

EXERCICES BILAN ENERGETIQUE SYSTEME CHIMIQUE .**Exercice 1 :** changement d'état et grandeurs de réaction

1- On considère la réaction suivante : $2C(s) + 4H_2(g) + O_2(g) = 2CH_3OH(l)$

Déterminer pour cette réaction l'enthalpie et l'entropie standards de réaction à toute température .

Données :

A 298 K $\Delta_f H^\circ$ (méthanol liq) = -238,34 kJ.mol⁻¹

S° (méthanol liq) = 126,6 J.K⁻¹.mol⁻¹

S° (H₂) = 130,4 J.K⁻¹.mol⁻¹

S° (Cgraph) = 5,68 J.K⁻¹.mol⁻¹

S° (O₂) = 204,8 J.K⁻¹.mol⁻¹

Température d'ébullition du méthanol $t_{eb} = 64.7^\circ\text{C}$

Chaleur latente d'ébullition $Leb = 35,9 \text{ kJ.mol}^{-1}$

2- On considère la réaction suivante : $\frac{4}{3}Al(s) + O_2(g) = \frac{2}{3}Al_2O_3(s)$ (1) pour $T < T_{fus}(Al)$

$T_{fus}(Al) < T_{fus}(Al_2O_3)$, on connaît pour la réaction (1) les enthalpie et entropie standards de réaction que l'on note $\Delta_r H_1^\circ$ et $\Delta_r S_1^\circ$ ainsi que l'enthalpie molaire de fusion de l'aluminium $\Delta_{fus} H^\circ$ à la température de fusion .

Ecrire la réaction obtenue pour $T_{fus}(Al) < T < T_{fus}(Al_2O_3)$ et déterminer les expressions de ses enthalpie et entropie de réaction $\Delta_r H_2^\circ$ et $\Delta_r S_2^\circ$.

Exercice 2 : 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 CaCO_{3(s)} et d'argile (constituée de SiO₂ et Al₂O₃ . Le constituant principal de ce ciment non hydraté est le silicate de calcium Ca₃SiO₅ , formé selon la réaction totale :



On donne les masses molaires suivantes en g • mol⁻¹ : M(Ca) = 40, M(O) = 16, M(C) = 12, M(H) = 1 ainsi que les enthalpies de formation et capacités thermiques du tableau qui suit:

	CaCO _{3s}	SiO _{2s}	Ca ₃ SiO _{5s}	CO _{2gaz}	CH _{4gaz}	H ₂ O _{gaz}
$\Delta_f H^\circ$ en kJ • mol ⁻¹	-1 207	-911	-2 930	-394	-74	-242
c_p° en J • K ⁻¹ • mol ⁻¹	82	44		37	35	34

1- Calculer le transfert thermique Q₁ , à fournir pour transformer une tonne de CaCO_{3(s)} selon la réaction (1) effectuée à 1700K sous la pression p = p° = 1 bar.

2- Calculer le transfert thermique Q₂ à fournir pour porter cette masse de calcaire et la masse nécessaire de silice de 298K à 1 700K, à pression constante p = p°.

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

Exercice 3 : cheminée au bioéthanol

Les cheminées au bioéthanol constituent une alternative aux cheminées à bois traditionnelles. La combustion de l'éthanol C₂H₅OH dans l'air produit des flammes d'une trentaine de centimètres de haut.

1 - Ecrire l'équation de combustion de l'éthanol. Les produits sont formés à l'état gazeux.

2 - Calculer l'enthalpie standard de cette réaction, $\Delta_r H^\circ$. Commenter son signe.

3 - Calculer la masse d'air nécessaire à la combustion de 1,5 L d'éthanol.

4 - Déterminer la température de flamme T_f , c'est-à-dire la température atteinte par le milieu réactionnel en négligeant tout transfert thermique avec l'extérieur. La température initiale vaut Ti = 298 K.

5 - En hiver, une pièce de 30 m² doit être chauffée avec une puissance P = 3 kW. Quel volume V₀ de bioéthanol faudrait-il brûler par heure pour chauffer la pièce par ce seul moyen ?

Données :

▷ masses molaires ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : H : 1,0 ; C : 12 ; N : 14 ; O : 16 ;

▷ masse volumique, enthalpie standard de formation et capacité thermique molaire standard à pression constante (à 298 K) :

	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{liq})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$	$\text{CO}_{2(\text{g})}$	$\text{O}_{2(\text{g})}$	$\text{N}_{2(\text{g})}$
$\rho \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$	789	0,60	1,80	1,31	1,25
$\Delta_f H^\circ \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$	-277,0	-241,8	-393,5	0	0
$C_P^\circ \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$	111	33,6	37,1	29,4	29,1

Exercice 4: réduction de l'oxyde chrome par l'aluminium .

1- Ecrire l'équation bilan de la réaction de réduction d'une mole d'oxyde chrome (III) $\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s})$, par l'aluminium , sachant qu'il ya formation d'alumine $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$. L'enthalpie standard de la réaction à 300 K est $\Delta_r H^\circ = - 560 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. La réaction est-elle endo ou exothermique ?

2- On mélange 0,90 mol d'oxyde de chrome III et 1,80 mol d'aluminium , à 300 K . On amorce la réaction qui est alors instantanée et totale .

a- Quelle est la quantité de chrome obtenue ?

b- On suppose que l'enthalpie dégagée par la réaction est théoriquement suffisante pour le chrome et l'alumine se trouvent en totalité à l'état liquide en fin de réaction . Calculer la température finale atteinte . L'hypothèse de calcul est-elle correcte ?

c- Sachant que la densité de l'alumine liquide est nettement inférieure à celle du chrome liquide , pourquoi est-il intéressant , industriellement , d'obtenir le chrome et l'alumine à l'état liquide ?

Données :

	Chrome (liq ou sol)	Alumine (liq ou sol)
$C_P^\circ \text{ (J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$	40	120
$T_{\text{fus}} \text{ (}^\circ \text{C)}$	1910	2050
$\Delta_{\text{fus}} H^\circ \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$	20	110