

PHYSIQUE-CHIMIE. DEVOIR SURVEILLÉ 1

Samedi 13/09/2025. Durée : 2h

CONSIGNES

- ▷ **La calculatrice est autorisée.** Les autres outils électroniques (téléphone, tablette...) et documents papier sont strictement interdits. Un brouillon est autorisé.
- ▷ Utiliser uniquement un stylo noir ou bleu foncé non effaçable pour la rédaction de votre composition ; d'autres couleurs, excepté le vert, peuvent être utilisées, mais exclusivement pour les schémas et la mise en évidence des résultats.
- ▷ Ne pas utiliser de correcteur.
- ▷ Écrire le mot FIN à la fin de votre composition.

Le sujet comporte **quatre parties indépendantes**.

Partie I - Histoire d'eau

L'espèce chimique eau, indispensable à la vie telle que nous la connaissons, est constituée d'entités chimiques de formule chimique H_2O .

Données :

- numéro atomique de l'hydrogène : $Z(\text{H}) = 1$;
- numéro atomique de l'oxygène : $Z(\text{O}) = 8$;
- électronégativité de l'hydrogène dans l'échelle de Pauling : $\chi(\text{H}) = 2,1$;
- électronégativité de l'oxygène dans l'échelle de Pauling : $\chi(\text{O}) = 3,5$;
- valeur du moment dipolaire de l'entité de formule H_2O : $\mu(\text{H}_2\text{O}) = 1,85\text{D}$.

Q1. Sélectionner le terme correct pour qualifier l'entité notée H_2O parmi "atome", "cation", "anion" et "molécule".

Q2. Établir la configuration électronique d'un atome d'hydrogène, puis d'un atome d'oxygène. Indiquer alors, en justifiant, le nombre d'électrons de valence de chacun de ces atomes.

Q3. Établir le schéma de Lewis de l'entité notée H_2O .

Q4. Justifier qualitativement que l'entité notée H_2O a une géométrie coudée.

Q5. L'entité notée H_2O est-elle polaire ou apolaire ? Justifier votre réponse de deux façons différentes.

Partie II - Carence en vitamine C

La vitamine C est apportée par l'alimentation, notamment par les fruits et les boissons aux fruits. À titre d'exemple, 250 mL de jus d'orange pressée contiennent 150 mg de vitamine C.

En cas de carence en vitamine C (apport insuffisant, susceptible de causer des problèmes de santé), les médecins peuvent prescrire des comprimés de vitamine C, à dissoudre dans de l'eau avant consommation. Un comprimé contient 500 mg de vitamine C.

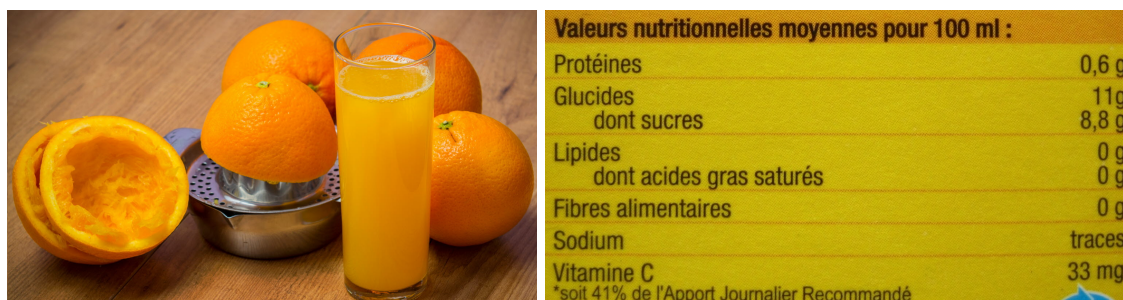


FIGURE 1 – Gauche : jus d'oranges pressées ; droite : étiquette d'une bouteille de pur jus d'orange du commerce

Q7. Le pur jus d'orange est-il un corps pur ou un mélange ? Justifier.

Q8. Calculer la concentration en masse $C_{m,1}$ de vitamine C dans le pur jus d'orange du commerce, puis sa concentration en masse $C_{m,2}$ dans un jus d'orange pressée.

Q9. Un médecin prescrit un comprimé de vitamine C par jour à un patient atteint d'une carence en vitamine C. Quel volume V_1 de pur jus d'orange du commerce ou V_2 de jus d'orange pressée faudrait-il boire pour remplacer ce comprimé ? Commenter.

Partie III - Isotopes de l'iode

L'iode, de symbole I, est l'élément chimique de numéro atomique $Z = 53$. On le trouve au quotidien dans des contextes variés.

A. L'iode, un nutriment nécessaire

L'iode est indispensable à la glande thyroïde pour produire des hormones qui contribuent au bon développement du cerveau et à la régulation de la température corporelle. Les apports quotidiens recommandés en iode 127 sont de l'ordre de $150\mu\text{g}$. L'élément iode est naturellement présent dans certains aliments (poisson, fruits de mer, ...). En France, l'iodation du sel de table permet de pallier les insuffisances en élément iode.

B. L'iode en médecine

Un examen médical appelé scintigraphie peut être réalisé pour analyser le fonctionnement de la thyroïde, une glande située dans la gorge. Une très faible quantité d'iode 123 est injectée dans une veine du patient, et va se fixer sur les cellules de la thyroïde. L'iode 123, radioactif, émet un rayonnement qui, une fois mesuré, permet d'obtenir un cliché de la thyroïde.

Dans le traitement d'une hyperthyroïdie ou d'un cancer thyroïdien, on utilise l'iode 131 radioactif afin de détruire les cellules cancéreuses.

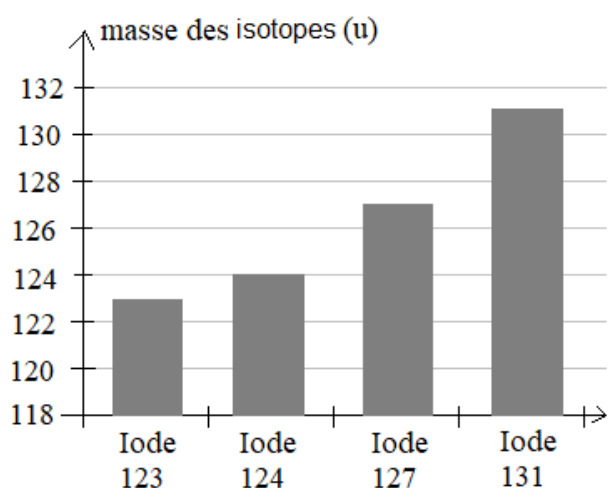
C. L'iode en radioprotection

En cas de fuite d'iode 131 dans une centrale nucléaire, l'Autorité de sûreté nucléaire recommande la prise de comprimés d'iodure de potassium qui contiennent de l'iode 127, non radioactif, pour saturer la thyroïde en iode. Ainsi, l'iode 131, potentiellement cancérigène, n'est pas fixé par la thyroïde.

D. Masse de différents atomes d'iode

L'unité de masse atomique, notée u , est adaptée aux valeurs de la masse des atomes. La masse $m_{\text{nucléon}}$ d'un nucléon est environ égale à 1 unité de masse ato-

mique : $m_{\text{nucléon}} = 1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$.



Q10. Les différents noyaux d'atome d'iode mentionnés dans les documents sont dits isotopes. Définir cette notion.

Q11. Donner le nombre de masse A de chacun des isotopes de l'iode présentés dans les documents ci-dessus.

Q12. Déterminer la composition de chacun des isotopes de l'élément iode mentionnés dans les documents et donner leur écriture conventionnelle.

Q13. Proposer un argument pour justifier l'usage médical des isotopes radioactifs de l'iode, alors qu'ils sont potentiellement dangereux.

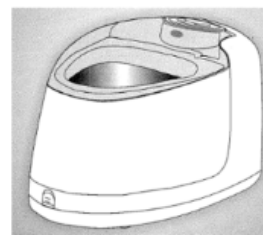
Partie IV - Les ultrasons au service du nettoyage

On trouve dans le commerce des appareils de nettoyage utilisant les ultrasons. Le document 1 décrit la première page de la notice d'un exemple d'appareil de ce type.

Document 1 : notice simplifiée d'un appareil de nettoyage à ultrasons

Descriptif :

- réservoir amovible en acier inoxydable
- fréquence des ultrasons 42 kHz à $\pm 2\%$
- nettoyage facile des objets immergés dans l'eau sous l'effet des ultrasons
- utiliser de préférence de l'eau fraîchement tirée du robinet.



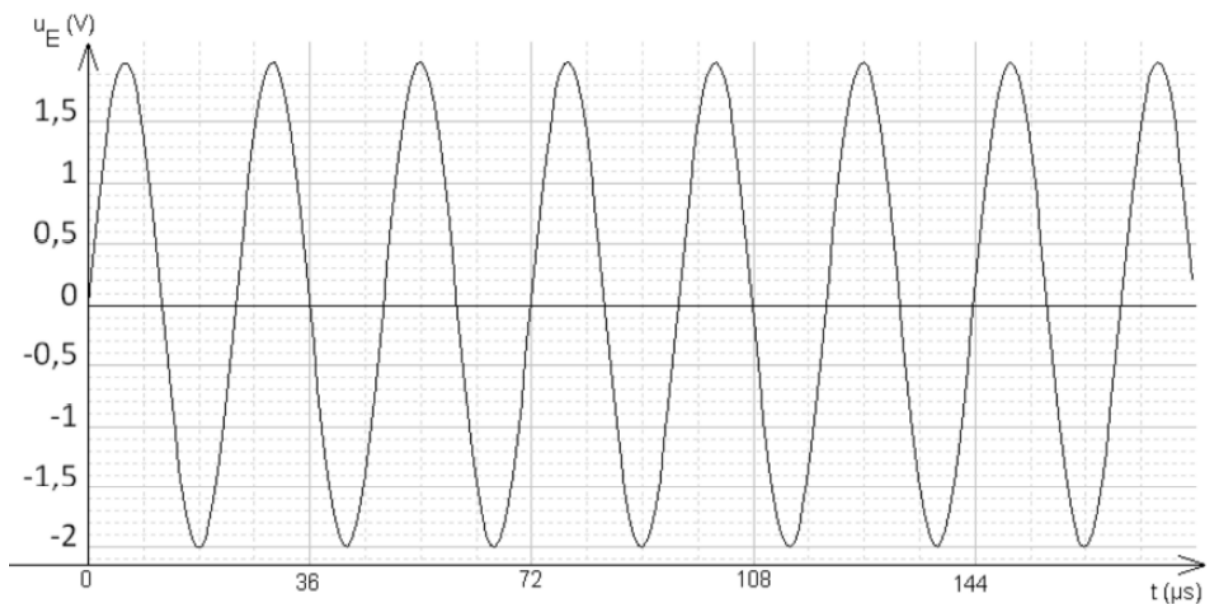
Référence : nettoyeur à ultrasons CD-3900

Données :

- célérité des ultrasons dans l'air : $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ à 25°C .
- célérité des ultrasons dans l'eau : $v' = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

On souhaite étudier les ultrasons émis par l'appareil décrit dans le document 1. Pour cela, on isole l'émetteur à ultrasons E de cet appareil et on visualise le signal émis à l'aide d'un capteur relié à la voie 1 d'un oscilloscope. Les mesures sont faites dans l'air à la température de 20°C .

On obtient le signal u_E suivant :



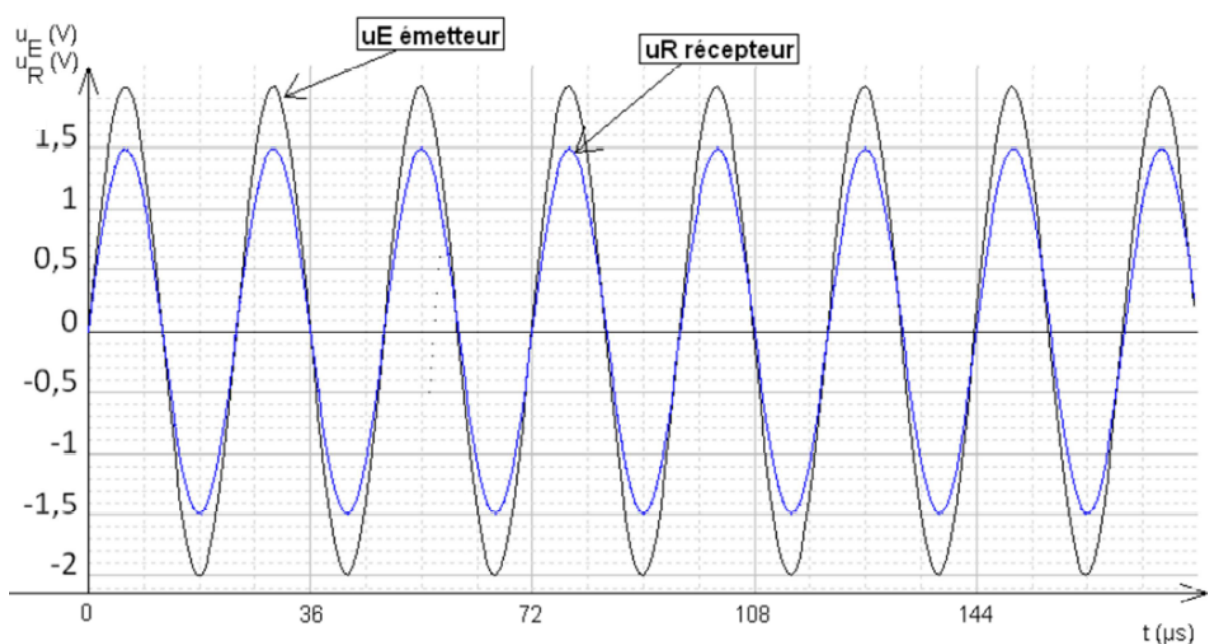
Q14. Déterminer la période T du signal u_E . Expliquer la méthode.

Q15. En déduire la fréquence f des ultrasons. Commenter.

On souhaite déterminer la longueur d'onde λ des ultrasons. Pour cela, on visualise à la fois le signal émis par l'appareil et appliqué sur la voie 1 d'un oscilloscope et le signal u_R reçu par un récepteur à ultrasons R connecté sur la voie 2 de cet oscilloscope.

On part d'une situation où les signaux délivrés par l'émetteur E et par le récepteur R placé en face sont en phase. On s'aperçoit que lorsque l'on éloigne le récepteur R tout en restant en face de l'émetteur fixe E, la courbe qui correspond au récepteur se décale vers la droite.

Les signaux obtenus sont représentés sur la figure ci-dessous lorsque les courbes reviennent pour la première fois en phase. On détermine la distance dont on a déplacé le récepteur R lorsque l'on obtient ce graphe et on mesure une distance égale à 8 mm.



Q16. Donner une définition de la longueur d'onde λ adaptée au protocole expéri-

mental décrit ci-dessus.

Q17. Déterminer la longueur d'onde λ à partir de l'expérience précédente. Que peut-on faire pour augmenter la précision de la mesure ?

Q18. Calculer la célérité v des ondes ultrasonores dans l'air. Expliquer un écart éventuel avec la valeur attendue.

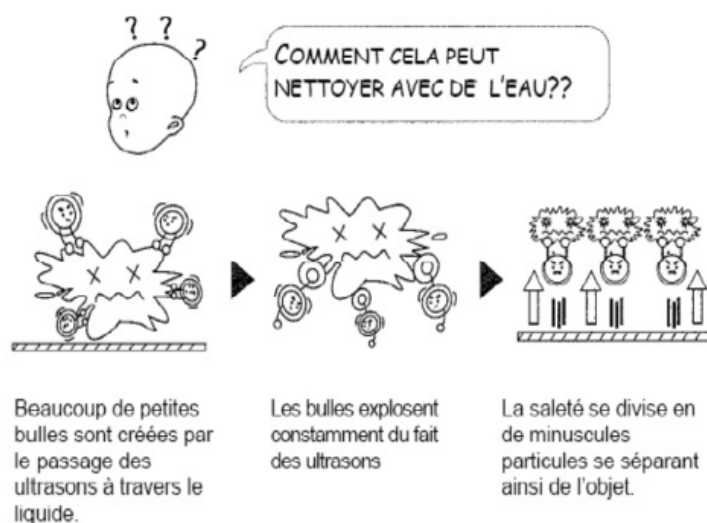
Q19. En utilisation normale de l'appareil, la longueur d'onde des ultrasons est différente de la valeur obtenue à la question **Q18.** et vaut environ 4 cm. Justifier cette dernière valeur par un calcul.

Document 2 : comment cela fonctionne ?

Le bain à ultrasons est composé d'une cuve contenant de l'eau dans lequel sont plongées les pièces à nettoyer. Sur les parois, un transducteur à ultrasons génère des phases successives de compression et dépression dans le liquide qui se propagent de proche en proche dans le liquide. Des microbulles apparaissent, on appelle ce phénomène la « cavitation acoustique ». L'implosion¹ de ces bulles, pendant la phase de compression, crée des turbulences qui détachent les impuretés de la pièce à nettoyer.

¹ Implosion : écrasement brutal d'un corps creux sous l'effet d'une pression extérieure supérieure à la pression intérieure.

Processus d'élimination de la saleté



Q20. Les ondes ultrasonores sont-elles des ondes mécaniques ? Justifier.

FIN

