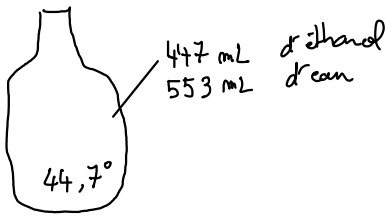


TD CH4
La transformation chimique.

CH1 - Composition de Vodka



1/ Composition massique :

$$\begin{cases} m_{\text{eau}} = \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{eau}} \\ m_{\text{ethanol}} = \rho_{\text{ethanol}} \times V_{\text{ethanol}} = d \times \rho_{\text{ethanol}} \times V_{\text{ethanol}} \end{cases}$$

A.N. $m_{\text{eau}} = 553 \text{ g}$
 $m_{\text{ethanol}} = 553 \text{ g}$

Fraction massique : $x_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{m_{\text{eau}} + m_{\text{ethanol}}}$
 $x_{\text{ethanol}} = \frac{m_{\text{ethanol}}}{m_{\text{eau}} + m_{\text{ethanol}}}$

A.N. $w_{\text{eau}} = 61 \%$
 $w_{\text{ethanol}} = 39 \%$

2/ Fractions molaires.

$x_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{m_{\text{eau}} + m_{\text{ethanol}}}$ avec $m_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{eau}}}$ et $m_{\text{ethanol}} = \frac{m_{\text{ethanol}}}{M_{\text{ethanol}}}$

$$x_{\text{eau}} = \frac{\frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{eau}}}}{\frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{eau}}} + \frac{m_{\text{ethanol}}}{M_{\text{ethanol}}}}$$

A.N. : $x_{\text{eau}} = 80 \%$

$x_{\text{ethanol}} = 20 \%$

$$x_{\text{ethanol}} = \frac{\frac{m_{\text{ethanol}}}{M_{\text{ethanol}}}}{\frac{m_{\text{eau}}}{M_{\text{eau}}} + \frac{m_{\text{ethanol}}}{M_{\text{ethanol}}}}$$

CH2 - Prédiction du sens d'une réaction



Pour prédire le sens d'évolution du système, il faut comparer le quotient réactionnel Q_0 dans l'état initial à K .

$$Q_0 = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_0 [\text{HCOOH}]_0}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_0 [\text{HCOO}^-]_0}$$

1/ $Q_0 = \frac{0,1 \times 0}{0,1 \times 0,1} = 0$. $Q_0 < K$ donc la réaction se déroule dans le sens direct.

2/ $Q_0 = \frac{0,1 \times 0,1}{0,1 \times 0,1} = 1$. $Q_0 > K$ donc la réaction se déroule dans le sens indirect.

3/ $Q_0 = \frac{0,01 \times 0,01}{0,1 \times x_0} = \frac{10^{-3}}{x_0}$.

* $Q_0 < K \Leftrightarrow \frac{10^{-3}}{x_0} < K \Leftrightarrow x_0 > \frac{10^{-3}}{K} \Leftrightarrow x_0 > 10^{-2}$

Si $x_0 > 10^{-2}$, la réaction se déroule dans le sens direct.

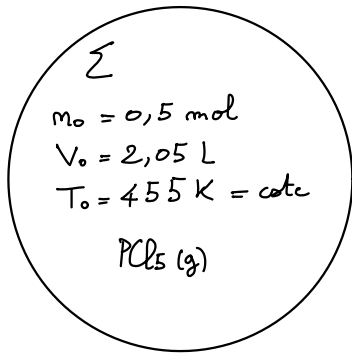
* $Q_0 > K \Leftrightarrow x_0 < 10^{-2}$

Si $x_0 < 10^{-2}$, la réaction se déroule dans le sens indirect.

* $Q_0 = K \Leftrightarrow x_0 = 10^{-2}$

Si $x_0 = 10^{-2}$, le système est à l'équilibre et n'évolue plus.

CH3 - Décomposition du pentachlorure de phosphore



$$\alpha = \frac{m_{\text{PCl}_5, \text{ consommée}}}{m_{\text{PCl}_5, \text{ initiale}}}$$

$$G_{\text{gaz}} = G \cdot P$$

1/ Pression initiale :

$$P_i = \frac{m_0 R T_0}{V_0}$$

A.N. : $P_i = \frac{0,5 \times 8,314 \times 455}{2,05 \times 10^{-3}} = 9,23 \times 10^5 \text{ Pa} = 9,23 \text{ bar}$

2/ Pressions partielles ?

$$P_{\text{PCl}_5, \text{eq}} = \frac{m_{\text{PCl}_5, \text{eq}} R T_0}{V_0}$$

$$P_{\text{PCl}_3, \text{eq}} = \frac{m_{\text{PCl}_3, \text{eq}} R T_0}{V_0}$$

$$P_{\text{Cl}_2, \text{eq}} = \frac{m_{\text{Cl}_2, \text{eq}} R T_0}{V_0}$$

Il faut déterminer les quantités de matière à l'équilibre de $\text{PCl}_5(\text{g})$, de $\text{PCl}_3(\text{g})$ et $\text{Cl}_2(\text{g})$.

Tableau d'avancement :

	$\text{PCl}_5(\text{g})$	=	$\text{PCl}_3(\text{g})$	+	$\text{Cl}_2(\text{g})$
$t=0$	m_0		0		0
t	$m_0 - \xi$		ξ		ξ
t_{eq}	$m_0 - \xi_{\text{eq}}$		ξ_{eq}		ξ_{eq}
	\uparrow $m_{\text{PCl}_5, \text{eq}}$		\uparrow $m_{\text{PCl}_3, \text{eq}}$		\uparrow $m_{\text{Cl}_2, \text{eq}}$

D'où :

$$P_{\text{PCl}_5, \text{eq}} = \frac{(m_0 - \xi_{\text{eq}}) R T_0}{V_0} \quad \text{avec} \quad \frac{R T_0}{V_0} = \frac{P_i}{m_0}$$

$$\Rightarrow P_{\text{PCl}_5, \text{eq}} = \left(1 - \frac{\xi_{\text{eq}}}{m_0}\right) P_i$$

De même : $P_{\text{PCl}_3, \text{eq}} = \frac{\xi_{\text{eq}}}{m_0} \times P_i$, $P_{\text{Cl}_2, \text{eq}} = \frac{\xi_{\text{eq}}}{m_0} \times P_i$

3/ Déterminons ξ_{eq} . $K = 8$: la réaction est limitée donc on applique la loi d'action de masse.

A l'équilibre : $Q_{\text{eq}} = K \Leftrightarrow \frac{P_{\text{PCl}_3, \text{eq}} P_{\text{Cl}_2, \text{eq}}}{P_{\text{PCl}_5, \text{eq}} \times P^\circ} = K$ (où $P^\circ = 10^5 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$)

$$\Leftrightarrow \frac{\xi_{\text{eq}}^2 / m_0^2 P_i}{(1 - \xi_{\text{eq}} / m_0) P^\circ} = K \Leftrightarrow \frac{\xi_{\text{eq}}^2}{m_0(m_0 - \xi_{\text{eq}})} \times \frac{P_i}{P^\circ} = K \Leftrightarrow \xi_{\text{eq}}^2 - K \frac{P^\circ}{P_i} m_0(m_0 - \xi_{\text{eq}}) = 0$$

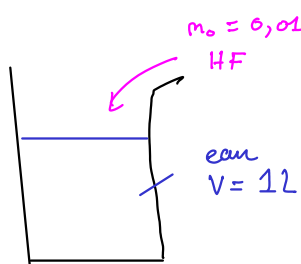
$$\Leftrightarrow \xi_{\text{eq}}^2 + K \frac{P^\circ}{P_i} m_0 \xi_{\text{eq}} - K \frac{P^\circ}{P_i} m_0^2 = 0$$

Résolution analytique ou numérique

$$\xi_{\text{eq}} = 0,297 \text{ mol}$$

$\alpha_{\text{eq}} = \frac{\xi_{\text{eq}}}{m_0} \Rightarrow \alpha_{\text{eq}} = 59,4\%$ Cohérent avec $K = 8$: environ la moitié du PCl_5 se décompose.

CH4 - Mesure du pKa de l'acide fluorohydrique



A l'équilibre : $\text{pH} = 2,65$

Que vaut K_a ?

Loi d'action de masse appliquée à l'équilibre (*):

$$Q_{eq} = K_a \quad \text{avec} \quad Q_{eq} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq} [\text{F}^-]_{eq}}{[\text{HF}]_{eq} C^\circ} \quad (C^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

Déterminons les concentrations à l'équilibre:

	HF(aq)	+ H ₂ O(l)	= H ₃ O ⁺ (aq)	+ F ⁻ (aq)
0	m_0	excès	0	0
t_{eq}	$m_0 - \xi_{eq}$	excès	ξ_{eq}	ξ_{eq}

$$[\text{HF}]_{eq} = \frac{m_0 - \xi_{eq}}{V} = C_0 - x_{eq} \quad \text{en posant} \quad x_{eq} = \frac{\xi_{eq}}{V} \quad \text{et} \quad C_0 = \frac{m_0}{V} \quad (\neq C^\circ)$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq} = \frac{\xi_{eq}}{V} = x_{eq}$$

$$[\text{F}^-]_{eq} = \frac{\xi_{eq}}{V} = x_{eq}$$

D'où
$$K_a = \frac{x_{eq}^2}{(C_0 - x_{eq}) C^\circ}$$

Que vaut x_{eq} ? A l'équilibre $\text{pH} = 2,65$

$$\text{Or} \quad \text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq}}{C^\circ}\right) = -\log\left(\frac{x_{eq}}{C^\circ}\right)$$

$$\text{Donc} \quad x_{eq} = 10^{-\text{pH}} C^\circ$$

A.N. $x_{eq} = 2,24 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$K_a = 6,47 \times 10^{-4} \Rightarrow \underline{\text{p}K_a} = -\log K_a = \underline{3,2}$$

CH5 - Décomposition de l'eau oxygénée.



1/ Eau oxygénée à 20 volumes : $V = 20 \text{ L}$ de dioxygène dégagée.

$$\boxed{n_{\text{O}_2} = \frac{V}{V_m}} \quad \text{A.N.} \quad n_{\text{O}_2} = \frac{20}{24} \approx 8,3 \times 10^{-1} \text{ mol.}$$

2/ Concentration en H_2O_2 ? Il faut faire un bilan de matière à l'envers c-à-d déterminer la qte des réactifs (H_2O_2) connaissant celle des produits (O_2).

	$2 \text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) = 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{O}_2 (\text{g})$		
0	n_0	excès	0
}	$n_0 - 2\xi_f$	excès	}
ξ_f	$n_0 - 2\xi_f$	excès	ξ_f

Avec $\xi_f = n_{\text{O}_2}$.

Or la réaction est totale donc $n_0 - 2\xi_f = 0 \Leftrightarrow \underline{n_0 = 2n_{\text{O}_2}}$

$$\text{D'où : } \boxed{C = [\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{n_0}{V} = \frac{2n_{\text{O}_2}}{V}} \quad \text{A.N. : } C = 1,66 \text{ mol.L}^{-1}$$