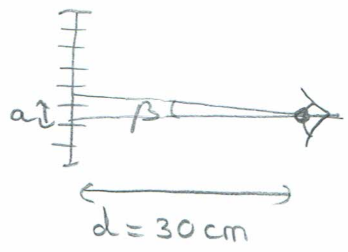
II - Etude des pixels de l'écran d'un smartphone

11)



L'oeil peut discerner deux pixels si l'angle β est supérieur au pouvoir de résolution de l'oeil : $\alpha = 3.10^{-4}$ rad.

Or $\tan\beta \simeq \beta = \dfrac{a}{d}$.

Il faut donc $\dfrac{a}{d} > \alpha$

soit $a > \alpha d = 3.10^{-4} \times 30.10^{-2}$

$\boxed{a > 90\,\mu m}$.

Sur le capteur étudié : $a = 1{,}7\,\mu m$ ⇒ on ne peut pas discerner 2 pixels à l'oeil nu.

12) * Je mesure $13a' = 12$ mm donc $a = \dfrac{12.10^{-3}}{13 \times 10} = 92\,\mu m$ semble élevé

* La mesure est effectuée avec une règle graduée au mm.

$u(13 \times 10\, a) = \dfrac{1\,mm}{\sqrt{3}}$

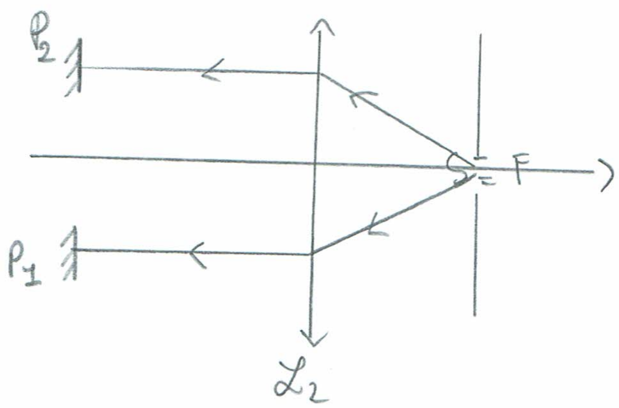
$u(a) = \dfrac{10^{-3}}{130\sqrt{3}} = 4\,\mu m$.

* Rm : *L'Iphone X possède 458 pixels par pouce (1 pouce = 2,54 cm)

donc $a = \dfrac{2{,}54.10^{-2}}{458} \simeq 55\,\mu m$

*L'Iphone 6 possède 326 ppp soit $a \simeq 78\,\mu m$.

13) Il faut que S soit au foyer objet de la lentille $\mathcal{L}_2$.



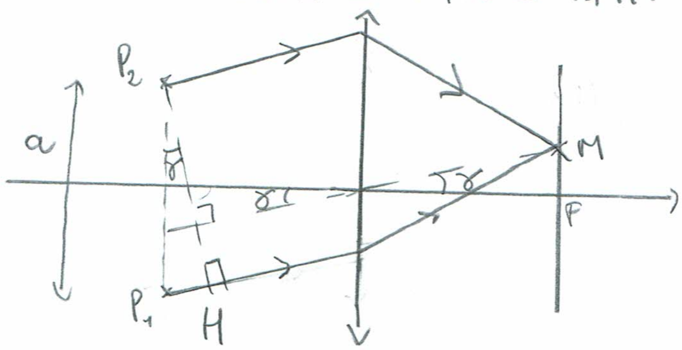
Après reflexion sur les miroirs, on observe les interférences dans le plan focal image de la lentille $\mathcal{L}_2$.

Les rayons qui interfèrent en M sont donc issus de rayons semblant venir de l'∞ donc ils sont parallèles entre eux avant de (re)traverser la lentille.

14) Les chemins optiques (SP_1) et (SP_2) sont identiques donc
$\delta(M) = (P_1M) - (P_2M)$

D'après le principe de retour inverse de la lumière et le théorème de Malus : $(MH) = (MP_2)$ car les rayons issus d'un point M du plan focal objet convergent à l'∞ et les surfaces équiphases sont perpendiculaires aux rayons

On obtient donc $\delta(M) = (P_1H) = P_1H$.



$\sin\gamma = \dfrac{P_1H}{a}$

$\tan\gamma = \dfrac{y}{f'_2}$

Dans les conditions de Gauss $\sin\gamma \simeq \gamma$ et $\tan\gamma \simeq \gamma$

d'où $\boxed{P_1H = \dfrac{ay}{f'_2} = \delta(M)}$

15) $p(M) = \dfrac{\delta(M)}{\lambda} = \dfrac{ay}{\lambda f'_2}$

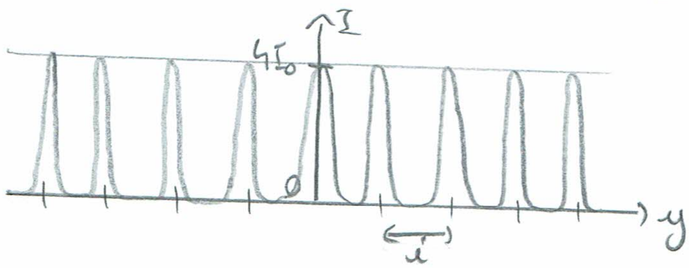
On observe des franges rectilignes $y = $ constante

Entre deux franges brillantes consécutives : $\Delta p = 1$ et $\Delta y = i$

donc $1 = \dfrac{ai}{\lambda f'_2}$ soit $\boxed{i = \dfrac{\lambda f'_2}{a}}$

16) D'après la formule de Fresnel : $I(y) = 2I_0\left(1 + \cos\dfrac{2\pi\,\delta(M)}{\lambda}\right)$

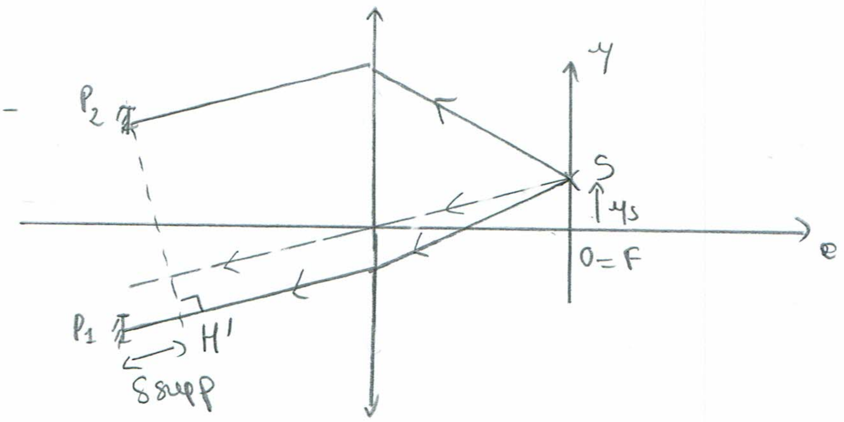
soit $\boxed{I(y) = 2I_0\left(1 + \cos\dfrac{2\pi a y}{\lambda f'_2}\right)}$



17) Le décalage de S sur l'axe Oz de $\Delta z = z_s$ laisse les chemins optiques (SP_1) et (SP_2) identiques

$\Rightarrow$ Pas d'impact sur $\delta(M)$ donc sur la figure d'interférences

Si on s'intéresse maintenant à un décalage $\Delta y = y_S$ de la source sur l'axe Oy, une différence de marche supplémentaire est introduite : $\delta_{supp} \doteq (SP_1) - (SP_2)$



$(SH') = (SP_2)$ donc $\delta_{supp} = P_1H' = \frac{a y_S}{f'_2}$ indépendant du point de l'écran où on observe les interférences.

On a donc finalement $\boxed{\delta'(M) = \frac{ay}{f'_2} + \frac{a y_S}{f'_2}}$

On observe encore des franges rectilignes $y = cste$ avec le même interfrange mais elles sont décalées en bloc

La frange $p'(M) = 0$ correspond à $\delta'(M) = 0$ donc à $y = -y_S$

Les franges sont donc décalées dans le sens des y décroissants.

18) On considère qu'il y a un bon contraste au point M tant que $|p'(M) - p(M)| \ll \frac{1}{2}$ cad tant que les franges correspondant à une source en $y_S = 0$ et à une source en $y_S = \frac{c}{2}$ ne sont pas trop décalées au point M considéré.

Cela correspond donc à $\frac{ac}{\lambda \cancel{2} f'_2} \ll \frac{1}{\cancel{2}}$ soit $\boxed{c \ll \frac{\lambda f'_2}{a} = c_{max}}$

<u>AN</u> $c_{max} = \frac{45{,}5 \cdot 10^{-2} \times 589 \cdot 10^{-9}}{400 \cdot 10^{-6}} = \boxed{670\,\mu m}$

⇒ largeur de fente mmétrique, tout à fait envisageable en TP

19)
```
def Itot(y, c, K)
    Itot = 0
    For n in range(K)
        ys = -c/2 + nxc/(K-1)
        Itot = Itot + intensité(y, ys)
    Return Itot
```

20)
```
def contraste(I)
    Imax = np.max(I)
    Imin = np.min(I)
    C = (Imax - Imin)(Imax + Imin)
    Return C
```

21) * Lorsque les sources sont pratiquement confondues, les figures d'interférences relatives à chacune des sources se superposent sur l'écran = les franges brillantes correspondant à chacune des sources coïncident, même chose pour les franges sombres.
Les franges sombres sont donc très sombres et les franges brillantes très lumineuses : le contraste est maximal.

* Lorsqu'on écarte les sources, les figures d'interférences se décalent les unes par rapport aux autres et on n'observe plus de zones noires. Il y a de la lumière un peu partout.
Le contraste diminue de plus en plus jusqu'à ce que l'intensité soit identique en tout point de l'écran. On a alors $c = c_{max}$ et un contraste nul.

* Si on écarte encore les sources alors les sources extrêmes vont produire une figure d'interférences qui se superpose à peu près à la source centrale et on retrouve un peu de contraste sur un fond brouillé dû à toutes les autres sources réparties entre $-\frac{c_{max}}{2}$ et $+\frac{c_{max}}{2}$.

22) $\frac{D_{laser}}{d_{laser}} = \frac{f'_2}{f'_1}$ donc $\boxed{D_{laser} = \frac{f'_2}{f'_1} d_{laser}}$

23) $\delta_{2/1}(M) = \frac{ay}{f'_2}$

$\delta_{4/1}(M) = \frac{az}{f'_2}$

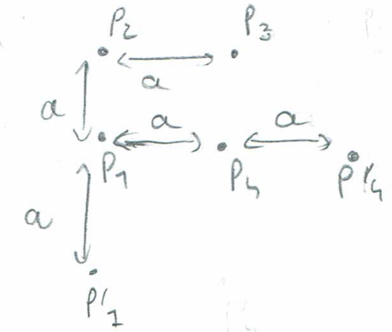
$\delta_{4/1}(M) = \frac{a}{f'_2}(y+z)$

Toutes les ondes sont en phase si $\frac{ay}{f'_2} = k\lambda$, $k \in \mathbb{Z}$

et $\frac{az}{f'_2} = m\lambda$, $m \in \mathbb{Z}$

$\Rightarrow$ réseau de points carré.

24)



$\delta_{1/2}(M) = \delta_{1'/1}(M)$
$\delta_{4/1}(M) = \delta_{4'/4}(M)$ $\Rightarrow$ les figures d'interférences se superposent exactement.
$\Rightarrow$ les maxima obtenus pour 4 pixels ou pour N pixels sont les mêmes.

$\underline{s}(M) = N\,\underline{s_0}$ puisque toutes les ondes sont en phase.

On a donc $\boxed{I(M) = N^2 I_0}$ car $I = K|\underline{s}|^2$

25) L'éclairement moyen est obtenu lorsqu'il y a brouillage donc lorsque $I(M) = N I_0$: les intensités s'additionnent.

D'où $\dfrac{I_{max}}{I_{moy}} = N$

$\Rightarrow$ le contraste de la figure d'interférences est meilleur si le nombre de pixel augmente.

26) * On mesure $i = \dfrac{\lambda f'_2}{a}$ d'où $a = \dfrac{\lambda f'_2}{i}$

Diamètre du trou sur la feuille : 0,8 cm
6i mesurés sur la feuille : 3,8 cm $\Big\}$ $i = \dfrac{3,8}{6} \times \dfrac{4}{8}$

$i = 3,2$ mm.

et $u(i) = \dfrac{\frac{1\text{mm}}{\sqrt{3}}}{6} = 0,1$ mm.

d'où $a = \dfrac{532.10^{-9} \times 45,5.10^{-2}}{3,2.10^{-3}} = 75,6\ \mu m$

et $\left(\dfrac{u(a)}{a}\right)^2 = \left(\dfrac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\dfrac{u(f'_2)}{f'_2}\right)^2 + \left(\dfrac{u(i)}{i}\right)^2$

On obtient $\underline{|a = 75,6\ \mu m\ ;\ u(a) = 2,8\ \mu m}$

* Ecart normalisé entre les résultats des q° 12) et 26) :

$E_N = \dfrac{|92 - 75,6|}{\sqrt{4^2 + 2,8^2}} = 3,4 > 2$ les 2 résultats ne sont pas compatibles