➤ DS nº1

Samedi 05 octobre 2013

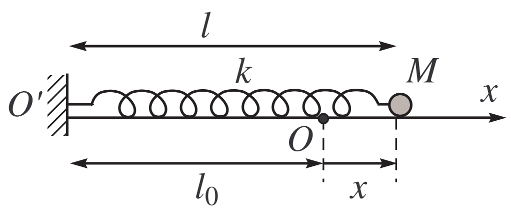
Consignes de rédaction :

- **Chaque réponse doit être précédée de sa justification**
➜ Aucun raisonnement, aucun point.
- Ne surtout pas oublier ls unités dans les applications numériques !
- **les résultats devront être encadrés à la règle**, chaque copie numérotée, portant votre nom et votre **code copie** en haut à gauche.
- La calculatrice est autorisée.

Physique

I Oscillateur mécanique horizontal

Un point matériel M pouvant glisser sans frottement sur un support plan horizontal est attaché à un ressort de longueur à vide l_0 et de constante de raideur k. On note $x(t)$ le déplacement du point M par rapport à sa positon d'équilibre O.



1) Par application du principe fondamental de la dynamique, établir l'équation différentielle vérifiée par x au cours du mouvement.

2) Résoudre l'équation dans le cas où le point matériel est écartée de sa position d'équilibre de la quantité x_0 et lâchée avec une vitesse initiale $\overrightarrow{v_0} = v_0\overrightarrow{e_x}$?

3) Rappeler l'expression de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle élastique et de l'énergie mécanique.

4) Exprimer l'énergie potentielle du point matériel en fonction de x. Tracer $\mathcal{E}_p(x)$ c'est-à-dire l'énergie potentielle élastique en fonction de x.

5) Comment évolue l'énergie mécanique au cours du mouvement ? En déduire l'expression de l'énergie cinétique du point matériel en fonction de x. Tracer l'évolution de l'énergie cinétique en fonction de x.

6) Retrouver l'équation différentielle établie en **1)** à partir de l'expression de l'énergie mécanique. Conseil : dériver l'énergie mécanique par rapport au temps.

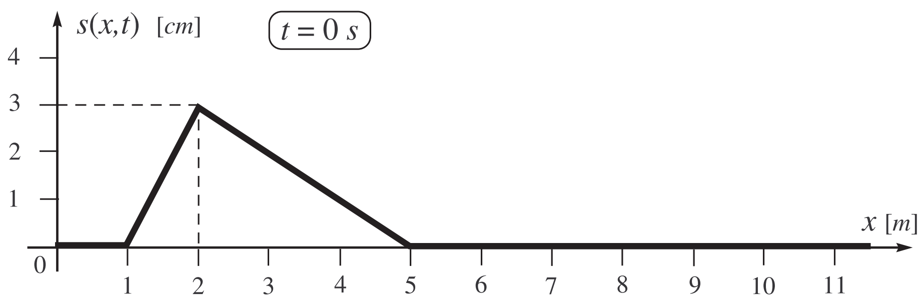
Par une méthode énergétique, déterminer :

7) l'amplitude des oscillations ;

8) la vitesse maximale du point matériel.

II Évolution temporelle d'une onde

On considère l'onde $s(x,t)$ représentée ci-dessous à la date $t = 0\ s$, se propageant à la célérité $c = 1\ m.s^{-1}$ dans le sens des x croissants.

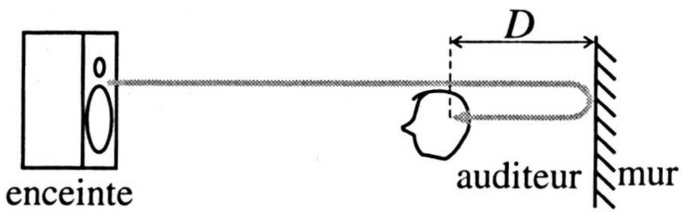


1) Représenter la forme de l'onde à l'instant $t = 3\ s$.

2) Un récepteur est placé à l'abscisse $x_0 = 5\ m$. Tracer l'évolution temporelle du signal reçu par ce récepteur.

III Écoute musicale et interférences

La qualité de l'écoute musicale que l'on obtient avec une chaine hi-fi dépend de la manière dont les enceintes sont disposées par rapport à l'auditeur. On dit qu'il faut absolument éviter la configuration représentée sur la figure : présence d'un mur à distance D, trop courte derrière l'auditeur.



Comme représenté sur la figure, l'onde issue de l'enceinte se réfléchit sur le mur.
On note $v = 342\ m.s^{-1}$ la célérité du son dans l'air.
La réflexion sur le mur ne s'accompagne d'aucun déphasage pour la surpression acoustique, grandeur à laquelle l'oreille est sensible.

1) Exprimer le décalage temporel τ qui existe entre les deux ondes arrivant dans l'oreille de l'auditeur : onde arrivant directement et onde réfléchie.

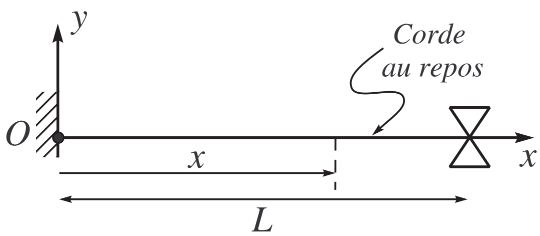
2) En déduire le déphasage $\Delta\varphi$ de ces deux ondes supposées sinusoïdales de fréquence f.

3) Expliquer pourquoi il y a un risque d'atténuation de l'amplitude de l'onde pour certaines fréquences. Exprimer ces fréquences en fonction d'un entier p. Quelle condition devrait vérifier D pour qu'aucune de ces fréquence ne soit dans le domaine audible ? Est-elle réalisable ?

4) Expliquer qualitativement pourquoi on évite l'effet nuisible en éloignant l'auditeur du mur

IV Onde stationnaire et cordes de guitare

Une corde de guitare de longueur L est fixée à ses deux extrémités. Elle est considérée comme étant homogène, inélastique et sans raideur, de masse linéique μ (masse par unité de longueur), tendue par une tension pratiquement uniforme et constante T.



1) La célérité des ondes de déformation sur la corde est $c = \sqrt{\dfrac{T}{\mu}}$.
Vérifier les dimension de cette grandeur par analyse dimensionnelle.

Initialement la corde est horizontale et au repos. On l'écarte localement de cette position en la grattant avec un doigt, puis on la laisse évoluer librement : une onde stationnaire apparaît alors, pour laquelle on cherche une expression de la forme

$$y(x,t) = A.\sin(kx+\psi).\cos(\omega t+\varphi) \qquad \text{avec : } k = \frac{\omega}{c}$$

2) Que peut-on dire de l'élongation aux points $x = 0$ et $x = L$ à chaque instant ?

3) Montrer que $\lambda = \dfrac{2\pi}{k}$ ne peut prendre qu'une série de valeurs discrètes λ_n que l'on exprimera en fonction de L et n.

4) En déduire que ω ne peut prendre qu'une série de valeurs discrètes ω_n, dites pulsations propres, avec n entier positif. Exprimer ω_n en fonction de L, n et c.

À chaque valeur de ω_n correspond un mode propre. Le mode $n = 1$ est appelé mode fondamental. Les modes correspondant à n supérieur à 1 sont les harmoniques.

5) Exprimer l'élongation $y_n(x,t)$ du mode d'indice n, en fonction de son amplitude A_n, de la phase φ_n, de la pulsation ω_1 du fondamental, ainsi que de x, L, n et t.

6) Donner les positions des ventres et des nœuds de vibration dans le mode de rang n. Combien de nœuds et de ventres comporte ce mode de vibration ?

7) Donner une représentation graphique de la corde en mouvement (à un instant donné) pour les trois premiers harmoniques.

Calculs sur les cordes d'une guitare électrique.
Une guitare électrique comporte six cordes en acier. Le tableau ci-dessous fournit pour chaque corde, la valeur de la fréquence de son mode fondamental ($n = 1$) et son diamètre d :

Corde n^o	1	2	3	4	5	6
f_1 (Hz)	$82,5$	110	147	196	247	330
Diamètre (mm)	$1,12$	$0,89$	$0,70$	$0,55$	$0,35$	$0,25$

Toutes les cordes ont une longueur $L = 0,63\ m$ et une masse volumique $\rho = 7\,800\ kg.m^{-3}$.
Rappel : Volume d'un cylindre de diamètre d et de hauteur L : $V = \pi.\left(\frac{d}{2}\right)^2.L$

8) Déterminer T en fonction de ρ, d, L et $f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi}$ pour le mode fondamental.

9) Calculer numériquement les tensions nécessaires pour que la guitare soit accordée.

Chimie

V Transformations nucléaires et transformations physiques

Écrire et équilibrer les équations nucléaires correspondant à :

1) la désintégration α du polonium ${}^{211}_{84}\text{Po}$ en plomb Pb ;

2) la désintégration β^+ du phosphore ${}^{30}_{15}\text{P}$, qui donne un noyau fils de silicium (Si).

3) Déterminer le numéro atomique et le nombre de masse du technétium tel qu'il a été synthétisé pour la première fois en 1937 par la réaction entre un noyau de molybdène et un noyau de deutérium :

$$ {}^{97}_{42}\text{Mo} + {}^{2}_{1}\text{H} \ \rightarrow\ {}^{?}_{?}\text{Tc} + 2\text{neutrons}$$

4) Représenter le diagramme (P, T) pour l'eau. On prendra soin de bien faire apparaître et de nommer les différents domaines ainsi que les différentes courbes.
Sachant que le point triple de l'eau et le point critique sont définis par :

$$\begin{cases} \text{III} \quad P_{\text{III}} = 0,0061\ bar \quad T_{\text{III}} = 273,16\ K \\ \text{C} \quad P_{\text{C}} = 221\ bar \quad T_{\text{C}} = 647,3\ K \end{cases}$$

représenter sur ce même schéma l'évolution isobare (sous la pression atmosphérique $P = 1,013\ bar$) d'une masse m d'eau qui passe de la température $\theta_i = 130°C$ à la température $\theta_f = -20°$
Quelles sont les différentes transformations successives que subit l'eau au cours d'une telle évolution ? En particulier nommer les changements d'état physique.

VI Incertitude d'un dosage

Lors de la mesure de la concentration C_a d'une même solution d'acide fort en TP, plusieurs groupes d'élèves, avec un même protocole, obtiennent la série de valeurs indépendantes suivante :

Groupe n^o	1	2	3	4	5	6
C_a $(mmol.L^{-1})$	$104,8$	$102,4$	$104,0$	$106,4$	$100,8$	$101,6$
Groupe n^o	7	8	9	10	11	12
C_a $(mmol.L^{-1})$	$104,0$	$102,4$	$102,4$	$103,2$	$106,4$	$104,8$

1) Donner a moyenne arithmétique $\overline{C_a}$ et l'écart-type expérimental s_{exp} correspondant à ces mesures.

2) En déduire l'incertitude-type $u(C_a)$

3) Connaissant le coefficient de Student $t_{12} = 2,201$ (pour un degré de confiance de 95%), exprimer le résultat sous la forme $C_a = (C_a \pm \Delta C_a)\ mmol.L^{-1}$ (avec seulement deux chiffres significatifs pour l'incertitude)