

(Épreuve facultative)

Exercice 1

1-a) Phénomène observé : Rides circulaires concentriques qui se propagent à la surface de l'eau.

b)-vitesse de propagation des ondes à la surface de l'eau

$$v = 0,40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

* Equation horaire du mouvement de O_1

$$y_{O_1}(t) = a \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\omega = 2\pi N \text{ et } N = 100 \text{ Hz} \quad (100 \text{ coups par seconde}) \text{ à } t = 0 \text{ s, le mouvement de } O_1$$

va dans le sens positif avec une vitesse $v_0 = 0,628 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$\Rightarrow y_{O_1} = 0 \text{ à } t = 0 \text{ s}$$

$$y_{O_1} = a \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow v_0 = a \omega \cos(\omega t + \varphi) = 0,628$$

$$0 = a \sin(\omega(0) + \varphi) = a \sin \varphi \Rightarrow \sin \varphi = 0 = \sin 0$$

$$v_0 = a \omega \cos \varphi > 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

$$v_0 = a \omega \cos 0 = a \omega \text{ et } \omega = 2\pi N = 2\pi \cdot 100$$

$$\omega = 200\pi = 3,14 \cdot 200$$

$$v_0 = a \cdot 628$$

$$\Rightarrow a = \frac{v_0}{628} = \frac{0,628}{628} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{y_{O_1}(t) = 10^{-3} \sin 200\pi t \text{ (m)}}$$

*Equation horaire du mouvement de M à la distance $d = 1,4 \text{ cm}$ de O_1 :

$$y_M(t) = a \sin\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi d}{\lambda}\right)$$

$$\lambda = \text{longueur d'onde} \Rightarrow \lambda = v \cdot t = \frac{v}{N} = \frac{0,40}{100} = 0,004 \text{ m}$$

$v =$ vitesse de propagation des ondes

$$d = 1,4 \text{ cm} = 14 \text{ mm} \quad \lambda = 4 \text{ mm}$$

$$y_M(t) = 10^{-3} \sin\left(200\pi t - \frac{2\pi \cdot 14}{4}\right)$$

$$\boxed{y_M(t) = 10^{-3} \sin(200\pi t - 7\pi) \text{ (m)}}$$

*Comparaison des mouvements vibratoires de O_1 et M

$$\Delta \varphi = |\varphi_M - \varphi_{O_1}| = |-7\pi - 0| = 7\pi \text{ rad}$$

\Rightarrow M et O_1 vibrent en opposition de phase

c) Construction des vecteurs de FRESNEL relatifs à y_{O_1} et à y_M

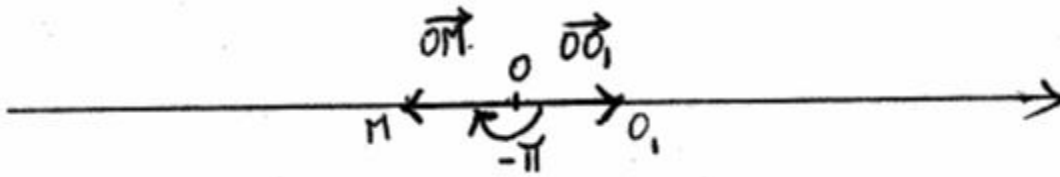
$$1\text{cm} \rightarrow 1\text{mm}$$

$$y_{O_1} = 10^{-3} \sin(200\pi t) \rightarrow \overrightarrow{OO_1}$$

$$a = 10^{-3} = 1\text{mm}$$

$$y_M = 10^{-3} \sin(200\pi t - 7\pi) \rightarrow \overrightarrow{OM}$$

Echelle :



2) Pour la deuxième lame vibrante : $N = 100\text{ Hz}$ et $a = 1\text{ mm}$. Cette 2^{ème} lame frappe la surface de l'eau en O_2 et détermine une 2^{ème} perturbation transversale d'amplitude $a = 1\text{ mm}$ mais en retard de phase de

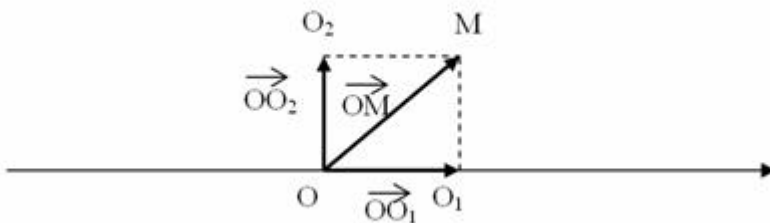
$\frac{\pi}{2}\text{ rad}$ par rapport à celle produite en O_1
 $O_1 O_2 = 2\text{ cm } 20\text{ mm}$

a) Construction de FRESNEL pour l'état vibratoire d'un point M situé à $2,4\text{ cm}$ de O_1 et à $1,8\text{ cm}$ de O_2

$$y_M = y_{O_1} + y_{O_2} \Rightarrow y_{O_2} = 10^{-3} \sin 100\pi t \quad (\text{m})$$

$$y_{O_2} = 10^{-3} \sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \quad (\text{m})$$

Echelle $1\text{cm} \rightarrow 1\text{mm}$



b) Nombre de points immobiles sur la ligne $O_1 O_2$

$$y_M(t) = 2a \cos \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \sin(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{\lambda} (d_1 - d_2))$$

$$L'amplitude : A = 2a \cos \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1)$$

$$a = 1\text{ mm} = 10^{-3}\text{ m} = 0,1\text{ cm}; \lambda = 4\text{ mm} = 4 \cdot 10^{-3}\text{ m} = 0,4\text{ cm}$$

$$d_1 = O_1 M = 2,4\text{ cm} \text{ et } d_2 = O_2 M = 1,8\text{ cm}$$

$$A = 2a \cos \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) = 2 \cdot 0,1 \cdot \cos \frac{\pi}{0,4} (1,8 - 2,4)$$

$$A = 0,2 \cos \pi \frac{0,6}{0,4} = 0,2 \cos \frac{3\pi}{2}$$

Points d'amplitude nulle (points immobiles)

$$-O_1 O_2 < (2k+1) \frac{\lambda}{2} < O_1 O_2$$

$$-\frac{2O_1 O_2}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{O_1 O_2}{\lambda} - \frac{1}{2}$$

$$\boxed{-\frac{O_1 O_2}{\lambda} - \frac{1}{2} < k < \frac{O_1 O_2}{\lambda} - \frac{1}{2}} \Rightarrow -2 < k < 1 \Rightarrow k = \{-1, 0\}$$

Remarque :

Il y a 2 points immobiles sur la ligne $O_1 O_2$

*Position de ces points M par rapport à O_2

$$d_2 = (2k+1) \frac{\lambda}{2} + \frac{O_1 O_2}{2}$$

$$d_1 = \frac{O_1 O_2}{2} - (2k+1) \frac{\lambda}{4}$$

*Position d'amplitude nulle :

Exercice 2

1)a- La nature du son et vibratoire

b- Le son émis par une source est audible lorsque sa fréquence N est comprise entre 20 Hz et 20 kHz

$$\Rightarrow 20 \text{ Hz} < N = 1230 \text{ Hz} < 20 \text{ kHz}$$

Ainsi le son émis par cette source **est bien audible**

2) Le son se propage bien dans l'eau car le son se propage dans un milieu naturel.

3) Calcul de la célérité de propagation du son émis par S_1 dans l'air à 25° C

$$N = 1230 \text{ Hz}$$

$$V = 330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ à } 0^\circ \text{C} \Rightarrow T_0 = 273 \text{ K} = 0^\circ \text{C}$$

$$V = ? \text{ à } 25^\circ \text{C} \Rightarrow T_1 = (273 + 25) \text{ K}$$

$$T_1 = 298 \text{ K}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = k \sqrt{T_1} \\ V = k \sqrt{T_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{V_1}{V} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \boxed{V_1 = V \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}}$$

$$V_1 = 330 \cdot \sqrt{\frac{298}{273}} = 330 \sqrt{1,09} = 344,52$$

$$\boxed{V_1 = 344,52 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

4) La longueur d'onde du son émis par S_1 dans l'air est $\lambda_0 = 0,268 \text{ m}$ à $t_0 = 0^\circ \text{C}$ soit $T_0 = 273 \text{ K}$

Calcul de T_1 si $\lambda_2 = 0,280 \text{ m}$

$$\lambda = V \cdot T = \frac{V}{N} \Rightarrow V = \lambda N \text{ or } V = k \sqrt{T}$$

$$\Rightarrow \boxed{\lambda N = k \sqrt{T}}$$

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_0 N = k \sqrt{T_0} \\ \lambda_2 N = k \sqrt{T_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_0}{\lambda_2} = \frac{\sqrt{T_0}}{\sqrt{T_2}} \Rightarrow \boxed{T_2 = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_0} \right)^2 T_0}$$

$$T_1 = \left(\frac{0,280}{0,268} \right)^2 \cdot 273 = 1,09 \cdot 273 = 297,57 \text{ K}$$

$$\boxed{T_2 = 297,57 \text{ K}}$$

S_1 avec une autre source S_2 située sur une même droite et émettant des sons de même fréquence. Le phénomène qui se produit entre S_1 et S_2 est **le phénomène d'interférence sonore** résultant de la superposition de 2 sources sonores identiques.

Exercice 3

1)-I R = infra rouge
UV = Ultraviolettes

2)-C'est la radiation infra rouge (IR) qui entre en jeu dans l'effet de serre.

3)-Sept couleurs principales (arc en ciel) des radiations visibles par ordre de longueur d'onde décroissantes : **Rouge – Orange – Jaune – Verte – Bleue – Indigo – Violette.**

4)- $\lambda_x = 10^{-4} \mu\text{m}$ la longueur d'onde d'un photon X.

a)-Lors d'une radiographie trop prolongée les rayons X sont dangereux à l'os humain car **ils détruisent des cellules.**

b)-Calcul de l'énergie du photon X : E

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{10^{-4} \cdot 10^{-6}}$$

$$\begin{cases} h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} \\ c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} \\ \lambda = 10^{-4} \mu\text{m} \end{cases}$$

$$\boxed{E_j = 19,8 \cdot 10^{-16} \text{ J}}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ keV} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J} \\ ? = 19,8 \cdot 10^{-16} \text{ J} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\boxed{E_{\text{keV}} = 12,25 \text{ keV}}$$