

Exercices

7.1 Qu'est-ce que l'équilibre chimique ?

- 1** La photo ci-contre montre un état d'équilibre entre l'alcool sous sa forme liquide et sa forme gazeuse.

Pour chacun des énoncés, indiquez s'il décrit correctement l'état d'équilibre entre l'alcool et sa vapeur. Si ce n'est pas le cas, expliquez pourquoi.

- a) À l'équilibre, le système a toujours le même nombre de molécules d'alcool liquide que de molécules d'alcool gazeux.

Incorrect. À l'équilibre, il n'y a pas nécessairement le même nombre de molécules de réactifs et de produits.

- b) À l'équilibre, le volume d'alcool liquide et le volume d'alcool gazeux ne varient pas avec le temps.

Correct.

- c) À l'équilibre, les molécules d'alcool s'évaporent et se condensent à la même vitesse.

Correct.

- d) À l'équilibre, le volume d'alcool liquide est toujours le même que celui de l'alcool gazeux.

Incorrect. À l'équilibre, le volume des réactifs n'est pas nécessairement égal au volume des produits.

- e) À l'équilibre, le même nombre de molécules d'alcool s'évaporent et se condensent.

Correct.

- f) À l'équilibre, les molécules d'alcool en phase gazeuse demeurent en nombre constant puisqu'elles ne peuvent pas s'échapper du contenant.

Correct.



- 2** Quels énoncés, parmi ceux du numéro précédent, montrent la nature dynamique de l'équilibre entre l'alcool et sa vapeur ? Expliquez votre réponse.

Les énoncés c et e, puisqu'ils montrent qu'il y a un échange perpétuel entre les réactifs et les produits.

- 3** Soit l'équation suivante : $\text{N}_{2(\text{g})} + 2 \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{2(\text{g})}$
- a) Comment s'appelle la transformation qui illustre la réaction directe ?
La réaction de synthèse du dioxyde d'azote.
- b) Comment s'appelle la transformation qui illustre la réaction inverse ?
La décomposition du dioxyde d'azote.
- 4** Nommez quatre exemples de propriétés macroscopiques.
Exemples de réponses. Pression, volume, masse, concentration, température, couleur, pH.
- 5** Dites si chacun des systèmes suivants représente un système ouvert ou un système fermé. Expliquez votre réponse.
- a) Un bécher rempli d'une solution de sucre. On considère la dissolution du sucre.
C'est un système fermé. Puisque le système ne comporte pas de gaz, il n'y a pas de perte des substances analysées dans l'environnement.
- b) Un bécher rempli d'une solution de sucre. On considère l'évaporation de l'eau.
C'est un système ouvert, puisque du gaz (vapeur d'eau) peut s'échapper du contenant.
- c) Une bouteille de shampoing scellée.
C'est un système fermé, puisqu'il ne peut y avoir perte de gaz, le contenant étant scellé.
- d) Un lave-vaisselle en marche.
C'est un système ouvert, puisqu'il y a entrée et sortie de différentes substances (eau, saleté, air, etc.).
- 6** Dites si chacun de ces systèmes est à l'équilibre ou non. Expliquez votre réponse.
- a) Un ballon contient de l'air possédant un taux d'humidité très élevé. Quelques gouttes d'eau sont visibles sur la paroi interne du ballon. La pression est constante dans le ballon.
C'est un système à l'équilibre, puisque les trois conditions sont respectées. L'eau liquide et sa vapeur représentent la réaction réversible. Le ballon constitue un système fermé. Comme la pression est constante, on peut déduire que les propriétés macroscopiques sont constantes.
- b) Dans une casserole, de l'eau bout à température constante.
Ce n'est pas un système à l'équilibre, puisque la casserole n'est pas un système fermé.

- c) Un pot scellé contient du sucre, dont la masse est constante.

Ce n'est pas un système à l'équilibre, puisqu'il n'y a pas de réaction réversible.

- d) Un thermomètre à alcool indique une augmentation de température à un rythme constant. On analyse le système formé par l'alcool et sa vapeur dans le thermomètre.

Ce n'est pas un système à l'équilibre, puisqu'une propriété macroscopique, la température, n'est pas constante.

- e) Une bonbonne est remplie d'un mélange d'hélium et d'argon, dont la pression est constante.

Ce n'est pas un système à l'équilibre, puisqu'il n'y a pas de réaction. (L'hélium et l'argon sont des gaz inertes. Ils ne réagissent pas ensemble.)

- f) Un bécher contient une solution de sel sursaturée. La température et le volume y sont constants.

C'est un système à l'équilibre si on évalue la dissolution du sel. Le sel dissous et celui sous forme solide représentent la réaction réversible. La température et le volume sont des propriétés macroscopiques, et elles sont constantes. Le bécher et son contenu constituent un système fermé.

- g) On effectue la combustion du méthane (CH_4) dans un contenant scellé. La réaction libère une quantité constante d'énergie.

Ce n'est pas un système à l'équilibre, puisque les propriétés macroscopiques ne sont pas constantes. En effet, si la réaction libère de l'énergie, c'est que la vitesse de la réaction de combustion est plus grande que la vitesse de la réaction inverse, s'il y en a une.

- h) Une bouteille de boisson gazeuse scellée contient du dioxyde de carbone, dont la pression partielle est de 450 kPa.

C'est un système à l'équilibre, puisque la pression est constante. Le dioxyde de carbone dissous et le dioxyde de carbone gazeux représentent la réaction réversible. De plus, le système est fermé, puisque la bouteille est scellée.

- 7** Samuel dit à Valérie: « Je te le dis, les molécules d'eau font la fête là-dedans! » Expliquez l'affirmation de Samuel.

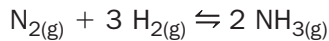
En effet, à l'équilibre, il y a un changement perpétuel entre les molécules d'eau sous forme liquide et sous forme gazeuse. C'est donc un état d'équilibre dynamique.



Exercices

7.2 L'effet de différents facteurs sur l'équilibre

- 1** La synthèse de l'ammoniac est une réaction qui atteint facilement l'équilibre. Cet équilibre est illustré par l'équation suivante :



- a) Quel serait le changement imposé à la réaction si une partie de l'ammoniac était liquéfiée ?

Une diminution de la concentration de l'ammoniac.

- b) Quelle serait alors la réaction favorisée ?

La réaction directe.

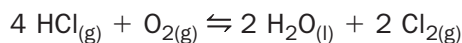
- c) Quel serait l'effet sur les concentrations de chacune des substances de la réaction ?

[N₂] Diminution.

[H₂] Diminution.

[NH₃] Diminution.

- 2** L'acide chlorhydrique réagit en présence de dioxygène jusqu'à ce qu'il atteigne l'équilibre suivant :



- a) Quel serait le changement imposé à la réaction si on ajoutait une base au système ?

Une diminution de la concentration de l'acide chlorhydrique.

- b) Où l'équilibre se déplacerait-il alors ?

Vers les réactifs.

- c) Qu'arriverait-il à la concentration de chacune des substances de la réaction ?

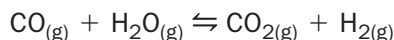
[HCl] Diminution.

[O₂] Augmentation.

[H₂O] Aucun changement de concentration, mais diminution de quantité.

[Cl₂] Diminution.

- 3** On peut produire du dihydrogène en faisant réagir de l'eau avec du monoxyde de carbone. Après un certain temps, l'équilibre suivant est atteint :



Si on injecte du monoxyde de carbone au système, qu'arrivera-t-il à la concentration de chacune des substances de la réaction ?

[CO] Augmentation.

[H₂O] Diminution.

[CO₂] Augmentation.

[H₂] Augmentation.

4 Soit la réaction de décomposition du trioxyde de difer, selon l'équilibre suivant :



a) Si on refroidit le système, quel sera l'effet sur l'équilibre ?

L'équilibre se déplacera vers les réactifs.

b) Et quel sera l'effet sur la quantité de chacun des produits ?

La quantité de chacun des produits diminuera.

c) Et quel sera l'effet sur la concentration du réactif ?

Puisque le réactif est solide, sa concentration ne changera pas, mais sa quantité va augmenter.

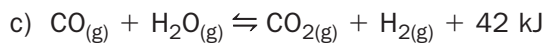
5 Pour chacun des systèmes suivants, quel type de réaction (inverse ou directe) est favorisé par une diminution de température ?



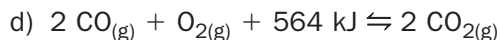
La réaction inverse.



La réaction directe.



La réaction directe.

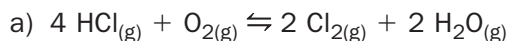


La réaction inverse.

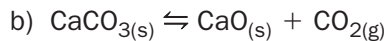
6 Il est possible d'obtenir du méthanol (CH₃OH) par la réaction du monoxyde de carbone gazeux avec du dihydrogène gazeux. Si une diminution de température favorise la production du méthanol, cette réaction est-elle exothermique ou endothermique ? Expliquez votre réponse.

Cette réaction est exothermique, puisque dans une réaction exothermique, une diminution de température favorise la réaction directe, donc la production de méthanol.

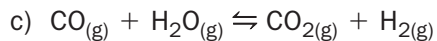
7 Pour chacun des systèmes suivants, indiquez si un changement de pression modifiera ou non l'équilibre, et expliquez pourquoi.



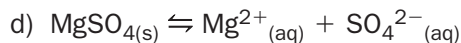
L'équilibre sera modifié, puisqu'il n'y a pas le même nombre de molécules de gaz de chaque côté de l'équation.



L'équilibre sera modifié, puisqu'il n'y a pas le même nombre de molécules de gaz de chaque côté de l'équation.

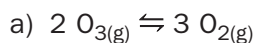


L'équilibre ne sera pas modifié, puisqu'il y a le même nombre de molécules de gaz de chaque côté de l'équation.

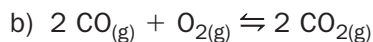


L'équilibre ne sera pas modifié, car la pression n'influe que sur les gaz. Or, il n'y a pas de gaz parmi les réactifs et les produits.

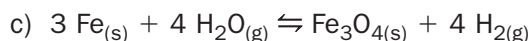
8 Pour chacun de ces systèmes, quel type de réaction (inverse ou directe) est favorisé par une augmentation du volume ?



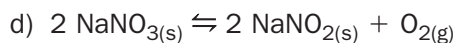
La réaction directe est favorisée.



La réaction inverse est favorisée.



Aucune réaction n'est favorisée.



La réaction directe est favorisée.

9 Soit la réaction suivante: $\text{CO}_{(g)} + 2 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$. Si on augmente la pression du système, quel est l'effet sur la concentration de chacune des substances suivantes ?

[CO] Diminution.

[H₂] Diminution.

[CH₃OH] Augmentation.

10 Remplissez le tableau en indiquant la variation de concentration de chaque substance résultant des changements imposés sur l'équilibre suivant :

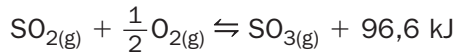


Modification	[Zn]	[HCl]	[ZnCl ₂]	[H ₂]
Augmentation de pression	Aucune	Augmentation	Diminution	Diminution
Diminution de température	Aucune	Diminution	Augmentation	Augmentation
Ajout de HCl	Aucune	Augmentation	Augmentation	Augmentation
Retrait de H ₂	Aucune	Diminution	Augmentation	Diminution

Exercices

7.3 Quelques applications de l'équilibre

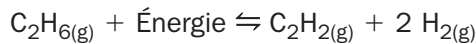
- 1** Les combustibles fossiles contiennent un certain pourcentage de soufre qui contribue à l'acidification des pluies par la formation d'acide sulfurique. La réaction ci-dessous constitue une des étapes de la transformation du soufre en acide sulfurique :



Si la température extérieure baisse, quel pourrait être l'effet sur l'acidité des pluies ? Expliquez votre réponse.

Comme la réaction directe est favorisée par l'abaissement de la température, l'acidité des pluies pourrait augmenter.

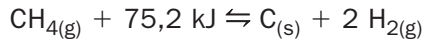
- 2** Soit la réaction suivante à l'équilibre :



Quelles modifications favoriseraient la réaction directe ? Nommez-en cinq.

Augmenter la température, diminuer la pression, augmenter la concentration du C_2H_6 , diminuer la concentration du C_2H_2 , ou diminuer la concentration du H_2 .

- 3** Il est possible de produire du dihydrogène par la décomposition du méthane selon l'équation suivante :



Quelles conditions permettent d'accroître le rendement de la production du dihydrogène ?

En effectuant la réaction à une température élevée, à basse pression, en présence d'un catalyseur, en injectant constamment du CH_4 et en retirant le H_2 au fur et à mesure qu'il se forme.

- 4** L'équation ci-dessous présente la réaction d'une pile simple.



Quelles modifications permettraient d'augmenter la quantité d'énergie électrique produite par cette pile ? Nommez-en trois.

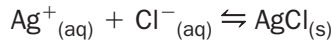
On pourrait augmenter la concentration de la solution de CuSO_4 , diminuer la concentration de ZnSO_4 et diminuer la température.

Exercices

Synthèse du chapitre 7

7

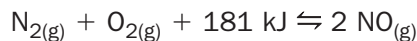
- 1** Il est possible d'obtenir un équilibre entre la précipitation et la dissolution du chlorure d'argent, AgCl, selon l'équation suivante :



Si on ajoute de l'acide chlorhydrique (HCl) dans le système, quel sera l'effet sur la quantité de précipité formé ? Expliquez votre réponse.

L'acide chlorhydrique est une source d'ions Cl^- . La quantité de précipité augmentera, puisque l'équilibre sera déplacé vers les produits.

- 2** Soit la réaction de formation du monoxyde d'azote à l'équilibre :



- a) Qu'arrivera-t-il à la concentration du monoxyde d'azote, NO, si on chauffe le système ?

Elle augmentera.

- b) Que lui arrivera-t-il si on ajoute de l'air dans le système ?

Elle augmentera.

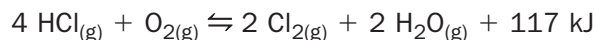
- c) Que lui arrivera-t-il si on augmente la pression par l'ajout d'hélium ?

Il n'y aura aucun changement.

- d) Que lui arrivera-t-il si on ajoute un catalyseur ?

Il n'y aura aucun changement.

- 3** Le procédé Deacon est un procédé industriel pour produire du dichlore (Cl_2) selon l'équation suivante :



Répondez aux questions suivantes et expliquez vos réponses.

- a) Quel sera l'effet sur la production du dichlore si on augmente la pression du système ?

Il y aura augmentation de la production du dichlore, parce que la réaction directe est favorisée.

(Il y a quatre molécules de produits pour cinq molécules de réactifs.)

- b) Et si on augmente la concentration de l'acide chlorhydrique (HCl) ?

Il y aura augmentation de la production du dichlore, parce que la réaction directe est favorisée.

- c) Et si on augmente la température ?

Il y aura diminution de la production du dichlore, parce que la réaction indirecte est favorisée.

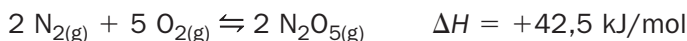
d) Et si on ajoute un catalyseur?

Cela permettra d'accélérer la production, mais pas d'obtenir plus de dichlore.

e) Et si on liquéfie l'eau?

Il y aura une augmentation de la production du dichlore.

4 Soit la réaction de la synthèse du N_2O_5 à l'équilibre.



À l'aide de flèches, remplissez le tableau en indiquant la variation (\uparrow \downarrow) de concentration de chaque substance et la réaction favorisée (\leftarrow \rightarrow) résultant de chaque modification.

Modification	Variation de concentration			Réaction favorisée
	$[N_2]$	$[O_2]$	$[N_2O_5]$	
Augmentation de $[N_2O_5]$	\uparrow	\uparrow	\uparrow	\leftarrow
Augmentation de la température	\downarrow	\downarrow	\uparrow	\rightarrow
Augmentation de la pression	\downarrow	\downarrow	\uparrow	\rightarrow
Ajout de N_2	\uparrow	\downarrow	\uparrow	\rightarrow

5 Sous l'effet de la chaleur, le carbonate de calcium se décompose selon l'équation suivante:



Effectuée dans un système fermé, cette réaction atteint l'équilibre après un certain temps.

a) Quel effet aura une augmentation de la température sur la quantité de chacune des substances? Expliquez votre réponse.

Puisque la réaction directe est favorisée, la quantité de $CaCO_3$ diminuera, tandis que les quantités de CaO et de CO_2 augmenteront.

b) Quel en sera l'effet sur la concentration de chacune des substances? Expliquez votre réponse.

Les concentrations du $CaCO_3$ et du CaO demeureront constantes, puisque ce sont des solides.

La concentration du CO_2 augmentera.

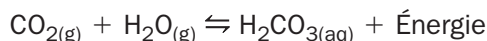
c) Quel en sera l'effet sur la pression du système ? Expliquez votre réponse.

La pression du système augmentera, car l'augmentation de la température accroîtra le nombre de molécules de CO_2 gazeux. De plus, une augmentation de température augmente l'énergie cinétique des particules. Il y a alors plus de collisions, ce qui augmente aussi la pression.

6 Une diminution de la température peut à la fois réduire la vitesse d'une réaction et augmenter son rendement de production. Expliquez pourquoi.

Une diminution de la température diminue le nombre de particules ayant l'énergie minimum pour réagir, ce qui réduit la vitesse de réaction. Toutefois, dans le cas d'une réaction réversible exothermique, une diminution de température favorise la réaction directe, ce qui augmente la concentration de la substance produite et, par le fait même, le rendement de production.

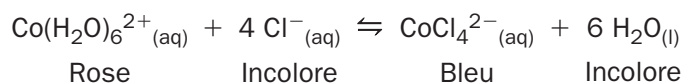
7 Le dioxyde de carbone peut se combiner à une molécule d'eau pour former l'acide carbonique, un acide présent en petite quantité dans l'eau de pluie, selon la réaction réversible suivante :



Comment le taux d'humidité, c'est-à-dire le pourcentage de vapeur d'eau dans l'air, influe-t-il sur la formation de l'acide carbonique ?

L'augmentation du taux d'humidité favorise la réaction directe, ce qui a pour effet d'augmenter la concentration de l'acide carbonique.

8 Coralie effectue une expérience au laboratoire pour étudier l'effet de la température sur l'équilibre suivant :

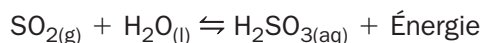


Selon ce qu'on peut observer sur la photo ci-contre, la réaction est-elle exothermique ou endothermique ? Expliquez votre réponse.

La réaction est endothermique, puisqu'une diminution de la température a favorisé la formation de la substance rose du côté des réactifs.



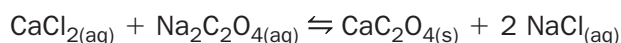
- 9 Le dioxyde de soufre peut réagir avec l'eau pour former de l'acide sulfureux.



Quels moyens permettraient d'augmenter la concentration de l'acide sulfureux ?
Nommez-en trois.

Augmenter la pression (en diminuant le volume), augmenter la concentration du SO_2 , diminuer la température.

- 10 Soit la réaction suivante à l'équilibre :



Quelles modifications devraient être apportées au système pour que la quantité de précipité diminue ? Nommez-en deux.

Diminuer la concentration des solutions de CaCl_2 et de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Augmenter la concentration de NaCl .

- 11 Pour chacun des systèmes illustrés ci-dessous, indiquez s'il a probablement atteint l'équilibre ou non. Si ce n'est pas le cas, précisez pourquoi.

- a) Il y a du propane gazeux et liquide dans la bonbonne, et la pression y est constante.



Oui.

- b) On brûle du magnésium. La réaction émet une lumière vive.



Exemple de réponse.

Non. Puisque la réaction émet de la lumière, les propriétés macroscopiques ne sont pas constantes.

- c) Le précipité s'est formé à partir des ions en solution. La quantité de précipité est constante.



Oui.

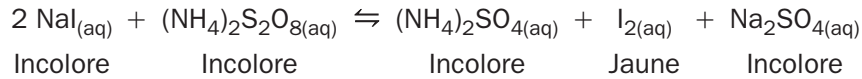
- d) Du sucre est totalement dissous dans du jus de pommes. La température est constante. (Dans ce système, ne considérer que la dissolution du sucre.)



Non, puisque la réaction est complète.

Il n'y a pas de réaction réversible.

12 Soit la réaction suivante à l'équilibre :



Pour chacune des modifications ci-dessous, indiquez le changement de couleur de la solution qui en résulterait. Expliquez chacune de vos réponses.

a) L'ajout d'iodure de sodium.

La solution deviendrait plus jaune, parce que l'ajout d'iodure favorise la réaction directe.

b) L'ajout d'un catalyseur.

La solution ne changerait pas de couleur, puisqu'un catalyseur ne modifie pas l'équilibre.

c) L'augmentation de la pression.

La solution ne changerait pas de couleur, puisqu'il n'y a pas de gaz en jeu dans la transformation.

d) L'ajout de diiode.

La solution deviendrait plus jaune, puisque la concentration du diiode sera plus grande, même si la réaction inverse est favorisée.

13 Andréanne se prépare un verre de limonade en mélangeant un peu de jus de citron et du sucre, jusqu'à ce qu'il y ait un dépôt de sucre dans le fond de son verre.

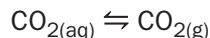
a) Ce système peut-il atteindre l'équilibre ? Expliquez votre réponse.

Oui, il peut atteindre l'équilibre pour la dissolution du sucre. Il y a une réaction réversible entre le sucre dissous et le sucre solide. La solution est un système fermé, puisqu'il n'y a pas de gaz.

b) Si Andréanne ajoute du sucre dans sa limonade, goûtera-t-elle plus sucré ? Pourquoi ?

Non, puisque l'ajout d'un solide ne modifie pas l'équilibre. Il n'y aura donc pas plus de sucre dissous.

14 Au cours de la fermentation du champagne, il y a formation de dioxyde de carbone en solution. Après un certain temps, un équilibre est établi entre le dioxyde de carbone en solution et le dioxyde de carbone gazeux selon l'équation suivante :



Lorsqu'on enlève le bouchon, des bulles se forment. D'où viennent-elles ? En vous appuyant sur les principes liés à l'équilibre, expliquez comment se forment les bulles dans le champagne.

En enlevant le bouchon, la pression diminue, ce qui favorise la réaction directe. Le dioxyde de carbone en solution se transforme alors en dioxyde de carbone gazeux, et c'est cette réaction qui provoque la formation de bulles de gaz.

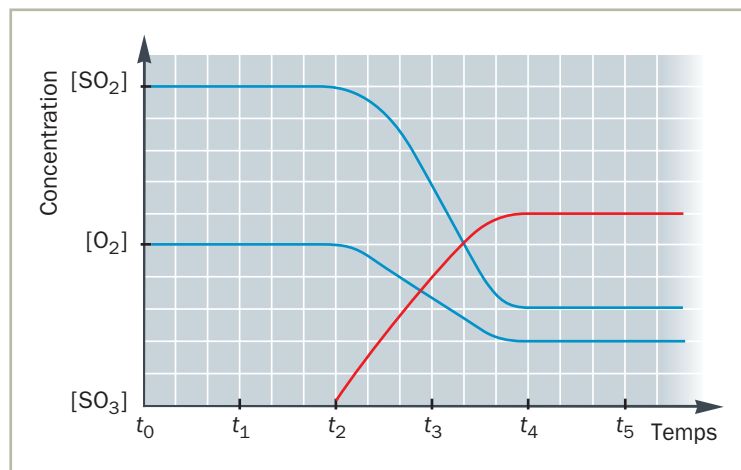
Défis du chapitre 7

- 1 Le graphique ci-contre décrit les variations de concentration en fonction du temps des différentes substances de la réaction de synthèse du trioxyde de soufre.

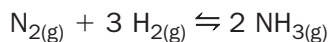
À partir de quel temps le système est-il à l'équilibre? Expliquez votre réponse.

À partir du temps t_4 , puisque les concentrations y sont constantes et qu'il y a une certaine quantité des trois substances.

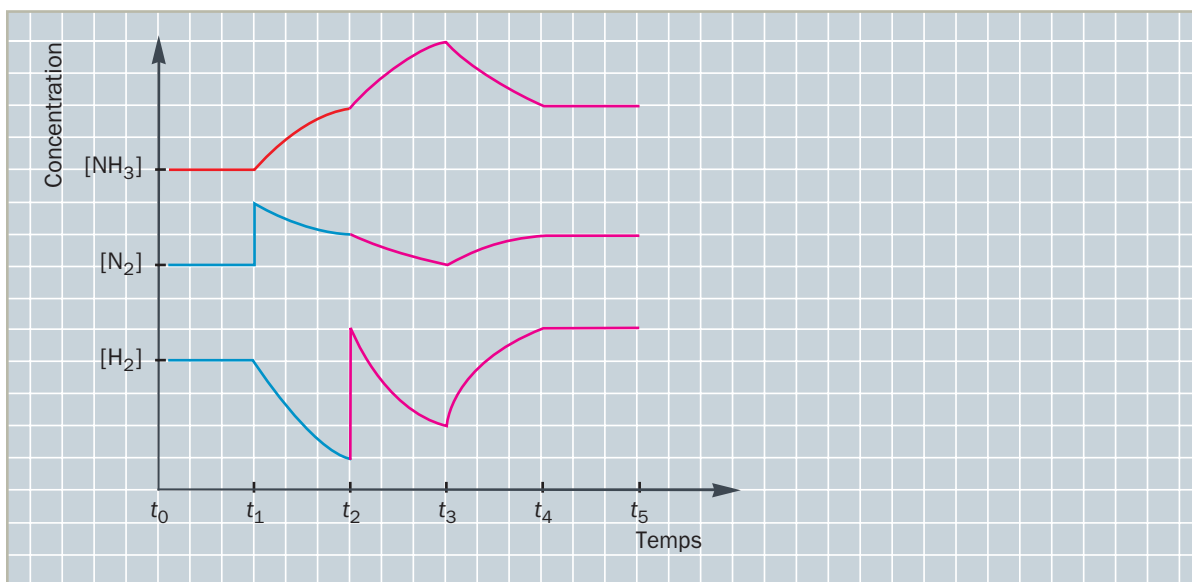
Les variations de concentration en fonction du temps



- 2 Le graphique ci-dessous décrit les variations de concentration en fonction du temps des substances de la réaction de la synthèse de l'ammoniac.



Exemple de réponse.



- a) Au temps t_1 , une modification a été effectuée dans le système. À partir de l'analyse des courbes du graphique, indiquez quelle est cette modification.

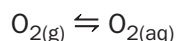
L'ajout de N_2 , puisque le N_2 augmente d'un seul coup.

- b) Au temps t_2 , du dihydrogène est ajouté au système. Complétez le tracé des courbes du graphique de manière à illustrer les modifications de concentration qui résultent de cet ajout, sachant qu'au temps t_3 , un nouvel équilibre est établi.

- c) Au temps t_3 , la température du système est augmentée, jusqu'à ce qu'au temps t_4 , un nouvel équilibre soit établi. Sachant que la réaction de la synthèse de l'ammoniac est exothermique, complétez le tracé des courbes du graphique de manière à illustrer les modifications de concentration qui résultent de la hausse de température.
- d) Au temps t_4 , un catalyseur est ajouté au système. Complétez le tracé des courbes du graphique de manière à illustrer les modifications de concentration qui résultent de cet ajout.

- 3** Le graphique ci-contre décrit la solubilité du dioxygène gazeux en fonction de la température.

La dissolution du dioxygène dans l'eau est décrite par l'équation suivante :

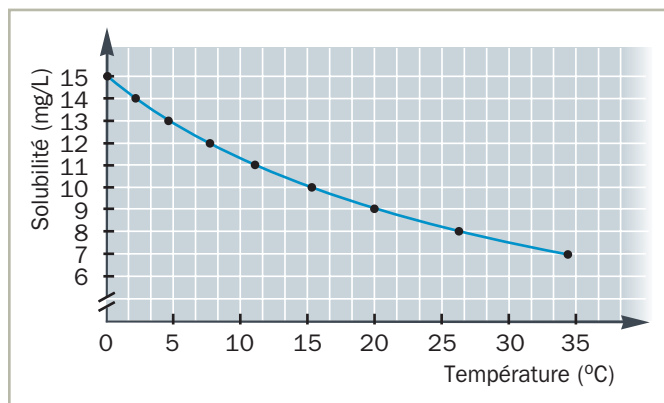


Écrivez l'équation thermique qui en découle en indiquant le mot « Énergie » à l'endroit approprié dans l'équation. Expliquez votre réponse.

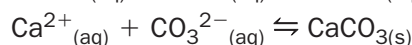
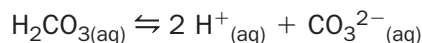
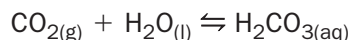


Comme la solubilité diminue à mesure de l'augmentation de la température, on en déduit que, plus la température augmente, plus la réaction inverse est favorisée, ce qui diminue la concentration de dioxygène dissous.

La solubilité du dioxygène dans l'eau en fonction de la température



- 4** La coquille des œufs de poule est principalement constituée de carbonate de calcium, dont la formation peut être illustrée par le mécanisme suivant :

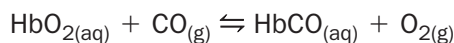


L'été, lorsqu'il fait chaud, on observe que la respiration des poules est plus rapide, ce qui permet une élimination plus efficace du dioxyde de carbone de leur sang. Quel sera l'effet de cette variation de concentration du CO_2 sur l'épaisseur de la coquille des œufs ? Expliquez votre réponse.

Lorsque les poules respirent plus rapidement, la concentration en dioxyde de carbone diminue.

Il en résulte que la réaction inverse de chaque réaction est favorisée, ce qui diminue la quantité de carbonate de calcium. La coquille des œufs sera donc plus mince.

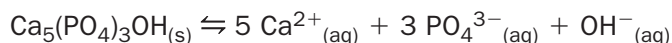
- 5 L'hémoglobine permet aux globules rouges de transporter le dioxygène des poumons jusqu'aux cellules de l'organisme. Le monoxyde de carbone, un gaz nocif produit par une combustion incomplète, a lui aussi la capacité de se fixer à l'hémoglobine. Cette association est d'ailleurs environ 200 fois plus forte que celle entre l'oxygène et l'hémoglobine. C'est pourquoi le monoxyde de carbone est un poison mortel pour l'humain. On illustre une intoxication au monoxyde de carbone par l'équation suivante :



Afin de traiter une intoxication au monoxyde de carbone, on fait respirer du dioxygène pur au patient. Du point de vue de l'équilibre, la pression du gaz aura-t-elle un rôle par rapport à l'efficacité du traitement ? Expliquez votre réponse.

Non, la pression du gaz n'aura pas d'effet, puisqu'il y a le même nombre de molécules de gaz de chaque côté de l'équation.

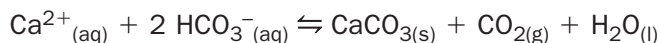
- 6 L'émail des dents est constitué d'une molécule complexe, le $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, très peu soluble dans la salive. Il est caractérisé par l'équilibre suivant :



Expliquez comment des boissons acides, comme les jus de fruits ou les boissons gazeuses, nuisent à l'émail des dents.

Les acides neutralisent les ions OH^- . Donc, la consommation de boissons acides diminue la concentration en ions OH^- , ce qui déplace l'équilibre vers les produits. L'émail tend à se dissoudre davantage, ce qui diminue la quantité d'émail sur les dents.

- 7 La forte teneur en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} est typique des eaux dites dures. L'équilibre suivant peut alors être établi :



- a) Les dépôts calcaires s'accumulent plus rapidement dans les conduites et les réservoirs d'eau chaude. C'est d'ailleurs un problème fréquent des bouilloires et des cafetières. D'après ces observations, la réaction ci-dessus est-elle endothermique ou exothermique ? Expliquez votre réponse.

Puisque la chaleur favorise la formation des dépôts calcaires ($\text{CaCO}_{3(\text{s})}$), donc la réaction directe, on peut en déduire que la réaction est endothermique.

- b) La présence des ions de calcium diminue également l'efficacité des savons. Afin d'adoucir l'eau, il est possible d'ajouter à l'eau de lavage une certaine quantité de bicarbonate de sodium (NaHCO_3). Expliquez comment cette action contribue à diminuer la concentration en ion Ca^{2+} dans l'eau.

Le bicarbonate de sodium s'ionise dans l'eau pour former du HCO_3^- . Sa concentration augmente, ce qui favorise la réaction directe. Il en résulte une diminution de la concentration en ions Ca^{2+} .