

C06 - TP2 : Transformation totale ou non ?

OBJECTIFS DU TP :

- Créer un programme Python pour déterminer la composition finale d'un système chimique.
- Mettre en évidence expérimentalement une transformation non totale.

I- Déterminer l'état final grâce à Python

On va écrire un algorithme permettant de déterminer le réactif limitant et le traduire en langage Python pour déterminer l'état final du milieu réactionnel.

On considère la réaction entre les ions cuivre Cu^{2+} et le métal aluminium Al. Elle peut être modélisée par l'équation :



On verse un volume $V = 100 \text{ mL}$ de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$, $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$) de concentration en quantité de matière $c = 4,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$ sur de la poudre d'aluminium de masse $m_{\text{Al}} = 0,54 \text{ g}$.

Données : Masses molaires : $M(\text{Al}) = 27 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Couleur des espèces ioniques : Cu^{2+} : bleu Al^{3+} : incolore

1- Travail préliminaire à faire à la maison

- 1- Déterminer les quantités de matières initiales de chaque réactif et produit de la réaction.
- 2- Suivi de la transformation
 - a. Compléter le tableau d'avancement ci-dessous.
 - b. Déterminer x_{max} et le réactif limitant.
 - c. Compléter numériquement la dernière ligne.

Équation					
État initial	$x = 0$				
État intermédiaire	x				
État final	x_{max}				

2- Algorithme permettant de déterminer le réactif limitant

En s'appuyant sur la méthode utilisée dans la question précédente pour déterminer x_{max} , écrire, **en langage naturel**, un raisonnement (donc un « algorithme ») permettant de déterminer l'avancement maximal x_{max} et le réactif limitant dans le cas de la réaction précédente.

3- Traduction de l'algorithme en langage Python :

- Depuis le site internet, télécharger le programme Python *C06_TP2.py* et l'enregistrer dans votre dossier personnel.
- Sur le bureau, cliquer sur *Autres raccourcis* puis sur le dossier *Pyzo* et choisir *Pyzo général*.

- Lancer l'éditeur Python (Pyzo) et ouvrir le programme que vous venez de coller dans votre dossier personnel.

Dans ce programme, pour chaque espèce, 4 variables sont associées.

Par exemple pour le réactif 1 :

Contenu de la variable	Nom de la variable	Type
Formule du réactif 1	r1	Texte (string)
Quantité de matière initiale	n1_ini	Réel (float)
Nombre stœchiométrique	stoechio1	Entier (int)
Quantité de matière finale	n1_fin	Réel (float)

Il en est de même pour le réactif 2, le produit 1 et le produit 2

Point méthode Python

Pour saisir une puissance de 10 en python, il faut taper « e ». Exemple : $2 \cdot 10^3$ se tape : 2e3

- 1- Dans la partie « *Quantités de matière initiales* », saisir les quantités de matière initiales calculées au paragraphe 1.
- 2- Dans la partie « *Nombres stœchiométriques* », saisir le nombre stœchiométrique de chaque réactif et produit.
- 3- Dans la partie « *Formules des réactifs et produits* », saisir la formule (sans respect de mise en forme) de chaque réactif et produit (bien les mettre en guillemets car il s'agit de textes).
- 4- Dans la partie « *Recherche du réactif limitant et de xmax* », il faut traduire l'algorithme du paragraphe 2 en langage Python (voir aide ci-dessous).

Langage algorithmique naturel	Langage Python 3
Si A > B alors Exécuter l'instruction 1 Exécuter l'instruction 2 Sinon Exécuter l'instruction 3 Exécuter l'instruction 4 Fin du si et du sinon	if A>B : ← instruction 1 ← instruction 2 ← else : ← instruction 3 instruction 4
La variable « A » prend la valeur de la variable « B »	A = B
La variable entière « A » prend la valeur 2	A = 2
La variable texte « T » prend la valeur « Bonjour »	T = "Bonjour"
La variable « n » prend la valeur « n_ini - 2x _{max} »	n = n_ini - 2*xmax
Affiche « Bonjour »	print("Bonjour")

Ne pas oublier les deux points qui indiquent le début du bloc « if »

Les instructions du bloc « if » doivent être alignées l'une sous l'autre et décalées par rapport au « if » (on appelle cela **indentées**)

Ne pas oublier les deux points qui indiquent le début du bloc « else »

- 5- Dans la partie « *Calcul des quantités de matière finales* », suivre les consignes du programme écrites en rose : il faut écrire le code assignant aux variables de quantités de matière finales leur valeur en fonction des quantités de matières initiales, de l'avancement et des coefficients stœchiométriques.
- 6- Exécuter le programme. L'état final affiché doit correspondre à la dernière ligne du tableau d'avancement du paragraphe 1.

II- Une transformation est-elle toujours totale ? (Compte rendu noté sur cette partie)

Le métal argent $\text{Ag}_{(s)}$ peut être obtenu par une transformation entre les ions argent $\text{Ag}^+_{(aq)}$ et les ions fer(II) $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$.

Les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont : Ag^+ / Ag et $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$. On fait réagir les ions argent Ag^+ avec les ions fer II Fe^{2+} suivant le protocole suivant :

- 1- Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction entre les ions Ag^+ et Fe^{2+} .
- 2- Construire le tableau d'avancement de la transformation chimique (voir protocole à la suite pour les quantités de matière initiales)
- 3- Déterminer la valeur de x_{max} et la nature du réactif limitant.
- 4- Réaliser le protocole expérimental suivant et noter les observations.

Protocole expérimental

Dans un erlenmeyer, introduire :

- 2 mL de solution de nitrate d'argent (contenant Ag^+) à la concentration $c = 0,01 \text{ mol/L}$
 - 13 mL de solution de sel de Mohr (contenant Fe^{2+}) à la concentration $c = 0,01 \text{ mol/L}$.
- 5- Réaliser le protocole suivant et noter les observations sur le contenu des tubes.

Analyse de l'état final

- Prélever le contenu de l'erlenmeyer et le répartir dans trois tubes à essais.
- Verser :
 - Dans le tube 1 quelques gouttes d'une solution d'hexacyanoferrate de potassium
 - Dans le tube 2 quelques gouttes d'une solution de chlorure de sodium
 - Dans le tube 3 quelques gouttes de thiocyanate de potassium.

Document 1 : Mise en évidence d'ions

Ion	Réactif	Résultat
Fe^{2+}	ions hexacyanoferrate III $[\text{Fe}(\text{CN})_4]^{3-}$	Coloration bleue
Ag^+	ions chlorure Cl^-	Précipité blanc
Fe^{3+}	ions thiocyanate SCN^-	Coloration rouge/orange

- 6- Quelles sont les espèces présentes à l'état final ?
- 7- Le réactif limitant est-il présent dans l'état final ? Est-ce logique d'après ce que vous connaissez de la fin d'une transformation chimique ?

Document 2 : Transformations chimiques totales ou limitées

Une transformation est dite totale quand le réactif limitant est entièrement consommé à l'état final.

L'avancement final noté x_f est alors quasiment égal à son avancement maximal x_{\max} .

Une transformation est non totale quand le réactif limitant est encore présent à l'état final.

La valeur maximale de l'avancement x_{\max} n'est alors pas atteinte et $x_f < x_{\max}$. On dit que la transformation est limitée.

8- À partir du document 2,

- a. Cette réaction est-elle totale ou limitée ? Justifier.
- b. Que peut-on alors dire de la valeur de l'avancement final par rapport à l'avancement maximal ?

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.