PHYSQ 130 LEC A1 & EA1 : Ondes, optique et son
Prof. Marc de Montigny

Examen partiel
Vendredi, 22 octobre 2010
8h30 à 9h20

Nom ____________ **SOLUTIONS** ____________

Numéro d'étudiant ____________________________

Instructions

- Ce cahier contient **6 pages**. Vous y écrirez directement vos réponses.
- Matériel permis: crayon ou stylo, calculatrice (programmable et graphique permise). Les assistants numériques (en anglais, *PDA*s) sont interdits.
- Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous avez préparé.
- L'examen vaut un total de **50 points**. Cette note sera ramenée à **20%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **2 problèmes** (26 points) et **8 questions à choix multiple** (24 points). Pour ces dernières, encerclez la réponse la plus proche de votre résultat. Pour les problèmes, montrez clairement vos calculs; vous pouvez obtenir des points partiels même si une réponse n'est pas correcte.
- Vous pouvez utiliser l'envers des pages pour vos calculs. Je *ne les corrigerai pas*, sauf si vous m'indiquez de le faire.
- Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez pas à me le demander.

Problème 1 [13 points] On attache une masse de 0.500 kg à un ressort horizontal de constante 25.0 N/m. On déplace la masse de 5.00 cm de sa position d'équilibre et on la lâche *du repos* à t = 0 s. On observe que sa période d'oscillation est égale à 1.05 s.

A. Calculez $\omega = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$. **[1.0 point]**

B. Cet oscillateur est-il amorti ? Pourquoi ? **[3.0 points]**

C. Quelle est la constante d'amortissement b de cet oscillateur ? **[3.0 points]**

D. L'oscillateur est-il suramorti ou sous-amorti ? **[2.5 points]**

E. Quelle est la position de la masse après une période ? **[3.5 points]**

SOLUTIONS

A. $\omega = \sqrt{\dfrac{25}{0.5}} = \sqrt{50} \cong$ 7.07 rad/s

B. En comparant ω et $\omega' = \dfrac{2\pi}{T}$ ≅5.98 rad/s, on voit que $\omega' < \omega$, qui implique que $b \neq 0$. L'oscillateur est donc amorti.

C. L'équation $\omega'^2 = \omega^2 - \left(\dfrac{b}{2m}\right)^2$ nous donne $b = 2m\sqrt{\omega'^2 - \omega^2}$ ≅ 3.77 kg/s

D. Comme $2\sqrt{km} = \sqrt{50} \cong 7.07 \text{ rad/s}$, on obtient $b < 2\sqrt{km}$, de sorte que l'oscillateur est sous-amorti.

E.

$$x(t) = A\exp\left(-\frac{bt}{2m}\right)\cos(\omega' t) \qquad \text{pour } t = T = \frac{2\pi}{\omega'}$$

$$= A\exp\left(-\frac{bt}{2m}\right)\cos\left(\omega'\frac{2\pi}{\omega'}\right) = A\exp\left(-\frac{bt}{2m}\right)$$

$$= (5 \text{ cm})\exp\left(-\frac{(3.77)(1.05)}{2(0.5)}\right)$$

=0.095 cm

Problème 2 [13 points] Une onde sur une corde est décrite par la fonction d'onde

$$y(x,t) = (2.24\ \text{cm})\ \sin[(0.0462\ \text{rad/cm})x][\sin(56.0\ \text{rad/s})t]$$

Le système de coordonnées est tel que l'origine est à l'extrémité gauche de la corde, avec l'axe x parallèle à la corde, et l'axe y perpendiculaire à la corde.

A. De quel type d'onde s'agit-il ? **[1.0 point]**

B. Si cette onde est dans son troisième harmonique, $n = 3$, dessinez la forme de l'onde. **[1.0 point]**

C. Calculez la fréquence f et la longueur d'onde λ. **[2.0 points]**

D. Quelle est la longueur de la corde ? **[1.0 point]**

E. Quelle est l'amplitude de chacune des deux ondes transversales qui constituent cette onde ? **[1.0 point]**

F. Quelle est la masse de la corde, si sa tension est égale à 0.50 N ? **[3.0 points]**

G. Quelle est la vitesse transversale v_y maximale à un ventre de cette corde ? **[1.5 point]**

H. Quelles seront les valeurs de λ et f pour $n = 7$? **[2.5 points]**

SOLUTIONS

A. Onde stationnaire

B. L'onde contient trois ventres.

C. $f_3 = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{56.0}{2\pi} =$ 8.91 Hz, $\lambda_3 = \dfrac{2\pi}{k} = \dfrac{2\pi}{0.0462} =$ 136 cm

D. $L = \dfrac{3\lambda_3}{2} =$ 204 cm

E. $A = \dfrac{1}{2}A_{SW} =$ 1.12 cm

F. $m = \mu L = \dfrac{F}{v^2}L = F\dfrac{k^2}{\omega^2 L} =$ 6.9 grammes

G. $v_{y,\max} = \omega A_{SW} =$ 1.25 m/s

H. $f_7 = 7f_1 = 7\dfrac{f_3}{3} = \dfrac{7}{3}\dfrac{\omega_3}{2\pi} = \dfrac{7}{3}\left(\dfrac{56.0}{2\pi}\right) =$ 20.8 Hz

$\lambda_7 = \dfrac{\lambda_1}{7} = 3\dfrac{\lambda_3}{7} = \dfrac{3}{7}\dfrac{2\pi}{k_3} = \dfrac{3}{7}\left(\dfrac{2\pi}{0.0462}\right) =$ 58.3 cm

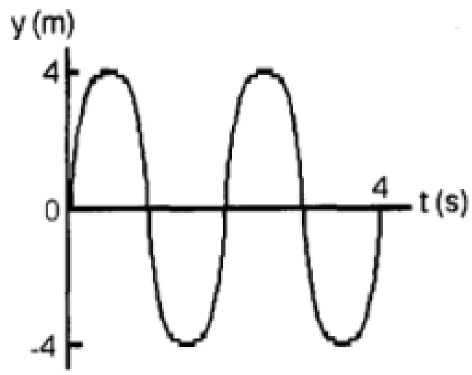
Questions à choix multiple [3 points chacune] Pour chaque question, encerclez une seule réponse; vous n'obtiendrez pas de points si plusieurs réponses sont encerclées.

QCM 1. Une particule est en oscillation harmonique simple le long de l'axe x, avec une période de 7.7 s et une amplitude de 0.51 m. La position d'équilibre de cette particule est à $x = 0$. Au temps $t = 0$ s, la particule est à $x = +0.36$ m et se déplace vers les x négatifs. La composante x de l'accélération, au temps $t = 0$ s, est égale à

(A) -0.34 m/s^2
(B) -0.24 m/s^2 On utilise $a = -\omega^2 x$
(C) 0.0 m/s^2
(D) 0.24 m/s^2
(E) 0.34 m/s^2

QCM 2. De la figure ci-dessous, on conclut que la longueur d'onde

(A) vaut 8 m
(B) vaut 4 m
(C) vaut 2 m
(D) vaut 1 m
(E) ne peut pas être déterminée à partir de cette information



QCM 3. Laquelle, parmi les fonctions d'onde ci-dessous, *ne décrit pas* une onde stationnaire?

(A) $y(x,t) = A\sin(kx)\sin(\omega t)$
(B) $y(x,t) = A\cos(kx)\cos(\omega t)$
(C) $y(x,t) = A\sin(kx - \omega t)$
(D) $y(x,t) = A\cos(kx - \omega t) - A\cos(kx + \omega t)$
(E) $y(x,t) = A\sin(kx - \omega t) - A\sin(kx + \omega t)$

QCM 4. Une corde de masse 3.5 grammes et de longueur 90 cm est étirée avec une tension de 27 N. Si cette corde est parcourue par une onde de fréquence 115 Hz et d'amplitude 1.5 mm, quelle est la puissance moyenne transportée par l'onde ?

(A) 0.06 W

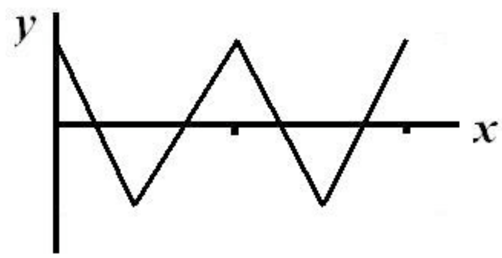
(B) 0.19 W $P_{av} = \frac{1}{2}\sqrt{\mu F}\,\omega^2 A^2$

(C) 0.38 W

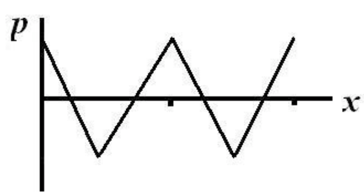
(D) 3.8 W

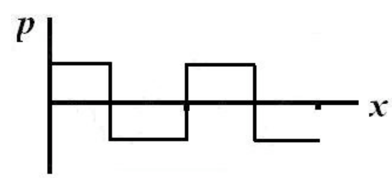
(E) 6.0 W

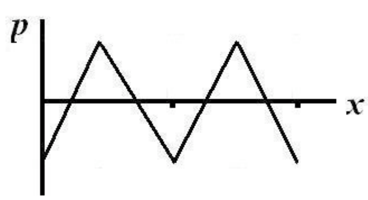
QCM 5. Le déplacement y d'une onde sonore non-sinusoïdale est montré ci-dessous, en fonction de x, à l'instant $t = 0$.

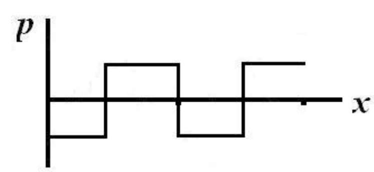


Parmi les graphiques ci-dessous, lequel représente qualitativement la fluctuation de pression p de cette onde en fonction de x, à $t = 0$? $p = -B\frac{\partial y}{\partial x}$

(A) 

(B) 

(C) 

(D) 

(E) Aucune de ces réponses

QCM 6. Une onde sonore se déplace dans l'air (module $B = 1.42 \times 10^5$ Pa) à 344 m/s. Si sa fréquence est 1000 Hz et son amplitude de déplacement est $A = 6.5 \times 10^{-6}$ m, quel est son niveau intensité sonore, β, en dB?

(A) 1.74 dB

(B) 38.7 dB

$$I = \frac{1}{2}\frac{B\omega^2 A^2}{v} \text{ et } \beta = 10\log\frac{I}{I_0} \text{ donnent } \beta = 10\log\frac{B\omega^2 A^2}{2vI_0}$$

(C) 77.4 dB
(D) 115 dB
(E) 167 dB

QCM 7. Si le niveau d'intensité sonore d'un avion est de 125 dB quand on se trouve à 20.0 m de celui-ci, à quelle distance le niveau sera-t-il égal à 85 dB ?

(A) 0.20 m

(B) 24 m

$$r_2^{\,2} = r_1^{\,2}\frac{I_1}{I_2} = r_1^{\,2}\frac{I_0 10^{\beta_1/10}}{I_0 10^{\beta_2/10}} \text{ donne } r_2 = r_1\, 10^2$$

(C) 29 m
(D) 2.0 km
(E) 200 km

QCM 8. Laurier Fagnan, chercheur en acoustique vocale, nous a dit que la fréquence 3500 Hz correspond à la fréquence fondamentale du canal auditif (anglais, *auditory canal*). En supposant que le canal auditif soit un tuyau fermé à seulement une extrémité, calculez la longueur du canal auditif. Prenez v_{son} = 344 m/s.

(A) 0.025 m

(B) 0.049 m

$$L = \frac{v}{4f_1}$$

(C) 0.39 m
(D) 1.3 m
(E) 2.5 m

Bonne chance!