

Interrogation écrite de chimie

Corrigé

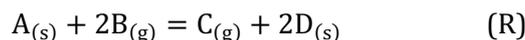
Mercredi
1^{er} octobre 2024

Les gaz seront considérés comme des gaz parfaits.

1) État final d'une transformation

On considère une transformation se déroulant dans une enceinte fermée de volume V . La pression dans l'enceinte est notée p .

La transformation peut être modélisée par une unique réaction, d'équation (R) et de constante d'équilibre K° .



On précise que cette réaction est exothermique. La température T dans l'enceinte est toutefois maintenue constante grâce à l'utilisation d'un thermostat.

On note $n_{A,0}$ la quantité de matière initiale du solide A dans l'enceinte et $n_{B,0}$ la quantité de matière du gaz B dans l'enceinte.

L'enceinte contient également du diazote $N_{2(g)}$, gaz inerte, en quantité n_{N_2} .

a) On considère tout d'abord que $A_{(s)}$ est le réactif limitant.

- Quelle inégalité doivent vérifier $n_{A,0}$ et $n_{B,0}$ pour que A soit le réactif limitant ?

$$n_{A,0} < \frac{n_{B,0}}{2}$$

Donner l'expression de l'avancement maximal :

$$\xi_{max} = n_{A,0}$$

- Entourer ou cocher la bonne réponse :

« Si $A_{(s)}$ est le réactif limitant :

- l'état final est nécessairement un état d'équilibre ;
- la réaction est nécessairement totale dans l'état final ;
- les deux cas précédents sont a priori possibles, tout dépend de la valeur de $n_{A,0}$. »

b) On considère maintenant que $B_{(g)}$ est le réactif limitant.

- Quelle inégalité doivent vérifier $n_{A,0}$ et $n_{B,0}$ pour que B soit le réactif limitant ?

$$\frac{n_{B,0}}{2} < n_{A,0}$$

Donner l'expression de l'avancement maximal :

$$\xi_{max} = \frac{n_{B,0}}{2}$$

- Entourer la bonne réponse :

« Si $B_{(g)}$ est le réactif limitant :

- l'état final est nécessairement un état d'équilibre ;
- la réaction est nécessairement totale dans l'état final ;
- les deux cas précédents sont a priori possibles, tout dépend de la valeur de $n_{B,0}$. »

Tournez la page...

2) Déplacement d'équilibre

On reprend le système précédent dans le cas où il a évolué pour se trouver dans une situation d'équilibre chimique pour la réaction (R).

a) Énoncer la loi de Guldberg et Waage (ou loi de l'équilibre chimique) :

La réaction (R) étant à l'équilibre chimique, le quotient réactionnel Q est égal à la constante d'équilibre K° : $Q = K^\circ$.

b) Donner deux expressions possibles pour le quotient réactionnel de la réaction (R) :
- l'une en fonction des fractions molaires des gaz et de la pression p dans l'enceinte :

$$Q = \frac{a_{(C)(g)} \cdot a_{D(s)}^2}{a_{(A)(s)} \cdot a_{B(g)}^2} = \frac{p_C \cdot p^\circ}{p_B^2} = \frac{x_C \cdot p^\circ}{x_B^2 \cdot p}$$

- l'autre en fonction des quantités de matière de chaque gaz dans l'enceinte (n_B , n_C et n_{N_2}), de la température T et du volume V :

$$Q = \frac{p_C \cdot p^\circ}{p_B^2} = \frac{\left(\frac{n_C RT}{V}\right) \cdot p^\circ}{\left(\frac{n_B RT}{V}\right)^2} = \frac{n_C \cdot V \cdot p^\circ}{n_B^2 \cdot RT}$$

c) À partir d'une situation d'équilibre, on injecte un peu de diazote dans l'enceinte, à température et volume constants. Déterminer si cela entraînera un déplacement d'équilibre pour la réaction (R) et, si oui, dans quel sens.

D'après l'expression $Q = \frac{n_C \cdot V \cdot p^\circ}{n_B^2 \cdot RT}$, on voit que Q est indépendante de n_{N_2} . Injecter du diazote à V et T constants n'aura donc aucun effet sur la valeur de Q .
Comme T est constante, K° est constante également.
Donc on a toujours $Q = K^\circ$ après avoir injecté du diazote : cela n'entraîne donc aucun déplacement d'équilibre.

d) À partir d'une situation d'équilibre, on modifie le thermostat pour augmenter légèrement la température. Une paroi du réacteur s'ajuste pour maintenir une pression constante p dans le réacteur. Déterminer si cette modification entraînera un déplacement d'équilibre pour la réaction (R) et, si oui, dans quel sens.

Sans modification des quantités de matière, les fractions molaires restent constantes. La pression est constante également, donc on voit d'après l'expression $Q = \frac{x_C \cdot p^\circ}{x_B^2 \cdot p}$ que Q ne sera pas modifié.

Or la réaction étant exothermique, K° diminue si T augmente.

On aura donc $Q > K^\circ$ après la perturbation : la réaction (R) évoluera donc dans le sens indirect pour retrouver l'état d'équilibre.

3) Atomistique

a) Donner la valeur approchée (1 seul chiffre significatif) des rapports suivants entre masse du proton m_p , masse du neutron m_N et masse de l'électron m_e :

$$\frac{m_p}{m_N} \approx 1$$

$$\frac{m_p}{m_e} \approx 2 \cdot 10^3$$

b) Compléter la phrase suivante :

« Les atomes $^{12}_6\text{C}$ et $^{13}_6\text{C}$ sont qualifiés d'isotopes car :

- ils font partie du même élément chimique, puisqu'ils ont le même numéro atomique $Z = 6$
- ils diffèrent par leur nombre de masse ($12 \neq 13$) »