



Le pentaoxyde de diazote

Baccalauréat de septembre 2024 – exercice 1 du sujet de métropole

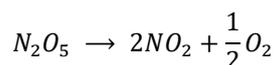
■ Physique-Chimie : Cinétique d'une réaction chimique

- Établir la loi d'évolution de la concentration d'une espèce en fonction du temps pour une réaction d'ordre 0 ou d'ordre 1.
- Déterminer l'ordre d'une réaction et la constante de vitesse en exploitant des données issues d'un suivi cinétique.
- Déterminer le temps de demi-réaction.

■ Mathématiques : Équations différentielles. Exponentielle. Logarithme

- Utiliser les propriétés algébriques de l'exponentielle pour transformer des expressions.
- Utiliser les propriétés algébriques de la fonction logarithme népérien pour transformer des expressions.
- Vérifier qu'une fonction donnée est solution d'une équation différentielle.
- Déterminer la solution d'une équation différentielle du type : $y' = ay + b$ vérifiant une condition initiale $y(x_0)$ donnée.
- Calculer la dérivée des fonctions composées usuelles : $x \mapsto e^{u(x)}$

Le pentaoxyde de diazote N_2O_5 est un puissant oxydant utilisé en synthèse organique. Il possède comme particularité d'être un (NOx) solide à température ambiante. Sa manipulation requiert un soin tout particulier puisqu'à température ambiante, il peut se décomposer selon la transformation modélisée par la réaction d'équation :



On se propose d'étudier la cinétique de cette réaction.

On introduit initialement, dans un réacteur de volume V égal à 1,0 L, une masse m égale à 4,4 g de pentaoxyde de diazote.

Données :

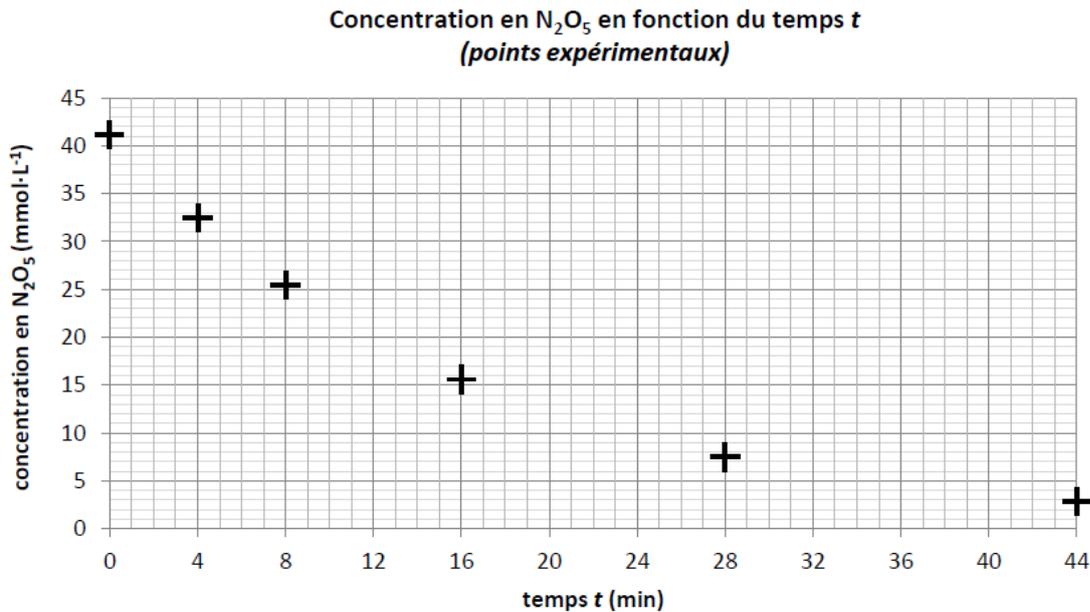
Masses molaires atomiques respectives des éléments azote et oxygène : $M(N)=14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $M(O)=16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. Montrer que la concentration en quantité de matière en N_2O_5 à l'instant initial dans le réacteur est :

$$[N_2O_5]_0 = 41 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

On note t le temps écoulé à partir de l'introduction de la masse m . On effectue six mesures expérimentales de la concentration de pentaoxyde de diazote N_2O_5 dans le réacteur, notée $[N_2O_5]_t$, pour $t = 0 \text{ min}$, $t = 4 \text{ min}$, $t = 8 \text{ min}$, $t = 16 \text{ min}$, $t = 28 \text{ min}$ et $t = 44 \text{ min}$. On souhaite modéliser l'évolution de la concentration de pentaoxyde de diazote N_2O_5 par une fonction f donnant la concentration de pentaoxyde de diazote N_2O_5 dans le réacteur, exprimée en millimoles par litre, en fonction du temps exprimé en minutes.

Le document ci-après présente les points expérimentaux.



Pour une réaction d'ordre 0, on rappelle que la vitesse volumique de disparition est constante au cours du temps.

- Justifier qu'on peut écarter l'hypothèse d'une cinétique d'ordre 0 par rapport au réactif pentaoxyde de diazote N_2O_5 .

On fait l'hypothèse que la réaction suit une cinétique d'ordre 1 par rapport au réactif pentaoxyde de diazote N_2O_5 , c'est-à-dire que la vitesse volumique de disparition du réactif vérifie la loi $v_{dis [N_2O_5]}(t) = k \times [N_2O_5]_t$ où k est la constante de vitesse.

En conséquence, on admet que la fonction f est solution de l'équation différentielle du premier ordre suivante :

$$y' + k \times y = 0$$

- Vérifier que la fonction f définie sur l'intervalle $[0 ; 44]$ par $f(t) = 41 \times e^{-kt}$ est la solution de l'équation différentielle qui vérifie la condition initiale $f(0) = 41$.
- Montrer que $\ln(f(t)) = -kt + \ln(41)$.

On a représenté, dans le **document réponse DR1 page 9 à rendre avec la copie**, le logarithme népérien de la concentration de pentaoxyde de diazote obtenue dans l'expérience pour $t = 0$ min, $t = 4$ min, $t = 8$ min, $t = 16$ min, $t = 28$ min et $t = 44$ min. La droite tracée approxime les points.

- Justifier que l'hypothèse d'une cinétique d'ordre 1 par rapport au réactif pentaoxyde de diazote N_2O_5 est compatible avec les données expérimentales.
- Déterminer le coefficient directeur de la droite tracée sur le **document réponse DR1 page 9 à rendre avec la copie**.
- En déduire que la valeur de la constante de vitesse k est environ égale à $0,063 \text{ min}^{-1}$.
- Calculer la valeur de $\ln\left(\frac{[N_2O_5]_0}{2}\right)$ puis résoudre graphiquement l'équation $f(t) = 20,5$ en laissant la trace permettant de comprendre la lecture réalisée sur le **document réponse DR1 page 9 à rendre avec la copie**.
- Grâce à l'expression $f(t) = [N_2O_5]_t = [N_2O_5]_0 \times e^{-kt}$, montrer que le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ s'exprime par la relation :

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$$

- Calculer la valeur numérique du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
- Comparer les résultats des questions 8 et 10.



DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

DR1 – Exercice 1 :

