

PHYSIQUE-CHIMIE. DEVOIR SURVEILLÉ 1

Samedi 14/09/2024. 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 - Des entités à base d'oxygène

L'élément oxygène (O) est défini par son numéro atomique, $Z = 8$.

Q1. Déterminer la composition du noyau dont l'écriture symbolique est $^{18}_8\text{O}$.

Q2. Déterminer la configuration électronique d'un atome d'oxygène à l'état fondamental. En déduire son nombre d'électrons de valence.

Q3. Vérifier que le nombre d'électrons de valence d'un atome d'oxygène, déterminé à la question précédente, est en accord avec le schéma de Lewis donné ci-dessous.



FIGURE 1 – Schéma de Lewis d'un atome d'oxygène

Pour copier la configuration électronique du gaz noble le plus proche de lui dans le tableau périodique (le néon Ne) et ainsi gagner en stabilité, un atome d'oxygène peut gagner deux électrons pour devenir un ion oxyde.

Q4. Déterminer la configuration électronique et le schéma de Lewis de l'ion oxyde.

Un atome d'oxygène peut également s'assembler avec un autre atome d'oxygène pour former du dioxygène, de formule O_2 .

Q5. Établir le schéma de Lewis du dioxygène.

L'ozone, qui a pour formule O_3 , est une entité chimique fragile, présente en quantité infime dans l'atmosphère, essentiellement dans la stratosphère.

Q6. Indiquer si l'ozone est un atome, un ion ou une molécule.

Q7. Proposer un schéma de Lewis pertinent pour l'ozone (sachant que cette entité n'est pas cyclique : elle ne se referme pas sur elle-même).

Q8. Déterminer si l'ozone est un édifice polaire ou apolaire.

Partie II - La bouillie bordelaise

La bouillie bordelaise est un produit phytosanitaire pour traiter le potager ou les vignes contre certaines maladies (mildiou...). Elle est vendue sous la forme d'une poudre bleue, qui est un mélange de chaux ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) et de sulfate de cuivre (CuSO_4).

Dans le pulvérisateur, la solution aqueuse obtenue par dissolution de la poudre contient notamment des ions cuivriques ($\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$) et des ions sulfate ($\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$).



Le respect des doses est essentiel lors de l'utilisation de cette solution car, au-delà d'un certain seuil, le cuivre est néfaste pour l'Homme et l'environnement.

En particulier, le rejet dans les eaux usées d'une solution contenant des ions cuivriques est interdit si leur concentration en masse dépasse $c_{lim} = 0,50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Données :

- Masses molaires : $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{S}} = 32,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- 75% de la masse de la poudre correspondent à la chaux, le reste étant du sulfate de cuivre.
- Un utilisateur dissout 6,3 g de poudre pour obtenir 1,0 L de solution (S) afin de traiter une culture de tomates.

Q9. Identifier le solvant et au moins un soluté de la solution (S).

Q10. Calculer la masse molaire du sulfate de cuivre.

Q11. Montrer qu'un litre de la solution (S) contient environ 10 millimoles de sulfate de cuivre.

Q12. Montrer que la concentration en masse des ions cuivriques dans la solution (S) est de $0,62 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. En déduire si cette solution peut ou non être rejetée telle quelle dans les eaux usées.

Partie III - Célérité des ondes ultrasonores

En travaux pratiques, un étudiant dispose du matériel suivant :

- un émetteur d'ultrasons E et son alimentation électrique ;
- deux récepteurs d'ultrasons R_1 et R_2 ;
- un oscilloscope ;
- 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.

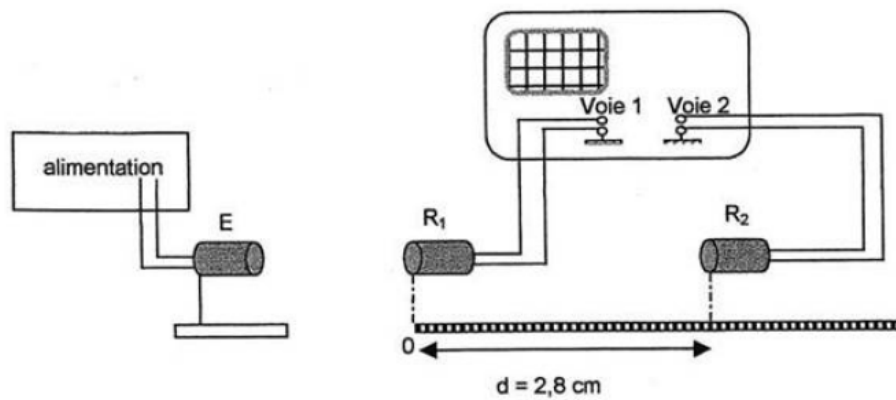


FIGURE 2 – Schéma du montage

Lorsque le récepteur R_2 est situé à une distance $d = 2,8 \text{ cm}$ du récepteur R_1 , les signaux reçus par les deux récepteurs sont en phase. On observe l'oscillogramme ci-dessous sur l'écran de l'oscilloscope.

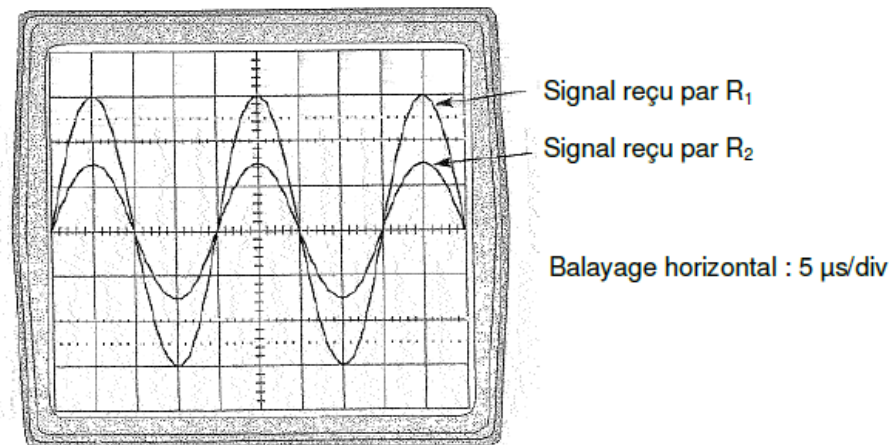


FIGURE 3 – Oscillogramme observé

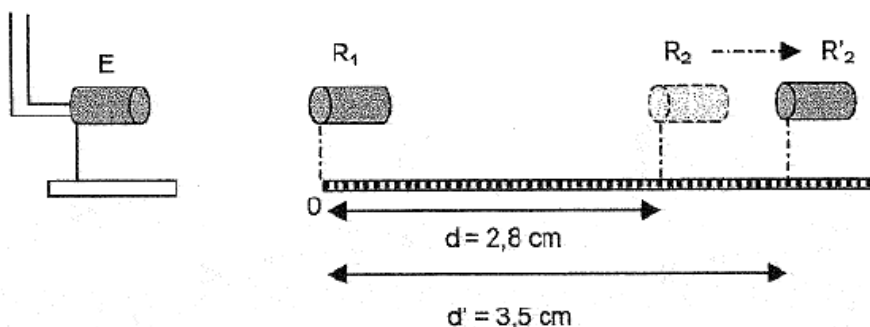
Q13. Justifier que le signal observé est périodique.

Q14. À partir de l'oscillogramme, déterminer la fréquence f des ultrasons émis.

Q15. Représenter l'écran de l'oscilloscope si on le réglait en mode XY.

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. Soit R'_2 la nouvelle position occupée par R_2 .

On relève la distance d' séparant désormais R_1 de R'_2 : on lit $d' = 3,5 \text{ cm}$.



Q16. Définir en une phrase la longueur d'onde λ . Déterminer sa valeur.

Q17. Proposer une amélioration du protocole pour diminuer l'incertitude sur la valeur de la longueur d'onde des ultrasons.

Q18. Écrire la relation entre la célérité c des ultrasons dans le milieu, la longueur d'onde λ et la période T des ultrasons.

Q19. Calculer la célérité des ultrasons dans l'air.

Q20. On immerge, en veillant à leur étanchéité, l'émetteur et les deux récepteurs R_1 et R_2 dans l'eau contenue dans une cuve de dimensions suffisantes. Sans changer la fréquence f de l'émetteur, on constate que pour observer deux signaux successifs captés par R_2 en phase, il faut éloigner R_2 de R_1 sur une distance 4 fois plus grande que dans l'air. Déterminer la célérité des ultrasons dans l'eau.

Partie IV - Trop de Coca-Cola ?



Données :

- Contenance d'un verre : 250 mL ;
- Masse d'un morceau de sucre : 5 g ;
- L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) recommande de ne pas dépasser la dose de 50 g de sucre par jour.

Q21. En vous appuyant sur le document fourni et les données, discuter des risques potentiels pour la santé si on boit en moyenne 2 verres de Coca-Cola par jour.

FIN