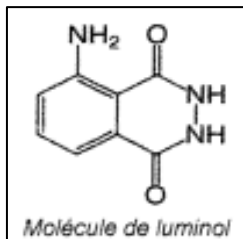


Devoir Surveillé N°1 de Physique - Chimie

Calculatrice autorisée

Exercice de Chimie



Le luminol ou 5-amino-2,3-dihydrophthalazine-1,4-dione est un composé organique de formule brute $C_8H_7N_3O_2$. Sa réaction avec certains oxydants conduit à l'émission d'une lumière d'un éclat bleu caractéristique. On parle de chimiluminescence.

L'oxydant habituellement utilisé est l'eau oxygénée $H_2O_{2(aq)}$. On obtient alors après réaction des ions aminophthalate, du diazote et de l'eau.

Les ions aminophthalate sont dans ce cas dans un état excité. Ils vont retrouver leur état de repos en «dégageant leur surplus d'énergie» sous forme de photons, ce qui se traduit par l'émission

d'une lumière bleue.

Toutefois, **cette réaction est très lente**, elle se compte en mois... **Par contre, elle se produit rapidement en présence d'un composé ferrique, c'est-à-dire un composé contenant des ions fer III.**

L'hémoglobine des globules rouges du sang contient des ions fer III. Le luminol va servir à déceler des traces de sang, même infimes, diluées par lavage ou séchées.

Après avoir assombri les lieux, les techniciens de la police scientifique pulvérisent un mélange de luminol et d'eau oxygénée. Au contact des endroits où du sang est tombé, des chimiluminescences apparaissent avant de s'éteindre environ 30 secondes après. Un appareil photo mis en pose lente permet de localiser ces traces.

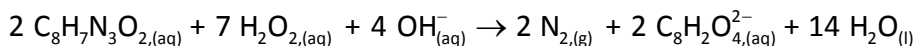
D'après le site : <http://la-science-rattrape-jack>.

Données :

- La loi des gaz parfaits s'écrit : $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ SI}$

1. La réaction produite est une réaction d'oxydoréduction

L'équation de la réaction s'écrit :



Pour illustrer cette réaction, trois solutions sont préparées :

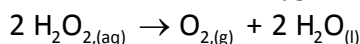
- une solution S_1 avec 1,00 g de luminol, 250 g d'hydroxyde de sodium $NaOH_{(s)}$ et de l'eau distillée.
- une solution S_2 avec 5,00 g de ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_{6(s)}$ et 250 mL d'eau distillée.
- une solution S_3 constituée de 0,500 mL d'eau oxygénée à 110 volumes.

Les solutions S_1 et S_2 sont mélangées dans un bécher puis la solution S_3 est ajoutée. Le mélange réactionnel a un volume $V = 350 \text{ mL}$.

On constate qu'avant l'ajout de la solution S_3 , le mélange est jaune et qu'après, des taches bleues apparaissent.

1.1. L'eau oxygénée joue le rôle de l'oxydant. Qu'appelle-t-on oxydant ?

1.2. Le titre d'une eau oxygénée exprime le volume de dioxygène (mesuré en litres dans les conditions normales de température et de pression) que peut libérer un litre d'eau oxygénée lors de la réaction de dismutation :



Ainsi, une eau oxygénée à 110 volumes a une concentration molaire $C = 9,80 \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

On veut vérifier la concentration molaire de la solution d'eau oxygénée à 110 volumes.

Cette solution est diluée 10 fois. On obtient la solution S_R , de concentration molaire C_R .

Un prélèvement $V_R = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution est dosé par une solution de permanganate de potassium acidifiée de concentration molaire $C_0 = 0,500 \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

Les couples mis en jeu sont les suivants : $MnO_{4(aq)}^- / Mn_{(aq)}^{2+}$ et $O_{2(g)} / H_2O_{2(aq)}$.

1.2.1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage.

1.2.2. Rappeler la définition de l'équivalence.

Justifier succinctement que l'équivalence est repérée par le passage de l'incolore au violet dans ce dosage

1.2.3. Le volume de solution de permanganate de potassium acidifié versé à l'équivalence est $V_{Eq} = 8,00 \text{ mL}$.

En déduire la concentration C_R de la solution diluée S_R et vérifier que la concentration de la solution d'eau oxygénée à 110 volumes est voisine de celle annoncée. (On pourra s'aider d'un tableau d'avancement).

2. La réaction entre le luminol et l'eau oxygénée est une transformation lente

La réaction entre le luminol et l'eau oxygénée est réalisée maintenant dans une enceinte fermée. On rappelle que le mélange réactionnel a un volume $V = 350 \text{ mL}$.

La formation de diazote crée une surpression qui s'additionne à la pression de l'air initialement présent.

Grâce à un capteur de pression, on mesure, en fonction du temps, la valeur de la pression P à l'intérieur de l'enceinte.

Soit P_0 la pression due à l'air régnant initialement dans l'enceinte, $T = 300 \text{ K}$ la température du milieu (supposée constante durant l'expérience) et $V_{\text{gaz}} = 2,10 \text{ L}$, le volume de gaz contenu dans l'enceinte. Tous les gaz sont considérés comme parfaits.

2.1.

2.1.1. Exprimer P_0 en fonction de $n_{(\text{air})}$, V_{gaz} , R et T si $n_{(\text{air})}$ est la quantité de matière d'air initialement présente dans l'enceinte.

Soit n_{N_2} la quantité de matière de diazote formé au cours de la réaction.

2.1.2. Exprimer P en fonction de $n_{(\text{air})}$, n_{N_2} , V_{gaz} , R et T .

2.1.3. En déduire l'expression de la surpression $P - P_0$.

2.2. Soit n_1 et n_2 les quantités initiales de matière de luminol et d'eau oxygénée.

Les ions hydroxydes $\text{HO}_{(\text{aq})}^-$ sont introduits en excès.

Compléter le tableau d'avancement simplifié donné en **Document 1** sur l'Annexe à rendre avec la copie.

Déterminer la valeur de l'avancement maximum noté x_{max} .

Dans ce tableau, la quantité de diazote **correspond exclusivement au diazote produit par la réaction**.

2.3. Établir la relation entre x l'avancement de la réaction, la surpression $(P - P_0)$, V_{gaz} , R et T .

2.4. Montrer que, dans l'état final, on mesure une surpression est de $1,66 \times 10^3 \text{ Pa}$.

3. La réaction entre le luminol et l'eau oxygénée devient rapide en présence d'un composé ferrique

Les ions fer III jouent le rôle de catalyseur c'est-à-dire qu'ils permettent d'augmenter la vitesse de la transformation entre le luminol et l'eau oxygénée.

Expliquer, en deux ou trois lignes, pourquoi cette transformation, dont la vitesse est accrue, est intéressante en criminologie ?

Exercice de Physique

Membre d'un groupe de rock et très intéressé par la nature et la propagation du son, Julien réalise les observations suivantes :

- Observation 1 : Aucun signal sonore ne nous parvient du Soleil alors qu'il s'y déroule en permanence de gigantesques explosions.
- Observation 2 : Une bougie est placée devant un haut-parleur qui émet un son très grave. On constate que la flamme se rapproche et s'éloigne alternativement de la membrane du haut-parleur mais qu'elle n'oscille pas dans la direction perpendiculaire.

1. Préliminaires

1.1. Définir de la manière la plus complète possible une onde mécanique progressive.

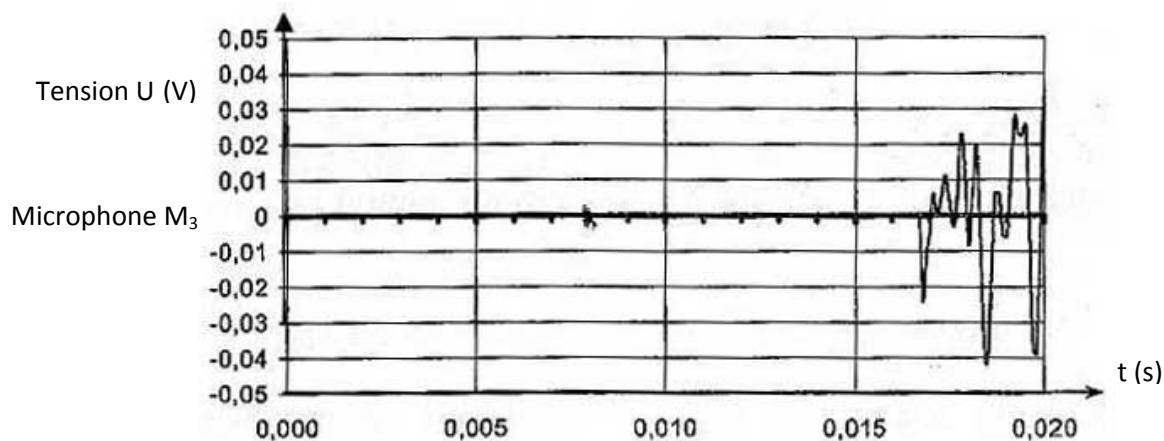
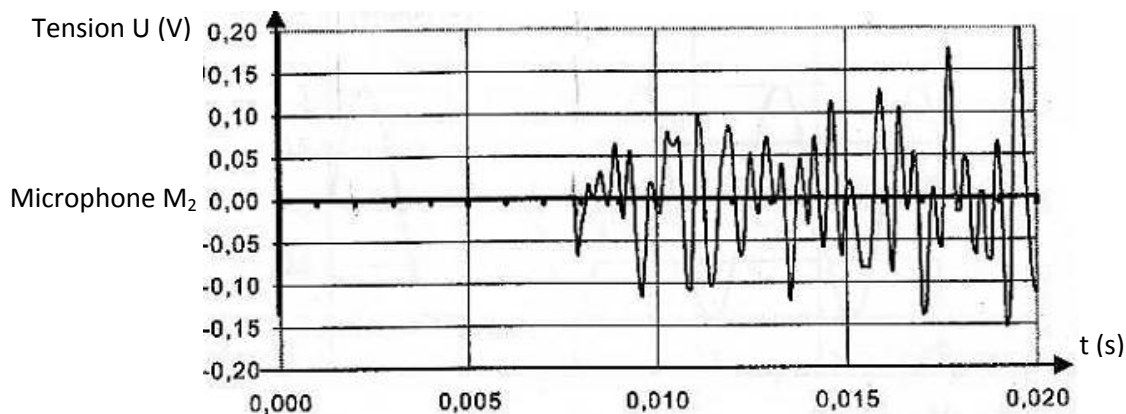
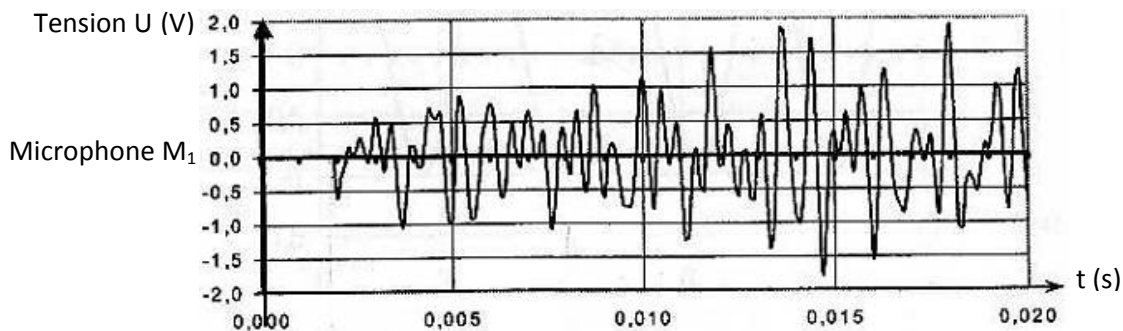
1.2. Compléter les cases blanches du tableau de l'Annexe à rendre avec la copie avec les expressions suivantes :

Onde sonore, onde le long d'une corde, onde lors de la compression-dilatation d'un ressort, onde à la surface de l'eau

2. Célérité de l'onde sonore : première méthode

Trois microphones M_1 , M_2 et M_3 sont alignés de telle manière que les distances M_1M_2 et M_2M_3 valent respectivement 2,00 m et 3,00 m. Les signaux électriques correspondant aux sons reçus par les microphones sont enregistrés grâce à un ordinateur. Julien donne un coup de cymbale devant le premier micro M_1 puis lance immédiatement l'enregistrement. La température de la pièce est de 18°C .

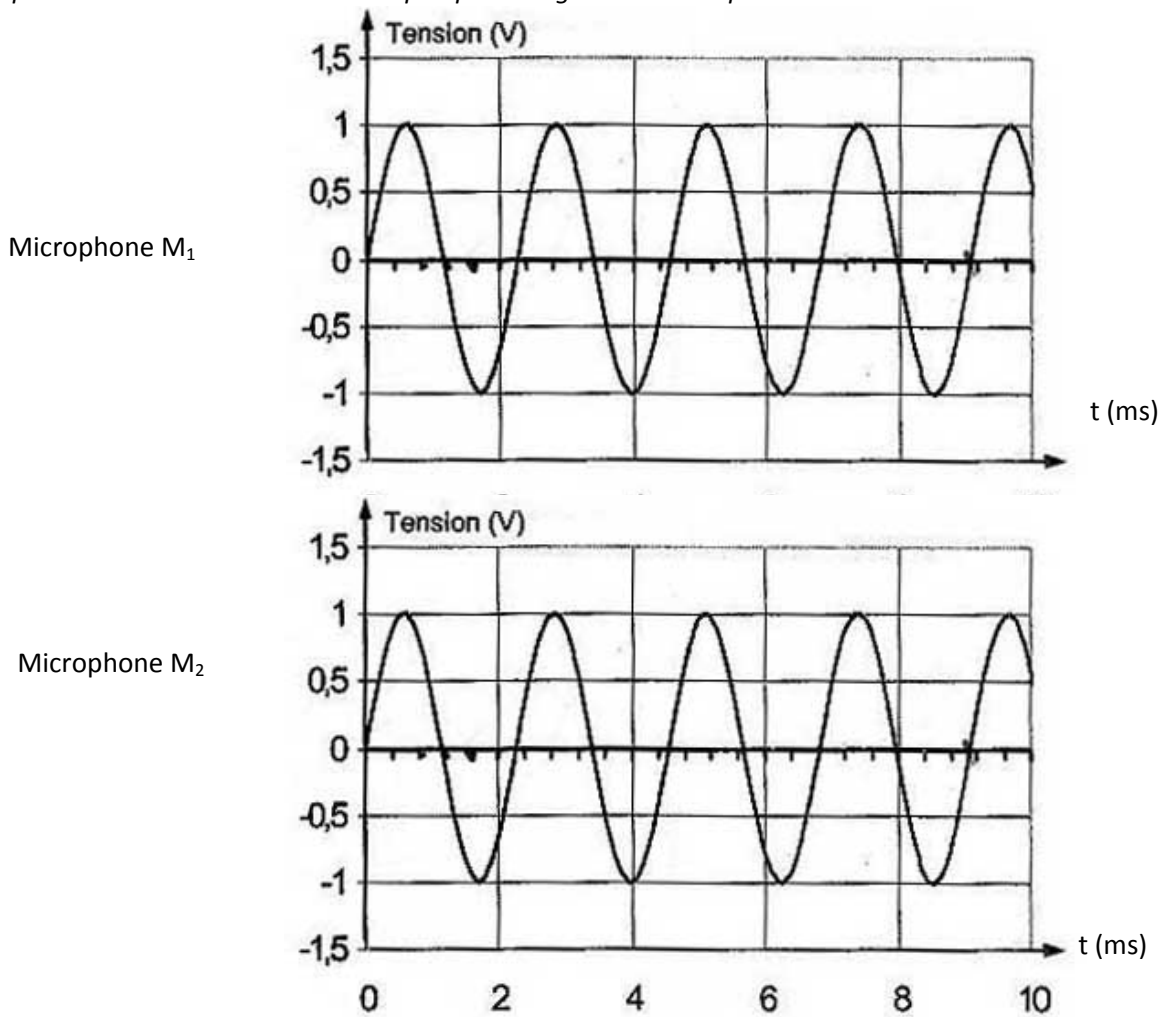
Les courbes obtenues sont représentées ci-après.



- 2.1. Comment peut-on déterminer la célérité de l'onde sonore à l'aide des courbes obtenues ?
 2.2. Effectuer le calcul de la célérité de l'onde sonore pour la distance M_1M_2 puis pour la distance M_2M_3 .
 2.3. Les résultats obtenus sont-ils cohérents ? Justifier.

3. Célérité de l'onde : deuxième méthode

Julien dispose maintenant les deux microphones M_1 et M_2 à la même distance d d'un diapason. Il obtient les courbes représentées ci-dessous. On remarque que les signaux sont en phase.



- 3.1. Déterminer la période puis la fréquence du son émis par le diapason.

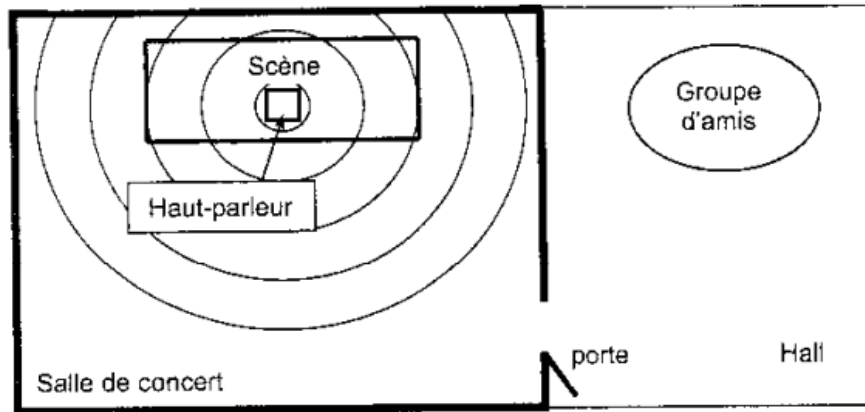
Julien éloigne le microphone M_2 peu à peu jusqu'à ce que les courbes soient de nouveau en phase. Il réitère l'opération jusqu'à compter cinq positions pour lesquelles les courbes sont à nouveau en phase. La distance D entre les deux microphones est alors égale à 3,86 m.

- 3.2. Pourquoi compte-t-on plusieurs retours de phase plutôt qu'un seul ?
 3.3. Définir la longueur d'onde. Déduire sa valeur numérique de l'expérience précédente.
 3.4. Calculer alors la célérité de l'onde.
 3.5. Rappeler la définition d'un milieu dispersif.

D'après les résultats expérimentaux obtenus aux questions 3.4. et 2.2., le milieu de propagation des ondes sonores est-il dispersif ?

4. Autre propriété des ondes sonores

Lors d'un concert donné par Julien dans une salle, des amis arrivés un peu retard s'étonnent d'entendre de la musique alors qu'ils sont encore dans le hall et donc séparés de la scène par un mur très bien isolé phoniquement. Ils remarquent cependant que la porte, d'une largeur de 1,00 m, est ouverte. La situation est représentée sur le schéma ci-dessous.



- 4.1. Quel phénomène physique permet d'expliquer l'observation faite par les amis de Julien ?
- 4.2. Les amis de Julien ont-ils entendu préférentiellement dans le hall des sons graves ($f = 100 \text{ Hz}$) ou des sons très aigus ($f = 10\,000 \text{ Hz}$) ? Justifier la réponse en calculant les longueurs d'onde correspondantes. On considérera que la célérité du son est $v = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

NOM :

Prénom :

ANNEXES À RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE de l'Exercice de Chimie : Document 1 : Tableau d'avancement simplifié

Avancement		$2 \text{ C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_{2,(\text{aq})} + 7 \text{ H}_2\text{O}_{2,(\text{aq})} + \dots \rightarrow 2 \text{ N}_{2,(\text{g})} + \dots$		
État initial	0	$n_1 = 5,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$n_2 = 4,90 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	
État intermédiaire	x			
État final	x_{max}			

ANNEXE de l'Exercice de Physique : Question 1.2

	Ondes à une dimension	Ondes à deux dimensions	Ondes à trois dimensions
Ondes longitudinales			
Ondes transversales			