EXERCICES EXAM DÉCEMBRE 2024 :

1 FLOTTEUR :

a)

$\Rightarrow F = -\rho g S x \Leftrightarrow F = -kx$

$\hookrightarrow k = \rho g S$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,32}{\rho g S}} = 0,53\ s$

b)

$A = 0,03\ m$
$\varphi = \cos$ (CAR PART DE 0)
$\omega = \frac{2\pi}{T} = 11,85\ rad/s$

$\Rightarrow x(t) = -0,03\cos(11,85t + \varphi)$

$\hookrightarrow x(t) = A\cos(\omega t + \varphi)$

2

a) FEU ROUGE :

$\lambda_r = 7.10^{-7}\ Hz$
$\lambda_v = 5,4.10^{-7}\ Hz$

$\nu = \frac{c}{\lambda}$

(CAR SI DONC km/s $\rightarrow$ m/s)

$\nu_r = \frac{3.10^8}{7.10^{-7}} = 4,28.10^{14}$

ν_r EST MOINS AIGU

$\nu_v = \frac{3.10^8}{5,4.10^{-7}} = 5,55.10^{14}$

$S_F R_M$: $\quad \nu_p = \nu_0 \left(1 + \frac{v}{c}\right)$

↳ BUT : isoler v

$$\nu_p = \nu_0 + \nu_0 \cdot \frac{v}{c}$$

$$\nu_p - \nu_0 = \nu_0 \cdot \frac{v}{c}$$

$$\frac{\nu_p - \nu_0}{\nu_0} \cdot c = v$$

$$\frac{5{,}55 \cdot 10^{14} - 4{,}28 \cdot 10^{14}}{4{,}28 \cdot 10^{14}} \cdot 3 \cdot 10^{8} = 89018691{,}59 \text{ m/s}$$

b) PENDULE :

$\ell = 43 \text{ cm} = 0{,}43 \text{ m}$
$T = 1{,}32 \text{ s}$
$g = ?$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

$$\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \frac{\ell}{g}$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot \ell = g$$

$$\left(\frac{2\pi}{0{,}66}\right)^2 \cdot 0{,}43 = 9{,}74 \text{ m/s}^2$$

c) RESSORT :

m_r = négligable
$x = 4 \text{ cm} = 0{,}04 \text{ m}$
$m_t = 120 \text{ g} = 0{,}12 \text{ kg}$

$\}\ x = -0{,}04 \text{ m}$

$$k = \frac{m \cdot a}{x} = \frac{0{,}12 \cdot 9{,}81}{0{,}04} = 29{,}43 \text{ N/m}$$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}39\,s$

$\nu = \frac{1}{T} = 2{,}5\,Hz$

3 ONDE TRANSVERSALE :

a)

$A = 0{,}25\,m$
$T = \frac{5}{3} = 1{,}66$

$\lambda = 0{,}7\,m$
$\nu = \frac{1}{T} = 0{,}6\,Hz$

$c = \frac{\lambda}{T} = 0{,}42\,m/s$

$\omega = 2\pi\nu = 2{,}63\,rad/s$

b)

$y(x,t) = 0{,}25 \cdot \sin\frac{2\pi}{0{,}7}\cdot(x - 0{,}42t)$

4

a)

$T_1 \qquad T_2 = \frac{T_1}{2}$

$\nu_1 = \frac{1}{T_1} \qquad \nu_2 = \frac{1}{1}\cdot\frac{2}{T_1} = \frac{2}{T_1}$

Si $T \searrow$ alors $\nu \nearrow$
$\Rightarrow$ OPP. DE PHASE

b)

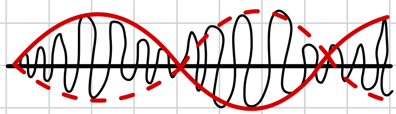
"TU SAIS PAS VOIR PLUS PETIT QUE L'ONDE"

$\nu = 150.10^3$ Hz
$= 1,5.10^5$ Hz

$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{340}{1,5.10^5} = 2,26.10^{-3}$ m

c)

440 Hz et 444,4 Hz



$\nu_1 = 440$ Hz
$\nu_2 = 444,4$ Hz

IL S'AGIT DE L'ÉQUATION QUI DÉCRIT LE MOUVEMENT (C'EST PAS CE QUI EST DEMANDÉ DANS L'ÉNONCÉ)

$\omega_1 = 2\pi 440$
$\omega_2 = 2\pi 444,4$

5556,9

$$\cos(2\pi 440 t) + \cos(2\pi 444,4 t) = 2\cos\left(\frac{(2\pi 440 + 2\pi 444,4)}{2}.t\right)$$

$-27,6$

$$.\left(\frac{(2\pi 440 - 2\pi 444,4)}{2}.t\right)$$

$$= 2\cos\left(\frac{5556.9}{2}.t\right)\cos\left(\frac{-27,6}{2}t\right)$$

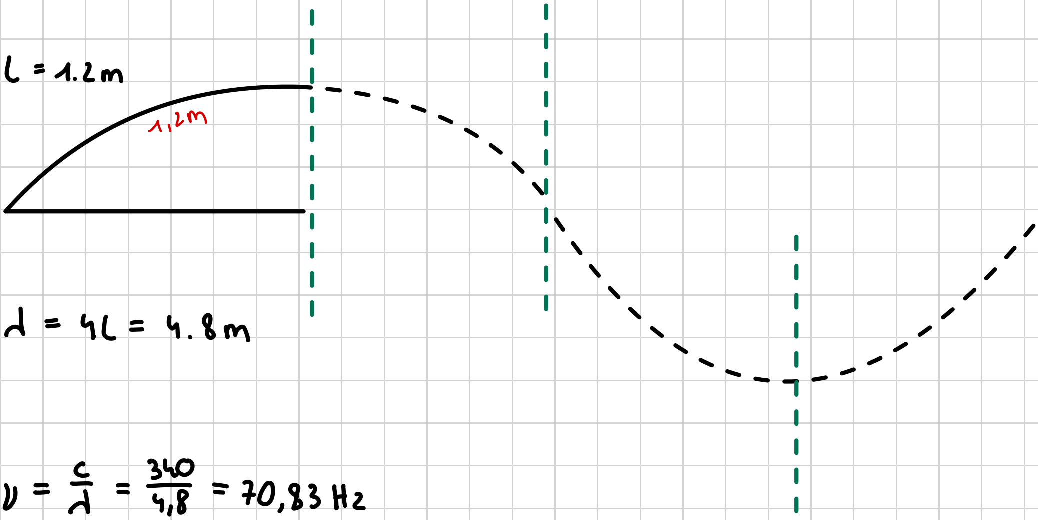
$\nu_0 = 440$ Hz
$\nu_1 = 440.\underbrace{\sqrt{1,01}}_{\text{PERMET DE FAIRE 1\% EN +}} = 442,19$ Hz

$\nu_{\text{battement}} = 442,19 - 440 = 2,19$ Hz

⑤ ORGUE :

a)

$L = 1.2m$

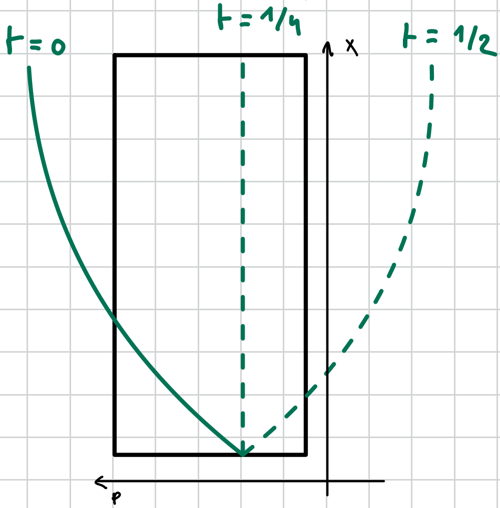


$\lambda = 4L = 4.8m$

b)

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{340}{4,8} = 70,83\ Hz$$

c)



d)

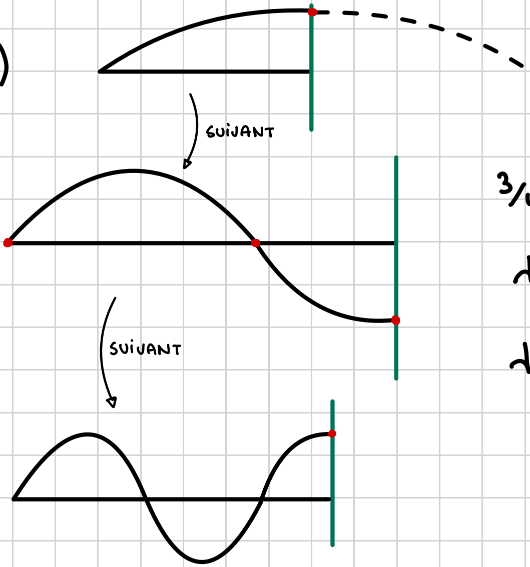
$$(x,t) = 1 . \sin(1,3x) . \cos(448,8t)$$

$A = 1$

$T = \frac{1}{\nu} = 0,014s$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 448,8\ rad/s$

e)



⚠ IMPORTANT QU'IL FINNISE PAS EN O

$\frac{3}{4}\lambda = L$

$\lambda = \frac{4}{3}L$

×3

$\lambda_0 = 4L$

$\nu_1 = 3 . \nu_0$

$\nu_1 = 3 . 70,83 = 212,4\ Hz$

⑥

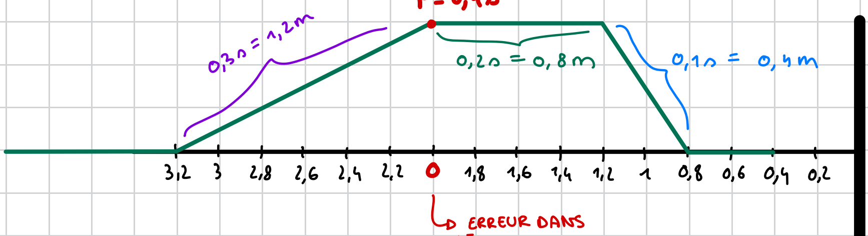
a)

$c = 4\ m/s$

↳ $0,4\ m / 0,1\ s$

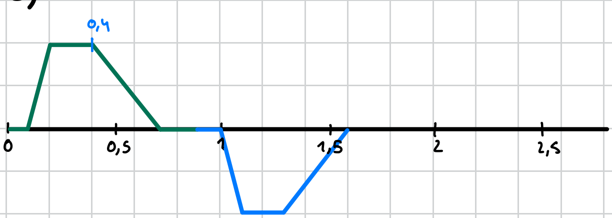
⚠ FAIRE L'ONDE A L'ENVERS

t = 0,4s



↳ ERREUR DANS L'ÉNONCER DONC ON MET LE O LÀ

b)



doit parcourir 2,4 m
= 0,6s + 0,4s = 1s
avant d'être réfléchi

7 :

a)

$S_M R_F$

$v = 20\ m/s$
$\nu_0 = 1000\ Hz$
$c = 340\ m/s$

$$\nu_p = \frac{1000}{1 + \frac{20}{340}} = 944{,}4\ Hz$$

+ CAR S'ÉLOIGNE

b)

$S_M R_F$

$$\nu_p = \frac{\nu_0}{1 - \frac{v}{c}} = 1062{,}5\ Hz$$

CAR SE RAPPROCHE

c) 1000 HZ

d) 1. $S_M R_F$

$$\nu_p = \frac{1000}{1 - \frac{20}{340}} = 1062{,}5\ Hz$$

2. $S_F R_M$

$$\nu_p = 1062{,}5 \cdot \left(1 + \frac{20}{340}\right) = 1125\ Hz$$

①

candidat révision

Un flotteur de section S est placé dans l'eau. Sa masse est m. On note son enfoncement dans l'eau x et on observe le repos à $x=0$.
Enfoncé d'une distance x, il déplace un volume Sx d'eau, soit une masse d'eau ρSx (où ρ est la masse volumique de l'eau, 1000kg m^{-3}). Cela correspond à un poids $g\rho Sx$. Vous savez tous que
«tout corps plongé dans un liquide subit une force verticale dirigée de bas en haut égale au poids du volume d'eau déplacé »

Bref ! Tout ça pour dire que le flotteur de masse m subit une force liée à son déplacement x.

$$F=-\rho g S x$$

(si x est négatif – enfoncement –, F est positif – vers le haut –)

Cela nous fourni un bel oscillateur harmonique.

a) Quelle est la période de l'oscillation du flotteur?

Données pour une boîte à conserve:
S= 45cm² = 0.0045m²
g= 9.81m s^{-2}
ρ= 1000kg m^{-3}
m= 0.32 kg

b) Ecrire l'équation du mouvement du flotteur si sa position initiale est un enfoncement dans l'eau de 3 cm.

Bonus: l'expérience montre que la période observée est sensiblement plus longue que cette prévision. Proposer un aspect qui n'a pas été pris en compte et qui va dans ce sens.

②

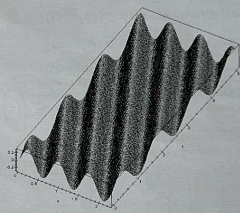
a) La longueur d'onde de la lumière rouge est de 0.7µm (7 10^{-7}m), celle du vert est de 0.54µm. Trouver les fréquences (elles sont très élevées!) associée à ces ondes lumineuses.
Il est possible de prendre un feu rouge pour un feu vert grâce à l'effet Doppler. Faut-il se rapprocher ou s'éloigner du feu? Et à quelle vitesse (franchement digne d'un scénario de SF!)?

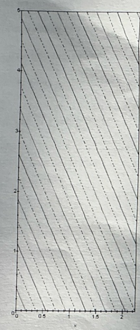
b) Un pendule de 43cm de longueur va de droite à gauche (et réciproquement!) en 0.66s. Quelle est la valeur de l'accélération de la pesanteur à cet endroit?

c) Un ressort de masse négligeable se contracte de 4cm quand on pose sur lui une masse de 120g. Quelle est la constante de rappel du ressort? Quelle sera la fréquence d'oscillation du système masse+ressort ?

③

Une onde transversale agit dans un milieu unidimensionnel et le graphe décrivant l'évolution spatio-temporelle de celui-ci est le suivant (les unités sont celles du SI) :





a) A l'aide des graphes et de calculs simples, déterminez les grandeurs caractéristiques de l'onde: période, longueur d'onde, fréquence, vitesse, amplitude, fréquence angulaire. Si la grandeur est visible sur un graphe, indiquez-là sur ce dernier.

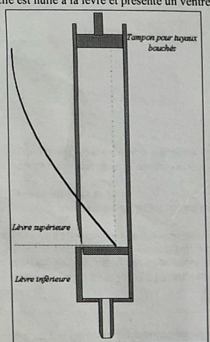
b) Donnez l'équation décrivant la position verticale $y(x,t)$ de tout point x à tout instant t

④

a) Deux pendules identiques oscillent avec une période T. L'un des pendules est modifié et sa période a été divisée par 2. Quelle est la modification qui a été faite ?
b) Les chauves-souris font usage de son de fréquence pouvant atteindre 150 (kHz). Quelle est la taille minimale des "objets" qu'elles peuvent détecter par écholocation ?
c) Deux cordes identiques de piano sont toutes les deux accordées à 440 Hz. La tension dans l'une est augmentée de 1 %. Les deux cordes sont alors excitées et elles émettent leurs fréquences fondamentales. Quelle sera la fréquence des battements ?

⑤

Dans un tuyau d'orgue de 1.2m de long, fermé à son extrémité, le graphique de la pression du mode fondamental est le suivant : Elle est nulle à la lèvre et présente un ventre à son tampon.



C'est une partie de sinusoïdale.

→ A l'exam

a) Quelle est la longueur d'onde du signal en entier ?

b) Si le son se propage à 340 ms^{-1}, quelle est la fréquence du son obtenu ?

c) Esquissez le graphe de la pression (et identifiez clairement sur le dessin)
après ¼ période
après ½ période
après 3/4 période

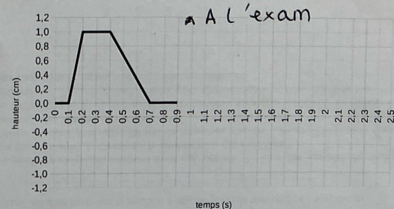
d) Donnez l'équation donnant la pression $P(x,t)$ à la position x mesurée depuis la lèvre, pour tout instant t. (Amplitude arbitrairement choisie à 1)

e) Esquissez l'harmonique suivante qui respecte les règles évoquées ci-dessus. Quelle est sa fréquence ?

⑥

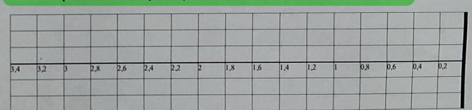
On observe une petite lampe fixée à un tuyau, deux mètres à gauche d'un mur. On note sa hauteur en fonction du temps, ce qui donne le graphique suivant.

→ A l'exam



L'onde qui à généré ce mouvement se propage vers le mur (de gauche à droite) à une vitesse de c = 4ms^{-1}.

a) Représentez la photo du tuyau à l'instant t = 0.4 s (l'échelle verticale peut être exagérée, c'est la forme et la position de l'onde qui compte). Indiquez bien où est la lampe à cet instant.



b) Complétez le premier graphique sachant que l'onde est réfléchie par le mur.

⑦

4. Une ambulance s'éloigne d'une personne attendant le bus et s'approche de l'hôpital avec une vitesse de 20 m/s. La sirène de l'ambulance émet un son de fréquence égale à 1000 Hz. La vitesse de propagation du son dans l'air est de 340 m/s.
a) Quelle est la fréquence du son perçu directement par la personne ?

b) Quelle est la fréquence du son pour la personne, après réflexion sur la façade de l'hôpital ?

c) Quelle est la fréquence du son perçu directement par le conducteur de l'ambulance.

d) Quelle est la fréquence du son pour le conducteur, après réflexion sur la façade ?

1) Vérifier que

a) $x=\sqrt{t}$ est une des solutions (les trouver toutes, c'est une autre affaire!) de l'équation différentielle $\frac{d^2}{dt^2}x=\frac{-1}{4x^3}$

b) $x=\frac{1}{t}+at^2$ n'est pas solution de l'équation différentielle $\frac{d^2}{dt^2}x=2x^3$

2) Un ressort de constante de rappel $k=15Nm^{-1}$ sert à mettre en mouvement une masse de 130g. On écarte la masse de 6cm de sa position d'équilibre. Donner les principales caractéristiques du mouvement observé à son lâcher.

3) Un nageur de 80kg monte sur un plongeoir. Celui-ci s'abaisse de 10cm. Pour l'oscillation, le plongeoir agit comme une masse additionnelle de 20kg. Quelle est la période de l'oscillation du plongeoir/nageur.

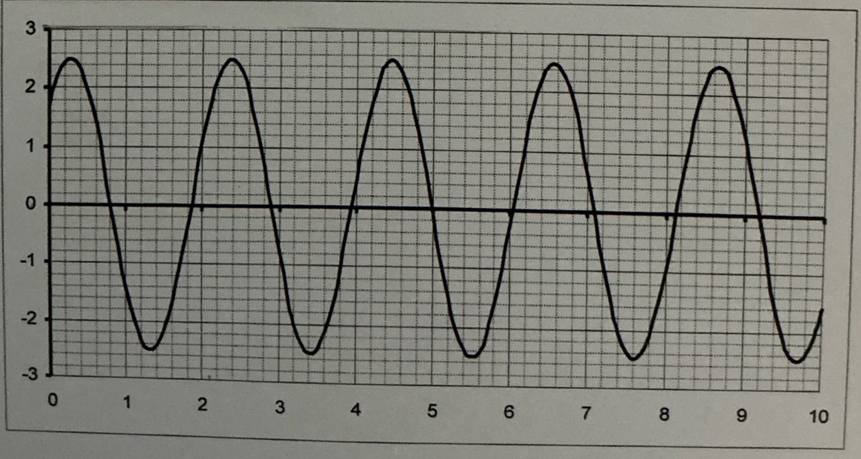
4) Un ressort est au repos. On y attache une masse de 200g; elle descend. Pas de chance... on a oublié de prendre un mètre. Comment déterminer l'élongation avec un chronomètre et en faisant osciller la masse autour de la position cherchée? (l'ensemble de l'appareil est placé dans le champ de pesanteur d'accélération $g=10\ ms^{-2}$)

5) Si un pendule oscille avec une période de 0.7s sur Terre ($g=9.81\ ms^{-2}$)

a) Quelle est sa longueur
b) Comment oscille-t-il sur la lune ? ($g=1.6\ s^{-2}$)
c) Comment oscille-t-il si sa longueur est quadruplée ?

6) On pousse légèrement sur une masse de 1.2 kg. Elle revient à sa position et oscille à une fréquence de 3.5Hz. Avec quelle force faut-il la pousser pour qu'elle bouge de 2cm?

7) Déterminer toutes les caractéristiques pertinentes du mouvement y(t) suivant. Ecrire l'équation décrivant ce mouvement. (unites en SI)



1

a) $x = \sqrt{t}$

$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \cdot t^{-\frac{1}{2}}$

$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{1}{4} \cdot t^{-\frac{3}{2}}$

$\downarrow$ ON REMPLACE

$-\frac{1}{4} \cdot t^{-\frac{3}{2}} = \frac{-1}{4 \cdot (\sqrt{t})^3}$

$-\frac{1}{4} t^{-\frac{3}{2}} = \frac{-1}{4} \cdot \frac{1}{(t)^{3/2}}$

$-\frac{1}{4} t^{-\frac{3}{2}} = -\frac{1}{4} \cdot t^{-\frac{3}{2}}$

b)

$x = \frac{1}{t} + at^2$ $\qquad \frac{d^2x}{dt^2} = 2x^3$

$\frac{dx}{dt} = \underbrace{(t^{-1})'}_{\hookrightarrow -t^{-2}} + 2at$

$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{2}{t^3} + 2a$

$-\frac{2}{t^3} + 2a \overset{?}{=} 2 \cdot \left(\frac{1}{t} + at^2\right)^3$ X

2

$k = 15\,N/m$

$m = 0{,}13\,kg$

$x = 0{,}06\,m$

$F = -kx$

$= -15 \cdot 0{,}06 = 0{,}9\,N$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0{,}13}{15}} = 0{,}58\,s$

$\nu = \frac{1}{0{,}58} = 1{,}72\,Hz$

$\omega = 2\pi\nu = 10{,}8\,rad/s$

$x(t) = 0{,}06 \cdot (10{,}8t + \varphi)$

③

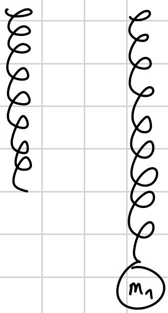
$m_1 = 80\ kg$
$x = 0{,}1\ m$
$m_2 = 20\ kg$

$T = ?$

$$k = \frac{m_2 \cdot a}{x} = \frac{20 \cdot 9{,}81}{0{,}1} = 1962\ N/m$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{80}{1962}} = 1{,}27\ s$$

④



$m_1 = 0{,}2\ kg$
$g = 9{,}81\ m/s^2$

$\Rightarrow$ determiner T
ex: $T = 1{,}3\ s$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad \frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{m}{k} \qquad \frac{\frac{T^2}{4\pi^2}}{m} = \frac{1}{k}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2 . m} = \frac{1}{k} \quad \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

Trouver x :

$F = -kx$
$m.g = -kx$
$\frac{mg}{k} = x$

$$\frac{0{,}2 . 9{,}81}{\frac{4\pi^2 . 0{,}2}{1{,}3}} = x = \frac{0{,}\cancel{2} . 9{,}81 . 1{,}3}{4\pi^2 . 0{,}\cancel{2}} = 0{,}32\ m$$

5

$T = 0{,}7\,s$

a)

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \frac{l}{g}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2} \cdot g = l = 0{,}12\,m$$

b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}12}{1.6}} = 1{,}72\,s$

$\nu = \frac{1}{1{,}72} = 0{,}58\,Hz$

$\omega = 2\pi \cdot 0{,}58 = 3{,}64\,rad/s$

c) $l = 0{,}48\,m$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}48}{9{,}81}} = 1{,}39\,s$

$\nu = 0{,}71\,Hz$

$\omega = 4{,}5\,rad/s$

6

$m = 1{,}2\,kg$

$\nu = 3{,}5\,Hz$

$T = 0{,}28\,s$

$\omega = 22\,rad/s$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 604{,}26\,N/m$

$F = 604{,}26 \cdot 0{,}02$

$F = 12\,N$

7

$A = 2{,}5$

$d = 2$

$T = \dfrac{9{,}7 - 1{,}3}{4} = 2{,}1\,s$

$\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2{,}99$ rad/s

$x(t) = 2{,}5 \sin(2{,}99t + \varphi)$

Oscillation harmonique simple, système bloc-ressort
Extraits de "Physique 1: mécanique" Harris Benson
(Sélection)

E2. (I) La position d'une particule est donnée par x = 0,03 sin(20 πt +π/4), où x est en mètres et t en secondes. À quel instant (t > 0), (a) la position, (b) la vitesse et (c) l'accélération atteignent-elles pour la première fois une valeur maximale (positive ou négative)? A faire après avoir esquisser le graphe x(t)
E3. (II) Lorsque deux adultes de masse totale 150 kg entrent dans une automobile de masse 1450 kg, l'automobile s'affaisse de 1 cm. (a) Quelle est la constante de rappel d'un des 4 ressorts de la suspension? (b) Quelle est la période des oscillations lorsque l'automobile chargée passe sur une bosse?
E9. (II) Un ressort vertical s'allonge de 0,16 m lorsqu'on y attache un bloc de masse m = 0,5 kg. Il s'immobilise. On tire dessus pour lui donner un allongement supplémentaire de 0,08 m et on le lâche. Écrivez l'équation de la position x(t) à partir de l'équilibre.
E10. (II) Avec un bloc de masse m, la fréquence d'un système bloc-ressort est égale à 1,2 Hz. Lorsqu'on y ajoute 50 g, la fréquence tombe à 0,9 Hz. Trouvez m et la constante de rappel du ressort.
E39. (I) Une particule prend 0,6 s pour parcourir les 24 cm qu'il y a entre les deux extrémités de son mouvement harmonique simple. Trouvez: l'amplitude et la fréquence angulaire.
E45. (I) Un système bloc-ressort oscille avec une amplitude de 10 cm et une période de 2,5 s. Quelle serait sa nouvelle période si: (a) on doublait l'amplitude; (b) on doublait la masse du bloc; (c) on doublait la constante de rappel du ressort?
E46. (I) Lorsqu'on attache un objet de 25 g à un ressort vertical, il s'étire de 16 cm. Quelle serait la période d'oscillation d'un objet de 40 g attaché à ce ressort?
E49. (I) Un plateau de 0,5 kg étire de 14 cm le ressort vertical d'une balance. Lorsqu'on place un poisson sur ce plateau, le système oscille à une fréquence de 1,048 Hz. Quelle est la masse du poisson?
E52. (II) Une particule en mouvement harmonique simple passe à x = 0 une fois par seconde. À t = 0, x = 0 et sa vitesse est négative. La distance totale parcourue en un cycle complet est de 60 cm. Quelle est la position en fonction du temps de cette particule?
E59. (II) Un bloc de masse inconnue est attaché à l'extrémité d'un ressort vertical. Lorsqu'on y suspend un second bloc de 50 g, le ressort s'allonge de 38 cm supplémentaires. La période d'oscillation sans le second bloc de 50 g est de 0,8 s. Trouvez : (a) la constante de rappel du ressort; (b) la masse du premier bloc.
E60. (II) Un objet de 10 g attaché à l'extrémité d'un ressort horizontal (k = 1,25 N/m) comprimé de 5 cm est relâché à t= 0. Écrivez l'équation de la position en fonction du temps.

<u>**Réponses**</u> aux exercices de numéros impairs: (cela permet de vous entraîner)
E3. (a) 3,68 x 10^4 N/m ;(b) 0,655 s
E9. (a) x(t) = 0,0800 cos(7,83t) m;
(L'axe x, positif vers le bas, a son origine à la position d'équilibre du bloc.)
E39. (a) 12,0 cm, 5,24 rad/s
E45. (a) La période ne change pas; (b) 3,54 s; (c) 1,77 s
E59. (a) 1,29 N/m ;(b) 0,0209 kg

E2

$x = 0{,}03 \sin(20\pi t + \pi/4)$

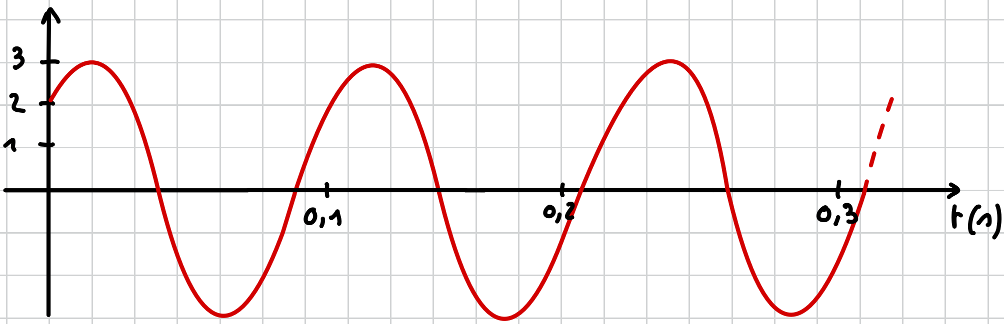
$\omega = 20\pi$

$T = \frac{2\pi}{20\pi} = 0{,}1\ s$

$\nu = 10\ Hz$

$A = 0{,}03\ m = 3\ cm$

$\varphi = \pi/4 = 45°$



a)

$6{,}5\ c = 0{,}1\ s$

$1c = \frac{0{,}1}{6{,}5} = 0{,}015\ s \rightarrow M$

b)

$x = 0{,}03 \sin(20\pi t + \pi/4)$

$\frac{dx}{dt} = v = 20\pi \cdot 0{,}03 \cos(20\pi t + \pi/4)$

$v_{max} = 20\pi \cdot 0{,}03 = 1{,}88\ m/s$

c)

$\frac{d^2x}{dt^2} = a = -20\pi^2 \cdot 0{,}03 \sin(20\pi t + \pi/4)$

$a = 5{,}9\ m/s^2$

E3)

$m_T = 150\,kg$

$m_v = 1450\,kg$

$x = 1\,cm = 0{,}01\,m \ (m_{T+v})$

a) $k/4 = ?$

$$k = \frac{m \cdot a}{x} = \frac{150 \cdot 9{,}81}{0{,}01} = 147150\ N/m$$

$$k/4 = 36787{,}5\ N/m$$

b)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{1600}{147150}} = 0{,}65\,s$$

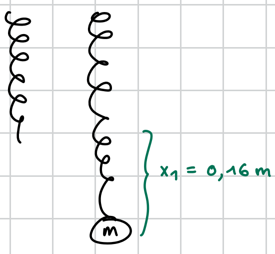
E9)

$x = 0{,}16\,m$

$m = 0{,}5\,kg$

$x_2 = 0{,}08\,m$

$x(t) =$



$$k = \frac{m \cdot a}{x} = \frac{0{,}5 \cdot 9{,}81}{0{,}16} = 30{,}65\ N/m$$

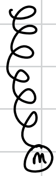
$A = -0{,}08$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 7{,}83\ rad/s$

$$x(t) = 0{,}08 \cos(7{,}83t)$$

E10)

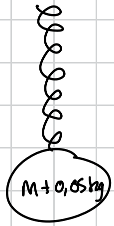
$m = m$
$\nu = 1{,}2\,Hz$
$T = 0{,}83\,s$
$\omega = 7{,}54\,rad/s$



$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$

$\omega^2 \cdot m = k$

$m = m + 0{,}05\,kg$
$\nu_2 = 0{,}9\,Hz$
$T_2 = 1{,}11\,s$
$\omega_2 = 5{,}65\,rad/s$



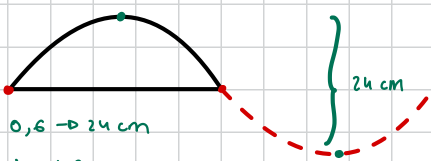
$(7{,}54)^2 \cdot m_1 = (m_1 + 0{,}05) \cdot (5{,}65)^2$

$7{,}54^2 \cdot m_1 = 5{,}65^2 \cdot m_1 + (0{,}05 \cdot 5{,}65^2)$
$-(0{,}05 \cdot 5{,}65^2) = 5{,}65^2 \cdot m_1 - 7{,}54^2\, m_1$
$-(0{,}05 \cdot 5{,}65^2) = m_1 (5{,}65^2 - 7{,}54^2)$
$-\left(\frac{0{,}05 \cdot 5{,}65^2}{5{,}65^2 - 7{,}54^2}\right) = m_1 = 0{,}064\,kg$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}114}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 \cdot 0{,}114}{1{,}11^2} = 3{,}65\,N/m$

E39)

$T = 0{,}6\,s \times 2$
$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1{,}2} = 5{,}23\,rad/s$



0,6 → 24 cm
λ = 48 cm
1,2 → 48 cm (λ)

$A = \frac{24}{2} = 12\,cm$

E45)

$A = 0,1\,m$
$T = 2,5\,s$
$\nu = 0,4\,Hz$
$\omega = 2,51\,rad/s$

a)

$T = ?$

PAS DE MODIF.

b)

$m \times 2$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{2m}{k}}$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sqrt{2}$
$T = 2,5 \cdot \sqrt{2} = 3,53\,s$

c)

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2}}$

$T = 2,5 \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} = 1,77\,s$

E46)

$m = 0,025\,kg$
$x = 0,16\,m$
$k = \frac{m \cdot a}{x} = 1,53\,N/m$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{0,04}{1,53}} = 1,01\,s$

E49)

$m = 0{,}5\,kg$
$x = 0{,}14\,m$
$k = \frac{m.a}{x} = 35\ N/m$
$T = 2\pi.\sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}75\,s$
$\nu = 1{,}33\,Hz$

$\nu = 1{,}048\,Hz$ $\quad m_2 =$
$T = 0{,}95\,s$

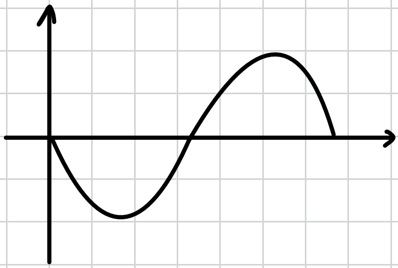
$$T = 2\pi.\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$$

$$\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = \frac{m_1 + m_2}{k}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2}.k - m_1 = m_2 = 0{,}3\,kg$$

E52)

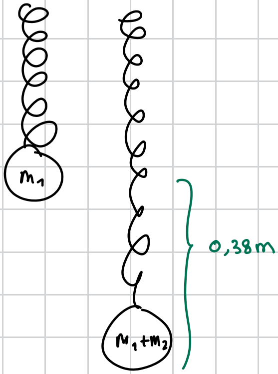
$T = 2\,s$ $\quad A = 60/4 = 15\,cm$
$d = 0{,}6\,m$ $\quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$



$$x(t) = -0{,}15\sin(\pi t)$$

ES9)

$m_1 = ?$



$m_2 = 0{,}05\ kg$

$x_2 = 0{,}38\ m$

$T_1 = 0{,}8\ s$

$\nu_1 = 1{,}25\ Hz$

a) $k = ?$

$$k = \frac{m_2 \cdot a}{x_2} = \frac{0{,}05 \cdot 9{,}81}{0{,}38} = 1{,}29\ N/m$$

b)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2} \cdot k = m = 0{,}0209\ kg$$

E60)

$m = 0{,}01\ kg$

$k = 1{,}25\ N/m$

$x = 0{,}05\ m$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}56\ s$

$\nu = 1{,}78\ Hz$

$\omega = 11{,}21$

$$x(t) = -0{,}05 \cos(11{,}21t + \varphi)$$

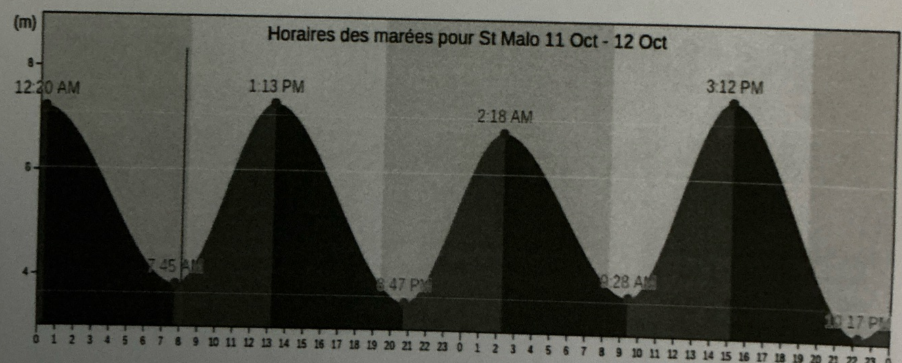
1) On peut mesurer l'accélération de la pesanteur g à l'aide d'un pendule. Une longue observation permet d'avoir une estimation précise de la période. Un pendule de 5,18m de long oscille 150 fois en 11 min 23 sec. Quelle est la valeur de g à cet endroit ? (3 décimales)

2) Un ressort de constante de rappel k=15 Nm^{-1} met en mouvement oscillant une masse de 140g. Quelle est la fréquence de l'oscillation ?

3) On attache à un ressort une masse de 120g. Après immobilisation, on l'écarte (vers le bas) de 10cm de la position d'équilibre, grâce à une force de 8N. On la lâche. Au bout de combien de temps aura-t-elle atteint le sommet ? Ecrire l'équation du mouvement autour de la position d'équilibre. ($x(t)$ = ...)
Esquisser le graphe de ce mouvement au cours du temps en annotant la position de départ, l'équilibre, l'amplitude, la période ou la fréquence.

4) On considère une force qui dépend de la distance x selon la loi
$$f=12\beta\sqrt{x}$$
Une masse m est soumise à cette force et se met en mouvement. Montrer que
$$x=\frac{\beta^2}{m^2}t^4$$
est une solution (très particulière) de l'équation $f = m\,a$.

5) Voici les infos des marées à St-Malo ce matin :



Vendredi 11 octobre 2024, 08:06 CEST (GMT +0200). La marée est en train de monter à St Malo. Comme vous pouvez le voir dans la courbe des marées, la maree la plus haute de 7.3m est à 13:13 et la maree la plus basse de 3.5m est à 20:47. **Cliquez ici pour voir les**

Profitez des indications graphiques *et celles du descriptif* pour donner une expression mathématique *réaliste* de cette marée (vous pouvez supposer que la première marée haute a été observée à minuit pile et que tout est décalé... si vous gérez bien les 20', c'est en bonus). Vous pouvez choisir vos unités. Justifiez vos calculs.

①

$g = ?$

$\ell = 5{,}18\ m$

150 x en 11 min 23

683 s

$T = 4{,}55\ s$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{\ell}{g}$

$\frac{T^2 \ell}{4\pi^2} = \frac{1}{g}$

$\frac{4\pi^2}{T^2 \ell} = g = 9{,}87\ m/s^2$

②

$k = 15\ n/m$

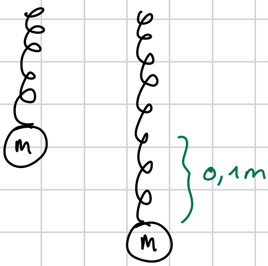
$m = 0{,}14\ kg$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}6\ s$

③

$m = 0{,}12\ kg$

$A = -0{,}1\ m$



$F = 8N$

$F = -kx$

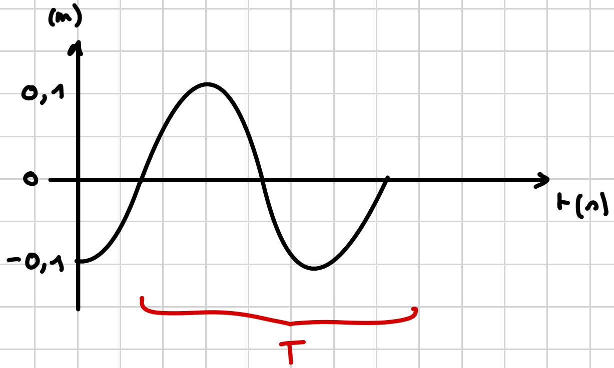
$\frac{F}{x} = k = 80\ N/m$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}24\ s$

$\nu = 4{,}16\ Hz$

$\omega = 26{,}18\ rad/s$

$x(t) = -0{,}1 \cos(26{,}18t + \varphi)$



Après 0,12s ⇒ sommet

4

$$f = 12\beta\sqrt{x}$$

$$x = \frac{\beta^2}{m^2}t^4$$

$$\frac{dx}{t} = \frac{\beta^2}{m^2}4t^3$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{\beta^2}{m^2}.12t^2$$

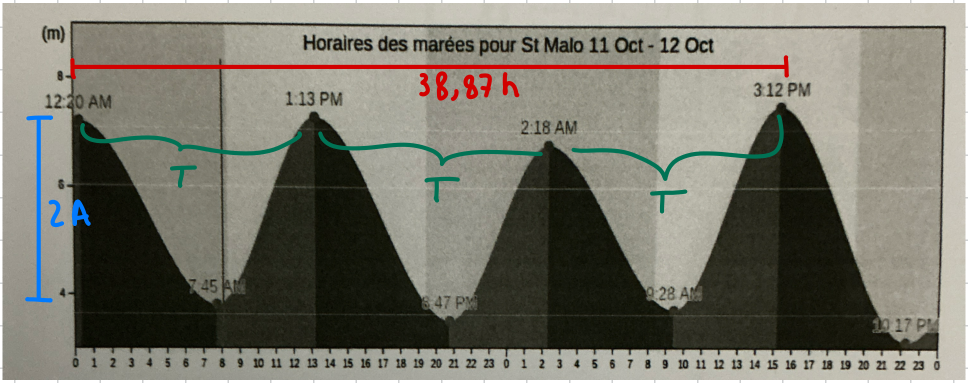
$$f = m.a$$

$$12\beta\sqrt{\frac{\beta^2}{m^2}t^4} = m.\frac{\beta^2}{m^2}.12t^2$$

$$\cancel{12}\beta.\frac{\beta}{m}.t^2 = \frac{\beta^2}{m}.\cancel{12}t^2$$

$$\frac{\beta^2}{m}.t^2 = \frac{\beta^2}{m}.t^2$$

5

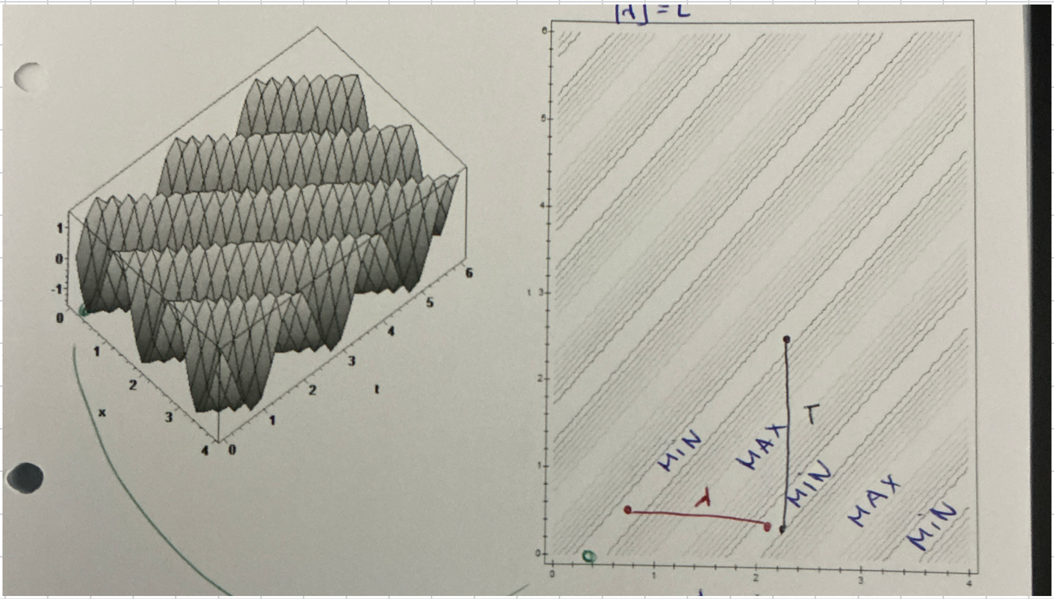


$$T = \frac{38,87}{3} = 12,95\ h$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 0,485\ rad/h$$

2 cm = 2m
1 cm = 1m
3,5 / 2 = 1,75m
A = 1,75m

$$x(t) = 1,75 \cos(0,485t)$$



A = 1
T = 2s
$$\lambda = \frac{4}{2,5} = 1,6m$$

$$c = \frac{\lambda}{T} = 0,8$$

$$y(x,t) = 1,6 \cos \frac{2\pi}{1,6} \cdot (x - 0,8t)$$

1. Deux sources émettent des ronds dans l'eau de manière synchrone. La vitesse de propagation de l'onde est de 2m/s; la fréquence émise est de 10Hz. Les deux sources sont distantes de 1m. On considère un point situé à 75cm d'une source et 40cm de l'autre. Les ondes perçues en ce point et issues des sources sont-elles en phases ou en opposition de phase? Trouver un autre point où les ondes arrivent en phase, un autre où elles arrivent en opposition de phase.

2. Deux haut-parleurs émettent en phase un son à 520Hz. Ils sont distants de 2.5m. En étant sur la médiatrice, à 15m devant eux, on entend un son d'intensité maximale. Quel déplacement latéral doit-on faire pour passer à une intensité minimale? Donner les angles des trois premières directions les plus sonores. (approximation à la Young)

3. On émet un son face à un mur distant de d m. Quel son choisir pour que l'écho et l'onde émise se combine de manière constructive, perpendiculairement au mur ? (Penser que la réflexion provient d'une source miroir, en phase, et calculer en termes de distance et déphasage) Appliquer à d = 3.5m.

4. On accorde un instrument à l'aide d'un diapason 440Hz. On entend un battement dont l'oscillation dure 0.5s. Quelle est la fréquence jouée par l'instrument ? Marquer sur un dessin schématique à quoi correspond le 0.5s, le 440Hz.

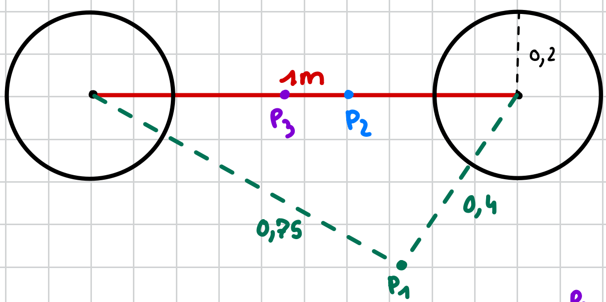
1

$c = 2\,m/s$

$\nu = 10\,Hz$

$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{2}{10} = 0{,}2\,m$

1c = 0,1m



P1 ⇒ OPP.

$0{,}75 = 0{,}4 + n\lambda$

$0{,}75 = 0{,}4 + \underbrace{1{,}75}_{\neq n} \cdot 0{,}2$

P2 ⇒ PHASE

$0{,}6 = 0{,}4 + n\lambda$

$0{,}6 = 0{,}4 + \underbrace{1}_{= n} \cdot 0{,}2$

P3 ⇒ OPP.

$0{,}55 = 0{,}45 + \frac{\lambda}{2}$

$0{,}55 = 0{,}45 + 0{,}1$

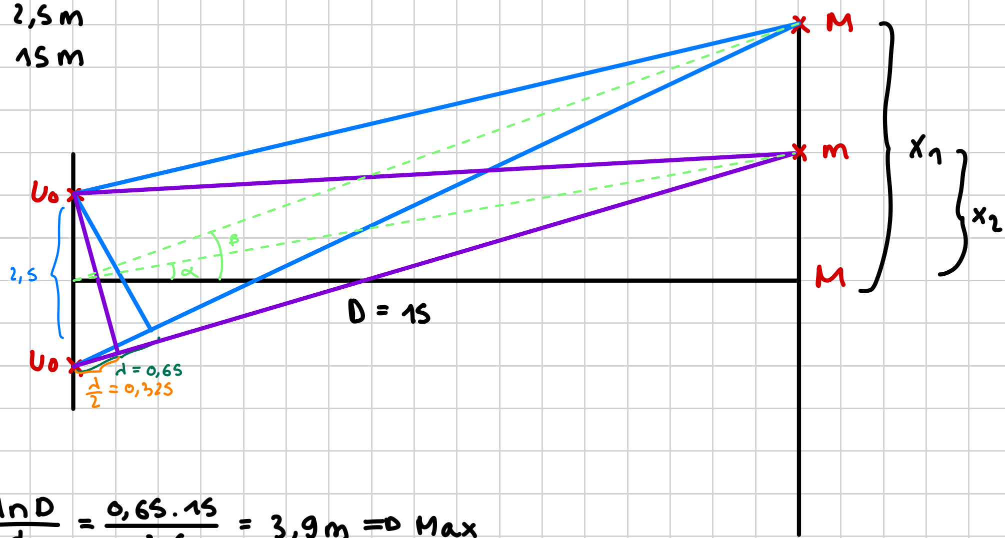
②

$\nu_0 = 520\ Hz$ $T = 0{,}0019\ s$

$\nu_0 = 520\ Hz$ $\lambda = 0{,}65\ m$

$d = 2{,}5\ m$

$D = 15\ m$



$$x_1 = \frac{\lambda n D}{d} = \frac{0{,}65 \cdot 15}{2{,}5} = 3{,}9\ m \Rightarrow \text{Max}$$

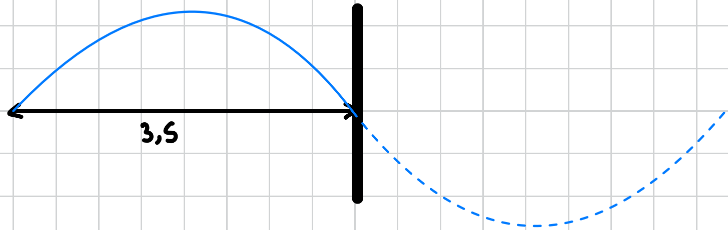
$$x_2 = \frac{\lambda/2\ n D}{d} = \frac{0{,}325 \cdot 15}{2{,}5} = 1{,}95 \Rightarrow \text{Min}$$

$$\alpha \equiv \sin\alpha = \frac{1{,}95}{15} = \arcsin 0{,}13 = 7{,}47°$$

$$\beta \equiv \sin\beta = \frac{3{,}9}{15} = \arcsin 0{,}26 = 15{,}07°$$

$$3e\ \measuredangle \equiv \frac{\frac{1{,}3 \cdot 15}{2{,}5}}{15} = \arcsin 0{,}52 = 31{,}33°$$

③



$\lambda = 7$ $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{340}{7} = 48{,}57\ Hz$

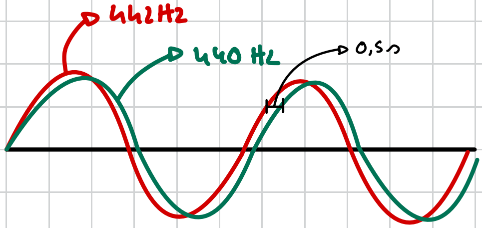
(4)

$\nu_0 = 440\ Hz$

$T = 0{,}5\ s$

$\nu = 2\ Hz$

$\nu_1 = 442\ Hz$



(1)

$F = -\rho g S x$

a) $T = ?$

$k = -\rho g S = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}0045 = 44{,}145\ N/m$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0{,}32}{44{,}145}} = 0{,}534\ s$

b)

$x(t) = A\cos(\omega t)$

$A = -0{,}03\,m$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 11{,}74\ rad/s$

$x(t) = -0{,}03\cos(11{,}74\,t)$

(2)

a)

$\lambda_r = 7.10^{-7}$ m
$\lambda_v = 5,4.10^{-7}$ m

$\nu.\lambda = c$
$\nu_r = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.10^8}{7.10^{-7}} = 4,28.10^{14}$
$\nu_v = \frac{3.10^8}{5,4.10^{-7}} = 5,56.10^{14}$

$r \rightarrow v$
se rapproches car $\nu \nearrow$

$S_F \, R_M$

$\nu_p = \nu_0 \left(1 + \frac{v}{c}\right)$

$\nu_p = \nu_0 + \nu_0 . \frac{v}{c}$

$\frac{\nu_p - \nu_0}{\nu_0} . c = v$

$= 89018691,59$ m/s

b)

$l = 43$ cm $= 0,43$ m
$T = 0,66 \times 2$
$g = ?$

$T = 2\pi . \sqrt{\frac{l}{g}}$

$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{l}{g} \Rightarrow \frac{4\pi^2}{T^2} . l = g$

c)

$x = -0{,}04\,m$
$m = 0{,}12\,kg$
$k = \frac{m \cdot a}{x} = 29{,}43\,N/m$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}4\,s$
$\upsilon = 2{,}5\,Hz$

3

a)

$T = 1{,}66\,s$
$\lambda = \frac{2{,}2}{3} = 0{,}7$
$\upsilon = 0{,}6$
$c = 0{,}42$
$A = 0{,}25$
$\omega = 3{,}78$

b) $y(x,t) = 0{,}25 \sin \frac{2\pi}{0{,}7} \cdot (x - 0{,}42\,t)$

4

a)
$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi_2} = \frac{l}{g}$ $\qquad \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot g = l$

$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ $\qquad \frac{10^2}{4\pi^2} \cdot 9{,}81 = 25$

$\div 4$

$\frac{5^2}{4\pi^2} \cdot 9{,}81 = 6{,}2$

b)

$\nu = 1{,}5 \cdot 10^5$ Hz

$c = \lambda \nu$

$\frac{c}{\nu} = \lambda = 0{,}00226$ m

c)

$\nu_1 = 440$ Hz

$\nu_2 = 440 \cdot \sqrt{1{,}01} = 441{,}2$ Hz

$\nu_b = 2{,}2$ Hz

5

$L = 1{,}2$ m

$\lambda = 4L = 4{,}8$ m

$c = \lambda \nu$

$\frac{c}{\lambda} = \nu = 70{,}83$ Hz

$P(x,t) = 1 \cdot \sin \frac{2\pi}{4{,}8} \cdot x \cdot \cos \frac{2\pi}{0{,}014} t$

$\nu_n = \nu_0 \cdot (n+1)$

$\left.\begin{array}{l} \lambda = \frac{3}{4} L \\ \lambda_0 = 4L \end{array}\right\} \times 3$

$\nu_1 = 3 \cdot \nu_0 = 212{,}4$ Hz

E60)

$m = 0{,}01$ kg
$k = 1{,}25$ N/m
$x = 0{,}05$ m

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}56$ s
$\omega = 11{,}21$ rad/s

$$x(t) = 0{,}05 \cos(11{,}21 t)$$

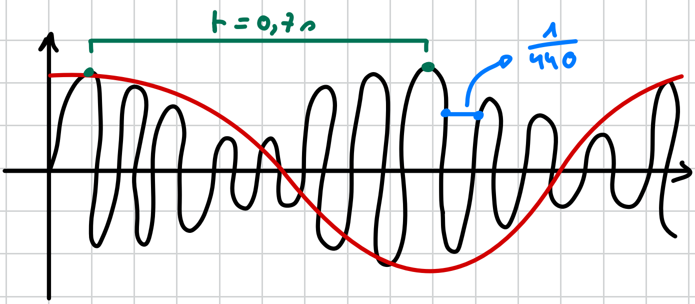
$A = 0{,}8$
$T = 0{,}65$ s
$\nu = 1{,}54$
$\lambda = 0{,}4$
$\omega = 9{,}66$

$$y(x,t) = 0{,}8 \sin \frac{2\pi x}{0{,}4} \cdot \cos \frac{2\pi t}{0{,}65}$$

- 440 Hz + battement de 0,7 s

$T = 0{,}7$
$\nu = 1{,}42$ Hz

$$\begin{cases} 438{,}58 \text{ Hz} \\ 441{,}42 \text{ Hz} \end{cases}$$



$$\cos(\omega_1 t) + \cos(\omega_2 t) = 2\cos\left(\frac{\omega_1+\omega_2}{2} t\right) \cdot \cos\left(\frac{\omega_1-\omega_2}{2} t\right)$$

• PIN (440 Hz) - - - - - - - - PON (440 Hz)

1 s ⟶ DANS L'AMBULANCE

415 Hz

SMRF $\quad \nu_p = \dfrac{\nu_0}{1-\frac{v}{c}}$

$$\nu_p \cdot \left(1-\frac{v}{c}\right) = \nu_0$$

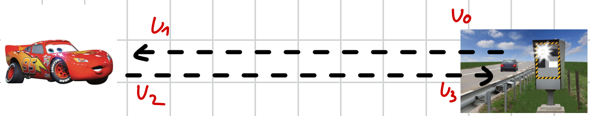
$$\nu_p - \nu_p \cdot \frac{v}{c} = \nu_0$$

$$\nu_p - \nu_0 = \nu_p \cdot \frac{v}{c}$$

$$\underbrace{\left(\frac{\nu_p - \nu_0}{\nu_p}\right)}_{= 0,036} \cdot c = v$$

$$v = 12,29 \text{ m/s}$$

$= 0,036 \implies 1 - 0,036 = T = 0,964 \text{ s}$ ⟶ PERÇU PAR MOI

• 

$v = 108$ km/h
$\quad = 30$ m/s

$c = 3.10^8$ m/s
$\nu = 1.10^9$ Hz

SFRM $\quad \nu_p = 1.10^9 \left(1 + \dfrac{30}{3.10^8}\right) = 1000000100 \text{ Hz} = \nu_1$

SMRF $\quad \nu_3 = \dfrac{\nu_2}{1 - \frac{+v}{c}} = 100\,0000\,200 \text{ Hz}$

$\nu_b = |\nu_1 - \nu_3| = 100$ Hz

1

$\lambda = 0{,}3\,m$
$\ell = 300\,m$
$m = 30\,kg$
$\rho = \frac{300}{30} = 10\ kg/m$

$F_T = 400\,N$

$c = \sqrt{\frac{400}{10}} = 6{,}32\ m/s$

2

$\nu = 250\,Hz$
$A = 0{,}026\,m$
$\delta = 0{,}12\ kg/m$
$F_T = 140\,N$

a)

$c = \sqrt{\frac{140}{0{,}12}} = 34{,}15\,m/s$

$c = \lambda . \nu$
$\frac{c}{\nu} = \lambda = 0{,}13\ m$

b)

$y(x,t) = 0{,}026\ \sin \frac{2\pi}{0{,}13}\ (x - 34{,}15t)$

c)

3

4

$$y(x,t) = 0,48 \sin(5,6x + 84t)$$

a) $5,6 = k = \frac{2\pi}{\lambda}$

$$\frac{2\pi}{k} = \lambda = 1,12\ m$$

b) $\nu = ?$

$\omega = 84$

$\omega = 2\pi\nu$

$\frac{84}{2\pi} = 13,36\ Hz$

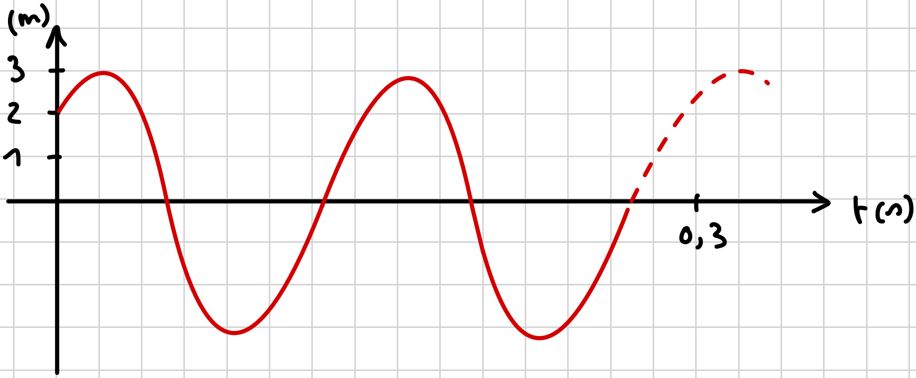
c) $c = \lambda\nu = 14,97\ m/s$

d) $A = 0,48\ m$

e)

E2)

$x(t) = 0{,}03 \sin(20\pi t + \pi/4)$



$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{20\pi} = 0{,}1\,s$

a) $\frac{\pi}{2} \Rightarrow$ Max

b) $\frac{dx}{dt} = v = 20\pi \cdot 0{,}03 \cos(20\pi t + \pi/4)$

$20\pi t + \pi/4 = 1$

$20\pi t = 1 - \pi/4$

$t = \frac{1 - \pi/4}{20\pi}$

$t = 0{,}0034\,s$

$v = 1{,}88\,m/s$

c) $-20\pi^2 \cdot 0{,}03 \sin(20\pi t + \pi/4)$

$a = 0{,}10\,m/s^2$

1)

$m = 0{,}1\ kg$

$T = 0{,}5\ s$

$\nu = 2\ Hz$

$$0{,}5 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0{,}1}{k}}$$

$$\frac{0{,}5^2}{4\pi^2} = \frac{0{,}1}{k}$$

$$\frac{4\pi^2 \cdot 0{,}1}{0{,}5^2} = 15{,}8\ N/m$$

$$k = \frac{m \cdot a}{x}$$

$$\frac{1}{k} \cdot m \cdot a = x$$

$$x = 0{,}06\ m$$