

Chimie (7 points)

Exercice N°1 (2 points)

Les piles sèches

Les piles salines sont aussi appelées piles sèches ou piles Leclanché.

La première pile de ce type fut conçue en 1866 par un physicien français: Georges Leclanché.

Il s'agit de la première pile dite moderne encore en usage de nos jours.

La pile Leclanché utilise un métal, le zinc et un oxyde métallique, le dioxyde de manganèse MnO_2 . Le pôle négatif (boîtier de la pile) est en zinc, le pôle positif est en dioxyde de manganèse. Une tige de carbone destiné uniquement à conduire le courant est noyé dans la cathode. L'électrolyte est un gel de **chlorure d'ammonium**, NH_4Cl et de **chlorure de zinc** $ZnCl_2$. Les réactions électrochimiques concernent les couples Zn^{2+} / Zn et MnO_2 / MnO_2H .

Le carbone intervient ici de par ses qualités de (très bon) conducteur de l'électricité. L'avantage du carbone, par rapport à un conducteur métallique est précisément que, dans ces conditions, il ne participe pas aux réactions chimiques et ne s'oxyde donc pas. Dans une pile usagée on pourrait retrouver le carbone tel qu'il était lorsque la pile était neuve. Il n'est cependant pas recommandé de décortiquer sans précautions une pile, neuve ou pas.

Les piles salines fournissent une tension de 1,5V mais leur durée d'utilisation reste limitée. Elles sont moins performantes que les piles alcalines qui fournissent la même tension et ont une plus longue durée de fonctionnement. Leur nom vient de leur composition: elles comportent un gel basique (KOH par exemple)

Questions

- 1) Annotée la coupe suivant la tige de carbone de la pile Leclanché de la feuille jointe à remettre avec la copie (figure-1-)
- 2) Ecrire les équations chimiques aux électrodes
- 3) Ecrire l'équation de la réaction spontanée qui prend naissance entre les deux demi-pile
- 4) Quel est le rôle joué par la tige de carbone

Exercice N°2 (5 points)

I/ On mesure la f.e.m. des piles suivantes dont les molarités des différentes solutions sont égales à $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$:

Pile 1 : $Sn | Sn^{2+} || Fe^{2+} | Fe$, $E_1 = - 0,30 \text{ V}$

Pile 2 : $Fe | Fe^{2+} || Pb^{2+} | Pb$, $E_2 = 0,31 \text{ V}$

- 1) Que représentent les valeurs des f.e.m. mesurées ?
- 2) Déterminer la f.e.m. E_3 de la pile 3 : $Pb | Pb^{2+}(0,2 \text{ M}) || Sn^{2+}(0,04 \text{ M}) | Sn$.
- 3) Déterminer la valeur de $E^\circ Sn^{2+}/Sn$ et $E^\circ Fe^{2+}/Fe$ sachant que $E^\circ Pb^{2+}/Pb = - 0,13 \text{ V}$
- 4) Classer par ordre de pouvoir réducteur croissant les couples rédox qui forment les piles précédentes.

II/ On considère la pile suivante : $Sn | Sn^{2+}(C_1) || Pb^{2+}(C_2) | Pb$.

- 1) Ecrire l'équation chimique associée à cette pile et calculer sa constante d'équilibre K.
- 2) La mesure de la fem de cette pile donne la valeur $E = 30,7 \text{ mV}$.

a) Annoter le schéma de la figure(2) de la feuille jointe et indiquer le sens de la circulation de courant

b) Montrer que $C_2 = 5C_1$

c) Montrer que la concentration finale en ion Sn^{2+} peut s'écrire sous la forme $[\text{Sn}^{2+}]_f = \frac{6.K}{(5K-1)} \cdot y_f$

ou y_f est l'avancement volumique final

d) Sachant que $[\text{Sn}^{2+}]_f = 0,41 \text{ mol.L}^{-1}$, calculer C_1 et C_2

3) A l'équilibre dynamique, on dilue le compartiment contenant les ions Sn^{2+} .

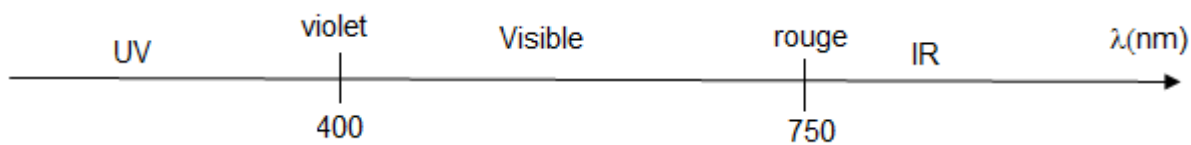
Que se passe-t-il ? Justifier la réponse et préciser le signe de E .

Physique (13 points)

Exercice N°1 (4 points)

Partie A

On donne $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ et $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$



Le spectre d'un atome peut être considéré comme sa carte d'identité ; il permet de connaître des informations telles que les différents niveaux d'énergie atomiques.

La figure ci-contre représente le diagramme très simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de mercure Hg et quatre transitions entre ces niveaux.

Les longueurs d'onde associées à ces transitions sont :

$\lambda_1 = 253,31 \text{ nm}$; λ_2 ; $\lambda_3 = 689,58 \text{ nm}$ et $\lambda_4 = 443,30 \text{ nm}$.

1) A quels domaines de radiations correspondent les longueurs d'ondes λ_1 ; λ_3 et λ_4 .

2-a) Ces quatre radiations correspondent-elles à l'absorption ou à l'émission de photons ? Justifier.

b) Calculer λ_2 et préciser sa nature

3-a) Calculer en eV les énergies W_1 , W_2 , W_3 , W_4 des photons correspondants.

b) En déduire les énergies E_1 , E_3 et E_4 .

4) Un photon d'énergie $W = 5,20 \text{ eV}$ peut-il être absorbé par l'atome de mercure pris dans son état fondamental ?

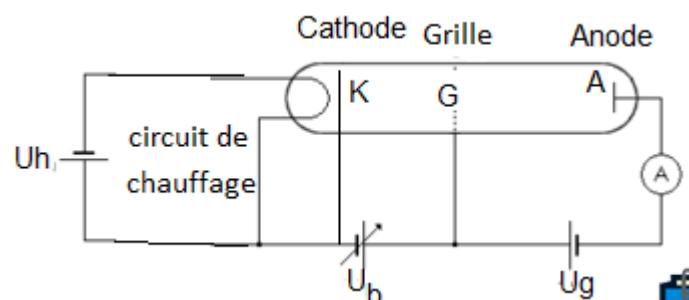
5-a) Déterminer l'énergie d'ionisation de l'atome de mercure pris dans son état fondamental.

b) Un photon d'énergie $12,00 \text{ eV}$ peut-il ioniser l'atome de mercure pris dans son état fondamental ? Si oui, quelle est en Km/s la vitesse de l'électron éjecté ?

On donne $m(e^-) = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$

Partie B

Dans l'expérience de Franck et Hertz ont fait circuler un faisceau d'électrons dans un tube à vide contenant du mercure gazeux. Pour y arriver, ils ont utilisé une triode, c'est-à-dire un dispositif composé d'une cathode, d'une grille polarisée et d'une anode.



2

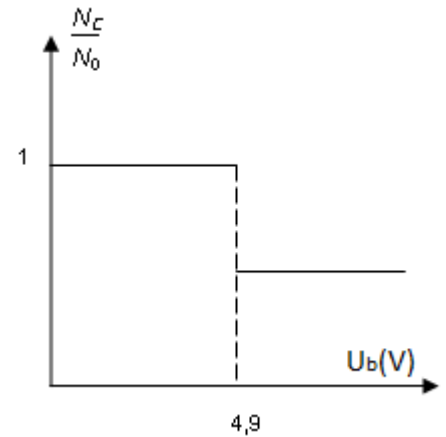


Les électrons, émis de la cathode, peuvent alors entrer en collision avec des atomes de mercure durant leur course entre la cathode et l'anode. Il y a deux types de chocs :

- des chocs élastiques où il n'y a pas de transfert d'énergie des électrons du faisceau avec les atomes de mercure percutés, et les électrons gardent donc leur énergie,
- des chocs inélastiques, et dans ce cas, les électrons émis par la cathode vont percuter les électrons de **plus basse énergie** des atomes de mercure, et ceux-ci vont passer sur une orbite d'énergie supérieure, suivant l'interprétation de Bohr.

La courbe ci-contre représente la variation du rapport $\frac{N_C}{N_0}$

(N_C représente le nombre d'électrons arrivant à l'anode avec leur énergie cinétique initiale et N_0 le nombre d'électrons initial émis à la cathode avec une énergie cinétique $E_C = e.U$) en fonction de la tension U_b



1) quelle est la nature du choc entre les électrons et les atomes de mercure pour une tension $U < 4,9$ (v) et $U > 4,9$ (v)

2) Quelle conclusion peut-on déduire à partir de l'expérience de Franck et Hertz

3) Au cours d'un choc inélastique, l'atome de mercure subit une transition électronique vers un niveau E_n . Préciser le niveau E_n et représenter cette transition par une flèche

Exercice N°2 (6 points)

Première partie (2,5 points)

1) Préciser la composition d'un noyau de l'isotope 220 du radon ayant pour symbole ${}^{220}_{86}\text{Rn}$.

2) Calculer le défaut de masse Δm de ce noyau, en unité de masse atomique puis en kilogramme.

Masse du noyau de radon 220 : $m({}^{220}_{86}\text{Rn}) = 219,9642 \text{ u}$

Masse du neutron $m_n = 1,00866 \text{ u}$

Masse du proton $m_p = 1,00728 \text{ u}$

$1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

3) Calculer, en joule puis en MeV, l'énergie de liaison de ce noyau.

$1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ et $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

4) Calculer l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau.

5) Comparer la stabilité du noyau de polonium (${}^A_Z\text{Po}$) d'énergie de liaison 7,78 MeV par nucléon à celle du noyau de radon (220).

Deuxième partie (3,5 points)

1) Ecrire l'équation de la désintégration spontanée de type $\alpha({}^4_2\text{He})$ faisant intervenir les deux nucléides ${}^A_Z\text{Po}$ et ${}^{220}_{86}\text{Rn}$. Calculer le nombre de charge z et de masse A du noyau de polonium.

2-a) Calculer l'énergie de liaison $E_l(\alpha)$ de la particule α de masse 4,0015 u

b) Montrer que l'énergie libérée par cette désintégration est :

$E_{\text{libérée}} = E_{\text{Liaison}}(\text{fils}) + E_{\text{Liaison}}(\alpha) - E_{\text{Liaison}}(\text{père})$. La calculer en Mev

c) Sachant que la période du noyau père est $T = 55,6$ (s), Déterminer la durée de désintégration totale d'un échantillon initial de masse $m = 100 \text{ mg}$

3) En supposant que le noyau fils est émis dans son état **fondamental** et que les énergies cinétiques du noyau fils (X) et de la particule α sont dans le rapport inverse de leurs masse

$$\frac{E_C(\alpha)}{E_C(X)} = \frac{m(X)}{m(\alpha)}$$

a) Montrer que la presque totalité de l'énergie libérée se trouve sous forme d'énergie cinétique de la particule α . On admet que $\frac{m(X)}{m(\alpha)} = \frac{A(X)}{A(\alpha)}$

b) Calculer en Km/s la vitesse de recul du noyau fils obtenu

Exercice N°3 (3 points) Datation au carbone 14

En 1983 fut découverte l'épave d'un bateau dans la vase du port de Roskilde (à l'ouest de Copenhague capitale et la plus grande ville du Danemark.). Pour valider l'hypothèse indiquant que ce navire est d'origine viking, une datation au carbone 14 de période $T = 5730$ ans est réalisée sur un échantillon de bois prélevé sur sa coque.

L'activité A mesurée pour cet échantillon est de 12,0 désintégrations par minute et par gramme de carbone. Or l'activité pour 1 gramme de carbone participant au cycle du dioxyde de carbone de l'atmosphère est égale à $A_0 = 13,6$ désintégrations par minute.

1) Sachant que le carbone (${}^{14}_6\text{C}$) est un radioélément de type (β^-). Ecrire l'équation de la désintégration et préciser la position du noyau fils sur le tableau périodique

2-a) Définir l'activité d'un radioélément et montrer qu'elle peut s'écrire en fonction du temps :

$A(t) = A_0 \times e^{-\lambda \cdot t}$ ou A_0 est l'activité initiale et λ la constante radioactive du carbone

b). Exprimer l'âge t de l'épave en fonction des autres grandeurs $A(t)$, A_0 et λ .

c) Calculer t .

3) Sachant que le temps t correspond au temps écoulé entre la date de fabrication du bateau et la date de découverte de l'épave. Déterminer l'année de construction du bateau ?

4) La période Viking s'étend du VIII^{ème} siècle au XI^{ème} siècle (entre 700 et 1000 ans). L'hypothèse faite précédemment est-elle vérifiée ?

Feuille Annexe

Nom.....

Prénom

Classe

Figure (1)

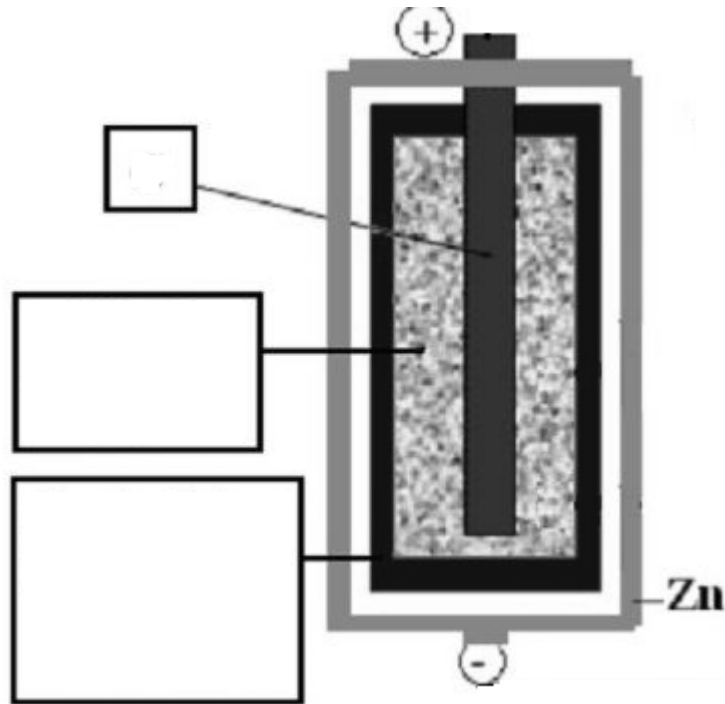


Figure (2)

