

Examen partiel II, le vendredi 19 novembre, de 8h30 à 9h30.

Matériel permis: aide-mémoire (distribué), calculatrice et feuilles.

Vous pouvez obtenir un maximum de 15 points sur les 18 points disponibles.

**Question 1. [Maximum de 2.5 points] Ondes stationnaires dans un tuyau.**

En tenant un haut-parleur à proximité d'un tuyau, on observe que les fréquences de deux harmoniques consécutifs sont égales à 1350 Hz et 1800 Hz. (a) Déterminez si le tuyau est ouvert ou fermé. (b) Quelle est la fréquence fondamentale? (c) Si la vitesse du son dans le tube est de 341 m/s, quelle est la longueur du tuyau?

**Question 2. [Maximum de 2.5 points] Effet Doppler.**

Une voiture de police se déplace vers l'ouest à 20 m/s, et se trouve *derrière* un camion, qui roule également vers l'ouest, à 15 m/s. La sirène de police siffle à 1200 Hz. (a) Quelle est la fréquence perçue par le conducteur du camion, si la vitesse du son est de 340 m/s? (b) Si le son rebondit sur le camion en direction de la voiture, à quelle fréquence le policier entendra-t-il le son réfléchi? (c) Quelle sera la fréquence de battement entre le son émis par la sirène et celui réfléchi sur le camion?

**Question 3. [Maximum de 3.0 points] Intensité sonore.**

Un auditeur assis à 1.5 m d'une violoniste perçoit une intensité sonore égale à  $\beta = 57$  dB. (a) Calculez la puissance émise par le violon (en watts), et (b) le nombre de violons requis pour que l'ensemble produise une intensité totale de 67 dB (en supposant que tous les violons soient à la même distance de l'auditeur).

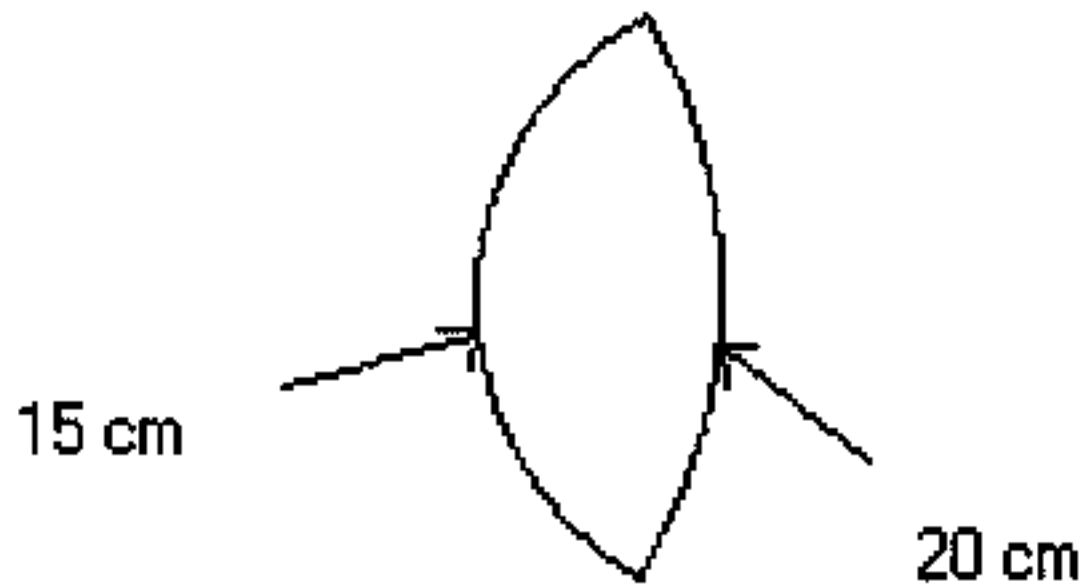
**Question 4. [Maximum de 2.5 points] Miroirs sphériques.**

Lorsqu'on place un objet à 20 cm devant un miroir sphérique, ce dernier produit une image agrandie de 40%, mais qui peut être droite ou renversée. (a) Quelles sont les *deux* distances focales possibles? (b) Le miroir est-il concave ou convexe?

**Question 5. [Maximum de 2.0 points] Formule des opticiens.**

La figure ci-dessous illustre une lentille constituée de deux dioptries sphériques, de rayons 15 cm (surface de gauche) et 20 cm (surface de droite), qui

contiennent un matériau d'indice de réfraction égal à 1.4. Le milieu qui l'entoure a un indice  $n = 1$ . Déterminez le foyer de ce système.



**Question 6. [Maximum de 3.5 points] Combinaison lentille et miroir.**

Une lentille convergente, dont la distance focale est de 10 cm, se trouve à 10 cm devant un miroir concave de distance focale égale à 15 cm. Un objet est placé à 20 cm devant la lentille. (a) Où se trouve l'image finale de cette combinaison, *par rapport à la lentille*? (b) L'image produite par la lentille constitue pour le miroir un objet réel ou virtuel? (c) L'image finale est plus grande ou plus petite que l'objet initial? (d) Cette image est-elle droite ou renversée?

**Question 7. [Maximum de 2.0 points] Oeil.**

Une personne presbyte ne peut focaliser correctement les objets situés à moins de 60 cm de son oeil. Si elle porte une lentille correctrice à 2 cm de l'oeil, quelle est la puissance requise (en dioptries, D) pour que le *punctum proximum* soit ramené à 25 cm de l'oeil?

PHYSQ 130: Ondes, optique et son.

Aide-mémoire pour l'examen du 19 novembre 2004.

$$v = \lambda f \quad T = \frac{1}{f} \quad \omega = 2\pi f \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$f_n = \frac{nv}{2L} \quad f_n = \frac{nv}{4L} \quad f_{\text{bat}} = |f_1 - f_2|$$

$$f' = \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} f$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad \beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$n = \frac{c}{v} \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \lambda_n = \frac{\lambda_0}{n} \quad n_1 \sin \theta_c = n_2$$

$$f = \frac{R}{2} \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad m = \frac{y_I}{y_O} = -\frac{q}{p}$$

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{q} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad P = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad \frac{1}{f} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$G = \frac{\beta}{\alpha} \quad G = \frac{0.25}{p} \quad G_\infty = \frac{0.25}{f} \quad G = -\frac{f_{\text{ob}}}{p_{\text{oc}}}$$

$$G_\infty = -\frac{f_{\text{ob}}}{f_{\text{oc}}} \quad G = -\frac{q_{\text{ob}} 0.25}{p_{\text{ob}} p_{\text{oc}}} \quad G_\infty = -\frac{l 0.25}{f_{\text{ob}} f_{\text{oc}}}$$

#/ Tayan ouvert :  $f_n = \frac{nv}{2L}$   $n = 1, 2, 3, \dots$

Tayan Fermé :  $f_n = \frac{nv}{4L}$   $n = 1, 3, 5, \dots$

(a)  $\frac{1800}{1350} = 1.3 = \frac{4}{3}$   $n$  varie de 1, donc Tayan ouvert

(b)  $f_4 = 4f_1 = 1800$  ,  $f_1 = \frac{1800}{4} = 450 \text{ Hz}$

(c)  $f_1 = \frac{v}{2L}$  ,  $L = \frac{v}{2f_1} = \frac{341 \text{ cm/s}}{2 \cdot 450 \text{ 1/s}} = 0.379 \text{ m}$  ou 37.9 cm

#2

(a) A APPROCHE :  $v-v_s$  ; B S'ÉLOIGNE :  $v-v_o$

B reçoit  $f' = \frac{v-v_o}{v-v_s} f = \frac{340-15}{340-20} \times 1200 = 1218.75 \text{ Hz}$

$\approx 1219 \text{ Hz}$

(b) Retour de son vers A. FRÉQUENCE ÉMISE =  $f'$  de la partie (a)  
 $\rightarrow$  l'observateur approche à 20 m/s

$f'' = \frac{v+v_o}{v+v_s} f' = \frac{340+20}{340+15} \times 1218.75 \text{ Hz} = 1236 \text{ Hz}$

$\rightarrow$  la source s'éloigne à 15 m/s

(c)  $f_{\text{nat}} = 1236 - 1200 = 36 \text{ Hz}$

#3 Pour 4 violons, on a  $\beta_1 = 57 \text{ dB}$ .

On utilise  $I = \frac{P}{4\pi R^2}$  et  $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$  ,  $I = I_0 10^{\beta/10}$   
où  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ .

(a) Si  $R$  est l'intensité perçue à  $R = 1.5 \text{ m}$ ,

on trouve:  
$$P = 4\pi R^2 I = 4\pi R^2 10^{\beta/10} I_0 = 4\pi (1.5 \text{ m})^2 (10^{5.7}) (10^{-12} \text{ W/m}^2)$$
  
$$= 1.42 \times 10^{-5} \text{ W} \text{ ou } 14.2 \mu\text{W}$$

(b) Combien de violons produisent  $\beta_{\text{tot}} = 67 \text{ dB}$ ?

$$I_{\text{tot}} = n I_1 ; I_0 10^{\beta_{\text{tot}}/10} = n I_0 10^{\beta_1/10}$$

$$n = \frac{10^{\beta_{\text{tot}}/10}}{10^{\beta_1/10}} = 10^{(\beta_{\text{tot}} - \beta_1)/10} = 10^{(67-57)/10} = 10$$

#4. objet réel :  $p = +20$  cm  
 image droite :  $m = 1.40$ , image renversée :  $m = -1.40$

$f = ?$

Relations usuelles :  $m = -\frac{q}{p}$  et  $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$

$$q = -mp : \frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{mp} = \frac{1}{p} \left( 1 - \frac{1}{m} \right) = \frac{m-1}{mp}$$

$$m = 1.4 : \frac{1.4(20)}{1.4-1} =$$

$$f = \frac{mp}{m-1}$$

$$m = -1.4 : \frac{-1.4(20)}{-1.4-1} =$$

70 cm pour l'image droite

11.7 cm pour l'image renversée

$f +$  : lentille concave

#5.

$$f = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$m_2 = 1.40$$

$$m_1 = 1.00$$

$$R_1 = +15 \text{ cm} \quad (+ : \text{DIOPTRIC CONVEXE})$$

$$R_2 = -20 \text{ cm} \quad (- : \text{DIOPTRIC CONCAVE})$$

$$f^{-1} = \frac{1.40 - 1}{1} \left( \frac{1}{15} - \frac{1}{(-20)} \right) = 0.4 (15^{-1} + 20^{-1})$$

$$f = \frac{1}{0.4} (15^{-1} + 20^{-1})^{-1} =$$

$$+ 21.4 \text{ cm}$$



#6. Lentille convergente :  $f_L = +10 \text{ cm}$  ; miroir concave :  $f_M = +15 \text{ cm}$

$$\frac{1}{p_L} + \frac{1}{q_L} = \frac{1}{f_L} \quad q_L = (f_L^{-1} - p_L^{-1})^{-1} = (10^{-1} - 20^{-1})^{-1} = +20 \text{ cm}$$

$$m_L = -\frac{q_L}{p_L} = -\frac{20}{20} = -1$$

derrière la lentille

i.e. à 10 cm derrière M

(b) Pour le miroir, l'objet est virtuel

$$(a) \quad p_M = -10 \text{ cm} \quad q_M = (f_M^{-1} - p_M^{-1})^{-1} = (15^{-1} - (-10)^{-1})^{-1} = +6 \text{ cm devant le miroir}$$

$$m_M = -\frac{q_M}{p_M} = -\frac{6}{-10} = 0.4$$

↳ l'image est à

4 cm derrière la lentille

(c) (d)  $m_{\text{total}} = m_L m_M = -0.4$  : image renversée, plus petite

#7. On veut l'image de la lentille à 60 cm de l'œil, donc, à

58 cm devant la lentille i.e.  $q = -0.58$  m.

L'objet est tenu à 25 cm de l'œil, donc à 23 cm devant la lentille i.e.  $p = +0.23$  m

$$P = \frac{1}{f} = p^{-1} + q^{-1} = (0.23)^{-1} + (-0.58)^{-1}$$

$$= 2.62 \text{ D.}$$