Royaume du Maroc
Ministère de l'Éducation nationale,
du Préscolaire et des Sports

année scolaire *2023-2024*

Établissement : *Lycée SKHOR qualifiant*

Devoir Surveillé N°2 - S2

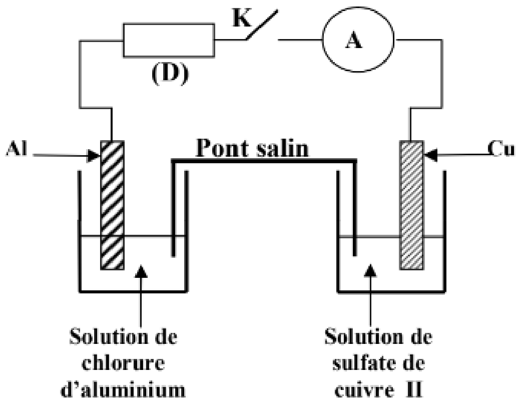
2ème année baccalauréat Sciences Mathématiques

–Chimie (7pts)–

Etude de la pile Cuivre-Aluminium

On avait découvert la pile qui met en œuvre les couples de type " Ion métal/Métal" à une époque où l'évolution du télégraphe nécessitait un besoin de sources de courant électrique continu. L'objectif de cette partie est l'étude de la pile Cuivre-Aluminium . . . **Données :**

- Constante de Faraday : $F = 96500C/mol$
- Masse molaire atomique de l'élément aluminium: $M = 27g/mol$
- Constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction entre le métal cuivre et les ions aluminium : $3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)} \rightleftharpoons 3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)}$ est $K = 10^{-20}$



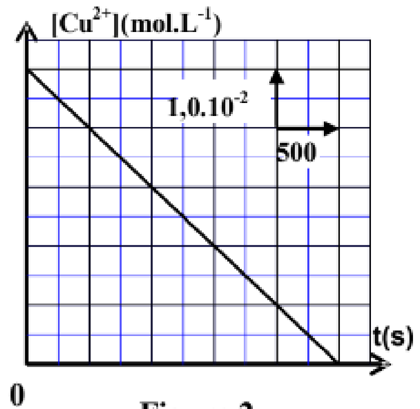


Figure 2

On réalise la pile Cuivre - Aluminium en reliant deux demi - piles par un pont salin de chlorure d'ammonium $(NH_4^+ + Cl^-)$
La première demi- pile est constituée d'une lame de cuivre partiellement immergée dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$
de concentration C_0 et de volume $V = 50mL$.
La deuxième demi-pile est constituée d'une lame d'aluminium partiellement immergée dans une solution aqueuse de chlorure d'aluminium $(Al^{3+}+3Cl^-)$
de même concentration C_0 et de même volume V. On branche entre les pôles de la pile un conducteur Ohmique (D), un ampèremètre et un interrupteur K (figure1).
A l'instant t=0 on ferme le circuit , un courant électrique d'intensité constante I circule alors dans le circuit .
La courbe de la figure2 représente la variation de la concentration $[Cu^{2+}]$ des ions cuivre II existant dans la première demi- pile en fonction du temps .

0,5 **1.1.** En utilisant le critère d'évolution spontanée, déterminer le sens d'évolution du système chimique constituant la pile .

0,5 **1.2.** Donner la représentation conventionnelle de la pile étudiée.

0,5 **2.1** Exprimer la concentration $[Cu^{2+}]$ à un instant t en fonction de t , C_0 , I , V et F.

0,5 **2.2.** En déduire la valeur de l'intensité I du courant électrique qui passe dans le circuit .

2 **3.** La pile est entièrement usée à une date t_c .Déterminer, en fonction de t_c , F , I et M, la variation Δm de la masse de la lame d'aluminium lorsque la pile est entièrement usée. Calculer Δm .

Etude de la pile Cuivre-Aluminium

On étudie la pile Cadmium – Argent qui fait intervenir les deux couples ox/red : $Ag_{(aq)^+/Ag_{(s)}}$ et $Cd_{(aq)^{2+}/Cd_{(s)}}$ **Données :**

- Constante de Faraday : $F = 96500C/mol$
- La partie immergée de l'électrode consommable est en excès.
- Masse molaire atomique de l'élément Cadmium: $M(Cd) = 112,4g/mol$
- Constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction entre le métal cuivre et les ions aluminium : $2Ag^+_{(aq)} + Cd_{(s)} \rightleftharpoons 2Ag + Cd^{2+}$ est $K = 5.10^{40}$

On réalise cette pile, en plongeant une lame d'argent dans un bécher contenant un volume
$V = 250mL$ d'une solution aqueuse de nitrate d'argent $(Ag^+_{(aq)}) + NO^-_{3(aq)}$ de concentration molaire initiale $C_1 = [Ag^+_{(aq)}]_i = 0,400mol/L$, et une lame de cadmium dans un autre bécher contenant un volume
$V = 250mL$ d'une solution aqueuse de nitrate de cadmium $(Cd^{2+} + 2.NO^-_{3(aq)})$ de concentration molaire
initiale $C_2 = [Cd^{2+}]_i = 0,200mol/L$ .On relie ensuite les deux solutions par un pont salin.
On branche entre les électrodes de la pile un conducteur ohmique monté en série avec un ampèremètre et un interrupteur.

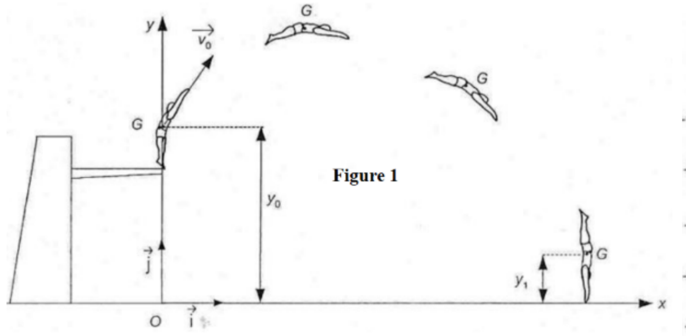
1. Choisir la proposition juste parmi les affirmations suivantes :. . . (0,5pt)
   (a) Les transformations se produisant dans les piles sont forcées.
   (b) Le pôle positif de la pile est l'électrode d'argent.
   (c) Le sens spontané d'évolution du système chimique constituant la pile est le sens (2) de l'équation de la réaction.
   (d) L'oxydation se produit au niveau de la cathode.
2. On ferme le circuit à un instant choisi comme origine des dates ($t = 0$). Un courant, d'intensité $I = 215mA$ .considérée constante, circule alors dans le circuit
   1. Exprimer, à un instant t, le quotient de réaction Q_r en fonction de l'avancement x de la réaction. . . (0,5)
   2. Calculer Q_r à l'instant $t = 10h$. . . (1pt)
   3. Calculer $|\Delta m|$, la variation de la masse de l'électrode de cadmium entre l'instant $t = 0$et l'instant où la pile est usée . . . (1pt)

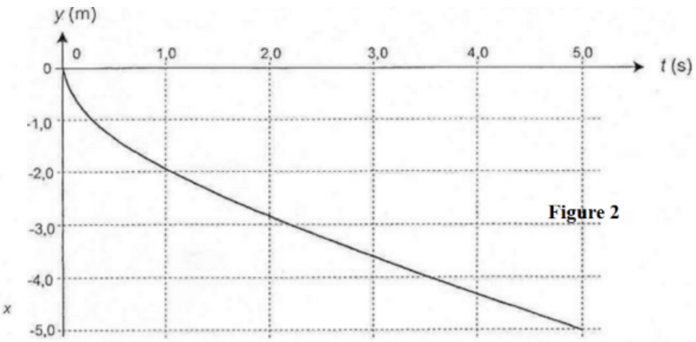
–Mécanique (13pts)–

PARTIE I : SAUT DU PLONGEUR DANS L'AIR

Dans tout l'exercice le mouvement du centre d'inertie du plongeur de masse $m = 70kg$ est étudié dans le repère d'axes (Ox, Oy) .
On prendra pour la valeur du champ de pesanteur $g = 9,81m.s^{-2}$ et on considèrera que le référentiel terrestre est galiléen. On note y_0 l'ordonnée du centre d'inertie du plongeur à l'instant où il quitte le tremplin et v_0 sa vitesse initiale formant un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontale. On donne $v_0 = 5m/s$ et $y_0 = 4,0m$.

1. Établir les équations horaires du mouvement du centre d'inertie G du plongeur. . . (1pt)
2. Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire. En déduire sa nature.. . . (1pt)
3. Déterminer les coordonnées du centre d'inertie G du plongeur lorsque ses mains touchent l'eau on donne que $y_1 = 1m$ (voir figure 1). . . (1pt)
4. Calculer la durée tp du plongeon. . . (1pt)
5. Déterminer la hauteur maximale H atteinte par le plongeur au cours du plongeon. . . (1pt)





PARTIE II: MOUVEMENT DU PLONGEUR DANS L'EAU

Le mouvement du centre d'inertie G du plongeur est considéré comme vertical dans cette partie. La profondeur du bassin dans lequel évolue le plongeur est de $5,0m$.

1. La figure 2 résulte d'une simulation et représente l'évolution de l'altitude y du centre d'inertie du plongeur au cours du temps. On précise que l'on a pris comme origine des dates l'instant où le centre d'inertie atteint la surface de l'eau.

   Pour pouvoir remonter, le plongeur doit redresser son buste. On estime que le plongeur agit activement pour amorcer sa remontée 1,0 s après que son centre d'inertie a atteint la surface de l'eau.

   De plus, on considère que le centre d'inertie du plongeur se situe toujours à 1,0 m de ses mains tendues. Au moment où il amorce sa remontée, les mains du plongeur ont-elles atteint le fond du bassin ? Justifier la réponse. . . (1pt)

2. On se propose de modéliser le mouvement du centre d'inertie du plongeur dans l'eau s'il n'amorçait pas de remontée. On note V le volume du plongeur et ρ la masse volumique de l'eau de la piscine. Le plongeur est soumis, entre autres, à une force de frottement fluide dont le sens est opposé celui du vecteur vitesse et dont la valeur peut être modélisée par $f = k.v_y^2$ où k comme une constante. et v_y est la composante du vecteur vitesse du centre d'inertie sur l'axe vertical orienté vers le haut

   1 Nommer les forces qui s'exercent sur le plongeur lors de ce mouvement. Les représenter, sans souci d'échelle, en son centre d'inertie G. . . (1pt)

   2 En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle qui régit le mouvement du centre d'inertie du plongeur est donnée par :. . . (1pt)

   $$\frac{m}{k}.\frac{dv_y}{dt} - v_y^2 = \frac{g}{k}.(\rho.V - m)$$

   3 En déduire, en la justifiant, l'expression en régime permanent de la valeur v_p du vecteur vitesse. . . (1pt)

4 Calculer v_p . On prendra $\rho = 10^3.kg.m^3$;$V = 6,5.10^{-2}.m^3$ et $k = 150Kg/m$. . . (1pt)

5 En exploitant la courbe , dire si le plongeur a atteint le régime permanent avant que ses mains ne touchent le fond. . . (1pt)

3. La méthode de résolution numérique d'Euler, permet de calculer de façon approchée la valeur algébrique de la vitesse instantanée verticale v_y à différentes dates. On note :

- $v_y(t_n)$ la valeur algébrique de la vitesse à l'instant de date t_n.
- la valeur algébrique $v_y(t_{n+1})$ à la date $t_{n+1} = t_n + \Delta t$ est calculée en utilisant la relation suivante: $v_y(t_{n+1}) = v_y(t_n) + a_y(t_n).\Delta t$

  où a_y est la composante de l'accélération selon l'axe (Oy) et Δt est le pas de calcul.

  Compte tenu des valeurs numériques , l'équation différentielle obtenue précédemment permet d'obtenir la relation suivante :

$$a_y(t) = 2,14.v_y^2(t) - 0,7$$

$\Delta t = 1,2.10^{-2}s$

En utilisant la relation (1) pour le calcul de $v_y(t_{n+1})$ et la relation (2) pour celui de $a_y(t_n)$, compléter avec des valeurs numériques le tableau suivant :. . . (2pt)

Date en s	v_y en m/s	a_y en $m.s^{-2}$
$t_n = 0,144s$	$v_y(t_n) = -2,21$	$a_y(t_n) = 9,75$
$t_{n+1} = 0,156s$	$v_y(t_{n+1}) =$	$a_y(t_{n+1}) =$ ....
$t_{n+2} = 0,168s$	$v_y(t_{n+2}) = -1,99$	$a_y(t_{n+1}) = 7,77$