

Devoir surveillé n°02 (Samedi 14 septembre ; 1h 30)

Calculatrice autorisée. Justifier les réponses.

Mettre en évidence les résultats. Séparer les parties

1 Décomposition du pentoxyde d'azote

Cette partie se propose d'étudier la cinétique de la décomposition du pentoxyde d'azote en phase gazeuse.

Cette transformation est d'ordre 1 et suit l'équation de réaction :



Cette réaction est réalisée vers 160°C en phase gazeuse où on considère qu'elle est la seule à se produire. On admet de plus que tous les gaz se comportent comme des gaz parfaits et on note k la constante de vitesse. La réaction est étudiée dans un récipient de volume constant V .

À l'instant initial $t = 0$, on introduit N_2O_5 pur dans l'enceinte, à la « concentration » $[\text{N}_2\text{O}_5]_0 = \frac{n(\text{N}_2\text{O}_5)_0}{V}$ et on note P_0 la pression initiale dans l'enceinte.

- Établir l'équation différentielle vérifiée par la « concentration » $[\text{N}_2\text{O}_5] = \frac{n(\text{N}_2\text{O}_5)}{V}$.
- Exprimer alors la « concentration » $[\text{N}_2\text{O}_5]$ en fonction de t , k et $[\text{N}_2\text{O}_5]_0 = \frac{n(\text{N}_2\text{O}_5)_0}{V}$.
- Exprimer alors la pression partielle $P_{\text{N}_2\text{O}_5}$ en fonction de t , k et P_0 .
- Pratiquement, il est extrêmement difficile de mesurer directement des pressions partielles, alors que la mesure de la pression totale est très facile. Montrer que la pression totale P en fonction de t , k et P_0 suit la loi :

$$P(t) = \frac{P_0}{2} \times [5 - 3 \exp(-kt)]$$

- Des mesures manométriques au cours du temps de la pression totale ont données les résultats suivants (à 160°C) :

t (s)	0	600	1200	2400	3600	4800
P (10^5 Pa)	0,46	0,64	0,77	0,94	1,05	1,09

Quelle expression doit-on tracer en fonction du temps afin d'obtenir une droite ? Valider l'ordre de réaction par régression linéaire.

- En déduire la valeur de la constante de vitesse k .
- Pour cette réaction, l'énergie d'activation est de $103 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. À quelle température faudra-t-il réaliser la réaction si on veut que 95% du réactif soit transformé au bout de 30 minutes ?
- À 200°C, il faut 3 minutes et 20 secondes pour que $2/3$ de N_2O_5 ait réagi. Calculer la valeur de la constante de vitesse à cette température. Calculer le temps de demi-réaction à cette température. Que deviendrait-il si on réalisait la même manipulation en doublant la pression initiale ?

2 Thermochimie de la silice

La silice a pour formule SiO_2 . On envisage la condensation de la silice (passage de l'état gazeux à l'état solide) et on souhaite vérifier que cette réaction est exothermique.

On donne l'enthalpie standard de sublimation du silicium à 298 K : $\Delta_{\text{sub}}H^\circ(\text{Si}) = 399 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ et on indique quelques enthalpies standard de formation :

	$\text{Si}_{(\text{s})}$	$\text{SiO}_{2(\text{s})}$	$\text{O}_{2(\text{g})}$
$\Delta_f H^\circ$ ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ à 298 K)	0	-911	0

De plus on donne l'enthalpie de la réaction suivante :



- Pourquoi les enthalpies standard de formation du silicium solide et du dioxygène gazeux sont-elles nulles ?
- À l'aide d'un cycle thermodynamique, établir l'expression littérale puis calculer la valeur numérique de l'enthalpie standard de condensation de la silice $\text{SiO}_{2(\text{g})}$ (passage de l'état gazeux à l'état solide). Conclure.

3 Consommation de sucre lors d'un effort

Doc 1. Compte-rendu (adapté et simplifié) d'une expérience

On fait brûler 2,00 g de saccharose dans un calorimètre (enceinte adiabatique) en cuivre de masse 1150 g. Ce calorimètre contient également 2200 g d'eau liquide. On observe que l'élévation de la température (mesurée avec précision) est de 3,42 °C. Il est précisé que la combustion complète du saccharose conduit uniquement à du dioxyde de carbone et à de l'eau.

Doc 2. Modélisation des aspects énergétiques liés à un effort.

La personne considérée ici est un homme de 40 ans, d'une taille de 1,75 m et de masse 65 kg, jouant au tennis « en simple ». Ce joueur de tennis consomme environ 2100 kJ pendant une heure d'activité.

On suppose que cette énergie « brûlée » peut être restituée par l'énergie thermique dégagée par la combustion du saccharose ingéré par ce même sportif (même si en réalité c'est le glucose, issu par exemple de « l'inversion du saccharose », qui sert de « carburant » pour les cellules de ce sportif).

Doc 3. Données

Le saccharose a pour formule brute $C_{12}H_{22}O_{11}$ pour une masse molaire $M_{\text{sac.}} = 342,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Les capacités thermiques massiques du cuivre et de l'eau liquide à pression constante valent respectivement $0,389 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et $4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Question. Déterminer la masse de saccharose que doit consommer le joueur de tennis pour régénérer le sucre qu'il a « brûlé » au cours d'un effort de deux heures. On précisera bien les hypothèses et approximations effectuées.