

Chimie générale I pour sciences de la Vie

Réponses, série 3, 2009-2010

1. $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ K_C vaut 24 (600 K) et $V = 1 \text{ L}$

- a) t_0 : $[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = 1 \text{ mol} / 1 \text{ L} = 1 \text{ M}$

temps	$[\text{CO}]/\text{M}$	$[\text{H}_2\text{O}]/\text{M}$	$[\text{CO}_2]/\text{M}$	$[\text{H}_2]/\text{M}$
t_0	1	1	0	0
t_{eq}	$1-x$	$1-x$	x	x

$x = ?$

$$K_C = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{x^2}{(1-x)^2} = 24$$

$$23x^2 - 48x + 24 = 0 \rightarrow x_1 = 0,83 \text{ et } x_2 = 1,26.$$

avec $[\text{CO}]_0 = 1 \text{ M}$, $[\text{CO}_2]_{\text{max}} \leq 1 \text{ M}$

d'où $[\text{CO}_2]_{\text{eq}} = [\text{H}_2]_{\text{eq}} = 0,83 \text{ M}$

et $[\text{CO}]_{\text{eq}} = [\text{H}_2\text{O}]_{\text{eq}} = 1 - 0,83 = 0,17 \text{ M}$.

- b) ① Le coefficient réactionnel est $Q_C = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = 1 < K_C$, la réaction évoluera de gauche à

droite, dans le sens de la formation des produits, jusqu'à l'équilibre.

② Les produits de la réaction, CO_2 et H_2 , sont en excès par rapport aux réactifs CO et H_2O .

$Q_C = \infty > K_C$, la réaction évoluera de droite à gauche, dans le sens de la formation des réactifs.

③ Les réactifs sont excès, avec $Q_C = 0 < K_C$: la réaction évoluera de gauche à droite.

④ $Q_C = 64 > K_C$: la réaction évoluera de droite à gauche.

⑤ $Q_C = 24 = K_C$: on est à l'équilibre.

c) $K_{C2} = 1 / K_{C1} = 1 / 24 = 4,2 \times 10^{-2}$

2. $\text{N(g)} + 3 \text{ H(g)} \rightarrow \text{NH}_3\text{(g)}$

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{NH}_3) - \Delta H_f^\circ(\text{N}) - 3\Delta H_f^\circ(\text{H}) = -46 - 3 \times 218 - 473 = -1173 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Pour une liaison: $\Delta H_l^\circ = 1/3 \Delta H_r^\circ = -1173/3 = -391 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. a) $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T \Delta S_r^\circ = +15 - 298 \times 72 \times 10^{-3} = -6,46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$\Delta G_r^\circ = -RT \ln K \text{ d'où } K = \exp(-\Delta G_r^\circ / RT) = \exp(+6,46 / (8,31 \times 10^{-3} \times 298)) = \exp(2,61) = 13,6.$$

b) L'équilibre est déplacé à droite, $\Delta G_r^\circ < 0$: si l'on part des réactifs, la réaction est spontanée

c) $\Delta H_r^\circ > 0$: réaction enthalpiquement défavorisée

$T \Delta S_r^\circ > 0$: réaction entropiquement favorisée

d) Si T augmente, ΔG diminue et K augmente, l'équilibre est déplacé encore plus vers la droite.

4. $MM(\text{glucose}) = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, énergie disponible par gramme = $2803 \text{ (kJ/mol)} / 180 \text{ (g/mol)} = 15,6 \text{ kJ/g}$.
 $MM(\text{acide stéarique}) = 284 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, énergie disponible par gramme = $11281 \text{ (kJ/mol)} / 284 \text{ (g/mol)} = 39,7 \text{ kJ/g}$.

Rem : Il est plus efficace de stocker l'énergie dans le corps sous forme de gras que de sous forme de sucre!

5. a) une puissance de 80 W équivaut à $80 \times 60 \times 60 \times 24 = 6912$ kJ/jour.
 Pour obtenir 6912 kJ/jour il faut $6912/2800 = 2,47$ moles de glucose, par jour.
 La consommation de glucose est alors de $2,47 \times 180 = 444$ g/jour.
 b) Il faut 6 moles d'O₂ pour chaque mole de glucose, donc pour 2,47 moles, il faut 14,8 moles d'oxygène qui occupent à 298 K un volume de $24,2 \cdot 14,8 = 358,6$ litres. Cela correspond à $358,6/0,21 = 1707,8$ litres d'air.
 c) Il faudra $1707,8/0,20 = 8535$ litres d'air, ce qui correspond à $8535/24 \times 60 = 6$ litres par minute.

6. $C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$ avec $K_p = 10^{-18}$ kPa

a) $K_p = \frac{P_{CO} \cdot P_{H_2}}{P_{H_2O}}$ avec à t_0 : $P_{CO} + P_{H_2} = 2$ kPa, soit $P_{CO} = P_{H_2} = 1$ kPa

à t_{eq} on pose $P_{H_2O} = x$; $P_{CO} = 1 - x$; $P_{H_2} = 1 - x$;

$$K_p = \frac{(1-x)^2}{x} \text{ soit } x^2 - (2 + K_p)x + 1 = 0$$

$x \approx 1 \rightarrow P_{H_2O} \approx 1$ kPa

b) On ajoute du produit :

$$P_{CO} = P_{H_2} = \sqrt{K_p \cdot P_{H_2O}} = \sqrt{10^{-18} \cdot 1} \approx 1 = \sqrt{10^{-18}} \approx 10^{-9} \text{ kPa}$$

donc l'équilibre est presque totalement déplacé à gauche. La réaction évolue de droite à gauche, de manière à consommer le monoxyde de carbone.

c) La présence de charbon solide n'a pas d'influence sur la constante d'équilibre K_p .

d) $\Delta H_r^o = \Delta H_f^o(CO) - \Delta H_f^o(H_2O) = -111 + 242 = 131$ kJ·mol⁻¹.

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r, \text{ donc } \Delta S_r = (\Delta H_r^o - \Delta G_r^o)/T$$

avec $\Delta G_r^o = -RT \ln K_p = -8,31 \times 10^{-3} \times 298 \times \ln(10^{-18}) = 102,6$ kJ·mol⁻¹

d'où $\Delta S_r = (131 - 102,6)/298 = +95,3$ J·mol⁻¹·K⁻¹

QCM A

D

QCM K'

+ - + +