

CHIMIE (7points)**Exercice 1 (4points)**

Toutes les expériences sont réalisées à la température de 25°C.

I) On réalise la pile électrochimique (P₁) de symbole :

$\text{Pt}|\text{H}_2(\text{P}=1\text{atm})|\text{H}_3\text{O}^+(1\text{mol.L}^{-1})||\text{Pb}^{2+}(1\text{mol.L}^{-1})|\text{Pb}$; sa fém vaut $E_1 = -0,13\text{V}$.

1/ Représenter le schéma légendé de cette pile.

2/ Montrer que le potentiel standard d'électrode du couple Pb^{2+}/Pb est $E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13\text{V}$.

II) Maintenant, on réalise la pile électrochimique (P₂) constituée de deux demi-piles (A) et (B) qui communiquent à l'aide d'un pont salin :

- la demi-pile (A), placé à gauche, est constituée d'une lame de plomb Pb plongée dans une solution de chlorure de plomb PbCl_2 de concentration molaire C_1 et de volume $V_1 = 0,05\text{L}$.

- la demi-pile (B), placée à droite, est constituée d'une lame d'étain Sn plongée dans une solution de chlorure d'étain SnCl_2 de concentration molaire C_2 et de volume $V_2 = 0,05\text{L}$.

À l'instant $t=0$, la fém de cette pile est $E_2 = -0,04\text{V}$ et sa fém standard est $E_2^0 = 0,01\text{V}$.

1/ Préciser en le justifiant, les signes des pôles de la pile (P₂).

2/ Lorsque la pile (P₂) débite un courant dans un circuit extérieur, on demande :

a. d'écrire les équations des transformations qui se produisent au niveau de chaque électrode.

b. d'en déduire l'équation bilan de la réaction qui se produit spontanément au cours du fonctionnement de la pile.

3/ Déterminer le potentiel standard d'électrode du couple Sn^{2+}/Sn .

4/ Après une durée Δt de fonctionnement de la pile (P₂), on constate que l'intensité I du courant électrique s'annule lorsque $[\text{Pb}^{2+}] = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{mol.L}^{-1}$, on demande dans ce cas de :

a. déterminer $[\text{Sn}^{2+}]$,

b. calculer les valeurs des concentrations initiales C_1 et C_2 ,

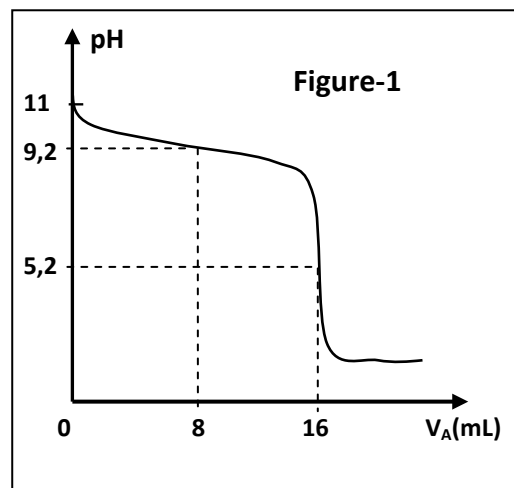
On supposera qu'aucune des électrodes métalliques ne sera complètement consommée et les volumes des solutions aqueuses dans chaque compartiment de la pile restent constants.

Exercice 2 : (3points)

Toutes les solutions aqueuses sont à 25°C, température à laquelle $K_e=10^{-14}$.

Dans un volume $V_B=20\text{mL}$ d'une solution aqueuse (S) d'ammoniac NH_3 de concentration molaire C_B , on verse progressivement une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène (H_3O^+ ; Cl^-) de concentration molaire $C_A=0,1\text{mol.L}^{-1}$ et on mesure après chaque ajout le pH du mélange.

Les résultats des mesures ont représenté sur la courbe de la figure-1 traduisant l'évolution du pH du mélange en fonction du volume de la solution acide ajoutée.



1/ a. Calculer la concentration molaire C_B de la solution d'ammoniac.

b. Déterminer la valeur du pK_a du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$.

2/ a. Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit au cours de ce dosage.

b. Calculer la constante d'équilibre K relative à cette réaction et montrer qu'elle est totale.

3/ a. Justifier la nature (acide, basique ou neutre) du mélange à l'équivalence.

b. Le mélange pour lequel $[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$ possède des propriétés particulières.

Citer ces propriétés.

Physique

Exercice 1 (3 points)

Document scientifique

Onde dans un milieu dispersif

La dispersion est le phénomène qui affecte une onde dans un milieu dispersif. Dans ce milieu, les différentes fréquences constituant l'onde ne se propagent pas à la même vitesse. On rencontre ce phénomène pour tous types d'ondes, tels que les vagues, le son et la lumière, quand ils se propagent dans un milieu dispersif.

Ainsi, pour les ondes lumineuses, l'arc en ciel est une manifestation de la dispersion des rayons du soleil par les gouttes de pluie. Cependant, le vide n'est pas un milieu dispersif pour ces ondes lumineuses. En effet, la vitesse de la lumière ne dépend pas de sa fréquence. Pour les ondes sonores audibles ($20\text{Hz} < N < 20\text{kHz}$) l'air est un milieu non dispersif. Ainsi, toutes les ondes sonores audibles se déplacent à la même vitesse. Cependant, pour des ondes sonores de très grande amplitude, l'air devient un milieu dispersif.

Questions

1/ Relever du texte une définition d'un milieu dispersif.

2/ Donner la raison pour laquelle le vide est considéré comme étant un milieu non dispersif pour les ondes lumineuses.

3/ Préciser, dans le cas d'une onde sonore, les deux conditions pour que l'air soit considéré comme un milieu non dispersif.

Exercice 2 (5 points)

Données :

Unité de masse atomique	$1u = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{kg} = 931,5 \text{Mev} \cdot \text{c}^{-2}$	
Electron Volt	$1 \text{eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{J}$	$1 \text{MeV} = 10^6 \text{eV}$
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3 \cdot 10^8 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	

Particule du noyau	neutron	proton	Xénon	Iode	Yttrium	Uranium
Symbole	${}_0^1\text{n}$	${}_1^1\text{p}$	${}_{Z_2}^{131}\text{Xe}$	${}_{53}^{131}\text{I}$	${}_{Z_1}^A\text{Y}$	${}_{92}^{235}\text{U}$
Masse en (u)	1,00866	1,00728	130,90508	130,90612	98,92780	235,04392

Le combustible des centrales nucléaires est riche en uranium 235. Dans un réacteur nucléaire, l'isotope uranium ${}_{92}^{235}\text{U}$ est susceptible de subir une fission nucléaire sous l'action d'un bombardement neutronique.



L'iode 131, produit de la réaction (I), est radioactif. Sa désintégration donne le Xénon 131 :



1/ a. Déterminer, en précisant les lois utilisées, les valeurs de A, Z_1 et Z_2 .

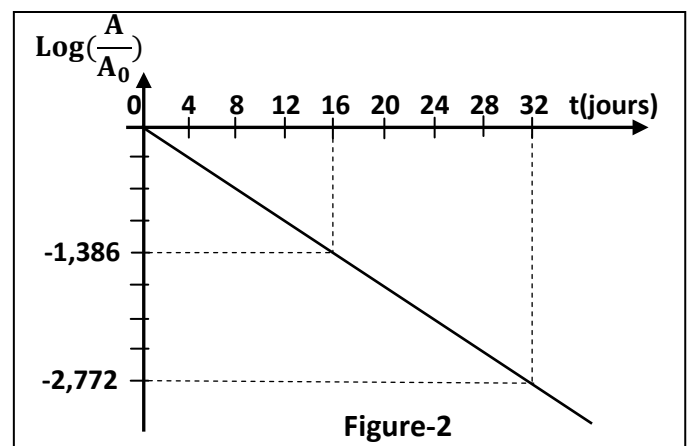
b. Interpréter l'origine de la particule ${}_{-1}^0\text{e}$ émise par la réaction (II).

c. Calculer, en MeV puis en joule, l'énergie E libérée par la fission d'un noyau d'uranium ${}_{92}^{235}\text{U}$.

2/ L'iode ${}_{53}^{131}\text{I}$ est un élément gazeux qui peut s'échapper du réacteur nucléaire. Il pose de sérieux problème pour l'homme par son aptitude à se fixer sur la glande thyroïde.

La loi de décroissance radioactive relative du radioélément ${}_{53}^{131}\text{I}$, chez un individu contaminé à un instant t, s'écrit $A = A_0 e^{-\lambda t}$ avec A_0 est l'activité à l'instant $t = 0$ et λ la constante radioactive.

L'étude de la variation de $\text{Log}\left(\frac{A}{A_0}\right)$ en fonction du temps, chez l'individu contaminé, donne la courbe de la figure-2.



a. Déterminer l'équation de la droite donnant $\text{Log}\left(\frac{A}{A_0}\right) = f(t)$ et en déduire la valeur de λ .

b. Définir la période radioactive T d'une substance radioactive et déterminer sa valeur pour le radioélément ${}_{53}^{131}\text{I}$.

c. La mesure de l'activité chez l'individu après 8 jours de sa contamination donne $A = 20 \cdot 10^6 \text{Bq}$.

Déterminer le nombre des noyaux N_0 qui a provoqué la contamination de l'individu à l'instant $t=0$. On donne 1 jour = 86400s.

Exercice 3 (5 points)

La grande nébuleuse d'Orion comporte quatre étoiles très chaudes rayonnant de la lumière ultraviolette de longueur d'onde inférieure à 91,2nm au sein d'un grand nuage de gaz interstellaire constitué en majorité d'atomes d'hydrogène.

Le diagramme énergétique de la figure-3 présente quelques niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

1/ Reproduire sur votre copie le diagramme de la figure-3 et y indiquer :

- l'état fondamental,
- les états excités,
- l'état ionisé.

2/ Définir l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène et donner sa valeur en (eV).

3/ a. Ecrire la relation entre l'énergie d'un photon W et la longueur d'onde λ qui lui est associée.

b. Préciser le comportement d'un atome d'hydrogène pris à l'état fondamental lorsqu'il reçoit un photon de longueur d'onde $\lambda=91,2\text{nm}$.

c. L'atome d'hydrogène, pris à l'état fondamental, ne peut pas être excité par un photon d'énergie 11eV. Justifier cette affirmation.

4/ Lorsque le gaz interstellaire de la nébuleuse d'Orion est ionisé, les électrons se recombinent avec les protons pour former des atomes d'hydrogène dans un état excité. Un atome d'hydrogène excité se désexcite ensuite progressivement en émettant une succession de photons.

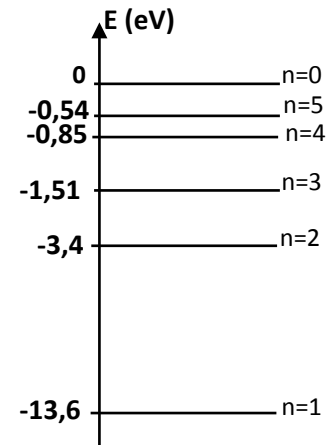
a. Déterminer la longueur d'onde de la radiation émise lorsque cet atome d'hydrogène passe de l'état excité $n=3$ à l'état excité $n=2$.

b. Préciser si cette radiation est visible ou non.

Données

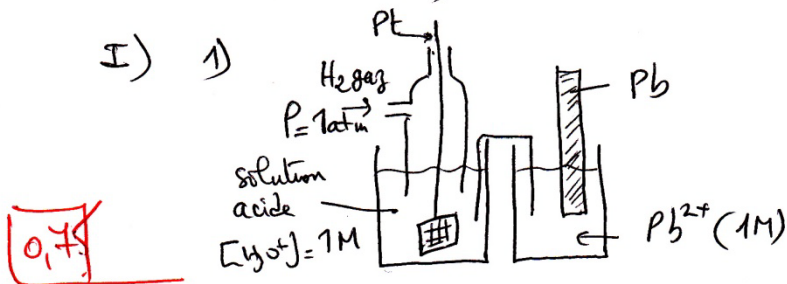
$$c = 3.10^8 \text{ m. s}^{-1}; \quad 1\text{eV} = 1,6.10^{-19}\text{J}; \quad h = 6,62.10^{-34}\text{J.s}$$

Figure-3



Chimie
Exercice n°1 (4 pts)

I) 1)



0,75

2) La f.e.m de cette pile $E_1 = E^\circ - 0,03 \log \Pi$
 or $\Pi = \frac{1}{1} = 1 \rightarrow \log \Pi = 0 \rightarrow E_1 = E^\circ = -0,13V$

0,5

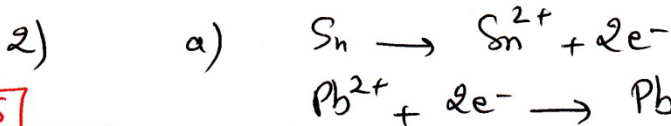
$$E^\circ = E^\circ_{Pb^{2+}/Pb} - E^\circ_{H_3O^+/H_2} = E^\circ_{Pb^{2+}/Pb} - 0$$

$$\Rightarrow E^\circ_{Pb^{2+}/Pb} = -0,13V$$

II) 1) $E_2 < 0 \Rightarrow V_D - V_G < 0 \Rightarrow V_D < V_G$
 (-) (+)

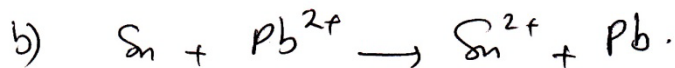
0,5

- l'électrode de gauche (Pb) représente le pôle positif
 - " " droite (Sn) " " négatif



0,5

0,25



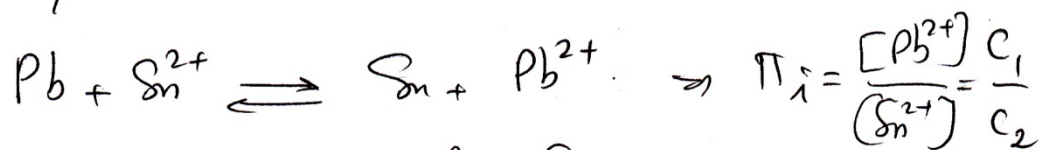
3) $E_2 = E^\circ_2 - 0,03 \log \Pi$

0,5

$$E^\circ_2 = E^\circ_{Sn^{2+}/Sn} - E^\circ_{Pb^{2+}/Pb} = 0,01$$

$$E^\circ_{Sn^{2+}/Sn} = 0,01 + E^\circ_{Pb^{2+}/Pb} = 0,01 - 0,13 = -0,12V$$

4) Équation de la réaction associée à la pile (P₂)



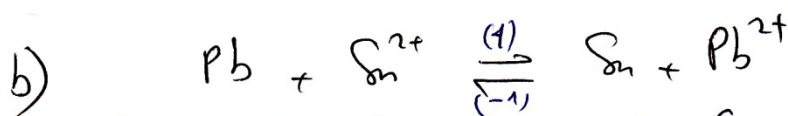
$$\text{et } E_2 = E_2^\circ - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2}$$

$$\Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = 10^{\frac{E_2 - E_2^\circ}{-0,03}} = 46,4 \Rightarrow C_1 = 46,4 C_2$$

$$\text{La constante d'équilibre } K = 10^{\frac{E_0}{0,03}} = 2,15$$

a) $K = \frac{[\text{Pb}^{2+}]}{[\text{Sn}^{2+}]} = 2,15 \Rightarrow [\text{Sn}^{2+}] = \frac{[\text{Pb}^{2+}]}{2,15}$

0,25 $\Rightarrow [\text{Sn}^{2+}] = \frac{3,5 \cdot 10^{-3}}{2,15} = 1,62 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$



à t=0 exc₅ C₂ exc₅ C₁

à t_f exc₅ C₂ + y_f exc₅ C₁ - y_f

La réaction spontanée évolue dans le sens (-)

$$[\text{Sn}^{2+}]_f = C_2 + y_f = 1,62 \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

$$[\text{Pb}^{2+}]_f = C_1 - y_f = 3,5 \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

$$(1) + (2) \text{ donne : } C_2 + C_1 = 5,12 \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

$$\text{or on a } C_1 = 46,4 C_2 \quad (4)$$

$$(3) - (4) \text{ donne } C_2 = 5,12 \cdot 10^{-3} - 46,4 C_2$$

$$\Rightarrow C_2 + 46,4 C_2 = 5,12 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow C_2 = \frac{5,12 \cdot 10^{-3}}{47,4} = 0,108 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_1 = 46,4 C_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Page 2

Chimie - Exercice n°2 - (3pts)

1) a) A l'équivalence acido-basique

0,5

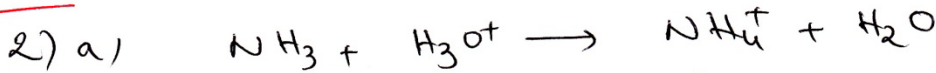
$$C_B V_B = C_A V_{AE} \Rightarrow C_B = \frac{C_A V_{AE}}{V_B}$$

AN: $C_B = \frac{0,1 \times 16 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}} = 0,08 \text{ mol l}^{-1}$

0,5

b) Le $pK_A = 9,2$ (point de $\frac{1}{2}$ équivalence)

0,5



0,5

b) $K = \frac{[\text{NH}_4^+] \times [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3] [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-]} = \frac{K_B}{K_e} = \frac{K_e / K_A}{K_e}$

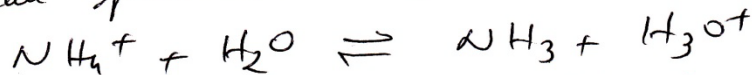
$$\Rightarrow K = \frac{1}{K_A} = \frac{1}{10^{-pK_A}} = 10^{pK_A} = 10^{9,2}$$

$K = 1,58 \cdot 10^9 \gg 10^4 \Rightarrow$ la réaction de dosage est totale

3) a) Le mélange est acide à l'équivalence $pH_E = 5,2$

0,5

Justification: À l'équivalence, la totalité de molécules NH_3 se sont transformés en ions NH_4^+ (acide faible) cet ion NH_4^+ réagit partiellement avec l'eau pour donner des ions H_3O^+ selon l'éq:



0,5

b) Lorsque $[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$, le mélange est à la demi-équivalence : solution tampon

- Le pH varie légèrement lors d'une addition modérée:
- de l'eau distillée
 - d'une solution acide
 - d'une solution basique

page 3

Ex. n° 1 : (3pts)

1) D'après le texte : lorsque les différentes fréquences constituant l'onde ne se propagent pas à la même vitesse alors le milieu est dispersif.

1

2) Le vide est considéré comme un milieu non dispersif pour les ondes lumineuses car la vitesse de la lumière ne dépend pas de sa fréquence.

1

3) Les deux conditions pour que l'air soit un milieu non dispersif pour les ondes sonores sont :

- la fréquence $\in [20\text{Hz}, 20\text{kHz}]$
- Amplitude de très petite de l'onde sonore

1

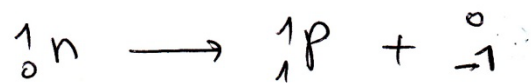
page 4

Physique - Exercice n°2 - (5pts)

1) a) réaction (I) $\begin{cases} \text{C.M. : } 235 + 1 = 131 + A + 6 \rightarrow A = 99 \\ \text{C.C. : } 92 + 0 = 53 + Z_1 + 0 \rightarrow Z_1 = 39 \end{cases}$

0,75 réaction (II) : c.c. : $53 = Z_2 - 1 \Rightarrow Z_2 = 54$.

b) L'émission de l'électron ${}^0_{-1}e$ est due à la transformation d'un neutron en un proton avec émission d'électron



c) $E = (m({}^{235}\text{U}) + m({}^1_0n) - m({}^{131}\text{I}) - m({}^{99}_{39}\text{Y}) - 6m({}^1_0n))c^2$

1 $E = (0,1667) \times 931,5 \text{ MeV} = 155,281 \text{ MeV}$

$$E = 155,281 \cdot 10^6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,48 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

2) a) $\log \frac{A}{A_0} = -\lambda t$ avec λ la pente de la droite

1 $\lambda = \left| \frac{-1,386 - 0}{16 - 0} \right| = 0,086625 \text{ jours}^{-1}$

$\log \frac{A}{A_0} = - (0,086625) t$ équation de la droite

b) Definition : La période radioactive

0,75 $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0,086625} = 8 \text{ jours}$

c) $A_0 \xrightarrow[\text{une période}]{T=8j} \frac{A_0}{2} = 20 \cdot 10^6 \text{ Bq}$

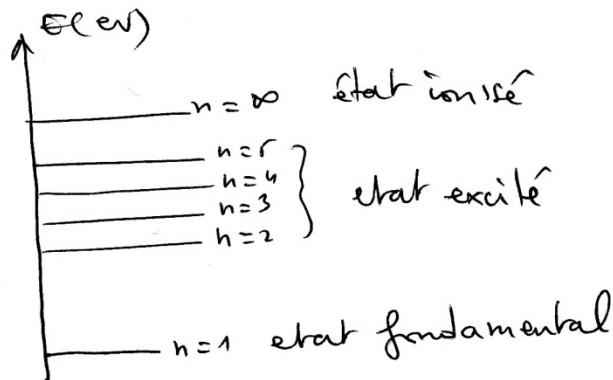
$\Rightarrow A_0 = 2 \times 20 \cdot 10^6 = 40 \cdot 10^6 \text{ Bq}$

1 $A_0 = \lambda N_0$ or $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{8 \times 86400} = 10^{-6} \text{ s}^{-1}$

$\dots \dots \dots \ln 6 = 1,79 \cdot 10^{-12} \text{ jours}^{-1}$

physique / Exercice n° 3 / (5 points)

1)



0,75

2) L'énergie d'ionisation est l'énergie qu'il faut fournir à l'atome d'hydrogène pour le dissocier en un ion positif et un électron.

L'énergie d'ionisation $E_{\text{ionisation}} = 13,6 \text{ eV}$.

1

3)

a) $W = \frac{hc}{\lambda}$

b) $W = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{91,2 \cdot 10^{-9} \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 13,6 \text{ eV}$

0,5

0,75

Lorsque l'atome d'hydrogène, pris à l'état fondamental, reçoit un photon dont la longueur d'onde $\lambda = 91,2 \text{ nm}$, elle s'ionise.

c) $-13,6 + 11 = -2,6 \text{ eV}$ cette valeur ne correspond à aucun niveau d'énergie donc l'atome d'hydrogène ne peut être excité par ce photon

0,5

page 6

$$4) a) |E_2 - E_3| = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{|E_2 - E_3|}$$

$$\boxed{1} \quad \lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{|(-3,4) - (-1,51)| \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 656 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$\boxed{0,5} \quad b) \quad \lambda = 656 \text{ nm} \in [400 \text{ nm}, 800 \text{ nm}]$$

\Rightarrow cette radiation est visible.

invert