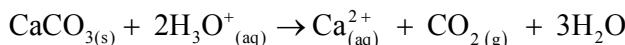


Chimie : suivi volumétrique (7 points)

L'expérience suivante a pour but d'étudier la cinétique de la réaction entre le carbonate de calcium, $\text{CaCO}_{3(s)}$, et les ions oxonium $\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}$, dont l'équation est :



Protocole expérimental

Dans un ballon, on introduit un volume $V_A = 30,0 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique $\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)} + \text{Cl}^{-}_{(aq)}$ de concentration $C_A = 4,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

À $t=0$, on ajoute une masse $m(\text{CaCO}_3) = 1,4 \text{ g}$ de carbonate de calcium. On suit l'évolution du système chimique par mesure du volume de gaz produit, à température constante et à la pression atmosphérique.

Données :

- masse molaire du carbonate de calcium : $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$
- pression atmosphérique au moment de l'expérience : $P_{atm} = 1,015 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- température au moment de l'expérience : $T = 293 \text{ K}$
- constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

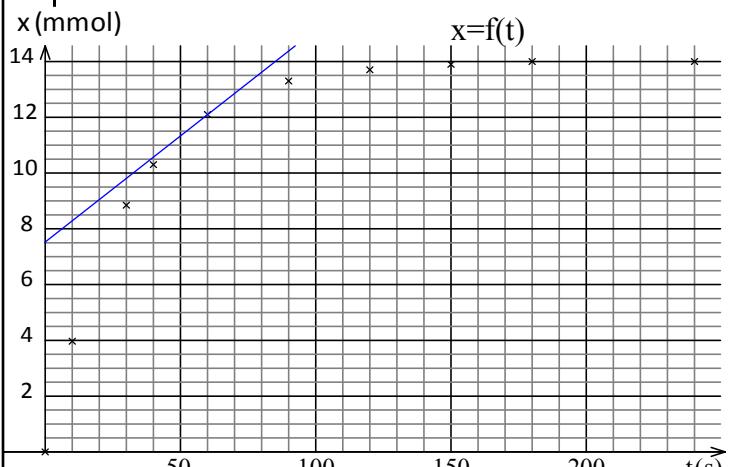
Étude théorique de la réaction :

- 1) Déterminer les quantités de matière de chacun des deux réactifs à l'état initial.
- 1) Dresser le tableau d'avancement de la transformation. En déduire le réactif limitant ainsi que la valeur x_{max} de l'avancement maximal.
- 0.5 3) Établir l'expression de l'avancement x de la réaction en fonction du volume V de gaz dégagé et du volume molaire des gaz, noté V_m .

Étude expérimentale par suivi du volume de gaz dégagé :

Le graphe et les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

$t(s)$	0	10	20	30	40	60	90	120	150	180	240
$V(\text{mL})$	0	95	163	212	247	291	319	330	334	335	336
$x(\text{mmol})$	0	3,97		8,85	10,3	12,1	13,3	13,7	13,9	14	14



- 0.5 4) Calculer la valeur manquante dans le tableau de mesures.
- 0.5 5) Déterminer l'avancement final x_{fin} . Cette valeur est-elle compatible avec les résultats de l'étude théorique?
- 0.5 6) Comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps?
- 1 7) Définir le temps de demi-réaction. Déterminer sa valeur.
- 1 8) Définir la vitesse de la réaction. Déterminer sa valeur à la date $t = 60 \text{ s}$.

Autre étude expérimentale :

Il est également possible de suivre l'évolution de la transformation réalisant de petits prélèvements de volumes égaux de la solution que l'on refroidit avant de titrer l'acide restant par une base.

- 0.5 9) Pourquoi faut-il refroidir la solution immédiatement après le prélèvement?
- 0.5 10) Expliquer comment variera le volume de base nécessaire pour atteindre l'équivalence en fonction du temps au bout duquel on effectue le prélèvement?

Physique

Exercice 1 : Ondes dans la cuve à onde (4,5 points)

Une onde mécanique sinusoïdale est engendrée par un vibrer de fréquence N à la surface de l'eau dans une cuve à onde.

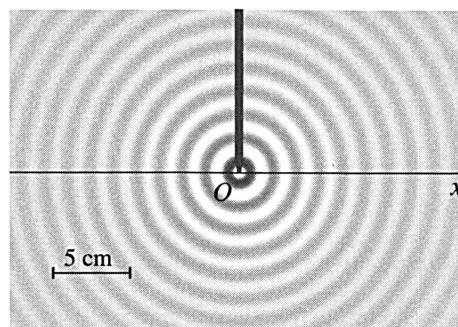
- 1) En eau peu profonde sur la cuve à onde, la célérité d'une mécanique dépend de la l'intensité de la pesanteur, $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ et de la profondeur h de l'eau.

- 1.1) Une seule des propositions ci-dessous permet de calculer la célérité v . Déterminer laquelle en réfléchissant, par exemple, sur les unités.

$$a) \rightarrow v = \sqrt{g \cdot h^2} ; b) \rightarrow v = \sqrt{\frac{g}{h}} ; c) \rightarrow v = \sqrt{g \cdot h}$$

- 1.2) Calculer v pour une eau de profondeur $h = 8 \text{ mm}$.

- 2) La figure représente la surface d'une cuve à onde éclairée en éclairage stroboscopique.



- 0.5 2.1) L'onde est-elle transversale ou longitudinale?
- 0.5 2.2) En mesurant sur la figure, par une méthode la plus précise, déterminer la longueur d'onde λ .
- 0.5 2.3) En déduire la fréquence N des ondes.
- 3) On supposera que la source O commence à vibrer à la fréquence 20Hz à partir de sa position d'équilibre vers le bas à la date $t=0$ et que de l'onde sinusoïdale, d'amplitude constante 2mm et la célérité est $0,28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- 1 3.1) Tracer l'aspect de la coupe radiale de la surface de l'eau à la date $t=0,125 \text{ s}$.
- 0.5 3.2) Soit M, un point de la surface de l'eau situé, au repos, à une abscisse $x_M = 14,7 \text{ cm}$ de O. Comment vibre le point M par rapport à la source O.
- 0.5 3.3) Calculer le retard temporel de M par rapport à O.

Exercice 2 : Ondes sonores. (3,5 points)

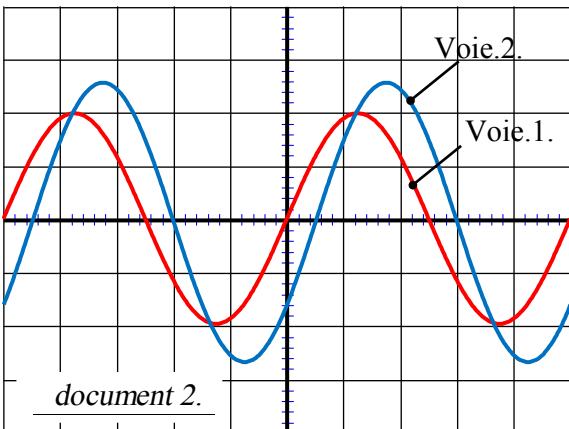
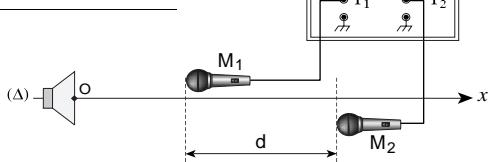
Deux microphones M_1 et M_2 sont placés à proximité de l'axe perpendiculaire à la membrane de haut-parleur et passant par son centre O document 1.

Le haut-parleur est branché à un générateur de tension sinusoïdale dont la fréquence est réglable. Les microphones sont branchés à un oscilloscope dont les réglages figurent dans le tableau ci-dessous.

Voie.1.	Voie.2.	balayage
1 V/DIV	0,5 V/DIV	1 ms/DIV

Le document 2 est une reproduction de l'oscillogramme obtenu.

document 1.



Donnée : Dans les conditions de l'expérience, la célérité du son dans l'air est de l'ordre de 340 m/s.

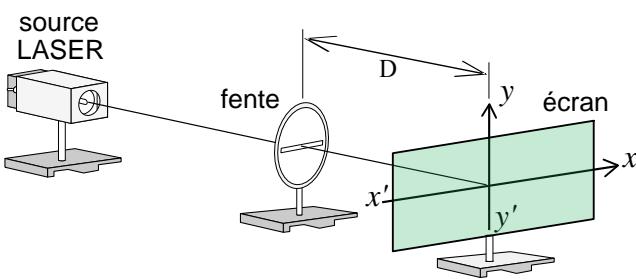
- 0.5 1) Déterminer la période temporelle T et la fréquence f de l'onde sonore émise par le haut-parleur.
- 0.5 2) En déduire la période spatiale λ de cette onde.
- 0.5 3) Ces courbes sont obtenues pour une distance minimale d_{\min} entre les deux microphones.
- 0.5 3.1) Déterminer le retard temporel entre les deux microphones.
- 0.5 3.2) En déduire la distance minimale d_{\min} séparant les deux microphones.
- 0.5 3.3) Pour quelles autres distances séparant les deux microphones obtiendrait-on le même oscillogramme.
- 1 4) On rapproche M_2 de M_1 d'une distance égale à $\frac{\lambda}{2}$. Représenter l'oscillogramme obtenu.

Exercice 3 : Ondes lumineuses. (5 points)

La nouvelle génération de lecteurs CD et DVD comporte un laser bleu (le blu-ray) dont la technologie utilise une longueur d'onde $\lambda_B = 405 \text{ nm}$ dans le vide, d'une couleur bleue pour lire ; écrire et stocker davantage d'informations et données sur un disque CD ou DVD. Les anciennes techniques utilisent respectivement des lasers infrarouges et rouges.

I. Diffraction :

On veut retrouver expérimentalement la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique du LASER d'un lecteur DVD. On utilise pour cela le montage de la figure 1 : a étant la largeur de la fente, θ le demi-écart angulaire, D la distance entre la fente et l'écran et L la largeur de la tache centrale.



1) QCM :

Choisir la bonne réponse parmi les propositions :

- 0.25 1.1) Les taches de diffraction s'étalent dans la direction :
a- Direction xx' b- Direction yy'
- 0.25 1.2) Le phénomène de diffraction des ondes lumineuses est visible si la largeur a des ouvertures est :
a) $a \approx \lambda$ b) $\lambda < a < 10\lambda$ c) $10\lambda < a < 100\lambda$

2) Expression de λ :

- 0.5 2.1) Établir la relation entre θ , L et D , on supposera θ suffisamment petit pour considérer $\tan\theta \approx \theta$ avec θ en radian.

- 0.5 2.2) Donner la relation entre θ , λ_D et a en indiquant l'unité de chaque grandeur.

- 0.5 2.3) En déduire la relation : $\lambda_D = \frac{L \cdot a}{2 \cdot D}$

3) Détermination de la longueur d'onde λ_D de la radiation d'un laser de lecteur DVD.

Pour la figure de diffraction obtenue avec le laser «DVD», on mesure $L = 4,8 \text{ cm}$.

On remplace alors le laser «DVD» par le laser utilisé dans le lecteur blu-ray sans modifier le reste du montage, on obtient une tache de diffraction de largeur $L' = 3,0 \text{ cm}$.

À partir de ces deux expériences, calculer la valeur de la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD.

II. Dispersion :

Un CD est constitué de polycarbonate de qualité optique dont l'indice de réfraction est $n = 1,55$ pour la radiation lumineuse utilisée dans le lecteur CD.

- 0.5 1) Soit v la vitesse de la radiation dans le polycarbonate, donner la relation entre les grandeurs physiques n , c et v .
- 0.5 2) Quelle grandeur caractéristique de la radiation du laser n'est pas modifiée lorsque son rayon passe de l'air dans le disque ?

- 0.75 3) Détermination de la longueur d'onde λ d'un laser CD.
3.1) Le laser utilisé pour lire les CD a une longueur d'onde $\lambda_C = 780 \text{ nm}$ dans le vide.

Montrer que la longueur d'onde λ du laser CD dans le polycarbonate vérifie $\lambda = \frac{\lambda_C}{n}$.

- 0.25 3.2) Calculer λ .