Voix & Image : CE

Nom : **Groupe TD :**

Prénom :

/40

Aucun Document – Sans Calculatrice
Un résultat numérique sans unité est considéré comme faux
On rappelle log(2) = 0,3
Répondre directement sur l'énoncé à l'intérieur des cadres
Le barème est indiqué à droite de chaque question (sur un total de 40 points)

---

1. On considère une onde plane progressive de célérité c. Son expression en fonction de x en $t = 0$ est : $f(x,0) = \dfrac{A}{1+x^2}$. Donner l'expression de $f(x,t)$:

$f(x,t) = f(x - ct) = \frac{A}{1+x^2} - ct$

2

---

2. Soit une onde plane progressive harmonique de période 50 ms, d'amplitude 0,2 SI, de célérité 30 m.s^{-1}. Donner l'expression de $f(x,t)$, en utilisant les valeurs numériques données.

$f(x,t) = A \cdot \cos(\omega t - kx \pm \varphi) =$

4

---

3. Un son 1 est caractérisé par son intensité $I_1=10^{-5}$ W.m^{-2} ; un son 2 par son intensité $I_2=4.10^{-5}$ W.m^{-2}
   a. Quelle est l'intensité de la superposition des 2 sons s'ils sont cohérents
   b. Quelle est l'intensité de la superposition des 2 sons s'ils sont non cohérents

a: $P_{eff} = P_{1,eff} + P_{2,eff}$

b: $I = I_1 + I_2$

2

4. Une onde acoustique sphérique est caractérisée par son intensité à 1 m $I_1=10^{-2}$ W.m^{-2}
    a. Donner l'expression de l'intensité en fonction de la distance à la source r
    b. En déduire l'intensité du son à 10m
    c. En déduire la valeur de la puissance totale émise par la source

a $I_{(r)} = \frac{I_1}{r^2} = 10^{-4}\ W.m^{-2}$

b $I_{(r)}\ \frac{I_1}{r^2} = \frac{I_1}{100} = 10^{-4}\ W.m^{-2}$

c $P_S = I_{(r)} \times 4\pi r^2$

3

5. Une onde acoustique est caractérisée par un niveau sonore de 60 dB
    a. Donner la relation entre intensité acoustique et niveau sonore
    b. Quelle est l'intensité de ce son (on rappelle $I_0=10^{-12}$ W.m^{-2})
    c. Que devient le niveau sonore si on double l'intensité du son ?
    d. Que devient le niveau sonore si on double la pression acoustique ?

a $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

b $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10^{-6}$

c + 3dB

d

4

6. Soit une onde périodique de période $T = 2$ ms, de célérité $c = 70$ m.s^{-1}
    a. Quelle est la longueur d'onde de cette onde
    b. Donner la fréquence du mode fondamental
    c. Donner la fréquence du 5$^{\text{ème}}$ harmonique

a $\lambda = cT$

b $s(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} S_n \cdot \cos(2\pi n f t) + b_n \cdot \sin(2\pi n f t)$

c

3

7. Ordres de grandeur :
    a. Quelle est la fréquence minimale audible par l'homme ?
    b. Quelle est la fréquence maximale audible par l'homme ?
    c. Quelle est la valeur de la célérité du son dans l'air à T=20°C ?
    d. Quelle est la valeur de la célérité du son dans l'eau ?

a 20 Hz

b 20 kHz

c 340 m.s^{-1}

d 1450 m.s^{-1}

4

8. La célérité du son dans l'Hélium à T= 127°C est de 1120 m.s^{-1}.
   a. Donner, à un coefficient constant près, la relation liant température et vitesse du son dans un gaz parfait
   b. En déduire la célérité du son dans l'Hélium à T = 627 °C

a

$C = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \approx \sqrt{T}$

b

$\sqrt{T} = \sqrt{627} = 25$

2

9. L'équation de dispersion des ondes de houle est $k = \dfrac{\omega^2}{g}$, où g est l'accélération de la pesanteur (g = 10 m.s^{-2})
   a. Donner l'expression de la vitesse de phase.
   b. En donner la valeur pour ω = 0,2 rad.s^{-1}.
   c. Donner l'expression de la vitesse de groupe
   d. En donner la valeur pour ω = 0,2 rad.s^{-1}.

a

$\omega = f(k)$

b

c

$V_g = \dfrac{d\omega}{dk}$

d

4

10. On rappelle la loi donnant la fréquence de vibration d'une corde vibrante : $f = \dfrac{1}{2L} \cdot \sqrt{\dfrac{T}{\mu}}$, où L est la longueur de la corde, T sa tension et μ sa masse linéique. Si on part de f = 200 Hz, que devient cette fréquence si :
    a. On monte de 3 octaves
    b. On divise la longueur de la corde par 4
    c. On divise la masse par 2, en gardant la masse linéique constante

a

f ↘ → son plus grave

b

Si L ↘, f ↗ → son plus aigu

c

f ne bouge pas

3

11. Un son se propage dans une paroi en béton. La célérité du son est c = 3000 m.s^{-1} et l'impédance acoustique du milieu est $Z = 6.\ 10^6$ SI. La pression efficace du son est $p_{eff} = 3$ Pa
    a. Quelle est la relation donnant, pour un milieu donné, Z en fonction des caractéristiques du milieu
    b. En déduire la masse volumique du béton
    c. Quel est, du point de vue des ondes acoustiques, l'analogue de la tension électrique (donner la réponse en toutes lettres)
    d. Donner l'équivalent en terme acoustique de la loi de Joule en électrocinétique
    e. En déduire l'intensité acoustique de l'onde sonore
    f. Calculer la vitesse efficace des molécules du milieu

a
$Z = \rho_0 \times c$

b

c
La tension est analogue à la pression

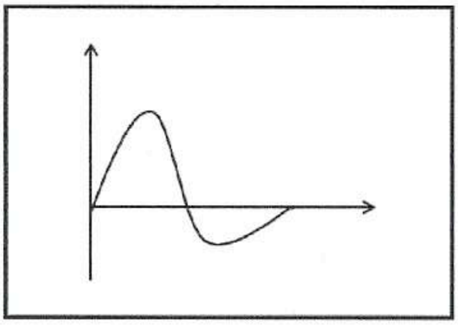
d
$I = \langle p \cdot v \rangle = Z \cdot \langle v^2 \rangle = \frac{\langle p^2 \rangle}{Z}$

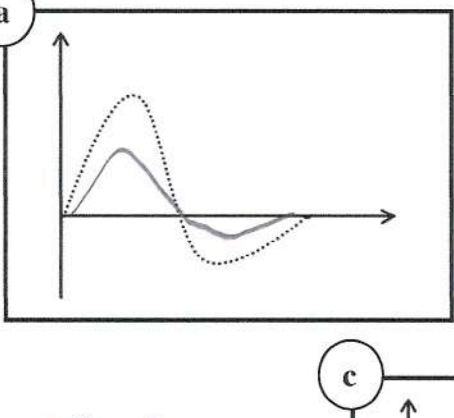
e

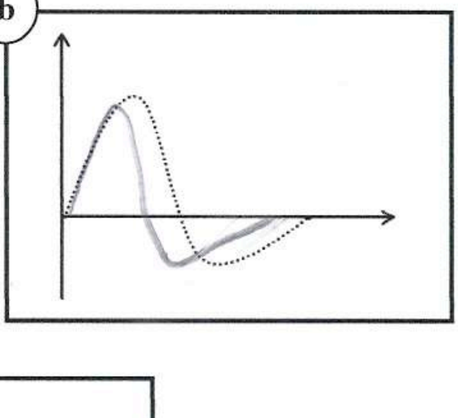
f

6

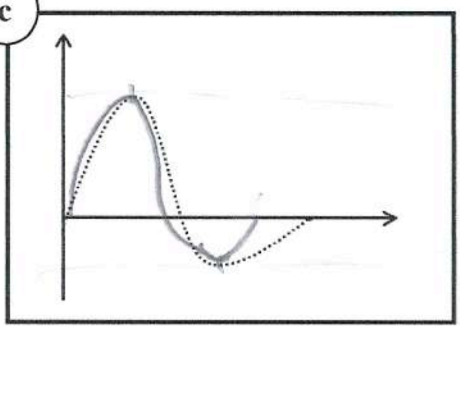
12. Soit un son musical dont la représentation temporelle est donnée dans le graphique ci-contre. Représenter le graphe, en respectant l'échelle rappelée par la courbe du son initial en pointillé, d'un son qui a :
    a. même hauteur, même timbre, force plus faible
    b. même force, même timbre, hauteur plus élevée
    c. même force, même hauteur, timbre différent



a


b


3

c


hauteur -> Rapprochement des courbes
timbre -> forme de la fréquence
force -> amplitude