

TP de Physique - séances 12 et 13

Chap 12 et 13: Les ondes et le son

Questions pour réfléchir :

Q2. p.522. En décembre 1916, un désastre majeur est survenu dans les Alpes à un contingent de l'armée autrichienne. A peine avaient-ils commencé un tir de barrage au canon, qu'une avalanche de neige se déclencha, ensevelissant des milliers de soldats. Quelles propriétés du son peut-on déduire de cet événement?

Q7. p.522. Quand une corde de guitare est pincée avec un médiateur, elle produit un son plus métallique que quand elle est pincée avec les doigts. Quand on la pince en son milieu, puis progressivement de plus en plus près d'une de ses extrémités, on obtient d'abord un son assez terne, puis plus riche, puis plus métallique. Expliquez ces observations.

Q13 p.523. Pour amplifier le son d'un diapason, on le monte sur une boîte en bois, dont l'une des faces est ouverte. Expliquez comment le son est amplifié. En quoi les boîtes d'amplification de deux diapasons, l'un de 1000 Hz et l'autre de 50 Hz, différencieront-elles ?

Exercices: Ressorts

42. [c] p.391. Un ressort a une longueur au repos égale à 10,0 cm. Lorsqu'il est soumis à une force de 40,0 N, sa longueur devient 14,0 cm. Calculez le travail nécessaire pour étirer ce ressort de 14,0 cm à 18,0 cm. [Suggestion : faites attention aux limites de l'intégrale].

43. [II] p.391. Un ressort hélicoïdal a une longueur de 55 cm s'il porte une charge de 100 N et une longueur de 57 cm s'il porte une charge de 110 N. Quelle est la constante d'élasticité de ce ressort ?

45. [II] p.391. La liaison d'un atome dans une molécule peut être modélisée par un ressort. Estimer la valeur de la constante élastique, si l'énergie potentielle emmagasinée est de $2 \text{ eV} = 3,2 \times 10^{-19} \text{ J}$, lorsque l'atome est déplacé de 0,2 nm à partir de la position d'équilibre.

Exercices: Mouvement sinusoïdal

41. [II] p.484. Un bloc rectangulaire, homogène, de masse volumique ρ et de côtés a , b , c flotte, partiellement immergé dans l'eau, avec le côté de longueur b vertical. Si on le pousse un peu vers le bas puis on le lâche, il se met à osciller. Montrer que le mouvement est sinusoïdal et déterminer sa période.

Exercices: Ondes mécaniques

61. [I] p.485. La vitesse des ondes de compression dans l'eau pure est de 1498 m/s. Quelle est la longueur d'onde d'un son de 440 Hz dans l'eau ?

67. [I] p.485. La corde d'un violon a une masse linéique de 59×10^{-3} kg/m et une tension de 10 N. Quelle sera la vitesse des ondes transversales sur cette corde ?

74. [I] p.486. On définit le nombre d'onde $k = 2\pi/\lambda$, où λ est la longueur d'onde. Montrer qu'une onde sinusoïdale, qui se propage dans le sens des x positifs avec une vitesse c , peut être écrite sous la forme $\psi = A \sin[k(x - ct)]$. Montrer qu'elle peut aussi être écrite sous la forme $\psi = A \sin(kx - \omega t)$.

82. [II] p.486. Le profil d'une onde sinusoïdale transversale sur une longue corde est décrit, en unités SI, par la fonction : $y = 0,02 \sin(6,28x)$. Sachant que l'onde a une vitesse de 5,0 m/s, déterminer la vitesse transversale maximum en un point quelconque de la corde.

84. [II] p.487. Utiliser l'analyse dimensionnelle pour écrire une expression de la vitesse d'une onde de compression dans un solide. On s'attend à ce que la vitesse dépende du module de Young et de la masse volumique. Nous écrivons donc $v = KY^a \rho^b$ où a et b sont deux exposants à déterminer et K est une constante sans dimensions.

89. [II] p.487. Un télégraphe-jouet envoie des impulsions ondulatoires transversales mécaniques le long d'une corde tendue. Il opère entre deux maisons voisines en utilisant une corde de 12 m et d'un poids total de 0,20 N. Que doit être la tension de la corde pour que les signaux se déplacent au moins aussi vite que si les utilisateurs se parlaient directement? Prendre la vitesse du son dans l'air égale à 333 m/s.

Exercices: Acoustiques

1. [I] p.525. En musique, la note étalon la_3 a une fréquence de 440 Hz. Quelles sont la période et la longueur d'onde correspondantes à la température ambiante (la vitesse du son dans l'air est de 340 m/s) ?

7. [I] p.525. Une source sonore ponctuelle émet une onde de puissance 50 W dans un milieu homogène. Déterminer l'intensité du rayonnement sonore à 10 m de la source. Quelle est l'énergie reçue, en une seconde, par un petit détecteur de $1,0 \text{ cm}^2$ de surface tenu perpendiculairement à la direction de l'onde à 10 m de la source ? On négligera les pertes.

(12.) [I] p.525. L'une des caractéristiques acoustiques les plus importantes d'une pièce est son temps de réverbération. C'est le temps que met le son pour

diminuer de 60 dB. Qu'est-ce que cela signifie en termes d'intensité sonore ? Dans une salle de concert, le temps de réverbération est en général de 1 à 3 s.

26. [II] p.526. On considère une tige d'un alliage d'aluminium de longueur 10 m, de section $1,0 \text{ cm}^2$, de masse 2,7 kg et de module de Young $E = 7,0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$. On frappe sur son extrémité avec une fréquence de 100 Hz. Combien de temps faut-il pour que le signal sonore atteigne l'autre extrémité de la tige, sachant que la vitesse de propagation $v = (E/\rho)^{1/2}$? Quelle sera la longueur d'onde ?

32. [II] p.526. Le niveau sonore d'un grand moteur est de 130 dB à une distance de 10,0 m. Quelle est l'intensité sonore à 100 m du moteur ?

(36.) [II] p.526. Dans une pièce, le bruit provenant d'un aspirateur est de 80,0 dB. Une personne règle un poste de radio à 65,0 dB. Quel est alors le niveau d'intensité dans cette pièce ?

Exercices: Production et propagation du son

44. [I] p.527. Deux ondes sonores de pulsations 900,0 rad/s et 896,0 rad/s se superposent. Quelle est la fréquence des battements résultants ?

48. [I] p.527. Un fil est tendu entre deux points distants de 50 cm. Quelles sont les longueurs d'ondes du mode fondamental et du second mode harmonique ?

60. [I] Un dispositif muni d'un émetteur et d'un récepteur est introduit dans une veine et émet une onde ultrasonique de 80000 Hz. L'onde se réfléchit sur les globules rouges du sang, et le récepteur capte une onde de 80020 Hz. Quelle est la vitesse du flux sanguin ? La vitesse du son dans le sang est d'environ 1,5 km/s.

(75.) [II] p.528. Une tige de cuivre de longueur 1,00 m est fortement fixée en son milieu et mise à vibrer transversalement. Sachant que $v = (E/\rho)^{1/2}$, sa masse volumique est $8,9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ et son module de Young est $11 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$, quelle est sa fréquence ?

74. [II] p.528. Deux petits haut-parleurs distants de 3,00 m émettent un son de fréquence constante 344 Hz (voir figure P74). On déplace un microphone le long d'une droite parallèle à la ligne S_1S_2 joignant les deux haut-parleurs et située à 4,00 m de cette ligne. On trouve deux maxima d'intensité: le premier au point O équidistant des deux haut-parleurs, et le second juste en face de l'un des haut-parleurs. Utilisant ces données, calculez la vitesse du son. [Suggestion : les ondes doivent arriver en phase pour qu'elles produisent un maximum d'interférence].

84. [III] p.529. Les deux haut-parleurs de la figure émettent des sons de même fréquence et en phase. Montrer que la distance qui les sépare doit dépasser $\frac{1}{2}\lambda$

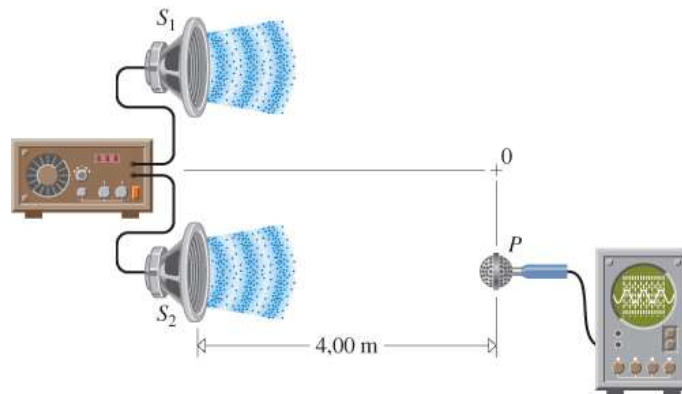


Figure P74

si l'on veut observer un minimum nul par interférence quelque part dans la zone située devant les haut-parleurs.

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOÛT 2006

L'extrémité de chaque pointe d'un diapason qui vibre à une fréquence de 264 Hz se déplace de 1,5 mm de part et d'autre de sa position de repos. Calculez:

- la vitesse maximale;
- l'accélération maximale de l'extrémité de chacune des pointes du diapason.

QUESTION DE L'EXAMEN DE JANVIER 2007

Deux cordes fabriquées dans la même matière sont attachées l'une à l'autre; la deuxième a un diamètre double de celui de la première. L'extrémité libre de la première corde est soumise à un mouvement d'oscillation transverse dont la période est de 1,0 s. L'onde qui se forme dans cette corde a une longueur de 1,0 m. Quelle est la longueur de l'onde qui se forme dans la deuxième corde ?

QUESTION DE L'EXAMEN DE JUIN 2010

On accroche à un ressort, dont la constante de rappel est 15 N/m, une boule dont la masse est de 100 g.

- si on laisse le ressort s'allonger tout doucement en soutenant la boule jusqu'à la position de repos, de combien le ressort s'allongera-t-il ?
- si au contraire on accroche la boule au ressort non allongé et qu'on la lâche brusquement, jusqu'où la boule descendra-t-elle ?
- dans ce cas, en quel point l'accélération de la boule est-elle la plus grande et combien vaut-elle en ce point ?
- en quel point la vitesse de la boule est-elle la plus grande et que vaut-elle ?

QUESTION DE L'EXAMEN D'AOUT 2009

Déterminez la fréquence de l'oscillation d'une pierre suspendue à une corde, l'amplitude des oscillations étant de $3,0^\circ$ et la vitesse maximum de la pierre de $0,20$ m/s. On néglige les frottements.

Suggestions pour les travaux personnels

Choisir 12 exercices parmi les suivants:

- Exercices dans le chapitre du Hecht "Le son": QCM7, QCM15, 22, 25, 26, 28, 31, 50, 68, 76
- Exercices dans le chapitre du Hecht "Oscillations et ondes": QCM2, QCM6, QCM7, QCM20, 34, 38, 40, 62, 68, 80, 88, 92