

# Cinétique, équilibre

## Contrôle de sciences physiques - niveau Terminale

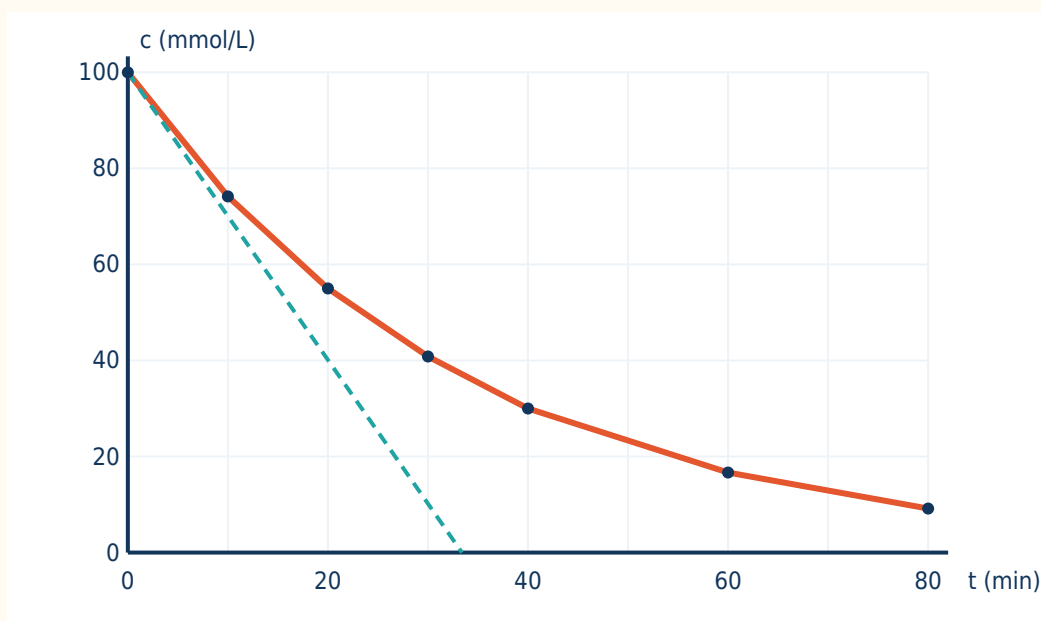
Ainsi, ce **contrôle de cinétique chimique** et d'équilibre dure 1 h 30. De plus, il porte sur la vitesse de réaction, le temps de demi-réaction, le quotient de réaction et la constante d'équilibre. Ensuite, la calculatrice est autorisée, aucun document. Par ailleurs, justifiez chaque réponse et donnez les résultats avec leur unité. Barème total : **20 points**.

Par ailleurs, ce contrôle est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

## Le sujet du contrôle de cinétique

### Exercice 1 : décomposition de l'eau oxygénée (6 points)

L'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$  se décompose lentement selon la réaction d'équation  $2 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ . Puis en présence d'ions fer(III), la réaction devient observable. Ensuite, on suit la concentration  $c$  en peroxyde d'hydrogène d'un volume  $V = 200 \text{ mL}$  de solution, de concentration initiale  $c_0 = 100 \text{ mmol/L}$ . Puis la courbe  $c = f(t)$  est donnée, avec la tangente à  $t = 0$  en pointillés.



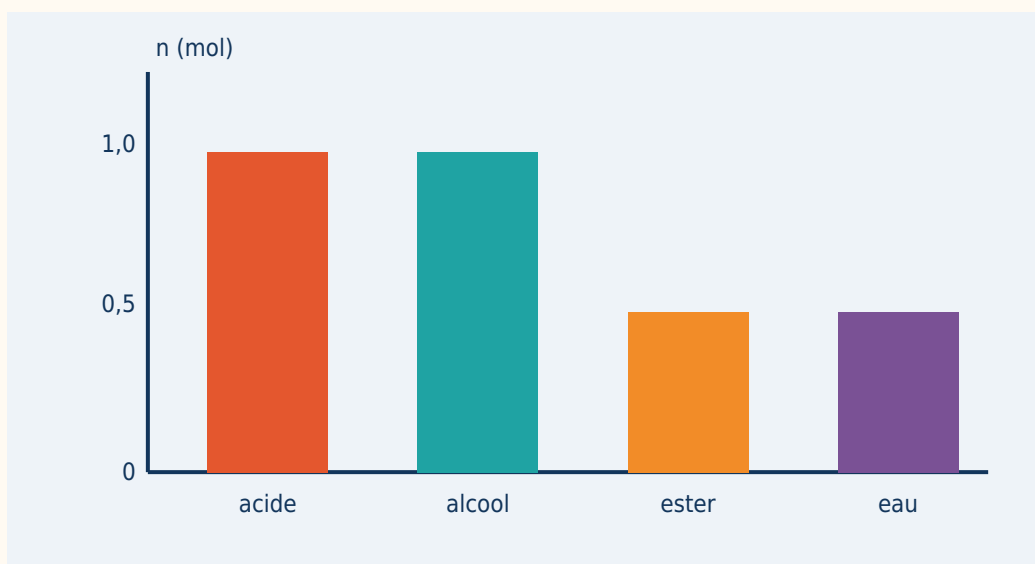
Évolution de la concentration en  $\text{H}_2\text{O}_2$  au cours du temps, tangente à l'origine en pointillés (elle coupe l'axe des temps vers 33 min).

#### 1. Définir la vitesse volumique de disparition d'un réactif.

2. Citer deux facteurs cinétiques et dire comment agit un catalyseur.
3. Définir le temps de demi-réaction et le déterminer graphiquement.
4. De plus, la disparition suit une loi d'ordre 1 :  $c(t) = c_0 e^{-kt}$ , avec  $t_{1/2} = \ln 2 \div k$ . Calculer  $k$  avec son unité.
5. Calculer la durée au bout de laquelle la concentration est égale à 10,0 mmol/L.
6. À l'aide de la tangente, calculer la vitesse volumique de disparition de  $H_2O_2$  à  $t = 0$ , en mol/L/min.
7. Calculer le volume de dioxygène dégagé à  $t = 20$  min, sachant que  $c(20 \text{ min}) = 55$  mmol/L et que le volume molaire des gaz vaut 24,0 L/mol.

## Exercice 2 : quotient de réaction et sens d'évolution (4 points)

L'estérification  $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$  se fait en milieu homogène, avec une constante d'équilibre  $K = 4,0$  à la température de l'étude. De plus, on prépare un mélange dont la composition initiale est donnée par le diagramme ci-dessous.



Quantités de matière initiales du mélange.

1. Exprimer le quotient de réaction  $Q_r$  et calculer sa valeur initiale  $Q_{r,i}$ .
2. Donc, dans quel sens le système évolue-t-il spontanément ? Justifier.
3. Déterminer la composition du système à l'équilibre.

## Exercice 3 : rendement d'une synthèse d'ester (5 points)

Enfin, on reprend la réaction de l'exercice 2 ( $K = 4,0$ ). Ensuite, on part de 1,0 mol d'acide éthanóïque et de 1,0 mol d'éthanol, sans ester ni eau.

1. Dresser le tableau d'avancement, puis déterminer l'avancement à l'équilibre  $x_{eq}$  en utilisant la constante d'équilibre.
2. Calculer le rendement de la synthèse.

3. Ensuite, on recommence avec 1,0 mol d'acide et 3,0 mol d'éthanol. Montrer que  $x_{\text{eq}}$  est solution de  $3x^2 - 16x + 12 = 0$ , puis calculer  $x_{\text{eq}}$  et le nouveau rendement. (Racine à retenir :  $x < 1,0$  mol.)
4. Citer deux moyens d'augmenter le rendement d'une estérification et expliquer pourquoi ils fonctionnent.

#### Exercice 4 : dissociation d'un acide et dilution (5 points)

Puis, on considère 1,0 L de solution d'acide éthanóïque de concentration apportée  $c = 1,0 \times 10^{-2}$  mol/L. Par ailleurs, la constante d'équilibre de la réaction de l'acide avec l'eau vaut  $K = 1,6 \times 10^{-5}$ .

1. Écrire l'équation de la réaction avec l'eau et l'expression de  $K$ .
2. Établir l'équation du second degré vérifiée par l'avancement  $x_{\text{eq}}$  (en mol) et la résoudre.
3. Ainsi, en déduire le pH de la solution et le taux d'avancement final.
4. On dilue cette solution à l'équilibre dix fois avec de l'eau. Calculer le quotient de réaction juste après la dilution et indiquer le sens d'évolution.
5. Après retour à l'équilibre, le taux d'avancement est-il plus grand ou plus petit qu'avant la dilution ? Justifier sans calcul.