

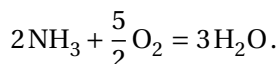
TD de thermochimie n° 1

Application du premier principe

~~~~ Équations bilan et grandeurs de réaction ~~~~

1 — Quand les coefficients varient

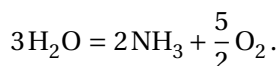
On donne la réaction en phase gazeuse de bilan :



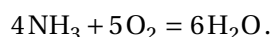
À 298 K sous 1 bar, son enthalpie standard de réaction est $\Delta_r H^\circ = -460,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Calculer l'enthalpie standard de réaction associée aux bilans suivants :

1.

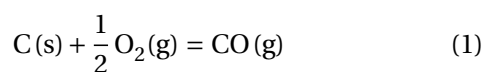


2.

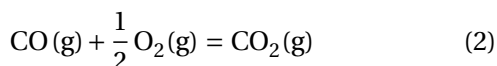


2 — Combinaison linéaire

On considère les deux réactions suivantes



et



dont les enthalpies standard de réactions respectives à 298 K sous 1 bar sont

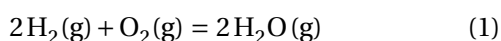
$$\Delta_r H_1^\circ = -110,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{et} \quad \Delta_r H_2^\circ = -283,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Calculer l'enthalpie standard de réaction de la réaction de bilan



3 — Changement d'état

On considère la réaction



On donne l'enthalpie standard de formation à 298 K pour $\text{H}_2\text{O(g)}$:

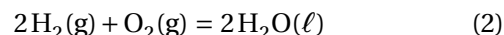
$$\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O(g)}) = -241,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

1. Calculer l'enthalpie standard de réaction de la réaction (1).

On donne l'enthalpie standard de vaporisation de l'eau : $\Delta_{\text{vap}} H^\circ = 44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

2. Écrire le bilan de la transformation dont l'enthalpie standard de réaction est l'enthalpie standard de vaporisation de l'eau.

3. Dédire des questions précédentes l'enthalpie standard de réaction de la réaction



4 — Conversion de l'éthanol

On cherche à déterminer l'enthalpie standard $\Delta_r H^\circ$ de la réaction de conversion de l'éthanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ en acide éthanoïque CH_3COOH , connaissant :

— l'enthalpie de combustion de l'acide éthanoïque

$$\Delta_r H_1^\circ = -875 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

— l'enthalpie de combustion de l'éthanol

$$\Delta_r H_2^\circ = -1368 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

1. Sachant que lors d'une réaction de combustion, le carbone se retrouve sous forme de CO_2 gazeux et l'hydrogène sous forme d'eau liquide, écrire les équations des réactions de combustion mises en jeu. Le coefficient stœchiométrique de l'espèce considérée aura pour valeur 1 (en valeur absolue).

2. Écrire l'équation traduisant l'oxydation de l'éthanol en acide éthanoïque et en déduire la valeur de $\Delta_r H^\circ$.

3. Retrouver cette valeur à partir des enthalpies standard de formation suivantes, données en $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$:

Constituant	$\text{CH}_3\text{COOH}(\ell)$	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$
$\Delta_f H^\circ$	-484,5	-285,8	-277,7

5 — Éviter l'hypoglycémie en DS

1. Rappeler l'expression de la différentielle de l'enthalpie $H(T, P, \xi)$ d'un système réactif en fonction, entre autre, de l'enthalpie standard de réaction.

2. On considère l'évolution isotherme et isobare d'un mélange réactif. Les constituants seront considérés pris dans leur état standard.

Exprimer la variation ΔH de son enthalpie en fonction de l'avancement final ξ_f de la réaction et son enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ$.

3. Si le cerveau ne représente que 2 à 3 % de la masse totale d'un être humain, en revanche, il compte à lui seul pour 15 à 20 % de sa dépense énergétique. Ainsi, le cerveau consomme en moyenne une puissance comprise entre 20 et 40 W.

Le « carburant » du cerveau est le glucose $C_6H_{12}O_6(s)$ qui réagit avec O_2 pour donner $CO_2(g)$ et de l'eau.

Quelle masse de glucose faut-il absorber pour maintenir une activité cérébrale de 30 W pendant 4 heures de DS?

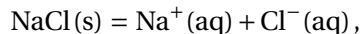
Données à 298 K :

Constituant	$CO_2(g)$	$H_2O(\ell)$	$C_6H_{12}O_6(s)$
$\Delta_f H^\circ$ (kJ·mol ⁻¹)	-393,5	-285,8	-1268
masse molaire (g·mol ⁻¹)			180

6 — Enthalpie standard de formation d'ions

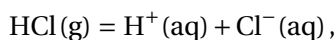
Déterminer les enthalpies standard de formation de $Na^+(aq)$ et $Cl^-(aq)$ en solution aqueuse à 25 °C. On donne :

- l'enthalpie standard de formation de $NaCl(s)$ à 298 K : $\Delta_f H_1^\circ = -411,2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- l'enthalpie standard de formation de $HCl(g)$ à 298 K : $\Delta_f H_2^\circ = -92,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- l'enthalpie standard de dissolution de $NaCl(s)$ en solution aqueuse à 298 K selon



soit $\Delta_d H_1^\circ = 3,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

- l'enthalpie standard de dissolution de $HCl(g)$ en solution aqueuse à 298 K selon



soit $\Delta_d H_2^\circ = -74,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

7 — Indice de pollution

Un véhicule automobile à essence roule à 130 km/h lorsque la puissance de son moteur est $P = 55 \text{ CH}$ (1 CH = 736 W).

Le carburant utilisé est assimilé à de l'octane, de formule brute C_8H_{18} , stocké sous forme liquide de masse volumique $\mu = 720 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, mais brûlé sous forme gazeuse pour donner les corps gazeux $CO_2(g)$ et $H_2O(g)$. Le rendement global de ce moteur à essence est $\eta = 29 \%$.

L'enthalpie standard de combustion d'une mole d'octane avec le dioxygène est $\Delta_r H^\circ = -5100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Déterminer l'énergie fournie par le moteur pour parcourir 100 km,
2. En tenant compte du rendement du moteur, en déduire l'énergie thermique que doit fournir la combustion du méthane pour parcourir 100 km.
3. En déduire la masse de carburant puis le volume de carburant nécessaire pour parcourir ces 100 km.
4. D'après le tableau, quel sera l'indice de pollution de ce véhicule?

indice de pollution	moteur à essence
A	$< 100 \text{ g } CO_2/\text{km}$
B	$100 \leq \text{g } CO_2/\text{km} < 130$
C	$130 \leq \text{g } CO_2/\text{km} < 160$
D	$160 \leq \text{g } CO_2/\text{km} < 190$
E	$190 \leq \text{g } CO_2/\text{km} < 220$
F	$220 \leq \text{g } CO_2/\text{km} < 250$
G	$\geq 250 \text{ g } CO_2/\text{km}$

On donne les masses molaires : $M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(C) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.