

EXERCICES BILAN ENERGETIQUE SYSTEME CHIMIQUE .**Exercice 1:**voiture à essence

L'essence est un mélange complexe de divers hydrocarbures de masse volumique $\mu = 750 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, que l'on peut en première approche assimiler à un unique alcane C_6H_{14} . Dans un moteur, la propulsion est assurée la combustion d'un mélange stœchiométrique air-essence. Dans sa modélisation par une machine ditherme, la température T_{ch} de la source chaude peut s'identifier à la température de flamme de la réaction, alors que le transfert thermique Q_{ch} correspond à celui libéré par la réaction. La température T_{fr} de la source froide est la température extérieure de 20°C , qui est la température initiale du mélange.

Données :

▷ capacités thermiques molaires isobares :

$$C_p^\circ(\text{N}_2) = 29,3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \quad , \quad C_p^\circ(\text{CO}_2) = 37,1 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \quad , \quad C_p^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 33,6 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

▷ masses molaires :

$$M(\text{H}) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad , \quad M(\text{C}) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad , \quad M(\text{N}) = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad , \quad M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

1 - Écrire l'équation bilan de la combustion de cette essence avec un nombre stœchiométrique de 1 pour C_6H_{14} . L'enthalpie standard de cette réaction vaut $\Delta_r H^\circ = -4200 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2 - En raisonnant sur n mol d'essence, déterminer la température T_{ch} atteinte après combustion adiabatique du mélange stœchiométrique air-essence.

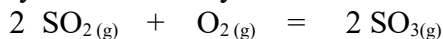
Ce moteur est celui d'une voiture de tourisme consommant en moyenne 8 L d'essence aux 100 km. Ce parcours lui prend une heure et nécessite que le moteur fournisse une puissance constante de 25 kW. En régime permanent, la température au sein du moteur demeure constante.

3 - Calculer la quantité de matière d'alcane C_6H_{14} consommée. En déduire le transfert thermique Q_{ch} libéré par la réaction de combustion, puis le rendement réel du moteur.

4 - Déterminer la masse de CO_2 rejetée au cours de ce trajet.

Exercice 2 :

On réalise l'oxydation du dioxyde de soufre dans un **réacteur adiabatique isobare** :



La réaction est totale .

Le système initial est constitué 3 moles de dioxyde de soufre pour 5 moles d'air (20% de O_2 et 80 % de N_2) initialement à $T_0 = 298\text{K}$.

On donne dans le tableau suivant les enthalpies standards de formation, les entropies molaires standard ainsi que les capacité molaires standards à pression constante .

Données : à 298 K

Espèces	$\text{SO}_{2(\text{g})}$	$\text{O}_{2(\text{g})}$	$\text{SO}_{3(\text{g})}$	$\text{N}_{2(\text{g})}$
$\Delta_f H^\circ \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{)}$	-297	0	-396	
$S^\circ \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \text{)}$	248	205	257	
$C_p^\circ \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \text{)}$	51,1	34,2	76,6	31,2

On considère les C_p° indépendants de T .

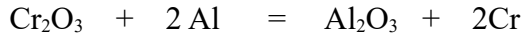
1- Déterminer l'enthalpie standard de la réaction à T_0 . Commenter .

Déterminer l'entropie standard de la réaction à T_0 . Commenter .

2- Déterminer la température finale atteinte par le système .

Exercice 3 :

On considère la réaction d'oxydation de l'oxyde de chrome III par l'aluminium



On se place dans le cadre de l'approximation d'Ellingham .

Déterminer les enthalpies et entropies de cette réaction pour $T < 933 \text{ K}$, $933 \text{ K} < T < 2130 \text{ K}$ et $2130 \text{ K} < T < 2290 \text{ K}$.

Données :

Les enthalpies molaires de formations $\Delta_f H^\circ$ et les entropies molaires standards absolues S° sont données à 298 K

Les enthalpies de fusion sont données à la température de fusion des corps considérés .

	$\text{Al}_{(s)}$	$\text{Al}_2\text{O}_{3(s)}$	$\text{Cr}_{(s)}$	$\text{Cr}_2\text{O}_{3(s)}$
$\Delta_f H^\circ (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$		-1676		-1140
$S^\circ (\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	28	51	24	81
$\Delta_{fus} H^\circ (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	11	109	15	

températures de fusion

$$T_{fus}(\text{Al}) = 933 \text{ K} , T_{fus}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2290 \text{ K} , T_{fus}(\text{Cr}) = 2130 \text{ K} , T_{fus}(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 2710 \text{ K}$$

Exercice 4 : Effets thermiques lors de la fabrication du ciment

Le ciment Portland (type le plus utilisé) est élaboré par réaction, dans un four chauffé à 1 700K, d'un mélange de calcaire $\text{CaCO}_{3(s)}$ et d'argile (constituée de SiO_2 et Al_2O_3 . Le constituant principal de ce ciment non hydraté est le silicate de calcium Ca_3SiO_5 , formé selon la réaction totale :



On donne les masses molaires suivantes en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: $M(\text{Ca}) = 40$, $M(\text{O}) = 16$, $M(\text{C}) = 12$, $M(\text{H}) = 1$ ainsi que les enthalpies de formation et capacités thermiques du tableau qui suit:

	CaCO_{3s}	SiO_{2s}	$\text{Ca}_3\text{SiO}_{5s}$	CO_{2gaz}	CH_{4gaz}	H_2O_{gaz}
$\Delta_f H^\circ$ en $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-1 207	-911	-2 930	-394	-74	-242
c_p° en $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	82	44		37	35	34

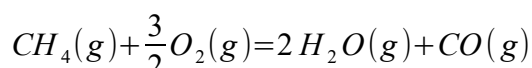
1- Calculer le transfert thermique Q_1 , à fournir pour transformer une tonne de $\text{CaCO}_{3(s)}$ selon la réaction (1) effectuée à 1700K sous la pression $p = p^\circ = 1 \text{ bar}$.

2- Calculer le transfert thermique Q_2 à fournir pour porter cette masse de calcaire et la masse nécessaire de silice de 298K à 1 700K, à pression constante $p = p^\circ$.

3- Si l'énergie nécessaire à ces deux processus est apportée par la combustion du méthane sous $p = p^\circ$, calculer la masse de méthane minimale consommée pour les effectuer. Critiquer le modèle utilisé.

Exercice 5 :combustion du méthane .

Le méthane réagit dans l'air avec le dioxygène selon une réaction fortement exothermique dont l'équation bilan s'écrit :



En admettant qu'un dixième du transfert thermique réactionnel soit perdu , déterminer la température atteinte lors de la combustion d'une mole de méthane avec la quantité stœchiométrique de dioxygène provenant de l'air , les réactifs étant introduits à 298 K .

Données thermodynamiques à 298 K :

Espèces	$\Delta_f H^\circ$ (kJ.mol ⁻¹)	C_p° (J.K ⁻¹ .mol ⁻¹)
CH ₄ (g)	-74,8	
CO (g)	-110,5	29,6
H ₂ O(g)	-241,8	30,3
N ₂ (g)		29,2