

DM1 - Ordre 1

Encadrer les résultats littéraux les applications numériques (AN).

Conseils généraux

- soignez la présentation : faites de beaux schémas, aérez votre copie, utilisez des couleurs
- soignez votre rédaction : vérifiez votre orthographe et soignez vos raisonnements
- la recherche personnelle est utile, si vous recopiez un travail non personnel, vous perdez votre temps
- un travail incomplet mais personnel est acceptable, un travail complet recopié ne l'est pas
- vous devriez consacrer un total de 2 à 4h pour un DM selon le sujet
- organisez et planifiez votre travail, je reste disponible par mail ou en fin de cours en cas de question

I MTS

On considère une enceinte vide, de volume de constant, thermostatée à la température $T_2 = 1200$ K, dans laquelle, à la date $t = 0$, on introduit une quantité n de méthyltrichlorosilan (MTS) de formule brute CH_3SiCl_3 . Pour cette température, la réaction de formation de carbure de silicium peut être considérée comme totale. La figure 2 représente l'évolution de la concentration de MTS dans l'enceinte, pour différentes quantités n introduites, au cours du temps.

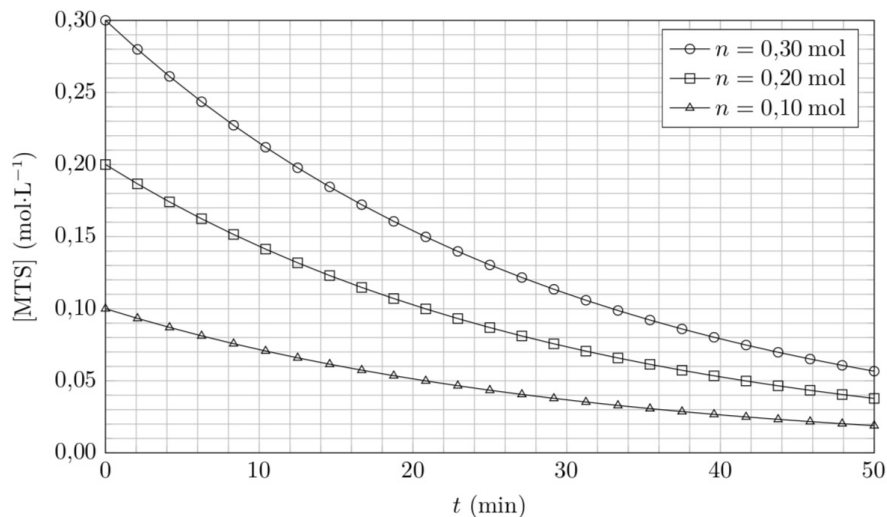


Figure 2 Cinétique de décomposition du MTS

1. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ pour chacune de ces trois expériences. Que peut-on en déduire concernant l'ordre par rapport au MTS ?
2. On notera k la constante de vitesse de la réaction. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par la concentration en MTS ?
3. Exprimer la concentration en MTS dans l'enceinte au cours du temps, en fonction de la concentration initiale $[MTS]_0$, du temps et de la constante de vitesse k .
4. Exprimer le temps de trois-quarts de réaction $t_{3/4}$ en fonction de k .
5. Que vaut le rapport :

$$\frac{t_{3/4}}{t_{1/2}}$$

6. Une augmentation de la température de 100 K pour atteindre $T_3 = 1300$ K entraîne une diminution du temps de demi-réaction d'un facteur 20. La constante de vitesse est fonction de la température T selon une loi. Quelle est cette loi ? Déterminer alors la valeur de l'énergie d'activation E_a (en $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$) de la réaction.

II Analyse d'un régime transitoire d'ordre 1 en thermique

La chambre de Bob est séparée de l'extérieur par des murs en béton. La température extérieure est notée $T_0 = \text{cste}$ et on note $T(t)$ la température de la chambre qui dépend donc du temps. La chambre présente des pertes thermiques modélisées par une puissance P_{th} et on chauffe la pièce avec un radiateur de puissance constante $P = 2 \text{ kW}$ à partir de $t = 0$ avec une condition initiale $T(0) = T_0 = 15 \text{ °C}$. L'étude thermodynamique (voir cours plus tard dans l'année) amène à l'équation différentielle :

$$\frac{dT}{dt} + \frac{1}{RC}T = \frac{P}{C}$$

avec $R = 0,15 \text{ SI}$ la résistance thermique des murs et $C = 24000$ (en J.K^{-1}) la capacité thermique de la chambre, toutes deux sont des constantes.

7. Effectuer une analyse dimensionnelle de l'équation différentielle afin de déterminer l'unité dans le système international de la résistance thermique R .
8. Identifier une constante de temps τ par analyse dimensionnelle.
9. Exprimer $T(t)$ par résolution de l'équation différentielle.
10. Tracer l'allure graphique de $T(t)$ en faisant apparaître τ et la valeur de la température en régime permanent dont on précisera l'expression.
11. Dresser un tableau comportant la température T , la dérivée de la température $\dot{T} = \frac{dT}{dt}$ pour des instants t , avec $t = 0, \tau, 3\tau, 5\tau$ et $t \rightarrow \infty$. On précisera les valeurs de T comme un pourcentage de la température finale.
12. Représenter sur la courbe les tangentes à ces différents instants. A quel moment les variations de température sont les plus importantes ? Les plus faibles ?
13. Justifier physiquement l'apparition du régime permanent par un commentaire sur les puissances.
14. Sur quels paramètres peut-on jouer afin de chauffer la chambre plus rapidement ?
15. A l'aide de l'équation différentielle, donner l'expression de $\dot{T} = \frac{dT}{dt}$ en fonction de T , τ et T_f la température atteinte en régime permanent.
16. Tracer le diagramme de phase $\dot{T} = f(T)$. On y fera apparaître les valeurs particulières lorsque $\dot{T} = 0$ et lorsque $T = T_0$. On précisera dans quel sens est parcouru ce diagramme et quel est son domaine de définition. Commenter les valeurs particulières.

Bon courage et bon travail ! ☺