光学公式整理

王华强

Last edited: 2017.10.22

基础，反射与折射

光强

$$I = \frac{n}{2cu_0} E_0^2$$

比较两种介质中的光强时

$$I = nE_0^2$$

简谐波的数学表达

一维波

$$U = Acos(\omega(t - \frac{x}{v} + \varphi))$$

$$U = Acos(\omega t - kx + \varphi)$$

平面波

$$U = Acos(\omega t - \vec{k}\vec{r})$$

球面波(发散)

$$U = \frac{A}{r} cos(\omega t - kr)$$

复振幅

球面波的复振幅：相因子正负代表聚散

波前函数

波前上的复振幅分布

偏振度

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

Tips：某一方向上的偏振光可以沿两轴分解

费马原理

$$n = \frac{c}{v}$$

$$$$

$$L = \int_a^b nds$$

折射定律

$$n_1 sin(in) = n_2 sin(t)$$

菲涅尔公式

$$\hat{r}_s = -\frac{sin(i1 - i2)}{sin(i1 + i2)} = \frac{\hat{E}_{s1}}{\hat{E}_{s2}}$$

$$\hat{r}_p = \frac{tan(i1 - i2)}{tan(i1 + i2)} = \frac{\hat{E}_{p1}}{\hat{E}_{p2}}$$

$$\hat{t}_s = -\frac{2cos(i1)sin(i2)}{sin(i1 + i2)} = \frac{\hat{E}_{s1}}{\hat{E}_{s1t}}$$

$$\hat{t}_p = -\frac{2n_1 cos(i1)}{n_2 cos(i1) + n_1 cos(i2)} = \frac{\hat{E}_{p1}}{\hat{E}_{p1t}}$$

反射率随入射角变化的曲线：

- 随入射角增大总反射率增大
- r_p 在i_b处取得0

不同种反射率之间的关系

光强反射率=振幅反射率^2

光强透射率=$\frac{n2}{n1}$振幅反射率^2

光功率反射率=光强反射率 (由于光截面大小相同)

光功率折射率= $\frac{cos(n2)}{cos(n1)}$ 光强反射率 (折射导致了光截面的大小变化,光截面的大小之比为 $\frac{cos(n2)}{cos(n1)}$)

斯托克斯倒逆关系

$$\hat{r}^2 + \hat{t}\,\hat{t}‘ = 1$$

$$\hat{r} = -\hat{r}‘$$

两种反射情形相差-，说明两边必有一边存在相位π的突变.

反射相位突变只有在n1<n2的反射时同时对ps两向发生

布儒斯特角

$$i_B = arctan\frac{n2}{n1}$$

在此处p光相位突变, s光不受影响

全反射角

$$i_c = arcsin\frac{n2}{n1}$$

角度大于此角后开始全反射, 伴随角度的变化发生相位变化(从0到π).

反射光的相位变换

- 当某一方向的反射率出现复数时,意味着发生了0-π之间的相位变化

隐失波

Todo: 隐失波分析

基础部分补充

- 入射面：指入射光线，法线，反射光线与折射光线所在的平面
- 振动方位角：光矢量与入射面之间的夹角，实质上是光矢量与p轴的夹角

几何光学部分

Todo: 几何光学

干涉部分

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2cos\phi$$

其中ϕ为相位角

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2}cos\phi$$

在非干涉条件下:

$$\overline{I} = I_1 + I_2$$

干涉衬比度定义为:

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

分波前干涉--杨氏干涉

Δ为光程差,d为孔间距,D为孔到光屏距离, x为条纹位置:

$$\Delta = \frac{dx}{D}$$

得条纹间距为:

$$\Delta x = \frac{\lambda D}{d}$$

非对称杨氏干涉

$$\frac{\Delta_R}{d} = \frac{p}{R}$$

$$\frac{\Delta_D}{d} = \frac{x}{D}$$

$$\Delta = \Delta_r + \Delta_d$$

条纹间距仍为:

$$\Delta x = \frac{\lambda D}{d}$$

确定中心点位置的时候,令Δ=0:

$$pD = -xR$$

干涉填平补齐时,满足:光源宽度引起的中心点位移=条纹间距

$$\frac{\lambda D}{d} = \frac{Dp}{R}$$

其中p为从中心点开始的光源宽度.

分振幅干涉--薄膜干涉

光程差:

$$\Delta = 2nhcos(r) + \frac{\lambda}{2}$$

薄膜干涉时的定域问题.

等倾干涉

光程差:

$$\Delta = 2hcos(r) - \frac{\lambda}{2}$$

亮纹:

$$\Delta = k\lambda$$

暗纹:

$$\Delta = (k + \frac{1}{2})\lambda$$

干涉条纹的间距:

对光程差公式两边求导,命$d\Delta$=λ,所解得dr即为间距:

$$dr = -\frac{\lambda}{2nhsin(r)}$$

等厚干涉

$$\Delta = 2nh + \frac{\lambda}{2}$$

牛顿环光程差:

$$\Delta = 2h - \frac{\lambda}{2}$$

由几何关系得:

$$\frac{r}{R} = \frac{2h}{r}$$

代入可由曲率半径求得圆环半径.

曲率半径可由下式求得:

$$R = \frac{r_{k+m}^2 - r_k^2}{m\lambda}$$