

COLLÈGE LIONEL-GROULX – DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

SIGLE DU COURS : NYC

NOM DU CHARGÉ DE COURS : Philippe Laporte

TITRE DU COURS : Ondes, Optiques et Physique Moderne

- EXAMEN INTRA
 EXAMEN FINAL
 EXAMEN DIFFÉRÉ
 EXAMEN FORMATIF

DATE : 7 octobre 2024

DURÉE : 1h40

SALLE : D-306

DIRECTIVES PÉDAGOGIQUES : calculatrice programmable calc. non-prog.
 docu. permise (1 page recto-verso) docu. non-permise
 examen imprimé recto-verso feuille de formules

Nom : _____

Prénom : _____

Groupe : 1 2 3

L'examen est sur 100 (+6) points, a 18 questions et compte pour 20% de la note finale.
Il y a un total de 16 pages à l'examen.

Répondez à **TOUTES LES QUESTIONS** et choisissez la **meilleure** réponse ou les **meilleures** réponses dans le cas où plusieurs choix sont spécifiés.

Vous devez répondre à chaque question en utilisant les concepts et les formules pertinents. Votre démarche doit être transparente et claire. Tout manque de clarté sera la responsabilité de l'étudiant. Les réponses doivent inclure les unités, le cas échéant.

Les dernières pages du document contiennent des informations et formules utiles. Vous pouvez vous en servir dans n'importe quel énoncé, sauf sous mention explicite contraire. Idéalement, veuillez indiquer quelle formule vous utilisez et dans quel contexte, le cas échéant.

Veuillez répondre aux questions **directement dans le document**, dans les espaces alloués. Au besoin, vous pouvez utiliser une autre feuille, en indiquant clairement à quelle question vous répondez.

Il est absolument interdit de sortir durant l'examen. Toute forme de communication ou d'utilisation de matériel non explicitement permis sera considérée comme du plagiat et entraînera les sanctions académiques et disciplinaires pertinentes.

1 Questions à Développement (4 Questions)

1. Considérons un système bloc-ressort. Supposons que le bloc ait une masse de 11 kg et que le ressort (sans masse) ait une constante de rappel de 440 N/m. À un certain moment, le bloc est tiré de l'origine et amené à la position $x = 20$ cm, avant d'être relâché. Si à l'instant $t = 3$ secondes, le bloc est à la position $x = 10$ cm et a une vitesse positive, déterminez :
- (1 Point) De quel type de mouvement il s'agit ;
 - (1 Point) L'amplitude de ce mouvement ;
 - (2 Points) La fréquence angulaire de ce mouvement ;
 - (2 Points) La fréquence de ce mouvement ;
 - (1 Point) La période de ce mouvement ;
 - (4 Points) La constante de phase de ce mouvement ;
 - (1 Point) L'équation globale pour la position de ce mouvement ;
 - (1 Point) L'équation globale pour la vitesse de ce mouvement ;
 - (1 Point) L'équation globale pour l'accélération de ce mouvement ;
 - (2 Points) La relation entre la position et l'accélération (*Indice* : vérifiez que cela satisfasse l'équation différentielle appropriée) ;
 - (3 Points) La position et l'accélération à $t = 10$ s. Que pouvez-vous conclure à l'aide de la partie (j) ?
 - (2 Points Boni) Déterminez d'autres équations pour les équations trouvées en (g) et en (i) et faite la même vérification qu'en (j).
Indice : Pensez au minitest #2 !

Lösung:

- Mouvement Harmonique Simple (MHS) ;
- $A = 0.2\text{m}$
- $\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{440/110} = \sqrt{40} = 2\sqrt{10} \approx 6.32\text{s}^{-1}$
- $T = 2\pi/\omega = \frac{2\pi}{6.32} = \pi \approx 0.993\text{ s.}$
- $f = 1/T = \frac{1}{\pi} \approx 1.007\text{ s}^{-1}$
- $0.1 = 0.2 \sin(2\sqrt{10} \cdot 3 + \phi) \Rightarrow \sin(18.96 + \phi) = 1/2$
 $\Rightarrow 6 + \phi = \arcsin(1/2) \in \{\pi/6, 5\pi/6\}$
 Puisque la vitesse est positive, il faut que $\cos(1/2) > 0$. Cela est vrai pour $\pi/6$.
 $\Rightarrow 18.96 + \phi = \pi/6 \Rightarrow \phi = \pi/6 - 18.96 \approx -18.44$. Cette valeur est < 0 , il faut donc prendre $+6\pi$ (3 cycles complets).
 $\Rightarrow \phi = \pi/6 - 18.96 + 6\pi = 13\pi/6 - 6 \approx 0.413$.
- $x(t) = \frac{1}{5} \sin\left(2\sqrt{10}t + 0.413\right)$

$$(h) v(t) = \frac{2\sqrt{10}}{5} \cos(2\sqrt{10}t + 0.413)$$

$$(i) a(t) = -\frac{40}{5} \sin(2\sqrt{10}t + 0.413) = -8 \sin(2\sqrt{10}t + 0.413)$$

(j) $a(t) = -(2\sqrt{10})^2 x = -40x$. Il s'agit de l'équation différentielle pour le mouvement harmonique simple.

$$(k) x(10) = \frac{1}{5} \sin(2\sqrt{10} \cdot 10 + 0.413) \approx 0.1792$$

$$a(10) = -8 \sin(2\sqrt{10} \cdot 10 + 0.413) \approx -1.433$$

$$-\omega^2 x(10) = -40 \cdot -0.1792 = -1.433 = a(10)$$

L'équation différentielle est respectée.

(l) Le déphasage sera de $\pi/2$: Cela donnerait $\phi_{\cos} = -1.158$. On ne veut pas de négatif. Il faudra ajouter 2π :

$$\phi_{\cos} = \pi/6 - 18.96 + 6\pi - \pi/2 + 2\pi \approx 5.13$$

$$x(t) = \frac{1}{5} \cos(2t + 5.13)$$

$$v(t) = -\frac{2\sqrt{10}}{5} \sin(2\sqrt{10}t + 5.13)$$

$$a(t) = -8 \cos(2\sqrt{10}t + 5.13)$$

Encore une fois, $-\omega^2 x = a$. Que ce soit avec un sinus ou un cosinus, nous avons un mouvement harmonique simple.

2. Un physicien lunatique a réussi à créer un hybride entre un écureuil volant et une chauve-souris, qu'il a appelé un *chauvecureuil* (voir la figure 2 à la page 13)). Les chauvecureux (pluriel irrégulier) se déplacent par écho-location durant la nuit. Ils utilisent des fréquences sonores pour se localiser dans l'espace. Le son émis se propage dans l'espace et se rend jusqu'à un obstacle avant de revenir. Le chauvecureuil peut estimer la position de l'objet avec le son qui lui revient.

Un chauvecureuil moyen émet des fréquences de 50 000 Hz, mange des insectes et peut planer jusqu'à une vitesse de 36 km/h. Considérons un insecte (mais pas un criquet!) au repos sur une branche, vivant sa vie dans son état fondamental.

Pour cette question, supposez que la vitesse du son est 340 m/s.

Note : Pour chacune des questions suivantes, la réponse seule ne vaudra rien. Vous devez justifier votre démarche. *Caveat Calculator* !

- (2 Points) Faites un schéma illustrant la situation où le chauvecureuil vole vers l'insecte.
- (2 Points) Faites un schéma illustrant la situation où le chauvecureuil vole dans la direction opposée d'où est l'insecte.
- (5 Points) Déterminez la fréquence du son se rendant à l'insecte si le chauvecureuil se rapproche de l'insecte.
- (5 Points) Déterminez la fréquence du son se rendant à l'insecte si le chauvecureuil s'éloigne de l'insecte.
- (5 Points) Déterminez la fréquence du son revenant au chauvecureuil si le chauvecureuil se rapproche de l'insecte.
- (5 Points) Déterminez la fréquence du son revenant au chauvecureuil si le chauvecureuil s'éloigne de l'insecte.
- (1 Point) Donnez une hypothèse quant à la capacité du chauvecureuil de s'orienter dans l'espace grâce à son écho-location durant la nuit.

Lösung: Distribution des Points : 1 pt pour l'identification de l'observateur et de la source, 1 pt pour chaque signe (2 total), 1 pt pour l'explication de chaque signe (2 total) et 1 pt pour le calcul.

Pour toutes ces questions, nous utiliserons la formule de l'effet Doppler : $f' = \left(\frac{v_{\text{son}} \pm v_{\text{obs}}}{v_{\text{son}} \mp v_{\text{source}}} \right) f$. De plus, la fréquence initiale sera 50000 Hz.

(a) X

(b) X

(c) Ici, l'observateur est l'insecte ($v = 0$) et la source est le chauvecureuil ($v = 10$ m/s). Puisque la source s'approche de l'observateur, on utilisera le signe - au dénominateur :

$$f' = \left(\frac{v_{\text{son}}}{v_{\text{son}} - v_{\text{source}}} \right) f = \left(\frac{340}{340 - 10} \right) 5 \cdot 10^4 \approx 51515 \text{ Hz}$$

- (d) Maintenant, la source est l'insecte ($v = 0$) (par réflexion) et l'observateur est le chauvecureuil ($v = 10$). Puisque l'observateur approche de la source, on utilisera le signe + au numérateur :

$$f'' = \left(\frac{v_{\text{son}} + v_{\text{obs}}}{v_{\text{son}}} \right) f = \left(\frac{340 + 10}{340} \right) f' \approx 53030 \text{ Hz}$$

- (e) Ici, l'observateur est l'insecte ($v = 0$) et la source est le chauvecureuil ($v = 10$ m/s). Puisque la source s'éloigne de l'observateur, on utilisera le signe + au dénominateur :

$$f' = \left(\frac{v_{\text{son}}}{v_{\text{son}} + v_{\text{source}}} \right) f = \left(\frac{340}{340 + 10} \right) 5 \cdot 10^4 \approx 48571 \text{ Hz}$$

- (f) Maintenant, la source est l'insecte ($v = 0$) (par réflexion) et l'observateur est le chauvecureuil ($v = 10$). Puisque l'observateur s'éloigne de la source, on utilisera le signe - au numérateur :

$$f'' = \left(\frac{v_{\text{son}} - v_{\text{obs}}}{v_{\text{son}}} \right) f = \left(\frac{340 - 10}{340} \right) f' \approx 47142 \text{ Hz}$$

- (g) **Distribution des Points** : 2 pts si la réponse se tient un peu et fait référence (même qualitativement) aux réponses de (d) et (f).

Si le chauvecureuil est capable de faire la différence entre ces deux sons, il pourra déterminer s'il se rapproche de l'insecte ou s'en éloigne. Cela lui permettra d'orienter sa direction de vol pour se rapprocher de la proie. Si en plus le chauvecureuil peut savoir la position (grâce au temps d'écho), il pourra identifier adéquatement la position de l'insecte.

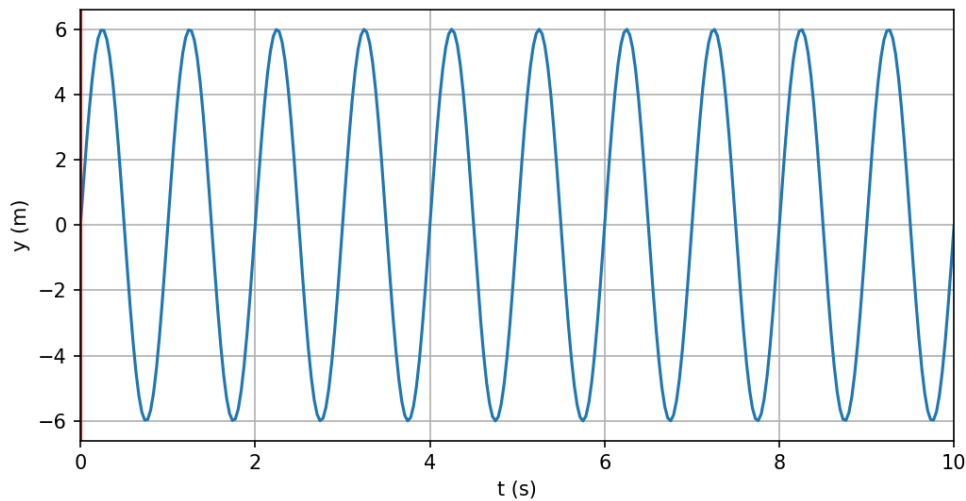


FIGURE 1 – Une onde transversale. Cette image/photo est prise à la position $x = 0$.

3. Considérez l'onde progressive sinusoïdale présentée à la figure 1. Supposons que la longueur d'onde de cette onde soit de 2 mètres et qu'elle se déplace vers la gauche (les x négatifs).
- (2 Points) Déterminez l'amplitude de cette onde ;
 - (2 Points) Déterminez le nombre d'onde de cette onde ;
 - (2 Points) Déterminez la période de cette onde ;
 - (1 Point) Déterminez la fréquence angulaire de cette onde ;
 - (1 Point) Déterminez la fréquence de cette onde ;
 - (2 Points) Déterminez la vitesse de propagation de cette onde ;
 - (2 Points) Déterminez la constante de phase de cette onde ;
 - (2 Points) Déterminez l'équation globale de cette onde.

Lösung:

- $A = 6 \text{ m}$.
- $k = 2\pi/\lambda = \pi \approx 3.1416 \text{ m}^{-1}$.
- $T = 1 \text{ s}$. (Il y a 2 cycles en 2 secondes \Rightarrow 1 cycle/période en 1 seconde).
- $\omega = 2\pi/T = 2\pi/1 = 2\pi \approx 6.28 \text{ Hz}$.
- $f = 1/T = 1/1 = 1 \text{ Hz}$.
- $v = \lambda/T = 2/1 = 2 \text{ m/s}$.
- $y(0, 0) = 0 = \sin(\phi) \Rightarrow \phi \in \{0, \pi\}$.
Puisque la pente est positive, nous voulons avoir le cosinus positif, ce qui implique que $\phi = 0$.
- $y(x, t) = 6 \sin(\pi x - 2\pi t)$.

COLLÈGE LIONEL-GROULX – DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

SIGLE DU COURS : NYC

NOM DU CHARGÉ DE COURS : Philippe Laporte

TITRE DU COURS : Ondes, Optiques et Physique Moderne

4. Notre écureuil national joue dans un band avec le raton laveur. L'écureuil joue du *erhu* (un instrument à cordes est-asiatique, voir la figure 3a à la page 13) et le raton laveur joue du *nadaswaram* (un instrument à vent sud-asiatique, voir la figure 3b à la page 13).

Pour cette question, nous supposons que le *nadaswaram* est un tuyau ouvert de 50 centimètres de longueur.

Pour cette question, nous supposons que les cordes du *erhu* pèsent 1 gramme et mesurent 20 centimètres et que la tension des cordes est de 2N.

- (2 Points) Déterminez la vitesse du son à 20 °C.
- (2 Points) Déterminez la longueur d'onde de la deuxième harmonique du *nadaswaram* si la température de l'air est de 20 °C.
- (4 Points) Déterminez la fréquence de la deuxième harmonique du *nadaswaram* si la température de l'air est de 20 °C.
- (2 Points) Déterminez la vitesse de propagation des ondes sur les cordes du *erhu*.
- (2 Points) Déterminez la longueur d'onde de la deuxième harmonique du *erhu*.
- (4 Points) Déterminez la fréquence de la deuxième harmonique du *erhu*.
- (2 Points) Les réponses en (c) et (f) sont elles les mêmes? Pourquoi? Dans les deux cas, il s'agit de la même harmonique. Attention!
- (4 Points) Quelle devrait être la tension de la corde pour que la deuxième harmonique du *erhu* soit la même que pour le *nadaswaram* (supposons que la longueur et la masse des cordes demeurent les mêmes). Est-ce que cette réponse est réaliste?

Lösung: Pour un tuyau ouvert, les longueurs d'onde des harmoniques sont $\lambda_n = \frac{2L}{n}$ et leur fréquence est $f_n = \frac{nv}{2L}$. Ici, il faut faire attention : v est la vitesse du son! Pour la vitesse du son, il faudra utiliser une des deux formules pour la vitesse du son dans l'air. Pour simplifier, nous prendrons $v_{\text{son}} = 20\sqrt{T_K}$, pour éliminer le facteur de 20. L'autre formule serait autant valide.

Pour une corde attachée aux deux extrémités, les longueurs d'onde des harmoniques sont $\lambda_n = \frac{2L}{n}$ et leur fréquence est $f_n = \frac{nv}{2L}$.

(a) La vitesse du son sera $v_{\text{son},20^\circ\text{C}} = 20\sqrt{20 + 273.15} \approx 342.43$ m/s.

(b) $\lambda_{2,\text{nadaswaram}} = 2L/2 = L = 0.5\text{m}$.

(c) $f_{2,\text{nadaswaram}} = \frac{2v}{2L} \approx \frac{342.43}{0.5} \approx 684.86$ Hz.

(d) $\mu_{\text{erhu}} = m/L = 0.001/0.2 = 0.005$ kg/m.
 $v_{\text{erhu}} = \sqrt{T/\mu} = \sqrt{2/0.005} = \sqrt{400} = 20$ m/s.

(e) $\lambda_{2,\text{erhu}} = 2L/2 = L = 0.2\text{m}$.

(f) $f_{2,\text{erhu}} = \frac{2v}{2L} \approx \frac{20}{0.2} \approx 100$ Hz.

(g) Les deux réponses sont différentes. Il ne s'agit pas du même instrument (différent L) et l'onde n'est pas la même (différent v).

(h)

$$f_{2,\text{nadaswaram}} = f_{2,\text{erhu}}$$

$$684.86 = \frac{2v_{\text{erhu}}}{2L}$$

$$684.86 = \frac{v_{\text{erhu}}}{0.2}$$

$$684.86 \cdot 0.2 = v_{\text{erhu}}$$

$$136.97 = \sqrt{T/\mu}$$

$$\Rightarrow T = (136.97)^2 \mu$$

$$= (136.97)^2 \cdot 0.005$$

$$T \approx 93.81 \text{ N}$$

Cette réponse n'est pas raisonnable. Cette tension équivaut à presque 46 fois la tension initiale. Les cordes risqueraient vraisemblablement de briser !

2 Choix de Réponse (11 Questions)

Choix de réponse (10 points). Choisissez la réponse qui est la plus exacte.

*Vous n'avez **pas** besoin de justifier votre réponse.*

5. (1 Point) Un mouvement harmonique simple est toujours un mouvement périodique.
 Vrai;
 Faux.
 6. (1 Point) Si une source sonore est immobile et un observateur est en mouvement, il y aura présence d'un effet Doppler.
 Vrai;
 Faux.
 7. (1 Point) Une onde peut déplacer de la matière sur une grande distance.
 Vrai;
 Faux.
 8. (1 Point) Une onde peut déplacer de l'énergie sur une grande distance.
 Vrai;
 Faux.
 9. (1 Point) Une onde peut déplacer de la matière sur une (très) courte distance.
 Vrai;
 Faux.
 10. (1 Point) Le son est une onde longitudinale.
 Vrai;
 Faux.
 11. (1 Point) Une onde stationnaire créée par deux ondes aura une amplitude plus petite que celles des deux ondes la composant.
 Vrai;
 Faux.
-

12. (1 Point) Si un tuyau fermé mesure 2 mètres et que la vitesse du son est de 350 m/s, il est possible d'avoir une harmonique de 87.5 Hz de fréquence.
- Vrai ;
 - Faux ;**
 - Il manque des informations ;
 - Écureuil.
13. (1 Point) Si une corde mesure 3 mètres, quelle est la longueur d'onde de la troisième harmonique ?
- 1 m ;**
 - 2 m ;
 - 3 m ;
 - Il manque des informations.
14. (1 Point) Si un tuyau ouvert mesure 3 mètres, quelle est la fréquence de la troisième harmonique ?
- 331 Hz ;
 - 662 Hz ;
 - 993 Hz ;
 - Il manque des informations.**
15. (1 Point Bonus) Quels phénomènes surviennent lorsqu'une onde entre en contact avec un interface ?
- Transmission ;**
 - Production spontanée d'écureuils ;
 - Réflexion ;**
 - Atténuation.**

3 Questions à Court Développement (3 Questions)

16. (5 Points) La définition d'une onde est :

«Une onde est une **perturbation d'un état fondamental.**»

Expliquez brièvement, en vos mots et quelques lignes (2-3), ce que cela signifie, en mettant l'accent sur les mots en gras.

Lösung: Distribution des points : 2 pts pour perturbation, 2 pts pour état fondamental et 1 pt pour la cohérence.

Un exemple de réponse : L'**état fondamental** représente la façon ou manière dont existe un médium de façon générale, sans agent extérieur. Par exemple, l'eau sans agent extérieur sera calme et plate. La **perturbation** viendra déranger cet état de base et causer un changement, qui se propagera dans l'espace. Dans le cas de l'eau, un objet lancé créera un creux temporaire au lieu d'impact, qui se propagera, alors que la vague voudra retrouver son état fondamental.

17. (5 Points) Décrivez brièvement le phénomène de battement pour les ondes et donnez un exemple.

Lösung: Distribution des points : 4 pts pour l'explication, 1 pts pour l'exemple. Il faut mentionner qu'il y a deux sons (ou ondes), qu'il y a superposition et que leur fréquence sont proches, mais pas égales.

Le battement est un phénomène où 2 ondes sonores, de fréquences similaires, mais pas égales, sont perçues au même endroit. Leur somme, au travers du principe de superposition, variera en intensité dans le temps et sera composé d'une enveloppe rapide et d'une enveloppe lente. L'enveloppe lente, si les fréquences initiales sont suffisamment proches, pourra être entendue à l'oreille.

18. (3 Points Boni) Quel est le nom de l'écureuil, la mascotte de classe ?

Lösung: Distribution des points : 0 ou 1 (il faut donner le nom pour le groupe).

Groupe 1 : Sylvie

Groupe 2 : Jerry

Groupe 3 : Émile

4 Illustrations

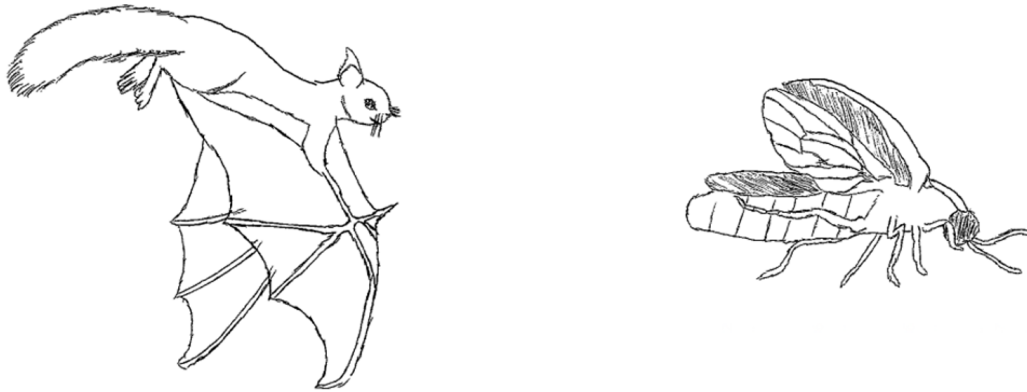


FIGURE 2 – Chauvecreuil (à gauche) et insecte (à droite) pour la question 2 à la page 4.



(a) Homme jouant du erhu.



(b) Nādaswaram

FIGURE 3 – Instruments de musique pour la question 4 à la page 8.

5 Équations Pertinentes

1.a	Mouvement Harmonique Simple	Position	$x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$
1.b	Mouvement Harmonique Simple	Vitesse	$v(t) = A\omega \cos(\omega t + \phi)$
1.c	Mouvement Harmonique Simple	Accélération	$a(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi)$
1.d	Mouvement Harmonique Simple	Équation Différentielle	$\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$
2.	Période		$T = \frac{2\pi}{\omega}$
3.	Fréquence		$f = \frac{1}{T}$
4.a	Fréquence Angulaire	Masse-Ressort	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
4.b	Fréquence Angulaire	Pendule	$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$
5	Onde progressive sinusoïdale		$y(x, t) = A \sin(kx \mp \omega t + \phi)$
6	Vitesse de Propagation		$v = \sqrt{\frac{E}{\mu}}$
7.a	Densité	Linéique	$\mu = \frac{m}{L}$
7.b	Densité	Surfacique	$\sigma = \frac{m}{A}$
7.c	Densité	Volumique	$\rho = \frac{m}{V}$
8	Vitesse de Propagation		$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k} = \lambda f$
9	Fréquence Angulaire		$\omega = \frac{2\pi}{T}$
10	Nombre d'Onde		$k = \frac{2\pi}{\lambda}$
11	Onde Stationnaire		$y(x, t) = A \sin(kx) \cos(\omega t)$
12.a	Onde Résonante	Longueur d'onde	$\lambda_n = \frac{2L}{n}, \quad n \in \{1, 2, 3, \dots\}$
12.b	Onde Résonante	Fréquence	$f_n = \frac{nv}{2L}, \quad n \in \{1, 2, 3, \dots\}$
13	Température		$T_K = T_C + 273.15$
14.a	Vitesse du Son	Air K	$v_{\text{son}} \approx 20\sqrt{T_K}$
14.b	Vitesse du Son	Air C	$v_{\text{son}} \approx 331\sqrt{1 + \frac{T_C}{273.15}}$
14.c	Vitesse du Son	Fluide	$v_{\text{son}} = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$
15.a	Intensité		$I = \frac{P}{A}$
15.b	Intensité		$I = \frac{P}{4\pi r^2}$
16	Décibels		$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$

17.a	Onde Résonante	Tuyau Ouvert	$\lambda_n = \frac{2L}{n}, \quad n \in \{1, 2, 3, \dots\}$
17.b	Onde Résonante	Tuyau Ouvert	$f_n = \frac{nv}{2L}, \quad n \in \{1, 2, 3, \dots\}$
17.c	Onde Résonante	Tuyau Fermé	$\lambda_m = \frac{4L}{m}, \quad m \in \{1, 3, 5, \dots\}$
17.d	Onde Résonante	Tuyau Fermé	$f_m = \frac{mv}{4L}, \quad m \in \{1, 3, 5, \dots\}$
18	Fréquence de Battement		$f_{\text{bat}} = f_1 - f_2 $
19	Effet Doppler		$f' = \left(\frac{v_{\text{son}} \pm v_{\text{obs}}}{v_{\text{son}} \mp v_{\text{source}}} \right) f$
20	Identités Trigonométriques	Déphasage	$\cos(A) = \sin(A + \pi/2)$
21			$\sin^2(A) + \cos^2(A) = 1$
22			$1 + \tan^2(A) = \sec^2(A)$
23			$1 + \cot^2(A) = \csc^2(A)$
24			Somme
25		$\cos(A) + \cos(B) = 2 \cos\left(\frac{A+B}{2}\right) \cos\left(\frac{A-B}{2}\right)$	
28		Symétrie	$\cos(-A) = \cos(A)$
29		AntiSymétrie	$\sin(-A) = -\sin(A)$

COLLÈGE LIONEL-GROULX – DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

SIGLE DU COURS : NYC

NOM DU CHARGÉ DE COURS : Philippe Laporte

TITRE DU COURS : Ondes, Optiques et Physique Moderne

Question	Points	Bonus Points	Score
1	19	2	
2	25	0	
3	14	0	
4	22	0	
5	1	0	
6	1	0	
7	1	0	
8	1	0	
9	1	0	
10	1	0	
11	1	0	
12	1	0	
13	1	0	
14	1	0	
15	0	1	
16	5	0	
17	5	0	
18	0	3	
Total:	100	6	

SIGNATURES: LE CHARGÉ DE COURS _____

LE RÉPONDANT _____
