

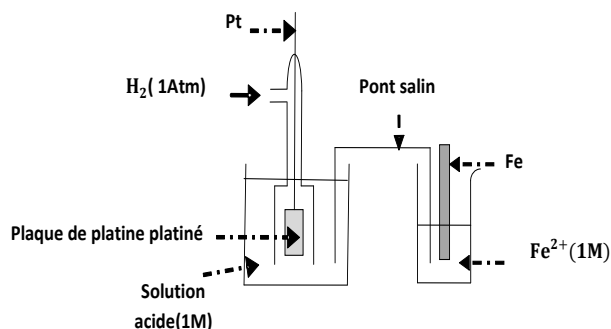
CHIMIE :

Les solutions aqueuses sont considérées à la température $\theta = 25\text{ }^\circ\text{C}$.

Exercice 1 : 3 points.

1. On considère la pile électrochimique (P_1) schématisée ci-contre :

- Quel est le rôle du pont salin ?
- Quels sont les couples redox mis en jeu dans la pile (P_1) considérée ?
- Ecrire le symbole de cette pile.
- La f é m de cette pile est : $E(P_1) = -0,44\text{V}$. En déduire le potentiel normal du couple Fe^{2+}/Fe



2. On considère maintenant la pile électrochimique (P_2) symbolisée par :



- Ecrire l'équation de la réaction chimique associée à cette pile,
- La mesure de la f é m de cette pile donne : $E(P_2) = 1,30\text{V}$. Montrer que le potentiel normal du couple Pd^{2+}/Pd est $E_{\text{Pd}^{2+}/\text{Pd}}^0 = 0,83\text{V}$.
- Classer les deux couples redox (Fe^{2+}/Fe) et (Pd^{2+}/Pd) par pouvoir réducteur croissant.

Exercice 2 : 4 points.

On réalise la pile électrochimique : $\text{Sn}|\text{Sn}^{2+}(C_1)\parallel\text{Pb}^{2+}(C_2)|\text{Pb}$

- Le compartiment à gauche est constitué d'une lame en **Sn** plongeant dans un volume V_1 d'une solution de SnCl_2 de concentration $C_1 = 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le potentiel normal du couple Sn^{2+}/Sn et $E_1^0 = -0,14\text{V}$.
- Le compartiment à droite est constitué d'une lame en **Pb** plongeant dans un volume V_2 d'une solution de PbCl_2 de concentration $C_2 = 10^{-1}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le potentiel normal du couple Pb^{2+}/Pb et $E_2^0 = -0,13\text{V}$.
 - Faire le schéma de la pile.
 - Calculer la valeur de la f é m normale E^0 de la pile.
 - Exprimer la f é m E de la pile en fonction de E^0 , C_1 et C_2 . Calculer alors la valeur de E . En déduire la polarité de la pile.
- La pile alimente un circuit électrique :
 - Ecrire l'équation de la transformation électrochimique qui s'effectue à chacune de ses deux électrodes.
 - En déduire alors l'équation de la réaction spontanée qui se produit dans la pile lorsqu'elle débite.
 - Calculer la valeur de la constante d'équilibre K relative à la réaction associée à la pile.
- On donne le tableau d'avancement de la réaction associée à la pile :

Equation de la réaction		$\text{Sn} + \text{Pb}^{2+} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+} + \text{Pb}$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
initial	$x = 0$		$2 \cdot 10^{-2}$	10^{-3}	
final	x_f		$2 \cdot 10^{-2} - x_f$	$10^{-3} + x_f$	

- Déterminer les valeurs des volumes V_1 et V_2 des solutions dans les deux compartiments de la pile. ;
- Montre que $x_f = 9,88 \cdot 10^{-3}\text{ mol}$.
- Calculer les molarités $[\text{Sn}^{2+}]_{\text{éq}}$ et $[\text{Pb}^{2+}]_{\text{éq}}$ des ions Sn^{2+} et Pb^{2+} lorsque la pile ne débite plus.
- Lorsque la pile ne débite plus, on ouvre le circuit électrique et on ajoute dans le compartiment à gauche : la solution (S_1) jusqu'à ce que le volume atteigne la valeur $V'_1 = V_2$.

- a. Montrer que la molarité des ions Sn^{2+} est $[\text{Sn}^{2+}] = \frac{[\text{Sn}^{2+}]_{\text{eq}} \cdot v_1 + C_1 (V_2 - V_1)}{v_2}$. Calculer $[\text{Sn}^{2+}]$.
- b. Quelle est alors la nouvelle valeur E de la fém. de la pile ? Conclure.

PHYSIQUE :

Données :

- La constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
- La célérité de la lumière dans le vide : $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- L'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg} = 931,5 \text{ Mev} \cdot \text{C}^{-2}$
- L'électron-volt : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

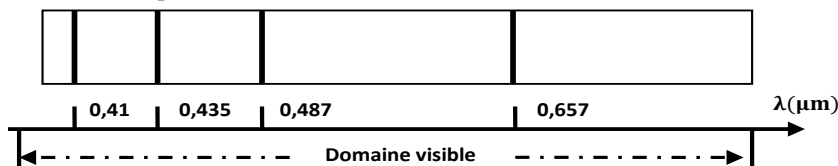
Exercice 1 : 4 points.

On donne : la masse de l'électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$.

Les différents niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la formule :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ avec } \begin{cases} E_0 = 13,6 \text{ eV} \\ n \text{ un nombre entier non nul} \end{cases}$$

On donne ci-dessous le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène où seulement les raies situées dans le domaine visible sont représentées :



- a - Quelle est la signification physique du signe moins (-) dans la formule ?

b - Quel est l'état de l'atome d'hydrogène lorsque :

 - $n = 1$?
 - $n = \infty$?

c - Que représente la valeur $E_0 = 13,6 \text{ eV}$?
- Lorsque l'atome se désexcite, en passant d'un niveau d'énergie E_n à un niveau d'énergie E_p ($n > p$), il émet une radiation de fréquence $\nu_{n,p}$.

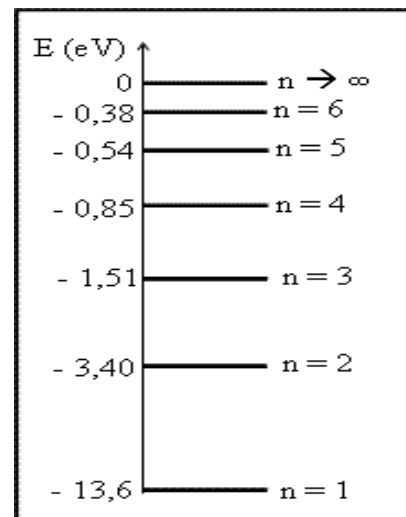
a - Exprimer $\nu_{n,p}$ en fonction de E_n , E_p et la constante de Planck h .

b - En déduire l'expression de la longueur d'onde $\lambda_{n,p}$ émise en fonction E_0 , h , C , n et p .
- On appelle « série de Balmer » l'ensemble des transitions de l'atome d'un niveau $n > 2$ d'énergie quelconque vers le niveau $p = 2$

a. Montrer que $\lambda_{n,2} = 9,127 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{4n^2}{n^2-4}$

b. Calculer les valeurs limites $\lambda_{\min} = \lambda_{n,\infty}$ et $\lambda_{\max} = \lambda_{3,2}$ de la série de Balmer.
- On donne ci-contre le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène :

 - Pourquoi dit-on que l'énergie de l'atome est quantifiée ?
 - Un photon d'énergie $W = 2,55 \text{ eV}$ arrive sur un atome d'hydrogène. Que se passe-t-il :
 - Si l'atome est dans son état fondamental ?
 - Si l'atome est dans son état excité $n = 2$?
 - A partir de quel niveau d'énergie, dans lequel devrait se trouver l'atome, le photon incident d'énergie $W = 2,55 \text{ eV}$ est capable de l'ioniser ?
 - Un atome d'hydrogène, pris dans son état fondamental, reçoit un électron d'énergie cinétique $E_c = 12 \text{ eV}$. L'atome sera-t-il excité ? si oui, déterminer :
 - Le niveau d'énergie de l'état excité.
 - La vitesse V_e de l'électron après le choc

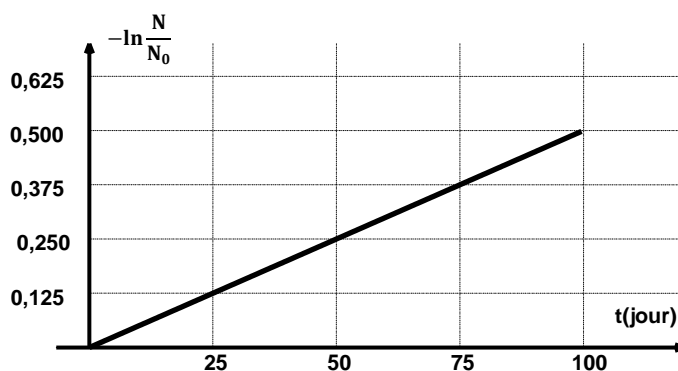


Exercice 2 : 6 points.

Le bismuth ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ est un isotope radioactif qui se désintègre en se transformant en polonium Po avec émission

d'une particule x . L'isotope du polonium formé est lui-même radioactif, sa désintégration aboutit à la formation de l'isotope stable du plomb Pb avec émission d'une particule y . Le diagramme ci-dessous traduit ces deux transformations (1) et (2) successives:

1. a. Pour chacune des désintégrations (1) et (2) :
 - écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante. Préciser les lois appliquées.
 - identifier la nature de la particule émise.
 - donner le nom de la radioactivité subite.
- b. Expliquer l'émission de la particule x par le noyau de bismuth lors de la désintégration (1).
2. a. Rappeler la définition de l'énergie de liaison E_l d'un noyau A_ZX .
- b. Calculer, en MeV, les énergie de liaison $E_l(Po)$ et $E_l(Pb)$ des noyaux de polonium et plomb formés.
- c. Comparer la stabilité de ces deux noyaux.
3. On suppose que le noyau de polonium Po est immobile dans le repère lié au laboratoire et que toute l'énergie libérée au cours de sa désintégration est transférée aux noyaux formés sous forme cinétique.
 - a. Montrer que l'énergie libérée au cours de la désintégration (2) est $E = 5,4 \text{ MeV}$,
 - b. Sachant que l'énergie cinétique de recul du noyau de plomb est $E_c(Pb) = 0,1 \text{ MeV}$, calculer l'énergie cinétique $E_c(y)$ de la particule y .
 - c. Une étude expérimentale montre que certaines particules y sont émises avec une énergie cinétique $E_c(y) = 5,1 \text{ MeV}$. Interpréter ce résultat et calculer la longueur d'onde λ du rayonnement γ émis.
4. On se propose de déterminer la période radioactive T de l'isotope du polonium Po formé. On dispose, à l'instant $t = 0$, d'un échantillon contenant N_0 noyaux de Po . On détermine, à chaque instant t , le nombre N de noyaux non désintégrés. Les résultats sont rassemblés sur le graphe ci-contre :



- a. Rappeler la loi de décroissance radioactive $N = f(t)$.
- b. Déterminer graphiquement la valeur de la constante radioactive λ .
- c. Définir la période radioactive T d'un radionucléide. Exprimer T en fonction de λ . En déduire la valeur de T ; pour l'isotope du polonium étudié.
- d. Déterminer le nombre de particule y émise au cours du premier jour de désintégration si la masse initiale de

l'échantillon est $m_0 = 4,2 \text{ mg}$. On rappelle que : $m = \frac{M}{N_A} N$ où N_A est le nombre d'Avogadro et M la masse molaire.

On donne : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$; $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

$m(\alpha) = 4,0015 \text{ u}$; $m(Po) = 210,0008 \text{ u}$; $m(Pb) = 205,9935 \text{ u}$; $m(n) = 1,0087 \text{ u}$;
 $m(p) = 1,0073 \text{ u}$.

Exercice 3 : (Etude d'un document scientifique) 3 points.

Le réacteur nucléaire naturel d'Oklo au Gabon

L'uranium naturel se compose de trois isotopes principaux (en % massique) :

${}^{238}\text{U}$ (abondance = 99,2745 %), ${}^{235}\text{U}$ (abondance = 0,7200 %), ${}^{234}\text{U}$ (abondance = 0,0055 %).

Cependant, dans un gisement situé au Gabon, la composition en ${}^{235}\text{U}$ est égale à 0,440 %.

Seul l'isotope naturel ${}^{235}_{92}\text{U}$ est fissile. Pour l'utiliser dans les réacteurs nucléaires à eau sous pression, il est nécessaire d'enrichir en ${}^{235}_{92}\text{U}$ le combustible à base d'uranium naturel; le pourcentage en ${}^{235}_{92}\text{U}$ doit atteindre 3%.....

On estime qu'il y a deux milliards d'années, l'abondance de ${}^{235}_{92}\text{U}$ était approximativement 3,5%.

On explique la baisse d'abondance anormale de ${}^{235}_{92}\text{U}$ dans le gisement du Gabon en faisant l'hypothèse qu'un réacteur naturel a fonctionné sur ce site. On a constaté, au cœur de ce site, une abondance en ${}^{235}_{92}\text{U}$ plus élevée que l'abondance moyenne du gisement de 0,44 %. Cela confirme l'existence d'un réacteur nucléaire qui a fonctionné pendant 1,7 milliard d'années.

Vraisemblablement, les eaux souterraines ont contribué à ralentir les neutrons de fission afin de provoquer

la réaction en chaîne. On explique ainsi la présence de zones où l'abondance en $^{235}_{92}\text{U}$ est plus élevée que la moyenne.

Le $^{238}_{92}\text{U}$, par capture de neutron, peut se transformer en plutonium qui donne du $^{239}_{94}\text{Pu}$. Des réactions semblables se produisent dans des réacteurs modernes et sont à l'origine de la production de plutonium.

D'après: <http://www.physics.isu.edu>

Questions :

1. Pourquoi peut-on affirmer qu'une réaction en chaîne de fission de $^{235}_{92}\text{U}$, comme celle qui s'effectue de nos jours dans les réacteurs nucléaires, pouvait avoir lieu il y a deux milliards d'années
2. **a.** Comment expliquer la baisse d'abondance anormale de $^{235}_{92}\text{U}$ dans le gisement du Gabon ?
b. Quel indice permet de confirmer qu'il y a eu un réacteur nucléaire naturel au Gabon ?
3. Un isotope est dit "fertile" s'il peut engendrer un isotope fissile à l'issue d'une ou plusieurs réactions nucléaires. Citer, d'après le texte, une phrase qui justifier que le $^{238}_{92}\text{U}$ est fertile.