Sup PTSI 2h	CONTROLE CONTINU	Octobre 2015

Les questions seront traitées dans l'ordre et numérotées.
Les résultats seront justifiés et encadrés. La présentation est notée.

Exercice 1 : Propagation des ultrasons. (10 points)
Plusieurs questions sont indépendantes.

Un générateur basse fréquence (GBF) alimente un émetteur à ultra-sons sous une tension sinusoïdale de fréquence $f = 40$ kHz.
L'émetteur, placé sur un rail d'axe Ox, vibre à la fréquence du GBF.
La célérité des ultra-sons dans l'air est $c = 340$ m.s^{-1}.

L'émetteur crée une onde : $P(x,t) = P_m.cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right] = P_m.cos\left[\omega t - kx\right]$

où P_m est une pression constante (on néglige sa diminution sur une courte distance).

$\phi(x,t) = \omega\left(t - \frac{x}{c}\right)$ est la phase de l'onde en radians (rad).

1) Préciser l'amplitude de l'onde. Donner l'expression de k avec son unité.
2) Exprimer la pulsation ω et la longueur d'onde λ en fonction des données littérales . Les calculer.
3) Soient (x_1, t_1) et (x_2, t_2) deux états vibratoires identiques.
   Montrer que l'onde se propage dans le sens des x croissants.
4) Deux récepteurs à ultra-sons, branchés sur les entrés 1 et 2 d'un oscilloscope sont placés sur le rail respectivement à $x_1 = 68$ cm et $x_2 = x_1 + d$, avec $d > 0$.
   a) On note $\varphi = \phi_1 - \phi_2$ le déphasage des signaux reçus respectivement par les récepteurs 1 et 2 au même instant. Exprimer φ en fonction de d et λ puis en fonction de T et τ une durée à préciser.
   b) Représenter une période des deux signaux visualisés à l'oscilloscope pour $\tau = \frac{T}{2}$.
   c) Montrer que les signaux reçus par les récepteurs sont en phase pour des valeurs de d à préciser.
   d) Calculer deux valeurs de x_2 pour lesquelles les signaux sont en phase.

5) On enlève les récepteurs, on conserve l'émetteur et on place un écran rigide sur le rail en $x = L$.
   On obtient une onde réfléchie de la forme : $P'(x,t) = P_m.cos\left[\omega\left(t + \frac{x}{c}\right)\right] = P_m.cos\left[\omega t + kx\right]$.

   On donne : *cos(a + b) = cosa.cosb - sina.sinb* *et* *cos(a - b) = cosa.cosb + sina.sinb*

   a) Montrer que cette onde se propage selon les x décroissants.
   b) Établir l'expression de l'onde résultante $P(x, t) + P'(x, t)$. Préciser la nature de l'onde.
   c) Établir les positions des nœuds x_N et des ventres x_V en régime permanent.

Exercice 2 : Les équilibres chimiques du carbonate de calcium. (10 points)
Les parties I et II sont indépendantes.

I) Le tartre qui se dépose sur les dents est constitué par du carbonate de calcium $CaCO_3$. Il se forme par réaction des ions carbonates et des ions calcium dissous dans la salive. Les ions carbonate proviennent de plusieurs réactions acido-basiques du dioxyde de carbone avec l'eau de la salive. Le dioxyde de carbone provient lui-même des gaz expirés par la bouche lorsque nous respirons.
Le bilan de cette formation est donné par l'équation de réaction suivante :

$$CO_{2(gaz)} + 3\ H_2O + Ca^{2+}{}_{(aq)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} CaCO_{3(solide)} + 2H_3O^+{}_{(aq)}$$

La constante d'équilibre de cette réaction est $K = 1{,}5.10^{-10}$ à la température de la bouche.
On donne la composition de la salive d'un individu :
pression partielle de CO_2 expiré : $P_{CO_2} = 0{,}04\text{bar}$;
Concentration en ions Ca^{2+} : $\left[Ca^{2+}\right] = 3.10^{-3}$ mol.L^{-1} ; $pH_{\text{salivaire}} = 6{,}75$
On rappelle que $pH = -\log\left[H_3O^+\right]$, soit $\left[H_3O^+\right] = 10^{-pH}$

1) Exprimer puis calculer le quotient réactionnel, Q_i, correspondant à la composition de la salive.
2) En déduire si le tartre se forme dans ces conditions.
3) Déterminer quelle est la valeur limite de la concentration en ions H_3O^+ pour laquelle le tartre se forme. En déduire pour quelle valeur limite du pH dans la bouche le tartre se forme.

II) Le carbonate de calcium $CaCO_3$ est utilisé dans l'industrie pour produire par dissociation thermique, de la chaux vive, solide blanc de formule CaO. Le bilan de cette formation est donné par l'équation de réaction suivante :

$$CaCO_{3(solide)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} CaO_{(solide)} + CO_{2(gaz)}$$

La constante d'équilibre associée à cette réaction est à 1000K : $K' = 35{,}8.10^{-2}$.
On étudie cet équilibre à 1000K, dans un récipient de volume total noté $V_T = 10{,}0$L.

1) Exprimer la constante d'équilibre K' en fonction de grandeurs littérales pertinentes.
2) Déterminer la pression (en *bar*) de CO_2 à l'équilibre, notée P_{CO_2}.
3) Déduire de ce qui précède la quantité de matière de CO_2 à l'équilibre. On utilisera la loi des gaz parfaits : $P_{CO_2} V_T = n_{CO_2} RT$
   avec $R = 8{,}314$ J.mol^{-1}.K^{-1}, le volume en m^3 et la pression en Pa (1bar = $10^5 Pa$).
4) La quantité de matière de $CaCO_3$ initialement introduite dans le récipient est de $5{,}0.10^{-2}$ mol. Déterminer à l'équilibre la quantité de matière de $CaCO_3$ restante.

-fin de l'épreuve-