



*La présentation, le soin et la rédaction seront pris en compte pour un point dans la notation.
Justifier en expliquant votre démarche si cela est nécessaire.
Tout calcul doit être précédé de la formule utilisée.
La valeur numérique prise par une grandeur physique est toujours suivie d'une unité.
Respecter la notation des grandeurs utilisées dans l'énoncé.*

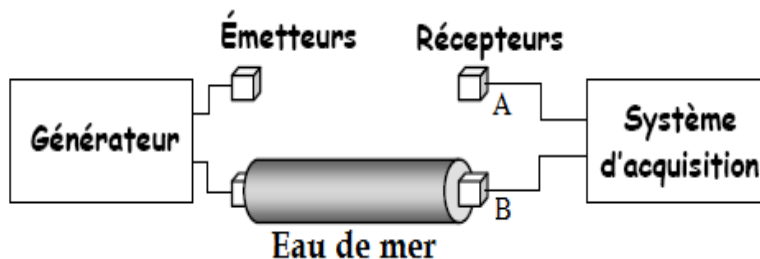
EXERCICE 1 (6pts)

1. Étude de l'onde ultrasonore dans l'eau de mer.

- 1.1. Définir une onde mécanique progressive.
- 1.2. L'onde ultrasonore est-elle une onde longitudinale ou transversale ? Justifier la réponse.

2. Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau.

- La célérité (ou vitesse) des ultrasons dans l'air $v_{\text{air}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$ est plus faible que la célérité des ultrasons dans l'eau de mer v_{eau} .
- Un émetteur produit simultanément des salves d'ondes ultrasonores dans un tube rempli d'eau de mer et dans l'air (voir figure 1 ci-dessous).



- À une distance d de l'émetteur d'ondes ultrasonores, sont placés deux récepteurs, l'un dans l'air et l'autre dans l'eau de mer.
- Le récepteur A est relié à l'entrée A du système d'acquisition d'un ordinateur et le récepteur B à l'entrée B. L'acquisition commence lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B du système.

- 2.1. Pourquoi est-il nécessaire de déclencher l'acquisition lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B ?
- 2.2. Donner l'expression du retard Δt entre la réception des ultrasons par les deux récepteurs en fonction de t_A et t_B , durées que mettent les ultrasons pour parcourir respectivement la distance d dans l'air et dans l'eau de mer.

Justifier l'ordre des termes.

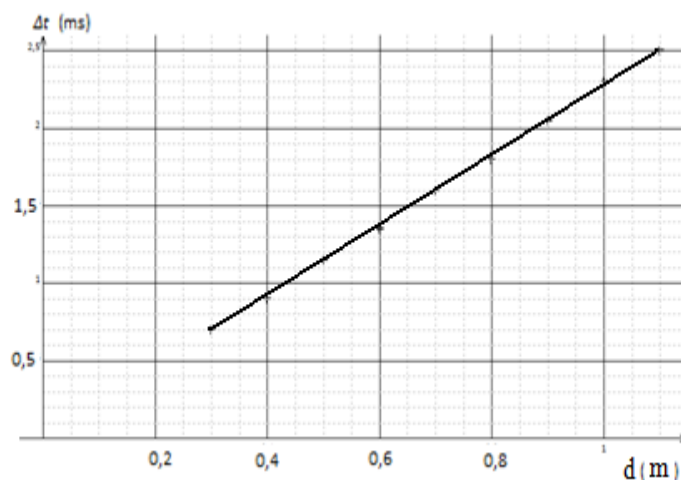
- 2.3. On détermine Δt pour différentes distances d entre l'émetteur et les récepteurs. On traite les données avec un tableur et on obtient le graphe $\Delta t = f(d)$

- 2.3.1 Démontrer que Δt s'exprime en fonction de d , v_{air} , v_{eau} par la relation suivante : $\Delta t = d \times \left(\frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_{\text{eau}}} \right)$

- 2.3.2 Justifier l'allure de la courbe obtenue $\Delta t = f(d)$.

- 2.3.3 Déterminer graphiquement le coefficient directeur de la droite $\Delta t = f(d)$ en précisant les unités du résultat.

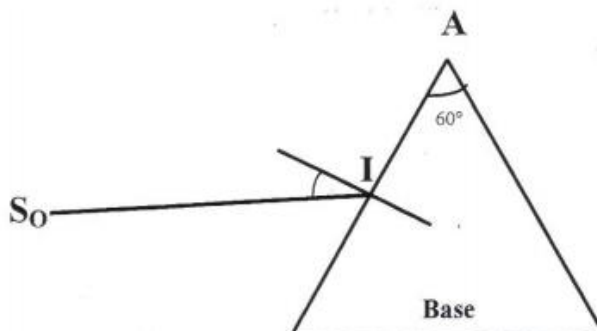
- 2.3.4 En déduire la valeur de la célérité v_{eau} des ultrasons dans l'eau de mer en prenant $v_{\text{air}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$.



EXERCICE 2 (6pts)

Placé dans l'air un prisme, d'angle au sommet $A = 60^\circ$, est éclairé à l'aide d'un faisceau monochromatique. L'indice de réfraction du prisme vaut $n = 1,51$ pour cette radiation.

On souhaite tracer la marche du rayon incident SI dont l'angle d'incidence est égal à 30° par rapport à la normale à la surface d'entrée AB du prisme.



1. Première réfraction.

a. Calculer l'angle de réfraction r après traversée de la face AB d'entrée du prisme.

b. Tracer, sur la figure, le rayon réfracté.

2. Deuxième réfraction. Le faisceau ressort du prisme au point I' situé sur la face de sortie AC.

a. Calculer l'angle d'incidence r' par rapport à la normale à la face AC en sachant que la relation liant A , r et r' est: $A = r + r'$.

b. Calculer l'angle i' par rapport à la normale, du rayon émergent dans l'air.

c. Tracer le rayon émergent sur la figure.

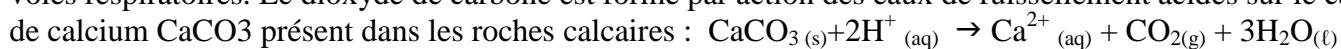
3. Déviation du faisceau. La déviation D du rayon lors de la traversée du prisme est l'angle entre le rayon incident et le rayon émergent.

a. Représenter la déviation D sur la figure.

b. On éclaire maintenant le prisme avec de la lumière blanche. Sachant que pour une radiation bleue, l'indice du prisme vaut $n_b = 1,680$ et que pour une rouge, cet indice vaut $n_r = 1,596$, précisez (en le justifiant) quelle est la radiation la plus déviée.

EXERCICE 3 (7pts)

Des spéléologues doivent faire l'exploration d'une grotte où ils risquent de rencontrer des nappes de dioxyde de carbone CO_2 . À teneur élevée, ce gaz peut entraîner des évanouissements et même la mort, car il bloque les voies respiratoires. Le dioxyde de carbone est formé par action des eaux de ruissellement acides sur le carbonate de calcium CaCO_3 présent dans les roches calcaires :



On se propose d'étudier cette réaction. Dans un ballon, on réalise à la date $t=0$ s le mélange de 2,0g carbonate de calcium $\text{CaCO}_3(s)$ avec $V_S = 100\text{mL}$ d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$) à $0,1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le dioxyde de carbone formé est recueilli, par déplacement d'eau, dans une éprouvette graduée. Le volume $V(\text{CO}_2)$ de dioxyde de carbone dégagé en fonction du temps est donné par le tableau ci-dessous.

t (s)	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	380	440	400	420
$V(\text{CO}_2)$ (mL)	0	49	72	84	93	100	106	111	115	118	119	120	120	121

La pression du gaz est égale à la pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1,020 \cdot 10^5$ Pa.

Données : Température au moment de l'expérience : 25°C soit $T = 298$ K;

Constante des gaz parfaits : $R = 8,314$ S.I. ;

Masses molaires, en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{Ca}) = 40$;

Densité d'un gaz par rapport à l'air : $d = M/29$ où M est la masse molaire du gaz.

1. Calculer la densité du dioxyde de carbone $\text{CO}_2(g)$ par rapport à l'air. Dans quelles parties de la grotte est-il susceptible de s'accumuler ?

2. Déterminer les quantités de matières initiales de chacun des réactifs.

3. Dresser le tableau d'avancement de la réaction. En déduire la valeur x_{max} de l'avancement maximum. Quel est le réactif limitant ?

4. a. Exprimer l'avancement x à une date t en fonction de $V(\text{CO}_2)$, T , P_{atm} et R . Calculer sa valeur numérique à la date $t=80$ s.

b. Calculer le volume maximum de gaz susceptible d'être recueilli dans les conditions de l'expérience.

5. On a calculé les valeurs de l'avancement x et reporté les résultats sur le graphe ci-dessous.

a. Donner l'expression de la vitesse volumique de réaction en fonction de l'avancement x et du volume V de solution.

b. Comment varie la vitesse volumique au cours du temps ? Justifier à l'aide du graphe.

c. Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. Déterminer graphiquement sa valeur sur le graphe donné.

6. La température de la grotte à explorer est inférieure à 25°C .

a. Quel est l'effet de cet abaissement de température sur la vitesse volumique de réaction à la date $t = 0$ s ?

b. Tracer, sur le graphe ci-avant, l'allure de l'évolution de l'avancement en fonction du temps dans ce cas.

