

Exercices supplémentaires

CORRIGÉ

CHAPITRE 7 : L'ÉTUDE QUALITATIVE DE L'ÉTAT D'ÉQUILIBRE

7.1 QU'EST-CE QUE L'ÉQUILIBRE CHIMIQUE ?

1. Lequel des énoncés suivants est vrai ?

- A. Lorsqu'un système est à l'équilibre, la loi de la conservation de la matière ne s'applique plus.
- B. Lorsqu'un système est à l'équilibre, la masse des réactifs est la même que celle des produits.
- C. Lorsqu'un système est à l'équilibre, la quantité de réactifs et la quantité de produits demeurent constantes.
- D. Lorsqu'un système est à l'équilibre, le nombre de molécules des réactifs est le même que le nombre de molécules des produits.

2. Vous placez du dihydrogène gazeux et du diiode gazeux dans un contenant que vous fermez hermétiquement. Ces deux gaz réagissent ensemble selon l'équation suivante :



Après un certain temps, vous constatez que la couleur du système se stabilise et que l'équilibre est atteint. Lequel des énoncés suivants caractérise ce système ?

- A. La concentration des réactifs et la concentration du produit sont égales.
- B. La réaction chimique s'est arrêtée complètement.
- C. La vitesse de synthèse de l'iodure d'hydrogène est égale à celle de sa décomposition.
- D. Le système ne contient plus de réactifs.

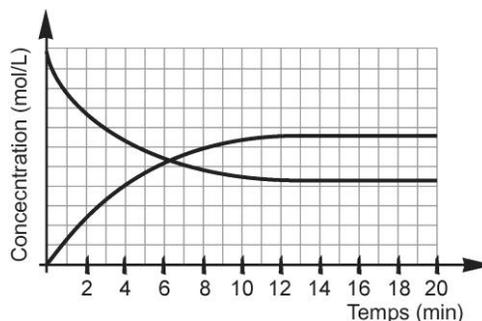
3. Lequel des systèmes suivants peut atteindre l'équilibre ?

- A. Une bonbonne d'hélium dont la pression est constante.
- B. Un verre qui contient une quantité constante d'eau.
- C. Un thermomètre à alcool qui indique une température constante.
- D. Un aquarium dont l'eau est saturée d'oxygène.

4. Laquelle des propriétés suivantes n'est pas une propriété macroscopique d'un système à l'équilibre ?

- A. Le pH.
- B. La pression.
- C. La vitesse de réaction.
- D. La température.

5. Soit le graphique suivant :



À partir de quel moment l'équilibre est-il atteint ?

- A. 6 min
 B. 13 min
 C. 20 min
 D. 0 min

6. Lequel des énoncés suivants décrit une réaction réversible ?

- A. Un mélange d'eau et de glace.
 B. La dissolution du sulfate de cuivre produisant une solution d'un bleu limpide.
 C. Un mélange d'hélium et d'argon.
 D. Une flaque d'eau qui s'évapore.

7.2 L'EFFET DE DIFFÉRENTS FACTEURS SUR L'ÉQUILIBRE

1. Lequel des énoncés suivants est en accord avec le principe de Le Chatelier ?

- A. Lorsqu'on augmente la concentration d'un réactif, la réaction directe est favorisée, puisque le système s'oppose au changement en utilisant le surplus pour former des produits.
 B. Lorsqu'on augmente la concentration d'un réactif, la réaction inverse est favorisée, puisque le système s'oppose au changement en utilisant le surplus pour former une plus grande quantité de réactifs.
 C. Lorsqu'on augmente la concentration d'un réactif, aucune réaction n'est favorisée, puisque le système s'oppose au changement en bloquant la transformation.
 D. Lorsqu'on augmente la concentration d'un réactif, la vitesse de la réaction augmente, puisque le système cherche à rétablir les concentrations initiales des réactifs et des produits.

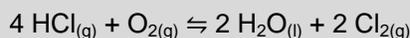
2. Le monoxyde de carbone réagit avec le dioxygène pour produire du dioxyde de carbone jusqu'à ce que l'équilibre suivant soit atteint :



Si on laisse s'échapper le dioxyde de carbone, comment varie la concentration de chacune des substances de la réaction ?

- A. [CO] diminue, [O₂] diminue, [CO₂] augmente.
 B. [CO] augmente, [O₂] augmente, [CO₂] diminue.
 C. [CO] diminue, [O₂] augmente, [CO₂] diminue.
 D. [CO] augmente, [O₂] augmente, [CO₂] augmente.

3. Soit la réaction suivante à l'équilibre :



Si on injecte du dioxygène dans le système, comment varie la concentration de l'eau ?

- A. La concentration de l'eau ne change pas, puisque l'eau est liquide.
 B. La concentration de l'eau ne change pas, puisqu'aucune réaction n'est favorisée.
 C. La concentration de l'eau augmente, puisque la réaction directe est favorisée.
 D. La concentration de l'eau diminue, puisque la réaction inverse est favorisée.

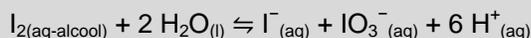
4. Lorsque Charles mélange une solution de nitrate d'argent avec du dichlorure de cuivre, il se produit une réaction de précipitation, jusqu'à ce que l'équilibre suivant soit atteint :



Lequel des changements suivants permet de favoriser la réaction inverse ?

- A. L'ajout de nitrate d'argent (AgNO_3) solide.
 B. L'ajout de dichlorure de cuivre (CuCl_2) solide.
 C. L'ajout de chlorure d'argent (AgCl) solide.
 D. L'ajout de dinitrate de cuivre ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) solide.

5. Julie verse un mélange de diiode, d'alcool et d'eau dans un bécher. Après un certain temps, l'équilibre suivant est atteint :



Lequel des changements suivants permet de favoriser la réaction directe ?

- A. L'ajout d'un acide.
 B. L'ajout de diiode solide.
 C. L'ajout d'eau.
 D. L'ajout d'iodure de potassium (KI).

6. Un mélange de N_2 et de H_2 est placé dans un ballon jusqu'à ce que l'équilibre suivant soit atteint :



Comment varie la concentration de chacune des substances de la réaction si on chauffe le système ?

- A. $[\text{N}_2]$ augmente, $[\text{H}_2]$ augmente, $[\text{NH}_3]$ augmente.
 B. $[\text{N}_2]$ augmente, $[\text{H}_2]$ augmente, $[\text{NH}_3]$ diminue.
 C. $[\text{N}_2]$ diminue, $[\text{H}_2]$ diminue, $[\text{NH}_3]$ diminue.
 D. $[\text{N}_2]$ diminue, $[\text{H}_2]$ diminue, $[\text{NH}_3]$ augmente.

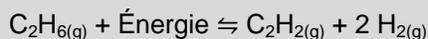
7. Après une diminution de la température, la réaction inverse d'un des systèmes suivants est favorisée. De quel système s'agit-il ?

- A. $C_{(s)} + 2 H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} \quad \Delta H = -75,2 \text{ kJ}$
- B. $4 HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2 Cl_{2(g)} + 2 H_2O_{(g)} + 131 \text{ kJ}$
- C. $H_{2(g)} + I_{2(g)} + 53 \text{ kJ} \rightleftharpoons 2 HI_{(g)}$
- D. $C_2H_{2(g)} + 2 H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + \text{Énergie}$

8. Lequel des systèmes suivants ne subit pas de changement après une variation de la pression ?

- A. $Zn_{(s)} + 2 HCl_{(aq)} \rightleftharpoons ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$
- B. $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$
- C. $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \rightleftharpoons NH_4Cl_{(s)}$
- D. $CO_{(g)} + 2 H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)}$

9. Soit la réaction suivante à l'équilibre :



Si on augmente la pression du système, comment varie la concentration de chacune des substances de la réaction ?

- A. $[C_2H_6]$ augmente, $[C_2H_2]$ diminue, $[H_2]$ diminue.
- B. $[C_2H_6]$ diminue, $[C_2H_2]$ augmente, $[H_2]$ augmente.
- C. $[C_2H_6]$ diminue, $[C_2H_2]$ diminue, $[H_2]$ diminue.
- D. $[C_2H_6]$ augmente, $[C_2H_2]$ augmente, $[H_2]$ augmente.

10. Jean-François place du dihydrogène et du diiode dans un ballon. L'équilibre suivant est atteint.

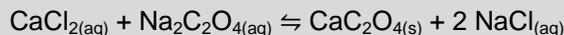


Si Jean-François ajoute un catalyseur dans le ballon, qu'arrive-t-il à la couleur du système ?

- A. La couleur violette devient moins intense, parce que la réaction directe est favorisée.
- B. La couleur violette devient moins intense, parce que le catalyseur diminue la concentration de l'ensemble des substances.
- C. La couleur n'est pas modifiée, puisqu'aucune réaction n'est favorisée.
- D. La couleur violette devient plus intense, parce que la réaction inverse est favorisée.

7.3 LES APPLICATIONS DE L'ÉQUILIBRE

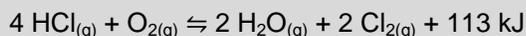
1. Soit la réaction suivante à l'équilibre :



Laquelle des modifications suivantes permet d'obtenir plus de CaC_2O_4 ?

- A. Augmenter la pression.
- B. Retirer le CaC_2O_4 au fur et à mesure qu'il se forme.
- C. Ajouter du dichlorure de calcium.
- D. Ajouter un catalyseur.

2. L'acide chlorhydrique réagit en présence du dioxygène jusqu'à ce que l'équilibre suivant soit atteint :



Laquelle des modifications suivantes permet d'obtenir plus de dichlore ?

- A. Diminuer la pression.
- B. Augmenter la température.
- C. Retirer le dioxygène.
- D. Liquéfier l'eau.

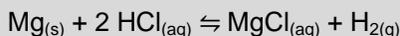
3. Dans l'industrie, le méthanol est produit par la réaction entre le monoxyde de carbone et le dihydrogène. Cette réaction est illustrée par l'équation suivante :



Lequel des énoncés suivants présente une condition qui favorise la production du méthanol ?

- A. Une augmentation de la température.
- B. Une augmentation de la pression.
- C. Le retrait du dihydrogène.
- D. L'ajout d'un catalyseur approprié.

4. Il existe plusieurs méthodes de production du dihydrogène. L'une d'entre elles consiste à faire réagir un acide avec un métal. Par exemple :



Laquelle des modifications suivantes ne permet pas de favoriser la production du dihydrogène ?

- A. Retirer le dihydrogène au fur et à mesure qu'il se forme.
- B. Diminuer la pression.
- C. Ajouter du magnésium.
- D. Augmenter la concentration de l'acide chlorhydrique.

5. L'ammoniac peut être produit selon l'équation suivante :



Lesquelles des modifications suivantes permettent de produire de l'ammoniac plus rapidement ?

- A. Diminuer la température.
- B. Ajouter un catalyseur.
- C. Augmenter la pression.
- D. Injecter du diazote.

SYNTHÈSE DU CHAPITRE 7

1. Une augmentation de la pression favorise la réaction directe d'un des systèmes suivants.

De quel système s'agit-il ?

- A. $\text{H}_{2(\text{g})} + \text{I}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{HI}_{(\text{g})}$
- B. $\text{C}_{(\text{s})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{g})}$
- C. $\text{PCl}_{5(\text{g})} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})}$
- D. $4 \text{HCl}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} + 2 \text{Cl}_{2(\text{g})}$

2. Une augmentation de la température ne favorise pas la réaction directe d'un des systèmes suivants.

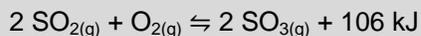
De quel système s'agit-il ?

- A. $\text{N}_{2(\text{g})} + \frac{5}{2} \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{5(\text{g})} \quad \Delta H = +42,5 \text{ kJ}$
- B. $\text{C}_{(\text{s})} + 2 \text{H}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{CH}_{4(\text{g})} \quad \Delta H = -75 \text{ kJ}$
- C. $\text{N}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} + 181 \text{ kJ} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{(\text{g})}$
- D. $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$

3. Laquelle des modifications suivantes favorise toujours la réaction directe d'un système à l'équilibre ?

- A. L'augmentation de la température.
- B. L'augmentation de la pression.
- C. L'ajout d'un catalyseur.
- D. La diminution de la concentration d'un produit.

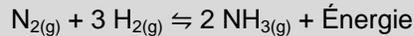
4. Soit la réaction suivante :



À quel moment peut-on dire que l'équilibre est atteint ?

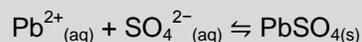
- A. Lorsque la concentration de SO_2 est égale à la celle de SO_3 .
- B. Lorsque les concentrations de toutes les substances de la réaction demeurent constantes.
- C. Lorsque les concentrations de toutes les substances de la réaction sont égales.
- D. Lorsque la concentration de SO_2 est le double de celle de O_2 .

5. Émilie place du diazote et du dihydrogène dans un contenant. Après un certain temps, l'équilibre suivant est atteint :



Quel est l'effet d'une augmentation de la concentration du dihydrogène sur la concentration de chacune des substances de la réaction ?

- A. $[\text{N}_2]$ diminue, $[\text{H}_2]$ diminue, $[\text{NH}_3]$ augmente.
- B. $[\text{N}_2]$ augmente, $[\text{H}_2]$ augmente, $[\text{NH}_3]$ augmente.
- C. $[\text{N}_2]$ diminue, $[\text{H}_2]$ augmente, $[\text{NH}_3]$ augmente.
- D. $[\text{N}_2]$ augmente, $[\text{H}_2]$ augmente, $[\text{NH}_3]$ diminue.
6. Il est possible d'éliminer certains ions nuisibles présents dans l'eau à l'aide d'une réaction de précipitation. Par exemple, l'ion plomb précipite en présence de l'ion polyatomique sulfate selon l'équation suivante :

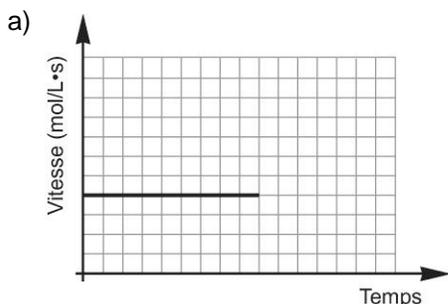


Comment peut-on obtenir une plus grande quantité de précipité ?

- A. En retirant le sulfate de plomb au fur et à mesure de sa formation.
- B. En ajoutant du sulfate de disodium (Na_2SO_4).
- C. En ajoutant un catalyseur.
- D. En augmentant la pression.

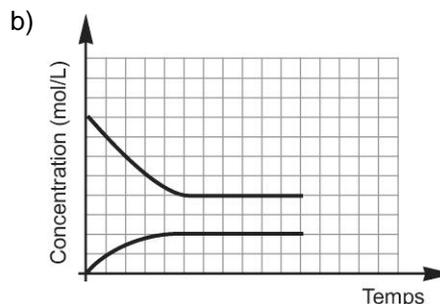
DÉFIS DU CHAPITRE 7

1. Observez chacun des graphiques suivants et indiquez s'il peut illustrer un système qui est parvenu à l'équilibre. Expliquez chacune de vos réponses.



Oui, ce graphique peut illustrer un système à l'équilibre, puisque la vitesse est constante en fonction du temps.

À l'équilibre, la vitesse de la réaction directe est égale à la vitesse de la réaction inverse.



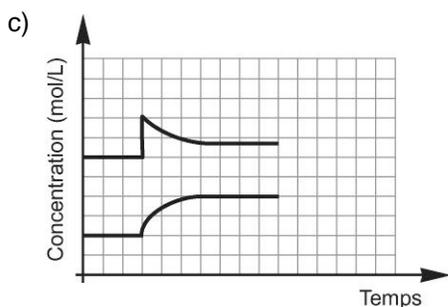
Oui, ce graphique peut illustrer un système à l'équilibre, puisqu'après un certain temps, les concentrations

des réactifs et des produits ne varient

pas en fonction du temps. En effet,

à l'équilibre, les propriétés

macroscopiques demeurent constantes.

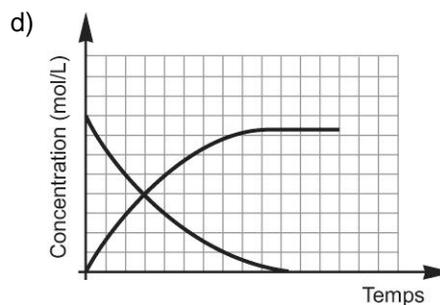


Oui, ce graphique peut illustrer un système à l'équilibre, puisqu'après un certain temps, les concentrations

des réactifs et des produits ne varient pas en fonction du temps. En effet,

à l'équilibre, les propriétés macroscopiques

demeurent constantes.



Non, ce graphique ne peut pas illustrer

un système qui est parvenu à l'équilibre,

puisque la concentration d'au moins

un réactif est nulle à la fin de la réaction.

On peut en déduire que la réaction

est complète.

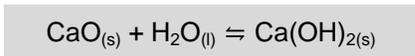
2. Très abondant sur la Terre, le calcaire est une roche sédimentaire constituée principalement de carbonate de calcium. La chaux, produit dérivé de cette roche, comporte de multiples applications, dont la fabrication du ciment, du béton, du verre et de la pâte à papier, l'amélioration du pH des sols agricoles, ainsi que le traitement de l'eau.

On peut représenter l'équilibre entre le carbonate de calcium et la chaux à l'aide des équations suivantes :

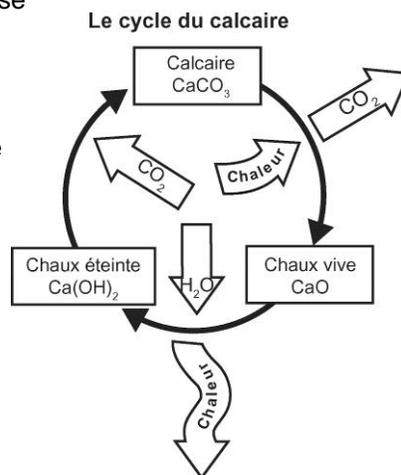
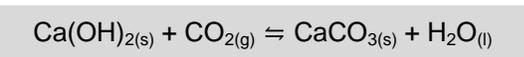
- Sous l'action de la chaleur, le carbonate de calcium se décompose pour produire de la chaux vive (CaO), selon l'équation suivante :



- En présence d'eau, la chaux vive se transforme en chaux éteinte (Ca(OH)₂) :



- Pour finir, le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère réagit avec la chaux éteinte pour produire à nouveau du carbonate de calcium :



Le schéma ci-contre illustre sommairement le cycle que ces réactions entraînent.

Quel est l'effet de l'augmentation du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère sur la production du carbonate de calcium ? Expliquez votre réponse.

L'augmentation du taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère favorise la réaction inverse

de la première étape. Il en résulte une augmentation de la production du carbonate de calcium.

De plus, elle favorise la réaction directe de la troisième étape, ce qui augmente encore une fois

la production du carbonate de calcium. Le résultat, globalement, est la production d'une plus grande quantité de carbonate de calcium.

3. Le graphique suivant illustre la vitesse de la réaction directe et de la réaction inverse en fonction du temps pour un système à l'équilibre.

Si on ajoute un catalyseur à ce système, comment sera modifiée la courbe du graphique ? Expliquez votre réponse.

La droite sera plus élevée, mais toujours à l'horizontale,

puisque l'ajout d'un catalyseur augmente également

la vitesse de la réaction directe et celle de la réaction

inverse.

