

CHAPITRE – CARACTÉRISTIQUES DES ONDES

TRAVAIL AUTONOME PAGES 401 À 409



QCM

- ☐ Manuel p. 401
- ☐ Pronote



Focus MÉTHODE

- ☐ 14 p. 402
- ☐ 15 p. 403
- ☐ 16 p. 405



Exercices corrigés

- ☐ 17 ☐ 21 ☐ 23
- ☐ 24 ☐ 27 ☐ 34



Exercices facultatifs

- ☐ 16 ☐ 18 ☐ 19
- ☐ 20 ☐ 22 ☐ 25
- ☐ 30 ☐ 32 ☐ 33
- ☐ 35 ☐ 36 ☐ 37
- ☐ 38

• EXERCICE 26 PAGE 405

Niveau d'intensité sonore

1. L'intensité sonore est donnée par $I = \frac{P_{source}}{4\pi d^2} = \frac{15 W}{4\pi \times (10 m)^2} \approx 12 mW \cdot m^{-2}$.

Si la distance double, en raison de l'élévation au carré dans l'expression, l'intensité sonore sera divisée par 4 soit environ $3 W \cdot m^{-2}$.

2. Calculons les deux niveaux d'intensité sonore associés :

$$L_{proche} = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{12 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-12}} \right) \approx 100 dB \quad \text{et} \quad L_{loin} = 10 \log \left(\frac{3 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-12}} \right) \approx 95 dB$$

Quelle que soit la distance avec la source, les deux niveaux d'intensité sonore sont supérieurs au seuil de 85 dB donc les sportifs ne sont pas en sécurité.

3. On note le niveau seuil à ne pas franchir $L_s = 85 dB$. Il faut que $L < L_s$ donc

$10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) < L_s$ donc $I < I_0 \times 10^{L_s/10}$. Or $I = \frac{P_{source}}{4\pi d^2}$ donc l'inégalité précédente devient

$$\frac{P_{source}}{4\pi d^2} < I_0 \times 10^{L_s/10}$$

et donc

$$d > \sqrt{\frac{P_{source}}{4\pi \times I_0 \times 10^{L_s/10}}}$$

Application numérique :

$$d > \sqrt{\frac{15 W}{4\pi \times 1 \times 10^{-12} \times 10^{85/10}}} \approx 61 m$$

• EXERCICE 31 PAGE 406

Diffraction

1. Nous mesurons à la règle que 10 cm dans la réalité correspondent à 14 mm sur la figure. Or la largeur de la tache centrale mesure 26 mm à la règle donc, en proportion, $L = \frac{26}{14} \times 10 cm = 19 cm$.

2. Le demi-angle d'ouverture de la figure de diffraction est donné par $\theta = \frac{\lambda}{a}$. Or par trigonométrie dans la figure, $\tan \theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$. Dans l'approximation des petits angles, $\tan \theta \approx \theta$ si bien que $\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$ donc $a = \frac{2\lambda D}{L}$.

3. Application numérique : $a = \frac{2 \times 650 nm \times 2 m}{\frac{26}{14} \times 10 cm} = 14 \mu m$.

4. D'après la photographie, le fil semble avoir un diamètre de l'ordre de 10 μm , ce qui est compatible avec l'ordre de grandeur obtenu expérimentalement.

▪ EXERCICE 29 PAGE 406

Interférences

1. Les ondes lumineuses associées aux rayons réfléchis sont cohérentes car elles proviennent de la division d'un même front d'onde (le rayon incident) à l'occasion de la réflexion et de la réfraction qui ont lieu aux interfaces air/huile et huile/eau.

2. Les interférences sont constructives sur la rétine si $\delta = (2k) \cdot \frac{\lambda}{2}$ où k est un entier relatif. À l'aide de l'expression de la différence de marche fournie, la condition devient

$$2n_{\text{huile}}e \cdot \cos r + \frac{\lambda_0}{2} = (2k) \cdot \frac{\lambda_0}{2}$$

Donc

$$\frac{\lambda_0}{2} \cdot (2k - 1) = 2n_{\text{huile}}e \cdot \cos r$$

Et enfin

$$\lambda_0 = \frac{2n_{\text{huile}}e \cdot \cos r}{k - \frac{1}{2}}$$

3. Tableau des valeurs obtenues :

k	1	2	3	4
λ_0 en nm	2 511 nm	837	502	359
Couleur perçue	Domaine IR	Domaine IR	bleu	Domaine UV

4. Le calcul de la longueur d'onde, et donc la détermination de la couleur perçue, fait intervenir le cosinus de l'angle de réflexion : en positionnant l'œil de l'observateur autrement, l'angle r prend une nouvelle valeur et donc la couleur observée est différente.

5. Cela s'explique par le mouvement des couches d'huile et d'eau, ce qui peut changer la géométrie ou le schéma (angles, épaisseurs) et donc la couleur perçue.

▪ EXERCICE 28 PAGE 405

Effet Doppler

1. L'expression fournie nous permet d'établir que $v = \frac{c \cdot \Delta f}{2 \cdot f_e \cdot \cos \theta}$.

Réalisons le calcul à l'aide des deux valeurs limites de l'angle :

$$v_{25} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \times 5,87 \times 10^3 \text{ Hz}}{2 \times 24,1 \times 10^9 \text{ Hz} \times \cos 25^\circ} = 40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ et } v_{40} = 48 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

2. L'angle de la mesure influence la valeur déterminée pour la vitesse du véhicule. En raison de cette source d'incertitude, une tolérance de 5 km/h est accordée aux automobilistes.