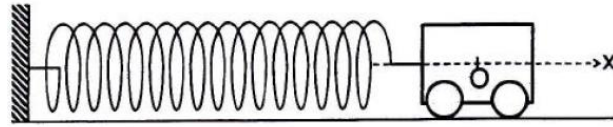


Questions Examen partie B

Repêchage 2016 : Oscillateur mécanique 16 points

Un wagon de masse m , relié à une extrémité d'un ressort à spires non jointives, effectue des oscillations sans frottements dans une direction horizontale.



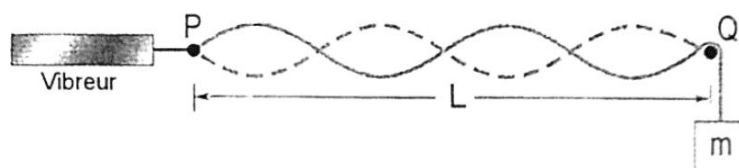
- 1) Etablir l'équation différentielle du mouvement de cet oscillateur par la méthode énergétique. (4p)
- 2) Proposer une solution et vérifier qu'il s'agit bien d'une solution de l'équation différentielle. (3p)
- 3) Les affirmations suivantes sont-elles vraies pour l'oscillateur décrit ici ? Donner une justification.
 - a) Les vecteurs accélération et vitesse du wagon ont à chaque instant le même sens. (1p)
 - b) Si on remplaçait le ressort par un ressort ayant une constante de raideur deux fois plus grande, la période des oscillations serait deux fois plus courte. (2p)
- 4) On considère maintenant que le wagon est soumis à une faible force de frottement lors de ses oscillations.
 - a) Décrire l'influence de ce faible amortissement sur le mouvement du wagon à l'aide d'un graphique. (2p)
 - b) On relie l'oscillateur faiblement amorti à un exciteur dont on peut choisir la fréquence de vibration. Décrire le mouvement du wagon en fonction de la fréquence de l'exciteur. (4p)

Ondes stationnaire : 11 points repêchage septembre 2006

L'équation d'une onde stationnaire dans une corde de longueur 40 cm est donnée par l'expression :

$$y(x, t) = 0,04 \sin(5\pi x) \cos(40\pi t)$$

- 3.1 Déterminer les positions de tous les nœuds sur la corde et préciser le nombre de fuseaux. (3)
- 3.2 Calculer la fréquence de vibration d'un point quelconque (qui n'est pas un nœud) de la corde. (1)
- 3.3 Calculer la vitesse de propagation des deux ondes progressives dont l'interférence produit l'onde stationnaire. (2)
- 3.4 Établir la formule des fréquences de résonance d'une corde fixée entre deux extrémités. (3)
- 3.5 La partie de la corde tendue entre les extrémités P et Q a une longueur de 1,2 m et une masse linéique de $1,6 \text{ g/m}$. L'extrémité P est fixée à un vibreur qui vibre avec une fréquence de 120 Hz. L'amplitude du point P est tellement petite que le point P peut être considéré comme un nœud. Calculer la masse m qui doit être accrochée à la corde pour que la corde vibre dans le mode de la 3^{ème} harmonique. (2)



Fente de Young : Juin 2011

III. Interférences lumineuses [3, 4]

On réalise une expérience d'interférences lumineuses avec le dispositif des fentes de Young. La distance entre les fentes vaut 1,0 mm et la distance du plan des fentes à l'écran d'observation E mesure 2,0 m.

1. Les 2 fentes S_1 et S_2 sont éclairées par une onde lumineuse bleue de fréquence $\nu_1 = 625000$ GHz.

Calculer l'interfrange i_1 observé sur l'écran E.

2. S_1 et S_2 sont maintenant éclairées par une onde lumineuse rouge-orangé de longueur d'onde λ_2 . On constate alors que le milieu de la seconde frange sombre occupe la place qu'occupait le milieu de la seconde frange brillante du système de franges précédent. La frange centrale est notée zéro.

Déduire de cette expérience λ_2 .

Fente de Young : juin 2021

II. Fentes de Young (2 + 5 + 2 + 1 + 4 + 3 = 17)

Deux fentes O_1 et O_2 séparées d'une distance $a = 0,4$ mm sont éclairées par un laser monochromatique.

Un écran est placé parallèlement au plan des fentes à une distance $D = 8$ m.

1. Est-ce que les observations faites lors de cette expérience confirment la nature ondulatoire ou la nature corpusculaire de la lumière ? Justifier. (2)
2. Pour un point M d'abscisse x de l'écran, établir (en fonction de a et de D) l'expression de la différence de marche de deux ondes lumineuses issues respectivement de O_1 et O_2 . (5)
3. En déduire l'expression mathématique de la position des franges claires. (2)
4. En déduire l'expression mathématique de l'interfrange. (1)
5. On mesure que 16 franges claires sont séparées de 13,26 cm. En déduire la longueur d'onde (en nm) ainsi que la fréquence du laser. (4)
6. Si on répète cette expérience en utilisant un faisceau d'électrons plutôt qu'un laser, on peut réaliser des observations similaires. Les électrons initialement au repos sont accélérés par une tension U . Déterminer, en fonction de U , e et de la masse m d'un électron, l'expression littérale de la longueur d'onde associée aux électrons. (3)

Petites Questions Juin 2021

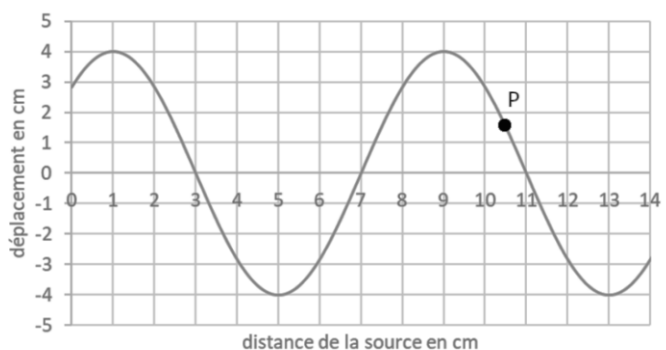
3. Un pendule élastique est caractérisé par l'équation horaire (en unités SI) suivante :

$$x(t) = 0,05 \cdot \cos(5\pi t + \pi)$$

- a. Que vaut sa fréquence ? (1)
- b. Que valent son élongation et sa vitesse v_x à l'instant $t = 0,75$ s ? (2)
- c. Est-ce que ce pendule est amorti ? Justifier. (1)

4. La figure ci-contre montre, à un instant donné, une onde transversale qui se propage de la gauche vers la droite. La fréquence de la source vaut 50 Hz.

- a. Que vaut la célérité de l'onde ? (2)
- b. Vers où est-ce que le point P est en train de se déplacer à l'instant représenté ? (1)



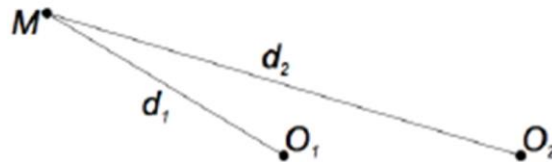
Ondes à 2 dimensions Juin 2020

D. Ondes progressives (11 pts)

Deux lames vibrantes, parfaitement synchrones et d'équations $y_{01}(t) = y_{02}(t) = A \cdot \sin(2\pi \frac{t}{T})$, sont munies chacune d'une pointe qui produit respectivement en un point O_1 et O_2 de la surface d'une nappe d'eau, des ondes transversales, sinusoïdales, d'amplitude A , se propageant dans toutes les directions du liquide avec une célérité constante c . On néglige tout amortissement.

1. Quand dit-on qu'une onde est transversale ? (2 pts)

Soit M un point de la surface de l'eau situé à la distance d_1 de O_1 et à la distance d_2 de O_2 comme le montre le schéma suivant :



2. Écrire (sans l'établir) l'équation horaire $y_1(t)$ que l'onde venant de O_1 impose au point M et (sans l'établir) l'équation horaire $y_2(t)$ que l'onde venant de O_2 impose également au point M . (2 pts)

3. Établir la condition à laquelle doit satisfaire $d_2 - d_1$ afin que les ondes arrivent en M en opposition de phase. (4 pts)

Application :

4. Sachant que la fréquence des deux lames est $f = 10$ Hz et que $c = 2,5$ m/s, en déduire la longueur d'onde λ puis calculer la distance $d_2 - d_1$ la plus petite afin que les ondes arrivent en M en opposition de phase. (1 + 2 pts)

Examen 2020 _ 3

A. Pendule élastique (14)

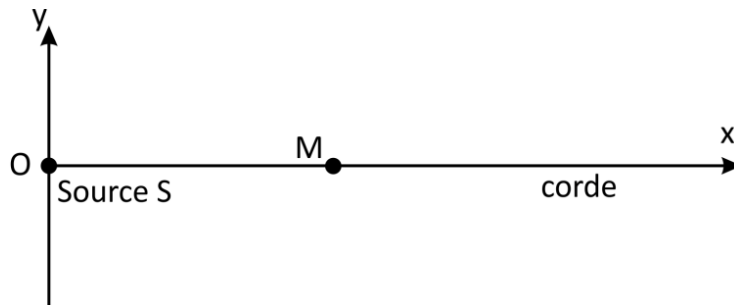
1. Etablir l'équation différentielle d'un pendule élastique horizontal non amorti. Une figure convenable (avec repère) est exigée. (5)
2. Démontrer sous quelle condition une fonction de la forme $x(t) = X_m \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de cette équation. (2)
3. Pour un pendule élastique, on constate que
 - sa vitesse maximale vaut $v_m = 50 \frac{cm}{s}$
 - sa vitesse vaut $v_1 = 30 \frac{cm}{s}$ lorsqu'il se trouve en l'abscisse $x_1 = 16$ cm.

Partir de la **conservation de l'énergie** pour en déduire la pulsation propre du pendule. (4)

4. Un **autre** pendule élastique possède une période propre de 4 s.
 - a. Que vaut la raideur du ressort si la masse du corps attaché vaut 750 g ? (2)
 - b. A l'instant $t = 0$ s, le corps passe par sa position d'équilibre. Indiquer la date du passage suivant par cette position. (1)

B. Onde progressive (9)

Le mouvement d'une source S peut être décrit par la fonction $y_S(t) = Y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$. Cette source est reliée à une des extrémités (O) d'une corde horizontale très longue.



1. Etablir l'équation d'onde indiquant l'état vibratoire de n'importe quel point d'abscisse x de la corde à n'importe quel instant t . On néglige tout amortissement et toute réflexion. Préciser le nom de chaque grandeur introduite pendant la démonstration. (5)
2. L'onde étudiée dans la suite peut être décrite par l'équation numérique suivante (en unités SI) :

$$y(x, t) = 0,04 \cdot \sin(20\pi t - 4\pi x + \pi)$$

Déterminer...

- a. ... la célérité de l'onde. (2)
- b. ... l'équation horaire du point M situé à $0,3 \text{ m}$ de la source. (1)
- c. ... l'équation numérique indiquant l'évolution temporelle de la vitesse de ce point M. (1)

C. Ondes stationnaires (11)

Une corde de masse linéique μ est tendue entre 2 points A et B tels que $AB = L$. En A, un vibreur impose une oscillation harmonique transversale de fréquence f . Le point B est fixe. Pour des valeurs précises de f , L , μ et de la tension F (régnant dans la corde), on observe le phénomène d'onde stationnaire.

1. Discuter le rôle du point B. Expliquer la formation d'ondes stationnaires en insistant sur ce qui se passe en un ventre de vibration et un nœud de vibration. (3)
2. Ecrire la relation entre L et le nombre de fuseaux n . En déduire la relation permettant de calculer, en fonction de n , L , F et μ les fréquences donnant lieu à une onde stationnaire. (2)
3. Est-ce que les affirmations suivantes sont vraies ou fausses ? Justifier. (3)
 - a. Si on coupe une corde en son milieu, les deux parties obtenues ont une masse linéique qui vaut le double de celle la corde entière.
 - b. L'élongation d'un ventre de vibration n'est jamais nulle.
 - c. Lorsque $L = \frac{\lambda}{2}$, tous les points de la corde (à l'exception des nœuds) vibrent en phase.
4. Une corde dont la partie vibrante possède une longueur $L = 1,5 \text{ m}$ et une masse $m = 8,1 \text{ g}$ est excitée par un vibreur imposant une fréquence de $16,2 \text{ Hz}$. On observe une onde stationnaire à 5 ventres. Calculer la tension dans la corde. (3)