

Corrigé Chimie MP 2019

EXEMPLES D'EXTRACTION DE CERTAINS COMPOSÉS D'UN MÉLANGE :

Proposé par Abderrahman MAMOUNI
Cpge lissandine LAAYOUNE
Révisé par Mr Driss Belkeiri

I Généralités sur le potentiel chimique :

I.1. Définitions et généralités :

I.1.1. les variables n , V , et S variables extensives ; P et T les variables intensives.

I.1.2* L'état initial (1) et final (2) sont précisés

* F fonction d'état donc sa variation ne dépend que de (1) et (2)
donc indépendante de la façon suivant laquelle s'effectue la transformation
donc ΔF_{12} est la même que la transformation est réversible ou irréversible

I.1.3 Une phase est un système dans lequel les différentes grandeurs intensives G_i varient de façon continue

Exemple de système polyphasique: \triangleright solution aqueuse où il y a dépôt solide ;
 \triangleright équilibre entre un liquide et sa vapeur
 \triangleright point triple

$$I.1.4 \quad dU = \delta Q + \delta W$$

$$I.1.5 \quad dG = dH - TdS - SdT \quad \text{or} \quad H = U + PV$$

$$\text{alors} \quad dG = dU + PdV + VdP - TdS - SdT$$

avec $dU = \delta Q + \delta W = \delta Q - P.dV$ (seul le travail des forces de pression est pris en compte)

$$\text{on a} \quad dG = VdP - SdT$$

$$I.2 - 1 \quad T = \text{cte} \Rightarrow dG = VdP \Rightarrow dG = \frac{nRT}{P} dP$$

$$\Rightarrow \int_{P^0}^P dG = \frac{nRT}{P} dP \Rightarrow G(T, P, n) - G(T, P^0, n) = nRT \ln\left(\frac{P}{P^0}\right)$$

$$G(T, P, n) = G(T, P^0, n) + nRT \ln\left(\frac{P}{P^0}\right)$$

$$1 - 2 - 2 \quad g_A(T, P) = \mu_A(T, P) = \left(\frac{\partial G}{\partial n}\right)_{T, P} = RT \ln\left(\frac{P}{P^0}\right)$$

I.3 1 mélange idéal de gaz parfaits \rightarrow Pas d'interaction entre ces gaz (chimique, électrique ...)

$$I-3-2 \quad \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T}\right)_{P, n_i} = \frac{\partial}{\partial T} \left(\left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T, P, n_{j \neq i}} \right)_{P, n_i} = \frac{\partial}{\partial n_i} \left(\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{P, n_i} \right)_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial T}\right)_{P, n_i} = \frac{\partial}{\partial n_i} (-S)_{T, P, n_{j \neq i}} = -S_{m, i} \quad (\text{entropie molaire partielle})$$

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial P}\right)_{T, n_i} = \frac{\partial}{\partial P} \left(\left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T, P, n_{j \neq i}} \right)_{T, n_i} = \frac{\partial}{\partial n_i} \left(\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_{T, n_i} \right)_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial P} \right)_{T, n_i} = \frac{\partial}{\partial n_i} (V)_{T, P, n_{j \neq i}} = v_{m, i} \quad (1) \text{ (volume molaire partiel)}$$

$$P_i = P_i(x_i, P) = x_i P \Rightarrow \frac{\partial \bullet}{\partial P_i} = \frac{\partial \bullet}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial P_i} + \frac{\partial \bullet}{\partial x_i} \frac{\partial x_i}{\partial P_i} \text{ avec } (n_i = \text{cte} \Rightarrow x_i = \text{cte}) \text{ on aura}$$

$$\frac{\partial \bullet}{\partial P_i} = \frac{\partial \bullet}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial P_i} = \frac{1}{x_i} \frac{\partial \bullet}{\partial P} \text{ donc}$$

$$\left(\frac{\partial \mu_i}{\partial P_i} \right)_{T, n_i} = \frac{1}{x_i} \frac{\partial}{\partial n_i} (V)_{T, P, n_{j \neq i}} = \frac{v_{m, i}}{x_i}$$

1-3-3 (1) \Rightarrow à T , et n_i cte

$$\triangleright d\mu = v_{m, i} dP.$$

$$\triangleright p_i = x_i P \Rightarrow \frac{dP_i}{P_i} = \frac{dP}{P} \quad (n_i = \text{cte} \Rightarrow x_i = \text{cte})$$

$$\text{pour un mélange de gaz parfait } v_{m, i} = \frac{\partial}{\partial n_i} \left(\frac{n_i RT}{P} \right)_{T, P, n_{j \neq i}} = \frac{RT}{P} \frac{\partial n_i}{\partial n_i} = \frac{RT}{P} \frac{\partial}{\partial n_i} \left(\underbrace{\sum_j n_j}_{\frac{\partial n_i}{\partial n_i} = 1} \right)_{T, P, n_{j \neq i}}$$

$$\Rightarrow v_{m, i} = \frac{RT}{P} \Rightarrow d\mu = \frac{RT}{P} dP = \frac{RT}{P_i} dP_i$$

En intégrant entre P^0 et P_i on a $\boxed{\mu(T, P) = \mu^0(T) + RT \ln(a_{A_i})}$ $\underline{\underline{a_{A_i} = \frac{x_i \cdot P}{P^0}}}$

Remarque : on pose $\mu^*(T, P) = \mu^0(T) + RT \ln\left(\frac{P}{P^0}\right)$: potentiel de A_i pur à la pression P

$$\Rightarrow \boxed{\mu(T, P) = \mu^*(T, P) + RT \ln x_i}$$

1-3-4 Pour une phase condensée le volume molaire varie peu avec la pression $\Rightarrow \left(\frac{\partial \mu_i}{\partial P} \right)_{T, n_i} \approx 0$

$$\text{Pour l'eau à } 25^\circ\text{C} \quad v_m = \frac{V}{n} = \frac{m/\rho}{m/M} = \frac{M}{\rho} = \frac{18 \text{ g mol}^{-1}}{1 \text{ g (ml)}^{-1}} = 18 \text{ ml} \ll \text{volume d'un gaz (22,4 l)}$$

(dans les mêmes conditions)

II-Exemples de systèmes à composition variable :

II-1 Système fermé \rightarrow n'échange pas de la matière

$$\text{II-2 } dG(T, P, n_1, n_2) = \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_{P, n_1, n_2} dT + \left(\frac{\partial G}{\partial P} \right)_{T, n_1, n_2} dP + \left(\frac{\partial G}{\partial n_1} \right)_{P, T, n_2} dn_1 + \left(\frac{\partial G}{\partial n_2} \right)_{P, T, n_1} dn_2$$

$$\boxed{dG = -S dT + V dP + \mu_1 dn_1 + \mu_2 dn_2}$$

$$\text{II-3 à } T \text{ et } P \text{ cte } \quad \boxed{dG = \mu_1 dn_1 + \mu_2 dn_2 \leq 0}$$

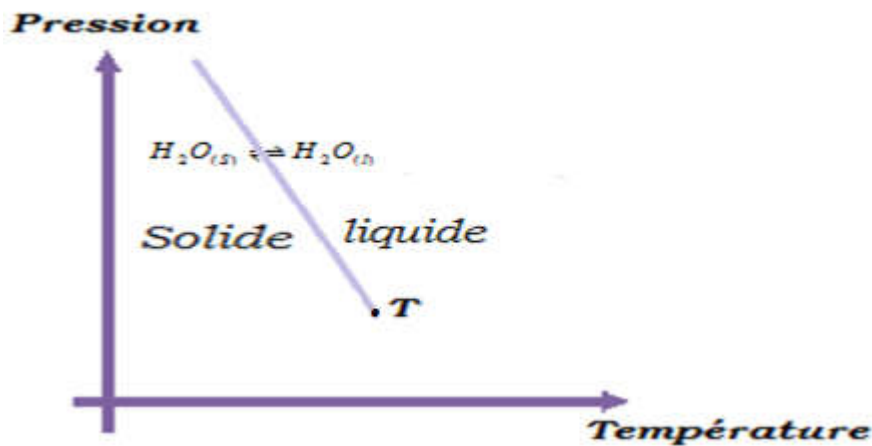
II-4 pour le système $A_1 \rightleftharpoons A_2$ on a $dn_1 = -dn_2$ or à l'équilibre $dG = 0$

On a donc $\boxed{\mu_1 = \mu_2}$

II - 2 Cas d'un corps pur sous deux phases, par exemple la fusion de la glace: $H_2O_s \rightleftharpoons H_2O_l$:

$$\mu_{e,s}(T) = -291,8 - 0,0432.T \text{ et } \mu_{e,l}(T) = -285,8 - 0,0652.T.$$

II - 2 - 1



II - 2 - 2 lorsqu'il ya fusion l'équilibre $H_2O_s \rightleftharpoons H_2O_l$ (*) a lieu

$$\Rightarrow \mu_{e,s} = \mu_{e,l} \Rightarrow -291,8 - 0,0432.T_F = -285,8 - 0,0652.T_F.$$

$$\Rightarrow T_F = \frac{291,8 - 285,8}{0,0652 - 0,0432} = 272,73 \text{ K} \approx 0^\circ\text{C}$$

II - 2 - 3 La chaleur latente molaire de fusion L_f correspond à l'enthalpie de réaction relative à (*) $\Rightarrow L_f = \Delta_r H^0 = h_{e,l} - h_{e,s}$ (h_i enthalpie molaire de A_i)

$$d'autre part \Delta_r G^0 = \Delta_r H^0 - T \Delta_r^0 S$$

$$\Rightarrow \sum_i \nu_i \mu_i^0 = \Delta_r H^0 - T \Delta_r^0 S$$

$$\Rightarrow \mu_{e,l}(T) - \mu_{e,s}(T) = \Delta_r H^0 - T \Delta_r^0 S$$

$$\Rightarrow -285,8 - 0,0652.T + 291,8 + 0,0432.T = \Delta_r H^0 - T \Delta_r^0 S$$

$$\Rightarrow \Delta_r H^0 = -285,8 + 291,8 = 6 \text{ KJ.mol}^{-1}$$

Soit

$$L_f = 6 \text{ KJ mol}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{II - 2 - 4 } \left. \frac{\partial \mu_i}{\partial T} \right)_{P,n_j} &= \left. \frac{-\mu_i}{T^2} + \frac{1}{T} \frac{\partial \mu_i}{\partial T} \right)_{P,n_j} = \frac{-\mu_i}{T^2} - \frac{S_{m,i}}{T} = \frac{-1}{T^2} (\mu_i - TS_{m,i}) \\ &= \left. \frac{-1}{T^2} \frac{\partial (G - T.S)}{\partial n_i} \right)_{T,P} = \left. \frac{-1}{T^2} \frac{\partial (H)}{\partial n_i} \right)_{T,P} = \left. \frac{-h_i}{T^2} \right)_{T,P} \end{aligned}$$

II - 2 - 5 à l'équilibre $\mu_{e,l} = \mu_{e,s} \Rightarrow \mu_{e,l}^0 + RT \ln(x_{e,l}) = \mu_{e,s}$

$$\Rightarrow \frac{d}{dT} \left(\frac{\mu_{e,s} - \mu_{e,l}^0}{T} \right) = \frac{d}{dT} (R \ln(x_{e,l})) \quad \text{avec} \quad \mu_{e,l}^0 \approx \mu_{e,l} \text{ (phase condensée)}$$

$$\Rightarrow \frac{h_{e,l} - h_{e,s}}{T^2} = R \cdot \frac{d \ln(x_{e,l})}{dT} \quad \text{Soit} \quad \boxed{\frac{d \ln(x_{e,l})}{dT} = \frac{L_f}{RT^2}} \quad (**)$$

II - 2 - 6 En intégrant (**) entre l'état où l'eau est pure et l'état de la solution de NaCl

$$\text{On aura} \int_1^{x_{e,l}} d \ln(x_{e,l}) = \int_{T_f}^{T_f'} \frac{L_f}{RT^2} dT \Rightarrow \ln(x_{e,l}) = \frac{L_f}{R} \left(\frac{1}{T_f} - \frac{1}{T_f'} \right)$$

$$\Rightarrow \boxed{T_f' = \frac{1}{\frac{1}{T_f} - \frac{R \ln(x_{e,l})}{L_f}}}$$

$$\Rightarrow \boxed{T_f = 271,58 \text{ K} \approx -1,6^\circ\text{C}}$$

Application faire fondre la glace : L'addition de sel à l'eau baisse sa température de solidification. Exemples : l'eau de mer contient 3,5% de sels et gèle à -2°C .

Une solution de NaCl à 10% gèlera à -6° , etc. Faites tomber du sel sur de la glace et chaque grain commencera à se dissoudre, formant un peu d'eau liquide autour de lui.

S'il y a assez de sel, 15 minutes plus tard toute la glace est fondue

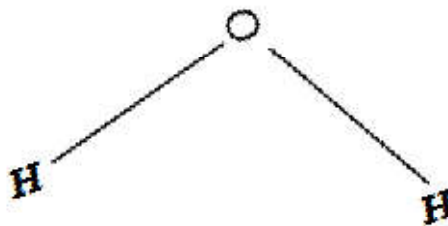
III Extraction liquide - liquide

III - Généralités :

III - 1 - 1 $\left. \begin{array}{l} \text{l'atome O contient 6 électrons de valence} \\ \text{" H contient un électron de valence} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{H}_2\text{O est de la forme AB}_2\text{E}_2 \text{ (2 doublets} \\ \text{liants et 2 non liants)}$

\Rightarrow La géométrie est un tétraèdre dont deux côtés sont substitués par 2 doublets non liants

\Rightarrow géométrie coudée



III - 1 - 2

\triangleright constante diélectrique, ou permittivité relative, ϵ_r élevée : 78,5

L'attraction électrostatique est 80 fois plus faible quand on passe du vide dans l'eau : l'eau est qualifiée de solvant dissociant et dispersant, car les paires d'ions sont dissociées (les ions sont séparés)

\triangleright Moment dipolaire grand (molécule polaire)

De la même façon, le moment dipolaire important de l'eau favorise la dispersion des charges dans des molécules polarisables, ou déjà polarisées :

l'eau est qualifiée de solvant ionisant

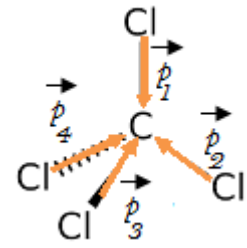
III-1-3 } $\left. \begin{array}{l} \text{l'atome C contient 4 \u00e9lectrons de valence} \\ \text{H contient 7 \u00e9lectrons de valence dont 6 appari\u00e9s} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{CCl}_4 \text{ a la forme AB}_4$

\Rightarrow La g\u00e9ometrie est un t\u00e9tra\u00e8dre r\u00e9gulier

III-1-4*Un solvant dont les mol\u00e9cules ne peuvent pas c\u00e9der de proton H^+ sont dits aprotiques. c'est le cas de CCl_4 (ne contient pas de H^+)

*Un solvant apolaire est constitu\u00e9 de mol\u00e9cules qui ne poss\u00e8dent pas de moment dipolaire

CCl_4 est une mol\u00e9cule dont le moment dipolaire resultant est nul $\sum_i \vec{p}_i = \vec{0}$



III-2 Partage et distribution d'un solut\u00e9 entre deux solvants :

$$K(T) = \frac{a_{og}}{a_{aq}} \text{ avec } \mu(T, P) = \mu^0(T) + RT \ln(a_i) \text{ on a}$$

$$K(T) = \frac{\exp\left(\frac{\mu_{og} - \mu_{og}^0}{RT}\right)}{\exp\left(\frac{\mu_{aq} - \mu_{aq}^0}{RT}\right)} = \exp\left(\frac{(\mu_{og} - \mu_{aq}) + (\mu_{aq}^0 - \mu_{og}^0)}{RT}\right) \text{ \u00e0 l'\u00e9quilibre } \mu_{og} = \mu_{aq} \text{ (Q II-4)}$$

D'o\u00f9
$$K(T) = \exp\left(\frac{\mu_{aq}^0 - \mu_{og}^0}{RT}\right)$$

III.3. Influence des volumes des phases sur une extraction liquide - liquide

$$R_{A,og} = 100 \frac{n_{A,tot,og}}{n_{A,tot,og} + n_{A,tot,aq}} = 100 \cdot \frac{[A]_{tot,og} \cdot V_{og}}{[A]_{tot,og} \cdot V_{og} + [A]_{tot,aq} \cdot V_{aq}}$$

divisons par $[A]_{tot,aq} \cdot V_{aq} \Rightarrow R_{A,og} = 100 \cdot \frac{D \frac{V_{og}}{V_{aq}}}{D \frac{V_{og}}{V_{aq}} + 1} \Rightarrow R_{A,og} = 100 \cdot \frac{D}{D + \frac{V_{aq}}{V_{og}}}$

Rapport des volumes $\frac{V_{og}}{V_{aq}}$	0,1	1	10
Rendement (en %)	23,07%	75%	96,77

III.4. Exemple : extraction liquide - liquide de la glycine $H_2N - CH_2 - COOH$

III-4-1 } $\left. \begin{array}{l} \text{La fonction amine peut fixer un } H^+ \Rightarrow \text{comportement basique} \\ \text{La fonction acide peut lib\u00e9rer un } H^+ \Rightarrow \text{comportement acide} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Ampholyte}$

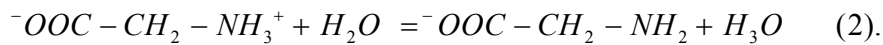
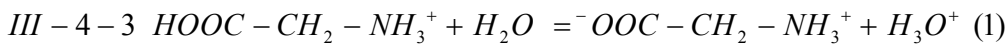
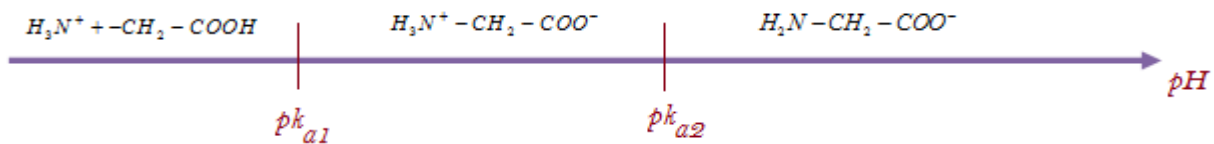
Les couples :1) $H_2N - CH_2 - COOH / H_2N - CH_2 - COO^-$

2) $H_3N^+ - CH_2 - COOH / H_2N - CH_2 - COOH$

III-4-2 $\triangleright BH_2^+ : H_3N^+ + -CH_2 - COOH$

$\triangleright B^- : H_2N - CH_2 - COO^-$

Diagramme de prédominance :



Avec $h = [H^+]$:

$$* \quad ka_1 = \frac{[BH^\pm] h}{[BH_2^+]}$$

$$* \quad ka_2 = \frac{[B^-] h}{[BH^\pm]}$$

D'autre part $\triangleright c_0 = [BH_2^+] + [BH^\pm] + [B^-]$ conservation

*Vu les valeurs de pK_{a1} et pK_{a2} (1) sera déplacé beaucoup dans le sens direct et (2) est peu déplacé \Rightarrow Lorsqu'on dissout de la glycine dans l'eau, elle est essentiellement sous forme d'ion dipolaire $^-OOC - CH_2 - NH_3^+ (BH^\pm)$

$$d'où \quad c_0 \approx [BH^\pm] = \frac{[B^-] h}{ka_2} \Rightarrow [B^-] = \frac{[BH^\pm] ka_2}{h} \approx \frac{c_0 ka_2}{h} \quad (3)$$

$$\triangleright : h + [BH_2^+] = [OH^-] + [B^-] \text{ neutralité électrique}$$

OH^- négligeable devant B^- et BH_2^+

$$\Rightarrow [BH_2^+] + h = [B^-] \Rightarrow [B^-] = \frac{h \cdot c_0}{k_{a1}} + h \quad (4)$$

$$(3) \text{ et } (4) \quad \Rightarrow h^2 = \frac{c_0 ka_2}{1 + \frac{c_0}{k_{a1}}} \Rightarrow h = 8,87 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} \Rightarrow \boxed{pH = 6,05}$$

verification des hypothèses:

$$[BH_2^+] \approx \frac{c_0 h}{k_{a1}} = 1,9 \cdot 10^{-6} \ll c_0 ; [B^-] = \frac{[BH^\pm] ka_2}{h} \approx \frac{c_0 ka_2}{h} = 2,28 \cdot 10^{-6} \ll c_0$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{h} = 1,1 \cdot 10^{-8} \approx \frac{1}{80} h$$

III - 4 - 4 Dans la solution aqueuse BH^0 réagit avec l'eau : $BH^0 + H_2O = B^- + H_3O^+$

et $BH^0 + H_2O = BH_2^+ + OH^-$ d'autre part :

$$\text{pour } BH^0 / B^- \quad K_{a3} = \frac{[H^+][B^-]}{[BH^0]} = \frac{[H^+][B^-]}{[BH_2^+]} \cdot \frac{[BH_2^+]}{[BH^0]} = K_{a2} \cdot K_z$$

$$\text{pour } BH_2^+ / BH^0 : K_{a4} = \frac{[BH^0][H^+]}{[BH_2^+]} = \frac{[BH^0][H^+]}{[BH_2^+]} \cdot \frac{[BH^0]}{[BH^\pm]} = \frac{K_{a1}}{K_z}$$

$$\Rightarrow [BH^0]_{tot, aq} = [BH^0] + [B^-] + [BH_2^+] + [BH^{\pm}] = [BH^0]_{aq} \cdot \left(1 + \frac{K_{a2} \cdot K_z}{[H^+]} + \frac{K_z}{K_{a1}} [H^+] + K_z\right)$$

$$\Rightarrow D = \frac{[BH^0]_{tot, og}}{[BH^0]_{tot, aq}} = \frac{[BH^0]_{tot, og}}{[BH^0]_{aq} \left(1 + \frac{K_{a2} \cdot K_z}{[H^+]} + \frac{K_z}{K_{a1}} [H^+] + K_z\right)} = \frac{K(T)}{1 + \frac{K_{a2} \cdot K_z}{[H^+]} + \frac{K_z}{K_{a1}} [H^+] + K_z}$$

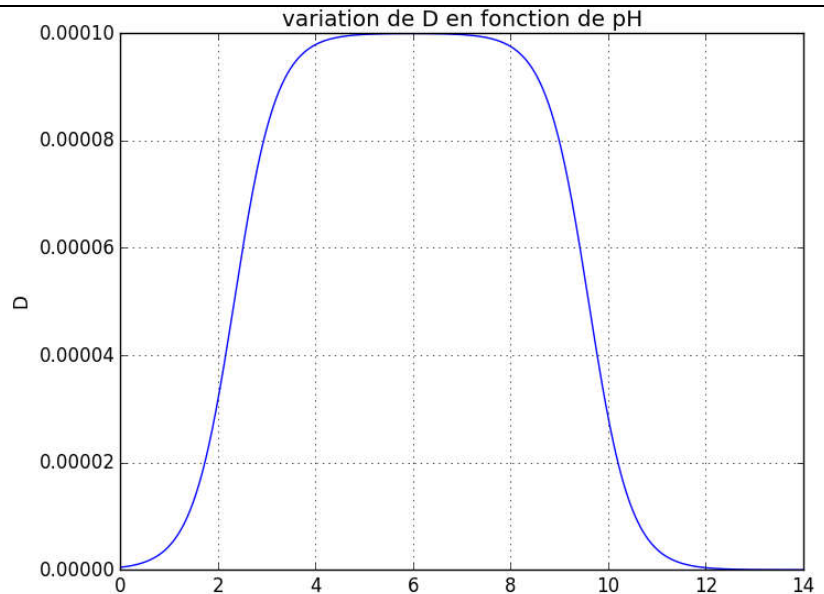
$$\Rightarrow D = \frac{K(T)}{1 + K_z \cdot 10^{(pH - pK_{a2})} + K_z \cdot 10^{(-pH + pK_{a1})} + K_z}$$

```

from numpy import *
from matplotlib import pyplot as plt
x=linspace(0,14,500)
pka1=2.34
pka2=9.6
Kz=10000
def f(x):+
    return 1/(Kz+1+Kz*(10**(x-
pka2)+10**(-x+pka1))) plt.plot(x,f(x))

plt.title("variation de D en fonction de
pH")
plt.xlabel("pH")
plt.ylabel("D")
plt.grid()
plt.show()

```



le rendement de l'extraction est maximal pour $pH=6$

IV Extraction de l'uranium d'une solution phosphorique :

IV.1. Propriétés de l'uranium en solution aqueuse. :

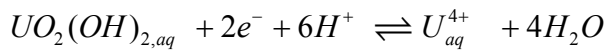
IV.1.1 * $x = 2$; $y = 4$

* U possède 6 électrons de valence et pour avoir la structure gaz rare le plus proche il doit perdre les $6e^- \Rightarrow$ nombre d'oxydation +VI

IV.1.2.

Espèce	U_{aq}^{3+}	U_{aq}^{4+}	UOH_{aq}^{3+}	UO_{2aq}^{2+}	$UO_2(OH)_{2,aq}$	$UO_2(OH)_{3aq}^-$	$U(OH)_{4,aq}$
Nombre d'oxydation	+III	+IV	+IV	+VI	+VI	+VI	+IV
Lettre d'identification	A	B	C	E	F	G	D

IV.1.3 Couple E / B :



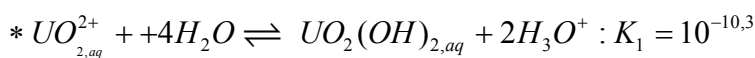
$$\Rightarrow E = E^0 + \frac{0,06}{6} \log \left(\frac{[UO_2(OH)_{2,aq}][H^+]^6}{[U_{aq}^{4+}]} \right) = E^0 + 0,01 \log \frac{[UO_2(OH)_{2,aq}]}{[U_{aq}^{4+}]} - 0,06 \text{ pH}$$

La pente de la droite est donc $-0,06$

$$IV.1.4 \quad * K_1 = \frac{[H_3O^+]^2 [UO_2(OH)_{2,aq}]}{[UO_{2,aq}^{2+}]} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{K_1 \cdot [UO_{2,aq}^{2+}]}$$

Au frontière on a $[UO_{2,aq}^{2+}] = [UO_2(OH)_{2,aq}] \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{K_1} = 7.10^{-6} \text{ mol l}^{-1}$

$$\Rightarrow \boxed{\text{pH}(E / F) = 5,15}$$



$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{[UO_2(OH)_{3,aq}^-][H_3O^+]}{[UO_2(OH)_{2,aq}]} \quad \text{au frontière } [UO_2(OH)_{3,aq}^-] = [UO_2(OH)_{2,aq}]$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{K_2}{K_1} \Rightarrow \boxed{\text{pH}(F / G) = 8,9}$$

IV.1.5 * pour Δ_1 $E = -0,06 \text{ pH}$ (Le couple H_3O^+ / H_2)

pour Δ_2 $E = 1,23 - 0,06 \text{ pH}$ (Le couple O_2 / H_2O)

* Les espèces thermodynamiquement stables de l'uranium en milieu aqueux aéré sont ceux qui présentent un domaine d'intersection avec le domaine de stabilité de l'eau (entre Δ_1 et Δ_2)

Soient U_{aq}^{4+} ; UOH_{aq}^{3+} ; UO_{2aq}^{2+} ; $UO_2(OH)_{2,aq}$; $UO_2(OH)_{3,aq}^-$; $U(OH)_{4,aq}$

IV.2. Extraction de l'uranium des solutions d'acide phosphorique.

$$IV.2.1 - n_0(A) = n_{aq}(A) + n_{og}(A) \Rightarrow [A]_{aq,0} \cdot V_{aq} = [A]_{aq1} \cdot V_{aq} + [A]_{og} \cdot V_{og}$$

or $D = \frac{[A]_{og}}{[A]_{aq1}}$ alors $[A]_{aq1} = [A]_{aq,0} - D \cdot [A]_{aq1} \cdot \frac{V_{og}}{V_{aq}} = [A]_{aq,0} - D \cdot [A]_{aq1} (V_{og} = V_{aq})$

$$\Rightarrow D = \frac{[A]_{aq,0} - [A]_{aq1}}{[A]_{aq1}} = \frac{[A]_{aq,0}}{[A]_{aq1}} - 1 \quad (6)$$

$$d'autre part on a (III - 3) R = 100 \cdot \frac{D}{D + \frac{V_{aq}}{V_{og}}} = 100 \cdot \frac{D}{D + 1} = 100 \cdot \frac{\frac{[A]_{aq,0}}{[A]_{aq1}} - 1}{1 + \frac{[A]_{aq,0}}{[A]_{aq1}} - 1} = 100 \frac{[A]_{aq,0} - [A]_{aq1}}{[A]_{aq,0}}$$

$$\Rightarrow R_{A,og} = 100. \left(1 - \frac{[A]_{aq1}}{[A]_{aq,0}} \right) = 70\%$$

IV.2.2 (6) $\Rightarrow [A]_{aq1} = \frac{[A]_{aq,0}}{1+D}$, pour la deuxième extraction on trouve de la même façon

que $[A]_{aq2} = \frac{[A]_{aq,1}}{1+D} = \frac{[A]_{aq,0}}{(1+D)^2}$. ET ainsi de suite Après la $n^{i\grave{e}me}$ extraction on a

$$[A]_{aqn} = \frac{[A]_{aq,0}}{(1+D)^n}. \text{ Avec } R = 100. \frac{[A]_{aq,0} - [A]_{aqn}}{[A]_{aq,0}} = 100. \left(1 - \frac{1}{(1+D)^n} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{(1+D)^n} = 1 - \frac{R}{100} \Rightarrow -n \cdot \ln(1+D) = \ln\left(1 - \frac{R}{100}\right)$$

$$(6) \Rightarrow D = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{6 \cdot 10^5} - 1 = \frac{7}{3}$$

$$\Rightarrow n = \frac{-\ln\left(1 - \frac{R}{100}\right)}{\ln(1+D)} = 3,82$$

le nombre n d'extractions successives à réaliser pour que 99 % de l'uranium soit récupéré

est $n = 4$

$$IV.2.3 \text{ d'après (III-3)} \quad R = 100. \frac{D}{D + \frac{V_{aq}}{V_{og}}} \Rightarrow D + \frac{V_{aq}}{V_{og}} = \frac{100D}{R}$$

$$\left(D = \frac{7}{3}\right) \Rightarrow \frac{V_{aq}}{V_{og}} = \frac{100D}{R} - D \Rightarrow \frac{V_{og}}{V_{aq}} = \frac{1}{\frac{100D}{R} - D} = 42,42$$

Le volume de phase organique est 10,6 fois plus grand que le volume utilisé si l'extraction était successive

D'où une extraction successive est plus économique donc recommandée