



NIVEAU 3 SUR 3

Approfondi

Corriger, raisonner, décider, transférer : le chapitre sans aide, au format du brevet.

Sans aucune aide · 55 minutes · sur 20

Radioactivité et noyau atomique

Corrigé du contrôle **niveau 3 · Approfondi**, avec le barème au point près.**RAPPEL**

La règle du cours que l'exercice met à l'épreuve, en tête de chaque exercice.

✓ RÉPONSE

Dans le cadre bordé : ce qui rapporte les points.

→ POURQUOI

Sous chaque réponse : la raison, pour comprendre et non recopier.

1**Trouve l'erreur**

Ⓢ Repérer une erreur et la corriger

⌚ 10 min

4 pts**RAPPEL DE COURS**

La demi-vie porte sur un grand nombre de noyaux : la moitié d'entre eux se désintègrent. En β^- , un neutron devient un proton. La fission laisse des déchets radioactifs durables. À chaque instant, un noyau a la même chance de se désintégrer.

LA COPIE ANNOTÉE

- Après une demi-vie, chaque noyau radioactif a perdu la moitié de sa masse.
- Lors d'une désintégration β^- , le nombre de masse diminue de 1, puisqu'un électron quitte le noyau.
- La fusion exige des températures de plusieurs millions de degrés.
- Contrairement à la fusion, la fission ne laisse aucun déchet dangereux.
- Un noyau d'iode 131 âgé de 8 jours se désintégrera plus vite qu'un noyau qui vient de se former : il a déjà vécu la moitié de sa vie.

⚠ erreur 1

⚠ erreur 2

⚠ erreur 3

⚠ erreur 4

CRITÈRE	CE QUI EST ATTENDU	POINTS
Ligne 1 — la demi-vie.	Faux : un noyau est soit intact, soit transformé ; c'est le nombre de noyaux restants qui est divisé par deux. → Un noyau ne se désintègre pas à moitié. Après une demi-vie, la moitié des noyaux de l'échantillon se sont désintégrés : la demi-vie décrit un ensemble de noyaux.	1 pt
Ligne 2 — la désintégration β^-.	Faux : A reste le même, l'électron émis n'étant pas un nucléon. → En β^- , un neutron se transforme en proton : le nombre total de nucléons ne bouge pas, l'électron a un nombre de masse nul, et c'est le numéro atomique qui augmente de 1.	1 pt
Ligne 4 — les déchets.	C'est l'inverse : ce sont les déchets de la fission qui restent radioactifs très longtemps. → La fission laisse des noyaux à longue demi-vie, à isoler pendant des milliers d'années ; la fusion n'en produit pas de comparables.	1 pt
Ligne 5 — l'âge du noyau.	Un noyau ne vieillit pas : à chaque instant, il a la même chance de se désintégrer, quel que soit son âge. → La désintégration est aléatoire et ne dépend pas du passé du noyau ; la demi-vie ne décrit pas la durée de vie d'un noyau isolé.	1 pt

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Une erreur repérée mais non corrigée : 0,5 sur 1. La ligne juste signalée comme fausse : 0,5 retiré.

Barème : 4 points — 1 par erreur : 0,5 pour la repérer, 0,5 pour la corriger.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Signaler la ligne 3 : elle est juste, la fusion exige bien des millions de degrés.
- Écrire seulement « c'est faux » pour la ligne 5, sans dire qu'un noyau ne vieillit pas.

2

Une réaction qui s'emballe, une méthode qui s'épuise

📌 Raisonner et justifier · Argumenter par écrit

🕒 10 min

4 pts

RAPPEL DE COURS



Les neutrons libérés par une fission peuvent en provoquer d'autres ; le réacteur en absorbe une partie. Tant qu'un être vit, sa proportion de carbone 14 reste constante ; elle décroît après sa mort et devient trop faible pour être mesurée après une dizaine de demi-vies.

- a On suppose que chaque fission libère 2 neutrons et que chacun provoque une nouvelle fission. Partant d'une seule fission, combien de fissions se produisent à la cinquième étape ? Que deviendrait la réaction si rien n'arrêtait les neutrons ? 1 pt

✓ **1, 2, 4, 8, 16 : 16 fissions à la cinquième étape. Le nombre de fissions doublerait à chaque étape : la réaction s'emballerait.**

→ **Pourquoi.** Chaque fission en déclenche deux : on multiplie par 2 à chaque étape. C'est la réaction en chaîne, qui libérerait de plus en plus d'énergie.

- b Quelle part des neutrons libérés le réacteur doit-il absorber pour que le nombre de fissions reste le même d'une étape à l'autre ? Justifie. 1 pt

✓ **La moitié : il reste alors un neutron par fission, qui provoque exactement une nouvelle fission.**

→ **Pourquoi.** Avec 2 neutrons par fission, en absorber un sur deux laisse une fission pour une fission : la réaction s'entretient sans s'emballer.

- c Un charbon de bois aurait 57 300 ans. Quelle fraction de son carbone 14 de départ contiendrait-il ? Explique pourquoi la datation au carbone 14 devient alors impossible. 1 pt

✓ **$57300 \div 5730 = 10$ demi-vies, soit $\frac{1}{1024}$ du carbone 14 initial (environ 0,1 %) : trop peu pour une mesure.**

→ **Pourquoi.** Dix divisions par 2 font une division par 1 024. Au-delà d'une dizaine de demi-vies, la quantité restante, jamais nulle, devient trop faible pour être mesurée.

- d Peut-on dater par le carbone 14 un outil en pierre taillée ? Justifie. 1 pt

✓ **Non : la pierre n'a jamais été vivante ; la méthode date la mort d'un être vivant, à partir de laquelle son carbone 14 décroît.**

→ **Pourquoi.** Un caillou n'a pas de « mort » à dater. Pour un outil en pierre, on date plutôt le charbon de bois du foyer trouvé à côté.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Un résultat donné sans le raisonnement qui y conduit : la moitié des points de la question.

Barème : 4 points — 1 par question.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Additionner les neutrons au lieu de multiplier le nombre de fissions par 2 à chaque étape.
- Croire qu'on peut dater par le carbone 14 n'importe quel objet ancien, même une pierre.

RAPPEL DE COURS

- ☞ Après chaque demi-vie, la masse restante est divisée par 2 ; elle diminue sans jamais s'annuler. Trois moyens réduisent l'exposition : le temps, la distance et un écran adapté au rayonnement — du plomb épais pour γ .

CRITÈRE	CE QUI EST ATTENDU	POINTS
Nombre de demi-vies nécessaire pour passer sous 1 mg, suite des masses à l'appui.	48, 24, 12, 6, 3, 1,5 puis 0,75 mg : il faut 6 demi-vies pour passer sous 1 mg. → Après 5 demi-vies, il reste encore 1,5 mg, plus que le seuil ; c'est la sixième qui fait passer la masse dessous. 0,5 point pour la suite, 1 pour le nombre de demi-vies.	1,5 pt
Durée d'entreposage calculée et comparée au mois proposé.	$6 \times 8 = 48$ jours. En 30 jours, moins de 4 demi-vies se sont écoulées : il reste entre 6 et 3 mg, bien plus que 1 mg. Un mois ne suffit pas. → $30 \div 8 = 3,75$: la masse est comprise entre celle du jour 24 (6 mg) et celle du jour 32 (3 mg). 1 point pour la durée, 0,5 pour la comparaison.	1,5 pt
Seuil du service interprété : la masse ne s'annule jamais.	Même après 48 jours, il reste 0,75 mg d'iode 131 : la masse ne devient jamais nulle, c'est pourquoi le service fixe un seuil. → Chaque demi-vie divise ce qui reste par deux sans l'annuler : attendre « qu'il n'y en ait plus » n'aurait pas de fin.	1 pt
Armoire en bois critiquée : écran adapté au rayonnement γ.	Le bois n'arrête pas le rayonnement γ : il faut ranger les déchets derrière un écran épais de plomb. → Le rayonnement γ traverse le papier et l'aluminium ; seul un écran épais de plomb l'atténue.	1 pt
Surveillance de Malik critiquée : temps et distance.	Malik ne doit pas rester une heure par jour près des déchets : il doit écourter ses passages et se tenir à distance. → Réduire le temps passé près de la source et augmenter la distance s'ajoutent à l'écran : ce sont les trois moyens de protection.	1 pt
Choix d'un produit à décroissance rapide justifié.	Avec 8 jours de demi-vie, les déchets deviennent acceptables en quelques semaines ; avec le carbone 14, il faudrait compter en milliers d'années. → Une demi-vie courte fait décroître vite la masse : c'est un avantage pour un produit utilisé à l'hôpital. Les 5 730 ans du carbone 14 rendraient l'entreposage interminable.	1 pt
Conclusion nette et démarche rédigée.	Le projet n'est pas acceptable : il faut garder les déchets au moins 48 jours, derrière du plomb, et limiter le temps passé à côté. → Une tâche complexe se termine par une réponse claire à la question posée, appuyée sur les calculs et sur le cours.	1 pt

UN EXEMPLE DE RÉPONSE

Tous les 8 jours, la masse d'iode 131 est divisée par 2 : 48 mg, puis 24, 12, 6, 3, 1,5 et 0,75 mg. Il faut donc 6 demi-vies pour passer sous 1 mg, soit $6 \times 8 = 48$ jours. Un mois ne suffit pas : en 30 jours, il s'écoule $30 \div 8 = 3,75$ demi-vies, et il reste encore entre 6 et 3 mg. Même après 48 jours, il reste 0,75 mg : la masse ne s'annule jamais, d'où le seuil du service.

Les déchets émettent un rayonnement γ , que le bois n'arrête pas : il faut un écran épais de plomb. Malik doit écourter ses passages et se tenir à distance, car le temps et la distance réduisent l'exposition autant que l'écran. Avec 8 jours de demi-vie, l'attente se compte en semaines ; avec les 5 730 ans du carbone 14, elle se compterait en milliers d'années.

Le projet n'est donc pas acceptable : il faut garder les déchets au moins 48 jours, derrière du plomb, et limiter le temps passé près d'eux.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Des calculs justes sans jugement du projet ni argument de protection : 4 sur 8 au plus.

Barème : 8 points — 1,5 + 1,5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Diviser 48 mg par 30 jours, ou retirer une masse fixe chaque semaine.
- S'arrêter à 1,5 mg en oubliant que la règle exige moins de 1 mg.
- Accepter l'armoire en bois : le rayonnement y la traverse.
- Donner les calculs sans conclure sur le projet du responsable.

4 Une famille de noyaux

🕒 Repérer une erreur et la corriger · Raisonner et justifier

🕒 13 min

4 pts

RAPPEL DE COURS

- 📖 En β^- , un neutron se transforme en proton : A ne change pas, Z augmente de 1. Les sommes des A et des Z se conservent. Deux isotopes ont le même Z et des A différents. Changer d'élément, c'est changer le noyau.

- a Écris les deux équations, puis donne A et Z des noyaux X et Y .

1,5 pt

✓ ${}^{234}_{90}\text{Th} \longrightarrow {}^{234}_{91}\text{X} + {}^0_{-1}\text{e}$, puis ${}^{234}_{91}\text{X} \longrightarrow {}^{234}_{92}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$: **X a $A = 234$ et $Z = 91$; Y a $A = 234$ et $Z = 92$.**

→ **Pourquoi.** À chaque β^- , A reste égal à 234 et Z gagne 1 : $90 + 1 = 91$, puis $91 + 1 = 92$. 0,75 point par équation.

- b Montre que Y est un isotope de l'uranium 238 ($Z = 92$).

1 pt

✓ **Même élément, $Z = 92$ pour les deux, mais 234 nucléons contre 238.**

→ **Pourquoi.** Même Z et A différent : c'est la définition d'isotopes. Y est de l'uranium 234.

- c Un élève conclut : « Le thorium s'est transformé en uranium : c'est une réaction chimique. » Corrige-le, puis explique pourquoi aucune réaction chimique ne pourrait changer du thorium en uranium.

1,5 pt

✓ **C'est une transformation nucléaire : c'est le noyau qui change. Une réaction chimique ne fait intervenir que les électrons ; elle ne modifie jamais le nombre de protons, donc jamais l'élément.**

→ **Pourquoi.** Changer d'élément, c'est changer Z , donc le noyau : seule une désintégration le peut. La chimie, qui ne dépend que des électrons, laisse les noyaux intacts. 0,5 point pour la correction, 1 pour l'explication.

⚠ CE QUI COÛTE DES POINTS

Des équations sans conservation vérifiée : 0,5 point retiré par équation.

Barème : 4 points — 1,5 + 1 + 1,5.

🔍 ERREURS FRÉQUENTES

- Diminuer Z en β^- au lieu de l'augmenter.
- Modifier le nombre de masse à chaque désintégration β^- .
- Croire qu'une réaction chimique peut transformer un élément en un autre.



Barème de notation

Ce que le correcteur regarde, exercice par exercice.

20 pts

CE QUI EST ATTENDU	EXERCICE	POINTS	CE QUI FAIT PERDRE LE POINT
Les erreurs repérées et corrigées	1	4 points — 1 par erreur : 0,5 pour la repérer, 0,5 pour la corriger	Une erreur repérée mais non corrigée : 0,5 sur 1. La ligne juste signalée comme fausse : 0,5 retiré.
Les raisonnements sur la réaction en chaîne et la datation	2	4 points — 1 par question	Un résultat donné sans le raisonnement qui y conduit : la moitié des points de la question.
La tâche complexe résolue	3	8 points — 1,5 + 1,5 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1	Des calculs justes sans jugement du projet ni argument de protection : 4 sur 8 au plus.
La famille de noyaux suivie et la confusion corrigée	4	4 points — 1,5 + 1 + 1,5	Des équations sans conservation vérifiée : 0,5 point retiré par équation.
Total		20 points	



Que faire de ta note ?

Le contrôle ne s'arrête pas au chiffre : voici la suite selon ton score.



Niveau 1 · Essentiel



Niveau 2 · Standard



Niveau 3 · Approfondi — tu es ici



16 à 20

NIVEAU MAÎTRISÉ

C'est le niveau le plus élevé, et tu le maîtrises. Pour aller plus loin, reprends la méthode « écrire l'équation d'une désintégration » et applique-la à chaque noyau radioactif que tu rencontreras.



10 à 15

REFAIRE CE NIVEAU

Relis la correction de l'exercice où tu as perdu le plus de points. Refais la tâche complexe en suivant le plan de l'exemple de réponse, puis refais le niveau 3 dans une semaine.



moins de 10

NIVEAU INFÉRIEUR

Repasse par le niveau 2 — Standard : il entraîne les équations, la lecture d'une demi-vie et l'exploitation de mesures dont ce niveau a besoin.

✓ COMPARE AVEC TA PRÉVISION

- Reprends la grille « Avant de rendre ta copie » : là où tu avais coché « acquis » et perdu des points, relis le rappel de cours de l'exercice.
- Refaire un contrôle quelques jours plus tard, sans regarder le corrigé, mesure ce que tu as retenu, et non ce dont tu te souviens.
- La fiche de cours du chapitre reprend chaque notion : ProgresSchool · Physique-Chimie 3ème · Radioactivité et noyau atomique.