



11 Identifier un réactif limitant

- Mobiliser ses connaissances ; effectuer des calculs.

On considère l'état final d'un système chimique pour lequel les quantités des deux réactifs, R_1 et R_2 , exprimées en mol, sont données ci-dessous.

$$R_1 : 9,0 - 3x_{\max} \quad R_2 : 8,0 - 2x_{\max}$$

- Déterminer les deux valeurs possibles de x_{\max} .
- Quelle est la valeur de l'avancement maximal x_{\max} ?
- Identifier le réactif limitant.

L'aluminothermie est un procédé qui utilise la réaction entre l'oxyde de fer Fe_2O_3 et l'aluminium pour former du fer. Celui-ci permet, par exemple, de souder des rails (Fig. 2).

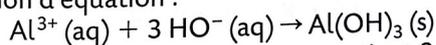
Il se forme également de l'oxyde d'aluminium Al_2O_3 .

- Écrire l'équation représentant la réaction chimique entre l'aluminium et l'oxyde de fer.
- Établir un tableau d'avancement en notant les quantités de matière initiales des réactifs $n_i(Al)$ et $n_i(Fe_2O_3)$, quantités dont l'exercice se propose de déterminer les valeurs.
- Déterminer l'avancement maximal x_{\max} si la masse de fer à produire est de 50 kg.
- Quelle masse d'oxyde de fer a été utilisée pour produire 50 kg de fer dans l'hypothèse où les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques ?
- Répondre à la même question pour l'aluminium.

13 Décrire quantitativement l'état d'un système chimique

- Construire un tableau ; effectuer des calculs.

L'hydroxyde d'aluminium, $Al(OH)_3$ (s), est obtenu selon la réaction d'équation :



Initialement, le système chimique contient 3,0 mmol d'ions aluminium et 12,0 mmol d'ions hydroxyde.

- Construire le tableau d'avancement.
- Décrire quantitativement l'état du système chimique pour un avancement $x = 2,0$ mmol et pour l'avancement maximal $x_{\max} = 3,0$ mmol.

26 Déterminer une quantité de matière à partir de la concentration

- RAI/MOD : Modéliser une transformation

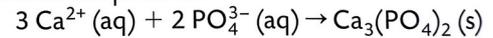
La réaction entre un acide et une base peut être dangereuse, notamment parce qu'elle peut dégager une très forte chaleur. On mélange 10 mL d'une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ ; Cl^-$) à $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ avec 10 mL de soude ($Na^+ ; HO^-$) à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

- Après avoir identifié les espèces chimiques spectatrices et réactives, écrire l'équation bilan de la réaction entre les ions H^+ et les ions HO^- .
- Dresser le tableau d'avancement.
- Déterminer la nature du réactif limitant et calculer les quantités de matière finales. Compléter le tableau.

15 Identifier des relations de stœchiométrie

- Utiliser un modèle.

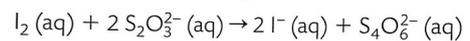
Le phosphate de calcium, $Ca_3(PO_4)_2$ (s), est obtenu selon la réaction d'équation :



Parmi les relations suivantes, identifier celles qui correspondent à un mélange stœchiométrique.

- $\frac{n_0(Ca^{2+})}{2} = \frac{n_0(PO_4^{3-})}{3}$
- $\frac{n_0(Ca^{2+})}{3} = \frac{n_0(PO_4^{3-})}{2}$
- $n_0(Ca^{2+}) = n_0(PO_4^{3-})$
- $2n_0(Ca^{2+}) = 3n_0(PO_4^{3-})$

On verse un volume $V_1 = 25$ mL d'une solution de diiode, I_2 (aq), de concentration $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ dans un bécher contenant un volume $V_2 = 40$ mL d'une solution de thiosulfate de sodium, $2 Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq)$, à la concentration $C_2 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. L'équation de la réaction mise en jeu est :



Le diiode est la seule espèce colorée du système chimique étudié.

- Calculer les quantités initiales des réactifs.
- Établir le tableau d'avancement du système étudié.
 - Effectuer un bilan de matière de l'état final du système.
- Justifier la couleur du mélange réactionnel dans l'état final.

20 Les saphirs

- Effectuer des calculs ; extraire et exploiter des informations.



Les saphirs sont des pierres précieuses constituées de cristaux d'oxyde d'aluminium. Des impuretés, à l'état de traces, leur donnent leur couleur (titane et fer pour le bleu, vanadium pour le violet, chrome pour le rose, fer pour le jaune et le vert). L'oxyde d'aluminium, Al_2O_3 (s), peut être obtenu en faisant réagir à chaud du métal aluminium, Al (s), de masse molaire $M = 27 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, avec du dioxygène, O_2 (g). Au cours d'une réaction, une masse $m(Al)$ d'aluminium a totalement réagi dans un excès de dioxygène. Il se forme 0,25 mol d'oxyde d'aluminium.

- Écrire l'équation de la réaction.
- Construire le tableau d'avancement.
- À partir de la quantité finale d'oxyde d'aluminium formée, déterminer l'avancement maximal x_{\max} .
- En déduire la quantité d'aluminium correspondante.
- Calculer la masse $m(Al)$ d'aluminium consommée.

50 Oxydation des ions iodure

Une quantité de matière $n_1 = 1,0$ mol d'ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ réagit avec $n_2 = 1,0$ mol d'ions iodure I^- . Les couples mis en jeu sont $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$ et I_2/I^- . Toutes les espèces sont incolores, sauf le diiode I_2 qui donne une coloration jaune à brune à la solution dans laquelle il se trouve.

- Comment évolue la couleur du système ? Justifier.
- Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal x_{\max} .
En déduire la quantité de matière n de diiode produite.
- Si le volume total de solution est $V = 500$ mL, quelle est la concentration finale c en diiode I_2 ?
- Quelle quantité de matière n'_2 d'ions iodure I^- aurait-il fallu introduire pour constituer un mélange stœchiométrique ?

54 Précipitation du phosphate de calcium

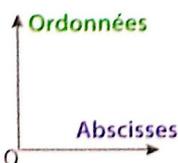
On mélange un volume $V_1 = 10,0$ mL d'une solution contenant des ions calcium Ca^{2+} à la concentration $c_1 = 6,0 \times 10^{-2}$ mol·L⁻¹ avec un volume $V_2 = 50,0$ mL d'une solution contenant des ions phosphate PO_4^{3-} à la concentration $c_2 = 2,0 \times 10^{-2}$ mol·L⁻¹. Il se forme un précipité de phosphate de calcium $Ca_3(PO_4)_2$.



Le phosphate de calcium entre dans la composition des os et des dents.

- Écrire l'équation de cette réaction totale.
- Calculer les quantités de matière initiales des ions Ca^{2+} et PO_4^{3-} , notées respectivement n_1 et n_2 .
- Dresser un tableau d'avancement de la réaction.
- Représenter graphiquement l'évolution des quantités de matière des réactifs et du produit en fonction de l'avancement x .
- Quel est le réactif limitant ? Combien vaut l'avancement maximal x_{\max} ?
- Déterminer la composition finale du système.

MaThs



Pour tracer un graphique représentant « A en fonction de B », il faut placer la grandeur A en ordonnées et la grandeur B en abscisses. Les échelles se choisissent à l'aide des valeurs maximales de chaque grandeur.

59 Précipitation du carbonate d'argent

On dispose d'un volume $V_0 = 10,0$ mL d'une solution contenant des ions argent Ag^+ à la concentration $c_0 = 5,0 \times 10^{-2}$ mol·L⁻¹. On ajoute un volume V_1 d'une solution contenant des ions carbonate CO_3^{2-} à la concentration $c_1 = 2,0 \times 10^{-2}$ mol·L⁻¹.

Il se forme alors un précipité de carbonate d'argent Ag_2CO_3 .

- Écrire l'équation de la réaction de précipitation.
- Quel est le réactif limitant si $V_1 = 2,0$ mL ?
- Quel devrait être le volume V_1 pour que le mélange initial soit stœchiométrique ?
- On souhaite récupérer $m = 28$ mg de précipité.
 - Quel volume V_1 faut-il verser ?
 - En supposant que le volume de solution ne varie pas lors du mélange, calculer la concentration finale c du réactif en excès.

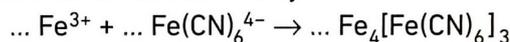
61 Synthèse du bleu de Prusse

Le bleu de Prusse est un pigment bleu utilisé en peinture dont la découverte est due au hasard.



Un marchand suisse de couleurs, Johann Jacob

Diesbach, mélangea en effet accidentellement une quantité de matière n_1 d'ions fer (III) Fe^{3+} et une quantité de matière n_2 d'ions hexacyanoferrate (II) $Fe(CN)_6^{4-}$. L'équation de la réaction de synthèse est de la forme :



Donnée • Masse molaire du bleu de Prusse $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$:
 $M = 859,2$ g·mol⁻¹

- Ajuster la stœchiométrie de l'équation ci-dessus.
- Établir un tableau d'avancement de la réaction.
- Si le mélange initial est stœchiométrique, déterminer les quantités de matière n_1 et n_2 à introduire pour produire une masse $m = 0,43$ g de bleu de Prusse.
- Quels volumes V_1 d'une solution d'ions fer (III) à la concentration $c_1 = 0,10$ mol·L⁻¹ et V_2 d'une solution d'ions hexacyanoferrate (II) à la concentration $c_2 = 3,0 \times 10^{-2}$ mol·L⁻¹ faut-il verser ?
- Si on ajoute $V' = 5,0$ mL de chacune des solutions précédentes, quel est le réactif limitant ?
Quelle masse m' de bleu de Prusse peut-on espérer obtenir ?