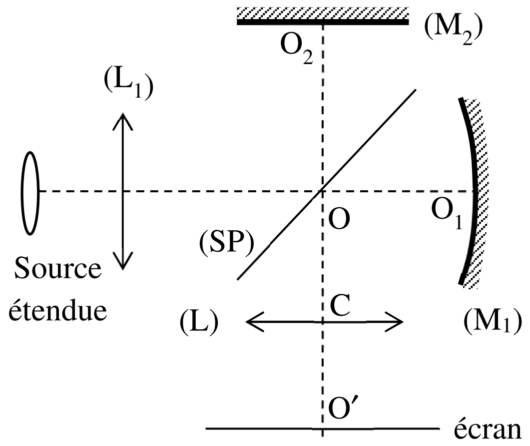
1.4.2 Michelson en coin d'air-Exercice 1

On étudie un interféromètre de Michelson comportant un miroir sphérique (M_1) de grand rayon de courbure R. L'interféromètre est éclairé en incidence quasi-normale par une source étendue monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 750$ nm. On suppose que $OO_1 = OO_2$.
La lentille (L) a une distance focale image f' et on a $O_2C = 2f'$.

1-a) Comment placer l'écran pour observer les franges d'interférences ?

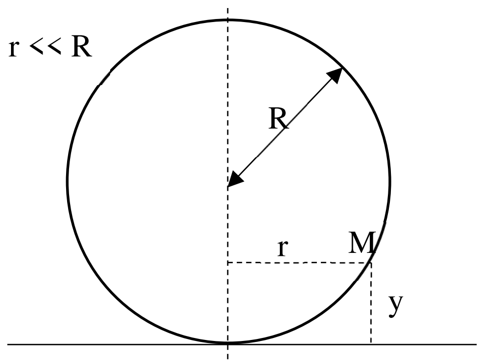
b) Quelle forme ont- elles ?

c) Comment les nomme-t-on ?



2-On considère la sphère ci-contre.

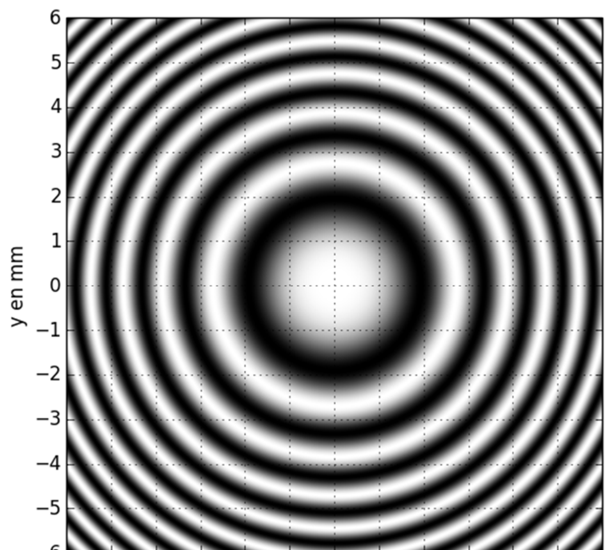
Montrer que : $y \approx \dfrac{r^2}{2R}$



3-Calculer le rayon des trois premiers anneaux brillants observés sur l'écran.

4-Un script python donne le tracé ci-contre de la figure d'interférences :

En déduire R.

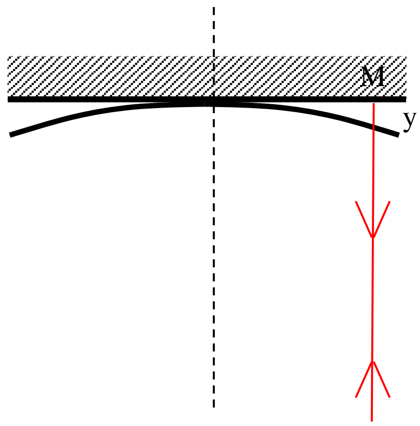


5-a) Comment agrandir cette figure pour améliorer la précision ?

b) Où placer l'écran et la lentille (L) si l'on veut agrandir 10 fois la figure d'interférences ?

1.4.2 Michelson en coin d'air-Exercice 1

1-a) En prenant l'image (M'_1) du miroir (M1) par la lame séparatrice, on est ramené au schéma ci-contre.



On peut alors faire une analogie avec un coin d'air.
Il s'agit d'un « coin d'air » à symétrie de révolution autour de l'axe du miroir sphérique, d'épaisseur locale y.
Les franges sont localisées sur le coin donc, pour les observer, <u>on fait l'image du coin sur l'écran</u> avec la lentille (L).

Relation de conjugaison : $\dfrac{1}{\overline{CO'}} - \dfrac{1}{\overline{CO_2}} = \dfrac{1}{f'}$

Avec $\overline{CO_2} = -2f'$, on trouve : $\overline{CO'} = 2f'$

<u>Il faut placer l'écran à la distance $2f'$ de (L)</u>.

Le grandissement vaut alors 1.

b) A cause de la symétrie de révolution, les franges ont la forme d'<u>anneaux</u>.

c) On les nomme <u>franges d'égale épaisseur</u>.

2-Théorème de Pythagore : $R^2 = r^2 + (R-y)^2$

$\Rightarrow \quad R^2 = r^2 + R^2(1-\dfrac{y}{R})^2$

$\Rightarrow \quad R^2 = r^2 + R^2(1-2\dfrac{y}{R})$ car y << R

D'où : $\boxed{y \approx \dfrac{r^2}{2R}}$

3-La différence de marche est : $\delta(M) = 2y = \dfrac{r^2}{R}$

Pour r = 0 : $\delta(M) = 0$ la frange brillante d'ordre 0 est le centre de la figure d'interférences

Pour le premier anneau brillant $\delta(M) = \lambda$, d'où son rayon : $\boxed{r_1 = \sqrt{\lambda R}}$

Pour le deuxième anneau brillant $\delta(M) = 2\lambda$, d'où son rayon : $\boxed{r_2 = \sqrt{2\lambda R}}$

Pour le troisième anneau brillant $\delta(M) = 3\lambda$, d'où son rayon : $\boxed{r_3 = \sqrt{3\lambda R}}$

4-On mesure $r_1 \approx 2,75$ mm, d'où <u>$R \approx 10,0$ m</u>

5-a) Il faut déplacer la lentille et l'écran pour augmenter le grandissement.

b) On veut : $\gamma = \dfrac{\overline{CO'}}{\overline{CO_2}} = -10$ (γ est forcément < 0 car $\overline{CO_2} < 0$) avec : $\dfrac{1}{\overline{CO'}} - \dfrac{1}{\overline{CO_2}} = \dfrac{1}{f'}$

D'où : $\boxed{\overline{CO_2} = -\dfrac{11}{10}f'}$ et $\boxed{\overline{CO'} = 11f'}$

1.4.2 Michelson en coin d'air-Exercice 1

```
from math import pi
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt


R = 10000
longO=0.000750
k=2*3.1616/longO

def eclR(x,y):
delta = (x**2+y**2)/R
return((1.0+np.cos(k*delta))/2.0)

x=np.linspace(-6,6,1000)
y=np.linspace(-6,6,1000)
X,Y=np.meshgrid(x,y)

plt.axis([-6,6,-6,6])
plt.xlabel("x en mm")
plt.ylabel("y en mm")
plt.xticks([-6,-5,-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4,5,6])
plt.yticks([-6,-5,-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4,5,6])
plt.grid()

plt.imshow(eclR(X,Y),cmap='gray',origin='lower',vmin=0,vmax=1,extent=[-6,6,-6,6])

plt.show()
```