

Interférences, cuve à onde (TP)

1 - Documentation

Données à l'ouverture de la page :

https://www.tuclic.fr/tuto_pdf_06/optique/interferences_02_attenuation_02_pas_a_pas_01.htm

- Les 2 points sources sont actifs : les boutons **Visu on/off 1** et **Visu on/off 2** permettent d'activer ou de désactiver visuellement chacun des 2 points sources S1 et S2.
- L'animation est active. Les boutons **Pas plus** et **Pas moins** permettent d'avancer ou de reculer pas à pas au lieu du défilement continu.
- Une **croix verte** repère le point de mesure **P** dans le domaine visualisé. **D1** et **D2** donnent les valeurs en cm des distances entre le point **P** et chacune des sources **S1** et **S2**. On peut vérifier la validité de ces indications en plaçant le point **P** en bordure du domaine ou à égale distance de **S1** et **S2**.
- **I1** et **I2** donnent les amplitudes instantanées des deux ondes issues de **S1** et de **S2**. **I1** et **I2** dépendent du temps **t** et des distances aux sources **D1** et **D2** :

$$I1 = amp1 \times \cos\left(2\pi \left(\frac{D1}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right) \quad \text{et} \quad I2 = amp2 \times \cos\left(2\pi \left(\frac{D2}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)\right)$$

Une amplitude instantanée positive est représentée en **rouge** et une amplitude instantanée négative est représentée en **bleu**. Le noir indique une valeur proche de zéro. λ (qui vaut 3 cm à l'ouverture) est la longueur d'onde (période spatiale), t l'instant en seconde et T la période temporelle (fixée à 20, ce qui correspond aux 20 pas de temps calculés et visualisés).

- **I1 + I2** donne le résultat de l'interférence des 2 ondes : une zone sombre correspond à des amplitudes **I1** et **I2** opposées, de somme voisine de zéro.

- La distance **a** entre les 2 points sources S1 et S2 est reliée à l'angle α de la première ligne d'interférence destructive sombre par :

$$\alpha = \frac{\lambda}{2a}$$

- Le bouton **Calcul** permet d'actualiser les valeurs de λ et **a**.
- Le bouton **Animation On/Off** permet d'arrêter ou de relancer l'animation.
- Le bouton **Pointage / Angle** change le comportement du pointage dans le domaine visualisé :
 - Mesure de l'angle d'une ligne sombre,
 - Sélection du point de mesure **P** pour l'affichage des distances **D1** et **D2**, ainsi que des amplitudes instantanées **I1**, **I2** et **I1 + I2**.
- **t** indique le pas de temps entre 0 et 19, et **T = 20** est la période temporelle
- Le curseur permet de régler la luminosité.
- Les boutons **Angle On** et **Angle Off** permettent de masquer l'indication angulaire.
- Le bouton **Atténuation On/Off** fixe les amplitudes **amp1** et **amp2** des 2 ondes :
 - $amp1 = 1$ et $amp2 = 1$ constantes , ou
 - $amp1 = \frac{3\lambda}{D1}$ et $amp2 = \frac{3\lambda}{D2}$ (l'amplitude diminue avec la distance aux sources S1 et S2)
- Le domaine simulé à une largeur de 100 cm et une hauteur de 80 cm.

2 - Travail possible

1 - Avec une seule onde (1)

- a - Fixer la longueur d'onde à 5 cm
- b - Passer en amplitude constante
- c - "Eteindre" l'onde issue de S2
- d - Recalculer la figure d'interférence
- e - Interrompre l'animation
- f - Pointer dans une zone rouge

g - Relever dans un tableau Excel $I_1(t)$ en faisant avancer l'onde par pas de temps d'une unité : cela doit ressembler à une sinusoïde (un peu anguleuse).

2 - Avec une seule onde (2)

- a - Fixer la longueur d'onde à 5 cm
- b - Passer en amplitude constante
- c - Recalculer la figure d'interférence
- d - Interrompre l'animation
- e - Pointer dans une zone rouge
- f - Vérifier le calcul avec $amp1 = 1$:

$$I_1 = amp1 \times \cos \left(2\pi \left(\frac{D_1}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right)$$

On doit trouver $I_1 > 0$ conforme à l'affichage.

g - Refaire le calcul avec une zone bleue. On doit trouver $I_1 < 0$.

h - "Eteindre" l'onde issue de S1 et allumer l'onde issue de S2.

i - Vérifier le calcul avec $amp2 = 1$:

$$I_2 = amp2 \times \cos \left(2\pi \left(\frac{D_2}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right)$$

3 - Avec 2 ondes (1)

a - Vérifier l'angle en radians de la première ligne sombre :

$$\alpha = \frac{\lambda}{2a}$$

4 - Avec 2 ondes (2)

a - Pointer dans une zone sombre.

b - Vérifier que I_1 et I_2 sont de signes opposés et que $I_1 + I_2$ est petit, somme de I_1 et de I_2 .

c - Visualiser en ce point l'onde issue de S1 seule puis celle de S2 seule.

5 - Avec 2 ondes (3)

a - Tester l'effet de l'écartement a des sources S_1 et S_2

b - Tester l'effet du changement de longueur d'onde λ .

6 - Avec 2 ondes (4)

a - Retrouver dans un cas particulier visualisé la condition d'interférences destructives :

$$|D_1 - D_2| = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad \text{où } k \text{ est un nombre entier.}$$

b - Retrouver de même la condition d'interférences constructives :

$$|D_1 - D_2| = k \lambda \quad \text{où } k \text{ est un nombre entier.}$$