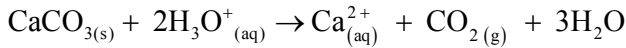


**Chimie : suivi volumétrique (7 points)**

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 :  $P_{\text{atm}} = 1,015 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- température au moment de l'expérience :  $T = 293 \text{ K}$
- constante des gaz parfaits :  $R = 8,31 \text{ S.I.}$

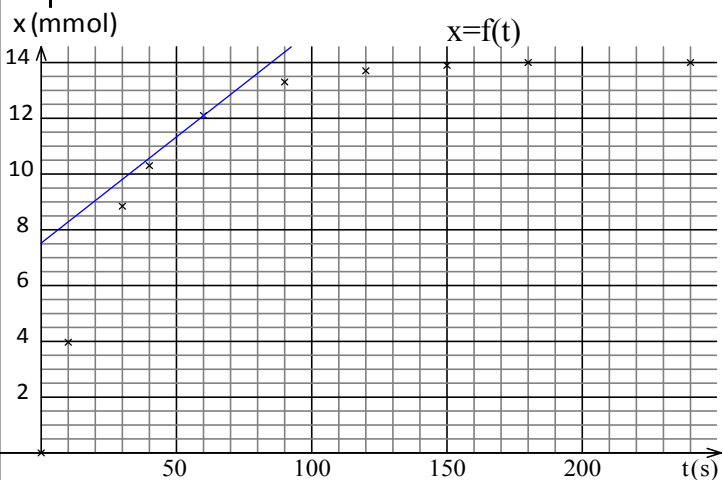
**Étude théorique de la réaction :**

- 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  $x_{\text{max}}$  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(mL)	0	95	163	212	247	291	319	330	334	335	336
x(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  $x_{\text{fin}}$ . 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.

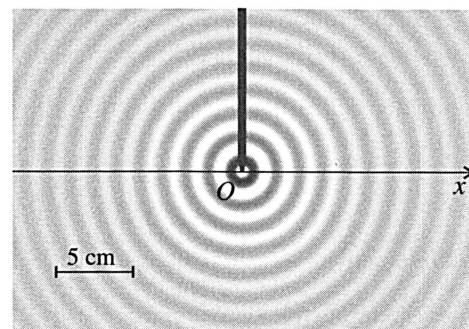
- 0.5) 9) Pourquoi faut-il refroidir la solution immédiatement après le prélèvement ?
- 0.5) 10) Expliquer comment variera le volume de base nécessaire pour atteindre l'équivalence en fonction du temps au bout duquel on effectue le prélèvement ?

**Physique**

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

Une onde mécanique sinusoïdale est engendrée par un vibreur 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.
- 0.5) 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)  $\rightarrow v = \sqrt{g h}$
- 0.5) 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  $\lambda$ .
- 0.5) 2.3) En déduire la fréquence  $N$  des ondes.
- 3) On supposera que la source  $O$  commence à vibrer à la fréquence  $20 \text{ Hz}$  à partir de sa position d'équilibre vers le bas à la date  $t=0 \text{ s}$  et que de l'onde sinusoïdale, d'amplitude constante  $2 \text{ mm}$  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)

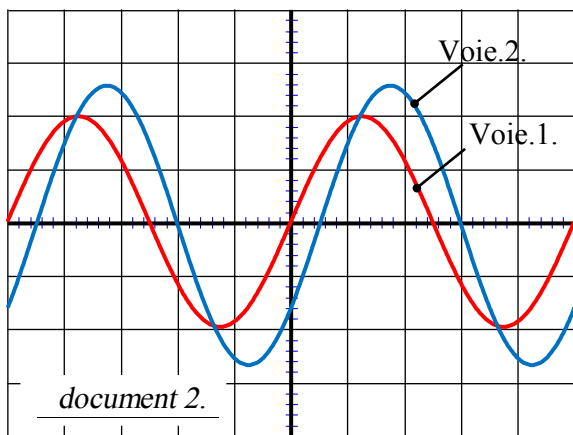
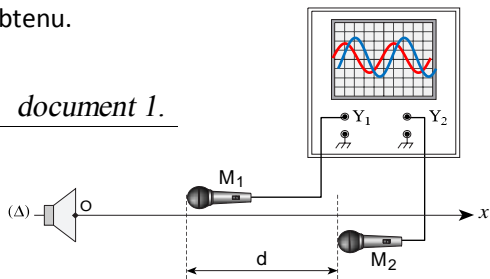
Deux microphones  $M_1$  et  $M_2$  sont placés à proximité de l'axe perpendiculaire à la membrane de haut-parleur et passant par son centre  $O$  document 1.

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 figure 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.

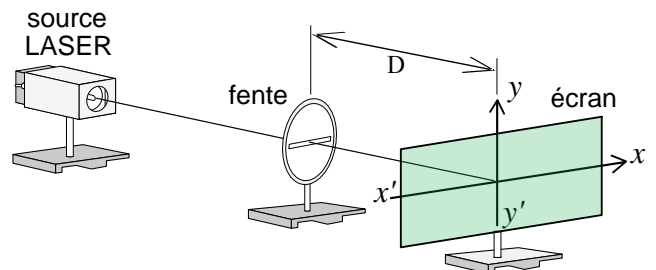
- 0.5 1) Déterminer la période temporelle  $T$  et la fréquence  $f$  de l'onde sonore émise par le haut-parleur.
- 0.5 2) En déduire la période spatiale  $\lambda$  de cette onde.
- 0.5 3) Ces courbes sont obtenues pour une distance minimale  $d_{\min}$  entre les deux microphones.
- 0.5 3.1) Déterminer 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  $\lambda_D$  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,  $\theta$  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  $\lambda$  :**

- 0.5 2.1) Établir la relation entre  $\theta$ ,  $L$  et  $D$ , on supposera  $\theta$  suffisamment petit pour considérer  $\tan\theta \approx \theta$  avec  $\theta$  en radian.
- 0.5 2.2) Donner la relation entre  $\theta$ ,  $\lambda_D$  et  $a$  en indiquant l'unité de chaque grandeur.
- 0.5 2.3) En déduire la relation :  $\lambda_D = \frac{L.a}{2.D}$

**3) Détermination de la longueur d'onde  $\lambda_D$  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  $\lambda_D$  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  $\lambda$  d'un laser CD.
- 0.75 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  $\lambda$  du laser CD dans le polycarbonate vérifie  $\lambda = \frac{\lambda_C}{n}$ .
- 0.25 3.2) Calculer  $\lambda$ .