



Concours de réorientation

Session : 2013

Epreuve de sciences physiques

Durée : 3 heures

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Le candidat est appelé à traiter les deux parties, chimie et physique, sur feuilles séparées.

Partie de chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les mesures sont faites à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

Une solution aqueuse (S) d'un acide carboxylique RCO_2H de concentration molaire $C = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ a un $\text{pH} = 3,30$.

- 1) a- Montrer que RCO_2H est un acide faible.
b- Ecrire l'équation de sa réaction avec l'eau.
Donner les couples acide-base mis en jeu lors de cette réaction.
- 2) a- Vérifier que l'on peut négliger, dans la solution (S), la concentration des ions hydroxyde devant celle des ions hydronium.
b- Calculer le taux d'avancement final τ_f de la réaction de RCO_2H avec l'eau dans la solution (S).
Dédire que l'acide RCO_2H est faiblement ionisé dans (S).
- 3) a- Etablir l'expression du pH de la solution (S) en fonction de sa concentration molaire C et du pK_a du couple acide-base auquel appartient l'acide RCO_2H .
b- Calculer le pK_a relatif à l'acide RCO_2H .
- 4) On prélève un volume $V_1 = 10 \text{ mL}$ de la solution (S) et on lui ajoute un volume V_2 d'eau distillée. Le pH de la solution (S') obtenue est égal à 3,65.
a- Calculer la concentration molaire C' de la solution (S').
b- En déduire la valeur de V_2 .
c- Calculer le taux d'avancement final τ_f' de la réaction dans la solution (S') et le comparer à celui dans la solution (S). Conclure quant à l'effet de la dilution sur l'ionisation de l'acide RCO_2H .
- 5) Sachant que l'ionisation de l'acide RCO_2H dans l'eau est endothermique, préciser l'influence d'une élévation de la température, à volume constant, sur le pH de la solution et sur la valeur du pK_a .

Exercice 2 (4,5 points)

On se propose d'étudier la cinétique de la transformation de décomposition du peroxyde d'hydrogène par les ions iodure en présence d'acide sulfurique, transformation modélisée par la réaction d'équation:

$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$. Pour cela, on opère de la façon suivante :

- Dans un bécher (b_1), on prépare un volume $V_1 = 5 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_1) d'iodure de potassium KI de concentration molaire $C_1 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ et on y ajoute avec précaution 1 mL d'acide sulfurique de concentration molaire en ions H_3O^+ , égale à $0,6 \text{ mol.L}^{-1}$.
- On place, dans un bécher (b_2), un volume $V_2 = 5 \text{ mL}$ d'une solution (S_2) de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 de concentration molaire $C_2 = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$.

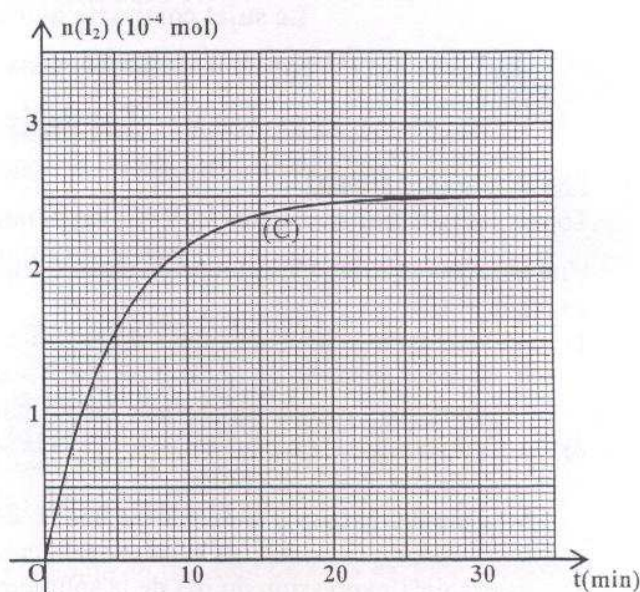
On mélange les contenus des deux béchers et on déclenche aussitôt le chronomètre à un instant $t = 0$, pris pour instant initial. Après quelques instants, on constate l'apparition d'une coloration jaune dans le mélange réactionnel initialement incolore, qui s'intensifie progressivement.

- 1) a- A quoi est due l'apparition de la coloration jaune dans le mélange réactionnel ?
 b- Préciser le rôle joué par les ions H_3O^+ dans la transformation étudiée (produit, catalyseur, réactif).
 c- Déterminer le nombre de moles de chaque réactif dans le mélange réactionnel à l'instant $t = 0$.
 d- Exprimer, en fonction de l'avancement x de la réaction, le nombre de moles de chacune des entités I^- , H_2O_2 , H_3O^+ et I_2 dans le mélange réactionnel à un instant t donné.
- 2) Par une méthode appropriée non décrite ici, on suit l'évolution en fonction du temps, du nombre de moles $n(\text{I}_2)$ de diiode apparu dans le mélange, dont la température et le volume restent constants.

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe (C) représentée sur la figure ci-contre.

En exploitant la courbe (C) :

- a- déterminer, en décrivant la méthode utilisée, la vitesse de la réaction à l'instant $t = 0$ puis celle à l'instant $t' = 25 \text{ min}$;
- b- dire comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps et préciser le facteur cinétique mis en cause;
- c- déterminer le nombre de moles de diiode obtenu à la fin de la réaction;
- d- calculer le taux d'avancement final de la décomposition du peroxyde d'hydrogène. Déduire, en le justifiant, si cette transformation est totale ou limitée.



- 3) On recommence la même expérience dans les mêmes conditions mais, cette fois, en ajoutant au même mélange réactionnel initial précédent quelques gouttes d'une solution de **sulfate de fer II**, jouant le rôle de catalyseur.
 - a- Définir un catalyseur.
 - b- Préciser, en le justifiant, s'il s'agit d'une catalyse homogène ou hétérogène.
 - c- Comparer le nombre de moles de diiode obtenu à la fin de la réaction, en présence du catalyseur, à celui obtenu dans l'expérience précédente? Justifier.

Partie de physique (11 points)

Exercice 1 (6 points)

Un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable, alimente un circuit électrique comportant les dipôles suivants, montés en série : un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance $L = 0,1 \text{ H}$ et de résistance r , un conducteur ohmique de résistance R , un ampèremètre et un interrupteur (K).

- 1) Schématiser le circuit et effectuer les connections nécessaires avec un oscilloscope bi-courbe afin de visualiser simultanément la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.
- 2) La fréquence du (GBF) étant réglée à la valeur $N_1 = 65 \text{ Hz}$. Lorsqu'on ferme l'interrupteur (K), l'une des figures ci-dessous (**figure-a**, **figure-b**, **figure-c**) apparaît sur l'écran de l'oscilloscope et l'ampèremètre indique $0,1 \text{ A}$.
 - a- Sachant que le circuit étudié est capacitif, quelle est, parmi ces figures, celle qui correspond à l'état du circuit ? Justifier.
 - b- En exploitant cette figure, déterminer : l'amplitude U_m de la tension excitatrice, le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$, l'impédance Z du circuit et les résistances R et r respectivement du conducteur ohmique et de la bobine.
- 3) Pour une fréquence $N_2 = 90 \text{ Hz}$ de la tension excitatrice, l'ampèremètre indique une valeur maximale I_2 .
 - a- Dans quel état se trouve le circuit ? Quelle est, parmi les figures ci-dessous, celle qui correspond à l'état du circuit ? Justifier.
 - b- Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
 - c- Calculer I_2 .
- 4) Calculer la fréquence N_3 de la tension excitatrice permettant d'obtenir la figure-b.

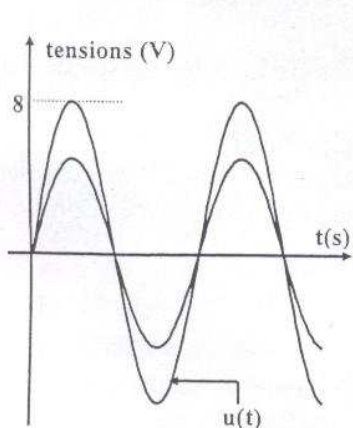


Figure -a

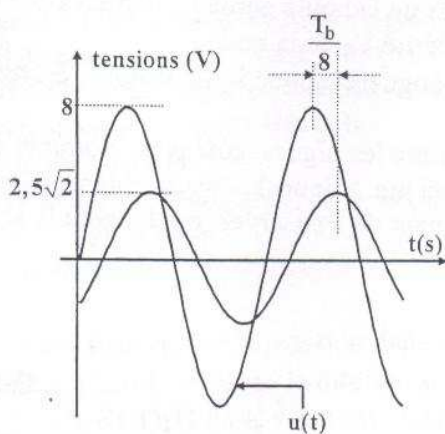


Figure -b

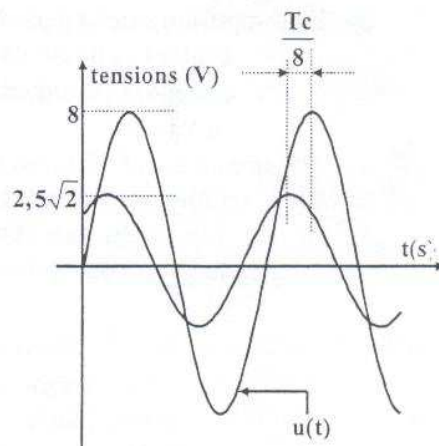


Figure -c

Exercice 2 (5 points)

En océanographie, les ondes de surface se matérialisent par une déformation de l'interface entre l'océan et l'atmosphère. La houle est une onde de surface, formée par le vent: c'est un phénomène périodique, se présentant sous l'aspect de vagues parallèles. Les particules d'eau mises en mouvement au passage d'une onde se déplacent avec un petit mouvement, qui leur est propre, perpendiculairement à la direction de propagation de celle-ci, mais restent en moyenne à la même position.

On peut classer les ondes de surface, en fonction de leurs caractéristiques et de celles du milieu de propagation, en "ondes courtes" et en "ondes longues".

- ✓ **Ondes courtes:** lorsque la longueur d'onde λ est faible par rapport à la profondeur h de l'eau ($\lambda < 0,5.h$). Leur célérité V est définie par : $V = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2\pi}}$.
 - ✓ **Ondes longues:** lorsque la longueur d'onde λ est très grande par rapport à la profondeur h de l'eau ($\lambda > 10.h$). Leur célérité V est définie par: $V = \sqrt{g \cdot h}$.
- (Note: g est l'intensité du champ de pesanteur terrestre; on prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$).

*D'après un cours d'océanographie "Les ondes dans l'océan"
Site web de l'IFREMER*

Dans tout l'exercice, on assimilera la houle à une onde mécanique progressive rectiligne.

- 1) Ya-t-il transport de la matière lors de la propagation d'une onde mécanique ? Justifier à partir du texte.
- 2) La houle est-elle une onde mécanique transversale ou longitudinale ? Justifier à partir du texte.
- 3) Au large de la mer, où la profondeur de l'eau est $h_1 = 4000 \text{ m}$, la longueur d'onde de la houle est $\lambda_1 = 80 \text{ m}$.
 - a- A cet endroit, la houle est-elle classée en ondes courtes ou longues ?
 - b- Calculer la célérité V_1 de la houle.
 - c- Exprimer la période T de la houle en fonction de λ_1 et g . Calculer sa valeur.
- 4) L'entrée d'un port est modélisée comme indiqué sur le schéma ci-dessous. Le port est séparé de la mer par deux digues. Une ouverture de largeur $L = 25 \text{ m}$ permet aux bateaux d'y accéder. En arrivant près du port, où la profondeur de l'eau est $h_2 = 3 \text{ m}$, la longueur d'onde de la houle devient grande par rapport à la profondeur, elle rentre donc dans la catégorie des ondes longues.
 - a- En supposant que la période T de la houle garde la même valeur calculée en 3-c :
 - évaluer la nouvelle célérité V_2 de la houle,
 - exprimer la nouvelle longueur d'onde λ_2 de la houle en fonction de λ_1 et h_2 puis, calculer sa valeur.
 - b- Décrire ce qu'on observe derrière les digues, coté port. Nommer ce phénomène.
 - c- Avec quelles autres ondes (non mécaniques) peut-on obtenir le même phénomène? Proposer, dans ce cas, une expérience permettant de l'observer (on donnera le schéma de l'expérience et on décrira la figure observée).

