

1 L'avancement du sandwich!

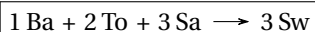
Un boulanger se lance dans la vente de sandwiches. Afin d'améliorer la gestion du stock d'ingrédients, son fils chimiste l'observe pendant une journée.

Afin de préparer 3 sandwiches (noté Sw), il utilise :

- ⇒ 1 baguette (Ba)
- ⇒ 2 tranches de tomate (To)
- ⇒ 3 feuilles de salade (Sa)
- Les ingrédients sont considérés comme des réactifs, ils sont consommés au fur et à mesure de la journée.
- Les sandwiches sont considérés comme des produits, ils sont fabriqués tout au long de la journée.



Tant que le boulanger possède assez d'ingrédients, il réalise la recette que l'on peut symboliser par l'écriture suivante :



ÉTAT INITIAL : Le boulanger possède 150 baguettes (Ba), 50 tranches de tomate (To) et 69 feuilles de salades. Il n'a encore fabriqué aucun sandwich (Sw).

1. Compléter la ligne 1 du tableau.

À 10 h du matin : Le boulanger a préparé 3 sandwiches. Il a réalisé une fois la recette de préparation des sandwiches. L'avancement x est alors égal à 1 (il a réalisé une fois la recette).

2. Compléter la ligne 2 du tableau, en indiquant les quantités de baguettes, de tomate et de salades qui lui restent en stock.

À 10 h 30 : Le boulanger exécute une deuxième fois la recette, fabriquant ainsi 3 sandwiches de plus. L'avancement x est alors égal à 2.

3. Compléter la ligne 3 du tableau.

À une certaine heure : Il s'agit maintenant de généraliser, afin de ne pas remplir une ligne à chaque fois que la recette est réalisée. Pour les tranches de tomate, à chaque fois que la recette est réalisée une fois, ce sont deux tranches qui sont consommées. Si la recette est réalisée x fois, ce seront $2x$ tranches qui seront consommées. Au début, il y avait 50 tranches de tomate. Lorsque la recette aura été réalisée x fois, il restera $50 - 2x$ tranches. Compléter la ligne 4 du tableau.

Le boulanger se demande quel ingrédient viendra à manquer en premier, stoppant ainsi la fabrication de sandwiches. Il dit à son fils « j'ai beaucoup plus de feuilles de salade que de tranches de tomates, donc je vais sûrement manquer de tomates ». Son fils a une approche plus scientifique :

« Posons trois hypothèses, soit tu manqueras de baguettes, soit de tomate, soit de salade. »

Déterminons l'avancement maximal $x_{\max}$ correspondant à chaque ingrédient. L'avancement maximal est le nombre de fois où la recette est réalisable. Lorsque cet avancement est atteint, un ingrédient devient manquant, la fabrication est stoppée. Pour les baguettes : Il n'y a plus de baguettes lorsque $x = x_{\max}$. Soit lorsque $150 - x_{\max} = 0$

4. En déduire la valeur de $x_{\max}$ pour les baguettes.

.....

.....

5. Déterminer combien de fois on peut réaliser la recette avec 50 tranches de tomates. (c'est-à-dire déterminer l'avancement final $x_{\max}$ si la tomate était réactif limitant)

.....

.....

.....

6. Même question pour les feuilles de salade.

.....

.....

.....

7. Quel est l'ingrédient qui viendra à manquer en premier? En déduire la valeur de l'avancement maximal x_{max} qu'il faut retenir. Compléter la ligne 5 du tableau. Faire une phrase indiquant les quantités de chacun des ingrédients restants, et la quantité de sandwiches produite.

.....

.....

.....

.....

8. Quel est le réactif limitant? le-s réactif-s en excès?

.....

.....

.....

		1 Ba + 2To + 3 Sa → 3 Sw			
État du système	Avancement	quantités			
État initial : Matin	$x = 0$				
État intermédiaire : à 10h	$x = 1$				3
État intermédiaire : à 10h30	$x = \dots$				
État intermédiaire : à une certaine heure	x		$50 - 2x$		
État final : un ingrédient est totalement consommé à une certaine heure	x_{max}				

2 L'avancement d'une réaction chimique

Après avoir déterminé l'avancement de la réaction pour des sandwiches, il est temps d'appliquer ces notions à la chimie!

Définition

L'avancement d'une réaction chimique, noté x , correspond à la quantité de matière qui serait consommée pour un réactif de coefficient stœchiométrique égal à 1.

Afin d'étudier cette notion d'avancement, vous disposez de :

- une burette graduée
- Une solution aqueuse de diiode I_2 de concentration $C_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($\text{Na}^+ (\text{aq}), \text{S}_2\text{O}_3^{2-} (\text{aq})$) de concentration égale à $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- De l'empois d'amidon qui met en évidence la présence de diiode en solution.

Donnée : Les couples mis en jeu lors de cette séance sont : I_2/I^- et $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

Le but de la manipulation est de calculer les quantités de matière en réactifs et en produits dans le milieu réactionnel en fonction de la quantité de diiode versé dans une solution de thiosulfate de sodium.

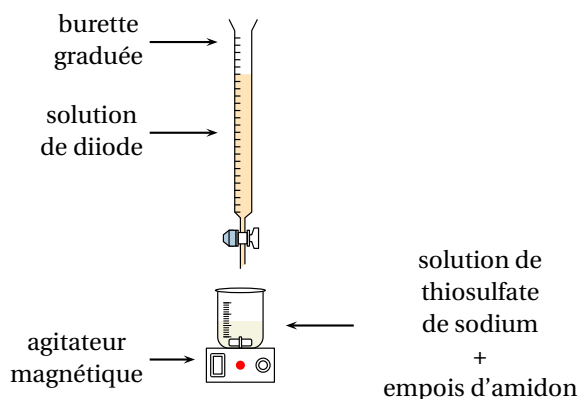
Expérience préliminaire : Introduire dans un tube à essai un peu de solution de diiode $I_2 (\text{aq})$. Rajouter ensuite 1 ou 2 mL d'empois d'amidon. Observer.



1. Quelle est la couleur de l'empois d'amidon lorsqu'il est en présence de diiode en solution?

Montage à réaliser :

- Introduire dans le bécher un volume précis de $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ de la solution de thiosulfate de sodium.
- Introduire dans le bécher quelques gouttes d'empois d'amidon.
- Remplir la burette avec 25 mL de la solution de diiode. Ajuster la burette au zéro.
- Placer l'agitateur magnétique sous le bécher avec le turbulent (l'aimant) dans le bécher.



Travail à effectuer

2. Ecrire les demi-équations pour les deux couples, identifier les réactifs, puis écrire l'équation globale de la réaction.

3. Calculer la quantité de matière initialement présent dans le bécher en ion thiosulfate $n_i(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$.

4. Compléter littéralement le tableau d'avancement ci-dessous.

État du système	Avancement	quantités de matière			
État initial	$x = 0$				
État intermédiaire	x				
État final	x_{max}				

2.1 Réalisation du premier mélange

5. A votre avis, quelle sera la couleur du mélange réactionnel si l'on verse 5 mL de diiode dans les 20 mL de thiosulfate de sodium ?
6. Verser 5 mL de diiode dans le bécher. La couleur prévue à la question d'avant est-elle correcte ? Calculer la quantité de matière de diiode versé.

7. Déterminer le réactif limitant et la valeur de l'avancement maximal x_{max} . Respecter la rédaction ci-dessous :

A retenir : Méthode pour déterminer le réactif limitant

- Si le diiode I_2 est le réactif limitant, alors :
- Si l'ion thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ est le réactif limitant, alors :
- La valeur de l'avancement maximal x_{max} la plus petite est :

8. Compléter le tableau d'avancement suivant en y mettant les valeurs numériques.

État du système	Avancement	quantités de matière			
État initial	$x = 0$				
État final ($V_{\text{versé}} = 5 \text{ mL}$)	x_{max}				

9. En s'aidant du tableau, déterminer quelle est la quantité de matière d'ion iodure $\text{I}^- (\text{aq})$ formée lors de la réaction?

.....

.....

.....

A Retenir

2.2 Deuxième mélange À l'équivalence

Verser à nouveau, goutte à goutte, du diiode dans le milieu réactionnel. Arrêtez-vous lorsque vous observez un changement de couleur dans le bécher à la goutte près! (environ 10 mL)

Noter la valeur que vous avez versée, mais pour les calculs suivants, prendre une valeur de $V_{\text{versé}}$ égale à 10 mL.

$$V_{\text{versé}} = \dots$$

10. Calculer la quantité de matière de diiode versé et compléter le tableau d'avancement ci-dessous.

État du système	Avancement	quantités de matière			
État initial	$x = 0$				
État final ($V_{\text{versé}} = 10\text{mL}$)	x_{max}				

11. Déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max} .

12. Dans ce cas quel est le réactif limitant? Lors d'un dosage par titrage (prochain TP) on appelle ce point **l'équivalence**. Définir ce terme.

A Retenir

2.3 Troisième mélange

13. Verser maintenant un volume total de 20 mL de diiode. Calculer la quantité de matière de diiode versé et compléter le tableau d'avancement.

État du système	Avancement	quantités de matière			
État initial	$x = 0$				
État final ($V_{\text{versé}} = 20 \text{ mL}$)	x_{max}				

14. Déterminer la valeur de l'avancement maximal x_{max} et en déduire le réactif limitant.

15. Quelles sont les quantités de matière des produits formés? Comment expliquer qu'elles soient identiques à celles du deuxième mélange?

.....

.....

.....