

**PHYSQ 130 LEC A2 & EA2 : Ondes, optique et son**  
**Prof. Marc de Montigny**

**Examen partiel**  
**Vendredi, 21 octobre 2011**  
**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 [11 points]** Un pêcheur suspend un poisson de 65.0 kg à un ressort idéal *vertical* de masse négligeable. Le poids du poisson étire le ressort de 12.0 cm sous sa position initiale  $P_i$ .

A. Quelle est la constante de rappel  $k$  du ressort ? [2.0 points]

Par la suite, on tire le poisson de 5 cm supplémentaires vers le bas et on le laisse osciller.

B. Par rapport à  $P_i$ , entre quelles positions le poisson oscille-t-il ? [1.0 point]

C. Quelle est la période d'oscillation du poisson ? [1.5 point]

D. Quelle est la vitesse maximale du poisson ? [2.0 points]

E. Quelle est la *grandeur* de la vitesse du poisson quand il se trouve à une distance de 15 cm de  $P_i$  ? [2.5 points]

F. Quelle est l'accélération (*grandeur et direction*) du poisson quand il se trouve à une distance de 15 cm de  $P_i$  ? [2.0 points]



### Solutions

A.  $k\ell = mg$  donne  $k = 5313.75 \approx 5310 \text{ N/m}$

B. 5 cm d'amplitude autour de 12 cm :  $7 \leq y \leq 17 \text{ cm}$

C.  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\ell}} = 9.04157066 \text{ rad/s}$   $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.695 \text{ s}$

D.  $v_m = \omega x_m = (9.04...)(0.05) = 0.452 \text{ m/s}$

E.  $x_m^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$  donne  $v^2 = \omega\sqrt{x_m^2 - x^2} = (9.04...)\sqrt{0.05^2 - 0.03^2} = 0.362 \text{ m/s}$

F.  $a = -\omega^2 x = -\omega^2 (-0.03) = 2.45 \text{ m/s}^2$  vers le haut

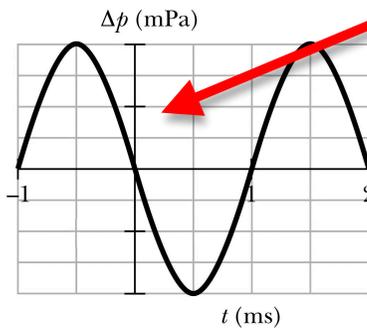
suite à la page suivante

**Problème 2 [15 points]** La figure ci-dessous montre la variation de pression en fonction du temps, mesurée à 5.00 m d'une source d'ondes sonores sinusoïdales. Les tirets horizontaux sont espacés de 0.500 ms et les tirets verticaux sont espacés de 2.50 mPa. Prenez la vitesse du son égale à 343 m/s et la densité de l'air égale à 1.20 kg/m<sup>3</sup>.

- A. Que vaut le module de compressibilité  $B$ ? [2.0 points]  
 B. Quelle est  $s_m$ , l'amplitude des variations de déplacements des éléments de fluide? [3.0 points]  
 C. Si la fonction des variations de déplacements a la forme  $s(x,t) = s_m \cos(kx - \omega t)$ , identifiez les trois constantes et écrivez-la en termes de  $x$  et  $t$ . [3.0 points]  
 D. Quelle est l'intensité  $I$  perçue à cet endroit? [2.0 points]  
 E. Quel est le niveau d'intensité  $\beta$  perçue à cet endroit, en dB? [2.0 points]  
 F. Si vous avancez à 2.00 m de la source, quel sera le niveau d'intensité sonore  $\beta$  perçue, en dB? [3.0 points]

autres tirets acceptés

tirets de la question



Solutions

A.  $B = \rho v^2 = 1.41 \times 10^5 \text{ Pa}$

B.  $s_m = \frac{\Delta p_m}{v \rho \omega} = \frac{0.010}{(343)(1.20)(2\pi / 0.002)} = 7.73 \text{ nm}$  ou  $3.87 \text{ nm}$

(avec les tirets #2, 0.010 est remplacé par 0.005)

C.  $\omega = \frac{2\pi}{0.002} = \pi \times 10^3 = 3140 \text{ rad/s}$ ,  $k = \frac{\omega}{v} = 9.16$  Donc, la fonction d'onde est

$s(x,t) = (7.73 \text{ nm}) \cos(9.16x - 3140t)$

D.  $I = \frac{\Delta p_m^2}{2\rho v} = 1.2147716 \times 10^{-7} \approx 1.21 \times 10^{-7} \text{ W/m}^2$  ou  $3.04 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2$

E.  $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{1.2147716 \times 10^{-7}}{10^{-12}} = 50.8 \text{ dB}$  ou  $4.48 \text{ dB}$

F.  $\beta' = 10 \log \frac{I'}{I_0}$  et  $\frac{I'}{I} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2$  donnent  $\beta' = 10 \log \frac{I}{I_0} \left(\frac{r}{r'}\right)^2 = 10 \log \left(6.25 \frac{I}{I_0}\right)$  et

$10 \log 6.25 + \beta \approx 58.8 \text{ dB}$  ou  $12.4 \text{ dB}$

suite à la page suivante

**Questions à choix multiple** Pour chaque question, encerclez une seule réponse; vous n'obtiendrez pas de points si plusieurs réponses sont encadrées.

**QCM 1 [3.0 points]** Le déplacement d'un objet en oscillation harmonique simple est donné par  $x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi)$ . Si, à  $t = 0$ , l'objet est déplacé vers la direction des  $x$  négatifs avec une vitesse initiale négative, alors la constante de phase  $\phi$  sera

- (A) entre 0 et  $\pi/2$  radians
- (B) entre  $\pi/2$  et  $\pi$  radians
- (C) entre  $\pi$  et  $3\pi/2$  radians
- (D) entre  $3\pi/2$  et  $2\pi$  radians
- (E) exactement égale à 0,  $\pi/2$ ,  $\pi$  ou  $3\pi/2$  radians. Donc, aucune des réponses ci-dessus.

**QCM 2 [3.0 points]** Un pendule simple oscille avec une période  $T$ . Soudain, on fixe un clou à la moitié de la longueur de la corde. Quelle sera la nouvelle période ?

- (A)  $T/2$
- (B)  $T/\sqrt{2}$
- (C)  $T$
- (D)  $\sqrt{2}T$
- (E)  $2T$

**QCM 3 [3.0 points]** La force de friction sur une masse oscillant au bout d'un ressort a la forme  $-bv$ , avec  $b = 1.32$  kg/s. Si  $m = 1.40$  kg et  $k = 7.40$  N/m, alors la période d'oscillation de la masse est égale à

- (A) 2.25 s
- (B) 2.30 s
- (C) 2.73 s
- (D) 2.79 s
- (E) 5.06 s

suite à la page suivante

**QCM 4 [3.0 points]** Une onde progressive transversale sur une corde est décrite par  $y(x,t) = (0.005 \text{ m})\cos(192\pi t - 7.00\pi x)$ , avec  $x$  en m et  $t$  en sec. Si la tension dans la corde vaut 18.0 N, quelle est la densité de masse de la corde, en kg/m ?

- (A)  $2.42 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$
- (B)  $2.39 \times 10^{-2} \text{ kg/m}$
- (C)  $0.656 \text{ kg/m}$
- (D)  $3.44 \text{ kg/m}$
- (E)  $13500 \text{ kg/m}$

**QCM 5 [3.0 points]** L'onde progressive transversale décrite par

$$y(x,t) = (4.0 \text{ cm})\sin\left[(2.0 \text{ m}^{-1})x - (7.0 \text{ s}^{-1})t + 5.0 \text{ rad}\right]$$

est le résultat de l'interférence de deux ondes de mêmes amplitudes, longueurs d'onde et fréquence, mais décalées d'une certaine phase. L'amplitude de chacune de ces ondes est environ égale à :

- (A) 2.3 cm
- (B) 2.4 cm
- (C) 2.5 cm
- (D) 6.4 cm
- (E) 7.1 cm

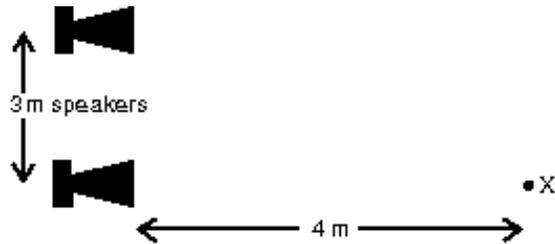
**QCM 6 [3.0 points]** Une corde de longueur égale à 100 cm, fixée à ses deux extrémités, vibre dans son troisième harmonique. La longueur d'onde est donc proche de

- (A) 33.3 cm
- (B) 66.7 cm
- (C) 150 cm
- (D) 300 cm
- (E) impossible à déterminer sans connaître la fréquence

suite à la page suivante

**QCM 7 [3.0 points]** La figure ci-dessous illustre deux petits hauts parleurs (ou *speakers*) branchés en phase à la même source. Ils sont séparés d'une distance de 3 m. À 4 m devant un d'eux, un observateur se tient à la position X. Le son entendu sera moins intense si la longueur d'onde est égale à

- (A) 1 m
- (B) 2 m
- (C) 3 m
- (D) 4 m
- (E) 5 m



**QCM 8 [3.0 points]** Si un violoniste joue un La (en anglais, *A*), alors vous pouvez affirmer que

- (A)  $f_{\text{corde}} = f_{\text{air}}$  et  $\lambda_{\text{corde}} \neq \lambda_{\text{air}}$
- (B)  $f_{\text{corde}} = f_{\text{air}}$  et  $\lambda_{\text{corde}} = \lambda_{\text{air}}$
- (C)  $f_{\text{corde}} \neq f_{\text{air}}$  et  $\lambda_{\text{corde}} = \lambda_{\text{air}}$
- (D)  $f_{\text{corde}} \neq f_{\text{air}}$  et  $\lambda_{\text{corde}} \neq \lambda_{\text{air}}$
- (E) densité de la corde = densité de l'air



**Bonne chance!**