

Contrôle continu final de thermochimie (2h00)**Chim 2A**

Calculatrice autorisée

Il sera tenu compte de la rédaction et de la présentation

Toute réponse doit être convenablement justifiée

Données :Pression de référence : $P^\circ = 10^5 \text{ Pa}$ Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

Composé	$\text{CaCO}_3(\text{s})$	$\text{CaO}(\text{s})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H^\circ_{298} \text{ (kJ.mol}^{-1}\text{)}$	-1207,0	-635,1	-393,5
$C_p^\circ \text{ (J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}\text{)}$	81,9	37,1	44,8

Masse molaire en g.mol^{-1} : H : 1 O : 16

Enthalpies molaires standard de formation et capacités thermiques molaires à volume constant et à 298 K :

Composé	$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
$\Delta_f H^\circ / \text{kJ.mol}^{-1}$	-125,6	-393,5	-285,8	-
$C_V^\circ / \text{J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$	90,2	28,8	-	25,3

Exercice 1

La chaux vive, solide blanc de formule CaO , est un des produits de chimie industrielle les plus communs. Utilisée depuis l'Antiquité, notamment dans le domaine de la construction, elle intervient aujourd'hui comme intermédiaire en métallurgie. Elle est obtenue industriellement par dissociation thermique du calcaire CaCO_3 dans un four à $T = 1100 \text{ K}$. On modélise cette transformation par l'équation-bilan suivant :



On introduit en excès du carbonate de calcium dans une enceinte dans laquelle on a fait le vide. On porte l'enceinte à 1100 K, la pression atteint alors la valeur $P = 3,58.10^4 \text{ Pa}$.

- 1- Exprimer la constante d'équilibre K_T de la réaction à une température T . En déduire sa valeur à 1100 K. Conclure.
- 2- Calculer le quotient de réaction initial Q_{ri} . La transformation évolue-t-elle dans le sens direct ou indirect ? Justifier.
- 3- Calculer la valeur de l'enthalpie molaire standard de la réaction $\Delta_r H^\circ_{298}$ à 298 K. Conclure.
- 4- Donner la définition de la réaction de formation d'un composé.
- 5- Donner l'expression littérale de l'enthalpie molaire standard de la réaction $\Delta_r H^\circ_T$ à une température T , en fonction de cette température T . Réaliser l'application numérique pour $T = 1100$ K. Conclure.
- 6- Donner l'expression de l'enthalpie libre molaire standard $\Delta_r G^\circ_T$ en fonction de la constante d'équilibre K_T . Réaliser l'application numérique à 1100 K. Conclure.
- 7- En déduire l'expression en fonction de la température T de l'entropie molaire standard $\Delta_r S^\circ_T$. Réaliser l'application numérique à 1100 K. Conclure.
- 8- Tracer schématiquement la fonction $\Delta_r G^\circ_T = f(T)$ ($\Delta_r H^\circ_T$ et $\Delta_r S^\circ_T$ étant indépendants de la température). Calculer la température d'inversion si elle existe.
- 9- A 1100 K, on introduit 0,1 mol de carbonate de calcium dans un récipient initialement vide de volume $V = 20$ L. Calculer la composition du système à l'équilibre (s'aider d'un tableau d'avancement).
- 10- Dans quel sens évoluerait la transformation si la température de l'enceinte augmente ?
- 11- Dans quel sens évoluerait la transformation si on ajoute du dioxyde de carbone dans l'enceinte ?
- 12- Dans quel sens évoluerait la transformation si on ajoute du diazote dans l'enceinte ?

Exercice 2

Dans un réacteur de volume indéformable, préalablement vide, on introduit du butane $C_4H_{10(g)}$. On ajoute ensuite la quantité de dioxygène juste nécessaire à sa combustion. Un dispositif électrique spécifique permet de déclencher cette combustion qui est **totale**. Après réaction, une fois la température de l'ensemble revenue à 298 K, la masse d'eau liquide formée est de 24,75 g.

- 1- Ecrire la réaction de combustion de 1 mole de butane à 298 K dans les conditions standards.
- 2- Déterminer la quantité (en mol) de butane initialement introduit dans le réacteur.
- 3- Calculer la quantité de chaleur dégagée par la combustion **à volume constant** d'une mole de butane à la température de 298 K.
- 4- En déduire la quantité de chaleur dégagée **à volume constant** par la combustion du mélange gazeux à cette température.

5- On considère que le réacteur est adiabatique et que sa capacité calorifique est négligeable. Les produits issus de la réaction ne sont donc pas à température ambiante mais à une température beaucoup plus élevée appelée température de flamme. Dans ces conditions, l'eau n'est plus à l'état liquide mais à l'état gazeux.

5.a- Quelles sont les quantités de chacun des gaz présents dans la bombe après combustion ?

5.b- Calculer la température de flamme atteinte par les produits issus de la réaction (on négligera la chaleur mise en jeu lors l'échauffement de l'eau liquide et de la vaporisation de l'eau).