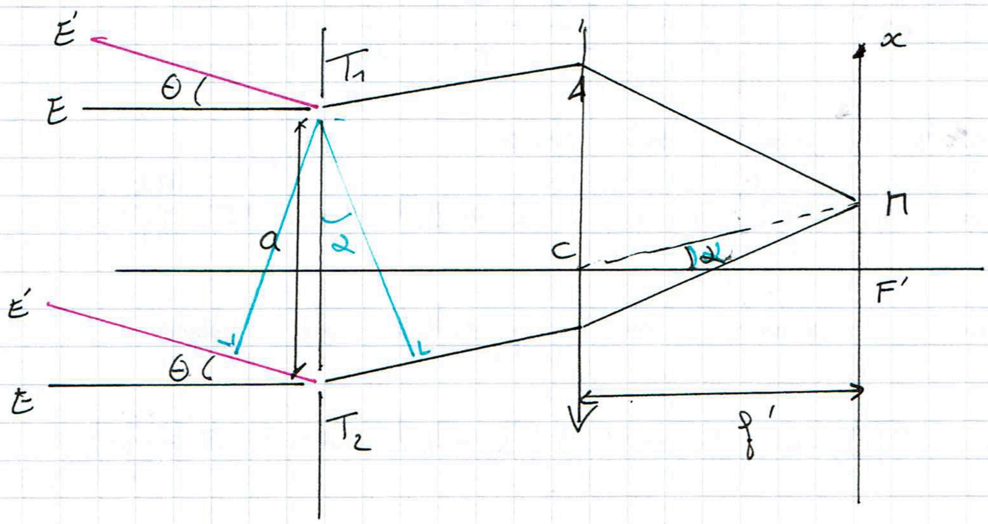
17 Interférence à 2 ondes en optique

Résolution interférométrique d'une étoile double



On filtre la lumière des étoiles à λ

T_1 et T_2 sont 2 télescopes ou 2 trous dans un masque devant le télescope (exp Michelson)

Différence de marche $\Delta = [ET_2M] - [ET_1M]$

$$= ([ET_2] - [ET_1]) + ([T_2M] - [T_1M])$$

On a $[ET_1] = [ET_2]$

et $[T_2M] - [T_1M] = \dfrac{ax}{f'}$

$\Delta = a \sin\alpha$

$\tan\alpha = \dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \dfrac{x}{f'}$

$\cos\alpha \simeq 1$

$$\Rightarrow \quad I = 2I_0 \left(1 + \cos\left(2\pi \frac{ax}{\lambda f'}\right)\right)$$

Note : I indépendant de y, on peut prendre des fentes.

Les 2 étoiles sont incohérentes $\Rightarrow$ addition de I

par É : $\Delta' \quad ([E'T_2] - [E'T_1]) + ([T_2M] - [T_1M])$

avec $[E'T_2] - [E'T_1] = a \sin\theta \simeq a\theta$

et $[T_2M] - [T_1M] = \dfrac{ax}{f'}$

$$\Rightarrow \quad I' = 2I'_0 \left[1 + \cos\left(2\pi \frac{ax}{\lambda f'} + 2\pi \frac{a\theta}{\lambda}\right)\right]$$

$$I_{tot} = 2I_0 + 2I_0' + 2I_0 \cos\left(2\pi \frac{ax}{\lambda f'}\right) + 2I_0' \cos\left(2\pi \frac{a}{\lambda}\left(\frac{x}{f'} + \theta\right)\right)$$

(Le contraste est $\gamma = \dfrac{I_0 - I_0'}{I_0 + I_0'}$)

Si les 2 cos sont en phase

$$I_{tot} = 2(I_0 + I_0') + 2(I_0 + I_0') \cos\left(2\pi \frac{ax}{\lambda f'}\right)$$

Si les 2 cos sont en opposition de phase

$$I_{tot} = 2(I_0 + I_0') + 2(I_0 - I_0') \cos\left(2\pi \frac{ax}{\lambda f'}\right)$$

On a le contraste minimum.

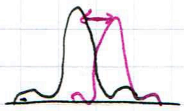
et la condition est donc $2\pi \dfrac{a\theta}{\lambda} = (2p+1)\pi$

$$\Rightarrow a_p = (2p+1) \cdot \frac{\lambda}{2\theta}$$

$\Rightarrow$ on change a_p entre les 2 télescopes pour obtenir le contraste minimum avec a_1

$\Rightarrow \theta = \dfrac{\lambda}{2a_1}$ et le ratio I_0'/I_0

On a un facteur 2 par rapport à la distinction entre 2 tâches d'Airy



Si on a une seule étoile de taille angulaire θ suffisante. Dans ce cas on fait l'intégrale sur $-\theta/2$ et $+\theta/2$

$$\Rightarrow I(x) = I_0 \int_{-\theta/2}^{\theta/2} \left\{1 + \cos\left[2\pi \frac{a}{\lambda}\left(\frac{x}{f'} + \theta\right)\right]\right\} d\theta$$

$$\ldots = \theta_0 \left[1 + \operatorname{sinc} \pi\left(\frac{a\theta}{\lambda}\right) \cdot \cos 2\pi\left(\frac{ax}{\lambda f'}\right)\right]$$

tq $\underline{\gamma = \left|\operatorname{sinc}\left(\pi \dfrac{a\theta_0}{\lambda}\right)\right|}$ $\Rightarrow$ premier zéro à $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$

Valeurs numériques : Bételgeuse 47 mas $\lambda = 500$ nm $a = 2{,}7$ m (en réalité $\theta = 1{,}22 \dfrac{\lambda}{D}$ Bessel