Correction du devoir de synthèse N°3 (Mai 2023)

CHIMIE

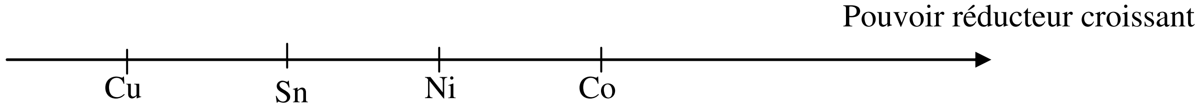
Exercice N°1 : (4 points)

I-1-a- Le symbole de la pile (P_1) est: $Pt|H_2(1atm)|H_3O^+(1mol.L^{-1})||\ Ni^{2+}(1mol.L^{-1})|Ni$

b- Le potentiel standard du couple redox symbolisé par E°(Ox/red) est, par définition, la f.é.m.de la pile formée par l'électrode normale à hydrogène (E.N.H.) placée à gauche et la demi-pile constituée par le couple Ox/Red placée à droite lorsque la concentration molaire des ions Ox est égale à 1 $mol.L^{-1}$.

2- $E_1 = E°(Ni^{2+}/Ni) - E°(H_3O^+/H_2) = E°(Ni^{2+}/Ni) = -0{,}25V$ puisque $E°(H_3O^+/H_2)=0$

3- Le couple qui possède le potentiel standard le plus élevé a l'oxydant le plus fort et le réducteur le plus faible

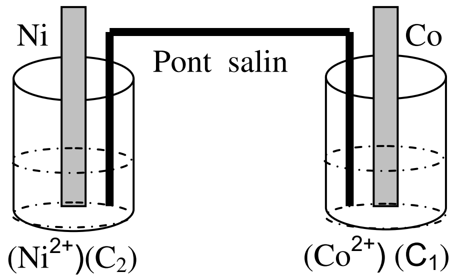


I-1- La comparaison des pouvoirs réducteurs de Co et Ni est insuffisante pour prévoir le sens de la réaction spontanée de la pile (P_2) car les concentrations des oxydants ont une influence sur le signe de la fém de la pile puisque les potentiels standards des couples mis en jeu sont proches.

2- On a $E=0{,}03\ (\ell og\ \dfrac{C_1}{C_2} - 1) = -0{,}03+0{,}03\ell og\left(\dfrac{C_1}{C_2}\right) = -0{,}03 - 0{,}03\ell og\left(\dfrac{C_2}{C_1}\right) = -0{,}03 - 0{,}03\ell og\ \dfrac{[Ni^{2+}]}{[Co^{2+}]}$

et d'après la loi de Nerst $E=E° - 0{,}03\log(\pi) \Rightarrow \pi = \dfrac{[Ni^{2+}]}{[Co^{2+}]}$ $\Rightarrow$ la solution de Ni^{2+} est placée à gauche

a- Schéma de la pile



L'équation chimique qui lui est associée.

$$Ni + Co^{2+} \rightleftharpoons Ni^{2+} + Co$$

b- La fém initiale de la pile est $E_i = V_{droite} - V_{gauche} = V_{Co} - V_{Ni} = U = -0{,}06$ V.

c-$1^{ère}$ méthode : $E° = E^o(Co^{2+}/Co) - E^o(Ni^{2+}/Ni) = -0{,}28+0{,}25=-0{,}03V$

$2^{ème}$ méthode : $E=E° - 0{,}03\ \ell og(\pi) = -0{,}03 - 0{,}03\ell og\left(\dfrac{C_2}{C_1}\right) \Rightarrow E° = -0{,}03V$

Lorsque la pile est épuisée $\pi = K$ et $E=0 \Rightarrow E° = 0{,}03\ \ell og(K) \Rightarrow K = 10^{\frac{E^0}{0{,}03}} = 0{,}1$

d-d_1-A l'état final, $K = \dfrac{[Ni^{2+}]_f}{[Co^{2+}]_f} = \dfrac{C_{2f}}{C_{1f}} = 0{,}1 \Rightarrow C_{2f} = 0{,}1C_{1f} = 0{,}01\ mol.L^{-1}$

d_2- Les deux compartiments ont le même volume $\Rightarrow C_{1f} + C_{2f} = C_{1i} + C_{2i} = 0{,}1 + 0{,}01 = 0{,}11\ mol.L^{-1}$

d'autre part $E_i = 0{,}03\ (\ell og\ \dfrac{C_{1i}}{C_{2i}} - 1) = -0{,}06 \Rightarrow \ell og\ \dfrac{C_{1i}}{C_{2i}} - 1 = \dfrac{-0{,}06}{0{,}03} = -2 \Rightarrow \ell og\ \dfrac{C_{1i}}{C_{2i}} = -1 \Rightarrow \dfrac{C_{1i}}{C_{2i}} = 0{,}1$

$C_{1i} + C_{2i} = 0{,}11\ mol.L^{-1} = C_{2i}\ (\dfrac{C_{1i}}{C_{2i}} + 1) \Rightarrow C_{2i} = \dfrac{C_{1i} + C_{2i}}{\dfrac{C_{1i}}{C_{2i}} + 1} = \dfrac{0{,}11}{0{,}1+1} = 0{,}1\ mol.L^{-1}$

$C_{1i} = 0{,}11 - C_{2i} = 0{,}11 - 0{,}1 = 0{,}01 mol.L^{-1}$

d_3- $E_i = V_{Co} - V_{Ni} = -0{,}06\ V < 0$ donc Ni est la borne (+) $\Rightarrow Ni^{2+}$ est réduit $\Rightarrow$ le métal déposé est Ni

L'avancement volumique final $y_f = C_{1f} - C_{1i} = 0{,}1 - 0{,}01 = 0{,}09 mol.L^{-1}$

l'avancement final $x_f = y_f.V = 45.10^{-4} mol = n(Ni)_{depose.}$ donc $m = x_f.M(Ni) = 45.10^{-4}.58{,}7 = 0{,}26$ g

3-a- $E'_i = 0,03V>0 \Rightarrow$ le sens direct de la réaction associée est spontanée : $Ni + Co^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Co$

b- $E'_i = 0,03V>0 \Rightarrow \pi = \frac{[Ni^{2+}]}{[Co^{2+}]} < K$ donc on a dilué la solution de Ni^{2+}.

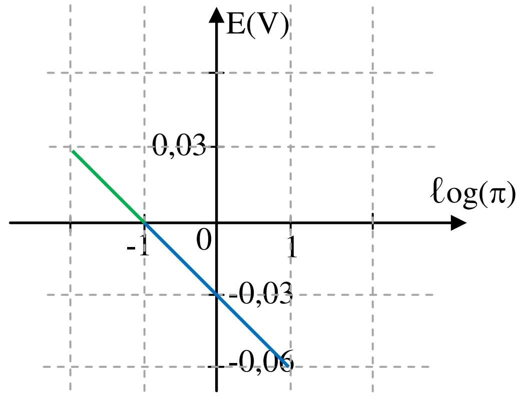
c- $\pi = \frac{[Ni^{2+}]_{eq} \frac{V}{V+V_e}}{[Co^{2+}]_{eq}} = K.\frac{V}{V+V_e}$ et $E'_i = E° - 0,03\ \ell og(\pi) = E° - 0,03\ \ell og(K.\frac{V}{V+V_e}) =$

$E° - 0,03 \ell og(K) - 0,03\ \ell og(\frac{V}{V+V_e})$ or $E° - 0,03\ \ell og(K) = 0 \Rightarrow$

$E'_i = -0,03\ \ell og(\frac{V}{V+V_e}) \Rightarrow \frac{V}{V+V_e} = 10^{\frac{-E_i}{0,03}} = 0,1$

$V+Ve = \frac{V}{0,1} = 10V \Rightarrow Ve = 9.V = 9.\ 50mL = 450\ mL$

4- Traçage de la courbe



Exercice N°2 (3 points)

1- Lorsqu'on dilue une solution acide, son pH augmente $\Rightarrow pHi(S_A)$ avant la dilution $<$ $pHi(S_A)$ après la dilution donc la courbe (c) correspond à la première expérience.

2-a- L'acide AH est un acide faible car sa courbe de dosage contient deux points d'inflexion

b- D'après la courbe (c),à la demi équivalence on a $pH_{DE} = pKa$ et $V_b = \frac{1}{2}\ V_{bE} = 20mL \Rightarrow pKa = 4,8$

c- L'acide faible est considéré faiblement ionisé $\Rightarrow pH_i = 2,9 = \frac{1}{2}\ (pKa - \ell og(C_A)) \Rightarrow \ell og(C_A) = pKa - 2\ pH_i$

$\Rightarrow C_A = 10^{\ pKa-2\ pHi} = 10^{4,8-5,8} = 0,1\ mol.L^{-1}$

d- D'après la courbe (c), $V_{BE} = 40\ mL$

A L'équivalence, on a $n_{AH} = n_{BE} \Rightarrow C_A.V_A = C_B.V_{BE} \Rightarrow C_B = \frac{C_A.V_A}{V_{BE}} = \frac{0,1\ .\ 20}{40} = 0,05\ mo\ell.L^{-1}$

Pour une base forte $pH = pKe + \ell og(C_B) = 14 + \ell og(0,05) = 12,7$

3- L'équation bilan de la réaction simplifiée du dosage de l'acide faible $AH + OH^- \longrightarrow A^- + H_2O$

4-a- A l'équivalence tout l'acide AH est neutralisé par la base donc il est totalement transformé en A^- or A^- est une base faible qui réagit avec l'eau selon la réaction d'équation

$A^- + H_2O \rightleftarrows AH + OH^-$ ce qui régénère l'acide AH et donne un excès de OH^- donc le mélange à l'équivalence est basique

b- $pH_E = \frac{1}{2}\ (pK_a + pK_e + \lambda og(\frac{C_A.V_A}{V_A+V_{BE}})) = \frac{1}{2}\ (4,8 + 14 + \lambda og(\frac{0,1.20}{60})) = 8,7$

5-a-Après la dilution de l'acide $C'_A = \frac{C_A}{x} =$ et le $pH_i = 3,4 == \frac{1}{2}\ (pKa - \ell og(C'_A)) \Rightarrow$

$C'_A = 10^{\ pKa-2\ pHi} = 10^{4,8-6,8} = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ et $x = \frac{C_A}{C'_A} = \frac{0,1}{0,01} = 10$

D'après la courbe (c'), A l'équivalence $V'_{BE} = 20\ mL \Rightarrow C'_B = \frac{C'_A.V'_A}{V'_{BE}} = \frac{0,01\ .\ 20}{20} = 0,01\ mo\ell.L^{-1}$

$C'_B = \frac{C_B}{y} \Rightarrow y = \frac{C_B}{C'_B} = \frac{0,05}{0,01} = 5$

b- La dilution n'a pas d'influence sur le pKa car le pKa ne depend que de la température

PHYSIQUE (13 points)

Exercice N°1 (Etude d'un document scientifique)

1- les phénomènes physiques cités dans le texte sont la réfraction et la réflexion

2- Une onde transmise est dite réfractée lorsque la direction de propagation de l'onde incidente n'est pas perpendiculaire à l'interface,

3- La loi de la réflexion citée dans le texte est : L'onde réfléchie est également déviée d'un angle égal à celui de l'onde incidente par rapport à la normale à l'interface

4-La phrase du texte qui montre pourquoi le ciel est bleu, est « Dans l'atmosphère, les petites particules de poussière ne peuvent réfléchir que les faibles longueurs d'onde de la lumière solaire correspondant à une lumière bleue. »

Exercice N°2

1ère partie :

1-a- C'est la réaction de fission de l'uranium 235

Conservation du nombre de masse 235+1 =236= 138 + 95+k= 233+k $\Rightarrow$ **k= 236-233=3**

Conservation du nombre de charge 92+0 = Z+40+0$\Rightarrow$ **Z= 92-40=52**

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{138}_{52}Te + ^{95}_{40}Zr + 3\, ^{1}_{0}n .$$

b- Cette réaction est **provoquée** car elle se fait par un bombardement et elle est **en chaîne** car les neutrons formés bombardent d'autres noyaux d'uranium 235.

2- Conservation de l'énergie totale :$m(^{235}_{92}U).c^2 + m(^{1}_{0}n).c^2 = m(^{138}_{52}Te).c^2 + m(^{95}_{40}Zr).c^2+3.\ m(^{1}_{0}n).c^2+ W$

$\Rightarrow W= m(^{235}_{92}U).c^2 + m(^{1}_{0}n).c^2 - m(^{138}_{52}Te).c^2- m(^{95}_{40}Zr).c^2-3.\ m(^{1}_{0}n).c^2$

$W= [m(^{235}_{92}U)- m(^{138}_{52}Te)\ m(^{95}_{40}Zr)-2m(^{1}_{0}n)].c^2$

L'énergie de liaison d'un noyau $^{A}_{Z}X$ est $E_\ell(^{A}_{Z}X) =[Z.m(^{1}_{1}p) +(A-Z)m(^{1}_{0}n) -m(^{A}_{Z}X)].c^2 \Rightarrow$

$m(^{A}_{Z}X)=Z.m(^{1}_{1}p) +(A-Z)m(^{1}_{0}n)-\dfrac{E_\ell(^{A}_{Z}X)}{c^2}$. **On déduit alors que**

$$W= [92.m(^{1}_{1}p) +143m(^{1}_{0}n)-\frac{E_\ell(^{235}_{92}U)}{c^2} -52.m(^{1}_{1}p)-86m(^{1}_{0}n)+\frac{E_\ell(^{138}_{52}Te)}{c^2} -40.m(^{1}_{1}p) -55m(^{1}_{0}n)+\frac{E_\ell(^{95}_{40}Zr)}{c^2} -2m(^{1}_{0}n)].c^2$$

$$W=[-\frac{E_\ell(^{235}_{92}U)}{c^2}+\frac{E_\ell(^{138}_{52}Te)}{c^2}+\frac{E_\ell(^{95}_{40}Zr)}{c^2}].c^2 =[-\frac{E_{\ell 1}}{c^2}+\frac{E_{\ell 2}}{c^2}+\frac{E_{\ell 3}}{c^2}].c^2 = E_{\ell 2}+ E_{\ell 3} -E_{\ell 1}$$

2eme partie :

1-a- L'équation de la réaction de désintégration de $^{95}_{40}Zr$,

$$^{95}_{40}Zr \longrightarrow ^{0}_{-1}e + ^{95}_{41}Nb$$

L'équation de la réaction de désintégration de $^{95}_{41}Nb$,

$$^{95}_{41}Nb \longrightarrow ^{0}_{-1}e + ^{A'}_{Z'}Mo$$

En utilisant les lois de conservation, on trouve A'=95 et Z'=42

b- L'origine de l'émission de la particule β^- est la transformation d'un neutron en un proton $^{1}_{0}n \longrightarrow ^{1}_{1}p + ^{0}_{-1}e$

2-a- L'énergie de liaison d'un noyau est l'énergie minimale qu'il faut fournir à ce noyau au repos pour le dissocier en nucléons

b- L'énergie de liaison d'un noyau $^{95}_{42}Mo$ est $E_\ell(^{95}_{42}Mo)=[42.m(^{1}_{1}p) +53m(^{1}_{0}n) -m(^{95}_{42}Mo)].c^2$

AN : $E_\ell(^{95}_{42}Mo)=[42.1,00728+53.1,00866 -94,88384]\ 931,5\ MeV.c^{-2}\ .c^2 =820,56\ MeV$

c- Le noyau le plus stable est celui **qui a l'énergie de liaison par nucléon** $\dfrac{E_\ell}{A}$ **la plus élevée**. On a

$$\frac{E_\ell(^{95}_{42}Mo)}{95}=8,64 > \frac{E_\ell(^{95}_{41}Nb)}{95} =8,42$$ donc $^{95}_{42}Mo$ est plus stable que $^{95}_{41}Nb$

d- Oui elle prévisible car tout noyau radioactif se désintègre pour se transformer en un noyau plus stable.

3- On a $-dN = N.\lambda.dt \Rightarrow dN = -N.\lambda.dt \Rightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda.dt \Rightarrow \int \frac{dN}{N} = \int -\lambda.dt \Rightarrow \ln(N) = -\lambda.t + cte$

Or à t=0 on a $N = N_0 \Rightarrow \ln(N) = \ln(N_0) -\lambda.0 + cte = cte \Rightarrow \ln(N) = -\lambda.t + \ln(N_0) \Rightarrow$

$\ln(N) - \ln(N_0) = \ln(\frac{N}{N_0}) = -\lambda.t \Rightarrow \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda.t} \Rightarrow N(t) = N_o.e^{-\lambda.t}$,

4-a- $N(t) = N_o.e^{-\lambda.t} \Rightarrow \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda.t}$ et lorsque t = T ; $\frac{N(T)}{N_0} = \frac{1}{2} = e^{-\lambda.T} \Rightarrow -\lambda.T = \ln(\frac{1}{2}) = -\ln(2) \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda}$

b-b₁- On a le nombre de noyaux restant à l'instant t, est $N(t) = N_o.e^{-\lambda.t}$ avec N_0, le nombre initial

En multipliant par la masse d'un noyau $^{95}_{41}Nb$ on trouve $N(t).m(^{95}_{41}Nb) = N_o\, m(^{95}_{41}Nb).e^{-\lambda.t} \Rightarrow m = m_o.e^{-\lambda t}$

b₂- Pour t=n.T , on a $m = m_o.e^{-\lambda.nT} = m_0.(e^{\lambda.T})^{-n}$ or $\lambda.T = \ln(2) \Rightarrow m = m_o.2^{-n}. = \frac{m_0}{2^n} \Rightarrow \frac{m}{m_0} = \frac{1}{2^n}$

5-a- Pour t=T , **on a** $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow m = \frac{m_0}{2}$ **=0,3g ⇒ T=35 jours**

b- Pour t=4T , **on a** $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16} \Rightarrow m = \frac{m_0}{16} = \frac{0,6}{16}$ **=37,5 mg**

c- $m_o = N_o\, m(^{95}_{41}Nb) \Rightarrow N_o = \frac{m_0}{m(^{95}_{41}Nb)} = \frac{0,6g}{94,9086.1,66.10^{-24}g} \approx 38.10^{20}$ noyaux.

d- $A_0 = \lambda.N_o = \frac{\ln(2)}{T} N_o$ tel que la période T doit être en seconde. $A_0 = \frac{0,69}{35.24.3600}\, 38.10^{20} = 8,67.10^{14}$ Bq

Exercice N°3

1-a- L'énergie de l'atome est dite quantifiée car elle a des valeurs discrètes

b- La transition est le passage du niveau d'énergie E_n a un niveau d'énergie E_p ($p \neq n$)

c- La transition d'un niveau d'énergie E_n à un niveau d'énergie $E_p > E_n$. est une absorption. Le spectre est un spectre de raies noires au fond coloré

La transition d'un niveau d'énergie E_n à un niveau d'énergie $E_p < E_n$. est une émission. Le spectre est un spectre de raies colorés au fond noir.

2- $W = E_3 - E_1 = \frac{h.c}{\lambda_{31}} \Rightarrow E_3 - E_1 = \frac{h.c}{\lambda_{31}} \Rightarrow \lambda_{31} = \frac{h.c}{E_3 - E_3}$

avec $E_3 - E_1 = -2,01+5,39 = 3,38$ ev $= 3,21.\ 1,6.10^{-19}$ J $= 5,408.10^{-19}$ J

$\lambda_{31} = \frac{6,62.10^{-34}.3.10^8}{5,408.10^{-19}} = 367,2.10^{-9}$ m =367,2 nm. (λ_{31} appartient au domaine ultra-violet U.V)

3- Oui car il s'agit de la radiation qu'il émet lorsqu'il passe de E_3 à E_1.

4- On a $|\Delta E| = E_n - E_p = h.\nu$ lorsque(n>p) et ν est minimale lorsque $|\Delta E|$ est minimale qui est $E_5 - E_4 \Rightarrow$

$$\upsilon_{min} = \frac{E_5 - E_4}{h} = \frac{(-1,51+1,55).1,6.10^{-19}}{6,62.10^{-34}} = 9,67.10^{12} \text{ Hz.}$$

5-a-L'énergie d'ionisation de l'atome de lithium est l'énergie minimale qu'il faut fournir à l'atome pris dans son état fondamental pour lui arracher un électron

L'énergie d'ionisation $E_i = E_\infty - E_1 = -E_1 = 5,39$ eV

b- L'énergie du photon ayant une longueur d'onde $\lambda = 200$ nm est :

$w = \frac{h.c}{\lambda} == \frac{6,62.10^{-34}.3.10^8}{200.10^{-9}} 9,93.10^{-19}$J≈**6,21 eV**

L'atome était à l'état fondamental et $w > E_i \Rightarrow$ l'atome sera ionisé

$w = E_i + E_C \Rightarrow E_C = w - E_i = \frac{1}{2} m.v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(w-E_i)}{m}} = \sqrt{\frac{2(6,21-5,39).1,6.10^{-19} J}{9,1.10^{-31} kg}} \approx 535723,8$ m.s^{-1}.