

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

CHIMIE (7points)

Exercice 1 (3,5 points)

On réalise, à 25°C , une pile électrochimique (P) symbolisée par : $\text{Pb} \mid \text{Pb}^{2+}(\text{C}_1) \parallel \text{Sn}^{2+}(\text{C}_2) \mid \text{Sn}$.
La **fem** initiale de la pile est $E_i = -0,04 \text{ V}$.

- 1) Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.
- 2) Préciser, en le justifiant, la polarité de ses bornes.
- 3) Donner l'expression de E_i en fonction de la **fem** standard E° de la pile et des concentrations C_1 et C_2 .
- 4) L'ayant fermée sur un circuit extérieur, la pile est usée lorsque les molarités en ions Sn^{2+} et Pb^{2+} deviennent respectivement $0,76 \text{ mol.L}^{-1}$ et $0,35 \text{ mol.L}^{-1}$.
 - a- Déterminer, la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée.
 - b- En déduire la valeur de la **fem** standard E° de la pile.
 - c- Déterminer la valeur du potentiel standard d'électrode $E^{\circ}_{(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb})}$, sachant que $E^{\circ}_{(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn})} = -0,14 \text{ V}$.
- 5) On suppose que les volumes des solutions dans les deux compartiments de la pile (P) sont égaux et restent inchangés au cours du temps.
 - a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.
 - b- Déterminer les valeurs des concentrations C_1 et C_2 .

Exercice 2 (3,5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C , température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.
On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

En dissolvant chacun des trois acides A_1H , A_2H et A_3H dans l'eau pure, on prépare respectivement trois solutions aqueuses acides (S_1), (S_2) et (S_3) de même concentration molaire C . L'un des acides est fort, alors que les deux autres sont faibles.

La mesure des **pH** des trois solutions fournit le tableau suivant :

Solutions	(S_1)	(S_2)	(S_3)
pH	3,2	1,6	2,9

- 1) Classer les acides A_1H , A_2H et A_3H par ordre de force croissante. En déduire que A_2H est l'acide fort.
- 2) Rappeler l'expression du **pH** d'une solution d'un acide fort. Déterminer alors la valeur de C .
- 3) a- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique de la réaction de l'acide A_1H avec l'eau.
On désigne par y l'avancement volumique de la réaction.
- b- Calculer, le taux d'avancement final τ_f .
- c- Montrer que la constante d'acidité K_{a1} du couple $\text{A}_1\text{H}/\text{A}_1^-$ est donnée par la relation :

$$K_{a1} = \text{C} \frac{\tau_f^2}{(1 - \tau_f)} . \text{ Calculer sa valeur.}$$

- 4) A un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_3), on ajoute un volume $V_B = 10 \text{ mL}$ d'une solution d'hydroxyde de sodium **NaOH** (base forte) de concentration molaire $C_B = C$. Après agitation, la mesure du **pH** du mélange réactionnel donne **pH = 4,2**.
- Déterminer, en le justifiant, la valeur de la constante d'acidité K_{a3} du couple A_3H/A_3^-
 - Comparer K_{a1} à K_{a3} et en déduire de nouveau une classification des forces des acides A_1H et A_3H .

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (5 points)

Le montage de la **Figure 1** comporte en série, un générateur idéal de tension continue de **fem E**, un interrupteur **K**, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** et un conducteur ohmique de résistance **R**. Les valeurs de **R**, **L** et **E** sont réglables.

Un dispositif approprié permet de suivre au cours du temps, l'évolution de l'intensité **i** du courant traversant le circuit.

I- On réalise une première expérience (**Expérience-1**) pour laquelle les réglages sont les suivants :

$$E = 10 \text{ V} ; R = 190 \Omega$$

A un instant de date $t = 0$, on ferme l'interrupteur (**K**). On obtient la courbe représentée par la **Figure 2**.

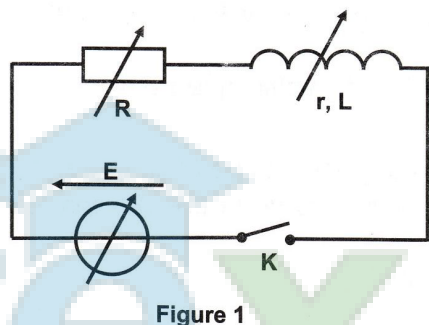


Figure 1

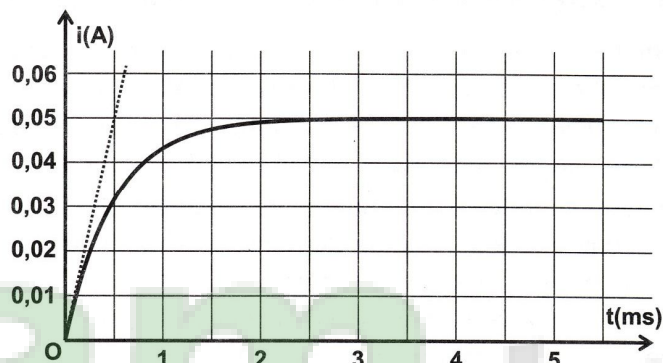


Figure 2

- Quel est le phénomène responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit ?
 - Déterminer graphiquement la valeur de l'intensité **I** du courant électrique traversant le circuit en régime permanent.
- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité **i(t)** du courant s'écrit :
$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} i(t) = \frac{E}{L} \quad \text{avec} \quad \tau = \frac{L}{R+r}$$
 - Que devient cette équation différentielle en régime permanent ?
 - En déduire l'expression de **I** en fonction de **E**, **R** et **r**. Déterminer alors la valeur de **r**.
- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ .
 - En déduire que la valeur de l'inductance est : **L = 0,1 H**.

II- On réalise maintenant trois autres expériences en modifiant à chaque fois la valeur de l'une des grandeurs **E**, **R** et **L**.

Le tableau suivant récapitule les valeurs de ces grandeurs lors des quatre expériences.

	E (V)	R (Ω)	L (H)
Expérience-1	10	190	0,1
Expérience-2	20	190	0,1
Expérience-3	10	90	0,1
Expérience-4	10	190	0,2

Les courbes traduisant l'évolution au cours du temps de l'intensité i du courant traversant le circuit sont données par la **Figure 3**. La courbe (a) est associée à l'expérience-1.

- 1) Montrer que la courbe (b) correspond à l'expérience-4.
- 2) Attribuer, en le justifiant, chacune des courbes (c) et (d) à l'expérience correspondante.

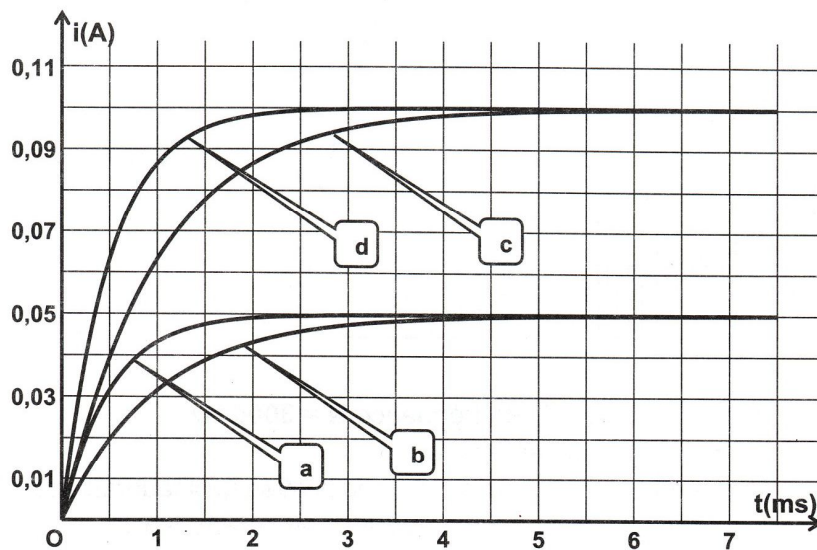


Figure 3

Exercice 2 (5,5 points)

Le montage du filtre électrique (F), schématisé par la **Figure 4** est constitué d'un conducteur ohmique, de résistance $R = 150 \Omega$, et d'un condensateur de capacité C .

Un générateur basse fréquence, délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude constante $U_{E\max} = 4 \text{ V}$ et de fréquence N réglable, alimente l'entrée du filtre (F).

Les tensions d'entrée et de sortie sont respectivement :

$$u_E(t) = U_{E\max} \sin(2\pi Nt) \text{ et } u_S(t) = U_{S\max} \sin(2\pi Nt + \phi).$$

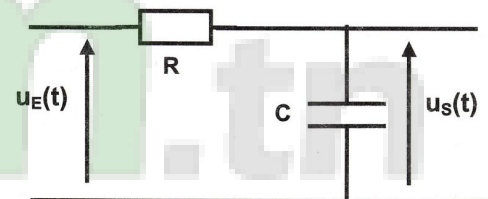


Figure 4

- 1) Le filtre (F) permet-il d'amplifier la tension d'entrée ? Justifier.
- 2) L'expression de la transmittance T de ce filtre s'écrit : $T = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi NRC)^2}}$
 - a- Préciser le comportement du filtre (F) pour les faibles et pour les hautes fréquences.
 - b- En déduire sa nature (passe-bas, passe-haut ou passe-bande).
- 3) a- Montrer que le gain G du filtre est donné par la relation suivante : $G = -10 \log [1 + (2\pi NRC)^2]$.
On rappelle que $G = 20 \log T$.
 - b- Donner la condition que doit satisfaire le gain G pour que le filtre soit passant.
 - c- En déduire que la fréquence de coupure N_c du filtre est : $N_c = \frac{1}{2\pi RC}$
- 4) Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe d'évolution du gain G en fonction de la fréquence N (voir **Figure 5**).
 - a- Déterminer graphiquement la valeur de N_c .
 - b- En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.
 - c- Pour $N = N_c$, préciser l'indication d'un voltmètre branché à la sortie du filtre (F).

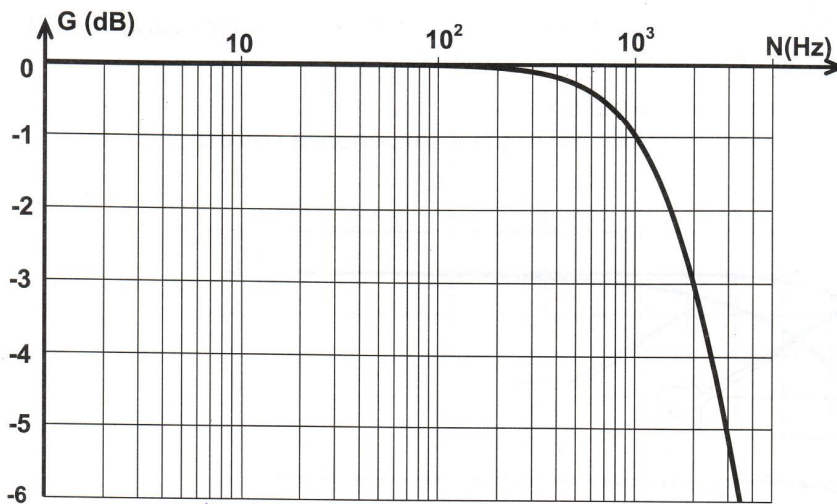


Figure 5

5) A l'entrée du filtre (F), on applique un signal (S) de fréquence $N = 3000 \text{ Hz}$.

- a- Vérifier que ce signal n'est pas transmis par le filtre.
- b- Sans faire varier les valeurs de R et de C , préciser la modification qu'il faudrait apporter au filtre représenté par la Figure 4 pour que (S) soit transmis. Justifier la réponse.

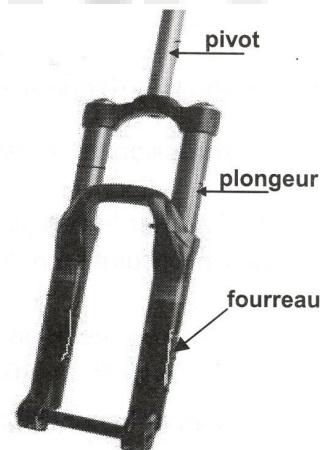
Exercice 3 : Document scientifique (2,5 points)

La physique au service du sport

La fourche de suspension d'un vélo tout terrain (VTT) comporte généralement deux parties :

La suspension : après un choc, elle permet le retour plus ou moins rapide du système {vélo + cycliste} à sa position initiale. Pour cela, on dispose à l'intérieur des fourreaux d'un système équivalent à un ressort. Ce dernier transforme chaque choc, dû à l'irrégularité du sol, en impulsion élastique. Ceci permet d'atténuer les effets de rugosité du terrain et de garantir un minimum de tenue de route. Cependant, ce système n'est pas idéal. En effet, suite à une excitation, il peut engendrer une série importante d'oscillations dangereuses. Il convient donc d'adjoindre au ressort, un dispositif permettant d'amortir ces oscillations, c'est le rôle de l'amortisseur.

L'amortisseur : plusieurs systèmes d'amortisseurs sont utilisés, dont le plus performant reste l'élément hydraulique. Lorsque la suspension oscille, le plongeur, percé de petits trous à son extrémité, coulisse dans le fourreau partiellement rempli d'huile. Lors d'un choc, l'huile passe rapidement à travers les trous, offrant ainsi une résistance qui ralentit le mouvement de compression du ressort. Lorsque le ressort se détend, l'huile rejetée par les trous ralentit davantage le retour à la position normale, diminuant ainsi le phénomène d'oscillations.



Synthèse de sites internet

- 1)
 - a- Préciser, d'après le texte, les rôles de la suspension et de l'amortisseur.
 - b- Dans le cas d'une utilisation classique d'un V.T.T, le système {vélo + cycliste} est le siège d'oscillations forcées. Qui joue alors le rôle de l'excitateur ?
- 2)
 - a- Indiquer le(s) rôle(s) de l'huile dans le fonctionnement de l'amortisseur.
 - b- Le vélo peut devenir difficilement contrôlable lorsque la fréquence de l'excitateur sera proche de la fréquence propre du système {vélo + cycliste}. Justifier ce cas.