



QCM Correction
COURS 14

« Propriétés des ondes »

Un musicien s'entraîne sur sa Gibson Les Paul Custom. Il se trouve à une distance $d = 1,0$ m de son ampli, considéré comme une source de puissance constante émettant de façon équivalente dans toutes les directions. Soucieux de protéger son audition, il utilise un sonomètre et mesure un niveau d'intensité sonore $L_1 = 85$ dB. Il aimerait réduire son exposition au bruit.

Données :

- intensité sonore de référence : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$;
- modèle de l'atténuation géométrique pour une source ponctuelle : l'intensité sonore I (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$) à une distance x de la source est reliée à la puissance sonore P de cette source par la relation :

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi x^2}$$

- la célérité c des ondes sonores dans l'air est prise égale à $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Q1: Que doit faire le guitariste pour réduire son exposition au bruit ?

- s'éloigner de son ampli
 jouer de la main gauche ou avec ses pieds
 mettre des bouchons dans les oreilles

KDO !

Q2: Exposé à un niveau d'intensité sonore L_1 , quelle est l'intensité sonore I_1 reçue ? Ecrire seulement la valeur sous la forme $4,0 \cdot 10^{(-2)}$

$$L_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\Rightarrow \log \frac{I_1}{I_0} = L_1/10 \Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = 10^{L_1/10}$$

$$\Rightarrow I_1 = I_0 \times 10^{L_1/10} = 1,0 \cdot 10^{-12} \times 10^{85/10} = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

Q3: Le guitariste s'éloigne un peu de l'ampli de façon à percevoir un son de niveau d'intensité $L_2 = 75$ dB. Calculer l'atténuation A . N'écrire que la valeur sous la forme 53

$$A = L_1 - L_2 > 0 \\ = 85 - 75 = 10 \text{ dB}$$

Q4: Calculer la distance x (en m) à laquelle le guitariste s'est placé pour percevoir le son de niveau d'intensité sonore L_2 . N'écrire que la valeur sous la forme 5,8

$$\text{on a } A = L_1 - L_2 \\ \Rightarrow A = 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right) - 10 \log \left(\frac{I_2}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{I_1/I_0}{I_2/I_0} \right) \\ = 10 \log \left(\frac{I_1}{I_2} \times \frac{I_0}{I_0} \right)$$

$$\Rightarrow A = 10 \log (I_1/I_2) \Rightarrow \log (I_1/I_2) = A/10$$

$$\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = 10^{A/10} \text{ avec } I_1 = \frac{P}{4\pi \alpha_1^2} \text{ et } I_2 = \frac{P}{4\pi \alpha_2^2} \quad P \text{ étant constante.}$$

$$\Rightarrow \frac{P/4\pi \alpha_1^2}{P/4\pi \alpha_2^2} = 10^{A/10} \Rightarrow \frac{\alpha_2^2}{\alpha_1^2} = 10^{A/10}$$

$$\Rightarrow \alpha_2^2 = \alpha_1^2 \times 10^{A/10} \Rightarrow \alpha_2 = \alpha_1 \times \sqrt{10^{A/10}} \\ = 1,0 \times \sqrt{10^{10/10}} \\ \alpha_2 = 3,2 \text{ m}$$

A Savoir
refaire.

Q5: Le phénomène de diffraction est observable avec :

- des ondes sonores (onde mécanique)
- des ondes électromagnétiques (lumière)
- des ondes à la surface de l'eau (onde mécanique)

Les ondes mécaniques et les ondes électromagnétiques sont diffractées.

Q6: L'écart angulaire de diffraction θ est plus important pour une radiation de longueur d'onde :

- dans le rouge
- dans le vert
- dans le violet

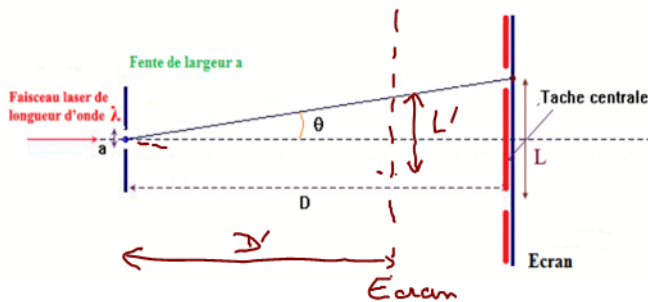
On a $\theta = \frac{\lambda}{a}$

Pour une ouverture a fixe, si $\lambda \uparrow$ alors $\theta \uparrow$

- $\lambda(\text{rouge}) = 800 \text{ nm}$
- $\lambda(\text{vert}) = 510 \text{ nm}$
- $\lambda(\text{violet}) = 480 \text{ nm}$

Donc les radiations rouges ont les longueurs d'ondes les plus élevées : θ est plus important dans le rouge.

Q7: Un faisceau laser de longueur d'onde λ . Un phénomène de diffraction est observé. On peut alors mesurer la largeur L de la tache centrale et calculer la demi-ouverture angulaire θ du faisceau diffracté. Cet angle θ dépend :



On a $\theta = \frac{\lambda}{a}$

θ dépend donc de λ et a

et $\theta = \frac{L}{2D}$ mais si $D \uparrow$ alors L aussi \uparrow à savoir démontrer mais θ ne varie pas

Beaucoup on fait l'inverse!

Q8: La largeur de la tache centrale L de diffraction par une fente est proportionnelle à la longueur d'onde λ du signal diffracté.

soit $\tan \theta \approx \theta = \frac{L/2}{D} \Rightarrow \theta = \frac{L}{2D}$ et $\theta = \frac{\lambda}{a}$

$\Rightarrow \frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \Rightarrow L = 2D \times \frac{\lambda}{a}$

$\Rightarrow L = \frac{2D}{a} \times \lambda$ avec $\frac{2D}{a} = \text{constante}$

L et λ sont donc proportionnelles

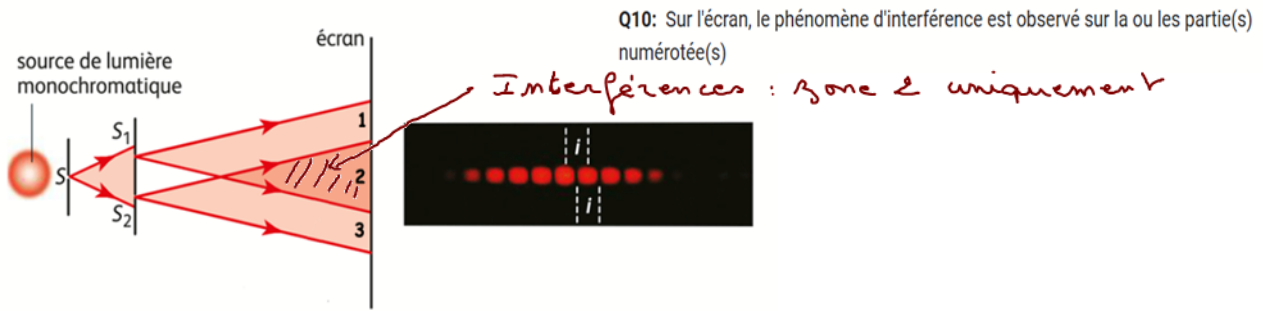
Q9: En plaçant un cheveu de diamètre a devant un rayon laser de longueur d'onde $\lambda = 632 \text{ nm}$, on observe, sur l'écran, placé à la distance $D = 7,0 \text{ m}$, une figure de diffraction. Si la largeur de la tache centrale vaut $L = 52,0 \text{ mm}$ alors quel est le diamètre, exprimé en mètre, du cheveu mesure : Attention le résultat doit être exprimé de la sorte sans écrire l'unité $5,33 \cdot 10^{-6}$

Avec 1 cheveu de diamètre a ou une fente de largeur a le phénomène est le même. Donc les formules de la question précédente sont toujours valables.

donc $\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \Rightarrow a = \frac{2D\lambda}{L} = \frac{2 \times 7,0 \times 632 \cdot 10^{-9}}{52,0 \cdot 10^{-3}}$

$\Rightarrow a = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 1,7 \cdot 10^{-4} \times 10^6 \mu\text{m}$
 $= 1,7 \cdot 10^2 \mu\text{m} \approx 170 \mu\text{m}$ (gros cheveux)

Interférences observées sur un écran de distance D à travers 2 fentes d'Young de dimension a et séparée d'une distance b



Q10: Sur l'écran, le phénomène d'interférence est observé sur la ou les partie(s) numérotée(s)

Q11: Des interférences stables se produisent lorsque deux ondes :

- se superposent
- de même fréquence se superposent
- cohérentes se superposent

Il y a interférence stable si les 2 sources sont cohérentes (issues d'une même source)
 J'ai complété juste si vous avez ^{aussi} coché "de même fréquence"

Q12: L'interfrange est: *

- est la distance qui sépare les milieux de 2 franges brillantes consécutives. Définition
- dépend de la longueur d'onde de la lumière utilisée. (A)
- dépend de la distance entre les 2 fentes utilisées pour obtenir des sources secondaires de lumière. (b)
- dépend de la position de l'écran par rapport aux fentes. (D)
- dépend de la taille des fentes

On a montré en cours que

$$i = \frac{\lambda D}{b}$$

Q13: On appelle différence de marche δ en un point M la différence entre les deux distances $d_1 = S_1M$ et $d_2 = S_2M$ avec $\delta = d_2 - d_1 = S_2M - S_1M$

- Vrai
- Faux

le cours

Q14: Une source monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 540 \text{ nm}$ est utilisée pour créer des interférences en un point M. La différence de marche δ en ce point est égale à $\delta = 1,35 \mu\text{m}$. Quel type d'interférences va-t-on observer en ce point ?

Il y a interférence constructive si $\delta = k\lambda$ ($k \in \mathbb{Z}$)

Il y a interférence destructive si $\delta = \frac{\lambda}{2} + k\lambda = \lambda(k + \frac{1}{2})$

Calculons

$$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{1,35 \cdot 10^{-6}}{540 \cdot 10^{-9}} = 2,5 = 2 + \frac{1}{2}$$

donc, avec $k=2$, $\delta = 2\lambda + \frac{\lambda}{2}$

les interférences sont destructives

Q15: L'effet Doppler s'applique: *

- uniquement aux ondes électromagnétiques.
- uniquement aux ondes mécaniques.
- à toutes les ondes.

Voir cours

Q16: On considère un émetteur et un récepteur d'onde. L'effet Doppler se manifeste si :

- l'émetteur et le récepteur sont fixes.
- l'émetteur est en mouvement et le récepteur fixe.
- le récepteur est en mouvement et l'émetteur fixe.

Q17: Une voiture de pompier, sirène allumée, passe devant un piéton puis s'en éloigne. Le son perçu par le piéton lorsque celle-ci s'éloigne:

- a une longueur d'onde plus faible.
- a une longueur d'onde plus élevée.
- a toujours la même longueur d'onde.

Si la voiture s'éloigne alors le son est plus grave. La fréquence perçue f_p est plus faible que la fréquence émise f_e

$$\Rightarrow f_p < f_e \text{ avec } c = \lambda_e \times f_e \text{ et } c = \lambda_p \times f_p$$

$$\Rightarrow \frac{c}{\lambda_p} < \frac{c}{\lambda_e} \Rightarrow \lambda_e < \lambda_p \text{ ou } \lambda_p > \lambda_e \quad \lambda_p \text{ longueur d'onde plus élevée}$$

Q18: Une source émet un son de fréquence $f_e=2000$ Hz et s'éloigne du récepteur. A quelle fréquence celui-ci recevra-t-il cette onde ?

- 2163 Hz
- 2000 Hz
- 1852 Hz

Si la source s'éloigne alors la fréquence f_p perçue est plus faible (plus grave) < 2000 Hz

Q19: Lorsque la source sonore se déplace, dans l'air, à une vitesse v par rapport à l'observateur, on peut enregistrer une différence entre la fréquence perçue $f_p=1500$ Hz et la fréquence émise $f_e=1000$ Hz. Si la source se déplace vers l'observateur, alors :

$f_p > f_e$ plus aigu.

$$f_p = \frac{f_e}{1 - \frac{v}{v_{\text{son}}}}$$

En déduire la vitesse v de la source en m/s.

$$f_p = \frac{f_e}{1 - \frac{v}{v_{\text{son}}}} \Rightarrow f_p = \frac{f_e}{\frac{v_{\text{son}} - v}{v_{\text{son}}}} \Rightarrow f_p = \frac{f_e \times v_{\text{son}}}{v_{\text{son}} - v}$$

$$\Rightarrow f_p (v_{\text{son}} - v) = f_e \times v_{\text{son}}$$

$$\Rightarrow f_p v_{\text{son}} - f_p \times v = f_e \times v_{\text{son}}$$

$$\Rightarrow f_p \times v = f_p \times v_{\text{son}} - f_e \times v_{\text{son}}$$

$$\Rightarrow v = v_{\text{son}} \left(\frac{f_p - f_e}{f_p} \right) \Rightarrow v = v_{\text{son}} \times \left(1 - \frac{f_e}{f_p} \right)$$

$$\Rightarrow v = 340 \times \left(1 - \frac{1000}{1500} \right) = 113 \text{ m/s}$$

Q20: Lorsqu'une étoile s'éloigne de la terre : *

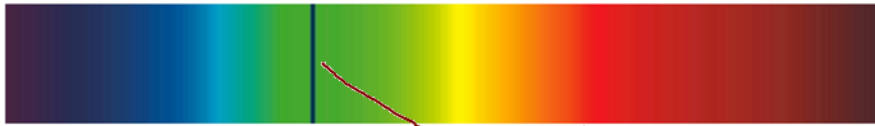
- son spectre se décale vers les grandes longueurs d'ondes.
- son spectre se décale vers les courtes longueurs d'ondes.
- son spectre se décale vers le rouge. λ + grand
- son spectre se décale vers le bleu.

l'effet Doppler est observé aussi avec les ondes électromagnétique

On a dit que $\lambda_{\text{perçue}} > \lambda_{\text{émis}}$ si l'émetteur s'éloigne.

Q21: L'astronome britannique William Huggins (1824-1910), a montré en mesurant le décalage des raies de l'atome d'hydrogène, présents dans l'étoile Sirius, que celle-ci se déplaçait par rapport à la Terre à une vitesse de 46 km/s. En comparant une raie d'absorption de l'atome d'hydrogène sur les spectres du soleil et de Sirius vus de la terre, conclure sur le mouvement de Sirius par rapport à la terre ... *

Spectre du Soleil vu depuis la Terre :



Spectre de l'étoile Sirius vu depuis la Terre :



$\lambda_e < \lambda_p$ décalé vers le rouge : l'étoile s'éloigne.

Q22: Si vous augmentez votre fréquence de révision ... alors

- vous vous rapprochez du baccalauréat
- vous vous éloignez du baccalauréat
- cela ne change rien, j'ai du talent !

Toutes les filles ont répondu " ... rapproché's du bac " les garçons ont répondu " ---talent "

Empoysco, cela s'analyse !

