Afrique 2008 **Exercice 1. AUTOUR DE LA VOITURE (7 points)**

Les parties A et B sont indépendantes.

Partie A : Le stationnement « ultra-simple» avec les ultrasons

Les ultrasons sont des ondes mécaniques de période plus courte que les ondes sonores audibles. Elles ont été découvertes en 1883 par le physiologiste anglais Francis Galton.
Une des nouvelles applications des ultrasons se trouve dans l'industrie automobile, ou l'on peut les utiliser afin d'éviter les obstacles.
Certains systèmes permettent de se garer automatiquement en quelques secondes : toute place de stationnement parallèle à la file de circulation disponible et mesurant au moins un mètre quarante de plus que le véhicule est reconnue par les capteurs à ultrasons qui permettent de calculer la trajectoire optimale pour effectuer le créneau sans que le conducteur n'ait à toucher le volant.

1. Généralités sur les ondes sonores

1.1. Donner la définition d'une onde mécanique progressive.

1.2. Les ondes sonores sont un exemple d'ondes mécaniques. Pourquoi une éventuelle communication par onde sonore entre la Terre et la Lune ne serait-elle pas possible ?

1.3. Donner un exemple d'onde pouvant se propager dans le vide.

1.4. Dans le cas d'une onde sonore, la direction de la perturbation est parallèle à celle de la direction de la propagation. Comment peut-on alors qualifier ces ondes ?

2. Détermination de la célérité des ultrasons: 1ère méthode

On alimente un émetteur d'ultrasons en mode « Salve ».
*On place face à l'émetteur deux récepteurs A et B comme indiqué sur le schéma simplifié du montage fourni en **ANNEXE**.*
*Le récepteur A est relié à la voie EA0 du boîtier d'acquisition, le récepteur B à la voie EA1. L'enregistrement est présenté en **FIGURE 1 DE L'ANNEXE**.*
La fenêtre 1 correspond au récepteur A, la fenêtre 2 correspond au récepteur B.

2.1. Compléter le schéma simplifié du montage donné en **ANNEXE** en y faisant apparaître les branchements vers le boîtier d'acquisition.

2.2. Identifier et indiquer dans la fenêtre 1, les zones d'émission sonore et les zones sans émission.

2.3. Positionner les salves de l'acquisition obtenue dans la fenêtre 2 de la **FIGURE 1 DE L'ANNEXE**. (On ne représentera que leurs enveloppes).

On déplace ensuite le récepteur B, dans la direction émetteur-récepteur, d'une distance d suffisamment grande pour pouvoir mesurer avec précision le retard ultrasonore Δt correspondant au passage de l'onde par les deux récepteurs. Le déplacement s'effectue selon un axe parallèle à l'axe x'x du schéma simplifié du montage.
*Afin de déterminer la célérité des ondes ultrasonores, on réalise une acquisition (sur une durée inférieure à celle d'une salve) pour une distance d = 0,3 m donnant les enregistrements présentés dans la **FIGURE 2 DE L'ANNEXE**.*

2.4. Indiquer sur la figure 2 le retard Δt correspondant et le mesurer.

2.5. En déduire la valeur V_1 de la célérité des ondes ultrasonores dans l'air.

2.6. Obtiendrait-on le même résultat pour la célérité si on effectuait l'expérience en utilisant l'eau à la place de l'air comme milieu de propagation? Justifier.

3. Détermination de la célérité des ultrasons : 2ème méthode

On fait maintenant fonctionner l'émetteur en mode « Continu ».
On visualise cette fois-ci les signaux à l'aide d'un oscilloscope : le récepteur A est relié à la voie 1 et le récepteur B à la voie 2.

Au départ, on place à nouveau les deux récepteurs en face de l'émetteur, côte à côte, comme sur le schéma simplifié du montage de départ.
Les deux signaux sont alors superposés et confondus.
*En choisissant une sensibilité verticale de 0,10 V.div^{-1} et une sensibilité horizontale de 10 µs.div^{-1} on obtient l'oscillogramme du signal capté par le récepteur A présenté en **FIGURE 3 DE L'ANNEXE**.*

3.1. Déterminer la période et en déduire la fréquence des ultrasons.

3.2. On déplace le récepteur B en l'éloignant du récepteur A, ce dernier étant fixé. Le déplacement s'effectue dans la direction émetteur-récepteur selon un axe parallèle à l'axe x'x du schéma simplifié du montage: les deux sinusoïdes se décalent puis se superposent à nouveau.
On répète l'opération d'éloignement du récepteur B jusqu'à la 10ème superposition des courbes. La distance d_1 entre A et B est alors de 8,4 cm.
Utiliser ces données pour déterminer la valeur d'une grandeur caractéristique de l'onde que l'on nommera.

3.3. Utiliser les questions 3.1 et 3.2 pour déterminer une valeur V_2 de la célérité des ultrasons. On précisera la démarche et les calculs effectués.

3.4. On donne sur la **FIGURE 4 DE L'ANNEXE**. Le signal capté par le récepteur B lorsqu'il a été décalé d'une autre distance d_2 par rapport au récepteur A. On néglige tout amortissement. La distance d_2 étant comprise entre 3,5 cm et 4,0 cm, déduire à l'aide de la FIGURE 4 DE L'ANNEXE, la valeur de d_2.

4. Détection de distance

Une voiture est équipée d'un système comportant un émetteur et un récepteur d'ultrasons placés côte à côte à l'arrière du véhicule.
Lors d'une marche arrière, une salve ultrasonore est envoyée et réfléchie par un obstacle puis détectée par le récepteur 9,0 ms après l'émission, la célérité du son étant considérée comme égale à $1{,}2.10^3$ km.h^{-1}.
À quelle distance se trouve l'obstacle de la voiture? Justifier la réponse.

Partie B : L'électrolyte utilisé dans la batterie

La batterie d'une voiture est composée de plusieurs cellules d'accumulateurs montées en série. L'électrolyte utilisé est une solution aqueuse d'acide sulfurique concentré. On se propose dans cette partie de mesurer la concentration c en soluté H_2SO_4 apporté dans cet électrolyte.

1. L'électrolyte S_0 étant trop concentré, on se propose de le diluer 1000 fois. On obtient une solution S_1. Choisir, en justifiant parmi le matériel proposé, la verrerie nécessaire pour réaliser cette manipulation :
   - fioles jaugées de 10,00 mL, 50,00 ml, 100,00 mL, 1,00 L
   - pipettes graduées de 1,0 mL, 2,0 mL, 10,0 ml
   - pipettes jaugées de 1,00 mL, 2,00 mL, 10,00 ml
   - bechers de 50 mL, 100 mL, 1 L

2. On mesure le pH de la solution S_1 : pH = 2,13 ; en déduire la concentration en ions oxonium $H_3O^+_{(aq)}$ de cette solution

3. En déduire la concentration en ions oxonium de la solution S_0.

4. *L'électrolyte S_0 a été préparé par dissolution de H_2SO_4 dans l'eau. La réaction est totale et peut s'écrire :*

$$H_2SO_{4\,(l)} + 2\,H_2O_{(l)} = 2\,H_3O^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

4.1. Compléter le tableau d'avancement donné en **ANNEXE**.

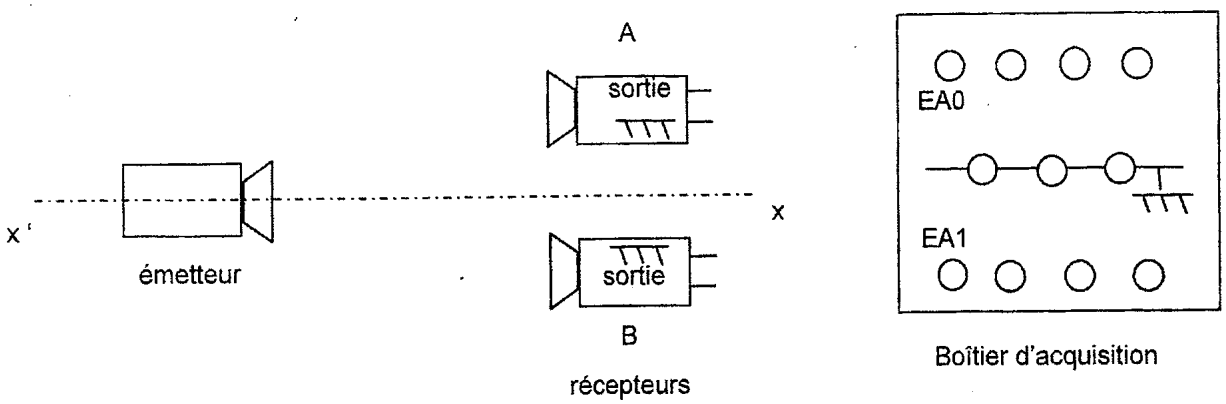
4.2. Établir une relation entre la quantité de matière finale $n_f(H_3O^+_{(aq)})$ d'ions $H_3O^+_{(aq)}$ et l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

4.3. En déduire une relation entre la quantité de matière initiale n_i (H_2SO_4) de soluté H_2SO_4 apporté et la quantité finale n_f ($H_3O^+_{(aq)}$) d'ions $H_3O^+_{(aq)}$.

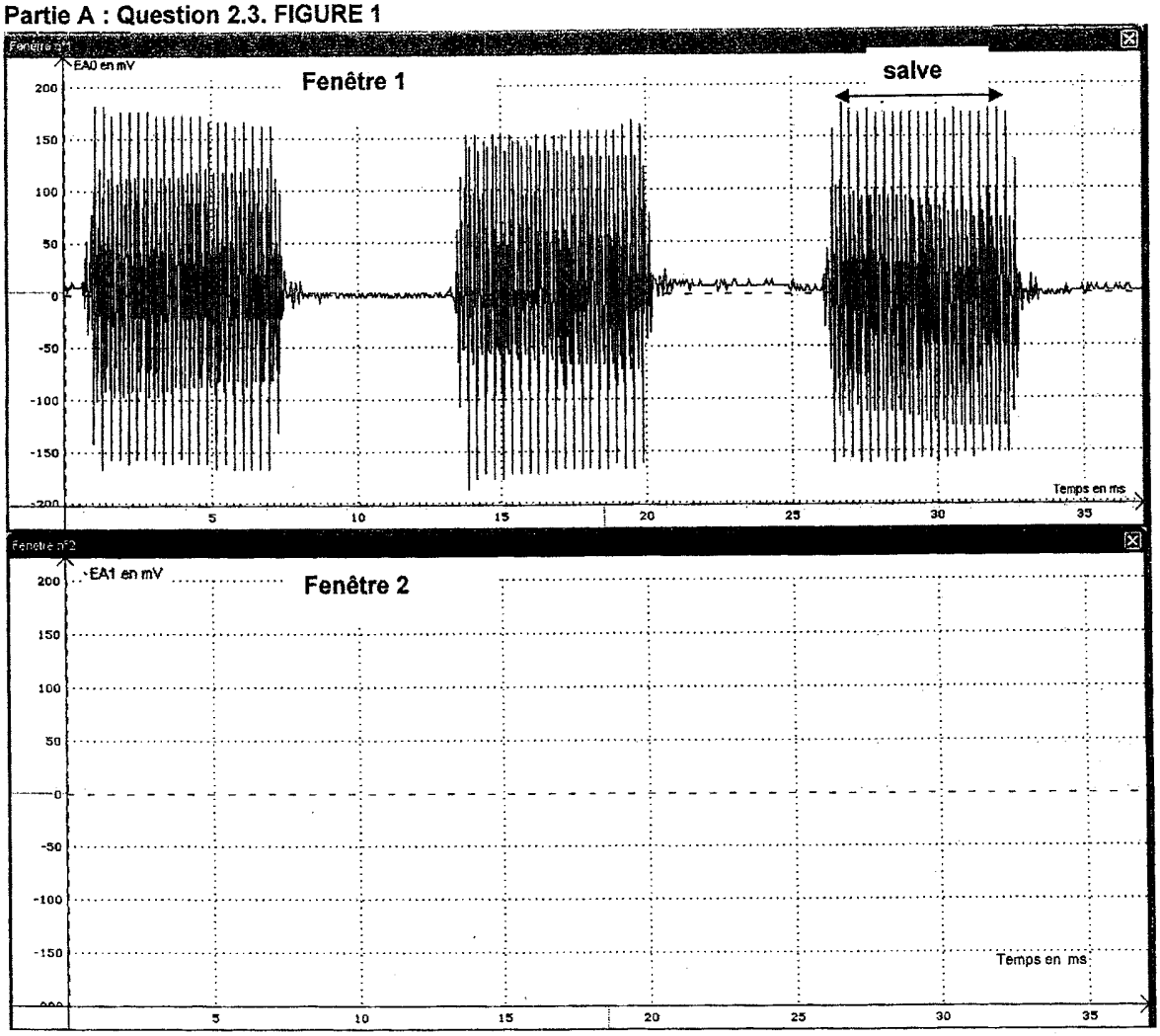
4.4. Montrer que la concentration c en soluté H_2SO_4 apporté dans l'électrolyte vaut 3,71 $mol.L^{-1}$.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Partie A Question 2.1. Schéma simplifié du montage

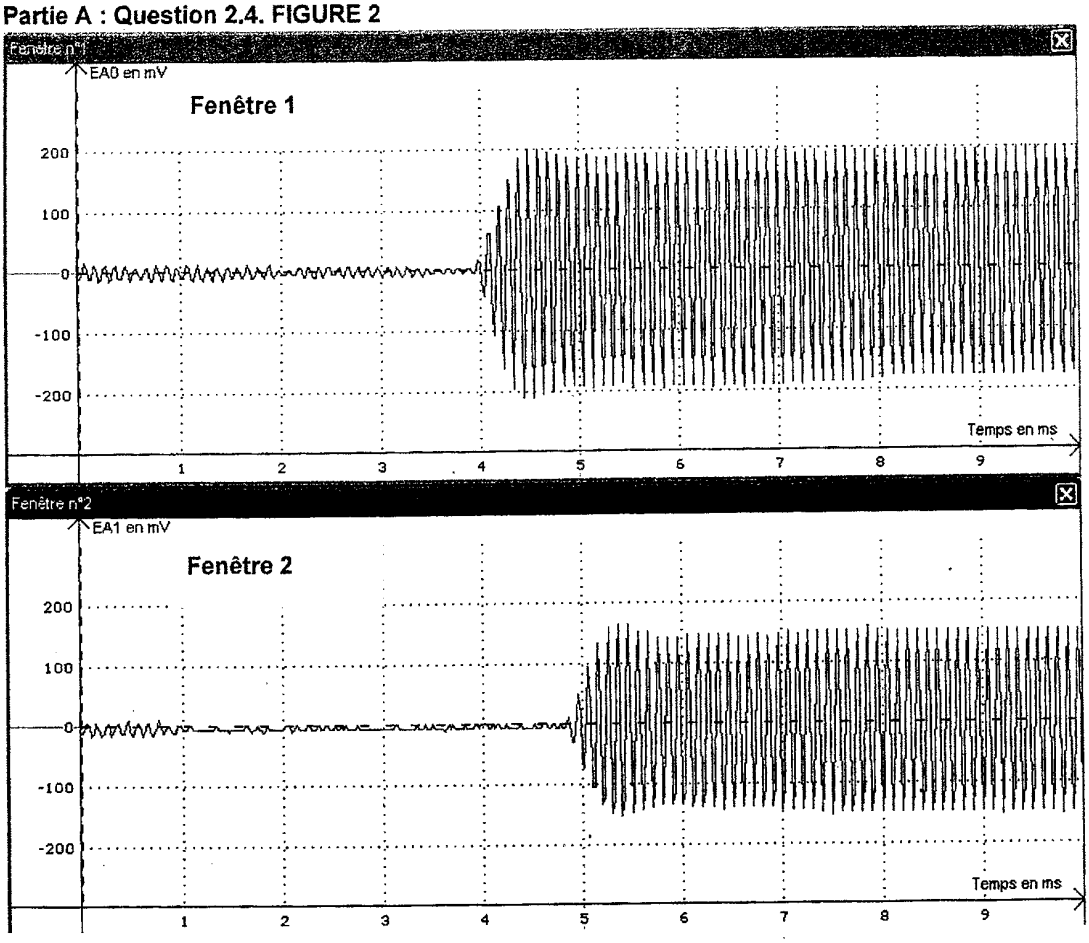


Partie A : Question 2.3. FIGURE 1

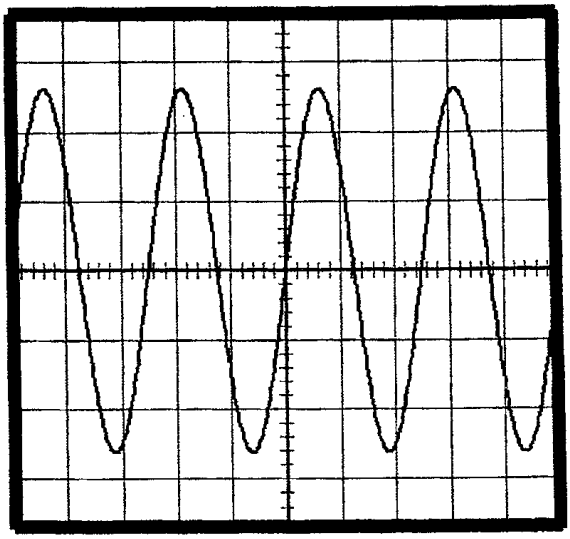


ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

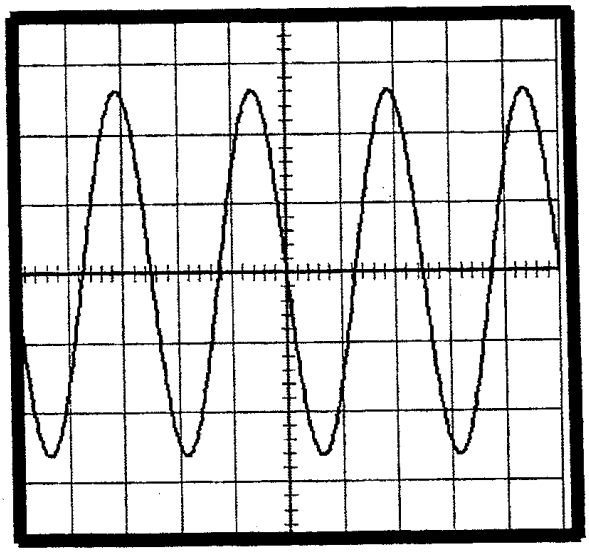
Partie A : Question 2.4. FIGURE 2



Partie A : Question 3.1 Figure 3



Question 3.4 Figure 4



ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Partie B : Question 4.1 Tableau d'avancement

Équation chimique		H_2SO_4 (ℓ) +	2 H_2O (ℓ) =	2 H_3O^+(aq) +	SO_4^{2-}(aq)
État du système	*Avancement (mol)*	*Quantités de matière (mol)*			
État initial	0	n_i (H_2SO_4)	*excès*	*0*	*0*
État intermédiaire	x		*excès*		
État final	x_{max}		*excès*		