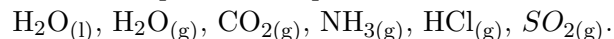
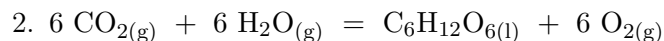
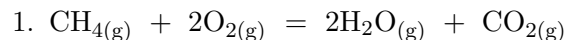


TD01 : Enthalpie standard de réaction**Restitution du cours****ThCh001. Réactions standard de formation (*)**

Donner l'équation de la réaction associée à l'enthalpie standard de formation à 25°C des espèces chimiques suivantes :

**ThCh002. Réactions endothermique et exothermique (*)**

Déterminer l'enthalpie standard de la réaction associée à chacune des équations suivantes à 298 K. En déduire si la réaction est endothermique ou exothermique.



	$\text{CH}_4(g)$	$\text{O}_2(g)$	$\text{CO}_2(g)$	$\text{H}_2\text{O}(g)$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(l)$
$\Delta_f H^\circ(298 \text{ K})$ en $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-74,87	0	-393,5	-285,8	-1268

Réponses. 1 : $\Delta_r H_1^\circ = -890,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 2 : $\Delta_r H_2^\circ = 2808 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

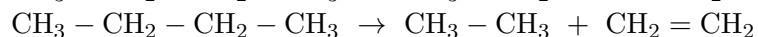
ThCh003. Énergies de liaison et enthalpies standard de réaction ()**

On donne les énergies de liaison :

$$E(\text{H} - \text{H}) = 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} ; E(\text{C} - \text{H}) = 414 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} ;$$

$$E(\text{C} - \text{C}) = 346 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} ; E(\text{C} = \text{C}) = 610 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

1. Évaluer les enthalpies standard des réactions suivantes :



2. Déterminer, en eV, l'énergie d'un photon capable de briser la liaison simple d'une molécule de dihydrogène.

Quelle est la longueur d'onde d'un tel photon ?

$$\text{Données : } \mathcal{N}_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}, h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

Réponses. 1 : $\Delta_r H^\circ = 128 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_r H^\circ = 82 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 2 : $E = 4,52 \text{ eV}$, $\lambda = 275 \text{ nm}$

Applications du cours**ThCh010. Enthalpie de précipitation de AgCl (**).**

Dans un calorimètre adiabatique, on ajoute 50 mL d'une solution à 0,20 mol/L de NaCl à $T_i = 24,10^\circ\text{C}$ dans 100 mL d'une solution de AgNO₃ à 0,10 mol/L à $T_i = 24,10^\circ\text{C}$. Une fois la réaction terminée, la température du milieu atteint $T_f = 25,15^\circ\text{C}$. Donnée : $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

1. Écrire l'équation associée à la transformation chimique.
2. À l'aide d'un bilan d'enthalpie, déterminer l'enthalpie standard de réaction de précipitation.

Réponses. 1 : ; 2 : $\Delta_r H^\circ = -65,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

ThCh005. Étude du biogaz de décharge ()**

Le biogaz est le gaz produit par la fermentation de matières organiques animales ou végétales en l'absence de dioxygène. C'est un mélange composé essentiellement de méthane CH₄ et de dioxyde de carbone CO₂. Le biogaz est composé à 95% de méthane et 5% de dioxyde de carbone (composition molaire) qui peut être injecté dans le réseau de gaz naturel.

On cherche à déterminer la température de flamme obtenue à partir d'un tel gaz lors de sa combustion dans l'air. On rappelle que l'air est constitué à 80% de diazote et 20% de dioxygène en quantité de matière. On suppose que la combustion dans l'air est totale et suffisamment rapide pour être adiabatique, que le méthane CH_{4(g)} et le dioxygène O_{2(g)} sont en proportions stœchiométriques et que les gaz entrent à la température $T_0 = 300 \text{ K}$.

1. Écrire l'équation de la réaction de combustion du méthane et calculer son enthalpie standard de réaction à $T_0 = 300 \text{ K}$, les produits de la réaction étant l'eau et le dioxyde de carbone sous forme gazeuse.
2. Pour une quantité de matière n_0 de biogaz, dresser un bilan de quantités de matière avant la combustion et après la combustion. Attention à la composition initiale du gaz.
3. En déduire l'expression littérale de la température finale atteinte T_f . En donner une valeur numérique approchée.

Données :

→ Enthalpies standard de formation à 300 K :

Espèce	$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$	$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{CH}_4(g)$
$\Delta_f H^\circ \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-240	-390	-110

→ Capacités thermiques molaires à pression constante :

Espèce (gaz)	CH ₄	N ₂	O ₂	H ₂ O	CO ₂
$C_{p,m}^\circ \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	30	30	30	30	45

Réponses. 1 : $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta_r H^\circ = -760 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

3 : $\Delta T = -\frac{0,95\Delta_r H^\circ}{C_{p,m}(\text{CO}_2) + 1,9C_{p,m}(\text{H}_2\text{O}) + 7,6C_{p,m}(\text{N}_2)}, T_f = 2,49 \times 10^3 \text{ K}$

ThCh006. Thermochimie de la silice (**).

Établir un cycle thermodynamique permettant d'exprimer puis de calculer l'enthalpie standard de sublimation de la silice $\text{SiO}_2(\text{s})$.

Données :

→ Enthalpie standard de dissociation de liaison ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) :

O = O : 498 ; Si = O : 796

→ Enthalpie standard de sublimation du silicium : $\Delta_{sub} H^\circ(\text{Si}) = 399 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

→ Enthalpie standard de formation de la silice : $\Delta_f H^\circ(\text{SiO}_2(\text{s})) = -911 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Réponses. $\Delta_{sub} H^\circ = -\Delta_f H^\circ(\text{SiO}_2(\text{s})) + \Delta_{sub} H^\circ(\text{Si}(\text{s})) + \Delta_{dis} H^\circ(\text{O}_2(\text{g})) - 2\Delta_{dis} H^\circ(\text{Si} = \text{O})$

$\Delta_{sub} H^\circ = 216 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

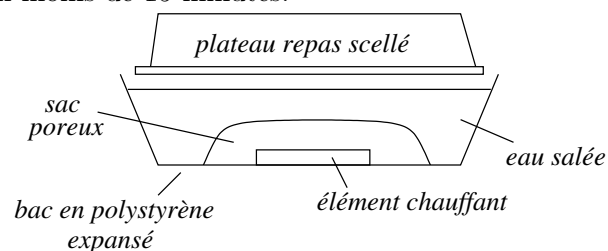
Résolution de problème

ThCh007. Chauffe-plat (**).

Document 1 : principe du chauffe-plat

Un chauffe-plat de camping breveté aux États-Unis en 1981 fonctionne de la façon suivante : l'élément chauffant est constitué par une fine grenaille de magnésium dispersée parmi des billes de polyéthylène haute densité ; le tout est placé dans un sachet poreux fixé au fond d'un bac sur lequel vient s'adapter le plateau repas à chauffer. La mise en marche s'opère par addition de 400 mL d'eau (salée) dans le bac.

L'eau est alors portée à 80°C et on réchauffe ainsi, à la façon d'un bain marie, un plateau-repas en moins de 15 minutes.



Document 2 : transformation intervenant lors du réchauffement d'un plat

L'ajout d'eau salée au solide contenu dans le sac poreux se traduit par une forte effervescence s'accompagnant rapidement d'un échauffement notable. On peut vérifier que les bulles de gaz qui s'en dégagent sont inflammables.

Quand l'opération est terminée, on constate que la grenaille métallique a disparu et qu'elle fait place à une bouillie blanche (hydroxyde de magnésium) dispersée sur les billes de polyéthylène.

Données :

→ Cours actuel du magnésium 2 euros/kg.

→ Enthalpies standard de formation à 298 K

espèce	Mg(OH) ₂ (s)	H ₂ O(l)
$\Delta_f H^\circ \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$	-924	-286

→ Potentiels standard E° :

couple	Mg ²⁺ /Mg(s)	H ⁺ /H ₂ (g)
$E^\circ \text{ (V)}$	-2,4	0,0

→ Capacité thermique molaire standard à pression constante :

$C_{pm}^\circ = 75,2 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ pour l'eau liquide.

→ Produit de solubilité de l'hydroxyde de magnésium : $K_s(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 10^{-19}$

Question : quel est le coût de revient en magnésium pour l'industriel par dispositif fabriqué ?

Réponse. 2 centimes d'euros

Pour aller plus loin

ThCh014. Enthalpies de liaison (***)

Connaissant les enthalpies standard de formation en $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ des composés suivants :

CH ₄ (g)	C ₂ H ₆ (g)	C ₂ H ₄ (g)	C ₂ H ₂ (g)	C(g)	H(g)
-74,60	-84,67	52,40	227,40	716,68	218,0

- Calculer les enthalpies de liaison C – H, C – C, C = C.
- En déduire $\Delta_f H^\circ = f(n)$ de l'alcane $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

Réponses. 1 : $\Delta_{dis} H^\circ(\text{C} - \text{H}) = 415,82 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_{dis} H^\circ(\text{C} - \text{C}) = 331,11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_{dis} H^\circ(\text{C} = \text{C}) = 589,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 2 : $\Delta_f H^\circ(n) = (-64,53 - 10,07 \times n) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

ThCh047. Énergie de liaison (***)

À l'aide d'un cycle et des données fournies, calculer l'énergie de liaison O – O dans la molécule d'eau oxygénée H_2O_2 .

On supposera que l'énergie des liaisons O – H est identique dans les molécules d'eau et d'eau oxygénée.

Données thermodynamiques à 298 K :

— enthalpies standard de formation :

	$\text{H}_2\text{O}_{2(\text{g})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
$\Delta_f\text{H}^\circ$ (kJ/mol)	-136,4	-285,8

— énergies de liaison :

	$\text{O}_{2(\text{g})}$	$\text{H}_2(\text{g})$
E (kJ/mol)	493,6	432

— enthalpie molaire de vaporisation de l'eau :

$$\Delta_{\text{vap}}\text{H}^\circ = L_{\text{vap}} = 40,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Réponse. $E(\text{O} - \text{O}) = L_{\text{vap}} + \Delta_f\text{H}^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}) + \frac{E(\text{O} = \text{O})}{2} - \Delta_f\text{H}^\circ(\text{H}_2\text{O}_{2(\text{g})}) = 138 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$