Titrage : déterminer une quantité de matière

Fiche méthode

(Physique-chimie 1re spécialité · Constitution et transformations de la matière · Déterminer une quantité de matière grâce à une transformation chimique)

La démarche pour tout titrage

1. J'écris la réaction support : titré dans le bécher, titrant dans la burette ; rapide, totale, unique.

2. Je suis le réactif limitant : le titrant avant V_E, le titré après.

3. J'écris la relation à l'équivalence : $n_0(\text{titré}) \div a = C_B \times V_E \div b$.

4. Je prévois le changement de couleur : titrant qui apparaît, titré qui disparaît, ou indicateur.

5. Je conclus : $C = n_0 \div V_A$, $\times F$, $m = n \times M$, écart relatif.

Le réflexe — À l'équivalence, titré et titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques : chaque quantité se divise par son propre nombre stœchiométrique.

Cas 1 · Titré, titrant, réaction support

Réflexe — titré = concentration cherchée, dans le bécher ; titrant = concentration connue, dans la burette.

Exemple. La burette contient une solution acidifiée de permanganate de potassium de concentration connue ; le bécher, 10,0 mL d'eau oxygénée. Équation : $2\ MnO_4^- + 5\ H_2O_2 + 6\ H^+ \rightarrow 2\ Mn^{2+} + 5\ O_2 + 8\ H_2O$.

Titré : le **peroxyde d'hydrogène H_2O_2** ; titrant : l'**ion permanganate**. Les ions H^+, en excès, ne sont ni l'un ni l'autre.

La réaction est rapide, totale et unique : elle peut servir de réaction support.

Attention — une réaction lente, non totale ou concurrencée par une autre ne permet pas de repérer une équivalence fiable.

Cas 2 · Quantités pour un volume versé

Réflexe — $n(\text{titrant}) = C_B \times V$, puis comparer les deux x_{max}.

Exemple. $I_2 + 2\ S_2O_3^{2-} \rightarrow 2\ I^- + S_4O_6^{2-}$: $4{,}0 \times 10^{-4}$ mol de diiode titrées par le thiosulfate à 0,100 mol·L^{-1}. Que reste-t-il pour $V = 3{,}0$ mL ?

$n(S_2O_3^{2-}) = 0{,}100 \times 3{,}0 \times 10^{-3} = 3{,}0 \times 10^{-4}$ mol, $x_{max} = 1{,}5 \times 10^{-4}$ mol : **le thiosulfate est limitant**.

Il reste $4{,}0 \times 10^{-4} - 1{,}5 \times 10^{-4} =$ **$2{,}5 \times 10^{-4}$ mol de diiode**.

Attention — après V_E, c'est le titrant qui reste : $n = C_B \times (V - V_E)$.

Cas 3 · Relation à l'équivalence

Réflexe — $n_0(\text{titré}) \div a = C_B \times V_E \div b$, volumes en litres.

Exemple. $Cr_2O_7^{2-} + 6\ Fe^{2+} + 14\ H^+ \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 6\ Fe^{3+} + 7\ H_2O$: 10,0 mL d'ions fer(II) titrés par le dichromate à $5{,}00 \times 10^{-3}$ mol·L^{-1} ; $V_E = 12{,}0$ mL.

$n_0(Fe^{2+}) = 6 \times 5{,}00 \times 10^{-3} \times 12{,}0 \times 10^{-3} = 3{,}60 \times 10^{-4}$ mol.

$C = 3{,}60 \times 10^{-4} \div 0{,}0100 =$ **$3{,}60 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1}**.

Attention — écrire $C_AV_A = C_BV_E$ ici donnerait un résultat six fois trop petit.

Cas 4 · Prévoir le changement de couleur

Réflexe — quelle espèce colorée apparaît (titrant en excès) ou disparaît (titré consommé) ?

Exemple. On verse une solution de diiode sur 20,0 mL d'une solution incolore d'acide ascorbique additionnée d'empois d'amidon.

Avant V_E, le diiode est limitant : il est consommé, le mélange reste **incolore**.

À l'équivalence, la première goutte de diiode en excès et l'empois donnent un **bleu foncé persistant**.

Attention — c'est la persistance de la teinte, malgré l'agitation, qui marque l'équivalence.

Cas 5 · Du volume équivalent au résultat

Réflexe — relation à l'équivalence, $C = n \div V_A$, $\times F$, $m = n \times M$, écart relatif.

Exemple. Une solution d'ions fer(II) diluée 10 fois donne, pour 10,0 mL titrés par le permanganate à $2{,}00 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1} (1 MnO_4^- pour 5 Fe^{2+}), $V_E = 8{,}40$ mL.

$n_0 = 5 \times 2{,}00 \times 10^{-2} \times 8{,}40 \times 10^{-3} = 8{,}40 \times 10^{-4}$ mol ; solution diluée : $8{,}40 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1}.

Solution d'origine : $10 \times 8{,}40 \times 10^{-2} =$ **0,840 mol·L^{-1}**.

Attention — burette rincée avec le titrant, lecture au bas du ménisque, et le facteur F à la fin.

Les pièges

- Placer le titré dans la burette, ou prendre H^+ pour le titrant.
- Dire que le titré est limitant avant l'équivalence.
- Écrire $C_A V_A = C_B V_E$ sans regarder les nombres stœchiométriques.
- Prendre une teinte qui s'efface en agitant pour l'équivalence.
- Rincer la burette à l'eau seulement, ou oublier le facteur de dilution.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).