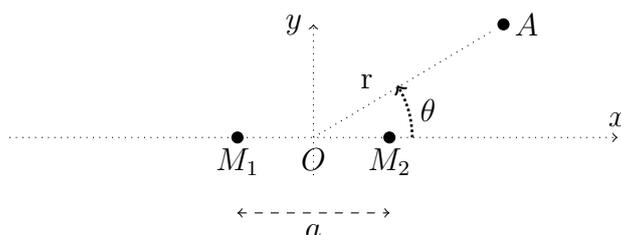


Émission par deux antennes

On considère deux antennes qui émettent des ondes (radio, ou de téléphone). Ces deux antennes sont séparées d'une distance a . On prend les notations de la figure ci-dessous, où M_1 et M_2 sont les deux antennes qui émettent deux signaux identiques $s(M_i, t) = S_0 \cos(\omega t)$; le point A est celui où on capte les deux ondes, il est repéré par la longueur $r = OA$ (avec O le milieu de $[M_1M_2]$) et l'angle θ entre l'axe Ox et OA .



1. Écrivez les coordonnées des points M_1 , M_2 et A en fonction de a , r et θ .
2. Exprimez les longueurs M_1A et M_2A , puis la différence de marche.
3. Exprimez alors l'intensité captée au point A , en notant I_0 l'intensité captée si une seule des deux antennes émet.
4. On fait émettre par ces antennes des ondes de fréquence $f = 96 \text{ MHz}$; elles se déplacent à la vitesse $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Calculez longueur d'onde dans le vide λ de ce signal.
5. Numériquement, générez un tableau `tab_theta` d'angles compris entre 0 et 2π , et calculez la tableau `tab_I` des intensités correspondantes avec les valeurs suivantes : $I_0 = 1$ (unités arbitraires), $a = 5\lambda$ et $r = 300 \text{ m}$.

Tracez alors la **courbe polaire** d'émission avec le programme suivant :

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 plt.polar()
3 plt.plot(tab_theta, tab_I)
4 plt.show()
```

Interprétez la courbe obtenue (pensez aux trous d'Young).

6. On prend maintenant $a = \frac{\lambda}{2}$. Tracez la courbe; quel est l'intérêt de cette configuration?
7. Que devient la courbe si on ajoute à l'émetteur 2 un déphasage à l'origine égal à $\frac{\pi}{2}$? à π ?
8. On admet que la formule de Fresnel pour 2 ondes se généralise pour 3 ondes : en notant $\Delta\phi_{ij}$ le déphasage entre l'onde émise par l'émetteur i et celle émise par l'émetteur j , et I_i l'intensité émise par l'émetteur i , on a

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Delta\phi_{12}) + 2\sqrt{I_1 I_3} \cos(\Delta\phi_{13}) + 2\sqrt{I_2 I_3} \cos(\Delta\phi_{23})$$

Tracez la courbe polaire d'émission de trois antennes en phase placées en $(-\lambda/2; 0)$, $(0; 0)$ et $(+\lambda/2; 0)$.

Vous pouvez vous amuser avec d'autres configurations, par exemples un carré d'antennes de côté $\lambda/4$ avec un déphasage de $\pi/2$ pour celles du bas.