

Préparation aux Olympiades Internationales de Physique

Ondes

Année 2005-2006

Exercice 1

L'atmosphère est un milieu réfringent. Du fait de la raréfaction de l'air, son indice diminue progressivement depuis le sol ($n_0 = 1,0002763$) jusqu'aux couches supérieures ($n = 1$).

On observe une étoile, depuis le sol, dans une direction faisant un angle θ par rapport à la verticale. A l'aide d'un tracé de rayons lumineux, justifier le fait que l'étoile n'est pas exactement dans la direction d'observation. L'angle θ_0 que fait sa direction réelle avec la verticale est-il plus grand ou plus petit que θ ? A quel phénomène cet effet vous fait-il penser?

Exercice 2

Un séisme engendre diverses ondes mécaniques qui se propagent à la surface et à l'intérieur de la Terre.

1/ A la surface de la Terre, les ondes P se propagent à une vitesse de 8 km/s et les ondes S à 5 km/s. Une station d'observation reçoit les ondes S cinq minutes après la réception des ondes P . A quelle distance se trouve-t-elle de l'épicentre du séisme?

2/ Les ondes P et S sont respectivement des ondes de compression (déplacement longitudinal de matière) et de cisaillement (déplacement transversal). Sachant que l'intérieur de la Terre est solide jusqu'à 2900 km de profondeur et liquide au-delà, déterminer s'il est possible de détecter les ondes P et S aux antipodes du foyer du séisme. Indiquer qualitativement ce qu'il advient des ondes non-transmises au niveau de l'interface solide-liquide.

Exercice 3

Un petit émetteur ultrasonore est appliqué à la surface de la peau quasi-parallèlement à l'axe d'une artère. Il émet une onde de fréquence $f_0 = 5$ MHz susceptible d'être réfléchi par les globules rouges et détectée par un petit récepteur au voisinage immédiat de l'émetteur.

1/ La célérité des ultrasons dans les tissus humains est d'environ 1500 m/s. Que valent la fréquence et la longueur d'onde des ultrasons dans les tissus humains?

2/ Au passage de l'onde de pouls, la fréquence des ultrasons reçus par le récepteur est de 700 Hz inférieure à f_0 . Quels sont la vitesse et le sens de circulation du sang dans l'artère?

Exercice 4

1/ On se place à égale distance de deux diapasons identiques supposés émettre à 440 Hz. Un des deux diapasons est désaccordé et émet à 441 Hz. Déterminer l'effet sur le son entendu. Si l'intensité sonore entendue pour un seul diapason vaut I , quelle est l'intensité maximale perçue pour deux diapasons?

2/ Un accordeur utilise un diapason pour accorder la corde d'un piano à 220 Hz. Lorsque le module de la tension de la corde vaut 600 N, il entend un battement à 2 Hz. La fréquence du battement augmente lorsque la tension augmente. Quelle est la bonne tension de la corde?

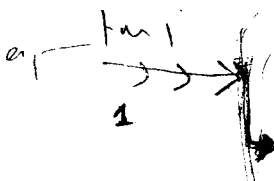
Exercice 5

Une onde sur une corde vibrante se traduit par un déplacement transversal y de la corde à l'abscisse x et au temps t de la forme :

$$y(x, t) = 0,01 \cos(2t - x/5)$$

où les valeurs numériques sont en unités du système international.

1/ Indiquer la nature de l'onde ainsi que son amplitude, sa fréquence, sa célérité et sa longueur d'onde.



2/ En un point donné de la corde, l'onde transmet une puissance moyenne P de l'amont vers l'aval. On augmente l'amplitude de l'onde de façon à ce qu'elle transmette une puissance $P' = 3P$. Quelle est la nouvelle amplitude de l'onde ?

Exercice 6

Un tuyau ouvert étroit et rectiligne, a une longueur de 20 m. Estimez les fréquences des trois premiers modes d'oscillation. Indiquer les positions de nœuds et ventres de pression.

Exercice 7

Une corde libre fixée à ses deux extrémités a une longueur $L = 60$ cm et une masse linéique de 1,8 g/m. Deux harmoniques successifs ont des fréquences respectives de 336 Hz et 448 Hz.

- 1/ Quelle est la fréquence fondamentale ? Dessiner l'allure de la corde pour chaque harmonique.
- 2/ Que valent la tension T de la corde et la célérité c des ondes ? Comment varie c quand on double le diamètre de la corde mais qu'on diminue T de moitié ?



Exercice 8

On fait varier la longueur d'une colonne d'air en introduisant de l'eau dans un tuyau vertical percé d'un petit trou. On place un diapason vibrant directement au-dessus de l'extrémité ouverte. Pendant que le niveau d'eau baisse, on entend une première résonance lorsque la hauteur de la colonne d'air est égale à 18,9 cm et une deuxième à 57,5 cm. Quelle est la fréquence du diapason ? On suppose que le module de la vitesse du son est égal à 340 m/s.

Exercice 9

Trois sources lumineuses ponctuelles, cohérentes et en phase sont alignées et distantes de a . On observe l'onde obtenue à l'infini et dans un plan contenant les sources.

- 1/ Déterminer la position angulaire du premier minimum d'intensité dans les deux cas suivants :
 - les trois sources émettent avec la même amplitude ;
 - la source du milieu émet avec une amplitude deux fois supérieure à celle des deux autres sources.
- 2/ Si on appelle I l'intensité lumineuse obtenue avec la première source, calculer dans chaque cas l'intensité maximale obtenue avec les trois sources.

Exercice 10

De la lumière de longueur d'onde $\lambda = 600$ nm éclaire une fente de largeur $a = 0,1$ mm en incidence normale.

- 1/ Quelle est la position angulaire du premier minimum ?
- 2/ On réduit la largeur a de la fente. Pour quelle valeur de a n'observe-t-on plus de minimum de diffraction ?

Exercice 11

1/ Quel est le pouvoir de résolution requis pour séparer les deux raies du sodium de longueurs d'onde 589,0 nm et 589,6 nm ?

2/ Si un réseau a une largeur de 2 cm, combien doit-il avoir de traits pour séparer ces longueurs d'onde au troisième ordre ?

Exercice 12

1/ Un film de savon éclairé normalement en lumière blanche, et observé normalement en réflexion, a un indice de réfraction de 1,34. Il apparaît rouge ($\lambda = 633$ nm). Quelle est son épaisseur minimum ?

2/ Quelle est la couleur d'une bulle de savon juste avant qu'elle n'éclate ?

Exercice 13

Un coin d'air est formé par deux lames de verre de longueur 12 cm séparées par un fil fin placé à une extrémité. De la lumière de longueur d'onde 480 nm tombe suivant la normale sur le coin. Sachant que l'on observe 6 franges sombres par centimètre, trouver le rayon du fil.