	L HASSAN II BM	DS2 S2 PC	2PCF2	23-04-2018	RHRISSI

CHIMIE (7pts)

Une pile est composée de deux demi-piles reliées par un pont salin (papier filtre imbibé d'une solution de chlorure de potassium). La première demi-pile est constituée d'une lame d'aluminium de masse $m_1 = 1,0$ g qui plonge dans 50 mL de solution de sulfate d'aluminium ($2Al^{3+}_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)}$) de concentration en ion aluminium $[Al^{3+}_{(aq)}] = 5,0.10^{-1}$ mol.L^{-1}. La seconde est constituée d'une lame de cuivre de masse $m_2 = 8,9$ g qui plonge dans 50 mL de solution de sulfate de cuivre ($Cu^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$) de concentration $[Cu^{2+}_{(aq)}] = 5,0.10^{-1}$ mol.L^{-1}.

On associe à cette pile un ampèremètre et une résistance en série.

0,5 — 1. Réaliser le schéma annoté de la pile.

2. L'ampèremètre indique que le courant circule de la plaque de cuivre vers la plaque d'aluminium à l'extérieur de
0,5 — la pile. Préciser, en le justifiant, la polarité de la pile. Compléter votre schéma en indiquant cette polarité.

3. Donner le schéma conventionnel de la pile

0,5 — 4. L'équation d'oxydoréduction de fonctionnement de la pile est :

$$3\,Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} = 3\,Cu_{(s)} + 2\,Al^{3+}_{(aq)} \qquad (1)$$

0,75 — Écrire les équations des réactions se produisant à chaque électrode.

5. La constante d'équilibre associée à l'équation (1) est $K = 10^{200}$.
   - 5.1. Déterminer le quotient initial de réaction du système ainsi constitué.
   - 5.2. Le sens d'évolution du système étudié est-il cohérent ?

0,5 — 6. Étude de la pile en fonctionnement.
   - 0,25 — 6.1. Déterminer les quantités de matière initiales en moles des réactifs de l'équation chimique (1).
   - 6.2. Dresser le tableau d'avancement de la réaction. En déduire la valeur de l'avancement maximal.
   - 6.3. Calculer la quantité maximale d'électricité que peut débiter cette pile.
   - 1 — 6.4. Déterminer les variations des masses des électrodes à la fin de la réaction.

1 — __Données :__ $F = 9,6.10^4$ C.mol^{-1} ; $M(Al) = 27,0$ g.mol^{-1} ; $M(Cu) = 63,5$ g.mol^{-1}

1 — Couples redox : $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$ $\quad Al^{3+}_{(aq)} / Al_{(s)}$

1

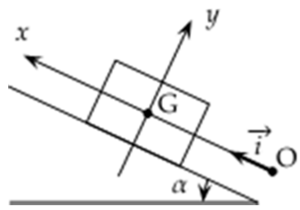
PHYSIQUE (13pts)

EXERCICEN°1 Mouvement surun plan incliné (5pts)

On considère un solide de masse m et de centre d'inertie G, en mouvement sur la droite de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale.

Les frottements sont négligés , le solide est lancé vers la partie supérieure du plan incliné selon l'axe $(O\,;\vec{i})$, avec une vitesse initiale de valeur v_o . À la date t=0, le centre d'inertie G se trouve en O, son vecteur vitesse est alors égal à $v_o\vec{i}$. On étudie le mouvement de G pour t >0.

0,5



0,5 — __1.__ a. Faire l'inventaire des forces appliquées au solide. Les représenter sur un schéma.

0,5 — **b.** Montrer que la coordonnée a selon (O ; i) du vecteur accélération de G est égale à −gsinα

0,5 — **c.** Quelle est la nature du mouvement de G.

0,5 — __2.__ a. Donner l'équation différentielle vérifiée par la coordonnée v du vecteur vitesse de G.

0,5 — **b.** Exprimer v en fonction de la date t.

0,5 — **c.** Mêmes questions pour la coordonnée x de G.

0,5 — __3.__ a. Donner l'expression de la date t_M à laquelle G atteint son point le plus haut.

0,5 — **b. En déduire l' expression de la coordonnée x_M de ce point en fonction de *gsinα* et de v_o**

0,5 — __4.__ L'angle α vaut 10° . On souhaite atteindre un point distant de 80,0 cm. Quelle valeur minimale faut-il donner à v_0

EXERCICE N° 2 Chute d'une bille dans la glycérine (8pts)

La glycérine connue aussi sous le nom du glycérol se présente sous la forme d'un liquide transparent, visqueux, incolore et non toxique.

On se propose dans cet exercice de déterminer dans une première partie, la valeur expérimentale de la viscosité de ce liquide. La deuxième partie, théorique, utilise une méthode numérique pour simuler le mouvement de chute d'une bille dans ce liquide.

1. Mesure de la viscosité η de la glycérine

La viscosité désigne la capacité d'un fluide à s'écouler. Elle dépend fortement de la température.

Pour mesurer la viscosité de la glycérine, on utilise un dispositif appelé viscosimètre de HOEPLER (ou viscosimètre à chute de bille).

Il se compose d'un long tube de verre vertical, rempli du liquide étudié, dans lequel on laisse tomber une bille sphérique en acier de diamètre calibré.

La durée de chute Δt' correspondant à une distance de chute h connue est mesurée à l'aide de deux capteurs reliés à un chronomètre électronique. Les deux capteurs sont repérés par les positions R_1 et R_2 comme le montre le schéma de la figure 1 ci-dessous.

Données :

Rayon de la bille : r = 5,00 mm

Masse volumique de la bille : $\rho = 7{,}80.10^3$ kg.m^{-3}

Masse volumique de la glycérine : $\rho_0 = 1.26.10^3$ kg.m^{-3}

Intensité de la pesanteur : g = 9,81 m.s^{-2}

Volume d'une sphère : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

On étudie le mouvement de la bille dans le référentiel terrestre (considéré comme galiléen) muni d'un repère (O, $\vec{j}$). O
0,5 **est l'origine du repère. Son vecteur unitaire $\vec{j}$ est vertical et orienté vers le bas. La bille totalement immergée dans le liquide, est abandonnée du point O sans vitesse initiale.**

1.1. Représenter sur un schéma, sans souci d'échelle, les forces appliquées à la bille en mouvement dans le liquide :
0,5 **son poids $\vec{P}$, la poussée d'Archimède $\vec{P}_A$ et la force de frottement fluide $\vec{f}$.**

1.2. Exprimer littéralement la valeur *P* du poids de la bille en fonction de ρ, *V* et *g*.

0,5 **1.3. Exprimer la valeur P_A de la poussée d'Archimède en fonction de ρ_o, *V* et *g*.**

1.4. Lors de sa chute, la bille atteint rapidement sa vitesse limite v_{lim} avant son passage au niveau du repère R_1.

0,5 **1.4.1. Quel est le mouvement de la bille entre les deux repères R_1 et R_2? Justifiez votre réponse.**

0,5 **1.4.2. Quelle est alors la relation vectorielle liant les forces appliquées à la bille ? Justifiez votre réponse.**

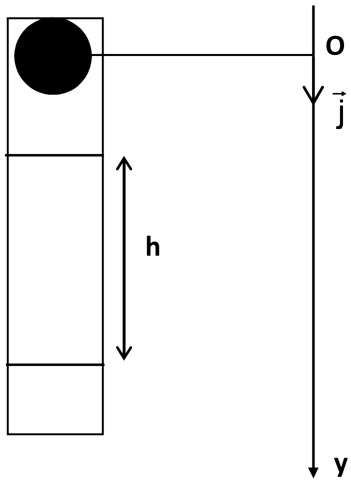


Figure 1

1.5. Dans le cas du fluide étudié, la force de frottement est proportionnelle à la vitesse de chute de la bille :

0,5 $\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$ **où η est la viscosité de la glycérine.**

1.5.1. À la suite d'une analyse dimensionnelle, donner l'unité de η.

0,75 1.5.2. En projetant la relation vectorielle établie dans la question 1.4.2 suivant le repère(O, $\vec{j}$), montrer que la viscosité η du fluide étudié s'exprime par la relation :

$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho - \rho_0)}{9v_{lim}}$$

1.6. On mesure la durée de chute de la bille en mouvement rectiligne uniforme entre les repères R_1 et R_2 distants d'une hauteur h = 40,0 cm. On obtient $\Delta t' = 1{,}66$ s à la température $\theta = 20$°C.

0,25 **1.6.1. Calculer la vitesse limite v_{lim} de la bille.**

0,5 **1.6.2. En déduire la valeur expérimentale de la viscosité n de la glycérine à la température d'étude.**

0,25 **1.6.3. La valeur théorique de la viscosité de la glycérine à cette température est $\eta_{thé}$= 1,49 SI. Comparer la valeur trouvée expérimentalement de la viscosité η de la glycérine à sa valeur théorique.**

2. Étude théorique du mouvement de la bille

À l'instant choisi comme origine des dates, la bille est abandonnée sans vitesse initiale au point O.

2.1. En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle liant la vitesse de la bille et sa dérivée par rapport au temps est de la forme :

0,75 $$\frac{dv}{dt} + Av = B \text{ avec } A = 34{,}4 \text{ s}^{-1} \text{ et } B = 8{,}23 \text{ m.s}^{-2}.$$

Identifiez les expressions des termes A et B dans cette équation.

2.2. En déduire la valeur de la vitesse limite atteinte par la bille. Est-elle en accord avec la valeur trouvée expérimentalement dans la question 1.6.1.?

2.3. À quelle grandeur physique le rapport 1/A correspond-il ? Même question pour le paramètre B.

2.4. La courbe d'évolution de la vitesse au cours du temps est représentée sur la FIGURE 2. Elle a été obtenue par
0,5 **résolution de l'équation différentielle précédente par la méthode numérique itérative d'Euler. Cette méthode permet de**
0,5 **calculer, pas à pas, de façon approchée, les valeurs de la vitesse instantanée v_i et de l'accélération a_i à l'instant t_i. Pour ce calcul, on a utilisé les relations suivantes :**

$$v(t_i) = v(t_{i-1}) + a(t_{i-1}).\Delta t \quad \text{où } \Delta t \text{ est le pas d'itération du calcul.}$$

$$a(t_i) = B - A.v(t_i)$$

Un extrait de la feuille de calcul est donné par le tableau 1 ci-dessous :

$t_i(s)$	$v(m.s^{-1})$	$a\ (m.s^{-2})$
0,020	0127	3,86
0,025	0,146	3,20
0,030		2,65
0,035	0,175	
0,040	0,186	1,82

Tableau 1

2.4.1. Quel est le pas Δt utilisé pour les calculs ?

2.4.2. En utilisant la méthode d'Euler, calculer la vitesse v_6 à la date t = 0,030 s et l'accélération a_7 à la date t = 0,035 s.

0,25 0,5 **2.5. La courbe v = f(t) représentée sur la FIGURE 2 , permet de mettre en évidence deux régimes distincts pour le mouvement de la bille. Ces deux régimes sont séparés par le trait en pointillé vertical dessiné sur le graphe.**

0,25 **2.5.1. Identifier ces deux régimes.**

0,5 **2.5.2. Déterminer graphiquement le temps caractéristique τ en prenant soin d'expliquer la méthode**

Questions 2.5.1 et 2.5.2

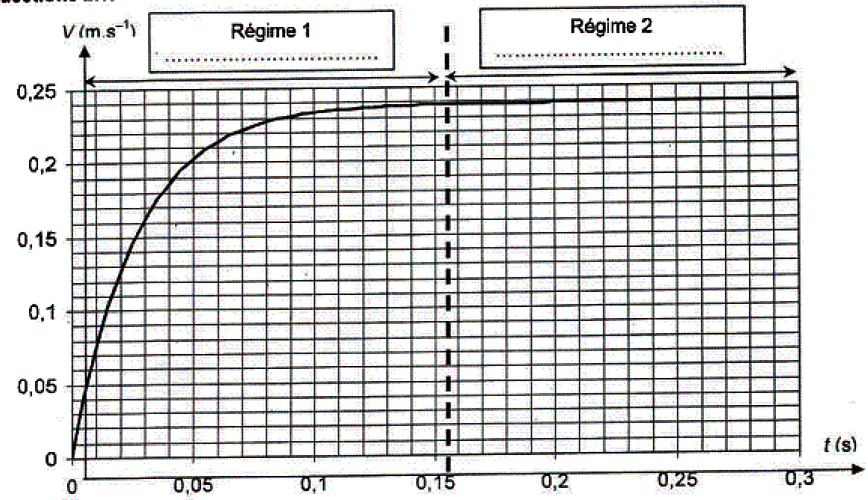


Figure 2