|  |
| --- |
| **Niveau :** Seconde |
| **Type de ressources :** Exercices sur le thème Transformation chimique  |
| **Notions et contenus :** * Modélisation macroscopique d’une transformation par une réaction chimique. Écriture symbolique d’une réaction chimique. Notion d’espèce spectatrice. Stœchiométrie, réactif limitant.
* Compter les entités dans un échantillon de matière.
* Synthèse d’une espèce chimique présente dans la nature.
 |
| **Capacités exigibles travaillées ou évaluées :** * Modéliser, à partir de données expérimentales, une transformation par une réaction, établir l’équation de réaction associée et l’ajuster. Identifier le réactif limitant à partir des quantités de matière des réactifs et de l'équation de réaction.
* Modéliser, par l’écriture d’une équation de réaction, la combustion du carbone et du méthane, la corrosion d’un métal par un acide, l’action d’un acide sur le calcaire, l’action de l’acide chlorhydrique sur l’hydroxyde de sodium en solution.
* Établir, à partir de données expérimentales, qu’une espèce chimique synthétisée au laboratoire peut être identique à une espèce chimique synthétisée dans la nature. Réaliser le schéma légendé d’un montage à reflux et d’une chromatographie sur couche mince.
* Concentration en masse
* Déterminer la masse d’une entité à partir de sa formule brute et de la masse des atomes qui la composent. Déterminer le nombre d’entités et la quantité de matière (en mol) d’une espèce dans une masse d’échantillon.
 |
| **Nature de l’activité :** Banque d’exercices et corrections  |
| **Résumé :** exercices sur la transformation chimique , recherche de réactif limitant, calcul de quantité de matière. |
| **Mots clefs** **:** Transformation chimique, quantité de matière, |
| **Académie où a été produite la ressource :** Strasbourg |

Physique-chimie

Programme de la classe de Seconde

**Documents élèves**

# Transformation chimique - exercices

***Exercice 1 : Ecrire des équations de réaction***

Ajuster les nombres stœchiométriques dans les équations suivantes :
*Afin d’alléger l’écriture, les états physiques ne sont pas représentés*

1. Al + S → Al2S3
2. Na + O2 → Na2O
3. CO + Fe3O4 → CO2 + FeO
4. C2H6O + O2 → CO2 + H2O
5. N2 + H2 → NH3
6. Fe3+ + OH- → Fe(OH)3
7. Al2S3 + H2O → Al(OH)3 + H2S
8. Ag+ + Zn → Ag + Zn2+
9. Cu2+ + Al → Cu + Al3+
10. Na + H2O → H2 + HO- + Na+
11. C6H6 + O2 → CO2 + H2O

***Exercice 2 : quantité de matière***

Le glucose est le sucre que notre corps utilise lors d’un effort. Sa formule brute est C6H12O6

1. Calculer la masse d’une molécule de glucose.
2. Déterminer le nombre molécules de glucose contenue dans un morceau de glucose qui pèse 6,0 g.
3. Déterminer la quantité de matière de glucose, en mole, dans ce morceau de sucre.
4. Conclure sur l’intérêt de la mole comme unité de quantité de matière.

  ***Données :***

* Constante d’Avogadro : NA = 6, 02 .1023 mol-1
* masses de quelques atomes

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Atome** | C | O | H |
| **Masse (kg)** | 1,99x10-26 | 2,66x10-26 | 1,66x10-26 |

***Exercice 3 : détermination de réactif limitant***

On donne ci- dessous l’équation de réaction et les quantités initiales des réactifs. Déterminer le réactif limitant, s’il y en a un, pour chaque cas :

1. 2 H2(g) + O2(g) → 2 H2O(g) n(H2),i = 0,10 mol n(O2),i = 0,10 mol
2. N2(g) + 3 H2(g) → 2 NH3(g) n(N2),i = 0,20 mol n(H2),i = 0,40 mol
3. 4 Al(s) + 3 O2(g) → 2 Al2O3(s) n(Al),i = 0,40 mol n(O2),i = 0,30 mol

***Exercice 4 : corrosion dans l’air***

La rouille, de formule brute Fe3O4 provient d’une réaction du fer Fe avec le dioxygène de l’air.



1. Ecrire et ajuster l’équation de cette réaction.
2. En déduire la quantité de matière de dioxygène minimale nécessaire pour rouiller 12 moles de fer.

Une solution pour éviter la rouille est de recouvrir entièrement les objets en fer d’une couche de peinture imperméable à l’air.

1. Expliquer l’intérêt de cette technique. Citer un inconvénient.

***Exercice 5 : Alien – corrosion d’un métal par l’acide***

Dans le film *Alien* de Ridley Scott (1979) les aliens possèdent un sang très acide capable de réagir avec le métal (voir l’extrait du film *Alien* en clinquant sur le lien ci-dessous).

<https://www.youtube.com/watch?v=gEqHJ1tomnk>

*Source : Movieclips*

Le but de cet exercice est de modéliser cette transformation chimique. On fera l’hypothèse que le métal du vaisseau est du fer.

1. A l’aide des informations dans les données, identifier les réactifs et les produits puis proposer une équation de réaction pour la corrosion du fer par un acide.
2. Expliquer pourquoi la réaction s’arrête à la fin de la scène.

Le volume de sang versé par l’acide dans la scène précédente est d’environ 100 mL Il réagit sur une épaisseur de 20 cm et une surface circulaire de 10 cm de rayon.

1. En déduire que le volume de métal ayant réagi est d’environ 6 300 cm3
2. En déduire la masse de fer ayant réagi et montrer que ceci équivaut à une quantité de matière d’environ 900 mol.
3. Estimer alors la concentration en masse des ions H+ dans le sang de la créature. Commenter.

***Données :***

* Lorsqu’on place du fer dans une solution acide, le fer se transforme en ion Fe2+ et il y a un dégagement gazeux.
* le gaz dégagé lors de la corrosion du fer explose dans l’air au contact d’une flamme.
* les solutions sont acides si elles sont riches en ion H+(aq).
* masse volumique du fer : ρ = 7,87 g/cm3
* masse d’un atome de fer : m(Fe) = 9,27x10-26 kg
* constante d’Avogadro : NA = 6, 022  x1023 mol-1
* masse d’un atome d’hydrogène : m(H) = 1,66x10-26 kg
* volume d’un cylindre V=L⋅πR²

***Exercice 6 : produits ménagers***

L’anticalcaire est une solution permettant d’éliminer les tâches de calcaire pouvant se former dans les éviers ou les baignoires. Le fonctionnement de l’anticalcaire est assez simple, il s’agit simplement d’une solution acide qui réagit avec le calcaire pour donner des ions calcium, du dioxyde de carbone gazeux et de l’eau liquide.

1. Identifier les réactifs et les produits, puis écrire l’équation de la réaction se produisant lorsqu’on verse de l’anticalcaire sur du calcaire.

Les déboucheurs d’évier sont, en revanche, des solutions très basiques qui éliminent tous les déchets organiques (cheveux, aliments, peau,…) s’accumulant les évacuations d’eau.

Mélanger les deux produits précédents est dangereux car il se produit alors une réaction très exothermique entre l’ion hydrogène et l’ion hydroxyde qui produit de l’eau liquide.

1. Ecrire l’équation de la réaction ayant lieu lors du mélange de l’anticalcaire et du déboucheur d’évier.
2. Si la réaction se fait dans les proportions stœchiométriques, que peut-on dire du pH du mélange des deux solutions ?

***Données :***

* Le calcaire est un solide ionique de formule brute CaCO3
* les solutions sont acides si elles sont riches en ion H+(aq), basiques si elles sont riches en ion hydroxyde HO- et neutre s’il n’y a qu’une concentration négligeable de ces deux ions.
* le calcium est dans la deuxième colonne du tableau des éléments

***Exercice 7 : application à la synthèse de l’arôme de banane.***

On désire synthétiser de l’acétate de butyle, molécule que l’on trouve naturellement dans certains fruits comme les pommes (notamment la variété Red Delicious). Cette molécule a une odeur de banane ou de pomme de puissance moyenne.

Pour la produire, on place 0,5 mol d’anhydride acétique, 0,40 mol de butanol et quelques gouttes d’acide sulfurique dans un montage à reflux.

La réaction de synthèse est la suivante :

 C4H10O(l) + C2H4O2(l) → C6H12O2(l) + H2O(l)

1. L’équation de réaction précédente est-elle ajustée ?
2. Faire un schéma légendé du montage à reflux. Rappeler son intérêt.
3. Identifier le réactif limitant et en déduire la quantité de matière maximale d’acétate de butyle qu’il est possible d’obtenir.

Après 30 minutes de chauffage, on prélève un échantillon du milieu réactionnel. On réalise une chromatographie sur couche mince.

1. Légender le schéma d’une chromatographie sur couche mince.



1. Expliquer en quelques lignes son objectif et son principe de fonctionnement.

Après élution, on obtient le chromatogramme ci-dessous :

1. Le milieu réactionnel est-il un corps pur ? Justifier.
2. Le milieu réactionnel contient-il de l’acétate de butyle ? Est-ce réellement la même molécule que la molécule extraite de la nature ?

X

X

X

A

B

C

1. Donner deux intérêts de la fabrication d’arôme par synthèse.
2. La réaction est-elle terminée ? Justifier à l’aide du chromatogramme.

A : prélèvement du milieu réactionnel

B : butanol pur

C : Acétate de butyle extrait d’une pomme

**Pour le professeur (mise œuvre, éléments de correction, ...)**

***Exercice 1 : Ecrire des équations de réaction***

Ajuster les nombres stœchiométriques dans les équations suivantes :
*Afin d’alléger l’écriture, les états physiques ne sont pas représentés*

1. 2 Al + 3 S → Al2S3
2. 4 Na + O2 → 2 Na2O

On pouvait aussi proposer

 2 Na + ½ O2 → Na2O

1. CO + Fe3O4 → CO2 + 3 FeO
2. C2H6O + 3 O2 → 2 CO2 + 3 H2O
3. N2 + 3 H2 → 2 NH3
4. Fe3+ + 3 OH- → Fe(OH)3
5. Al2S3 + 6 H2O → 2 Al(OH)3 + 3 H2S
6. 2 Ag+ + Zn → 2 Ag + Zn2+
7. 3 Cu2+ + 2 Al → 3 Cu + 2 Al3+
8. 2 Na + 2 H2O → H2 + 2 HO- + 2 Na+

On pouvait aussi proposer

 Na + H2O → ½ H2 + HO- + Na+

1. C6H6 + $\frac{15}{2}$ O2 → 6 CO2 + 3 H2O

***Exercice 2 : quantité de matière***

Le glucose est le sucre que notre corps utilise lors d’un effort. Sa formule brute est C6H12O6

1. Calculer la masse d’une molécule de glucose.

m(C6H12O6) = 6 m(C) + 12 m(H) + 6 m(O)

 = 6 x 1,99.10-26 + 12 x 1,66.10-26 + 6 x 2,66.10-26

 = 4,78.10-25 kg

1. Déterminer le nombre molécules de glucose contenue dans un morceau de glucose qui pèse 6,0 g.

$$N=\frac{ masse totale de glucose}{masse d^{'}une molécule de glucose}=\frac{6,0 g}{4,78.10^{-25} ×10^{3} g}=1,3.10^{22} molécules$$

1. Déterminer la quantité de matière de glucose, en mole, dans ce morceau de sucre.

n = N/NA = $\frac{1,3.10^{22}}{6, 02.10^{23}}=0,022 mol$

1. Conclure sur l’intérêt de la mole comme unité de quantité de matière.

La mole est une unité de quantité de matière permettant d’utiliser des nombres plus communs et donc plus pratiques.

***Données :***

* Constante d’Avogadro : NA = 6, 02 .1023 mol-1
* masses de quelques atomes

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Atome** | C | O | H |
| **Masse (kg)** | 1,99.10-26 | 2,66.10-26 | 1,66.10-26 |

***Exercice 3 : détermination de réactif limitant***

Déterminer le réactif limitant, s’il y en a un, dans les transformations suivantes :

1. 2 H2(g) + O2(g) → 2 H2O(g) n(H2),i = 0,10 mol n(O2),i = 0,10 mol

n(H2),i/2 = 0,10/2 = 0,050 mol < n(O2),i/1 = 0,10 mol

* H2 est limitant
1. N2(g) + 3 H2(g) → 2 NH3(g) n(N2),i = 0,20 mol n(H2),i = 0,40 mol

n(N2),i/1 = 0,20 mol > n(H2),i/3 = 0,40/3 = 0,13 mol

* H2 est limitant
1. 4 Al(s) +3 O2(g) → 2 Al2O3(s) n(Al),i = 0,40 mol n(O2),i = 0,30 mol

n(Al),i /4 = 0,10 mol = n(O2),i/3 = 0,10 mol

* Pas de limitant, le mélange initial est dans les proportions stœchiométriques

***Exercice 4 : corrosion dans l’air***

La rouille, de formule brute Fe3O4 provient d’une réaction du fer Fe avec le dioxygène de l’air.



1. Ecrire et ajuster l’équation de cette réaction.

3 Fe(s) + 2 O2(g)  → Fe3O4(s)

1. En déduire la quantité de dioxygène minimale nécessaire pour rouiller 12 mol de fer.

n(Fe),i/3 = 12/3 = 4,0 mol

Au minimum, n(O2),i/2 = 4,0 mol d’où n(O2),i = 8,0 mol

Une solution pour éviter la rouille est de recouvrir entièrement les objets en fer d’une couche de peinture imperméable à l’air.

1. Expliquer l’intérêt de cette technique. Citer un inconvénient.

S’il n’y a plus de contact entre les deux réactifs (le fer et le dioxygène de l’air), alors la réaction chimique à l’origine de la rouille n’est plus possible. Par contre, à la moindre rayure la formation de la rouille reprend !

***Exercice 5 : Alien – corrosion d’un métal par l’acide***

Dans le film Alien de Ridley Scott les aliens possèdent un sang très acide capable de réagir avec le métal (voir l’extrait du film *Alien* en clinquant sur le lien ci-dessous).

<https://www.youtube.com/watch?v=gEqHJ1tomnk>

*Source : Movieclips*

Le but de cet exercice est de modéliser cette transformation chimique. On fera l’hypothèse que le métal du vaisseau est du fer.

1. A l’aide des informations dans les données, identifier les réactifs et les produits puis proposer une équation de réaction pour la corrosion du fer par un acide.

Les produits sont les ions Fe2+ et le dihydrogène (car c’est un gaz qui explose dans l’air au contact d’une flamme)

Les réactifs sont le fer Fe et les ions H+ qui rendent la solution acide.

Ainsi :

 Fe(s) + 2 H+(aq) → Fe2+(aq) + H2(g)

Remarque : le (aq) signifie « en solution aqueuse ».

1. Expliquer pourquoi la réaction s’arrête à la fin de la scène.

La réaction s’arrête car un des réactifs a été entièrement consommé.

Si le fer était limitant, l’acide aurait continué de descendre tous les ponts du vaisseau, finissant par créer un trou dans la coque et mettant fin prématurément au film. Ce sont donc forcément les ions H+ qui sont le réactif limitant.

Le volume de sang versé par l’acide dans la scène précédent est d’environ 100 mL. Il réagit sur une épaisseur de 20 cm et une surface circulaire de 10,0 cm de rayon.

1. En déduire que le volume de métal ayant réagi est d’environ 6 300 cm3

V = L x πr² = 20 cm x π x (10,0 cm)² = 6,3.103 cm3

1. En déduire la masse de fer ayant réagi et montrer que ceci équivaut à environ 900 mol.

On calcule la masse de fer correspondante :

m = ρ x V = 7,78 g/cm3 x 6,28.103 cm3 = 48,9.103 g = 48,9 kg

On en déduit le nombre d’atome de fer ayant réagi :

N = m/m(Fe) = 48,9/ (9,27.10-26) = 5,28.1026 atomes

Soit, en moles :

n = N/NA = 5,28.1026 / (6, 02 .1023) = 877 mol donc environ 900 mol

1. Estimer alors la concentration des ions H+ dans le sang de la créature. Commenter.

D’après l’équation de réaction, pour consommer une mole de fer, il faut deux moles de H+. Ainsi, pour consommer 877 moles de fer, il faut 877 x 2 = 1,75x103 mol de H+.

On en déduit le nombre d’ion H+ : N = n x NA = 1,75x103 mol x 6, 02 x1023 mol-1 = 1,05.1027

Donc une masse de m’ = 1,05.1027 x 1,66.10-26 = 17,4 kg

Et donc une concentration cm = m’/V = 17,4kg/0,100 L = 174 kg/L

* Cette concentration est trop importante pour être réaliste.

*En partant de 900 mol de fer, le résultat obtenu est de 180 kg/L*

***Données :***

* Lorsqu’on place du fer dans une solution acide, le fer se transforme en ion Fe2+ et il y a un dégagement gazeux.
* le gaz dégagé lors de la corrosion du fer explose dans l’air au contact d’une flamme.
* les solutions sont acides si elles sont riches en ion H+(aq).
* masse volumique du fer : ρ = 7,87 g/cm3
* masse d’un atome de fer : m(Fe) = 9,27x10-26 kg
* constante d’Avogadro : NA = 6, 02x1023 mol-1
* masse d’un atome d’hydrogène : m(H) = 1,66x10-26 kg

***Exercice 6 : produits ménagers***

L’anticalcaire est une solution permettant d’éliminer les tâches de calcaire pouvant se former dans les éviers ou les baignoires. Le fonctionnement de l’anticalcaire est assez simple, il s’agit simplement d’une solution acide qui réagit avec le calcaire pour donner des ions calcium, du dioxyde de carbone gazeux et de l’eau liquide.

1. Identifier les réactifs et les produits puis écrire l’équation de la réaction se produisant lorsqu’on verse de l’anticalcaire sur du calcaire.

Les réactifs sont CaCO3 (s) et H+aq et les produits Ca2+aq , CO2(g) et H2O(l)

CaCO3(s) + 2 H+(aq) → Ca2+(aq) + CO2(g) + H2O(l)

Les déboucheurs d’évier sont, en revanche, des solutions très basiques qui éliminent tous les déchets organiques (cheveux, aliments, peau,…) s’accumulant les évacuations d’eau.

Mélanger les deux produits précédents est dangereux car il se produit alors une réaction très exothermique entre l’ion hydrogène et l’ion hydroxyde qui produit de l’eau liquide.

1. Ecrire l’équation de la réaction ayant lieu lors du mélange de l’anticalcaire et du déboucheur d’évier.

 H+(aq) + HO-(aq) → H2O(l)

1. Si la réaction se fait dans les proportions stœchiométriques, que peut-on dire du pH du mélange des deux solutions ?

Si la réaction se fait dans les proportions stœchiométriques, alors il ne reste plus de réactif, la solution devient neutre

***Données :***

* Le calcaire est un solide ionique de formule brute CaCO3
* Les solutions sont acides si elles sont riches en ion H+(aq), basiques si elles sont riches en ion hydroxyde HO- et neutre s’il n’y a qu’une concentration négligeable de ces deux ions.
* Le calcium est dans la deuxième colonne du tableau des éléments



***Exercice 7 : application à la synthèse de l’arôme de banane.***

On désire synthétiser de l’acétate de butyle, molécule que l’on trouve naturellement dans certains fruits comme les pommes (notamment la variété Red Delicious). Cette molécule a une odeur de banane ou de pomme de puissance moyenne.

Pour la produire, on place 0,5 mol d’anhydride acétique, 0,40 mol de butanol et quelques gouttes d’acide sulfurique dans un montage à reflux.

La réaction de synthèse est la suivante :

 C4H10O(l) + C2H4O2(l) → C6H12O2(l) + H2O(l)

1. L’équation de réaction précédente est-elle ajustée ? Oui.
2. Faire un schéma légendé du montage à reflux. Rappeler son intérêt.

Le montage à reflux permet de chauffer le mélange réactionnel sans perdre de matière.

1. Identifier le réactif limitant et en déduire la quantité de matière maximale d’acétate de butyle qu’il est possible d’obtenir.

n(butanol)/1 < n(anhydride)/1

=> le butanol est le réactif limitant. (ce qui explique que sa quantité doit être connue avec précision)

Après 30 minutes de chauffage, on prélève un échantillon du milieu réactionnel. On réalise une chromatographie sur couche mince.

1. Légender le schéma d’une chromatographie sur couche mince.



1. Expliquer en quelques lignes son objectif et son principe de fonctionnement.

La CCM est une technique d’identification d’espèce chimique. Un liquide (l’éluant) monte par capillarité sur une plaque sur laquelle des échantillons sont déposés. Chaque molécule étant plus ou moins entrainée par l’éluant et plus ou moins retenue par la plaque, elles ne montent pas toutes à la même vitesse. On peut ainsi séparer les corps purs des mélanges et comparer les échantillons entre eux : des tâches situées à la même hauteur étant constituées de la même molécule.

Après élution, on obtient le chromatogramme ci-contre :

1. Le milieu réactionnel est-il un corps pur ? Justifier.

On remarque que l’échantillon du milieu réactionnel donne deux tâches : c’est un mélange.

1. Le milieu réactionnel contient-il de l’acétate de butyle ? Est-ce réellement la même molécule que la molécule extraite de la nature ?

Une des tâches est à la même hauteur que celle de l’acétate de butyle pur : le mélange réactionnel en contient donc. C’est exactement la même molécule que celle extraite de la nature.

1. Donner deux intérêts de la fabrication d’arôme par synthèse.

La fabrication d’arôme par synthèse peut être utile afin d’économiser les ressources naturelles, souvent pour un coût réduit.

1. La réaction est-elle terminée ? Justifier à l’aide du chromatogramme.

Il ne reste plus de butanol dans le mélange réactionnel après chromatographie il ne donne aucune tâche à la même hauteur que le butanol pur. Un réactif a bien disparu : la réaction est finie.

X

X

X

A

B

C

A : prélèvement du milieu réactionnel

B : butanol pur

C : Acétate de butyle extrait d’une pomme