

Tableau d'avancement et état final

Suivre, mole après mole, ce qu'une transformation consomme et ce qu'elle forme, trouver le **réactif limitant** et **décrire l'état final** du système.



1 Quatre parties, une vraie progression

Le cours essentiel, des méthodes pas à pas, un QCM de tête et des exercices corrigés. On part d'une équation de réaction, on arrive à la composition du système quand la transformation est terminée.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les erreurs classiques du chapitre, en X / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

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, les réactions étudiées dans le pack, et les plans de réponse de chaque type de question.

4

parties
progressives

13

exercices corrigés
pas à pas

9

cartes
repères

7

méthodes
pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de première générale, enseignement de spécialité** - 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 « 1. Suivi de l'évolution d'un système, siège d'une transformation », sous-partie « **B) Suivi et modélisation de l'évolution d'un système chimique** ». Un test de positionnement en page 4 t'indique par où commencer.



QUESTIONS	PARTIE	SI TU RATES L'UNE D'ELLES...
1 à 4	1	l'avancement et le tableau d'avancement
5 à 8	2	le réactif limitant et l'avancement maximal
9 à 13	3	l'état final, la transformation totale et le mélange stœchiométrique
14 à 16	4	totale ou non totale, et le calcul par un programme

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 26 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites. Une réponse « je ne sais pas » ou fausse compte pour une question non sue.

14 à 16 bonnes réponses : enchaîne les quatre parties dans l'ordre, en te concentrant sur les exercices ★★★. **9 à 13 :** commence par les parties où une question est restée sans bonne réponse, 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.

Le conseil du prof

Ce test n'est pas une note, c'est une boussole. Son seul but est de te dire où passer ton temps en premier : inutile de reprendre une partie que tu maîtrises déjà, mieux vaut la garder pour la fin.

C'est pour cela que l'honnêteté compte plus que le score : une réponse devinée au hasard qui tombe juste t'enverrait sauter une partie que tu ne sais pas vraiment faire. Si tu hésites, coche « je ne sais pas » : **le test travaille pour toi, pas contre toi.**



Note bien tes seize réponses sur une feuille avant d'ouvrir les corrigés : en les comparant d'un coup, tu verras tout de suite les parties à reprendre, au lieu de corriger question par question. Et garde cette feuille : après avoir travaillé le pack, refaire le test est une façon simple de mesurer ce que tu as gagné. Ce test ne demande aucun long calcul : les quelques nombres qu'il contient se retrouvent de tête, et une question qui exige la calculatrice n'y a pas sa place. Si une question te prend plus qu'un instant de réflexion, c'est déjà le signe que la partie correspondante mérite d'être retravaillée.



1 Établir un tableau d'avancement

1 J'écris l'équation équilibrée.

Je relève le nombre stœchiométrique de chaque espèce, un nombre absent valant 1.

2 Je dresse la ligne « état initial ».

J'y place les quantités de départ, et 0 pour une espèce absente au départ.

3 Je remplis la ligne « en cours ».

Pour chaque réactif, quantité initiale moins le coefficient fois x ; pour chaque produit, quantité initiale plus le coefficient fois x .

4 Je garde la ligne « état final » pour la valeur x_f .

Je la remplirai une fois l'avancement final connu.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

La synthèse de l'eau $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ part de 4,0 mol de dihydrogène et 3,0 mol de dioxygène.

État initial : 4,0 mol de dihydrogène, 3,0 mol de dioxygène, 0 mol d'eau.

En cours : dihydrogène $4,0 - 2x$, dioxygène $3,0 - x$, eau $2x$. Chaque quantité est une expression du premier degré en x .

2 Évaluer les quantités à un avancement donné

1 Je reprends les expressions « en cours ».

Une par espèce, lues dans le tableau.

2 Je remplace x par sa valeur.

Avec son unité, la mole.

3 Je calcule chaque quantité.

Un réactif donne une valeur plus petite que sa quantité initiale, un produit une valeur plus grande.

4 Je vérifie la cohérence.

Aucune quantité ne peut être négative : si l'une le devient, l'avancement dépasse ce que la transformation permet.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Sur la même synthèse, quelles sont les quantités à l'avancement $x = 1,5$ mol ?

Dihydrogène : $n(\text{H}_2) = 4,0 - 2 \times 1,5 = 1,0 \text{ mol}$.

Dioxygène : $n(\text{O}_2) = 3,0 - 1,5 = 1,5 \text{ mol}$.

Eau : $n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 1,5 = 3,0 \text{ mol}$. Les deux réactifs ont diminué, le produit a augmenté : c'est cohérent.

5 Les erreurs qui coûtent des points

LES PIÈGES CLASSIQUES

1 Oublier le nombre stœchiométrique devant x

$\times$ $n(\text{H}_2) = 4,0 - 1,5 = 2,5 \text{ mol}$ · $\checkmark$ en soustrayant seulement 1,5 au lieu de $2 \times 1,5$, on tombe sur 2,5 ; avec le coefficient 2, le résultat est $n(\text{H}_2) = 4,0 - 2 \times 1,5 = 1,0 \text{ mol}$. Le dihydrogène disparaît deux fois plus vite que l'avancement, car son coefficient est 2.

Le réflexe : écris le coefficient comme facteur de x dès la ligne « en cours », même quand il vaut 1.

2 Ajouter pour un réactif, retirer pour un produit

$\times$ « $n(\text{O}_2) = 3,0 + x$ » · $\checkmark$ $n(\text{O}_2) = 3,0 - x$. Le dioxygène est un **réactif** : sa quantité diminue, donc on soustrait. On n'ajoute que pour un produit, qui se forme.

Le réflexe : relis l'équation : tout ce qui est à gauche de la flèche diminue, tout ce qui est à droite augmente.

3 Oublier une espèce, ou en inventer une

$\times$ un tableau où il manque une colonne, ou qui ajoute l'eau comme solvant alors qu'elle n'est pas dans l'équation · $\checkmark$ le tableau contient **exactement** les espèces de l'équation, ni plus ni moins. Une espèce qui n'apparaît pas dans l'équation ne figure pas dans le tableau.

Le réflexe : compte les colonnes : autant que de formules dans l'équation, réactifs et produits réunis.



1. En quelle unité s'exprime l'avancement ?
2. Que vaut l'avancement à l'état initial ?
3. Au cours d'une transformation, un produit voit sa quantité augmenter ou diminuer ?
4. Pour $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, combien de colonnes a le tableau ?
5. Écrire $n(\text{H}_2)$ en fonction de x , en partant de 4,0 mol.
6. Écrire $n(\text{H}_2\text{O})$ en fonction de x , en partant de 0.
7. À $x = 1,0$ mol, que vaut $n(\text{O}_2)$ si l'on part de 3,0 mol ?
8. Une quantité de matière peut-elle être négative ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. Réponses : 1. la mole (mol) - 2. $x = 0$ - 3. elle augmente - 4. trois colonnes - 5. $n(\text{H}_2) = 4,0 - 2x$ - 6. $n(\text{H}_2\text{O}) = 2x$ - 7. $n(\text{O}_2) = 3,0 - 1,0 = 2,0$ mol - 8. non, jamais

7 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 Lire une équation, repérer réactifs et produits

★★★ ☐

Données. La combustion du carbone s'écrit $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$. On part de 3,0 mol de carbone et de 3,0 mol de dioxygène.

1. Donner le nombre stœchiométrique de chaque espèce.
2. Nommer les réactifs et le produit.
3. Écrire la ligne « état initial » du tableau d'avancement.
4. Écrire, en fonction de x , la quantité de chaque espèce à l'avancement x .
5. Pour chaque espèce, dire si sa quantité augmente ou diminue au cours de la transformation.

Exercice 2 La formation du sulfure de fer

★★★ ☐

Données. Le fer et le soufre réagissent selon $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$. On introduit 0,20 mol de fer et 0,20 mol de soufre.

1. Dresser les lignes « état initial » et « en cours » du tableau d'avancement.
2. Donner la quantité de fer, de soufre et de sulfure de fer à l'avancement $x = 0,05$ mol.
3. Mêmes questions à l'avancement $x = 0,20$ mol.
4. Que se passerait-il à $x = 0,25$ mol ? Qu'est-ce que cela montre ?

Exercice 3 La synthèse de l'eau, à plusieurs avancements

★★★ ☐

Données. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. On part de 5,0 mol de dihydrogène et de 2,0 mol de dioxygène.

1. Écrire les quantités de dihydrogène, de dioxygène et d'eau en fonction de x .
2. Calculer ces trois quantités à l'avancement $x = 1,0$ mol.
3. Un élève affirme qu'à $x = 1,0$ mol, la quantité d'eau vaut 1,0 mol. Repérer son erreur et donner la bonne valeur.
4. Pour quelle valeur de x le dioxygène serait-il entièrement consommé ? Et le dihydrogène ?



✓ 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 4)

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



Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : le tableau d'avancement, les expressions en fonction de x , l'application numérique avec les unités, puis la conclusion. 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 liste de vérifications de la page 33.

Les quantités de matière sont données avec la précision des données, en mole. Une quantité nulle s'écrit 0 mol : c'est une réponse, pas une absence de réponse.

Exercice 1 Lire une équation



1. Dans $C + O_2 \rightarrow CO_2$, aucun nombre n'est écrit :

chaque nombre stœchiométrique vaut 1.

2. Les réactifs sont **le carbone et le dioxygène** ; le produit est **le dioxyde de carbone**.

3. État initial : **3,0 mol de carbone, 3,0 mol de dioxygène, 0 mol de dioxyde de carbone**.

4. En cours : $n(C) = 3,0 - x$, $n(O_2) = 3,0 - x$, $n(CO_2) = x$ **(F3)**.

5. Le carbone et le dioxygène **diminuent** (réactifs), le dioxyde de carbone **augmente** (produit).

Un coefficient absent vaut 1

Quand aucun nombre n'est écrit devant une formule, son nombre stœchiométrique est 1. On le met quand même en facteur de x dans la ligne « en cours ».

Exercice 2 La formation du sulfure de fer



1. État initial : 0,20 mol de fer, 0,20 mol de soufre, 0 mol de sulfure de fer. En cours **(F3)** : $n(Fe) = 0,20 - x$, $n(S) = 0,20 - x$, $n(FeS) = x$.

2. À $x = 0,05$ mol : $n(Fe) = 0,20 - 0,05 =$ **0,15 mol**, de même $n(S) =$ **0,15 mol**, et $n(FeS) =$ **0,05 mol**.

3. À $x = 0,20$ mol : $n(Fe) = 0,20 - 0,20 =$ **0 mol**, $n(S) =$ **0 mol**, et $n(FeS) =$ **0,20 mol**.

4. À $x = 0,25$ mol, on aurait $n(Fe) = 0,20 - 0,25 = -0,05$ mol, une quantité **négative, donc impossible** : l'avancement ne peut pas dépasser 0,20 mol.

La borne de l'avancement

La question 4 annonce la partie 2 : une quantité ne peut pas devenir négative, donc l'avancement est borné par la valeur qui annule le premier réactif.

Deux réactifs, mêmes coefficients

Ici le fer et le soufre partent de la même quantité avec le même coefficient : ils s'annulent ensemble, à 0,20 mol.

