

Les transformations chimiques

État initial et état final, espèce spectatrice, équation ajustée, réactif limitant, transformations exothermiques et endothermiques, synthèse au laboratoire :

les capacités exigibles de la rubrique, au mot près, capacité mathématique comprise.



1 Quatre parties, dans l'ordre du programme

On part de ce qu'on voit dans le bécher, on arrive à l'équation ajustée, puis au réactif limitant et à l'énergie mise en jeu. Chaque partie démarre par des applications directes et se termine par un exercice complet.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les confusions du chapitre en $X / \checkmark$, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté ligne par ligne.

3 Rien que le programme officiel

Les capacités exigibles de la rubrique, et pas une de plus. **Tu sais pourquoi tu travailles chaque exercice.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des cartes sur une page, et les pages qui donnent le plan de réponse de chaque type de question. À photographier, à relire dans le bus.

4

parties
du chapitre

16

exercices corrigés
pas à pas

16

cartes
repères

8

méthodes
pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de seconde générale et technologique** - annexe de l'arrêté du 17 janvier 2019, B.O. spécial n° 1 du 22 janvier 2019. Thème « Constitution et transformations de la matière », partie « 2. Modélisation des transformations de la matière et transfert d'énergie », sous-partie « **B) Transformation chimique** », capacité mathématique comprise. Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« Une équation ajustée compte
les atomes, des deux côtés de la flèche. »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com



3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions qui balaient les quatre parties de ce pack. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer si tu ne peux pas tout reprendre**. Si une question te fait hésiter, **ne coche rien** : une question laissée vide compte comme non sue, et c'est ce que le test cherche.

01 Un système chimique, c'est :

- ☐ a le récipient utilisé ☐ b l'ensemble des espèces présentes
☐ c le seul réactif

02 Une espèce dont la quantité diminue au cours de la transformation est :

- ☐ a un réactif ☐ b un produit ☐ c une spectatrice

03 Une espèce présente en même quantité avant et après est :

- ☐ a un réactif ☐ b un produit ☐ c une espèce spectatrice

04 Dans l'équation, on écrit :

- ☐ a toutes les espèces du bécher ☐ b les réactifs et les produits
☐ c les produits seuls

05 Ajuster une équation, c'est :

- ☐ a modifier les formules
☐ b placer des nombres devant les formules ☐ c retirer un réactif

06 Une espèce dissoute dans l'eau se note :

- ☐ a (s) ☐ b (l) ☐ c (aq)

07 Dans l'équation de la combustion du méthane, devant le dioxygène, on écrit :

- ☐ a 1 ☐ b 2 ☐ c 3

08 Une équation entre ions doit aussi conserver :

- ☐ a la couleur ☐ b la charge électrique ☐ c le volume

09 Les nombres placés devant les formules indiquent :

- ☐ a des masses ☐ b des proportions ☐ c des volumes

10 Pour trouver le réactif limitant, on compare :

- ☐ a les quantités de matière telles quelles
☐ b ces quantités divisées par les nombres de l'équation
☐ c les masses

11 Le réactif limitant est celui dont le quotient est :

- ☐ a le plus grand ☐ b le plus petit ☐ c égal à 1

12 À la fin d'une transformation totale, le réactif limitant :

- ☐ a a entièrement disparu ☐ b est encore présent
☐ c devient spectateur

13 Si la température du mélange monte, la transformation est :

- ☐ a endothermique ☐ b exothermique ☐ c sans effet thermique

14 Si l'on double la masse du réactif limitant, la variation de température :

- ☐ a double ☐ b ne change pas ☐ c est divisée par deux

15 Le montage à reflux permet de chauffer :

- ☐ a en laissant les vapeurs partir ☐ b sans perdre les vapeurs
☐ c sans atteindre l'ébullition

16 Sur une plaque de chromatographie, deux espèces identiques donnent des taches :

- ☐ a à la même hauteur ☐ b de couleurs différentes
☐ c sur la ligne de dépôt

QUESTIONS PARTIE SI TU RATES L'UNE D'ELLES...

1 à 4	1	le système, ses deux états, et le tri des espèces en réactifs, produits et spectatrices
5 à 8	2	l'écriture symbolique, l'ajustement, et les réactions citées par le programme
9 à 12	3	les proportions de l'équation et les deux façons de trouver le réactif limitant
13 à 16	4	l'énergie mise en jeu, le montage à reflux et la chromatographie

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 31 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites.

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre. **9 à 13** : commence par les parties où une question est restée sans bonne réponse, fausse ou vide, puis reprends les autres.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre, sans en sauter une seule : le pack est construit pour ce parcours complet.

1 Décrire les deux états, puis trier les espèces**1 Je liste les espèces présentes au départ.**

Pour chacune, je donne sa quantité de matière lorsque l'énoncé la fournit, avec son unité, sans oublier le solvant ni les ions apportés par une solution.

2 Je relève les observations et les tests.

Une effervescence (un dégagement de bulles), un solide qui disparaît, une couleur qui change signalent une transformation ; c'est un test qui donne le nom de l'espèce.

3 Je liste les espèces présentes à la fin.

J'indique celles qui ont disparu, celles qui apparaissent, et celles dont la quantité de matière est inchangée.

4 Je compare les deux états, espèce par espèce.

Une quantité qui diminue désigne un réactif ; une espèce absente au départ et présente à la fin est un produit.

5 Je mets à part les espèces inchangées.

Même nom, même quantité de matière aux deux états : ce sont les espèces spectatrices, et elles ne figureront pas dans l'équation.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

On verse de l'acide chlorhydrique sur de la poudre de zinc. Le mélange contient au départ 0,040 mol de zinc Zn(s) , 0,10 mol d'ions hydrogène $\text{H}^+(\text{aq})$ et 0,10 mol d'ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$. Il se forme des bulles d'un gaz qui détone à l'approche d'une flamme ; toute la poudre disparaît. À la fin, la solution contient des ions zinc $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ et 0,10 mol d'ions chlorure.

État initial : zinc Zn(s) , 0,040 mol ; ions hydrogène $\text{H}^+(\text{aq})$, 0,10 mol ; ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$, 0,10 mol, le tout dans l'eau, qui est le solvant.

Le gaz qui détone est du dihydrogène. **État final :** plus de zinc solide ; ions zinc $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ et dihydrogène $\text{H}_2(\text{g})$, apparus ; ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$, 0,10 mol, et il reste des ions hydrogène.

Le tri : le zinc et les ions hydrogène sont les réactifs, puisque leur quantité a diminué ; les ions zinc et le dihydrogène sont les produits, absents au départ ; les ions chlorure et l'eau sont des espèces spectatrices : les ions chlorure sont à 0,10 mol dans les deux états, et l'eau n'a servi qu'à dissoudre.

5 Les erreurs qui coûtent des points

LES PIÈGES DU CHAPITRE

1 Appeler « produit » une espèce qu'on retrouve à la fin

✗ « les ions chlorure sont un produit, puisqu'ils sont là à l'état final » · ✓ un produit est **absent** à l'état initial. Les ions chlorure sont présents avant comme après, et en même quantité : 0,060 mol dans les deux cas. Ce sont des espèces spectatrices.

Le réflexe : écris les deux quantités de matière côte à côte avant de trancher.

2 Ranger le solvant parmi les spectatrices sans vérifier

✗ « l'eau est le solvant, donc elle est spectatrice » · ✓ l'eau est spectatrice quand elle se contente de dissoudre, mais elle est un **produit** dans l'action d'un acide sur le calcaire et dans l'action de l'acide chlorhydrique sur l'hydroxyde de sodium. Il faut regarder si elle figure parmi les espèces formées.

Le réflexe : lis la liste des espèces de l'état final avant de classer l'eau.



1. Qu'appelle-t-on le système chimique ?
2. Que faut-il donner pour décrire un état ?
3. À quoi reconnaît-on un réactif ?
4. À quoi reconnaît-on un produit ?
5. À quoi reconnaît-on une espèce spectatrice ?
6. Quelles espèces figurent dans une réaction ?
7. Quel test identifie le dioxyde de carbone ?
8. Quand une transformation est-elle dite totale ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. Réponses : 1. l'ensemble des espèces chimiques présentes - 2. les espèces et leur quantité de matière - 3. sa quantité de matière diminue - 4. il est absent au départ et présent à la fin - 5. même quantité de matière avant et après - 6. les réactifs et les produits seulement - 7. l'eau de chaux se trouble - 8. quand un réactif a entièrement disparu

7 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 Le clou de fer dans l'acide chlorhydrique

★★★ ☐

On plonge un clou de fer dans un bécher d'acide chlorhydrique. L'acide chlorhydrique est une solution aqueuse qui contient des ions hydrogène $\text{H}^+(\text{aq})$ et des ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$. À l'état initial, le bécher contient 0,030 mol de fer $\text{Fe}(\text{s})$, 0,090 mol d'ions hydrogène et 0,090 mol d'ions chlorure.

Observations. Des bulles se forment à la surface du clou, qui maigrit puis disparaît ; la solution prend une teinte verte. Le gaz recueilli détone à l'approche d'une flamme. Un test montre que la solution verte contient des ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$. À l'état final, la solution contient encore 0,090 mol d'ions chlorure, et il reste des ions hydrogène.

1. Décrire l'état initial du système : nommer les espèces présentes et donner leur quantité de matière.
2. Nommer le gaz formé, et indiquer le test qui permet de l'identifier.
3. Décrire l'état final du système en nommant les espèces présentes.
4. Classer les cinq espèces en réactif, produit ou spectatrice, et justifier le cas des ions chlorure par deux valeurs.
5. Indiquer les espèces qui figureront dans l'équation de réaction, et celles qui n'y figureront pas.

Exercice 2 Le charbon du barbecue

★★★ ☐

Le charbon de bois est essentiellement constitué de carbone $\text{C}(\text{s})$. On l'allume dans une enceinte qui contient l'air décrit ci-dessous ; cet air apporte du dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$ et du diazote $\text{N}_2(\text{g})$. Les braises rougeoient, le charbon s'amenuise, et le gaz qui s'échappe trouble l'eau de chaux.

Les quantités de matière mises en jeu au cours de l'expérience.

ESPÈCE	À L'ÉTAT INITIAL	À L'ÉTAT FINAL
carbone $\text{C}(\text{s})$	0,50 mol	aucun
dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$	1,2 mol	il en reste
diazote $\text{N}_2(\text{g})$	4,5 mol	4,5 mol
dioxyde de carbone $\text{CO}_2(\text{g})$	aucun	il s'en est formé

1. Nommer les espèces chimiques qui constituent le système à l'état initial.
2. Indiquer ce que montre le test à l'eau de chaux, et nommer l'espèce ainsi identifiée.
3. Classer les quatre espèces du tableau en réactif, produit ou espèce spectatrice, en justifiant le cas du diazote à l'aide des deux valeurs du tableau.
4. Indiquer les espèces qui figureront dans l'équation de réaction.



✓ Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : le correcteur note le raisonnement qu'il peut suivre, pas seulement la valeur finale.

✓ Les réponses du test de positionnement (page 3)

1. b - 2. a - 3. c - 4. b - 5. b - 6. c - 7. b - 8. b - 9. b - 10. b - 11. b - 12. a - 13. b - 14. a - 15. b - 16. a

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : le raisonnement utilisé, puis l'application numérique avec l'unité après chaque valeur, puis une phrase qui répond à la question. Pour les équations, le comptage des atomes est écrit : c'est la preuve que l'ajustement a été vérifié. Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche **où** les deux chemins se séparent : c'est ce point précis qu'il faut retravailler, pas l'exercice entier. Avant de comparer, relis ta copie avec la check-list de la page 44.



Les valeurs intermédiaires sont imprimées avec un chiffre significatif de plus que le résultat final : refaire chaque calcul avec les seuls nombres imprimés redonne le même résultat. Seul le résultat final est arrondi, au plus proche.

Exercice 1 Le clou de fer dans l'acide chlorhydrique



1. Le système contient

le fer Fe(s) , 0,030 mol ; les ions hydrogène $\text{H}^+(\text{aq})$, 0,090 mol ; les ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$, 0,090 mol,

le tout dans l'eau, qui est le solvant **(F1)**.

2. Un gaz qui détone à l'approche d'une flamme est du dihydrogène :

le gaz formé est le dihydrogène $\text{H}_2(\text{g})$ (F3).

3. À l'état final,

le fer solide a disparu ; la solution contient des ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$, des ions chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$ à 0,090 mol et des ions hydrogène $\text{H}^+(\text{aq})$ restants ; du dihydrogène $\text{H}_2(\text{g})$ s'est dégagé

(F1).

4. Le fer a disparu et les ions hydrogène ont été consommés : **ce sont les réactifs.** Les ions fer

(II) et le dihydrogène étaient absents au départ : **ce sont les produits.** La quantité d'ions chlorure vaut 0,090 mol à l'état initial comme à l'état final : elle n'a pas varié, donc ils n'ont ni été consommés ni été formés, et **les ions chlorure sont des espèces spectatrices (F2).**

5. L'équation ne retient que les réactifs et les produits :

le fer, les ions hydrogène, les ions fer (II) et le dihydrogène y figureront ;

les ions chlorure et l'eau n'y figureront pas (F3).

Décrire, ce n'est pas raconter

Un état se décrit par une **liste d'espèces** avec leurs quantités de matière, pas par le récit de ce qu'on voit. « Le clou maigrit » est une observation ; « le fer a disparu » est une description d'état.

Le solvant fait partie du système

L'eau est bien présente dans le bécher, et il faut la citer à l'état initial. Ici elle n'est ni consommée ni formée : elle est spectatrice, et elle ne figure pas dans l'équation.

