Correction

DE LA LIAISON COVALENTE À LA SPECTROSCOPIE INFRAROUGE (© http://labolycee.org)

1. Période propre d'un oscillateur harmonique

1.1. (0,5) Ni le graphe $T_0 = f(m)$ de la figure 1 ni le graphe $T_0 = f(k)$ de la figure 2 ne sont des droites passant par l'origine. La période propre T_0 de l'oscillateur harmonique n'est donc ni proportionnelle à la masse m du solide ni proportionnelle à la constante de raideur k du ressort.

1.2. (1) Le graphe $T_0 = f\left(\sqrt{\frac{1}{k}}\right)$ de la figure 3 est une droite qui passe par l'origine donc la période propre T_0 est proportionnelle à $\sqrt{\frac{1}{k}}$. On peut éliminer les expressions $T_0 = m \times k$ et $T_0 = 2\pi \times \frac{m}{k}$. En revanche les deux expressions $T_0 = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{k}}$ et $T_0 = 2\pi \times \sqrt{\frac{1}{m \times k}}$ peuvent à priori convenir. Cependant, le graphe de la figure 2 montre que T_0 augmente lorsque m augmente. Alors seule l'expression $\boxed{T_0 = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{k}}}$ convient.

2. Spectre infrarouge

2.1. (0,5) La masse réduite m_r pour la liaison covalente O-H est : $m_r = \frac{m(O) \times m(H)}{m(O) + m(H)}$

2.2. (0,5) On a : $m(O) = n(O) \times M(O)$ et $n(O) = \frac{N(O)}{N_A}$ avec N(O) = 1 car il y a un seul atome d'oxygène dans la liaison O-H. Par conséquent : $m(O) = \frac{M(O)}{N_A}$.

De même pour l'atome d'hydrogène on peut écrire : $m(H) = \frac{M(H)}{N_A}$.

En reportant les expressions de m(O) et m(H) dans l'expression de la masse réduite, il vient :

$$m_r = \frac{\frac{M(O)}{N_A} \times \frac{M(H)}{N_A}}{\frac{M(O)}{N_A} + \frac{M(O)}{N_A}} = \frac{\frac{1}{N_A^2} \times \left(M(O) \times M(H)\right)}{\frac{1}{N_A} \times \left(M(O) + M(H)\right)} = \frac{\frac{1}{N_A} \times \left(M(O) \times M(H)\right)}{M(O) + M(H)}$$

finalement : $\boxed{m_r = \frac{M(O) \times M(H)}{(M(O) + M(H)) \times N_A}}$.

$m_r = \frac{16,0 \times 1,0}{(16,0 + 1,0) \times 6,02 \times 10^{23}}$ = **$1,6 \times 10^{-24}$ g = $1,6 \times 10^{-27}$ kg** *(valeur exacte stockée en mémoire)*

2.3. (0,5) La fréquence propre est : $f_0 = \frac{1}{T_0}$ et $T_0 = 2\pi \times \sqrt{\frac{m_r}{k}}$ donc $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{m_r}{k}}}$

$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1,5634.... \times 10^{-27}}{7,2 \times 10^2}}}$ = $1,080063 \times 10^{14}$ Hz = **$1,1 \times 10^{14}$ Hz.** *(valeur exacte stockée en mémoire)*

2.4. (1) La longueur d'onde dans le vide associée à f_0 s'écrit : $\lambda = \frac{c}{f_0}$.

$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{1,080063 \times 10^{14}}$ = $2,7776 \times 10^{-6}$ m = $2,8 \times 10^{-6}$ m = **2,8 µm.**

D'après le document 5, il existe un mode de vibration d'élongation symétrique de longueur d'onde de 2,74µm. Cette valeur est très proche de celle calculée, il s'agit d'une vibration d'élongation.