

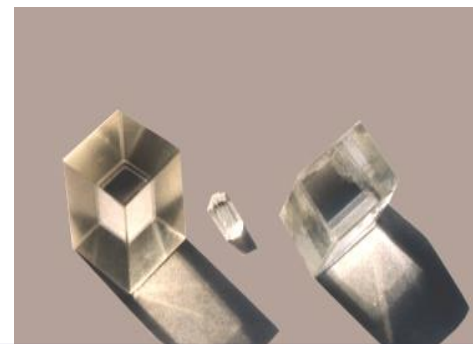
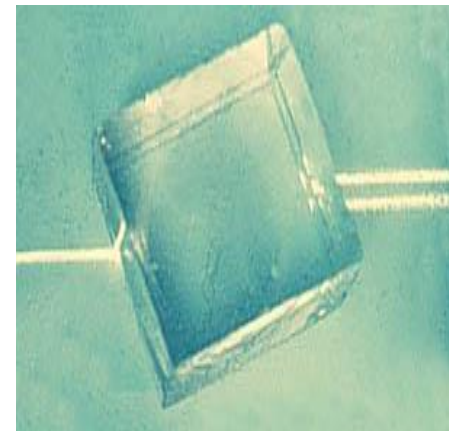


§ 5.5 双折射现象

一. 双折射的概念

1. 双折射：一束光入射到各向异性介质时，折射光分成两束的现象。

- 1669年巴塞林纳发现一个有趣的现象：在方解石晶体下面的纸上字迹变成双行，这说明折射光产生了分裂。
- 在一般物质中，光的折射满足折射定律，且与光的振动方向无关。这样的介质称为光学各向同性介质。
- 有一些物质，折射光与振动方向和光的传播方向均有关，这类物质称为光学各向异性介质，如石英、方解石、云母、糖等晶体。



云母 石英 方解石



§ 5.5 双折射现象

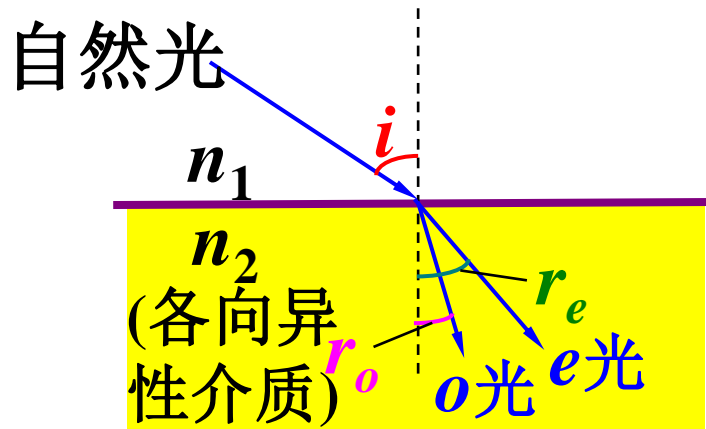
2. 寻常 (*o*) 光和非寻常 (*e*) 光

*o*光： 遵从折射定律

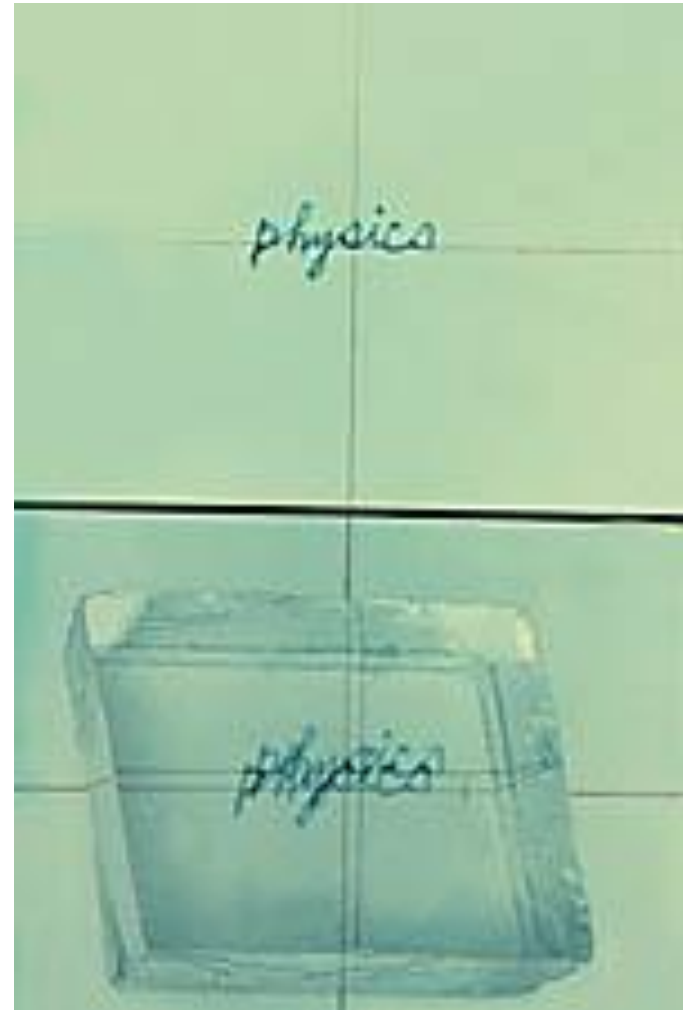
$$n_1 \sin i = n_2 \sin r_o$$

*e*光： 一般不遵从折射定律

$$\frac{\sin i}{\sin r_e} \neq \text{const.}$$



注意：*e*光折射射线也不一定在入射面内。



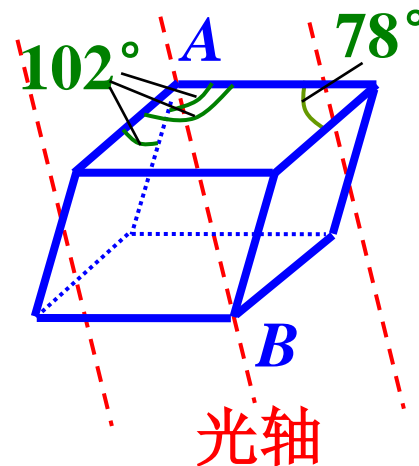


§ 5.5 双折射现象

3. 晶体的光轴

改变入射光的方向，可以找到一个特殊方向，沿该方向，**o**光和**e**光重合，这个方向称为**光轴**。

例：方解石晶体由平行六面体构成。实验发现**AB**方向为方解石晶体光轴的方向。光轴是一个特殊的方向，凡平行于此方向的直线均为光轴。



分类：

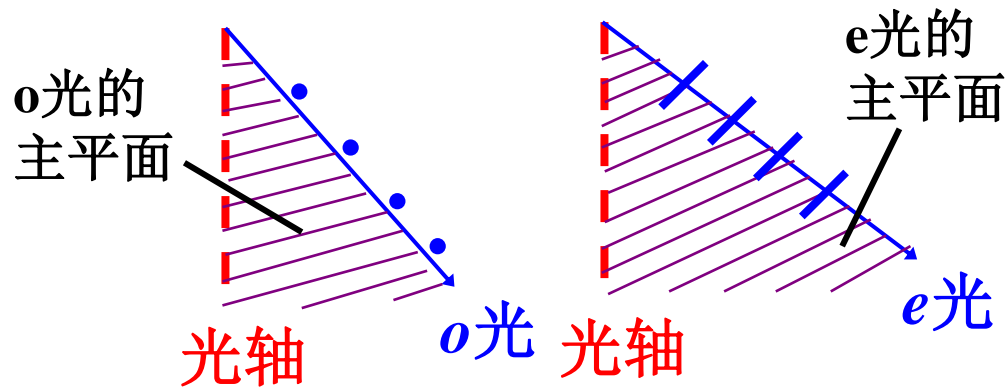
- ◆ 单轴晶体（只有一个光轴方向）：方解石（冰洲石）、石英、冰、人工拉制单轴晶体、ADP（磷酸二氢氨）、铌酸锂(LiNiO_3)
- ◆ 双轴晶体（有两个光轴方向）：云母、蓝宝石、硫黄、黄玉



§ 5.5 双折射现象

4. 主平面：晶体中光的传播方向与晶体光轴构成的平面

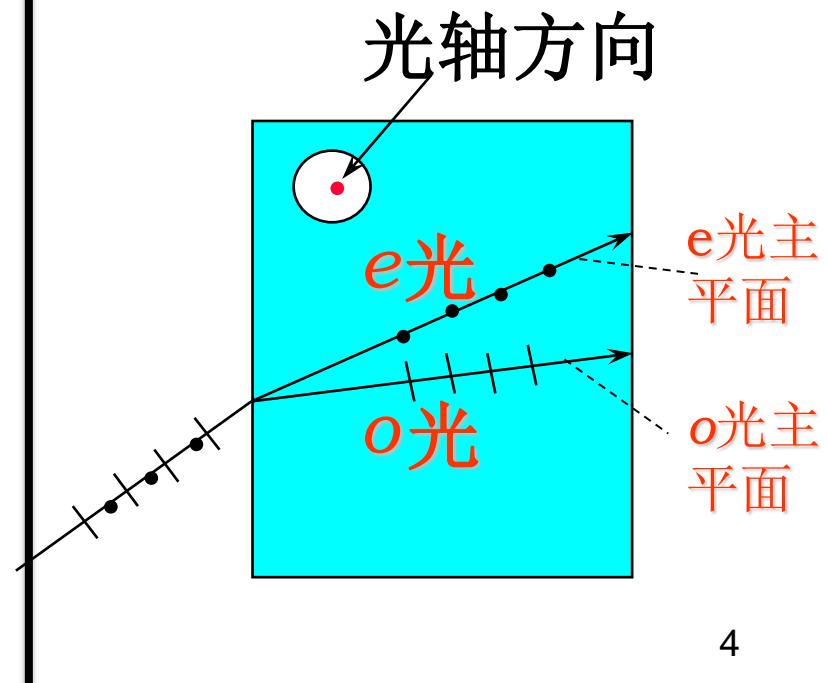
o光和e光均是偏振光



o光振动垂直
其主平面

e光振动在其
主平面内

一般来说，**o**光主平面和 **e**光主平面并不重合。





§ 5.5 双折射现象

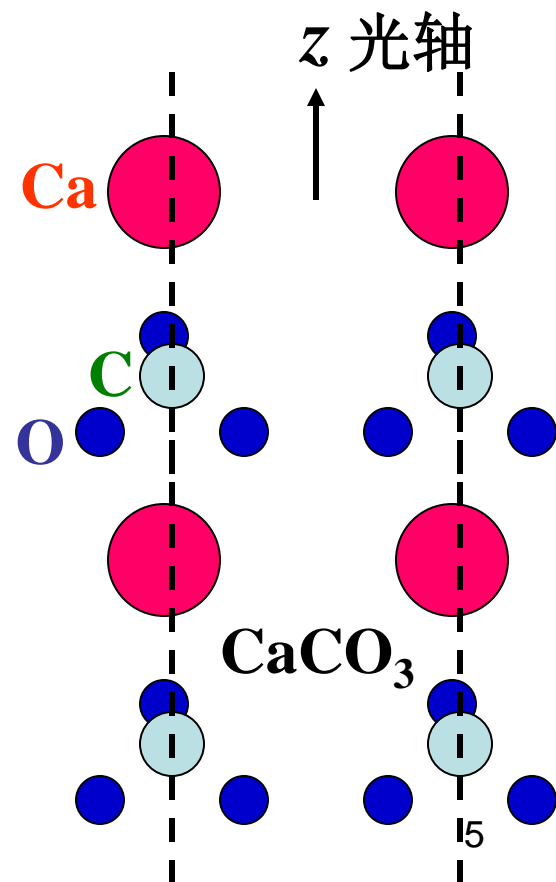
二. 晶体的主折射率，正晶体、负晶体

晶体的各向异性是由结构造成的

表现为光波的折射率与其电振动方向有关，。

当振动方向与光轴垂直时，光的传播满足折射定律，折射率不变。

当振动方向与光轴不垂直时，晶体的折射率发生变化，光的传播行为（方向、速度）也随之变化。

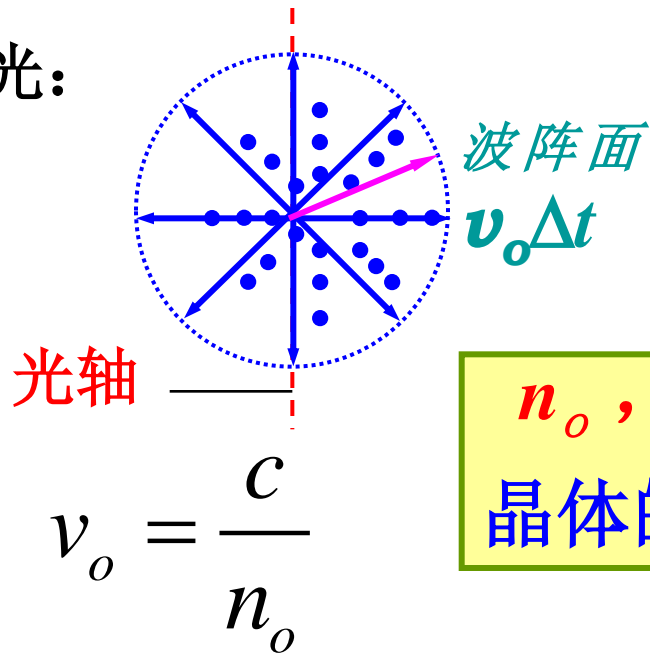




§ 5.5 双折射现象

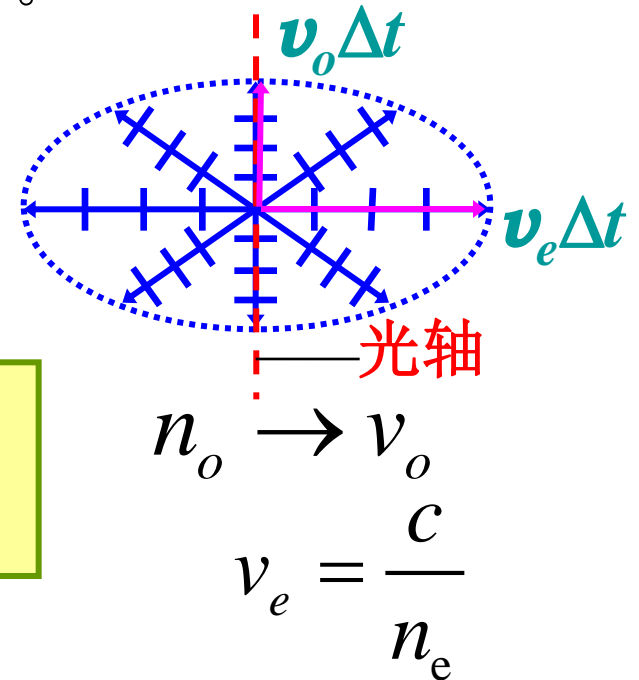
o光振动与光轴垂直，速度处处相等

o光:



e光振动在其主平面上，夹角因传播方向而异，速度处处不等。

e光:



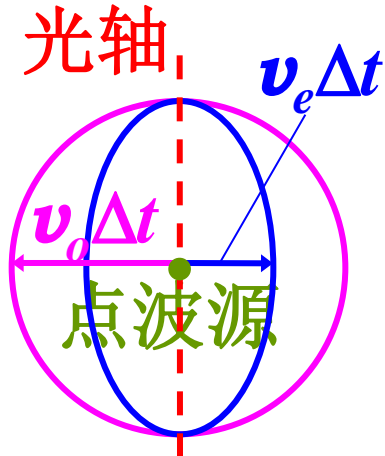
n_o, n_e 称为
晶体的主折射率



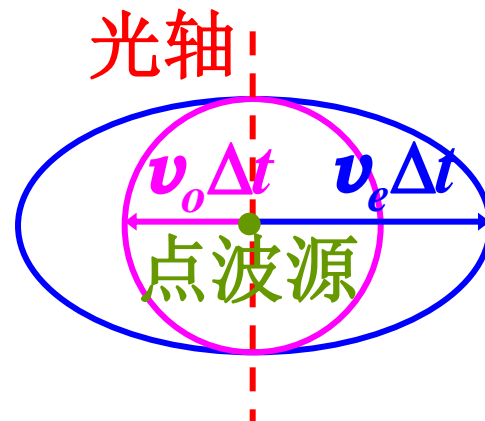
§ 5.5 双折射现象

按照主折射率的不同，晶体可分为两类：

正晶体： $n_e > n_o$ ($v_e < v_o$) 负晶体： $n_e < n_o$ ($v_e > v_o$)



如：石英、冰



如：方解石、红宝石

对应的波阵面在空间构成一个椭球，称为波阵面椭球，对应于惠更斯作图法。

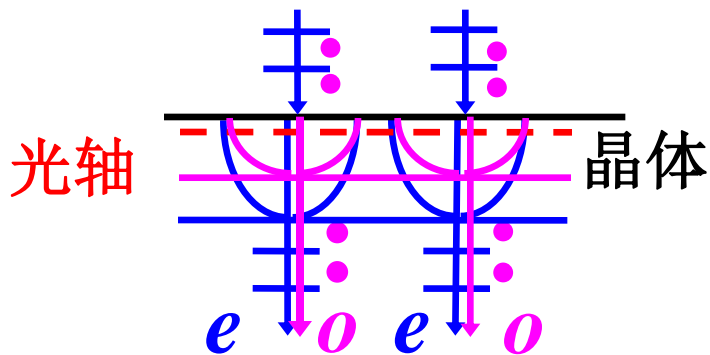


§ 5.4 双折射现象

三. 单轴晶体中光传播的惠更斯作图法

以负晶体 ($v_e > v_o$) 为例:

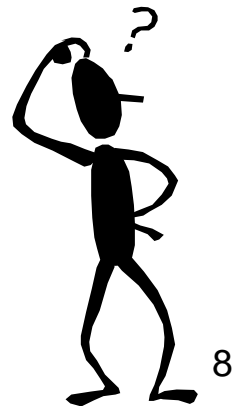
1. 光轴平行晶体表面，自然光垂直入射



o , e 方向上虽没分开,
但速度上是分开的,
这仍叫作双折射。

2. 自然光 \perp 入射，若光轴垂直晶体表面，
还有没有双折射？

(答：沿光轴传播，无双折射)

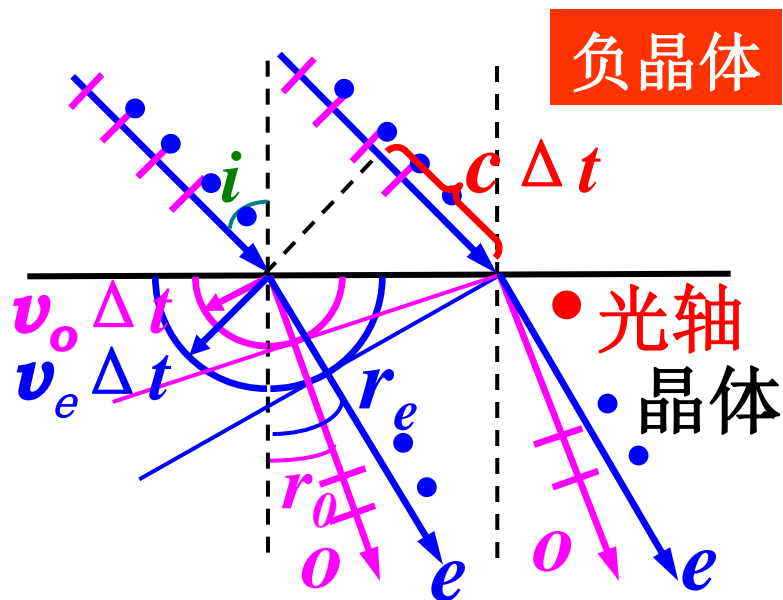




§ 5.4 双折射现象

3. 光轴 // 晶体表面，且 \perp 入射面，自然光斜入射

作图得到传播方向：



此种情况下，在入射面（纸面）内，o光，e光都满足折射定律，

即

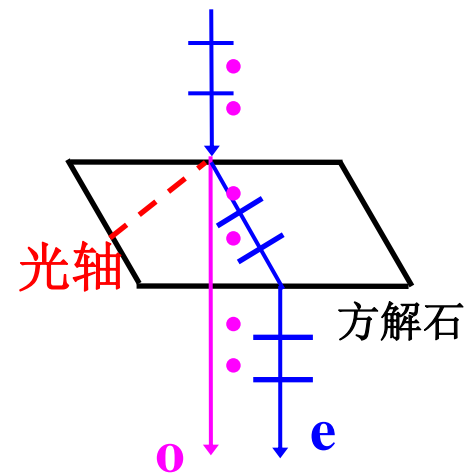
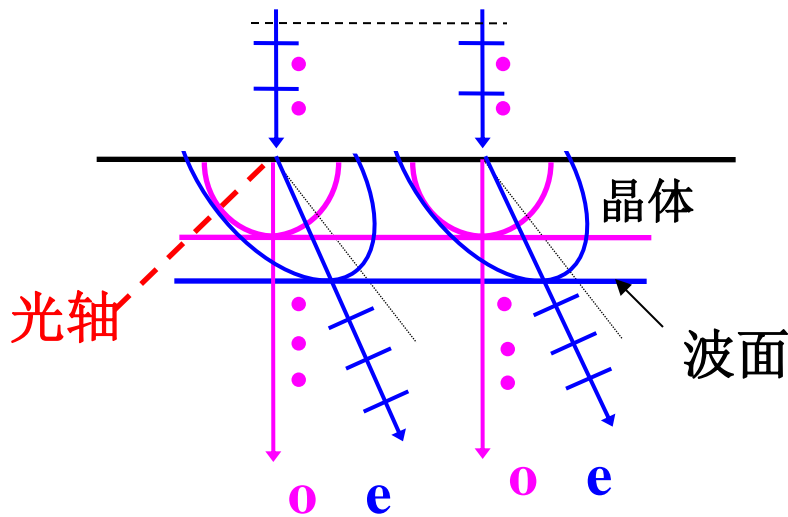
$$\frac{\sin i}{\sin r_o} = n_o = \frac{c}{v_o}$$
$$\frac{\sin i}{\sin r_e} = n_e = \frac{c}{v_e}$$



§ 5.4 双折射现象

4. 光轴与晶体表面斜交，自然光 \perp 入射

作图得到传播方向（作业）



o光、e光的振动方向如何？

o光 ----点； e光 ----线.

考虑到出射，这正好是前面演示实验中的双折射情形。¹⁰



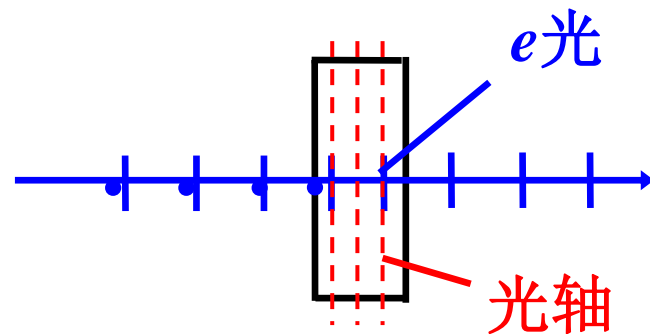
§ 5.4 双折射现象

四. 晶体偏振器件

1. 晶体的二向色性、晶体偏振器

某些晶体对o光和e光的吸收有很大差异，这就是晶体的**二向色性**。例如，电气石对o光有强烈吸收，对e光吸收很弱，用它可产生线偏振光。

天然晶体偏振器尺寸不大，成本很高。现今广泛使用偏振片（人工使具有二向色性的细微晶粒的光轴在塑料薄膜上定向排列）。



缺点：偏振片获得的偏振光不够纯，强度也不大。




§ 5.4 双折射现象

2. 偏振棱镜

偏振片和玻片堆只能产生近似的线偏光，利用偏振棱镜可获得高质量的线偏振光。如格兰、沃拉斯顿、尼科耳棱镜等

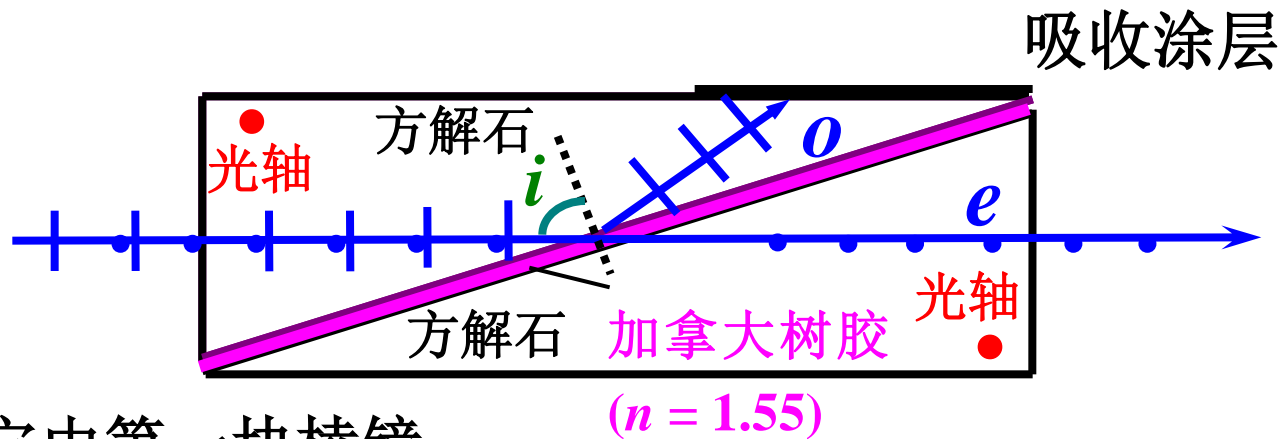
有些棱镜，自然光  原方向的线偏振光。

有些棱镜，自然光  分开的两束线偏振光。



§ 5.4 双折射现象

- 格兰棱镜（可见光常用）



对**o**光，它由第一块棱镜进入树胶，是光密→光疏，让其入射角>临界角（约 **69°** ），

$$n_o(1.6584) > n(1.55) > n_e(1.4864)$$

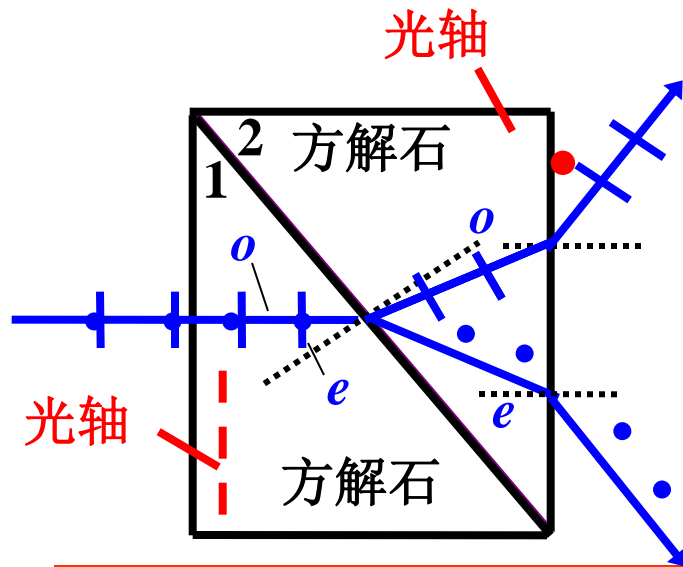
对**e**光，由光疏→光密，它绝大部分可以通过

∴ 在交界面全反射, 被涂层吸收, 不能进入第二个棱镜



§ 5.4 双折射现象

- 沃拉斯顿 棱镜（太赫兹常用，自学）



$$n_o(1.6584) > n_e(1.4864)$$

光从棱镜1进入棱镜2时，
由于光轴转过了 90° ：

原o光(点)变成e光

光密→光疏

折射角 $>$ 入射角；

原e光(线)变成o光

光疏→光密

折射角 $<$ 入射角，

所以二者分开。

进入空气时，都是由光密→光疏，
 \therefore 可得到进一步分开的二束线偏振光。



Homework wk15

1. 作图: ppt第10页