

Contrôle B Avancement d'une réaction

Avancement final mesuré par absorbance, stœchiométrie d'un dispositif

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée. Les résultats numériques sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique. Toute démarche, même incomplète, sera valorisée.

Exercice 1 Automatismes

4 pts ●●○

- 1.1** Pour la combustion du méthane, d'équation $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, on part de 0,50 mol de méthane et de 0,80 mol de dioxygène. Un élève écrit ainsi la ligne « en cours » du tableau d'avancement :

$$0,50 - x \quad 0,80 - x \quad x \quad x$$

Corriger ses erreurs, puis déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant de cette transformation totale.

- 1.2** Vrai ou faux ? Justifier. « Si deux réactifs sont introduits avec la même quantité de matière, le mélange est stœchiométrique. »
- 1.3** Vrai ou faux ? Justifier. « Dans l'état final, le réactif limitant a toujours entièrement disparu. »
- 1.4** Pour la transformation totale d'équation $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{SO}_3(\text{g})$, l'état final contient 0,10 mol de dioxygène et 0,60 mol de trioxyde de soufre, et plus de dioxyde de soufre. Le système ne contenait initialement que les deux réactifs. Déterminer la composition du système dans l'état initial.

Exercice 2 Une transformation suivie par spectrophotométrie

9 pts ●●○

En milieu acide, l'eau oxygénée H_2O_2 oxyde les ions iodure I^- en diiode I_2 . Seul le diiode colore la solution, en jaune-brun ; on peut donc suivre sa formation en mesurant l'absorbance du mélange à la longueur d'onde $\lambda = 450 \text{ nm}$. Données : couples $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ et $\text{I}_2(\text{aq})/\text{I}^-(\text{aq})$.

Partie A — Étalonnage

On mesure l'absorbance de solutions de diiode de concentrations connues (tableau et figure 1).

$c \text{ (mmol} \cdot \text{L}^{-1}\text{)}$	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
A	0,095	0,194	0,290	0,382	0,480

- 2.1** Justifier le choix de la longueur d'onde de travail à l'aide de la couleur de la solution de diiode.
- 2.2** Les mesures sont-elles en accord avec la loi de Beer-Lambert ? Déterminer la valeur du coefficient k de la relation $A = k c$, en $\text{L} \cdot \text{mmol}^{-1}$.

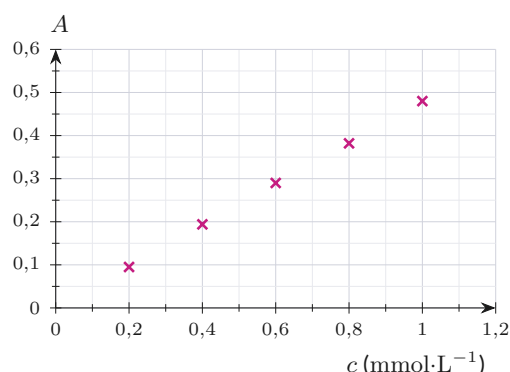


Figure 1 — Absorbance de solutions de diiode

Partie B — La transformation étudiée

Dans la cuve d'un spectrophotomètre, on mélange $V_1 = 1,00 \text{ mL}$ de solution d'iodure de potassium de concentration $c_1 = 0,100 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $V_2 = 1,00 \text{ mL}$ d'eau oxygénée de concentration $c_2 = 2,00 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, puis une goutte d'acide concentré : les ions H^+ sont en excès et on néglige le volume de la goutte.

- 2.3** Écrire les demi-équations électroniques des deux couples, puis établir l'équation de la réaction : $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.
- 2.4** Calculer les quantités initiales d'eau oxygénée et d'ions iodure. Déterminer l'avancement maximal x_{max} et le réactif limitant (les ions H^+ étant en excès).
- 2.5** Montrer que, si la transformation est totale, la concentration finale en diiode vaut $1,00 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Quelle absorbance devrait-on alors mesurer ?
- 2.6** Quand l'absorbance ne varie plus, on mesure $A_f = 0,470$, avec une incertitude-type $u(A_f) = 0,010$. Calculer l'avancement final x_f . On admet que la transformation peut être considérée comme totale si l'écart entre l'absorbance mesurée et l'absorbance attendue est inférieur à $2u(A_f)$. Conclure.
- 2.7** Au cours de la transformation, à un instant t_1 , l'absorbance vaut $0,240$. Déterminer la composition du système à cet instant.

Exercice 3 Le coussin de sécurité

7 pts ●●●

Dans les premiers coussins de sécurité (airbags) des voitures, le gonflage était assuré par le diazote produit par la décomposition, déclenchée électriquement, de l'azoture de sodium $\text{NaN}_3(\text{s})$, selon la réaction d'équation $2\text{NaN}_3(\text{s}) \longrightarrow 2\text{Na}(\text{s}) + 3\text{N}_2(\text{g})$. Le sodium formé, très réactif et dangereux, est ensuite éliminé par le nitrate de potassium KNO_3 présent dans la cartouche, selon la réaction d'équation $10\text{Na}(\text{s}) + 2\text{KNO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{K}_2\text{O}(\text{s}) + 5\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{N}_2(\text{g})$. Ces deux transformations sont totales.

■ **DONNÉES** Volume du coussin gonflé : $72 \text{ L} \cdot V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1} \cdot M(\text{N}) = 14,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \cdot M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \cdot M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \cdot M(\text{K}) = 39,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- 3.1** Recopier et compléter le tableau d'avancement de la décomposition de l'azoture de sodium, en notant n_0 sa quantité initiale.

Équation de la réaction		$2\text{NaN}_3(\text{s})$	$\longrightarrow$	$2\text{Na}(\text{s})$	+	$3\text{N}_2(\text{g})$
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
initial	$x = 0$	n_0				
en cours	x					
final	$x = x_{\text{max}}$					

- 3.2** On veut que la première réaction suffise à gonfler le coussin. Montrer que la cartouche doit contenir 130 g d'azoture de sodium.
- 3.3** La cartouche contient 45 g de nitrate de potassium. Tout le sodium formé est-il éliminé ? Si oui, quelle masse de nitrate de potassium reste-t-il ?
- 3.4** Le diazote produit par la seconde réaction augmente le volume de gaz. De quel pourcentage ? Le constructeur admet un volume de gaz supérieur d'au plus 10% au volume du coussin, l'excédent s'échappant par des événements : cette condition est-elle respectée ?