

## Correction IE1 « formative » Chimie 2A du 9 novembre 2020

Question	Résultat	Barème																				
<b>Ex. 1</b>	<b>Synthèse industrielle de l'éthanol</b>	<b>12,00</b>																				
A.1.	$\Delta_r H_{298}^0 = -235,1 + 241,4 - 52,3 = -46,0 \text{ kJ.mol}^{-1}$ $\Delta_r S_{298}^0 = 282,7 - 188,8 - 219,5 = -125,6 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <math display="block">\Delta_r G_{298}^0 = \Delta_r H_{298}^0 - T\Delta_r S_{298}^0 = -46000 + 298 \times 125,6 = -8571,2 \text{ J.mol}^{-1}</math> </div> $\Delta_r G_{298}^0 = -8,57 \text{ kJ.mol}^{-1}$	0,5 0,5 0,25 expression littérale de $\Delta G$ 0,25																				
A.2.	$\Delta_r G_{573}^0 = -46000 + 573 \times 125,6 = 25968,8 \text{ J.mol}^{-1}$ $K_{(573)}^0 = \exp\left(-\frac{\Delta_r G_{573}^0}{R \cdot 573}\right) = \exp\left(-\frac{25968,8}{8,314 \cdot 573}\right) = 4,29 \cdot 10^{-3}$	0,5 0,5																				
	0,25/0,5 si $\Delta G_{573}$ faux mais expression littérale de $K^0$ juste et valeur cohérente Les capacités thermiques ne sont pas négligeables.	0,5																				
A.3.	<u>Influence de la température</u> $\Delta_r H^0 < 0 \Rightarrow$ la réaction est exothermique dans le sens (1) et une augmentation de la température déplace l'équilibre dans le sens contraire à la synthèse de l'éthanol $\Rightarrow$ sens (2). Pour déplacer l'équilibre dans le sens (1), il faut diminuer la température. <u>Influence de la pression</u> Une augmentation de la pression déplace l'équilibre dans le sens qui s'accompagne d'une diminution de la quantité de gaz ( $\Delta n_{\text{gaz}} = -1$ ) $\Rightarrow$ sens (1) <u>Choix des conditions expérimentales</u> <u>Une pression élevée permet d'améliorer le rendement</u> mais <u>une température élevée diminue le rendement</u> . (Pour info : la température de 300°C est choisie pour des raisons de cinétique)	0,5  0,5  2*0,25																				
B.1	$v = N - r - r' + p - \phi = 3 - 1 - 1 + 0 - 1 = 0 \quad (p = 0 \text{ car } p \text{ est fixée à } 70 \text{ bars et } T \text{ à } 573 \text{ K}).$ Le système est donc parfaitement défini. (Paramètres intensifs : P, T, $P_{\text{C}_2\text{H}_4}$ , $P_{\text{H}_2\text{O}}$ , $P_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}$ )  $P = P_{\text{C}_2\text{H}_4} + P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}$ $P_{\text{C}_2\text{H}_4} = P_{\text{H}_2\text{O}}$ $K_P = \frac{P_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}}{P_{\text{C}_2\text{H}_4} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}}$ Il y a (5-2) inconnues (p et T fixées) et 3 équations $\Rightarrow v = 5-2-3 = 0$	0,5 0,5  0,25 0,25  0,25  0,5																				
B.2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></th> <th>H<sub>2</sub>O</th> <th>CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E.I.</td> <td>n<sub>0</sub></td> <td>n<sub>0</sub></td> <td>0</td> <td>2 n<sub>0</sub></td> </tr> <tr> <td>équilibre</td> <td>n<sub>0</sub> - <math>\xi_e</math></td> <td>n<sub>0</sub> - <math>\xi_e</math></td> <td><math>\xi_e</math></td> <td>2 n<sub>0</sub> - <math>\xi_e</math></td> </tr> <tr> <td>P<sub>i</sub></td> <td><math>\frac{n_0 - \xi_e}{2n_0 - \xi_e} P</math></td> <td><math>\frac{n_0 - \xi_e}{2n_0 - \xi_e} P</math></td> <td><math>\frac{\xi_e}{2n_0 - \xi_e} P</math></td> <td>P</td> </tr> </tbody> </table> $n_0 = 2 \text{ mol}$ $K_P = \frac{P_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}}{P_{\text{C}_2\text{H}_4} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\xi_e P (4 - \xi_e)^2}{(4 - \xi_e)(2 - \xi_e)^2 P^2} = \frac{\xi_e (4 - \xi_e)}{(2 - \xi_e)^2 P} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ bar}^{-1}$ $4 \cdot K_P \cdot P - 4 \cdot K_P \cdot P \cdot \xi_e + K_P \cdot P \cdot \xi_e^2 = 4 \cdot \xi_e - \xi_e^2$		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Total	E.I.	n <sub>0</sub>	n <sub>0</sub>	0	2 n <sub>0</sub>	équilibre	n <sub>0</sub> - $\xi_e$	n <sub>0</sub> - $\xi_e$	$\xi_e$	2 n <sub>0</sub> - $\xi_e$	P <sub>i</sub>	$\frac{n_0 - \xi_e}{2n_0 - \xi_e} P$	$\frac{n_0 - \xi_e}{2n_0 - \xi_e} P$	$\frac{\xi_e}{2n_0 - \xi_e} P$	P	3*0,25 pour les Pi  0,5 expression théorique de $K_P$
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Total																		
E.I.	n <sub>0</sub>	n <sub>0</sub>	0	2 n <sub>0</sub>																		
équilibre	n <sub>0</sub> - $\xi_e$	n <sub>0</sub> - $\xi_e$	$\xi_e$	2 n <sub>0</sub> - $\xi_e$																		
P <sub>i</sub>	$\frac{n_0 - \xi_e}{2n_0 - \xi_e} P$	$\frac{n_0 - \xi_e}{2n_0 - \xi_e} P$	$\frac{\xi_e}{2n_0 - \xi_e} P$	P																		

	$(K_P \cdot P + 1) \cdot \xi_e^2 - 4 \cdot (K_P \cdot P + 1) \cdot \xi_e + 4 \cdot K_P \cdot P = 0$ $1,238 \cdot \xi_e^2 - 4,952 \cdot \xi_e + 0,952 = 0$ $\Delta = 4,952^2 - 4 \times 1,238 \times 0,952 = 19,808 \Rightarrow \xi_e = \frac{4,952 - \sqrt{19,808}}{2 \times 1,238} = 0,202$	0,5  0,5															
B.3	$r = \frac{\xi}{2} = \frac{0,202}{2} = 0,101$	2*0,25															
B.4	<p>Les quantités à l'équilibre sont donc  <math>n(\text{C}_2\text{H}_4) = n(\text{H}_2\text{O}) = 2 - \xi_e = 1,798 \text{ mol}</math>  <math>n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \xi_e = 0,202 \text{ mol}</math></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></th> <th>H<sub>2</sub>O</th> <th>CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A l'équilibre</td> <td>1,798</td> <td>1,798</td> <td>0,202</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Après ajout et avant évolution</td> <td>1,798</td> <td><b>2,798</b></td> <td>0,202</td> <td><b>4,798</b></td> </tr> </tbody> </table> <p><math>Q = \frac{P_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} \cdot P^0}{P_{\text{C}_2\text{H}_4} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0,202 \cdot P}{4,798} \frac{4,798}{2,798 \cdot P} = 2,75 \cdot 10^{-3}</math> (avec P = 70 bar)  <math>Q &lt; K^\circ \Rightarrow \Delta_r G_{T,P,\xi} = RT \cdot \ln(Q/K^\circ) &lt; 0 \Rightarrow</math> le système évolue dans le sens de la formation de l'éthanol (sens 1).  1,00/2,00 si <math>\xi</math> faux mais raisonnement juste.</p>		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Total	A l'équilibre	1,798	1,798	0,202		Après ajout et avant évolution	1,798	<b>2,798</b>	0,202	<b>4,798</b>	2*0,5  2*0,25  0,5  0,5
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	Total													
A l'équilibre	1,798	1,798	0,202														
Après ajout et avant évolution	1,798	<b>2,798</b>	0,202	<b>4,798</b>													

Question	Résultat	Barème															
<b>Ex. 2</b>	<b>Oxydation du Vanadium</b>	<b>8,00</b>															
1	$\Delta_r H^\circ_{298}$ formule A.N. : = <b>-1255 kJ.mol<sup>-1</sup></b>	0,5 0,5															
2	Formule : $\Delta_r U^\circ_{298} = \Delta_r H^\circ_{298} - \Delta n RT$ A.N. : $\Delta n_{\text{gaz}} = -2,5 \text{ moles}$ $\Delta_r U^\circ_{298} = -1255 \cdot 10^3 - (-2,5 \cdot 8,314 \cdot 298) = \mathbf{-1248,8 \text{ kJ.mol}^{-1}}$	0,5 0,5 0,5															
3	$\Delta_r U^\circ_{298} + \Sigma C_v dT = 0$  <b>Cas 1 : 4 x 0,25 tableau bilan</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V</th> <th>O<sub>2</sub></th> <th>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></th> <th>N<sub>2</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>état initial</td> <td>0,2</td> <td>0,4</td> <td>0</td> <td>1,6</td> </tr> <tr> <td>état final</td> <td>0</td> <td>0,15</td> <td>0,1</td> <td>1,6</td> </tr> </tbody> </table> $\Sigma C_v dT = (0,1 \cdot 122,0 + 0,15 \cdot 20,8 + 1,6 \cdot 20,1)(T_f - 298)$ => <b>T<sub>f</sub> = 2928,2 K</b> <b>1 pt ou 0,5 si calcul fait avec <math>\Delta_r H^\circ_{298}</math> plutôt que <math>\Delta_r U^\circ_{298}</math></b>		V	O <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N <sub>2</sub>	état initial	0,2	0,4	0	1,6	état final	0	0,15	0,1	1,6	1,0  1,0  1,0
	V	O <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N <sub>2</sub>													
état initial	0,2	0,4	0	1,6													
état final	0	0,15	0,1	1,6													
4	$\Sigma C_{\text{capacité}} dT = (0,1 \cdot 122,0 + 0,15 \cdot 20,8 + 836 + 1,6 \cdot 20,1)(T_f - 298)$ => <b>T<sub>f</sub> = 439,4 K</b>  <b>1 pt ou 0,5 si calcul fait avec <math>\Delta_r H^\circ_{298}</math> plutôt que <math>\Delta_r U^\circ_{298}</math></b>  $n_f = 1,6 (\text{N}_2) + 0,15 (\text{O}_2) = \mathbf{1,75}$ $P_{\text{finale}} = n_f \cdot 8,314 \cdot 439,4 / 0,02478 = \mathbf{257992 \text{ Pa}}$ soit <b>2,6 bars</b>  <b>1 pt ou 0,5 si calcul fait avec <math>\Delta_r H^\circ_{298}</math> plutôt que <math>\Delta_r U^\circ_{298}</math></b>	1,0  0,5  1,0															