

Physique 130
Ondes, optique et son
Examen final
14h00 à 15h00 le 7 décembre, 2007

Professeur: Dr. David D. Lawrie

Nom: _____ **ID** _____

Matériel: une feuille (8 1/2" x 11", recto verso) de formules et une calculatrice sont autorisées. Tout autre dispositif électronique et notes sont interdits.

Encerclez la meilleure réponse directement sur cette copie d'examen.

Vous pouvez utiliser l'envers des pages et le livret d'examen pour vos calculs.

Il y a seulement une réponse correcte à chaque question.

Si vous croyez que la réponse correcte n'est pas proposée, demandez, et si cela ne vous aide pas, choisissez la valeur la plus proche.

Évaluation :

- 2 choix : 2 points pour la bonne réponse, aucune valeur partielle.
- 3 choix : 3 points pour la bonne réponse, aucune valeur partielle.
- 5 choix : 5 points pour la bonne réponse, si aucune autre réponse n'est choisie.
3 points, si 2 réponses sont choisies et l'une d'elles est bonne.
1 point, si 3 réponses sont choisies et l'une d'elles est bonne.

Il y a 37 questions, pour un maximum de 139 points.

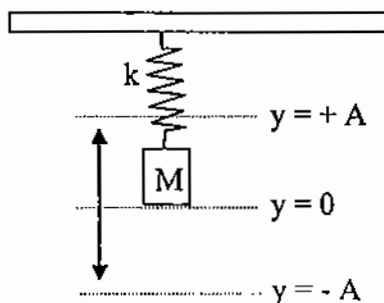
Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez pas à demander !

Encerchez la meilleure réponse.

1. L'énergie potentielle est égale à l'énergie cinétique d'un objet en mouvement harmonique simple lorsque son déplacement est égal à la moitié de son amplitude maximale.
A. Vrai
B. Faux
2. Une masse est suspendue à un ressort idéal. Quand le système est au repos (dans sa position d'équilibre), le ressort est étiré de 20,0 cm par rapport à sa longueur initiale (non étirée). La masse est ensuite mise en mouvement et oscille à une fréquence de : (soin, utilisez $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
A. 0,897 Hz
B. 1,11 Hz
C. 8,09 Hz

Les deux prochaines questions se rapportent à la situation suivante :

Un bloc de masse M est attaché à un ressort vertical (de constante de ressort k) et a un mouvement harmonique simple autour de sa position d'équilibre $y = 0$. La période des oscillations du bloc est 10,0 secondes.



3. En partant de sa position au repos $y = -10,0 \text{ cm}$, en combien de temps la masse se déplace-t-elle d'une distance totale de 100,0 cm?
A. 25,0 secondes
B. 50,0 secondes
C. 100,0 secondes
4. En prenant la même masse, le mouvement est arrêté puis recommencé avec des conditions initiales différentes. A $t = 0$, on observe un déplacement $y = 3,75 \text{ m}$, une vitesse de $-4,08 \text{ cm/s}$ et une accélération de $-1,48 \text{ cm/s}^2$. Parmi les équations suivantes, laquelle décrit le mieux le déplacement en fonction du temps?
A. $y(t) = (7,50 \text{ cm}) \cos \left[\left(\frac{\pi}{5} \right) t + 1,047 \right]$
B. $y(t) = (7,50 \text{ cm}) \sin \left[\left(\frac{\pi}{5} \right) t + 1,047 \right]$
C. $y(t) = (7,50 \text{ cm}) \cos \left[\left(\frac{\pi}{5} \right) t - 1,047 \right]$
D. $y(t) = (3,75 \text{ cm}) \cos \left[\left(\frac{\pi}{5} \right) t + 1,047 \right]$
E. $y(t) = (3,75 \text{ cm}) \sin \left[\left(\frac{\pi}{5} \right) t + 1,047 \right]$

5. Deux pendules simples ont la même masse, mais des longueurs différentes. Pour de petites oscillations, ils auront donc la même fréquence angulaire.
- A. Vrai
B. Faux
6. Parmi les fonctions suivantes, laquelle satisfait l'équation d'onde $\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$, où $v = \frac{\omega}{k}$ et y est le déplacement?
- A. $y(x,t) = A[\cos(kx) + \cos(\omega t)]$
B. $y(x,t) = A \cos(kx + \omega t)$
7. La fréquence du son entendu par une personne qui s'approche d'une source stationnaire dans l'air est 9,5 % plus haute que la fréquence du son émis par la source. Si la vitesse du son dans l'air est de 340 m/s, quelle est la vitesse de la personne?
- A. 23 m/s
B. 29 m/s
C. 32 m/s
D. 92 m/s
E. 310 m/s
8. Le niveau d'intensité du son lors d'une conversation normale (une seule personne qui parle) est de 65 dB. Quel est le niveau d'intensité quand deux personnes parlent en même temps? (Si besoin, l'intensité de référence est $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)
- A. 68 dB
B. 75 dB
C. 130 dB
9. Une corde de guitare mal accordée produit des battements avec un diapason de 256 Hz. Lorsque le module de la tension vaut F , la fréquence des battements est de 1,5 Hz. La fréquence des battements diminue lorsque la tension augmente. Comment faut-il changer la tension pour accorder la fréquence (fondamentale) de la corde de guitare à 256 Hz ?
- A. Augmenter F de 0,59 %
B. Augmenter F de 1,2 %
C. Diminuer F de 0,59 %
D. Diminuer F de 1,2 %
E. Impossible à dire sans connaître la valeur de la tension.

Les trois prochaines questions se rapportent à la situation suivante :

Un oscillateur en mouvement harmonique simple, situé au point $x = 0$, génère des ondes transverses se propageant sur une corde le long de l'axe x (La corde s'étend de $x = -\infty$ à $x = +\infty$, il n'y a pas donc pas de réflexions aux extrémités). L'oscillateur fonctionne à une fréquence de 120,0 Hz, avec une amplitude de 5,00 mm. La corde a une densité massique linéaire de 1,00 g/m et est tendue avec une tension de 75,0 N.

10. Quelle est la vitesse des ondes générées?

- A. 274 m/s
- B. 8,66 m/s
- C. 3,77 m/s

11. Quelle est l'accélération transverse maximale en tout point de la corde?

- A. 3,77 m/s²
- B. 2840 m/s²
- C. 3770 m/s²

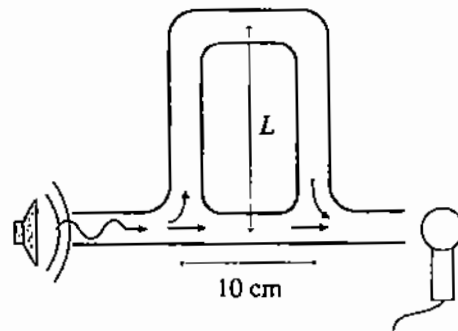
12. Trouvez la puissance moyenne par cycle qui doit être fournie par l'oscillateur pour générer ces ondes. (Notez que les ondes se propagent dans les directions x positives et négatives, en s'éloignant de la source)

- A. 20,5 kW
- B. 566 W
- C. 283 W
- D. 3,89 W
- E. 1,95 W

13. Un son de fréquence f est émis dans un tube fermé, montré sur la figure ci-dessous, qui est rempli d'air à température ambiante. La partie supérieure peut être étendue comme un trombone à coulisse, pour varier la distance L . À cause des interférences entre les deux trajectoires possibles, un microphone, situé à l'autre extrémité du tube, détecte des minima d'intensité du son lorsque L vaut 17,5 cm, 32,5 cm et 47,5 cm, mais pour aucune autre valeur intermédiaire. (Si besoin, la vitesse du son dans l'air est de 340 m/s).

A partir de ces informations, quelle est la longueur d'onde du son émis?

- A. 8,75 cm
- B. 15,0 cm
- C. 17,5 cm
- D. 30,0 cm
- E. 35,0 cm



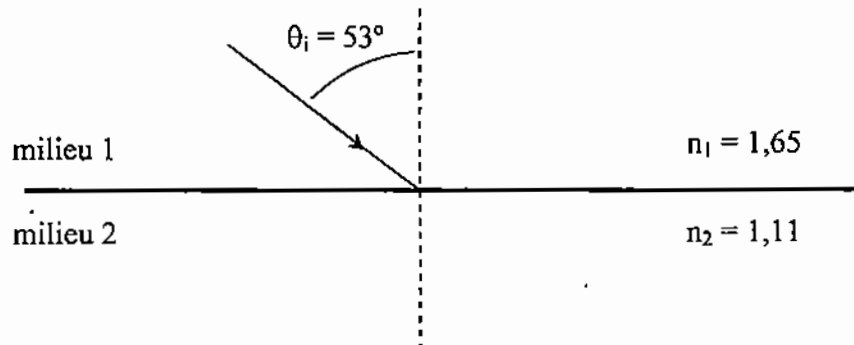
14. Quand un faisceau de lumière monochromatique traverse d'un milieu d'indice de réfraction n_1 à un milieu d'indice de réfraction n_2 ($n_2 < n_1$), la fréquence de la lumière reste identique.

- A. Vrai
- B. Faux

15. Si un objet réel est placé entre le point focal et le vertex d'un miroir concave, l'image formée est :

- A. Réelle et inversée
- B. Réelle et droite
- C. Virtuelle et droite
- D. Virtuelle et inversée
- E. Impossible à dire, besoin de savoir le rayon de courbure.

16. Le diagramme ci-dessous montre un rayon de lumière incident sur une surface séparant le milieu 1 du milieu 2. Trouvez l'angle du (des) rayon(s) sortant(s) par rapport à la normale à la surface.



- A. Il y aura deux rayons sortants, un à 32° dans le milieu 1, et l'autre à 48° dans le milieu 2.
- B. Il y aura deux rayons sortants, un à 53° dans le milieu 1, et l'autre à 37° dans le milieu 2.
- C. Il y aura deux rayons sortants, un à 53° dans le milieu 1, et l'autre à 42° dans le milieu 2.
- D. Il y aura un seul rayon sortant, à 42° dans le milieu 1.
- E. Il y aura un seul rayon sortant, à 53° dans le milieu 1.

17. Un miroir convexe simple peut produire une image réelle ou virtuelle, selon si un objet est à droite ou à gauche du foyer de miroir.

- A. Vrai
- B. Faux

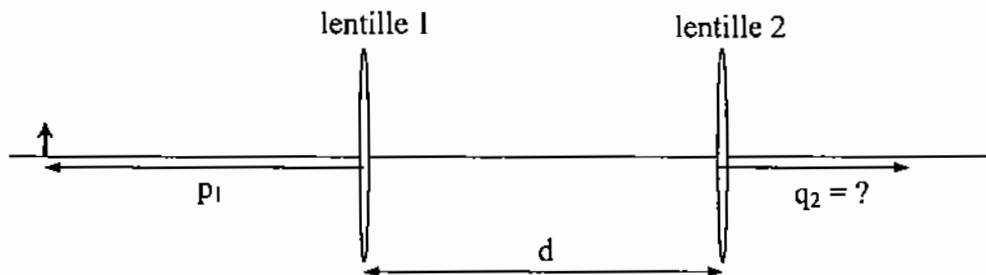
18. Un faisceau lumineux frappe l'interface entre le milieu A (n_A) et le milieu B (n_B). La lumière est partiellement réfléchie et partiellement réfractée. La partie réfractée (et non la partie réfléchie):

- A. ne subit pas de déphasage, peu importent les valeurs de n_A et n_B .
- B. subit un déphasage de π si $n_A > n_B$.
- C. subit un déphasage de π si $n_A < n_B$.

19. La condition pour avoir des interférences constructives lorsque la lumière (de longueur d'onde λ_0 dans le vide) est réfléchie (dans l'air) sur une couche mince d'huile (d'épaisseur e et indice de réfraction n_{huile}) flottant sur de l'eau ($n_{\text{air}} < n_{\text{huile}} < n_{\text{eau}}$) est :

- A. $2e = m\lambda_0$
- B. $2e = (m + \frac{1}{2})\lambda_0$
- C. $2e = m\left(\frac{\lambda_0}{n_{\text{huile}}}\right)$
- D. $2e = (m + \frac{1}{2})\left(\frac{\lambda_0}{n_{\text{huile}}}\right)$
- E. $2e = m n_{\text{huile}} \lambda_0$

20. La figure ci-dessous montre la position de deux lentilles convergentes. Les distances focales des lentilles sont $f_1 = 17,0$ cm et $f_2 = 5,00$ cm. La distance d entre les deux lentilles est de 35 cm. Si un objet est situé à une distance $p_1 = 34,0$ cm de la lentille 1, à quelle distance q_2 se trouve l'image formée ?

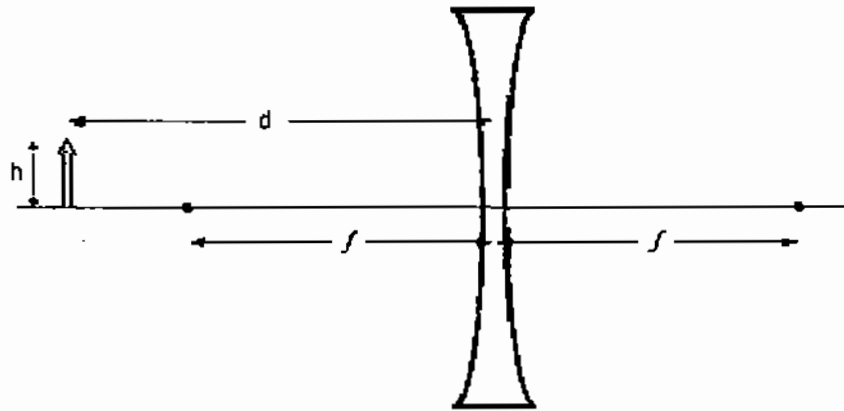


- A. $q_2 = - 2,00$ cm
- B. $q_2 = - 1,25$ cm
- C. $q_2 = - 1,00$ cm
- D. $q_2 = + 2,00$ cm
- E. $q_2 = + 1,25$ cm

21. Une certaine région d'une bulle de savon apparaît rouge ($\lambda = 632 \text{ nm}$) lorsqu'elle est observée à incidence normale, à cause des réflexions. Quelle est la plus petite épaisseur que la bulle puisse avoir ? L'indice de réfraction de la pellicule de savon est $n = 1,36$.

- A. 79 nm
- B. 116 nm
- C. 158 nm
- D. 232 nm
- E. 316 nm

22. Un objet de hauteur $h = 7,5 \text{ cm}$ se trouve à une distance $d = 32 \text{ cm}$ en avant d'une lentille divergente de longueur focale $f = -25 \text{ cm}$.



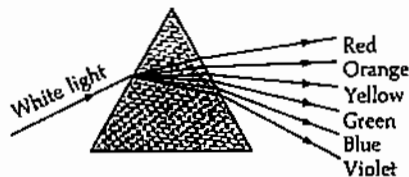
Quelle est la taille de l'image produite ?

- A. 25 cm
- B. 17 cm
- C. 6,6 cm
- D. 3,3 cm
- E. 2,2 cm

23. On vous a demandé de concevoir une lentille mince convergente de 18,0 cm de longueur focale. La lentille doit être en verre, d'indice de réfraction $n = 1,75$, et sera utilisée dans l'air ($n_a = 1$). Cette lentille doit être une lentille plan-convexe convergente (un dioptré est plan, l'autre sphérique). Quelle est l'amplitude du rayon de courbure nécessaire pour le côté sphérique ?

- A. 6,75 cm
- B. 10,3 cm
- C. 13,5 cm
- D. 27,0 cm
- E. 43,2 cm

24. L'extrémité gauche d'une longue barre en verre a une surface hémisphérique convexe de 2,50 cm de rayon. L'index de réfraction du verre est 1,60. Quelle est la position de l'image d'un objet situé dans l'air, sur l'axe de la barre, à grande distance (infiniment loin) de l'extrémité sphérique ?
- A. Sur la gauche du vertex.
 B. Sur la droite du vertex.
 C. Impossible à déterminer,
25. La lumière cohérente d'une lampe à vapeur de sodium passe à travers un filtre qui bloque toute la lumière sauf pour une unique longueur d'onde particulière. La lumière passe à travers deux fentes séparées d'une distance de 0,450 mm. Sur la figure d'interférence générée sur un écran situé à 2,50 m, les franges claires adjacentes sont séparées de 3,27 mm. Quelle est la longueur d'onde?
- A. 524 nm
 B. 550 nm
 C. 589 nm
26. Une lumière de longueur d'onde 536 nm provenant d'une source distante arrive sur une fente simple de largeur 0,750 mm, la figure de diffraction correspondante est visible sur un écran éloigné de 3,50 m. Quelle est la largeur de la frange centrale d'intensité maximale?
- A. 0,75 mm
 B. 2,50 mm
 C. 5,00 mm
 D. 402 mm
 E. 715 mm
27. Un faisceau de lumière blanche frappe un prisme de verre et les couleurs qui le constituent sont dispersées comme montré ci-dessous :



De ce spectre, on peut conclure que :

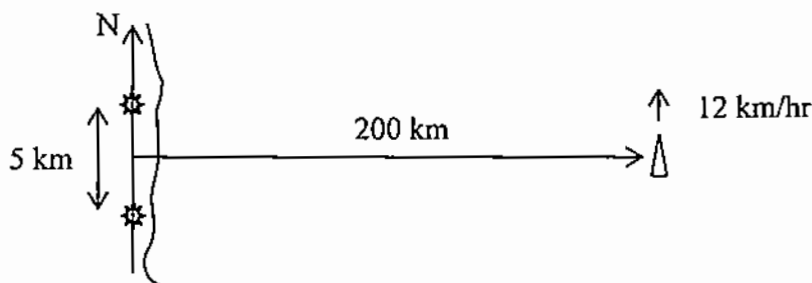
- A. l'indice de réfraction diminue lorsque la longueur d'onde diminue
 B. l'indice de réfraction diminue lorsque la fréquence diminue
 C. l'indice de réfraction, n , est une constante, pour un matériel particulier, et non une fonction de la longueur d'onde ou de la fréquence.

28. La lumière provenant d'un milieu d'indice de réfraction $n_1 = 1,5$ pénètre dans un milieu d'indice de réfraction $n_2 = 2,0$. Le rapport de la vitesse de la lumière dans le milieu 2 sur la vitesse de la lumière dans le milieu 1 est (i.e. v_2/v_1):

- A. $3/4$
- B. 1 (la vitesse de la lumière est constante)
- C. $4/3$

Les deux prochaines questions se rapportent à la situation suivante :

Deux antennes radio sont distantes de 5 km sur un axe nord-sud sur une côte océanique. Les antennes émettent des signaux radio AM identiques, en phase, à une fréquence de 1,2MHz. Un paquebot situé à 200 km de la côte, navigue vers le Nord avec une vitesse de 12 km/h et passe à l'Est des antennes. Une radio à bord du bateau est réglée sur la fréquence d'émission. A un instant donné, les deux antennes sont à égale distance du bateau. La vitesse des ondes radio est égale à la vitesse de la lumière (3×10^8 m/s). Les distances considérées sont telles que l'approximation des petits angles s'applique.



29. La réception d'un signal radio sur le bateau est maximale lorsque le bateau se trouve à égale distance des deux antennes.

- A. Vrai
- B. Faux

30. L'intervalle de temps écoulé jusqu'au prochain maximum de réception de la radio est d'environ (valeur la plus proche)

- A. 10 min
- B. 20 min
- C. 30 min
- D. 40 min
- E. 50 min

34. Un prisme ($n = 1,39$) dans l'air a un angle critique θ de réflexion totale interne. Si le prisme est immergé dans de l'eau (l'indice de réfraction de l'eau est $n_e=1,33$), comment varie l'angle critique de réflexion totale interne ?
- Il reste identique.
 - Il décroît.
 - Il augmente.
35. Un objet se trouve à 30,0 cm de distance à gauche du centre d'une sphère solide recouverte d'argent, qui a un diamètre de 30,0 cm. Quel est l'agrandissement de l'image produite (la sphère agit comme un miroir courbé) ?
- $M = + 1,00$
 - $M = + 1/3$
 - $M = - 1/3$
 - $M = - 1,00$
 - $M = - 3$
36. Deux fentes séparées de 0,055 mm sont placées à 2,70 m d'un écran et sont illuminées par une lumière cohérente de longueur d'onde 660 nm. L'intensité au centre de la frange centrale est I_0 . Quelle est la plus petite distance sur l'écran entre le centre de la frange centrale (d'intensité maximale) et le point où l'intensité est $I_0/2$? (la largeur des fentes est négligeable).
- 2,0 mm
 - 4,0 mm
 - 8,0 mm
37. Une fente simple de largeur 50,0 μm est illuminée par un faisceau de rayons parallèles de longueur d'onde 632 nm. La figure de diffraction en champ lointain est observée sur un écran situé à une distance de 2,30 m de la fente. L'intensité au milieu de la frange centrale maximale est I_0 . Quelle est la valeur de l'intensité sur un point de l'écran défini par un angle de $1,00^\circ$ par rapport au centre de la figure de diffraction ?
- $0,00609 I_0$
 - $0,0123 I_0$
 - $0,0460 I_0$
 - $0,405 I_0$
 - $0,500 I_0$