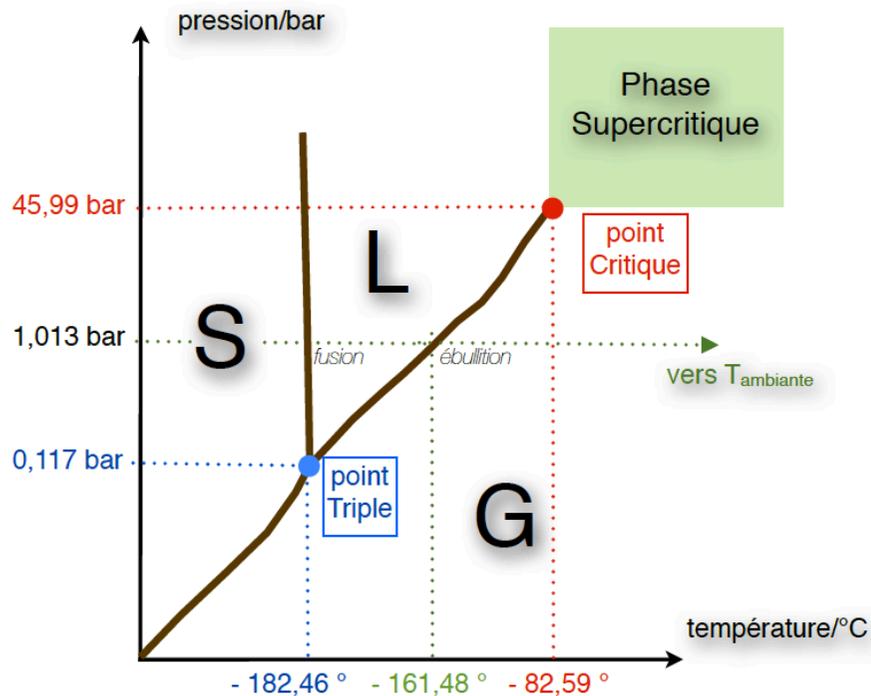


Application cours : Le méthane sur Terre



D'après le diagramme, le méthane est gazeux à température ambiante

Exercice 1 : Question ouverte

①. Masse du volume d'eau ajoutée : $m_{\text{eau}} = \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{ajouté}}$

AN: $m_{\text{eau}} = 1 \times 3408 = 3408 \text{ kg}$

• Masse du volume de solution enlevée : $m_{\text{solution}} = d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{enlevé}}$

AN: $m_{\text{solution}} = 0,897 \times 1 \times 3785 = 3395 \text{ kg}$

⇒ la différence est de 13 kg, ce qui est certainement indétectable lors de la pesée d'une cargaison de plusieurs dizaines de tonnes.

②. Concentration de la solution initiale :

$$C_{\text{ini}} = \frac{m_{\text{méth}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{m_{\text{méth}}}{M_{\text{méth}} \cdot V_{\text{solution}}} = \frac{0,4 \cdot m_{\text{solution}}}{M_{\text{méth}} \cdot V_{\text{solution}}}$$

$$C_{\text{ini}} = \frac{0,4 \cdot d \cdot \rho_{\text{eau}}}{M_{\text{méth}}}$$

AN: $C_{\text{ini}} = \frac{0,4 \times 0,897 \times 1}{M_{\text{méth}}} = 11,6 \text{ mol}$

• Concentration de la solution finale :

$$C_{\text{finale}} = \frac{m'_{\text{méth}}}{V_{\text{total}}} = \frac{m'_{\text{méth}}}{M_{\text{méth}} \cdot V_{\text{total}}} = \frac{0,4 \cdot m_{\text{solution}}}{M_{\text{méth}} \cdot V_{\text{total}}} = \frac{0,4 \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot d (V_{\text{tot}} - V_{\text{enlevé}})}{M_{\text{méth}} (V_{\text{tot}} - V_{\text{enlevé}} + V_{\text{ajé}})}$$

AN: $C_{\text{finale}} = \frac{0,4 \times 1 \times 0,897 (91000 - 3785)}{M_{\text{méth}} (91000 - 3785 + 3408)} = 11,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$0,031 (91000 - 3785 + 3408)$$

$$\% \text{ dilution} = \frac{C_{\text{ini}} - C_{\text{finale}}}{C_{\text{ini}}} = 4\% \rightarrow \text{OK} \text{ 😊}$$

Exercice 2 : Approche documentaire

① Compte tenu de la stoechiométrie de la réaction :

$$\frac{m_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2} = n(\text{O}_2)_{\text{formé}} \cdot \text{br } \text{O}_2(\text{g}) \text{ se comporte comme un gaz parfait}$$

$$\text{donc } n(\text{O}_2)_{\text{formé}} = \frac{P \cdot V_{\text{O}_2}}{RT}$$

$$\text{On en déduit la concentration en H}_2\text{O}_2 : C_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}_2}}{V_{\text{solution}}} = \frac{2 \cdot P \cdot V_{\text{O}_2}}{RT V_{\text{solution}}}$$

$$\text{AN: } C_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{2 \times 1013 \cdot 10^2 \times 0,010}{8,314 \times 273 \times 1} = 0,89 \text{ mol/L}$$

② $V_p = 20,0 \text{ mL}$ de la solution mère sont prélevés à la pipette jaugée, puis transférés dans une fiole jaugée de volume $V_f = 100 \text{ mL}$. On complète ensuite au trait de jauge avec de l'eau distillée.

③ Lorsque le catalyseur contenu dans l'ampoule d'addition est ajouté à l'eau oxygénée, $\text{O}_2(\text{g})$ produit déplace l'air contenu initialement dans le ballon et le tube coudé, qui lui-même, déplace l'eau contenue dans l'éprouvette retournée. Le volume d'eau baigne alors dans l'éprouvette. La graduation atteinte par l'eau correspond alors à V_{O_2} : Volume de O_2 dégagé.

④ Dans la solution diluée : $C_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{2 \cdot P \cdot V_{\text{O}_2}}{RT V_p}$

$$\text{Dans la solution mère : } C_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{mère}} = 2 \cdot \frac{V_f}{V_p} \cdot \frac{P V_{\text{O}_2}}{RT V_p}$$

$$\text{AN: } C_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{mère}} = 2 \times \frac{100}{20} \cdot \frac{1013 \cdot 10^2 \times 42 \cdot 10^{-6}}{8,314 \times (273+21) \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 0,87 \text{ mol/L}$$

⑤ Avec la formule de propagation des incertitude

$$u(C_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{mère}}) = C_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{mère}} \sqrt{\left(\frac{u(V_f)}{V_f}\right)^2 + \left(\frac{u(V_{\text{O}_2})}{V_{\text{O}_2}}\right)^2 + 2 \left(\frac{u(V_p)}{V_p}\right)^2}$$

• Comme source d'erreur, on prendra à chaque fois l'instrument uniquement, pour simplifier.

$$\text{On a alors } u(x) = \frac{x}{\sqrt{3}} \Rightarrow \begin{cases} u(V_f) = 0,058 \text{ mL} \\ u(V_{\text{O}_2}) = 0,577 \text{ mL} \\ u(V_p) = 0,017 \text{ mL} \end{cases}$$

$$\text{AN: } u(C_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{mère}}) = 0,87 \cdot \sqrt{\left(\frac{0,058}{100}\right)^2 + \left(\frac{0,577}{42}\right)^2 + 2 \left(\frac{0,017}{20}\right)^2} = 0,012 \text{ mol/L à } 68\% \text{ de confiance.}$$

$$\Rightarrow \text{on en déduit, à } 95\% \text{ de confiance: } U(C_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{mère}}) = 2 \times 0,012 = 0,024 \text{ mol/L}$$

$$\text{on écrit: } C_{\text{H}_2\text{O}_2}^{\text{mère}} = 0,87 \pm 0,03 \text{ mol/L}$$

⑥ On a bien $0,84 < C_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,89 \text{ mol/L} < 0,90$
 $\rightarrow \text{OK } \text{😊}$

Exercice 3 : Propanone en phase gaz

1a) Densité d'un gaz : $d = M_{\text{gaz}}/M_{\text{air}}$

Ici : $d = M(A)/29 = 2,1$

1b)

	$A_{(g)}$	$B_{(g)}$	$H_{2(g)}$	$n_{\text{tot},g}$
t_0	5	0	0	5
t	$5 - \xi$	ξ	ξ	$5 + \xi$

Puisque V est constant ($V = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$), on exprime les pressions partielles à l'aide de la relation des GP : $P_i \cdot V = n_i \cdot R \cdot T$

$$Q_r = \frac{P_{H_2} \cdot P_B}{P_A \cdot P^\circ} = \frac{n_B \cdot n_{H_2} \cdot R \cdot T}{n_A \cdot V \cdot P^\circ}$$

1c)

$$Q_r = \frac{\xi^2 \cdot R \cdot T}{(5 - \xi) \cdot V \cdot P^\circ}$$

1d)

$$Q_{r,\text{éq}} = K^\circ = 3,5 = \frac{\xi_{\text{éq}}^2 \cdot R \cdot T}{(5 - \xi_{\text{éq}}) \cdot V \cdot P^\circ}$$

=> $\xi_{\text{éq}} = 1,11 \text{ mol}$; $n_{A,\text{éq}} = 3,89 \text{ mol}$; $n_{B,\text{éq}} = n_{H_2,\text{éq}} = 1,11 \text{ mol}$;

L'état final est donc un état d'équilibre : il y a coexistence des réactifs et des produits.

NB : En phase gaz, ou en solution, l'équilibre chimique est toujours atteint.

$$P_{\text{éq}} = \frac{(5 + \xi_{\text{éq}}) \cdot R \cdot T}{V} = 68,0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad (68,0 \text{ bar})$$

1e) Taux de dissociation : $\xi_{\text{éq}}/n_0 = 1,11/5 = 0,22$ (**22% dissocié**)

1f)

$$M_{\text{mélange}} = x_A \cdot M_A + x_B \cdot M_B + x_{H_2} \cdot M_{H_2}$$

$$= (3,89 \cdot 60 + 1,11 \cdot 58 + 1,11 \cdot 2) / 6,11$$

$$= 49,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$d = M_{\text{mélange}} / 29 = 1,7$$

2a)

$$Q_r = \frac{1 \times 1 \cdot R \cdot T}{1 \cdot V \cdot P^\circ} = 11,1 > K^\circ$$

La réaction va évoluer dans le **sens indirect**

2b)

	$A_{(g)}$	$B_{(g)}$	$H_{2(g)}$	$n_{\text{tot},g}$
t_0	1	1	1	3
t	$1 + \xi$	$1 - \xi$	$1 - \xi$	$3 - \xi$

$$Q_r = \frac{P_{H_2} \cdot P_B}{P_A \cdot P^\circ}$$

Rm : Dans ce cas, on trouvera un avancement positif.

$$Q_{r,\text{éq}} = K^\circ = 3,5 = \frac{(1 - \xi'_{\text{éq}})^2 \cdot R \cdot T}{(1 + \xi'_{\text{éq}}) \cdot V \cdot P^\circ} \Rightarrow \xi'_{\text{éq}} = 0,35 \text{ mol}$$

On peut aussi faire le tableau comme ceci :

	$A_{(g)}$	$B_{(g)}$	$H_{2(g)}$	$n_{\text{tot},g}$
t_0	1	1	1	3
t	$1 - \xi$	$1 + \xi$	$1 + \xi$	$3 - \xi$

$$Q_r = \frac{P_{H_2} \cdot P_B}{P_A \cdot P^\circ}$$

On aurait alors trouvé, en résolvant l'équation correspondante, un avancement négatif (car évolution dans le sens indirect).

$n'_{A,\text{éq}} = 1,35 \text{ mol}$; $n'_{B,\text{éq}} = n'_{H_2,\text{éq}} = 0,65 \text{ mol}$

3.

	$A_{(g)}$	$B_{(g)}$	$H_{2(g)}$	$n_{\text{tot},g}$
t_0	n_0	0	0	n_0
t	$n_0 - \xi$	ξ	ξ	$n_0 + \xi$

$$Q_r = \frac{P_{H_2} \cdot P_B}{P_A \cdot P^\circ}$$

Puisque P est constant, on exprime les pressions partielles à l'aide de la relation de Dalton : $P_i = x_i \cdot P$

$$Q_r = \frac{n_{H_2} \cdot n_B \cdot P}{n_A \cdot n_{\text{tot}} \cdot P^\circ} = \frac{\xi^2 \cdot P}{(n_0 - \xi) \cdot (n_0 + \xi) \cdot P^\circ} = \frac{\xi^2 \cdot P}{(n_0^2 - \xi^2) \cdot P^\circ}$$

On souhaite avoir : $\xi_{\text{éq}} = 0,9 \cdot n_0 \Rightarrow K^\circ = 3,5 = \frac{(0,9 \cdot n_0)^2 \cdot P}{(n_0^2 - (0,9 \cdot n_0)^2) \cdot P^\circ} = \frac{0,81 \cdot P}{0,19 \cdot P^\circ}$

=> **P = 0,82 bar**