

Les transformations nucléaires

Isotopes, écriture conventionnelle d'un noyau, équation d'une réaction nucléaire, fission et fusion, l'énergie du Soleil et celle d'une centrale, et le tri entre transformation physique, chimique et nucléaire : **les capacités exigibles de la rubrique, au mot près.**



1 Quatre parties, dans l'ordre du programme

On part du noyau et de son écriture, on arrive à l'équation d'une réaction nucléaire, puis à l'énergie qu'elle libère, et enfin au tri entre les trois natures de transformation. 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 $X / \sqrt{\quad}$, 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 seize cartes, sur deux pages, et les pages qui donnent le plan de réponse de chaque type de question. À photocopier, à relire dans le bus.

4

parties
du chapitre

16

exercices corrigés
pas à pas

16

cartes
repères

10

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 « **C) Transformation nucléaire** ». Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« Une équation nucléaire compte
les nucléons et les charges, 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 nucléon, c'est :

- a** un proton ou un neutron **b** un électron **c** un atome entier

02 Dans l'écriture d'un noyau, le nombre placé en haut est :

- a** le nombre de protons **b** le nombre de nucléons
c le nombre de neutrons

03 Le nombre de neutrons d'un noyau s'obtient en :

- a** ajoutant les deux nombres écrits **b** lisant le nombre du bas
c retranchant le nombre du bas à celui du haut

04 Deux noyaux isotopes ont en commun :

- a** le nombre de protons **b** le nombre de neutrons
c le nombre de nucléons

05 Dans une transformation nucléaire, ce qui change, ce sont :

- a** les états physiques **b** les molécules **c** les noyaux

06 Une équation nucléaire conserve :

- a** le nombre de nucléons et la charge **b** les éléments chimiques
c le nombre de molécules

07 La fission, c'est :

- a** deux noyaux légers qui s'assemblent
b un noyau lourd qui se casse en deux
c un atome qui perd un électron

08 La fusion nucléaire, c'est :

- a** deux noyaux légers qui s'assemblent
b un noyau lourd qui se casse **c** un solide qui devient liquide

09 Pour une entité (un atome, une molécule ou un ion), une réaction nucléaire libère, face à une réaction chimique :

- a** à peu près autant **b** bien davantage **c** bien moins

10 Dans le Soleil, l'énergie provient :

- a** de fissions **b** de fusions **c** d'une combustion

11 Dans une centrale nucléaire, l'énergie provient :

- a** de fissions **b** de fusions **c** d'une combustion

12 L'énergie libérée par un grand nombre de réactions identiques s'obtient en :

- a** divisant par leur nombre **b** multipliant par leur nombre
c prenant l'énergie d'une seule

13 La fusion de la glace est une transformation :

- a** physique **b** chimique **c** nucléaire

14 La combustion du méthane est une transformation :

- a** physique **b** chimique **c** nucléaire

15 Au cours d'une transformation chimique, ce qui reste intact, ce sont :

- a** les molécules **b** les noyaux **c** les états physiques

16 Devant une écriture symbolique, la première question à se poser porte sur :

- a** les entités chimiques **b** les noyaux **c** l'état physique

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

1 à 4	1	le noyau, son écriture conventionnelle, et ce qui fait que deux noyaux sont isotopes
5 à 8	2	l'équation d'une réaction nucléaire, ses deux conservations, la fission et la fusion
9 à 12	3	l'ordre de grandeur des énergies, le Soleil, et le fonctionnement d'une centrale
13 à 16	4	le tri entre transformation physique, chimique et nucléaire, et l'ordre des deux questions

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 33 : 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 Lire l'écriture conventionnelle d'un noyau

1 Je lis le nombre du haut.

C'est le nombre de nucléons : le total des protons et des neutrons.

2 Je lis le nombre du bas.

C'est le nombre de protons.

3 Je retranche le second au premier.

La différence donne le nombre de neutrons ; je l'écris comme une soustraction, pas seulement comme un résultat.

4 Je lis le symbole, qui nomme l'élément.

Si l'énoncé parle de l'atome et non du seul noyau, j'ajoute qu'il porte autant d'électrons que de protons, puisqu'un atome est électriquement neutre.

5 Je rédige une phrase.

Elle donne les trois nombres avec leur nom, dans l'ordre où je les ai trouvés.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Décrire le noyau ${}_{13}^{27}\text{Al}$, puis l'atome correspondant.
Donnée : Al est le symbole de l'aluminium.

Le nombre du haut vaut 27 : **ce noyau compte 27 nucléons**. Le nombre du bas vaut 13 : **il compte 13 protons**.

Les neutrons sont les nucléons qui ne sont pas des protons : $27 - 13 = 14$, donc **il compte 14 neutrons**.

Le symbole Al désigne l'aluminium. L'atome correspondant est neutre, il porte donc autant d'électrons que de protons : **l'atome d'aluminium 27 possède un noyau de 13 protons et de 14 neutrons, entouré de 13 électrons**.

2 Repérer des isotopes dans une liste de noyaux

1 Je relève le nombre de protons de chaque noyau.

C'est le nombre du bas, et c'est le seul qui compte pour cette question.

2 Je regroupe les noyaux qui portent le même nombre de protons.

Un groupe rassemble les noyaux d'un même élément chimique.

3 Dans chaque groupe, je compare les nombres de nucléons.

S'ils diffèrent, les noyaux du groupe sont isotopes entre eux.

4 J'écarte les noyaux restés seuls dans leur groupe.

Ils n'ont pas d'isotope dans la liste proposée, ce qui ne veut pas dire qu'ils n'en ont pas ailleurs.

5 Je rédige.

Je nomme chaque groupe d'isotopes, je donne l'élément correspondant, et je justifie par les deux nombres.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Parmi ${}_{10}^{20}\text{Ne}$, ${}_{10}^{22}\text{Ne}$, ${}_{11}^{22}\text{Na}$ et ${}_{9}^{19}\text{F}$, indiquer les noyaux isotopes. Données : Ne néon, Na sodium, F fluor.

Les nombres de protons sont 10, 10, 11 et 9.

Deux noyaux portent le nombre 10 : ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ et ${}_{10}^{22}\text{Ne}$.
Leurs nombres de nucléons, 20 et 22, sont différents : **ces deux noyaux sont isotopes, ce sont deux noyaux de néon**.

Les deux autres sont seuls dans leur groupe : ${}_{11}^{22}\text{Na}$ et ${}_{9}^{19}\text{F}$ **n'ont pas d'isotope dans cette liste**. Le noyau ${}_{11}^{22}\text{Na}$ compte pourtant 22 nucléons, comme ${}_{10}^{22}\text{Ne}$: cela ne suffit pas, puisque leurs nombres de protons, 11 et 10, ne sont pas les mêmes.

5 Les erreurs qui coûtent des points

LES PIÈGES DU CHAPITRE

1 Lire le nombre du haut comme un nombre de protons

✗ « ${}_{26}^{56}\text{Fe}$ compte 56 protons » · ✓ le nombre du haut, 56, compte **tous** les nucléons ; le nombre du bas, 26, compte les protons. Ce noyau possède donc 26 protons et $56 - 26 = 30$ neutrons.

Le réflexe : le nombre du haut n'est jamais plus petit que celui du bas, puisqu'il le comprend. Les deux ne sont égaux que dans un seul cas, ${}^1_1\text{H}$, le proton, qui ne compte aucun neutron.



2 Déclarer isotopes deux noyaux de même nombre de nucléons

X « ${}^{14}_6\text{C}$ et ${}^{14}_7\text{N}$ sont isotopes, ils ont tous deux 14 nucléons » · ✓ des isotopes ont le même **nombre de protons**. Ici, 6 et 7 : ce sont deux éléments chimiques différents, le carbone et l'azote, et non deux formes du même.

Le réflexe : pour les isotopes, on compare le nombre du bas ; il doit être identique.

3 Placer les électrons dans le noyau

X « le noyau ${}^{16}_8\text{O}$ contient 8 protons et 8 électrons » · ✓ un noyau ne contient que des protons et des neutrons. Les 8 électrons existent bien, mais ils sont **autour** du noyau, et c'est l'**atome** d'oxygène qui les porte.

Le réflexe : relis la question - parle-t-elle du noyau ou de l'atome ?

6 Le QCM express

DE TÊTE, SANS CALCULATRICE

1. Quelles particules appelle-t-on nucléons ?
2. Quelle particule du noyau porte une charge ?
3. Que compte le nombre écrit en haut ?
4. Que compte le nombre écrit en bas ?
5. Comment obtient-on le nombre de neutrons ?
6. Quel nombre désigne l'élément chimique ?
7. Qu'ont en commun deux noyaux isotopes ?
8. Combien d'électrons porte un atome neutre ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. **Réponses :** 1. les protons et les neutrons - 2. le proton, de charge positive - 3. le nombre de nucléons - 4. le nombre de protons - 5. en retranchant le nombre du bas à celui du haut - 6. le nombre de protons - 7. le nombre de protons - 8. autant que de protons dans son noyau

7 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 Trois noyaux à décrire

★★★ ☐

On donne trois noyaux : ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{23}_{11}\text{Na}$ et ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.

Données. Symboles des éléments : O oxygène · Na sodium · Fe fer.

1. Pour chacun des trois noyaux, donner le nombre de nucléons, puis le nombre de protons.
2. En déduire, pour chacun, le nombre de neutrons, en écrivant la soustraction.
3. Nommer l'élément chimique de chaque noyau.
4. Donner le nombre d'électrons de l'atome de sodium, et justifier.
5. Un élève affirme : « le noyau de fer contient 56 protons ». Corriger cette phrase.

Exercice 2 Les deux chlores

★★★ ☐

Le chlore que l'on trouve dans la nature est un mélange de deux sortes de noyaux : ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ et ${}^{37}_{17}\text{Cl}$.

Données. Cl est le symbole du chlore. Un atome est électriquement neutre.

1. Donner, pour chacun de ces deux noyaux, le nombre de nucléons, le nombre de protons et le nombre de neutrons.
2. Montrer que ces deux noyaux sont isotopes, en citant les deux nombres qui le prouvent.
3. Indiquer combien d'électrons porte l'atome construit sur chacun de ces deux noyaux, et justifier.
4. Expliquer pourquoi ces deux sortes d'atomes se comportent de la même façon dans une réaction chimique.

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

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 nucléaires, les deux sommes sont écrites : c'est la preuve que les conservations ont été vérifiées. 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 46.



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. Les nombres de nucléons, de protons et de réactions sont des **comptes** : ils n'ont pas d'unité.

Exercice 1 Trois noyaux à décrire



1. Le nombre du haut donne les nucléons, celui du bas les protons :

$^{16}_8\text{O}$ compte 16 nucléons et 8 protons ; $^{23}_{11}\text{Na}$ compte 23 nucléons et 11 protons ; $^{56}_{26}\text{Fe}$ compte 56 nucléons et 26 protons

(F2).

2. Les neutrons sont les nucléons qui ne sont pas des protons : $16 - 8 = 8$, $23 - 11 = 12$ et

$56 - 26 = 30$. Les trois noyaux comptent respectivement 8, 12 et 30 neutrons (F3).

3. Le symbole nomme l'élément : O est l'oxygène, Na le sodium et Fe le fer (F1).

4. Un atome est électriquement neutre : il porte autant d'électrons que son noyau compte de protons.

Le noyau de sodium compte 11 protons, donc l'atome de sodium porte 11 électrons (F1).

5. Le nombre 56 est le nombre de nucléons, pas celui des protons.

La phrase correcte est : le noyau de fer contient 56 nucléons, dont 26 protons et 30 neutrons

(F2).

Dire les deux nombres avec leur nom

« 56 nucléons, 26 protons » est une phrase qui ne se trompe pas. Un nombre seul, sans le mot qui va avec, laisse la place à la confusion entre les deux nombres.

Le noyau ou l'atome ?

La question 4 parle de l'**atome** : les électrons entrent en jeu. Les trois premières questions parlaient du **noyau** : il n'y a pas d'électron dedans.

Exercice 2 Les deux chlores



1. $^{35}_{17}\text{Cl}$ compte 35 nucléons, 17 protons et $35 - 17 = 18$ neutrons ; $^{37}_{17}\text{Cl}$ compte 37 nucléons, 17 protons et $37 - 17 = 20$ neutrons

(F2, F3).

2. Les deux noyaux ont le même nombre de protons, 17, et des nombres de nucléons différents, 35 et 37 : ils sont isotopes, et ce sont deux noyaux de chlore (F4).

3. Un atome est électriquement neutre et porte autant d'électrons que de protons. Les deux noyaux comptent 17 protons : les deux atomes portent 17 électrons chacun (F1).

Deux nombres pour conclure

Une justification d'isotopie tient en deux comparaisons : **17 et 17**, puis **35 et 37**. Écrire seulement « c'est le même élément » ne