Bac 2026 Asie (jour 2) **Correction** https://www.labolycee.org
Spécialité physique chimie

Exercice 3 – Phytoremédiation (5 points)

Document — Protocole d'analyse
Un échantillon de 1 kg de terre contenant le cuivre est immergé dans 1 L d'eau. Après filtration, on obtient 1 L d'une solution notée S_0.
On prélève un volume V_1 = 50,0 mL de la solution S_0 que l'on place dans un erlenmeyer.
On y ajoute une solution d'iodure de potassium ($K^+(aq)$, $I^-(aq)$) en excès. Il se forme un précipité d'iodure de cuivre CuI (s) selon l'équation de réaction :

$$2\ Cu^{2+}(aq) + 4\ I^-(aq) \rightarrow 2\ CuI(s) + I_2(aq)$$

Le diiode $I_2(aq)$ formé par la réaction précédente est titré par une solution de thiosulfate de sodium ($2\ Na^+(aq)$, $S_2O_3^{2-}(aq)$) de concentration en quantité de matière $c_2 = 2{,}0 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1}. L'équation de la réaction support du titrage s'écrit :

$$I_2(aq) + 2\ S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2\ I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$$

Le volume de solution titrante versé pour atteindre l'équivalence est V_E = 15,0 mL.

Q1. Définir l'équivalence d'un titrage.
À l'équivalence, on a réalisé un mélange stœchiométrique des réactifs titrant et titré.

Q2. Déterminer, en justifiant, l'oxydant et le réducteur intervenant lors du titrage du diiode I_2 par les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$.

L'équation support du titrage $I_2(aq) + 2\ S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2\ I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$ permet d'écrire les deux demi-équations électroniques suivantes :
$I_2(aq) + 2\ e^- = 2\ I^-(aq)$ associé au couple $I_2(aq)$ / $I^-(aq)$ donc **I_2(aq) est l'oxydant**.
$2\ S_2O_3^{2-}(aq) = S_4O_6^{2-}(aq) + 2\ e^-$ associé au couple $S_4O_6^{2-}(aq)$ / $S_2O_3^{2-}(aq)$ donc **$S_2O_3^{2-}$ (aq) est le réducteur**.
Revoir comment écrire une demi-équation d'oxydo-réduction avec https://edurl.fr/oxred

Q3. Donner, à l'équivalence, la relation entre la quantité de matière de diiode $n_1(I_2)$ et la quantité de matière des ions thiosulfate $n_E(S_2O_3^{2-})$.

À l'équivalence : $\boxed{\dfrac{n_1(I_2)}{1} = \dfrac{n_E(S_2O_3^{2-})}{2}}$.

Q4. Écrire la relation entre la quantité de matière de diiode formée $n_1(I_2)$ et celle des ions cuivre $n_0(Cu^{2+})$ présents dans le volume V_1. On pourra utiliser un tableau d'avancement.

L'équation : $2\ Cu^{2+}(aq) + 4\ I^-(aq) \rightarrow 2\ CuI(s) + I_2(aq)$ montre que 2 moles de Cu^{2+} forment 1 mole de I_2. On peut donc écrire la relation de stœchiométrie :

$$\frac{n_0(Cu^{2+})}{2} = \frac{n_1(I_2)}{1} \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{n_1(I_2) = \frac{n_0(Cu^{2+})}{2}}$$

Remarque : en utilisant un tableau d'avancement

	$2\ Cu^{2+}(aq) + 4\ I^-(aq)$	$\rightarrow 2\ CuI(s) + I_2(aq)$
EI	n_0	0
EF	$n_0 - 2x_{max}$	$x_{max} = n_1$

Dans l'état final : $n_0 - 2x_{max} = 0$ soit $n_0 = 2x_{max}$ d'où $n_0 = 2n_1$

Q5. En déduire que la valeur de la quantité de matière d'ions cuivre contenue dans le volume V_1 est $n_0(Cu^{2+}) = 3{,}0 \times 10^{-4}$ mol.

On a : $n_0(Cu^{2+}) = 2n_1(I_2) = 2 \times \dfrac{n_E\left(S_2O_3^{2-}\right)}{2} = n_E\left(S_2O_3^{2-}\right)$.

D'où : $\boldsymbol{n_0(Cu^{2+}) = c_2 \cdot V_E}$

$\boldsymbol{n_0(Cu^{2+})}$ = 2,0 × 10^{-2} mol·L^{-1} × 15,0 ×10^{-3} L = **3,0 × 10^{-4} mol.**

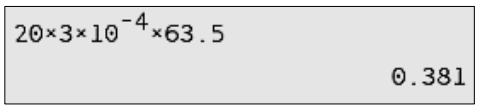
Q6. Calculer la valeur de la masse $m(Cu^{2+})$ de cuivre présent dans 1 kg de terre viticole analysée.

V_1 = 50,0 mL de solution S_0 contient une masse de cuivre : $m_{50mL}(Cu^{2+}) = n_0(Cu^{2+}) \cdot M(Cu)$

Pour V_0 = 1,00 L de solution S_0 soit $V_0 = 20 \times V_1$ la masse de cuivre est :

$\boldsymbol{m(Cu^{2+})}$ = 20 × $m_{50mL}(Cu^{2+})$ = $\boldsymbol{20 n_0(Cu^{2+}) \cdot M(Cu)}$.

$\boldsymbol{m(Cu^{2+})}$ = 20 × 3,0 × 10^{-4} mol × 63,5 g·mol^{-1} = **0,38 g**.



Q7. Déterminer la valeur du nombre minimum N_{min} de cycles de culture à réaliser pour atteindre la teneur limite en cuivre pour l'agriculture biologique.

Pour répondre à cette question, le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

La teneur limite maximale en cuivre dans un sol pour l'agriculture biologique est m_t = 150 mg par kg de terre.

La masse de cuivre extraite par les plantes par cycle de culture est : m_e = 90 mg par kg de terre.

La masse de cuivre dans 1 kg de terre testé est 381 mg. Il faut extraire 381 – 150 mg par kg.

Le nombre N de cycles de culture à réaliser pour atteindre la teneur limite en cuivre pour l'agriculture biologique est tel que :

1 cycle ⇔ 90 mg

N cycles ⇔ (381 – 150) mg

Soit : (381 – 150) mg = N × 90 mg

$N = \dfrac{(381-150)\,mg}{90mg}$ = **2,6.**

Le nombre de cycles doit être un entier. Ainsi, le nombre minimal de cycles de culture à réaliser pour atteindre la teneur limite en cuivre pour l'agriculture biologique est $\boldsymbol{N_{min}}$ **= 3**.

Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs : labolycee@labolycee.org