

TD6: Exe 1

I) $m_{\text{eau}} = 1 \text{ kg}$ à 25°C $P^0 = 1 \text{ bar}$

$$n_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{eau}}} = \frac{1 \times 10^3 \text{ g}}{18 \text{ g.mol}^{-1}} = 55 \text{ mol}$$

mont de l'énergie de la réaction

il faut écrire l'équation de la réaction.
réaction de formation de $\text{H}_2\text{O}(l)$



$$\Delta H = \sum_f \Delta_r H^\circ = -15675 \text{ kJ pour } 55 \text{ moles}$$

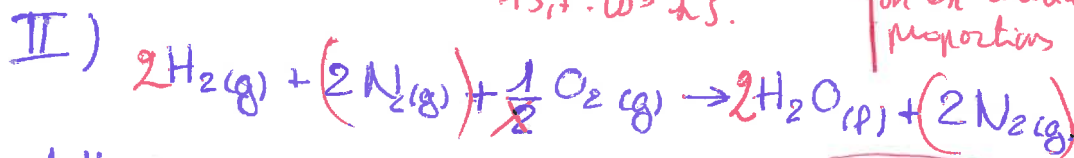
donne $\sum_f$

$$\Delta H = \sum_f \Delta_r H^\circ = Q \Leftrightarrow -Q = -n_{\text{eau}} \Delta_r H^\circ \text{ car énergie libérée}$$

$$\hookrightarrow \text{ici } = n_{\text{eau}} \Leftrightarrow -Q = -55 \times -15675 = 86 \times 10^4 \text{ kJ}$$

$$\text{Energie libérée: } Q = 86 \times 10^4 \text{ kJ}$$

Faire un bilan de matière propre.
on est initialement dans les proportions stoechiométriques



N_2 est spectateur
n'apparaît pas dans l'équation bilan

$\Delta H = Q = 0$ car réaction adiabatique et isolée

$$\text{EI: } \theta_i = 25^\circ\text{C}$$

$$P^0 = 1 \text{ bar}$$

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{eau}}$$

$$n_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{eau}}}{2} \quad n_{\text{N}_2} = 2n_{\text{eau}}$$

il faut respecter l'équation de l'énoncé.

$$\Delta H = \Delta H_{\text{RC}} + \Delta H_{\text{échauffée}} + \Delta H_{\text{REF}}?$$

il faut faire un schéma avant de commencer dans des expressions qui n'ont pas de sens chim.

$$\Delta H_{\text{échauffée}} = \Delta H_{\text{échauff. } 2n_{\text{eau}} \text{N}_2} + \Delta H_{\text{échauff. } n_{\text{eau}} \text{H}_2\text{O}(l)} + \Delta H_{\text{échauff. } n_{\text{eau}} \text{H}_2\text{O}(g)}$$

$$= (2n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{N}_2(g)) + n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{H}_2\text{O}(l)) + n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{H}_2\text{O}(g))) (\theta_f - \theta_i)$$

$$\Delta H_{\text{REF}} = n_{\text{eau}} \Delta_{\text{vap}} H^\circ = n_{\text{eau}} \Delta_{\text{vap}} = 1 \times 44 = 44 \text{ kJ kg.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{RC}} = \Delta_r H^\circ(T) = -15675 \text{ kJ} = \frac{n_{\text{eau}}}{2} \Delta_r H^\circ$$

$$\Delta H = \Delta_r H^\circ(T) + [2n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{N}_2(g)) + n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{H}_2\text{O}(l)) + n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{H}_2\text{O}(g))] (\theta_f - \theta_i) + \Delta H_{\text{REF}} = 0$$

$$\Leftrightarrow (\theta_f - \theta_i) = \frac{-\Delta_r H^\circ(T) - \Delta H_{\text{REF}}}{[2n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{N}_2(g)) + n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{H}_2\text{O}(l)) + n_{\text{eau}} C_{pM}(\text{H}_2\text{O}(g))]} = \frac{15675 - 44}{2 \times 55 \times 29,1 + 55 \times 75,3 + 55 \times 83}$$

$$= 1,7^\circ\text{C}$$

$$\theta_f = 1,7 + 25 = 26,7^\circ\text{C} \text{ résultat énoncé.}$$

EI $\theta = 25^\circ\text{C}$
 $P^0 = 1 \text{ bar}$
 $n_{\text{H}_2} = n_{\text{eau}}$
 $n_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{eau}}}{2}$
 $n_{\text{H}_2} = 4 n_{\text{O}_2} = 2 n_{\text{eau}}$

le principe
 $\Delta H = Q = 0$
 isobare adiabatique

EF $\theta_{\text{max}} = ?$ (supérieur à 100°C)
 $P^0 = 1 \text{ bar}$
 $n_{\text{H}_2} = 0$
 $n_{\text{O}_2} = 0$
 $n_{\text{N}_2} = 2 n_{\text{eau}}$
 $n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{eau}} \rightarrow \text{état gaz}$

$\Delta H_{\text{RC}} = \frac{n_{\text{eau}}}{2} \Delta_r H^\circ$

réaction chimique.

Etat intermédiaire
 $\theta = 25^\circ\text{C}$
 $n_{\text{H}_2} = 0$
 $n_{\text{O}_2} = 0$
 $n_{\text{N}_2} = 2 n_{\text{eau}}$
 $n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{eau}} \rightarrow \text{état liq}$

échauffement et évaporation de l'eau liquide.

$\Delta H_{\text{N}_2} = C_{p, \text{H}_2}(\text{N}_2)(\theta_{\text{max}} - \theta_i) \times 2 n_{\text{eau}}$

$\Delta H_{\text{eau}} = C_{p, \text{H}_2\text{O}(\text{e})}(\theta_{\text{vap}} - \theta_i) \times n_{\text{eau}}$
 $+ n_{\text{eau}} L_{\text{vap}}(100^\circ\text{C})$
 $+ n_{\text{eau}} C_{p, \text{H}_2\text{O}(\text{g})}(\theta_f - \theta_{\text{vap}})$

$\Delta H_{\text{ech}} = \Delta H_{\text{N}_2} + \Delta H_{\text{eau}}$

$0 = \frac{n_{\text{eau}}}{2} \Delta_r H^\circ + C_{p, \text{H}_2}(\text{N}_2)(\theta_{\text{max}} - \theta_i) 2 n_{\text{eau}} + n_{\text{eau}} L_{\text{vap}}(100^\circ\text{C}) + n_{\text{eau}} C_{p, \text{H}_2\text{O}(\text{g})}(\theta_{\text{max}} - \theta_{\text{vap}})$
 $+ n_{\text{eau}} C_{p, \text{H}_2\text{O}(\text{e})}(\theta_{\text{vap}} - \theta_i)$

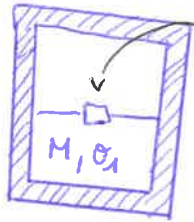
$\theta_{\text{max}} (2 C_{p, \text{H}_2}(\text{N}_2) + C_{p, \text{H}_2}(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))) = - \frac{\Delta_r H^\circ}{2} + \theta_i 2 C_{p, \text{H}_2}(\text{N}_2) - L_{\text{vap}}(100^\circ\text{C})$
 $+ C_{p, \text{H}_2}(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) \theta_{\text{vap}}$
 $- C_{p, \text{H}_2}(\text{H}_2\text{O}(\text{e}))(\theta_{\text{vap}} - \theta_i)$

$\theta_{\text{max}} = \frac{- \frac{\Delta_r H^\circ}{2} + 2 C_{p, \text{H}_2}(\text{N}_2) \theta_i - L_{\text{vap}}(100^\circ\text{C}) + C_{p, \text{H}_2}(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) \theta_{\text{vap}} - C_{p, \text{H}_2}(\text{H}_2\text{O}(\text{e}))(\theta_{\text{vap}} - \theta_i)}{2 C_{p, \text{H}_2}(\text{N}_2) + C_{p, \text{H}_2}(\text{H}_2\text{O}(\text{g}))}$
 $= \frac{+ \frac{570 \times 10^3}{2} + 2 \times 29,1 \times 25 - 44 \times 10^3 + 33,6 \times 100 - 75,3(100 - 25)}{2 \times 29,1 + 33,6}$

$\theta_{\text{max}} \approx 2600^\circ\text{C}$ valeur très élevée mais T décroît rapidement
 (on peut laisser les températures en $^\circ\text{C}$ car il s'agit de différences de température)

TD 6 Exercice 11 Groupe 20

EI



$$\begin{aligned}\theta_0 &= 0^\circ\text{C} \\ m &= 500\text{ g} \\ M &= 1\text{ kg d'eau} \\ \theta_1 &= 20^\circ\text{C}\end{aligned}$$

avec $C = 4,2\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
 $L_f = 336\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

Δ K = symbole du Kelvin
 k = kilo.

par qui?

À l'équilibre, $Q_{\text{cède}} = Q_{\text{échauffement}}$, or ici $Q = \Delta H$,
 D'après le 1^{er} principe de la thermodynamique.

Exprimons $Q_{\text{cède}}$ et $Q_{\text{échauffement}}$:

→ si la température finale de l'eau initialement liquide est nulle.

$$\Delta H_{\text{H}} = Q_{\text{cède}} = M c (\theta_1 - \theta_0) = 1,0 \times 4,2 (20 - 0) = 84\text{ kJ}.$$

$$\Delta H_m = Q_{\text{échauf}} = m L_f = 0,5 \times 336 = 168\text{ kJ}.$$

→ toute la glace se transforme en eau liquide

Ici, on a $\frac{\Delta H_{\text{H}}}{Q_{\text{cède}}} < \frac{\Delta H_m}{Q_{\text{échauf}}}$.

Donc il y a toujours des glaçons à l'équilibre
 et $\theta_{\text{eq}} = 0^\circ\text{C}$.

La composition du mélange à l'équilibre:
 $\text{H}_2\text{O}(l)$ et $\text{H}_2\text{O}(s)$. → dans quelle quantité?

redaction maladroite! il faut raisonner avec des
 fonctions d'état qui indépendent que de l'état initial
 et de l'état final.

et $\frac{m}{m-m'} = \frac{m'}{m'}$ glace → eau(l)
 et seule une partie des glaçons a fondu.
 hypothèse $\theta_f = 0^\circ\text{C}$ et seule une partie des glaçons a fondu.

$$\Delta H = \Delta H_{\text{eau}(l)} + \Delta H_{\text{glace}} = 0 \rightarrow \text{adiabatique isolée}.$$

$$0 = M_{\text{eau}} (\theta_1 - \theta_0) + L_f m'$$

$$\begin{aligned}\text{d'où } m' &= - \frac{M_{\text{eau}} (\theta_0 - \theta_1)}{L_f} \\ &= - \frac{1 \times 4,2 \times 10^3 (0 - 20)}{336 \times 10^3}\end{aligned}$$

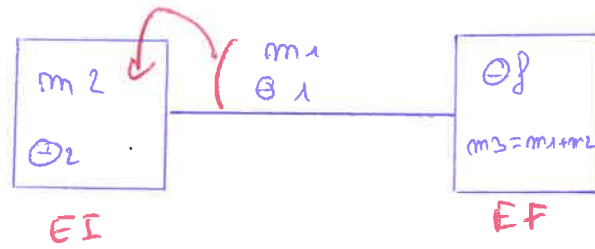
$$m' = 250\text{ g} \rightarrow \text{à l'état final il reste 250g de glace et il y a 1,250 g d'eau liquide.}$$

→ l'hypothèse de départ est correcte

TD6 Ex 3:

grp 6:

On sait que le récipient est adiabatique ainsi $Q = 0$



1^{er} principe

$$\Delta H_2 = Q = 0 = \Delta H_{\text{peche1}} + \Delta H_{\text{peche2}} + \Delta H_{\text{calo}}$$

$$= c m_1 (\Theta_f - \Theta_1) + c m_2 (\Theta_f - \Theta_2) + C (\Theta_f - \Theta_1)$$

$$\text{Ainsi : } c m_1 \Theta_1 + c m_2 \Theta_2 + C \Theta_1 = \Theta_f (c m_1 + c m_2 + C)$$

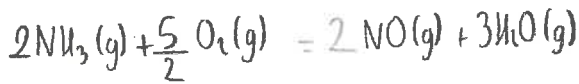
$$\Theta_f = \frac{(2100 \times 0,5 \times 77) + (2100 \times 2 \times 17) + 17 \times C}{2100 \times 0,5 + 2100 \times 2 + C}$$

$$(C=0) \Theta_f = 29^\circ\text{C}$$

Lorsque $C=0$ cela signifie que le calorimètre ne participe pas aux échanges thermiques. ✓

Exercice 4 TD6

merci de prendre 1 feuille blanche recto
merci d'écrire au stylo
et plus grand de manière
à être lisible
Groupe 8



1) On veut calculer l'enthalpie standard de réaction (298 K)

On sait $\Delta_r H^\circ = (\sum \Delta_f H^\circ_{\text{produits}} - \sum \Delta_f H^\circ_{\text{réactifs}}) = \sum \nu_i \Delta_f H^\circ$: loi de Hess.

$$\begin{aligned} &= 2\Delta_f H^\circ(\text{NO}(\text{g})) + 3\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) - 2\Delta_f H^\circ(\text{NH}_3(\text{g})) - \frac{5}{2}\Delta_f H^\circ(\text{O}_2(\text{g})) \\ &= 2 \times 90,37 + 3 \times (-241,83) - 2 \times (-46,19) - \frac{5}{2} \times 0 \quad \text{car O}_2 \text{ est un corps pur simple} \\ &= -452,37 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= -452,37 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

2) Conditions : enceinte adiabatique } $\Delta H = Q = 0$
- pression constante

On sait aussi $\Delta_r H^\circ(298 \text{ K}, 5 \text{ bar}) \approx \Delta_r H^\circ(298 \text{ K})$

On sait $\Delta H = \Delta H_{\text{rc}} + \Delta H_{\text{échauffement}}$

$$\Leftrightarrow \Delta H_{\text{échauffement}} = -\Delta H_{\text{rc}}$$

$$\Leftrightarrow (\sum \nu_i C_{p,i}) \Delta T = -\Delta_r H^\circ$$

$$(4 \times \frac{5}{2} \times 27,2 + 3 \times 34,3) \Delta T = -\Delta_r H^\circ$$

$$\Leftrightarrow \Delta T = \frac{-\Delta_r H^\circ}{\sum \nu_i C_{p,i}}$$

$$\Leftrightarrow T_f = \frac{-\Delta_r H^\circ}{\sum \nu_i C_{p,i}} + T_i$$

$$T_f = 1354,73$$

0 unité ?

dans l'air $n_{\text{N}_2} = 4 n_{\text{O}_2}$

avec $\Delta H_{\text{rc}} = \xi \Delta_r H^\circ$

	2NH_3	$+ 5/2 \text{O}_2$	$=$	2NO	$+ 3\text{H}_2\text{O}$	
ET	$m_0 = 2$	$m_1 = \frac{5}{2}$		0	0	N ₂
t	$m_0 - 2\xi$	$m_1 - 5/2\xi$		2ξ	3ξ	
EF	0	0		2ξ	3ξ	

$m_0 - 2\xi$
 $\Leftrightarrow \xi = \frac{m_0}{2}$

ajout du
N₂ que
chauffe

illisible.

$$\Delta H_{\text{ech}} = [(2n_{\text{O}_2} + 10n_{\text{O}_2}) \times 27,2 + 3n_{\text{O}_2} \times 34,3] \Delta T$$

$$\begin{aligned} \Delta T &= \frac{-m_0 \Delta_r H^\circ}{m_0 (12 \times 27,2 + 3 \times 34,3)} \\ &= \frac{452,37 \times 10^3}{12 \times 27,2 + 3 \times 34,3} \\ &= 1542^\circ \text{C} \end{aligned}$$

$$T_f = 1567^\circ \text{C}$$

ET quantités stoechiométriques :

$$m_{\text{NH}_3} = 2 m_0$$

$$m_{\text{O}_2} = \frac{5}{2} m_0$$

$$m_{\text{N}_2} = 4 m_{\text{O}_2} = 10 m_0$$

EF

$$m_f \text{NO} = 2 m_0$$

$$m_f \text{H}_2\text{O} = 3 m_0$$

$$m_f \text{N}_2 = 10 m_0$$

Exercice 5 du TD 6, groupe 11, Henni, Nekhar, Jorris



b) Soit ξ , le coefficient d'avancement de la réaction



$$E_i: \quad 10 \quad 10 \quad 0$$

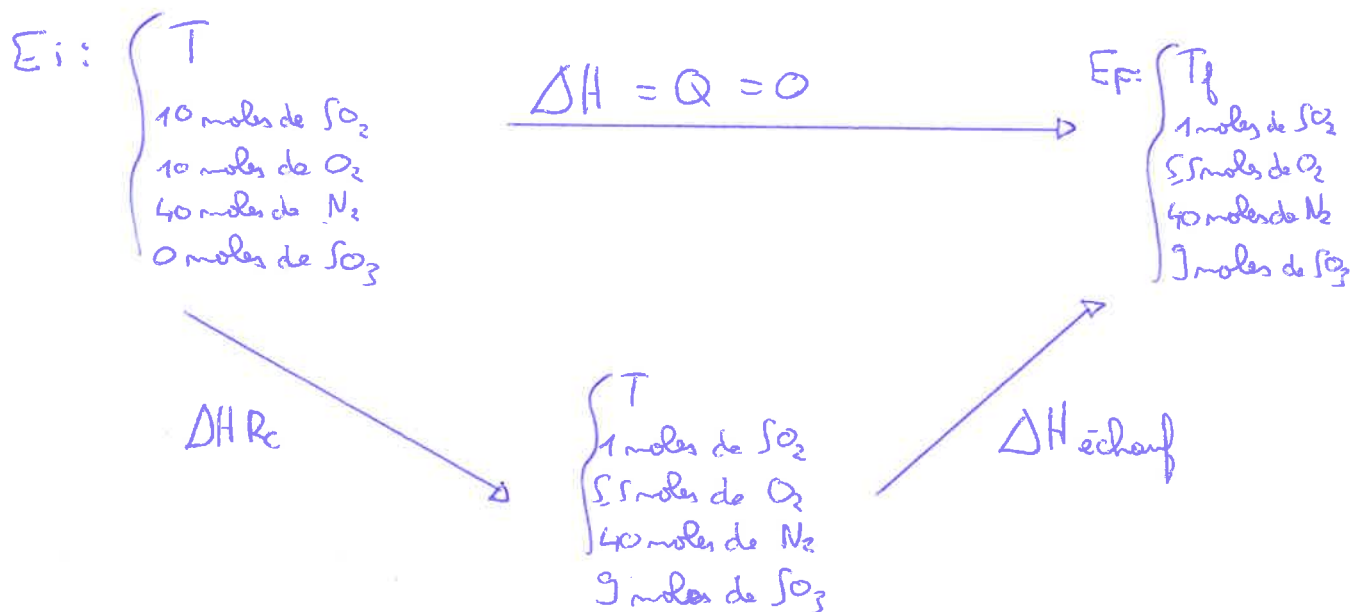
$$\Delta i: \quad 10 - 2\xi \quad 10 - \xi \quad 2\xi$$

$$E_f: \quad 1 \quad 5.5 \quad 9$$

$$\text{Aim: } 2\xi = 9$$

$$\Rightarrow \xi = 4.5 \text{ mol.}$$

c) On a une transformation isotherme et adiabatique



$$\text{Aim: } \Delta H = \Delta H_{Rc} + \Delta H_{\text{échauf}} = 0$$

Exprimons ΔH :

$$\rightarrow \Delta H_{Rc} = \xi \Delta_r H^\circ = 4.5 \Delta_r H^\circ,$$

on d'après la loi de Hess:

$$\Delta_r H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(\text{SO}_3) - 2\Delta_f H^\circ(\text{SO}_2) = (-396 + 297) \times 2 = -99 \text{ kJ.mol}^{-1} \\ = -200 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

→ il faut respecter les coefficients stoechiométriques de la réaction.

$$\rightarrow \Delta H_{\text{échange}} = (1 C_p^\circ(\text{SO}_2) + 40 C_p^\circ(\text{N}_2) + 5,5 C_p^\circ(\text{O}_2) + 9 C_p^\circ(\text{SO}_3)) (T_f - T)$$

Donc,

$$4,5 \Delta_r H^\circ + (C_p^\circ(\text{SO}_2) + 40 C_p^\circ(\text{N}_2) + 5,5 C_p^\circ(\text{O}_2) + 9 C_p^\circ(\text{SO}_3)) (T_f - T) = 0$$

$$\text{donc } T_f - T = \frac{-4,5 \Delta_r H^\circ}{C_p^\circ(\text{SO}_2) + 40 C_p^\circ(\text{N}_2) + 5,5 C_p^\circ(\text{O}_2) + 9 C_p^\circ(\text{SO}_3)}$$

$$= \frac{-4,5 \times (-200 \times 10^3)}{39,9 + 40 \times 29,1 + 5,5 \times 29,4 + 9 \times 50,7}$$

$$= \cancel{244,6} \text{ K } 488$$

$$\text{Donc } T_f = 700 + \cancel{244,6}^{488} = \cancel{944,6}^{1188} \text{ K}$$