

Transformations nucléaires

Corrigé des exercices - niveau 2de

Voici le corrigé détaillé des exercices sur les transformations nucléaires. Ensuite, pour chaque équation, vérifie toujours les deux conservations : somme des A et somme des Z identiques de chaque côté de la flèche.

Puis, ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée : corrigé transformations nucléaires

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. **A** est le nombre de nucléons (protons + neutrons) ; **Z** est le nombre de protons (numéro atomique).
2. Des noyaux de **même Z** mais de **A différents**.
3. α (noyau d'hélium), β^- (électron), β^+ (positon) ; le rayonnement γ accompagne souvent ces désintégrations.
4. Puis le **nombre de nucléons A** et la **charge électrique** (somme des Z).
5. De plus, la **fission** casse un noyau lourd en deux noyaux plus légers ; la **fusion** réunit deux noyaux légers en un noyau plus lourd.

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Faux** : ils ont le même nombre de protons, mais des nombres de neutrons différents.
- b. **Vrai** : le numéro atomique, donc l'élément, change (ex. carbone $\rightarrow$ azote).
- c. **Faux** : la désintégration d'un noyau est aléatoire, on ne peut prévoir que le comportement d'un grand nombre de noyaux.
- d. **Faux** : on y réalise la **fission** de l'uranium 235.
- e. **Vrai** : fusion de l'hydrogène en hélium.
- f. **Faux** : leur cortège électronique est identique, leurs propriétés chimiques sont les mêmes.

Correction de l'exercice 3 : Composition de noyaux

1. $^{14}_6\text{C}$: $Z = 6$, $A = 14$, $N = 14 - 6 = 8$. $^{235}_{92}\text{U}$: 92 ; 235 ; **143**. $^{60}_{27}\text{Co}$: 27 ; 60 ; **33**. ^4_2He : 2 ; 4 ; **2**. ^3_1H : 1 ; 3 ; **2**. $^{208}_{82}\text{Pb}$: 82 ; 208 ; **126**.
2. Ensuite, le noyau contient 6 protons : $q = 6 \times 1,6 \times 10^{-19} = \mathbf{9,6 \times 10^{-19} \text{ C}}$ (les neutrons n'ont pas de charge).

Correction de l'exercice 4 : Un noyau dessiné

1. Par ailleurs, on compte **3 protons** (rouges) et **4 neutrons** (turquoise) : $Z = 3$, ce qui correspond bien au lithium.
2. $A = 3 + 4 = 7$: le noyau est ^7_3Li .
3. Puis l'isotope de nombre de nucléons 6 est ^6_3Li : **3 protons et 3 neutrons**.
4. Même nombre de protons donc même cortège électronique : **propriétés chimiques identiques**.

Correction de l'exercice 5 : Repérer les isotopes

1. Carbone ($Z = 6$) : $^{12}_6\text{C}$, $^{13}_6\text{C}$, $^{14}_6\text{C}$; oxygène ($Z = 8$) : $^{16}_8\text{O}$ et $^{17}_8\text{O}$; l'azote $^{14}_7\text{N}$ est seul.
2. $^{14}_7\text{N}$ et $^{14}_6\text{C}$ ont $A = 14$. Ensuite, ils ne sont **pas isotopes** car leurs Z sont différents (7 et 6).
3. $^{17}_8\text{O}$: **8 protons et 9 neutrons**.

Correction de l'exercice 6 : Radioactivité α

- a. $A' = 226 - 4 = 222$; $Z' = 88 - 2 = 86$: $^{222}_{86}\text{Rn}$.
- b. Puis, $a' = 210 - 4 = 206$; $Z' = 84 - 2 = 82$: $^{206}_{82}\text{Pb}$.
- c. $A' = 241 - 4 = \mathbf{237}$; $Z' = 95 - 2 = 93$ (vérifié) : le noyau fils est le **neptunium** $^{237}_{93}\text{Np}$.

Correction de l'exercice 7 : Radioactivité β^-

- a. $A = 14$; $Z : 6 = Z' - 1$ donc $Z' = 7$: $^{14}_7\text{N}$.
- b. $^{60}_{28}\text{Ni}$.
- c. $^{131}_{54}\text{Xe}$.
- Dans une désintégration β^- , **A est inchangé et Z augmente de 1** (un neutron devient un proton).

Correction de l'exercice 8 : Radioactivité β^+ et rayonnement γ

- $^{18}_9\text{F} \rightarrow ^{18}_8\text{O} + ^0_{+1}\text{e}$; $^{22}_{11}\text{Na} \rightarrow ^{22}_{10}\text{Ne} + ^0_{+1}\text{e}$. Puis dans β^+ , A est inchangé et Z diminue de 1.
- $^{60}_{28}\text{Ni}^* \rightarrow ^{60}_{28}\text{Ni} + \gamma$.
- De plus, un photon γ a une **charge nulle** et une **masse nulle** : A = 0 et Z = 0, il ne modifie pas le bilan.

Correction de l'exercice 9 : Lire une carte des noyaux

- Flèche a ($^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{234}_{91}\text{Pa}$) : Z + 1, N - 1 : β^- . Puis, flèche b ($^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow ^{234}_{92}\text{U}$) : Z + 1, N - 1 : β^- . Flèche c ($^{234}_{92}\text{U} \rightarrow ^{230}_{90}\text{Th}$) : Z - 2, N - 2 : α . Puis, flèche d ($^{230}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{226}_{88}\text{Ra}$) : Z - 2, N - 2 : α .
- a : $^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{234}_{91}\text{Pa} + ^0_{-1}\text{e}$; b : $^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow ^{234}_{92}\text{U} + ^0_{-1}\text{e}$; c : $^{234}_{92}\text{U} \rightarrow ^{230}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}$; d : $^{230}_{90}\text{Th} \rightarrow ^{226}_{88}\text{Ra} + ^4_2\text{He}$.
- Ensuite, pour c : A : $234 = 230 + 4$ ✓ ; Z : $92 = 90 + 2$ ✓.

Correction de l'exercice 10 : Équations de fusion

- A : $2 + 3 = 4 + A'$ donc $A' = 1$; Z : $1 + 1 = 2 + Z'$ donc $Z' = 0$: X est un **neutron** ^1_0n .
- $A' = 4 - 3 = 1$; $Z' = 2 - 2 = 0$: un **neutron** ^1_0n .
- A : $4 = 4 + 2A'$ donc $A' = 0$; Z : $4 = 2 + 2Z'$ donc $Z' = 1$: X est un **positon** $^0_{+1}\text{e}$.

Correction de l'exercice 11 : Équations de fission

- Z : $92 + 0 = 56 + Z_{\text{Kr}}$ donc $Z_{\text{Kr}} = 36$; A : $235 + 1 = 144 + 89 + x$ donc $236 = 233 + x$ et $x = 3$.
- A : $236 = 94 + 140 + x = 234 + x$ donc $x = 2$; Z : $92 = 38 + 54$ ✓.
- Chaque neutron émis peut provoquer une nouvelle fission : le nombre de fissions peut croître très rapidement, c'est une **réaction en chaîne**. Par ailleurs, dans un réacteur, on la contrôle en absorbant une partie des neutrons.

Correction de l'exercice 12 : Schéma d'un réacteur

- A** : cuve du réacteur ; **B** : générateur de vapeur ; **C** : turbine ; **D** : alternateur ; **E** : condenseur ; **F** : source froide.
- Puis dans la **cuve (A)** : fission de noyaux d'uranium 235.
- Énergie nucléaire → énergie thermique (chauffage de l'eau du circuit primaire) → énergie thermique de la vapeur → énergie cinétique de la turbine → énergie électrique dans l'alternateur.

4. Ensuite, pour éviter que l'eau du circuit primaire, radioactive, n'atteigne la turbine et l'environnement : l'échange d'énergie se fait par le générateur de vapeur sans mélange des eaux.

Correction de l'exercice 13 : L'énergie d'un gramme d'uranium

1. $n = m \div M = 1,0 \div 235 = 4,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$.
2. $N = n \times N_A = 4,26 \times 10^{-3} \times 6,02 \times 10^{23} \approx 2,6 \times 10^{21} \text{ noyaux}$.
3. $E = N \times 3,2 \times 10^{-11} = 2,56 \times 10^{21} \times 3,2 \times 10^{-11} \approx 8,2 \times 10^{10} \text{ J}$.
4. $8,2 \times 10^{10} \div 3,0 \times 10^4 \approx 2,7 \times 10^6$: 1 g d'uranium libère environ 2,7 millions de fois plus d'énergie que 1 g de charbon.

Correction de l'exercice 14 : Consommation d'une centrale

1. $P_{th} = P_{elec} \div \text{rendement} = 900 \times 10^6 \div 0,33 \approx 2,7 \times 10^9 \text{ W}$.
2. $E = P_{th} \times t = 2,73 \times 10^9 \times 86\,400 \approx 2,4 \times 10^{14} \text{ J}$.
3. $m = E \div 8,2 \times 10^{13} = 2,36 \times 10^{14} \div 8,2 \times 10^{13} \approx 2,9 \text{ kg par jour}$; sur le graphique, 28,7 kg en 10 jours, soit 2,87 kg par jour : cohérent.
4. À 25 jours, $m \approx 72 \text{ kg}$. Coefficient directeur : $86,1 \div 30 \approx 2,9 \text{ kg/jour}$: c'est la consommation quotidienne d'uranium 235.

Correction de l'exercice 15 : Comparer des énergies par kilogramme

1. Puis les valeurs s'étendent sur plus de sept puissances de dix : sur une échelle linéaire, les barres des combustibles chimiques seraient invisibles.
2. Charbon : environ 10^7 J/kg (3×10^7) ; fission de l'uranium 235 : environ 10^{14} J/kg ($8,2 \times 10^{13}$).
3. $8,2 \times 10^{13} \div 4,5 \times 10^7 \approx 1,8 \times 10^6$: environ 1,8 million de fois plus.
4. $m = 8,2 \times 10^{13} \div 4,5 \times 10^7 \approx 1,8 \times 10^6 \text{ kg}$, soit environ 1 800 tonnes d'essence.

Correction de l'exercice 16 : L'énergie du Soleil

1. A : $4 \times 1 = 4 = 4 + 2 \times 0 \checkmark$; Z : $4 \times 1 = 4 = 2 + 2 \times 1 \checkmark$.
2. $N_{réac} = P \div E = 3,8 \times 10^{26} \div 4,3 \times 10^{-12} \approx 8,8 \times 10^{37} \text{ réactions par seconde}$.
3. Chaque réaction consomme 4 noyaux H : $m = 8,8 \times 10^{37} \times 4 \times 1,67 \times 10^{-27} \approx 5,9 \times 10^{11} \text{ kg/s}$ (environ 590 millions de tonnes par seconde).
4. 10 % de $2,0 \times 10^{30} \text{ kg} = 2,0 \times 10^{29} \text{ kg}$; $t = 2,0 \times 10^{29} \div 5,9 \times 10^{11} \approx 3,4 \times 10^{17} \text{ s}$; en années : $3,4 \times 10^{17} \div 3,15 \times 10^7 \approx 1,1 \times 10^{10} \text{ ans}$, soit environ 11 milliards d'années.

Correction de l'exercice 17 : Physique, chimique ou nucléaire ?

- a. **Chimique** : les molécules changent, les atomes et leurs noyaux sont conservés.
- b. **Physique** : seul l'état change, l'eau reste de l'eau.
- c. **Nucléaire** : les noyaux sont cassés.
- d. **Nucléaire** : deux noyaux fusionnent en un noyau d'hélium.
- e. **Chimique** : le fer et le dioxygène forment de nouvelles espèces.
- f. **Nucléaire** : le noyau de carbone 14 se transforme en azote 14.
- g. **Physique** : changement d'état solide → gaz.

Correction de l'exercice 18 : Corriger les erreurs

- a. Deux isotopes ont le **même nombre de protons** mais des nombres de nucléons différents.
- b. De plus, dans une désintégration β^- , **Z augmente** de 1.
- c. Ensuite, les centrales françaises utilisent la **fission** ; la fusion est celle du Soleil.
- d. Par ailleurs, ce sont le nombre de nucléons **A** et la charge (**Z**) qui se conservent ; le nombre de neutrons peut varier (β^-).
- e. Puis la radioactivité provient de l'**instabilité du noyau**, pas de réactions chimiques.

Correction de l'exercice 19 : De l'uranium 238 au plomb 206

- 1. $\Delta A = 238 - 206 = 32$; chaque désintégration α retire 4 nucléons : **$32 \div 4 = 8$ désintégrations α** (la désintégration β ne change pas A).
- 2. 8 désintégrations α diminuent Z de $8 \times 2 = 16$: on passerait de $Z = 92$ à 76.
- 3. Ensuite, il faut arriver à $Z = 82$: $82 - 76 = 6$, donc **6 désintégrations β^-** (chacune ajoute 1 à Z).
- 4. ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 8 {}^4_2\text{He} + 6 {}^0_{-1}\text{e}$; A : $238 = 206 + 32 + 0$ ✓ ; Z : $92 = 82 + 16 - 6$ ✓.

Correction de l'exercice 20 : Faut-il choisir le nucléaire ?

- 1. Charbon : $m = 2,4 \times 10^{14} \div 3,0 \times 10^7 = 8,0 \times 10^6$ kg, soit **environ 8 000 tonnes par jour**. Uranium 235 : $m = 2,4 \times 10^{14} \div 8,2 \times 10^{13} \approx 2,9$ kg par jour.
- 2. **Exemple de paragraphe.** L'énergie nucléaire de fission présente d'abord l'avantage d'une très grande densité énergétique : quelques kilogrammes d'uranium 235 remplacent des milliers de tonnes de charbon chaque jour, ce qui limite l'extraction et le transport du combustible. Puis elle n'émet en outre pas de dioxyde de carbone lors de la production d'électricité. De plus, en revanche, elle produit des déchets radioactifs,

dont certains restent dangereux pendant des milliers d'années et doivent être stockés dans des conditions sûres.

Ainsi, elle impose aussi une radioprotection rigoureuse (distance, durée, écrans) et présente un risque d'accident dont les conséquences peuvent être graves. Ensuite, le choix d'un mode de production dépend donc d'un équilibre entre ces avantages et ces risques.

Comment progresser après ce corrigé

Par ailleurs, si tu as hésité, reprends la méthode des deux conservations : écris les nombres A en haut, les nombres Z en bas, additionne de chaque côté de la flèche et identifie l'inconnue avec le tableau périodique. Refais les exercices 9, 16 et 19 sans regarder la correction. Retiens enfin les ordres de grandeur : environ 10^7 J/kg pour un combustible chimique, environ 10^{14} J/kg pour la fission.

Retour aux énoncés des exercices

Tout le chapitre « Isotopes et transformations nucléaires » en seconde

- Le cours : Isotopes et transformations nucléaires
- Les exercices : Isotopes et transformations nucléaires
- Le TP : Isotopes et transformations nucléaires
- Le corrigé du TP : Isotopes et transformations nucléaires
- Le QCM : Isotopes et transformations nucléaires

Chapitre précédent : Énergie de changement d'état (corrigé des exercices)

Chapitre suivant : Capteurs électriques et courbe d'étalonnage (corrigé des exercices)

Retrouve aussi tous les corrigés des exercices en seconde et le programme complet de sciences physiques en seconde.