

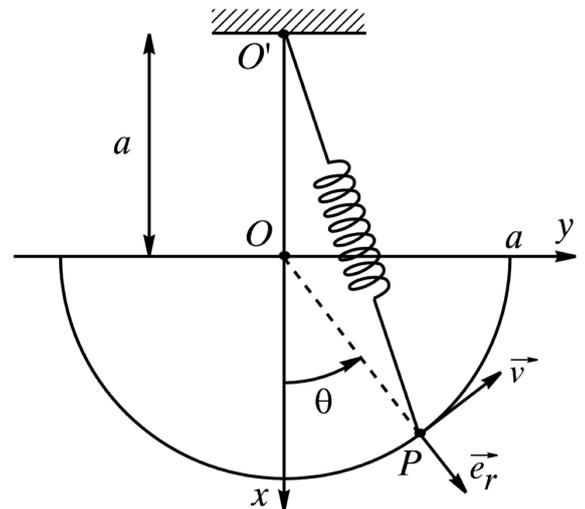
**Mécanique et chimie**

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont i à encadrer les résultats de leurs calculs. »

**Problème 1: Equilibres mécaniques stables et instables**

Soit le référentiel terrestre supposé galiléen  $\mathcal{R}_g$  de repère  $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ .  $Ox$  est la verticale descendante. Une perle quasi ponctuelle  $P$ , de masse  $M$  est astreinte à se déplacer sans frottements le long d'un demi-cercle de rayon  $a$ . Le point  $P$  est attaché à un ressort  $(k, l_0)$  dont l'autre extrémité est fixée en  $O'$  ( $OO' = a$ ). le point  $P$  est repéré par l'angle  $\theta = (Ox, OP)$ .



- 4) Exprimer la distance  $l = O'P$  en fonction de  $a$  et  $\theta$ .
- 5) Montrer que l'énergie potentielle totale du système peut s'écrire sous la forme :

$$\mathcal{E}_p = (-Mga + ka^2) \cdot \cos \theta - 2k \cdot a \cdot l_0 \cdot \cos \frac{\theta}{2} + \text{Cte}$$

- 6) Par un choix judicieux des paramètres  $a, k, M$  et  $l_0$ , cette expression devient :

$$\mathcal{E}_p = Mga \cdot \left( \cos \theta - 2\sqrt{3} \cdot \cos \frac{\theta}{2} \right) + \text{Cte}$$

Déterminer, pour  $\theta \geq 0$ , les positions d'équilibre ainsi que leur stabilité.

- 7) Démontrer que le système est conservatif. En déduire l'équation du mouvement (équation différentielle qui régit  $\theta$ ).
- 8) Quelle est la période  $T$  des petites oscillations de  $P$  autour de la position d'équilibre stable ?

**Données :**  $\sin(2\alpha) = 2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)$  et  $\cos^2(\alpha) = \frac{1 + \cos(2\alpha)}{2}$

**Problème 2 : Piles au lithium (concours Centrale.Supélec TSI 2013)**

Beaucoup d'appareils embarqués portables fonctionnent avec des piles au lithium. Elles peuvent être de forme bouton ou cylindriques. Le but de cette partie est de comprendre l'intérêt du choix du lithium dans leur conception et d'aborder quelques points du recyclage de ces piles.

**III.A – Le lithium et ses propriétés**

**III.A.1) Élément lithium**

L'isotope le plus abondant (92,5%) sur terre est  ${}^7_3\text{Li}$ .

- a) Donner la composition d'un atome de lithium.

- b) Donner un ordre de grandeur de la masse molaire atomique du lithium.
- c) Rappeler la définition d'un isotope.

### III.A.2) Le lithium dans la classification périodique.

- a) Où se trouve le lithium dans la classification périodique ? À quelle famille appartient-il ? Citez un autre élément de la même famille.
- b) Donner sa configuration électronique.
- c) Quel ion peut-il former ? On n'oubliera pas de justifier la stabilité de cet ion.
- d) Comment évolue dans la classification périodique le caractère réducteur d'un élément ? Que dire alors du lithium ?

### III.B – Le choix du lithium pour les piles

Une modélisation simple d'une pile au lithium est proposée ici. Une des électrodes est constituée de lithium Li(s), l'autre est une électrode liquide qui joue en même temps le rôle d'électrolyte.

#### III.B.1) Électrode de lithium

À 25°C, on donne  $\frac{RT}{F} \ln 10 \approx 0,06 \text{ V}$  et  $E^\circ(\text{Li}^+/\text{Li}) = -3,03 \text{ V}$ .

- a) Écrire la demi-équation électronique pour ce couple.
- b) Exprimer le potentiel de cette électrode noté  $E_{\text{Li}}$  en présence d'ions  $\text{Li}^+$  et faire l'application numérique avec une concentration  $[\text{Li}^+] = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- c) Afin de justifier le choix du lithium, on envisage une autre électrode, au zinc.  
Sachant que  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$ , calculer le potentiel rédox de cette électrode en présence d'ions  $\text{Zn}^{2+}$  avec une concentration  $[\text{Zn}^{2+}] = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- d) Comparer les deux valeurs précédentes. Que dire du caractère réducteur du lithium ?
- e) L'électrode de lithium joue-t-elle alors le rôle de cathode ou d'anode ?

#### III.B.2) Électrode liquide au chlorure de thionyle ( $\text{SOCl}_2$ )

Elle est constituée d'une électrode de carbone poreux remplie de chlorure de thionyle. Ce dernier est à la fois le solvant et l'électrolyte. La demi-équation est :

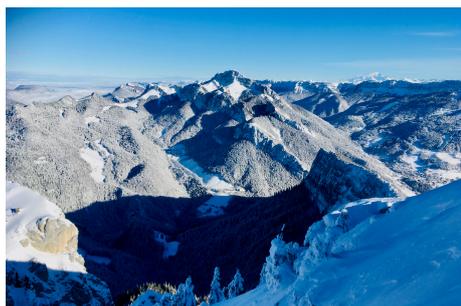


- a) Déterminer les nombres d'oxydation des différents éléments dans les 4 composés de la demi-équation précédente.
- b) Le chlorure de thionyle subit-il une oxydation ou une réduction ?
- c) L'électrode liquide joue-t-elle alors le rôle de cathode ou d'anode ?

Une mesure du potentiel d'oxydoréduction donne  $E = 0,65 \text{ V}$  par rapport l'électrode standard à hydrogène.

#### III.B.3) Bilan de la pile

- a) Faire une représentation schématique de la pile en précisant bien la nature de chaque électrode et la polarité de la pile.
- b) Écrire l'équation bilan qui traduit le fonctionnement de cette pile.
- c) Exprimer la f.é.m de cette pile en fonction de  $E$  et  $E_{\text{Li}}$ . La calculer numériquement.
- d) Que pensez-vous de la valeur trouvée par rapport aux valeurs connues pour une pile alcaline classique ?
- e) Le lithium réagissant vivement avec l'eau et le chlorure de thionyle présentant également des risques, quel conseil peut-on donner à un utilisateur ayant une pile usagée ?



**Bonnes vacances**