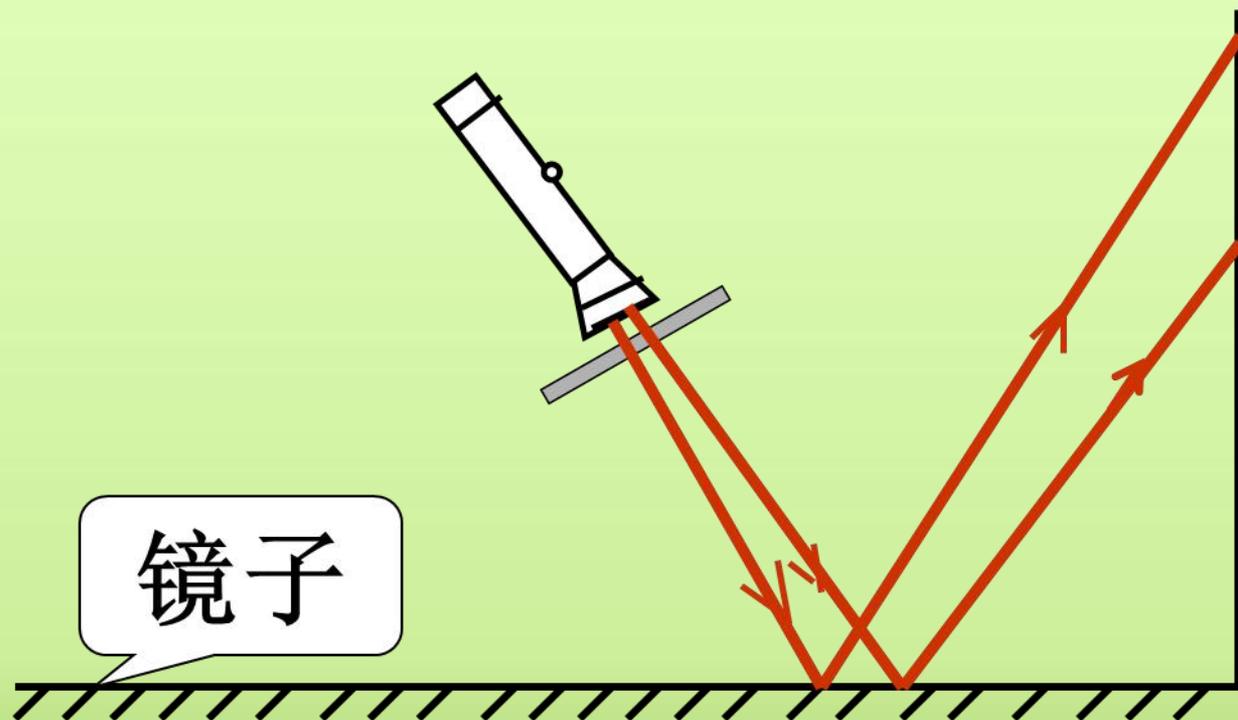
光的传播路径都是**直线**吗？



## 3.2光的反射

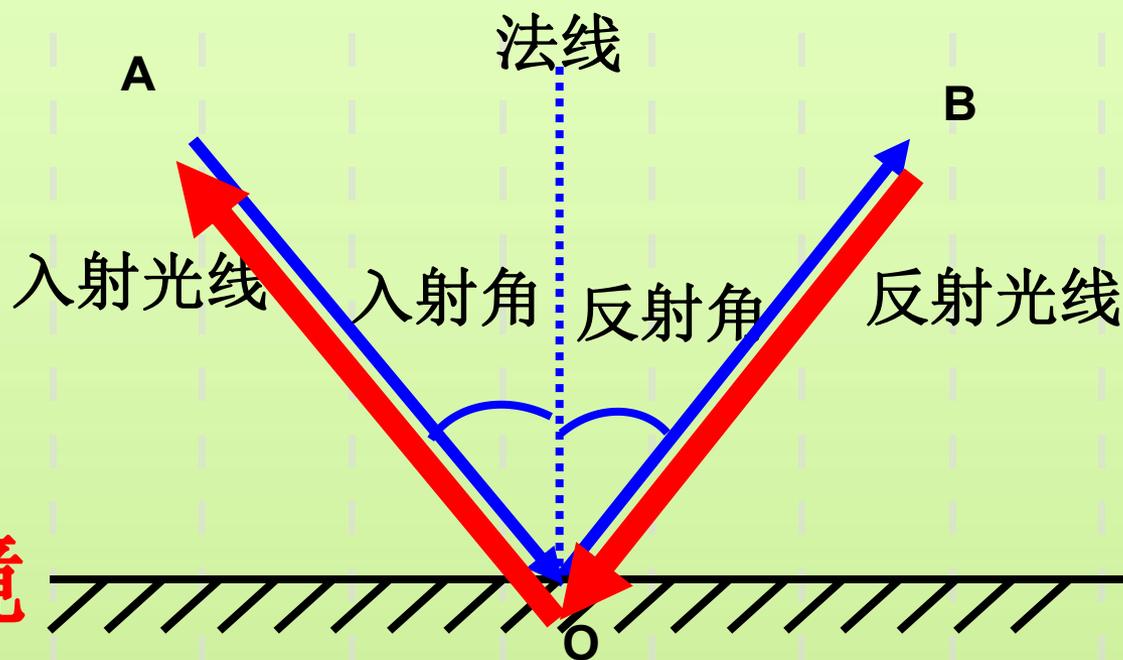
当光射到物体表面时，被物体表面反射回去，这种现象叫做光的反射（如月球不发光，但我们可以看见月亮；没有被反射的光则穿透物体表面）。

**光射到任何物体表面，都要发生反射现象**（光的反射现象的普遍性），且光路是可逆的。



# 光的反射定律

- ①反射光线与入射光线、法线在同一平面
- ②反射光线和入射光线分居法线两侧
- ③反射角等于入射角



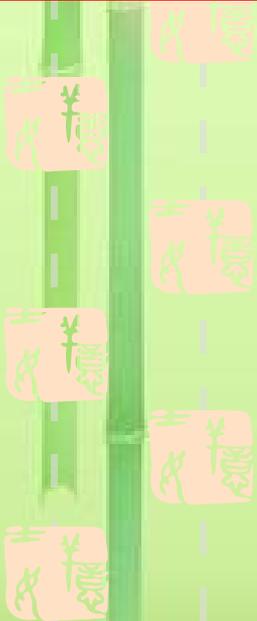
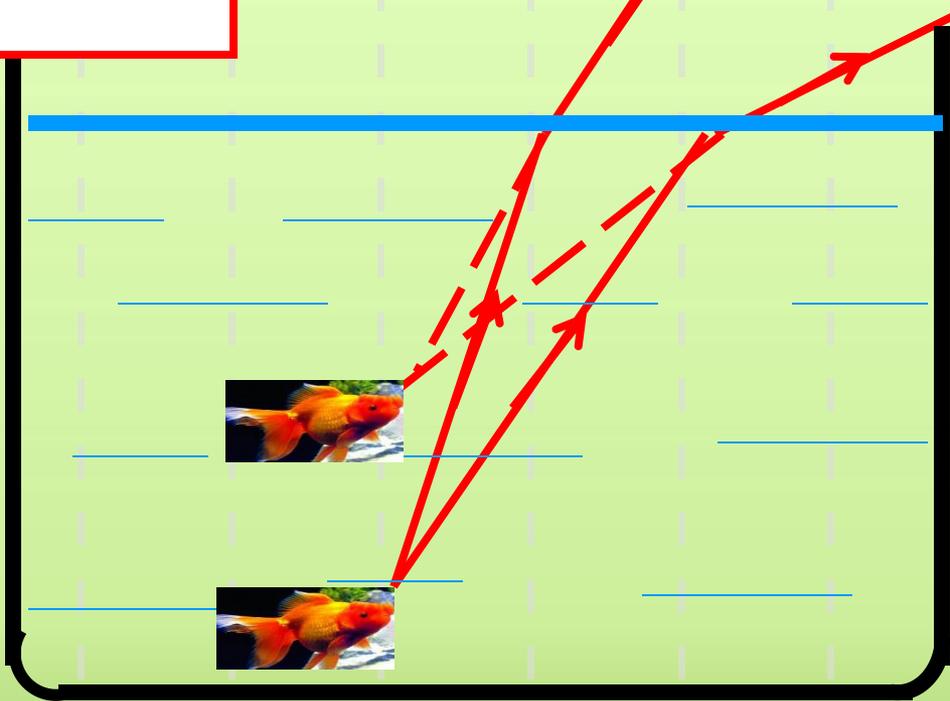
平面镜

光路可逆

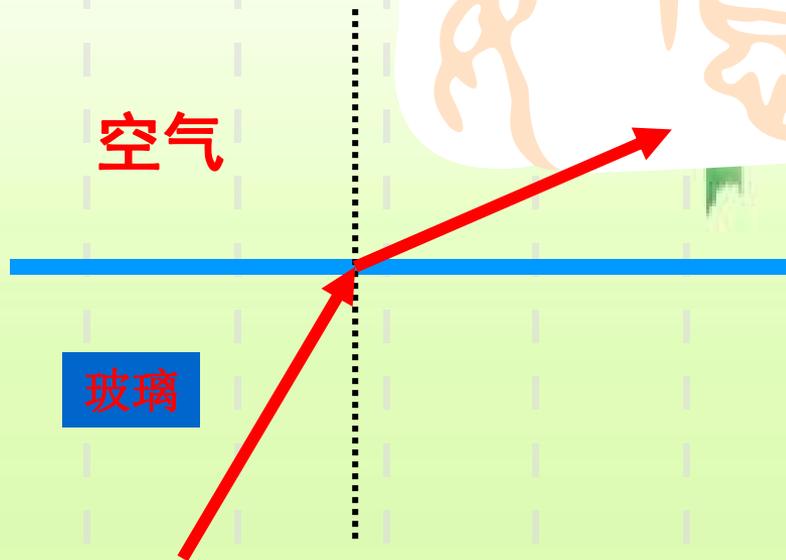
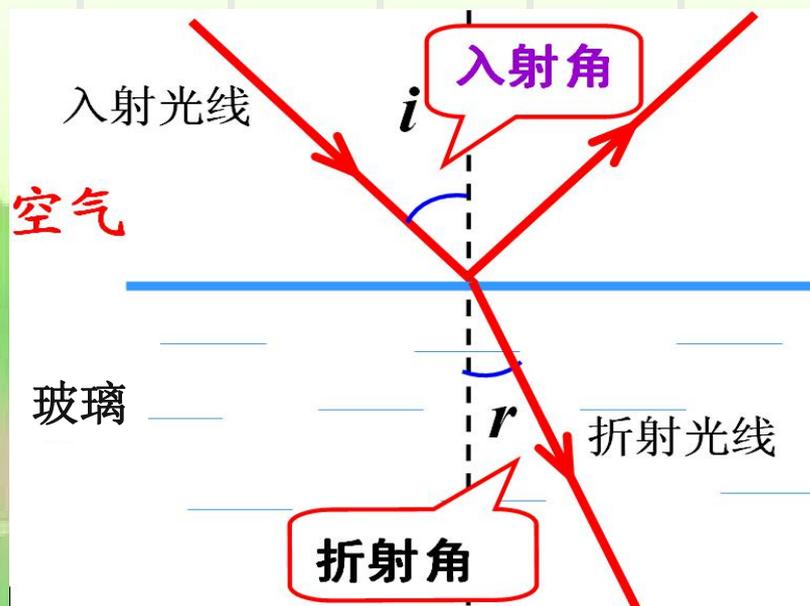
法线：介质分界面的垂线



人在水上看到物体的像，  
比实际物体位置偏上，感觉水比较浅。



**3.3.光的折射：**指光从一种介质斜射入另一种介质时，传播方向发生改变，从而使光线在不同介质的交界处发生偏折。



### 光的折射定律：

- ① 折射光线、入射光线、法线在同一平面内，分居法线两侧
- ② 当入射角增大时，折射角也随着增大
- ③ 从光疏介质射入到光密介质时，入射角大于折射角，从光密介质射入到光疏介质是，入射角小于折射角，并且小于 $90^\circ$ （即当光从空气斜射入玻璃中时，折射角小于入射角）。

# 光疏介质和光密介质

不是物体的固有属性，两介质相比较，折射率小的为光疏介质，折射率大的为光密介质，每一种物质都有其对应的折射率。

**折射率：**光从真空射入介质发生折射时，入射角  $i$  的正弦值与折射角  $r$  正弦值的比值  $\sin i / \sin r$  叫做介质的“绝对折射率”，简称“折射率”。反映了光在介质中的偏折程度的物理量。

$$\text{定义式: } \frac{\sin i}{\sin r} = n$$

- (1) 一般把光从真空射入某种介质中时的折射率叫做该种介质的绝对折射率，也简称为某种介质的折射率。
- (2)  $n$  的大小与介质有关，与入射角和折射角无关，对于确定的介质，其折射率  $n$  是定值。
- (3) 折射率无单位，任何介质的折射率都大于1。

**研究表明**：光在不同介质中的速度不同，这正是发生折射的原因。

某介质的折射率，等于光在真空中的速度c与光在介质中的速度v之比：

$$n = \frac{c}{v} \quad (n > 1)$$

反射率：光垂直入射矿物光洁表面时的强度与反射光强度的比值。

$$R = (n-1)^2 / (n+1)^2 \quad (\text{简化公式})$$

# 几种介质的折射率：



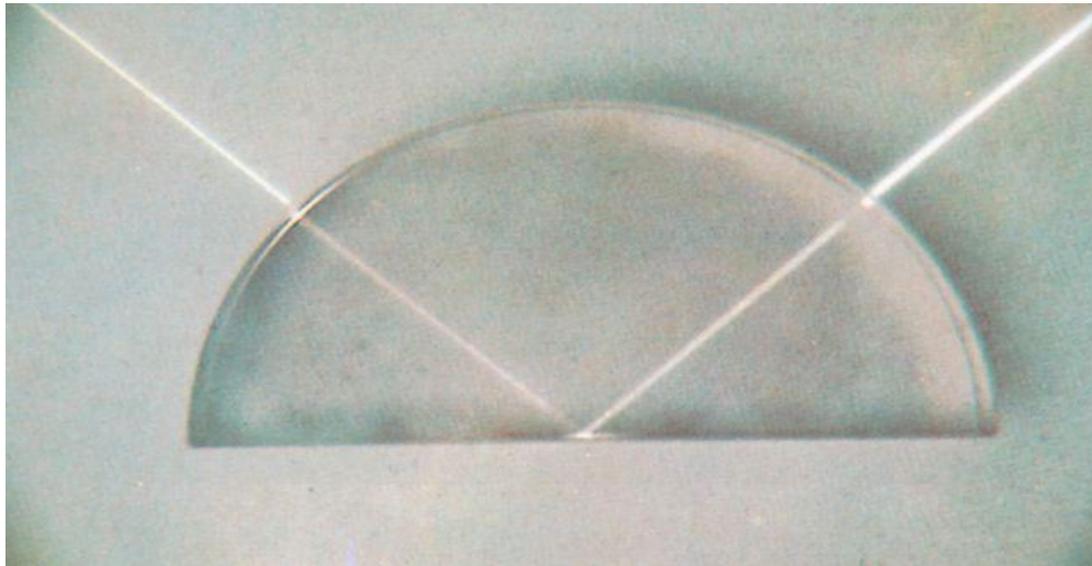
介质	折射率	介质	折射率
金刚石	2.42	岩盐	1.55
二氧化碳	1.63	酒精	1.36
玻璃	1.5-1.8	水	1.33
水晶	1.55	空气	1.00028



假使在我们的东方地平线下有一艘轮船，一般情况下是看不到它的。如果由于这时空气下密上稀的差异太大了，来自船舶的光线先由密的气层逐渐折射进入稀的气层，并在上层发生全反射，又折回到下层密的气层中来；经过这样弯曲的线路，最后投入我们的眼中，我们就能看到它的像。由于人的视觉总是感到物像是来自直线方向的，因此我们所看到的轮船映像比实物是抬高了许多，所以叫做上现蜃景。

## 3.4 全反射

光由**光密介质**射入**光疏介质**时，折射角大于入射角，随着入射角增大，折射光线越来越偏离法线，折射光线越来越弱，而反射光线就越来越强，当入射角增大到某一角度时，折射角达到 $90^\circ$ ，折射光线完全消失，只剩下反射光线。这种现象叫做**全反射**。



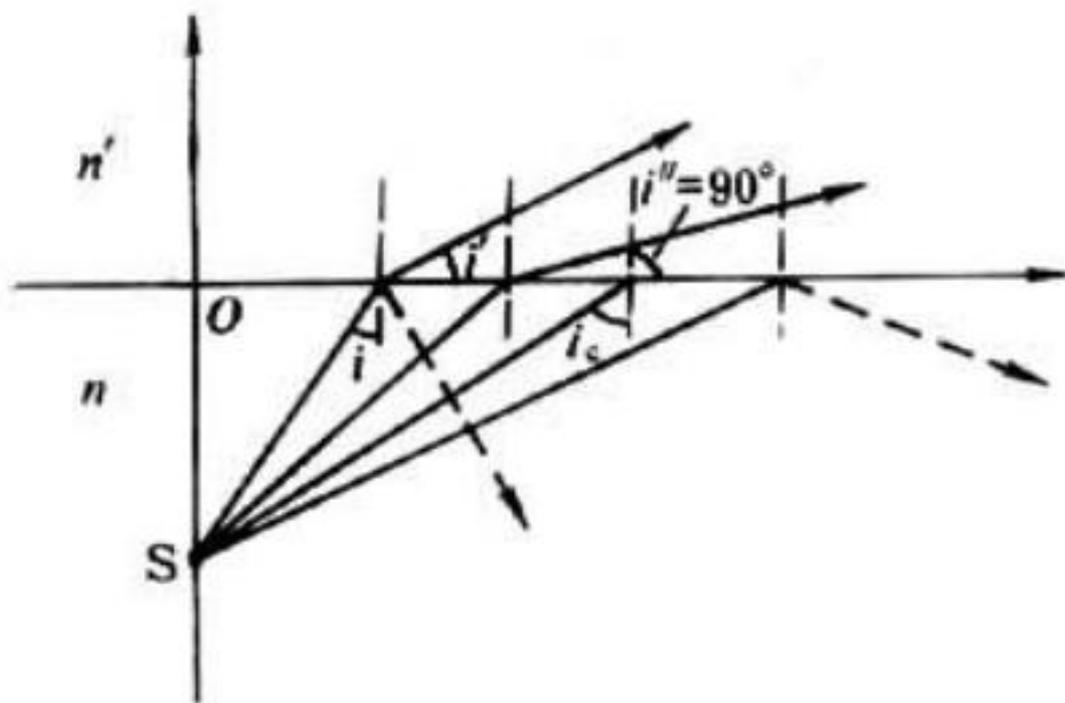
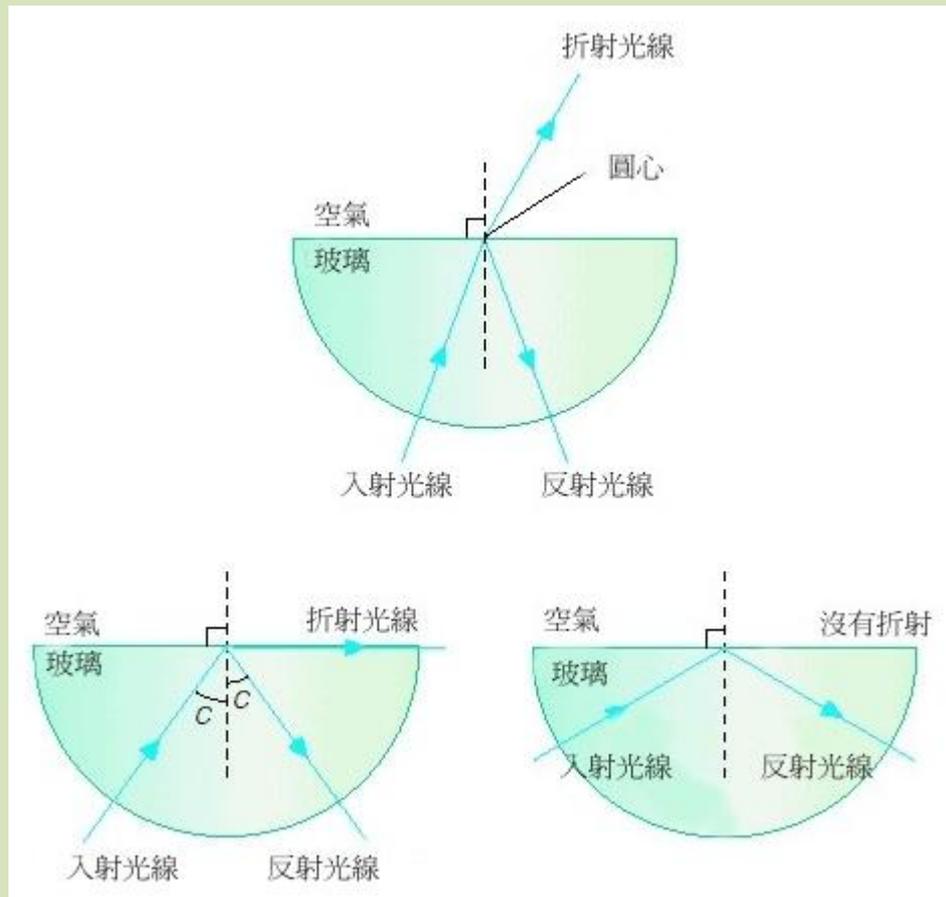


图1 当入射角大于  $i_c$  时, 光从光密媒质向光疏媒质折射时发生全反射



●**临界角 $c$ :**

当入射角增大到**某一角度**时，折射角达到 $90^\circ$ ，折射光线完全消失，只剩下反射光线。这种现象叫做**全反射**。

●全反射临界角计算公式:

$$\sin a = N_2 / N_1$$

其中： $N_1$ 为折射率大的介质折射率，即光疏介质； $N_2$ 为折射率小的介质折射率。

# 4.光的反射、折射在宝石加工中的应用举例



**光泽**：指宝石材料表面**对光的反射能力**。

**度量**：宝石表面对可见光的反射光量。

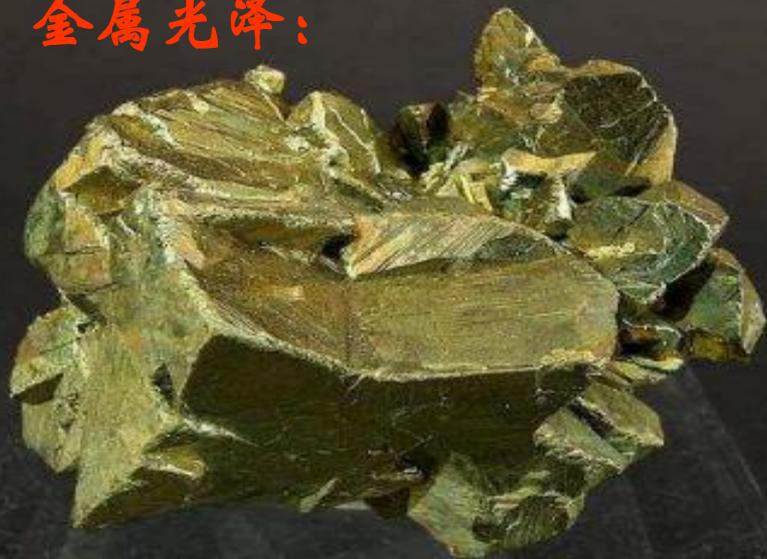
**反射率**： $R=(n-1)^2/(n+1)^2$ （简化公式）

**折射率**： $\frac{\sin i}{\sin r} = n$

$$n = \frac{c}{v} \quad (n > 1)$$

光泽的强弱存在很大差异，这一差异与宝石对光的反射率有很大关系。

金属光泽：



金刚光泽（金刚石）：



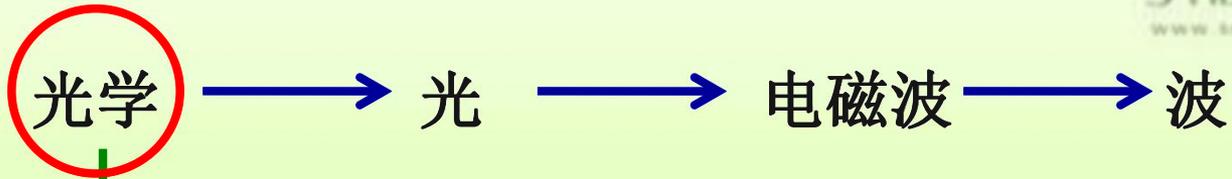
石棉的丝绢光泽：



玻璃光泽：



# 本节小结



三大定律  
应用

