

DS : Thermodynamique et Cinétique Chimique

Date : 21 mars 2022

Durée : 1h30

Documents non autorisés

Responsable de l'épreuve : J-C. Soetens

Données :

Capacité calorifique de l'eau : $C_p(\text{H}_2\text{O}) = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Constante des gaz parfaits : $R = 8.314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

1 atm = 101325 Pa = 1.01325 bar

1 bar = 10^5 Pa

0 °C = 273.15 K

Masses molaires ; $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$;
 $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

Exercice A : Calorimétrie (5 points)

1^{ère} expérience : étalonnage du calorimètre

Un calorimètre contient une masse $m_1 = 200 \text{ g}$ d'eau. L'ensemble est à l'équilibre thermique à la température initiale $T_1 = 293 \text{ K}$. On ajoute ensuite une masse $m_2 = 100 \text{ g}$ d'eau bouillante à la température $T_2 = 373 \text{ K}$.

A-1) Calculer la température d'équilibre thermique $T_{\text{idéal}}$ de l'ensemble si la capacité calorifique du calorimètre était nulle (calorimètre idéal) ?

Le résultat de l'expérience est une température finale à l'équilibre thermique $T_{\text{exp}} = 317 \text{ K}$.

A-2) Calculer la différence d'énergie (en valeur absolue) entre le calorimètre idéal et le calorimètre réel.

A-3) Calculer la capacité calorifique C du calorimètre.

2^d expérience : mesure de la capacité calorifique du Fer

Un autre calorimètre de capacité calorifique déjà mesurée $C = 200 \text{ J.K}^{-1}$ contient une masse d'eau $m_1 = 350 \text{ g}$. L'ensemble est à l'équilibre thermique à la température $T_1 = 293 \text{ K}$.

On plonge maintenant dans ce calorimètre un morceau de Fer de masse $m_2 = 50 \text{ g}$ à la température $T_2 = 373 \text{ K}$. Après un certain temps la température se stabilise à $T_f = 294.1 \text{ K}$.

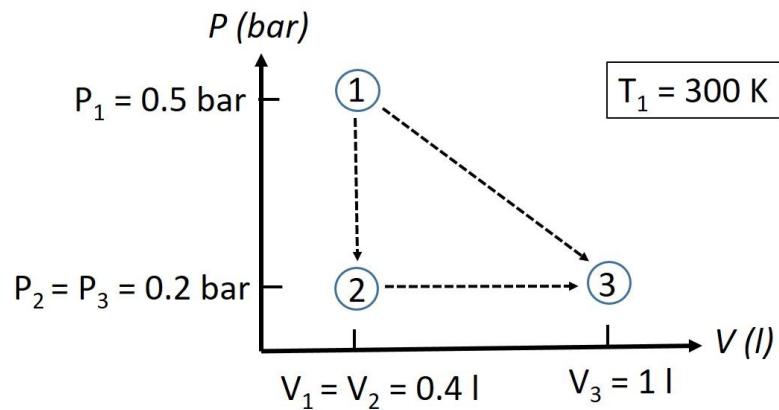
A-4) Calculer la capacité calorifique massique du Fer, soit $C_p(\text{Fe}_{(s)})$.

Exercice B : Cycle de transformations (9 points)

Soit un système fermé contenant n moles de gaz parfait, trois états de ce système, et un ensemble de transformations réversibles.

Les capacités calorifiques de ce gaz parfait sont : $C_p = 24.11 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et $C_v = 15.80 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Diagramme (P,V) du cycle de transformations



B-1) Calculer les données manquantes suivantes :

- n, le nombre de mole de gaz dans le système.
- T₂, la température de l'état 2.
- T₃, la température de l'état 3.

B-2) Reproduire sur votre copie le tableau ci-dessous et le compléter. Chaque résultat doit être justifié par un raisonnement ou par un calcul.

Transformation	Type de transformation	W (J)	Q (J)	ΔU (J)
1 → 2	isochore	W ₁₂ = ?	Q ₁₂ = ?	ΔU ₁₂ = ?
2 → 3	?	W ₂₃ = ?	Q ₂₃ = ?	ΔU ₂₃ = ?
1 → 3	?	W ₁₃ = ?	Q ₁₃ = 7,96	ΔU ₁₃ = ?

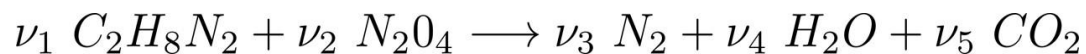
B-3) Calculer la variation totale de travail pour un cycle complet, soit $W_{123} = W_{12} + W_{23} - W_{13}$

B-4) Calculer la variation totale de chaleur pour un cycle complet, soit $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} - Q_{13}$

B-5) Calculer $Q_{123} + W_{123}$. Ce résultat était-il attendu ?

Exercice C : Suivi d'une réaction chimique (6 points)

Soit la réaction chimique suivante effectuée en phase gazeuse, à température constante, dans un réacteur indéformable de volume V .



A l'instant initial, on place dans le réacteur 488 g de $C_2H_8N_2$ et 1288 g de N_2O_4 ,
La pression initiale (avant le début de la réaction) est alors de 1.4 bar.

C-1) Equilibrer la réaction.

C-2) Ecrire le tableau d'avancement.

C-3) Calculer l'avancement maximal.

C-4) Calculer le nombre de mole de chaque espèce à la fin de la réaction.

C-5) Calculer la pression totale dans le réacteur à la fin de la réaction.

C-6) Calculer la pression partielle de chacun des gaz à la fin de la réaction.