

PHYSIQUE-CHIMIE. DEVOIR SURVEILLÉ 1

Samedi 12/09/2026. 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.
- ▷ Numéroté les pages.
- ▷ Écrire le mot FIN à la fin de votre composition.

Le sujet comporte **trois parties indépendantes**.

Partie I - Autour du carbone

Le numéro atomique de l'élément chimique carbone vaut $Z(\text{C}) = 6$.

Q1. Établir la configuration électronique d'un atome de carbone dans son état fondamental. En déduire son nombre d'électrons de valence.

Q2. Représenter son schéma de Lewis.

Deux noyaux ont respectivement pour notation conventionnelle $^{12}_6\text{C}$ et $^{14}_6\text{C}$.

Q3. Déterminer leur composition.

Q4. Justifier que ces deux noyaux sont isotopes.

Le dioxyde de carbone a pour formule CO_2 .

Q5. Donner le schéma de Lewis de la molécule de dioxyde de carbone. Nommer la règle que vérifient les atomes d'oxygène et de carbone dans ce schéma.

Q6. Justifier que le dioxyde de carbone a une géométrie linéaire.

Q7. La liaison $\text{C}=\text{O}$ entre un atome de carbone et un atome d'oxygène a une longueur $d_{\text{C}=\text{O}} = 116 \text{ pm}$. L'exprimer en mètre en utilisant l'écriture scientifique.

Q8. Les électronégativités du carbone et de l'oxygène valent $\chi(\text{C}) = 2,5$ et $\chi(\text{O}) = 3,5$. Déterminer si les liaisons $\text{C}=\text{O}$ sont polarisées.

Q9. Recopier le schéma de Lewis de la molécule de dioxyde de carbone et y représenter les moments dipolaires de liaison.

Q10. Déterminer si le dioxyde de carbone est polaire ou apolaire.

Document 1 - Le dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone, ou gaz carbonique, est produit entre autres par la respiration et la combustion des énergies fossiles telles que le charbon, le gaz naturel et le pétrole. Il se présente sous les conditions normales de température et de pression comme un gaz incolore, inodore, à la saveur piquante. À la pression atmosphérique, il se sublime à $-78,5^\circ\text{C}$, mais ne fond pas.

En mars 2025, l'atmosphère terrestre comportait 428 ppm (parties par million) de CO_2 : cela signifie que sur un million de molécules, en moyenne 428 sont des molécules de CO_2 . Malgré sa très faible concentration, il est responsable d'un quart de l'effet de serre à l'œuvre dans l'atmosphère terrestre ; l'augmentation de sa concentration est responsable de l'essentiel du changement climatique constaté à l'échelle de notre planète depuis les dernières décennies du 20^e siècle.

Les humains passent de plus en plus de temps en atmosphère confinée (bâtiment ou véhicule). Selon l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), le taux de CO_2 dans l'air intérieur des bâtiments est habituellement compris entre 400 et 2500 ppm environ.

Or, séjourner toute la journée dans un air dont le taux de CO_2 dépasse 600 ppm dégrade nos capacités cognitives (penser, raisonner, se souvenir, décider). Une étude menée dans 150 salles de classe a montré que la qualité de l'air y était globalement insuffisante. Dans 60% des cas, la teneur en CO_2 était supérieure à 2000 ppm.

La valeur limite d'exposition est de 3% sur une durée de quinze minutes. Au-delà, l'inhalation de dioxyde de carbone concentré entraîne un blocage de la ventilation, parfois décrit comme une violente sensation d'étranglement, pouvant rapidement mener à la mort si l'exposition est prolongée.

D'après Wikipédia

En vous appuyant sur le document ci-dessus, vos connaissances et des arguments logiques, répondre aux questions suivantes :

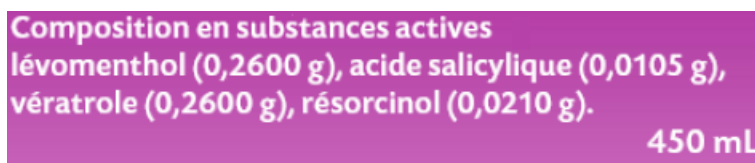
Q11. Nommer les deux changements d'état mentionnés dans le document. Préciser dans chaque cas l'état de la matière initial et l'état de la matière final.

Q12. Expliquer la raison pour laquelle un taux de CO_2 nettement supérieur à celui de l'atmosphère peut être atteint dans une salle de classe. En quoi cela peut-il s'avérer gênant ? Proposer alors une mesure à mettre en place pour limiter ce risque.

Q13. Estimer s'il y a un réel risque d'atteindre un taux de 3% de dioxyde de carbone dans une salle de classe.

Partie II - Un médicament contre les douleurs musculaires

Un médicament contient du lévomenthol, de formule $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$.



Composition en substances actives
lévomenthol (0,2600 g), acide salicylique (0,0105 g),
vétratole (0,2600 g), résorcinol (0,0210 g).
450 mL

FIGURE 1 – Extrait de l'étiquette du médicament

Q14. Justifier que ce médicament est une solution aqueuse.

Q15. Estimer l'ordre de grandeur de sa masse volumique, en $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

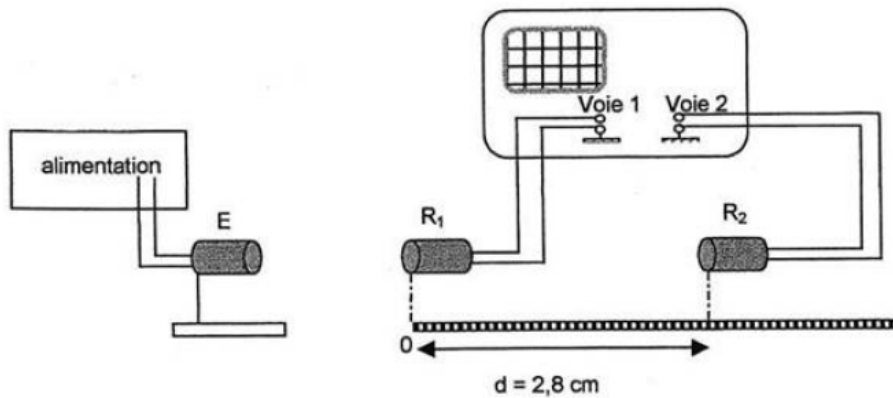
Q16. Déterminer la concentration en quantité de matière du lévomenthol dans ce médicament.

On donne les masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

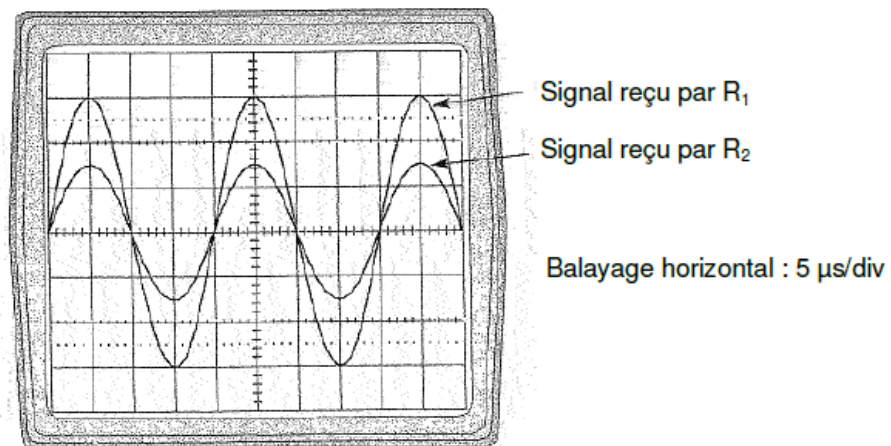
Partie III - Célérité des ondes ultrasonores

En travaux pratiques, un étudiant dispose d'un émetteur d'ultrasons E et son alimentation électrique, de deux récepteurs d'ultrasons R_1 et R_2 , d'un oscilloscope et d'une règle graduée.

Dans le montage qu'il construit avec ce matériel, l'émetteur E génère une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'air jusqu'aux récepteurs R_1 et R_2 . L'émetteur et les deux récepteurs sont alignés. Le récepteur R_1 est placé au zéro de la règle graduée. Les signaux captés par les récepteurs R_1 et R_2 sont appliqués respectivement sur les voies 1 et 2 d'un oscilloscope.



Lorsque le récepteur R_2 est situé à une distance $d = 2,8$ cm du récepteur R_1 , les signaux reçus par les deux récepteurs sont en phase sur l'écran de l'oscilloscope :



On éloigne lentement R_2 le long de la règle ; on constate que le signal reçu par R_2 se décale vers la droite ; on continue à éloigner R_2 jusqu'à ce que les signaux reçus par R_1 et R_2 soient à nouveau en phase. La distance séparant les deux récepteurs vaut alors $d' = 3,5$ cm.

Q17. À partir de l'oscillogramme, déterminer la fréquence f des ultrasons émis.

Q18. Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ de l'onde ultrasonore.

Q19. Proposer des améliorations du protocole pour diminuer l'incertitude sur la valeur de la fréquence et sur celle de la longueur d'onde des ultrasons.

Q20. Calculer la célérité c de l'onde ultrasonore dans l'air. La valeur tabulée est $c_{US} = 346 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ à 25°C . Commenter.

FIN

