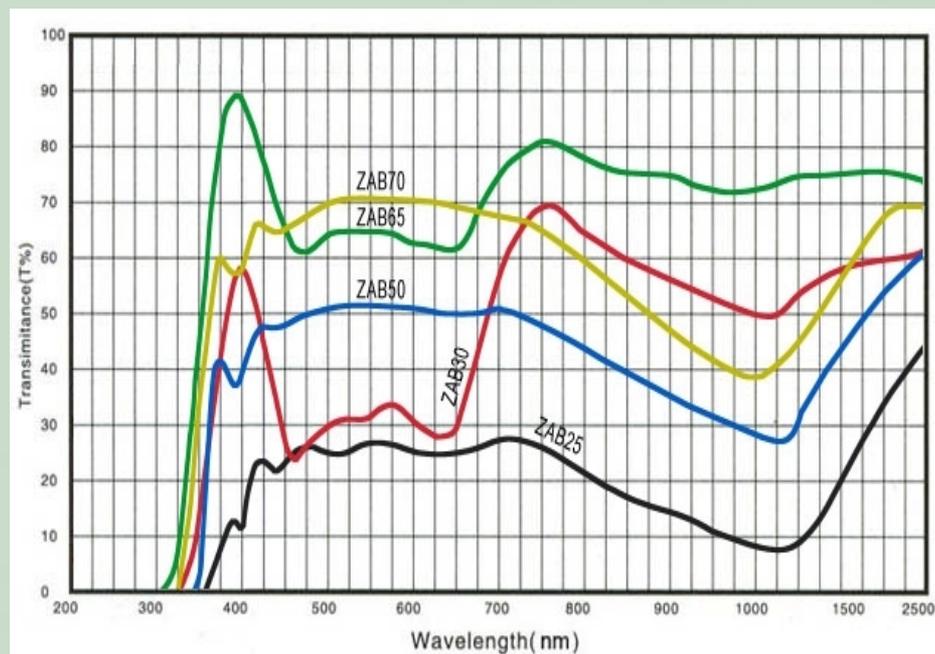


# 关于固体材料光谱 学



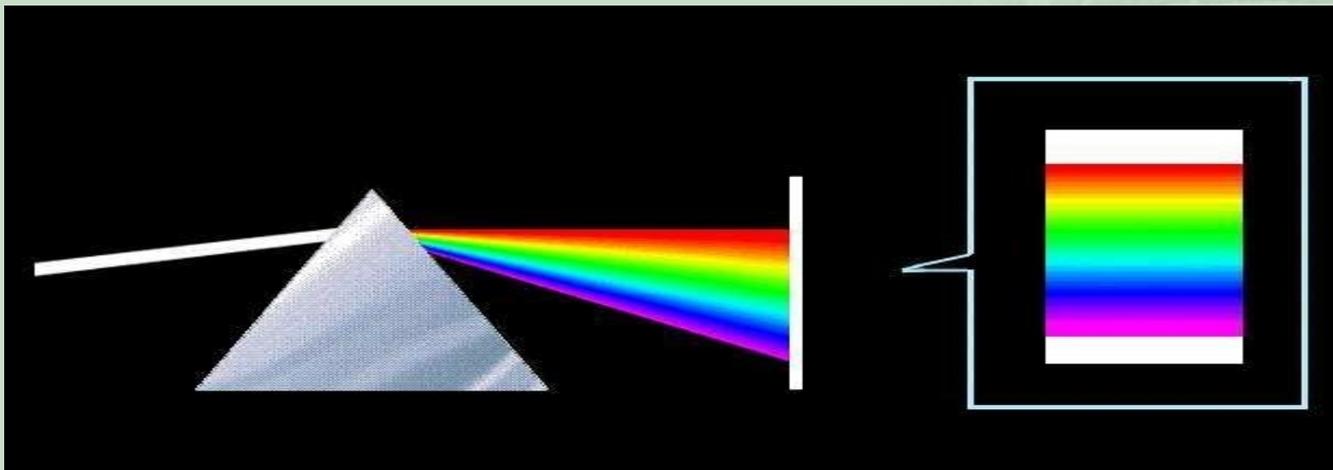
# 主要内容

- ❶ 固体光谱简介
- ❷ 透射和反射光谱
- ❸ 椭圆偏振光谱



# 光谱发展历史

- 人们对光谱的研究已有三百多年的历史了。1666年，牛顿把通过玻璃棱镜的太阳光分解成了从红光到紫光的各种颜色的光谱，他发现白光是由各种颜色的光组成的。这是可算是最早对光谱的研究。



# 固体光谱学

- ❖ 固体光谱学 (Solid State Spectroscopy) 是关于光和凝聚态物质相互作用的一门学科。
- ❖ 光谱是电磁辐射按照波长(能量)的有序排列, 根据实验条件的不同, 各个辐射波长(能量)都具有各自的特征强度。
- ❖ 通过光谱的研究, 人们可以得到原子、分子等的能级结构、弛豫时间、电子的组态、分子的几何形状等多方面物质结构的知识。

# 透射光谱和反射光谱

- i 固体光谱学包括固体的吸收、反射、发光和透射光谱。
- i 不同材料对光都有不同程度的反射和透过，即使对同一种材料，对不同的波段的光，反射和透射特性也可能不相同。透射率 $T$ 与入射光频率 $\omega$ 之间的关系叫做透射光谱。

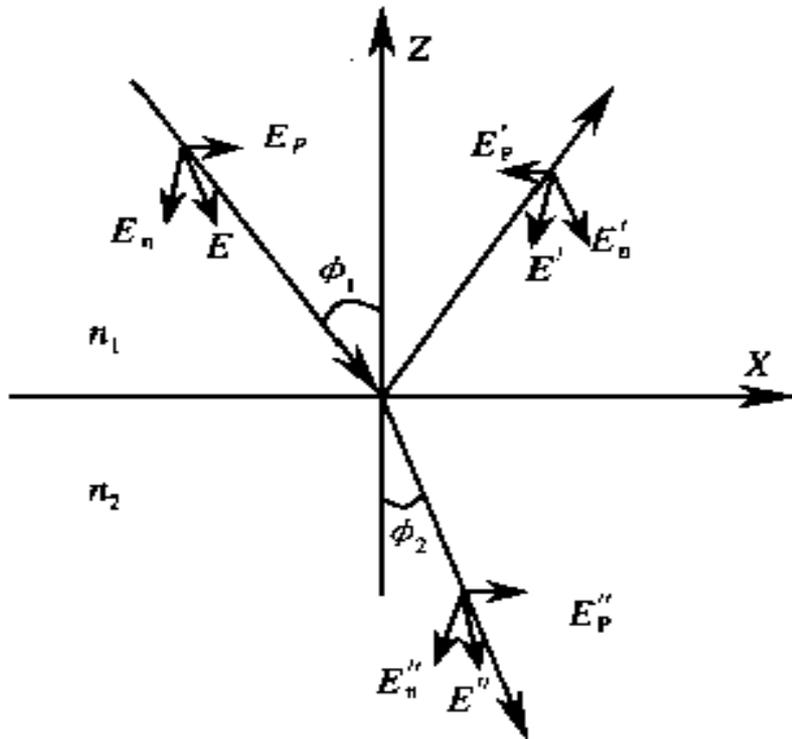


# 反射透射示意图

反射系数:  $r = \frac{E'}{E}$

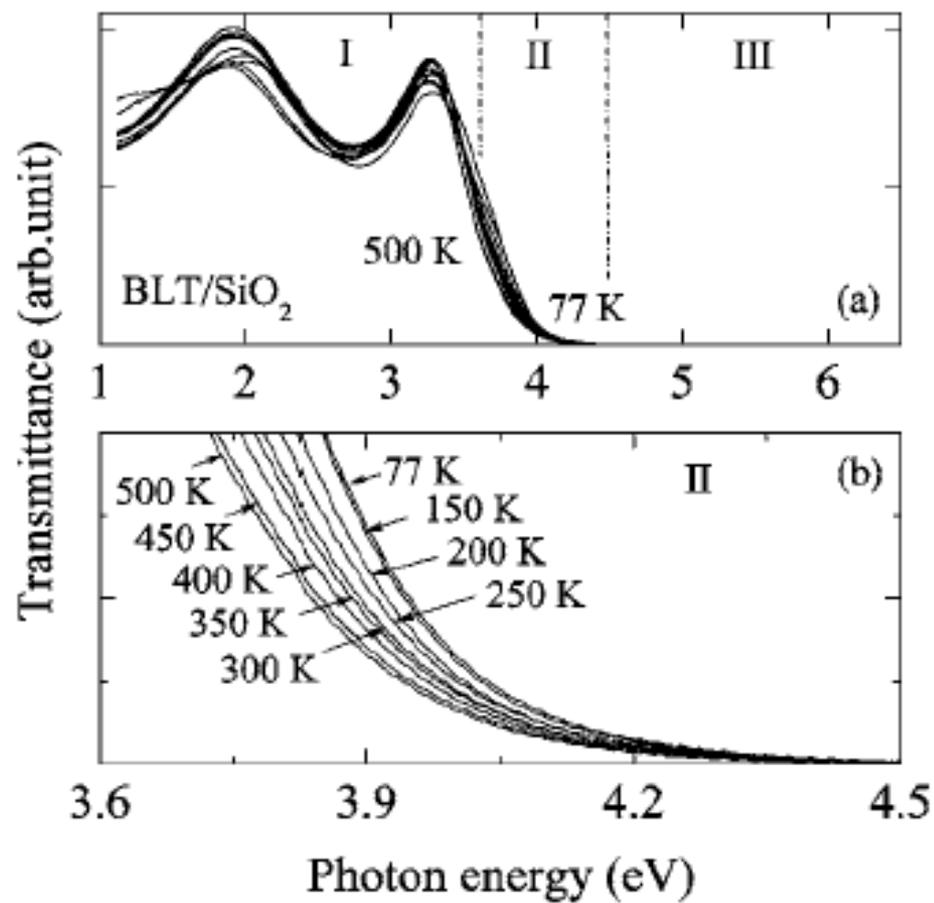
反射率:  $R = \frac{|E'|^2}{|E|^2}$

将电矢量分解为垂直入射面分量 $E_n$ 和平行于入射面的分量 $E_p$

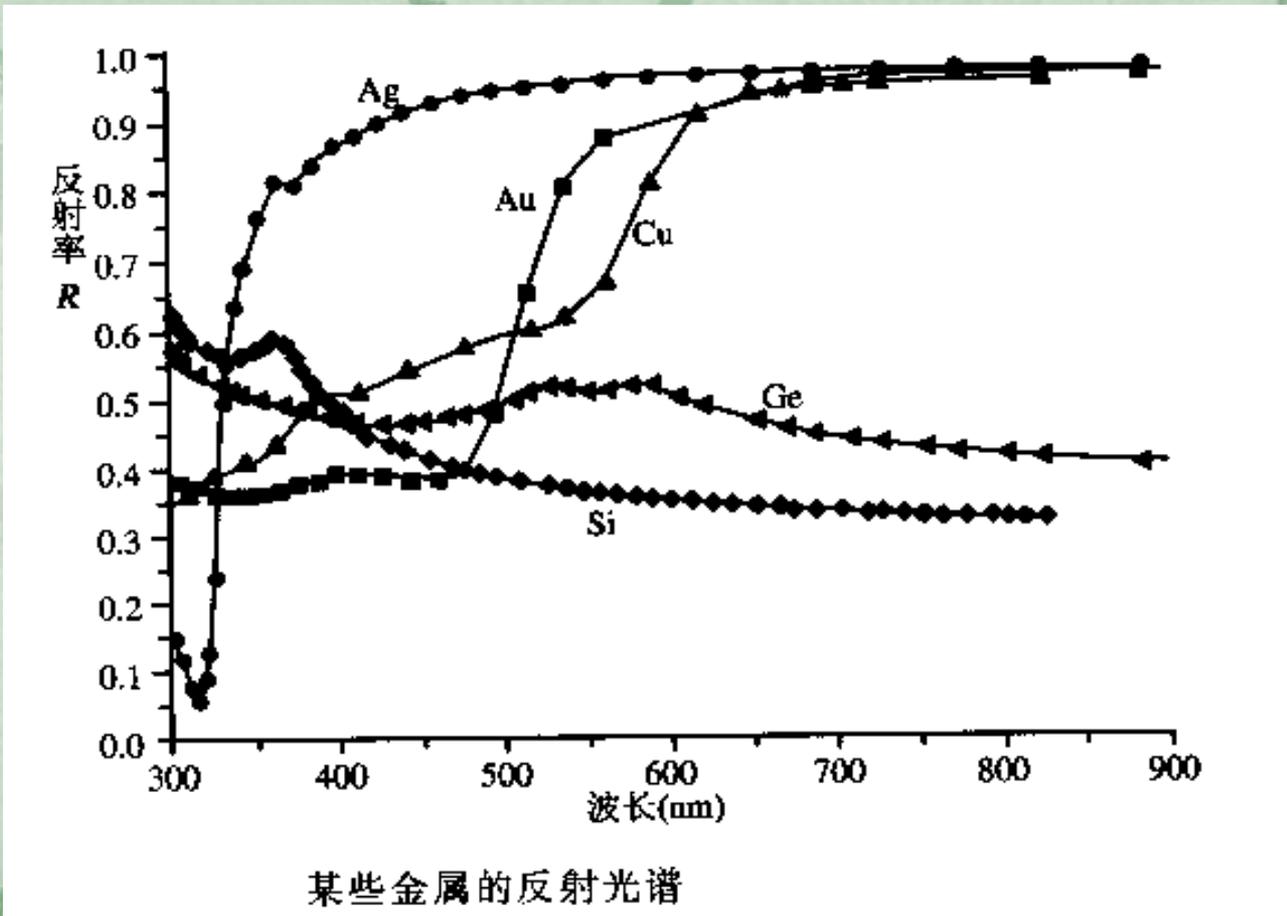


光在界面上反射与透射示意图

# 透射光谱



# 反射光谱



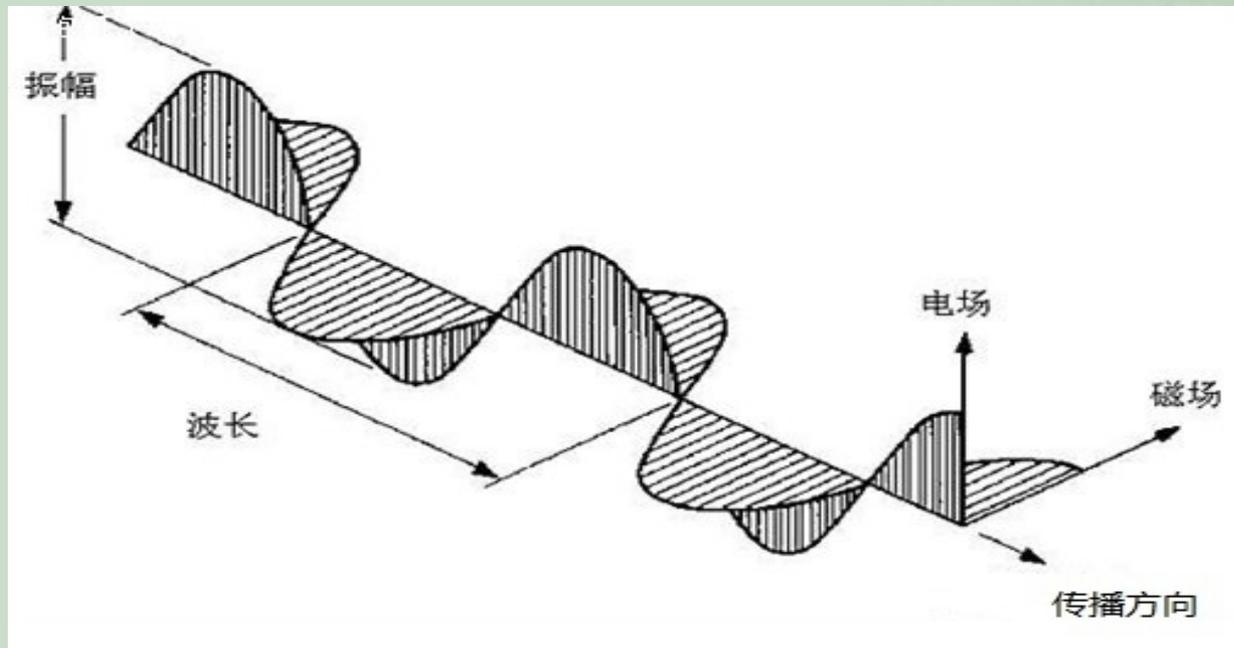
# 椭圆偏振光谱

- 基于材料对光的反射，发展起一些测量光学常数的方法，例如椭圆偏振光谱等。
- 椭圆偏振光谱学(Spectroscopic Ellipsometry)是一种以椭圆偏振光测量为基础的光谱技术，简称椭偏光谱学，缩写为SE。
- SE 是通过光在样品表面反射后相位和振幅的变化来表征薄膜的性能的，反射前后P，S波相位的变化用 $\Delta$ 表征， $\psi$ 则反映了波振幅的改变。

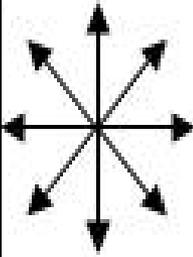
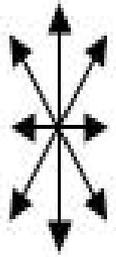


# 偏振光的种类

光是电磁波，光的偏振现象表明光是一种横波，即电磁振动方向与光的传播方向垂直。光作为电磁波，光波中含有电振动矢量 $E$ 和磁振动矢量 $H$ ，就光与物质的相互作用而言，起主要作用的是电矢量，通常称电矢量 $E$ 为光矢量。并将光矢量和光的传播方向所构成的平面称为光的振动面。根据光矢量的振动状态，可以把光分为五种偏振态：



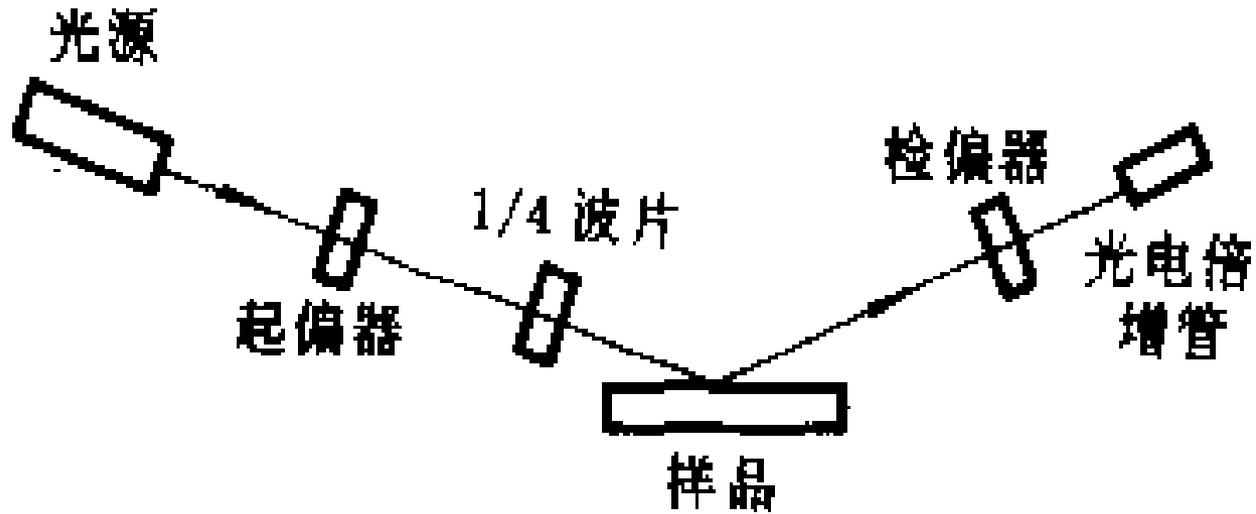
# 五种偏振态

类别	自然光	部分偏振光	线偏振光	椭圆偏振光	圆偏振光
E的振动方向和振幅大小					

# 椭偏仪的发展

- 1853年，英国物理学家Stokes发明了描述光偏振态的简便表达式，谁知在以后的近100年里，他的这一研究成果竟被埋在文献堆里而无人问津，直到1950年才重被人们发掘出来，并从此普遍应用。
- 不过早期实验上设计的椭偏仪多半采用消光方式，它的结构简单，已被沿用了上百年。在70年代前，实验上和工业界大都使用这种类型的椭偏仪，如半导体工厂用它来准确测定集成电路工艺中二氧化硅层的厚度。然而这种方式也存在着缺点，即在的光谱实验中需要使用一个 $1/4$ 波片，这限制了工作波长范围，因此难以被用于材料学研究。此外，测量过程多半靠手动完成，比较费时。

# 椭偏测量光路图



椭偏测量光路图

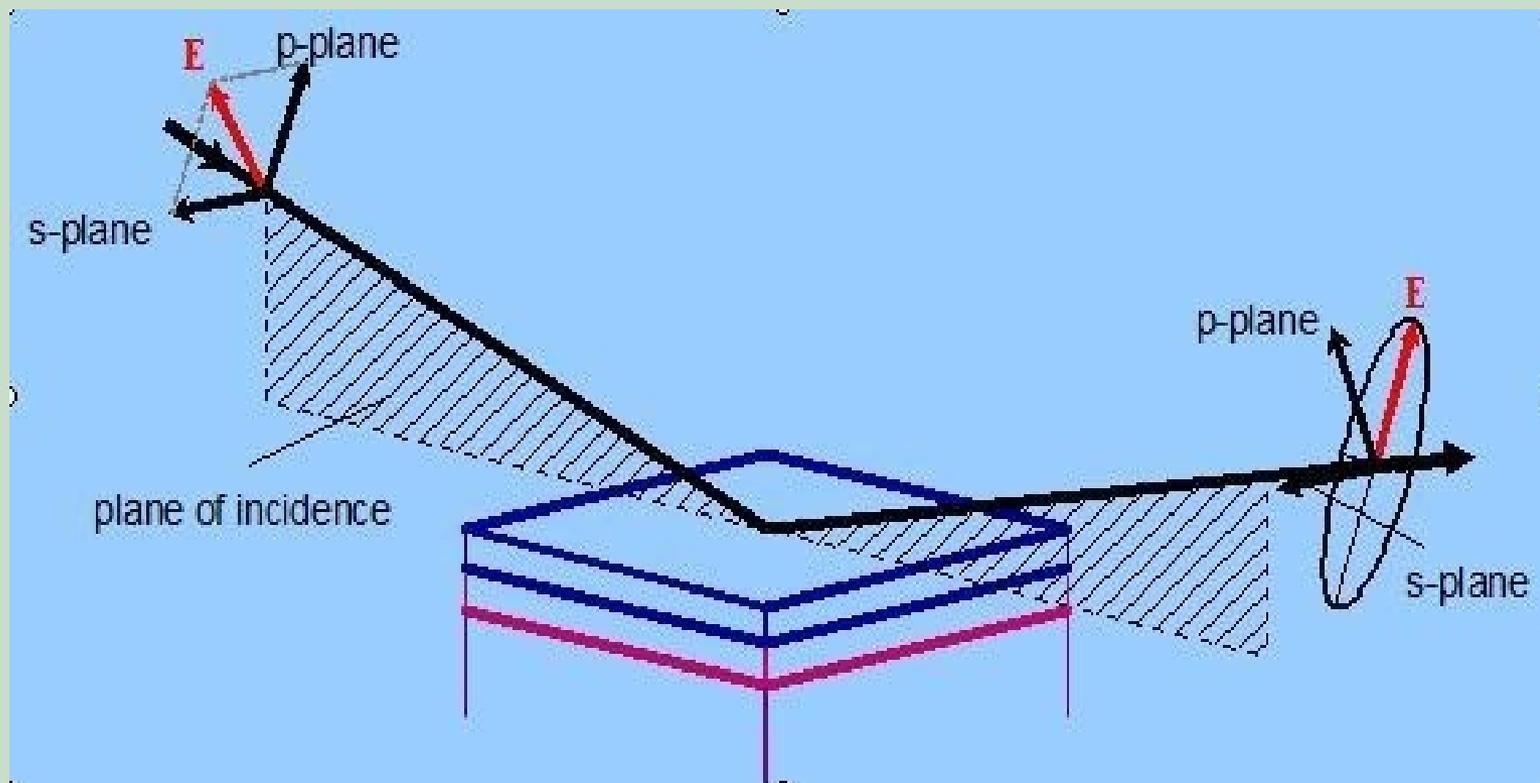
# 自动椭圆偏振光谱仪



- 光谱范围: 250nm - 1700nm
- 光谱分辨率: 0.1nm
- 光斑直径: 1mm -3mm
- 入射角范围: 20°to 80°



# 原理图

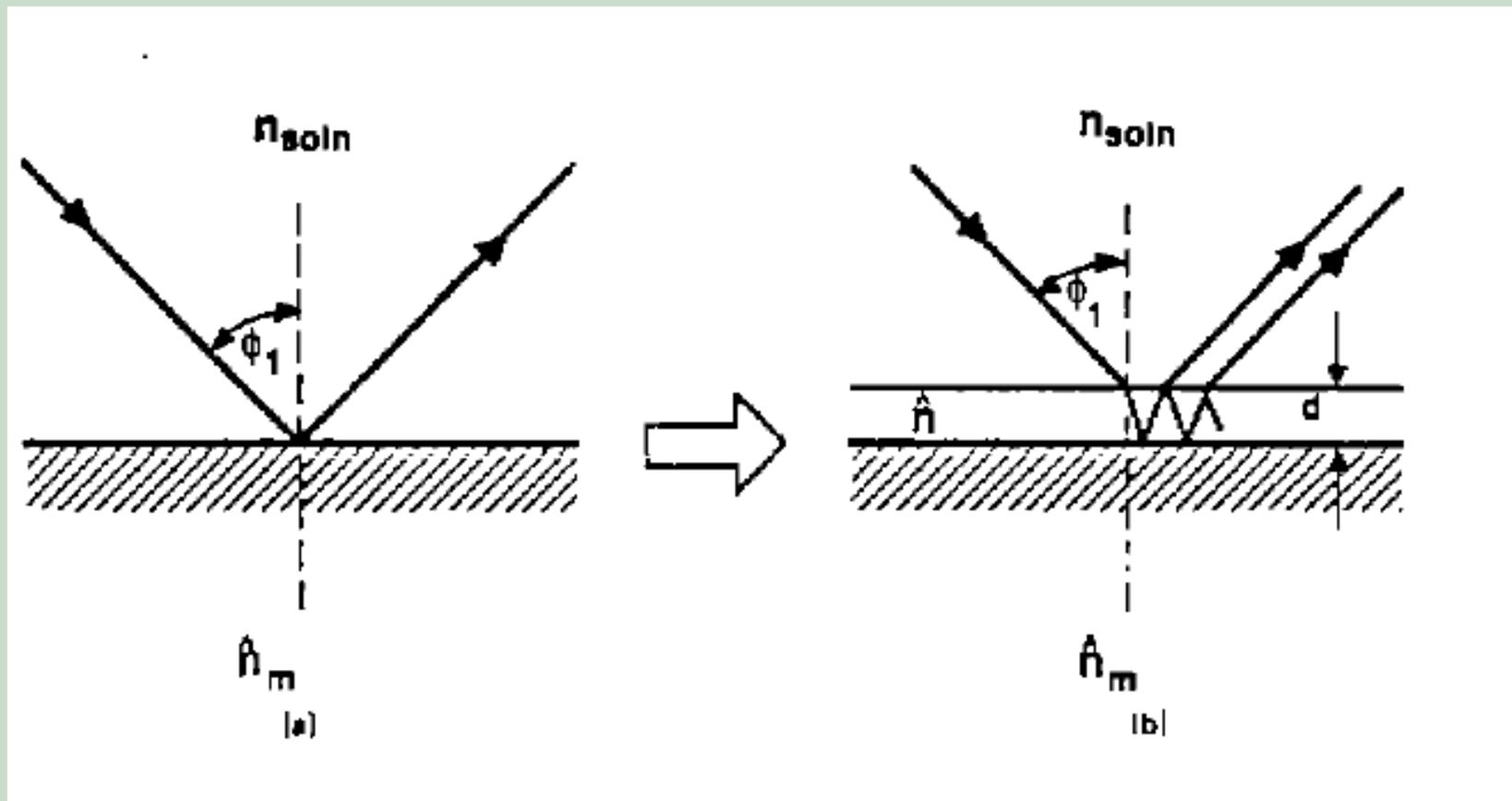


由椭偏光度法得到的实验测量是 $\psi$ 和 $\Delta$ ,它们能够显示出样品的光学和结构性质。用下面的公式表示:

$$\frac{r_p}{r_n} = \tan \psi e^{i\Delta} = f(n_1, n_2, n_3, \varphi, d, \lambda)$$

$$\tan \psi = \frac{r_{op}}{r_{on}} = \frac{|E_p'/E_n'|}{|E_p/E_n|} \quad \Delta = \Delta_p - \Delta_n$$

# 光在薄膜上的反射示例



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/7362410422110124>