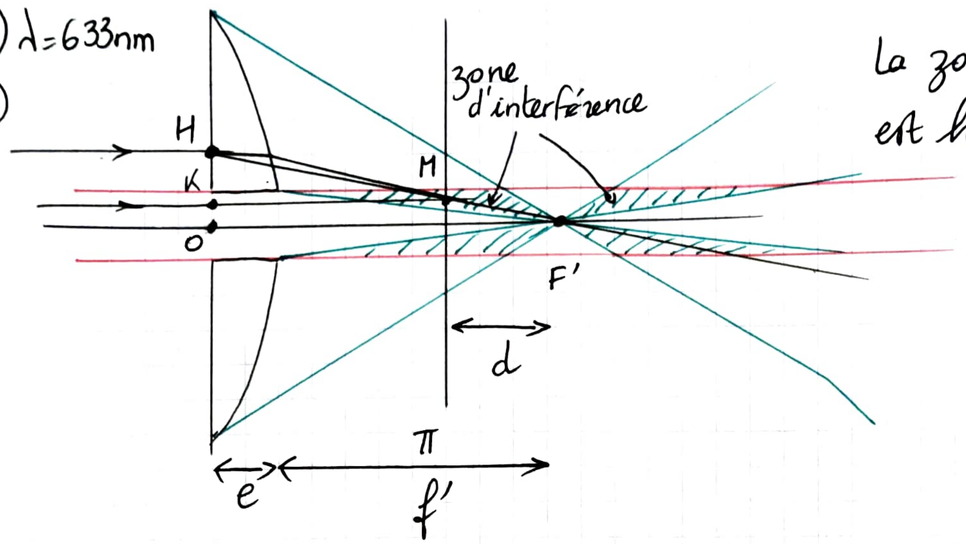
Lentille de Zernike

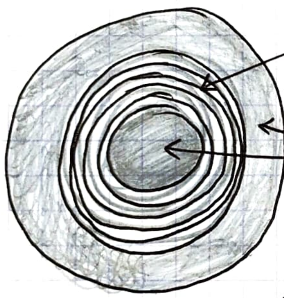
a) $\lambda = 633\,nm$

b)



La zone d'interférence est hachurée

c) on observe des anneaux dans la zone d'interférences (invariance par rotation autour de l'axe optique)



anneaux d'interférence concentriques dans la zone d'interférences

éclairement uniforme

rayon qui passe par le trou

d) $\delta(M) = (HM) - (KM)$

avec $(KM) = e + f' - d$

$(HM) = (HF') - MF' = (HF') - \sqrt{r^2 + d^2}$

et $(HF') = (OF')$ si la lentille était complète

$= ne + f'$

soit finalement $\delta(r) = ne + f' - d\sqrt{1 + \left(\frac{r}{d}\right)^2} - e - f' + d$

$$\boxed{\delta(r) = (n-1)e + d\left(1 - \sqrt{1 + \left(\frac{r}{d}\right)^2}\right)}$$

e) $r \ll d$ on a des franges brillantes pour $\delta = p\lambda$

avec $p \in \mathbb{Z}$ $\delta_p - \delta_{p+1} = d\left(1 - \left(\frac{r_p}{d}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} - d\left(1 - \left(\frac{r_{p+1}}{d}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} = \lambda$

$$-\frac{\lambda}{d} \simeq \frac{1}{2}\left(\frac{r_{p+1}}{d}\right)^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{r_p}{d}\right)^2$$

$$-2\lambda d \simeq (r_{p+1}-r_p)(r_{p+1}+r_p)$$

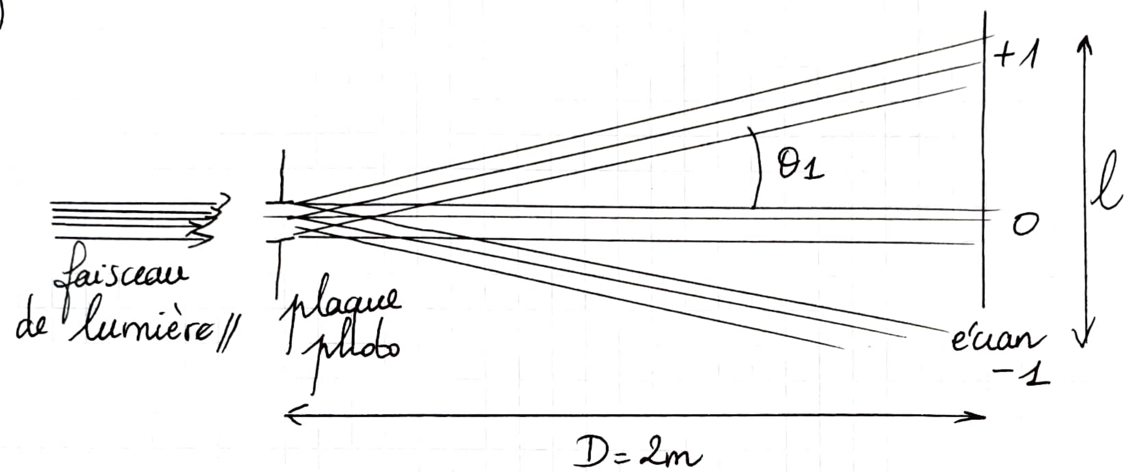
$$\left.\begin{array}{l} \text{or } r_{p+1}+r_p \simeq 2r \\ \text{et } r_{p+1}-r_p \simeq -i \end{array}\right\} \quad \boxed{i \simeq \frac{\lambda d}{r}}$$

A.N. $i \simeq \frac{633.10^{-9}\times 0{,}2}{6.10^{-3}}$

$i \simeq 21{,}1\,\mu m$

Les franges ne sont pas visibles à l'œil nu.

f)



La plaque photo est assimilée à un réseau de pas i

$\longrightarrow$ diffraction pour $\left\{\begin{array}{l} \sin\theta_1 = \frac{\lambda}{i} \\ \sin\theta_{-1} = -\frac{\lambda}{i} \end{array}\right. \Rightarrow 2\sin\theta_1 = \frac{2\lambda}{i}$

or $\frac{\lambda}{i} \ll 1 \Rightarrow 2\sin\theta_1 \simeq 2\theta_1 \simeq 2\tan\theta_1 = \frac{\ell}{D} \simeq \frac{2\lambda}{i}$

$\Rightarrow \boxed{i = \frac{2\lambda D}{\ell}}$ A.N. $i = \frac{2\times 633.10^{-9}\times 2}{11{,}7\,.10^{-2}} = 21{,}6\,\mu m$

et $\frac{\delta i}{i} \simeq \frac{\delta \ell}{\ell} = \frac{0{,}2}{11{,}7} = 1{,}7\%$

$\delta i = 0{,}37\,\mu m$

$i = (21{,}6 \pm 0{,}4)\,\mu m$

On retrouve "presque" la bonne valeur.