Concours EETAA session 2017 physique chimie.

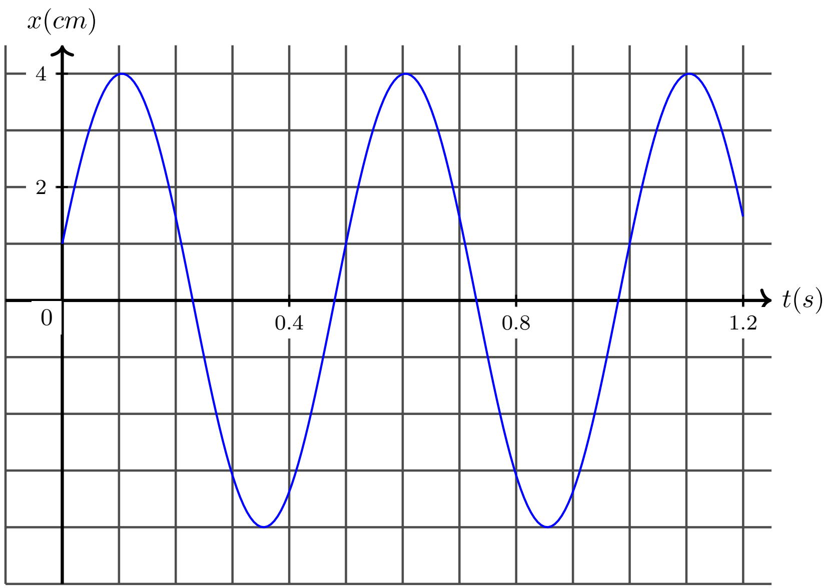
Durée : 45 minutes.
Calculatrice autorisée.

Pour tout réponse nécessitant un calcul, il est indispensable de donner d'abord la formule utilisée, puis d'effectuer le calcul, et de préciser l'unité du résultat obtenu.

Physique (10 points).

I Exercice. 4 points

Pour construire un pendule pesant, on accroche à l'extrémité d'un fil de longueur L une masse marquée m. On écarte la masse de sa position verticale (appelée position d'équilibre), puis on la lâche : elle se met à osciller et à l'aide d'un capteur approprié, on enregistre le signal suivant en salle de travaux pratiques :



1. Quelle est la forme mathématique de cette courbe ?

   Cette courbe est (apparemment) sinusoïdale, *i.e.* une fonction obtenue à partir des fonctions cosinus ou sinus.

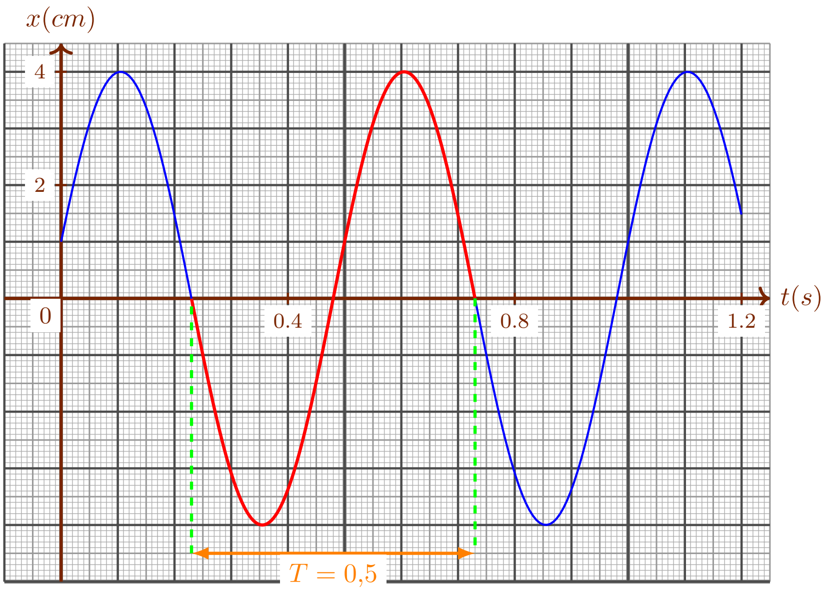
   Il s'agit d'une sinusoïde.

2. Ce signal est dit périodique : donner la signification de ce terme.

Un signal est dit périodique lorsqu'il se répète identique à lui-même à des intervalles de temps de même durée.

3. Déterminer la valeur de la période T.

La période T, d'un signal périodique, est la plus petite durée au bout de laquelle le signal se répète. Nous pouvons donc la lire sur l'axe des abscisses.



Il était également possible de regarder l'écart entre deux sommets de la courbe.

$$T = 0{,}5 \text{ s.}$$

4. En déduire la valeur de la fréquence f.

Par définition la fréquence d'un signal est le nombre de fois que ce signal se répète identique à lui-même en une seconde. Ainsi la fréquence est l'inverse de la période :

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{0{,}5} \\ &= 2 \end{aligned}$$

La fréquence est de 2 s^{-1} (ou 2 Hz).

5. La période d'un pendule pesant est calculable à l'aide de la formule suivante :

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

Avec :
L : longueur du pendule,
g : intensité de la pesanteur au lieu de l'expérience.

(a) Si la longueur du pendule augmente, comment évoluera la période T du pendule.

Notons $T(L)$ la fonction donnant la période en fonction de la longueur du pendule.

Démontrons que $L \mapsto T(L)$ est une fonction croissante.

Remarquons que cette fonction n'est bien sûr définie que pour des valeurs positives de L.

Soient L_1 et L_2 deux longueurs quelconques avec $L_1 < L_2$. Démontrons que T conserve l'ordre, *i.e.* : $T(L_1) < T(L_2)$.
De

$$L_1 < L_2$$

Nous en déduisons successivement :

$$\begin{aligned}
\frac{L_1}{g} &< \frac{L_2}{g}, \quad \text{car } g > 0 \\
\sqrt{\frac{L_1}{g}} &< \sqrt{\frac{L_2}{g}}, \quad \text{car racine carrée est strictement croissante sur } \mathbb{R}_+ \\
2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}} &< 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g}}, \quad \text{car } 2\pi > 0 \\
T(L_1) &< T(L_2)
\end{aligned}$$

Ainsi T conserve l'ordre. C'est donc une fonction croissante de la longueur.

Si la longueur du pendule augmente, alors la période du pendule augmente.

(b) Si une même expérience est réalisée sur la Lune et sur la Terre, en quel lieu la période sera la plus petite ?

Données :

$g_{\text{ Terre}} = 9{,}8$ N/kg ; $g_{\text{ Lune}} = 1{,}6$ N/kg.

Notons g_L l'intensité de pesanteur sur la Lune et g_T celle sur Terre. Nous allons comme précédemment démontre que la fonction $g \mapsto T(g)$ est strictement décroissante sur $\mathbb{R}_+$.

Démontrons que $L(g_L) > L(g_T)$.

Par hypothèse :

$$g_L < g_T$$

La fonction inverse est strictement décroissante sur $\mathbb{R}_+^*$ donc

$$\frac{1}{g_L} > \frac{1}{g_T}$$

Comme $L > 0$

$$\frac{L}{g_L} > \frac{L}{g_T}$$

La fonction racine carrée étant strictement décroissante sur $\mathbb{R}_+$

$$\sqrt{\frac{L}{g_L}} > \sqrt{\frac{L}{g_T}}$$

Enfin, comme $2\pi > 0$

$$2\pi\sqrt{\frac{L}{g_L}} > 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_T}}$$

Autremetn dit

$$T(g_L) > T(g_T)$$

La période sera la plus petite sur la Terre.

(c) En position d'équilibre, la masse marquée est soumise à deux forces : le poids $\overrightarrow{P}$ et la tension du fil $\overrightarrow{T}$. Quelle relation existe entre ces deux forces ?

En position d'équilibre le bilan des forces est nul

$$\boxed{\overrightarrow{P} + \overrightarrow{T} = \vec{0}.}$$

II Exercice.

Un pilote de cyclomoteur parcourt les 2 400 m qui séparent son domicile du village voisin en 2 min 40 s

On admettra que l'ensemble (pilote + cyclomoteur) est animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

1. Quelle est la distance en km parcourue par le cyclomoteur et son pilote ?

   1 km = 1 000 m, donc par proportionnalité, la distance d parcourue exprimée en km est

$$d = \frac{2\,400}{1000} = 2{,}4$$

Le cyclomoteur et son pilote ont parcouru 2,4 km.

2. Quelle est la durée en secondes du trajet ?

Déterminons la durée du trajet en secondes.

1 min = 60 s donc

$$\begin{aligned} 2 \text{ min } 40 \text{ s} &= 2 \times 60 + 40 \text{ s} \\ &= 160 \text{ s} \end{aligned}$$

Le trajet dure 160 s.

3. Expliquer les deux termes de vocabulaire associés au mouvement rectiligne uniforme ?

Expliquons l'expression « rectiligne uniforme »

.
Cette expression signifie que le vecteur vitesse du système est constant.
En détaillant, nous obtenons

— « rectiligne » signifie que le déplacement se fait en suivant une (ligne) droite,
— « uniforme » signifie que la célérité (valeur numérique de la vitesse) est constante.

4. Calculer la vitesse moyenne en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ lors du trajet.

Déterminons la vitesse moyenne du système.

Si v désigne la vitesse, d la distance parcourue et t le temps de parcours, alors la vitesse moyenne est donnée par

$$v = \frac{d}{t}$$

En mètres et secondes :

$$\begin{aligned} v &= \frac{2\,400}{160} \\ &= 15 \end{aligned}$$

La vitesse moyenne est de $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exprimons cette vitesse en kilomètre par heure.

$$\begin{aligned} v &= \frac{2\,400 \text{ m}}{160 \text{ s}} \\ &= \frac{\frac{2400}{1000} \text{ km}}{\frac{160}{60\times60} \text{ h}} \\ &= 54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} \end{aligned}$$

La vitesse moyenne est de $54 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

5. En réalité, la vitesse augmente au cours du temps du parcours effectué. À quel type de mouvement cela correspond ?

   Si la vitesse augmente au cours du trajet, le mouvement est dit accéléré.
   Si cette accélération est proportionnelle à la vitesse nous parlerons alors de mouvement uniformément accéléré.

Chimie (10 points).

III Exercice.

Citer deux exemples de verrerie permettant de mesurer un volume précis en chimie.

Voici des verreries graduées, ou à jauge, usuelles dans les lycées ainsi qu'une estimation de la précision de la mesure :
— burette graduée (bonne),
— éprouvette graduée (moyenne),
— fiole jaugée (très bonne),
— pipette graduée (bonne),
— pipette jaugée (très bonne).

IV Exercice.

Donner la composition de l'atome de potassium K si sa notation chimique est ${}^{40}_{19}\mathrm{K}$.

Il s'agit d'un isotope de l'atome de potassium.

$Z = 19$ est le numéro atomique de l'atome. Il s'agit du nombre de proton du noyau.

$A = 40$ est le nombre de nucléons, *i.e.* le nombre de protons et de neutrons.

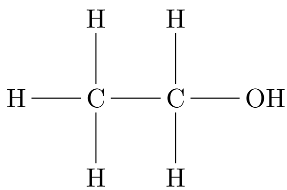
Donc le nombre de neutrons est $A - Z = 21$.

L'atome ${}^{40}_{19}\mathrm{K}$ est constitué de 40 nucléons parmi lesquels se trouvent 19 protons et 21 neutrons.

V Exercice.

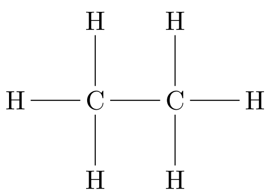
Pour chaque molécule repérée de a à f, indiquer s'il s'agit d'une formule brute, développée ou semi-développée :

a. $CH_3 — CH_2 — CH_3$

b. 

c. $CH_3 — NH_2$

d. C_2H_6O

e. 

f. SO_2

d et f correspondent à des formules brutes.
a, b et c correspondent à des formules semi-développées.
e correspond à une formule développée.

VI Exercice.

Recopier et équilibrer les équations chimiques suivantes :

1.

$$C + CuO \rightarrow Cu + CO_2$$

On commence par équilibrer les oxygènes :

$$C + 2CuO \rightarrow Cu + CO_2$$

puis on équilibre les cuivres :

$$C + 2CuO \rightarrow 2Cu + CO_2$$

2.

$$Al^{3+} + HO^- \rightarrow Al\,(OH)_3$$

On équilibre les oxygènes :

$$Al^{3+} + 3HO^- \rightarrow Al\,(OH)_3$$