Correction

1. Interférences dans une cuve à ondes

a) Synchrone signifie que les sources ont même fréquence, c'est le cas. Cohérentes signifient qu'elles ont un déphasage constant. C'est aussi le cas.

b) La longueur d'onde est $\lambda=\frac{c}{f}=\frac{0,4}{50}=8.10^{-3}\,m=8\,mm$ $\quad |d_2-d_1|=37-5=32\text{mm}$ or $32=4\times\lambda$ donc **en P les interférences sont constructives. Le mouvement de P est un mouvement sinusoïdal d'amplitude 2a=4mm.**

c) $|d_2-d_1|=43-23=20\text{mm}$ or $20=2\times\lambda+\frac{\lambda}{2}$ donc **en N les interférences sont destructives Le mouvement de N est nul.**

d) $\varphi_1=d_1\times 2\frac{\pi}{\lambda}=5\times 2\frac{\pi}{8}=\frac{5}{4}\pi$, $\varphi_2=d_2\times 2\frac{\pi}{\lambda}=37\times 2\frac{\pi}{8}=\frac{37}{4}\pi$, on calcule maintenant $\varphi_2-\varphi_1=\frac{37-5}{4}\pi=8\pi$ le déphasage est un multiple entier de 2π donc les deux ondes arrivent en phase en P . On retrouve le résultat de la question b).

2. Mesure de la vitesse du son

Soit d_1 le chemin parcouru par l'onde dans T_1 et d_2 le chemin parcouru par l'onde dans T_2. Quand l'amplitude du signal résultant est minimale, il y a interférences destructives, on a alors $d_2-d_1=\frac{\lambda}{2}+p\lambda$.

Quand 2 interférences destructives se succèdent, la valeur de p est incrémentée d'une unité ainsi : $(d'_2-d_1)-(d_2-d_1)=(\frac{\lambda}{2}+(P+1)\lambda)-(\frac{\lambda}{2}+P\lambda)=\lambda$ or $(d'_2-d_1)=(d_2-d_1)+2d$ donc $\boxed{2d=\lambda=\frac{c}{f}}$ d'où $\boxed{c=2fd}$.

Application numérique : $c=2\times 1500\times 0,115=345\,m.s^{-1}$ $\quad \Delta c=2f\Delta d=2\times 1500\times 0,002=6\,m.s^{-1}$.

Finalement : $\boxed{c=345\pm 6\,m.s^{-1}}$.

4. Expérience avec deux haut-parleurs

1. L'onde émise par le haut parleur de gauche est donnée par la fonction $f(t)=p_g(0,t)=A\cos(\omega t)$

$\boxed{p_g(x,t)=f(t-\frac{x}{c})=A\cos\left(\omega(t-\frac{x}{c})\right)}$.

2. L'onde émise par le haut parleur de droite est donnée par la fonction $f(t)=p_d(D,t)=A\cos(\omega t)$

$\boxed{p_d(x,t)=A\cos\left(\omega(t+\frac{x}{c})+\phi\right)}$ car l'onde se déplace dans le sens des x décroissants. *Rem:* $p_d(x,t)=f(t-\frac{(D-x)}{c})$ Grâce à la condition aux limites sur l'onde en $x=D$:

$p_d(D,t)=A\cos\left(\omega(t+\frac{D}{c})+\phi\right)=A\cos(\omega t)$ ainsi par identification $\frac{\omega D}{c}+\phi=0$ d'où $\boxed{\phi=-\frac{\omega D}{c}}$ d'où

$\boxed{p_d(x,t)=A\cos\left(\omega(t+\frac{x}{c}-\frac{D}{c})\right)=A\cos\left(\omega(t-\frac{D-x}{c})\right)}$

3. L'onde résultante en un point M est : $p(x,t)=A\cos\left(\omega(t-\frac{x}{c})\right)+A\cos\left(\omega(t-\frac{D-x}{c})\right)$. En utilisant la formule trigonométrique on obtient : $\boxed{p(x,t)=2A\cos(\omega t-\frac{kD}{2})\cos(kx-\frac{kD}{2})}$ avec $k=\frac{\omega}{c}$.

Cette vibration résulte du produit de deux fonctions l'une temporelle et l'autre spatiale. **L'onde est stationnaire.**

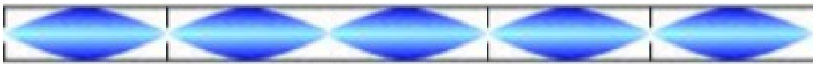
4. On veut que $p(0,t)=0$ soit $\cos\left(\frac{-kD}{2}\right)=0$ soit $\frac{k\,D_n}{2}=\frac{\pi}{2}+n\pi$ soit $\boxed{D_n=\frac{\pi}{k}(1+2n)}$ or $k=\frac{\omega}{c}=\frac{2\pi}{T\,c}=\frac{2\pi}{\lambda}$

d'où $\boxed{D_n=\frac{\lambda}{2}(1+2n)}$

5. $p(D_n,t)=2A\cos\left(\omega t-\frac{kD_n}{2}\right)\cos\left(kD_n-\frac{kD_n}{2}\right)=2A\cos\left(\omega t-\frac{kD_n}{2}\right)\cos\left(\frac{kD_n}{2}\right)$ or $\frac{kD_n}{2}=\frac{\pi}{2}(1+2n)$ donc $\cos\left(\frac{kD_n}{2}\right)=0$ **On a bien un nœud de vibration en x=D.**

6. Si n=0, $\boxed{D_0=\frac{\lambda}{2}}$ on observe 1 fuseau : 

Si n=1, $\boxed{D_1=3\frac{\lambda}{2}}$ on observe 3 fuseaux : 

Si n=2 $\boxed{D_2=5\frac{\lambda}{2}}$ on observe 5 fuseaux : 

5. Note d'une corde de guitare

1. La note correspond à la note du fondamental.

Pour le mode fondamental $L=\frac{\lambda}{2}$ or $\lambda=\frac{c}{f_0}$ d'où $\boxed{f_0=\frac{c}{2L}}$ (1) or $c=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ainsi en supposant la tension de chacune des 2 cordes inchangée quand on les raccourcit c ne change pas non plus.

D'après (1) Si on raccourcit une corde la fréquence augmente **il faut donc raccourcir la corde ré.**

2. $\boxed{f'_{0ré}=f_{0sol}=\frac{c}{2L'}=\frac{c}{2L}\times\frac{L}{L'}=\frac{L}{L'}f_{0ré}}$ D'où $\boxed{L'=L\frac{f_{0ré}}{f_{0sol}}}$

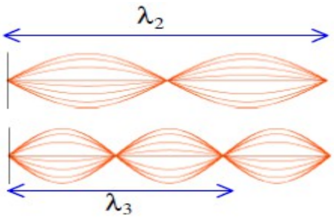
Application numérique : $\boxed{L'=\frac{65\times 293{,}7}{392}=48{,}7\,cm}$ d'où $\boxed{\Delta L=16{,}3\,cm}$

3. $\boxed{\lambda=\frac{c}{f_0}=\frac{340}{392}=0{,}867\,m=86{,}7\,cm}$.

Rem : Attention lors de la résolution de cet exercice, la vitesse de propagation de l'onde n'est pas la même sur les deux cordes.

6. Expériences avec une corde de Melde

1. Schéma de la corde dans chaque cas :



2. Les longueurs d'onde vérifient, à la résonance, $\boxed{L=\lambda_2=\frac{3}{2}\lambda_3}$. Or $\boxed{\lambda=\frac{c}{f}}$ on en déduit la relation théorique $\boxed{\frac{f_3}{f_2}=\frac{3}{2}=1{,}5}$.

Les valeurs expérimentales donnent $\boxed{\frac{28}{19}=1{,}47}$. Les valeurs obtenues sont compatibles entre-elles à 2% près .

3. La fréquence du mode fondamental est $\boxed{f_1=\frac{f_2}{2}=9{,}5\,Hz}$. Les fréquences de résonance suivantes vérifient la relation $\boxed{f_n=n\,f_1=9{,}5\,n}$ avec n > 3.

4. $\boxed{f_1=\frac{c}{2L}}$

5. Les fréquences du mode fondamental vérifient la relation de la question précédente en posant $Y=f_1$ et $X=\frac{1}{L}$ L'équation devient celle d'une droite: Y = a X où $a=\frac{c}{2}$ Après voir vérifié que les points de coordonnées (X,Y) sont alignés, on fait une régression linéaire avec les couples de valeurs (X,Y).

On obtient : $\boxed{a=11{,}66}$; et $\boxed{r^2=0{,}994}$ $\boxed{r^2>0{,}99}$ Le modèle utilisé est validé et $\boxed{c=2a=23{,}3\,m.s^{-1}}$.

6.

6.1. La tension de la corde est $\boxed{T=m\,g=25.10^{-3}\times 9{,}81=0{,}245\,N}$.

6.2. La célérité vérifie la relation : $\boxed{c=\sqrt{\frac{T}{\mu}}}$ d'où $\boxed{\mu=\frac{T}{c^2}=\frac{0{,}24525}{23{,}3}=4{,}5.10^{-4}\,kg.m^{-1}}$. Une autre méthode pour déterminer µ consiste à peser une longueur L de corde, ainsi $\boxed{\mu=\frac{m}{L}}$.

7. Diffraction par une fente et par un cheveux

1. $\boxed{a=\frac{2D\lambda}{d}=\frac{2D\lambda}{100a}}$ D'où $\boxed{a=\sqrt{\frac{2D\lambda}{100}}=0{,}14\,mm\approx 200\,\lambda}$

2. Les figures de diffraction de ces deux objets car ils présentent la même géométrie de bord (la diffraction est un effet de bord, donc mêmes bords → même figure de diffraction).

3. $\boxed{a=\frac{2D\lambda}{\Delta x}=50\,\mu m}$.

8. Trou d'Young

1. Le phénomène physique mis en jeu est la diffraction d'une onde lumineuse.

2. La seconde proposition est sans dimension donc ne peut pas décrire une longueur. De plus la tache de diffraction est d'autant plus étendue que le trou est petit, ce comportement n'est pas décrit par la 3$^{\text{ème}}$ formule mais par la 1$^{\text{ère}}$ donc $\boxed{R=k\frac{\lambda_0 D}{n\,d}}$.

3. D'après la description du dispositif $\boxed{\tan\frac{\theta}{2}=\frac{R}{D}}$. Dans l'hypothèse où θ est petit $\tan\frac{\theta}{2}\approx\frac{\theta}{2}$ donc $\frac{\theta}{2}=\frac{R}{D}=k\frac{\lambda_0}{n\,d}$ d'où $\boxed{\theta=2k\frac{\lambda_0}{n\,d}}$.

4. Application numérique : pour l'air on peut considérer que n=1 donc $\boxed{\theta=2\times 1{,}2\frac{633.10^{-9}}{1\times 50.10^{-6}\,d}=0{,}03\,rad}$. On vérifie que θ est petit. Pour D = 2,00m, on obtient : $\boxed{R=\frac{D\times\theta}{2}=0{,}0303\,m=30\,mm}$