



PHYSIQUE NUCLÉAIRE – ASTUCES & DÉTAILS À NE PAS RATER



Les erreurs les plus fréquentes et les points clés pour réussir

LEÇON 1 : RADIOACTIVITÉ – COURS COMPLET

1 RADIOACTIVITÉ NATURELLE

ERREUR FRÉQUENTE

Croire que la radioactivité est provoquée par des conditions extérieures.

À RETENIR

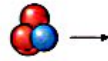
Elle est spontanée et dépend uniquement de la nature du noyau.



2 TYPES DE RAYONNEMENTS

DÉTAILS IMPORTANTS

α (alpha) : noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$, charge +2e, très peu pénétrant, arrêté par du papier.



β^- (bêta moins) : électron, charge -e, pénétration moyenne, arrêté par AL.



γ (gamma) : photon, charge 0, très pénétrant, arrêté par du plomb ou du béton.



ERREUR FRÉQUENTE

- Confondre β^- et γ (tous deux non déviés par E et B? FAUX!) $\rightarrow \beta^-$ est dévié, γ ne l'est pas.
- Oublier la charge et la nature de chaque rayonnement.

3 LOI DE DÉCROISSANCE RADIOACTIVE

À NE PAS OUBLIER

- $N(t)$ diminue exponentiellement.
- N_0 est la quantité initiale à $t = 0$.
- λ est propre au noyau (radioactivité en s^{-1}).
- t en secondes !

ERREUR FRÉQUENTE

Utiliser t en minutes/heure sans convertir en secondes.

Unités cohérentes sinon le résultat est faux !

DEMI-VIE ($t_{1/2}$)

ASTUCE MÉMO

Après chaque durée $t_{1/2}$, la quantité est divisée par 2.

$$N_0 \rightarrow \frac{N_0}{2} \rightarrow \frac{N_0}{4} \rightarrow \frac{N_0}{8} \rightarrow \dots$$

ERREUR FRÉQUENTE

Confondre $t_{1/2}$ et t (temps écoulé). La demi-vie est une caractéristique du noyau, elle ne dépend pas de N_0 .

4 ACTIVITÉ ET UNITÉS

POINTS CLÉS

$$A = \frac{dN}{dt} = \lambda N$$

- A est proportionnelle à N .
- Unité : Becquerel (Bq).
- 1 Bq = 1 désintégration / seconde.

ERREUR FRÉQUENTE

Oublier que l'activité décroît comme $N(t)$:

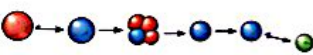
$$A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$



5 CHAÎNES DE DÉSINTÉGRATION

ASTUCE

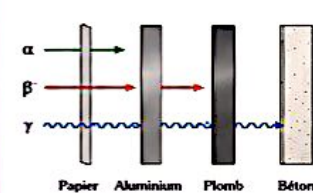
Toujours écrire les équations nucléaires complètes et vérifier la conservation du nombre de masse A et du numéro atomique Z . Attention à l'ordre des étapes et aux produits stables.



6 POUVOIR DE PÉNÉTRATION

À MÉMORISER

α : très faible < β^- : moyen < γ : très élevé



7 APPLICATIONS

À GARDER EN TÊTE



Médecine (radiothérapie, imagerie)



Datation (Carbone 14)



Industrie (contrôle non destructif)



Énergie nucléaire

CONSEILS GÉNÉRAUX POUR LES EXERCICES

- ✓ Toujours écrire les unités à chaque étape.
- ✓ Vérifier les ordres de grandeur.
- ✓ Faire un schéma (souvent indispensable).
- ✓ Bien lire l'énoncé : réaction, données, questions.
- ✓ Ne jamais oublier la conservation de A et Z dans une réaction.
- ✓ Encadrer les résultats et conclure avec une phrase.



LEÇON 2 : LES NOYAUX – MASSE ET ÉNERGIE

1 ÉQUIVALENCE MASSE-ÉNERGIE

POINTS CLÉS

$$E = mc^2$$

- $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- La masse peut se transformer en énergie et inversement.

ERREUR FRÉQUENTE

Oublier le carré sur c (c^2) ! C'est une erreur très courante.



$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

$$E = 1 \text{ u} \cdot c^2 = 931,5 \text{ MeV}$$

2 UNITÉS EN PHYSIQUE NUCLÉAIRE

À RETENIR

- $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$

ERREUR FRÉQUENTE

Confondre eV et J. Toujours convertir avant un calcul énergétique.

3 DÉFAUT DE MASSE (Δm)

POINTS CLÉS

La masse d'un noyau est inférieure à la somme des masses des nucléons.

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{noyau}}$$

- m_p : masse du proton
- m_n : masse du neutron
- m_{noyau} : masse du noyau

ERREURS FRÉQUENTES

- Inverser les signes.
- Oublier de multiplier m_p par Z et m_n par $(A - Z)$.
- Utiliser des masses en u dans une formule en kg (sans conversion).

Toujours utiliser les mêmes unités !

4 ÉNERGIE DE LIAISON (E_L)

POINTS CLÉS

Énergie nécessaire pour dissocier complètement les nucléons.

$$E_L = \Delta m \cdot c^2$$

Unité : MeV (ou eV)

ASTUCE

Plus E_L est grande, plus le noyau est stable.

5 ÉNERGIE DE LIAISON PAR NUCLÉON

POINTS CLÉS

$$\frac{E_L}{A}$$

Unité : MeV/nucléon

ASTUCE

Comparer $\frac{E_L}{A}$ entre noyaux donne leur stabilité relative.

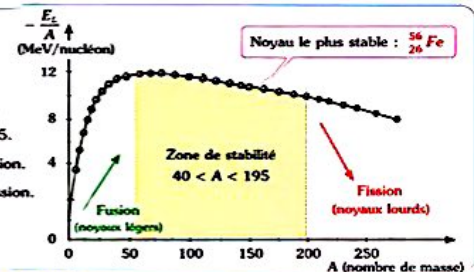
ERREUR FRÉQUENTE

Comparer E_L au lieu de $\frac{E_L}{A}$. C'est $\frac{E_L}{A}$ qui permet de conclure !

6 COURBE D'ASTON

À RETENIR

- Le noyau le plus stable : ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.
- Noyaux stables : $40 < A < 195$.
- Noyaux légers ($A < 40$) \rightarrow fusion.
- Noyaux lourds ($A > 195$) \rightarrow fission.



7 FUSION ET FISSION NUCLÉAIRES

FUSION (noyaux légers)

Deux noyaux légers \rightarrow un plus lourd + énergie

Exemple : ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

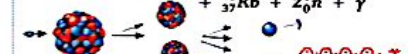


Nécessite T° et pression très élevées (pour vaincre la répulsion électrique).

FISSION (noyaux lourds)

Un noyau lourd \rightarrow plusieurs plus légers + énergie

Exemple : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{140}_{54}\text{Cs} + {}^{92}_{38}\text{Rb} + 2{}^1_0\text{n} + \gamma$



Les neutrons produits peuvent provoquer une réaction en chaîne si non contrôlés !

8 BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UNE RÉACTION NUCLÉAIRE

FORMULES CLÉS

$$\Delta E = E_f - E_i$$

ou encore :

$$\Delta E = \left[\sum m(\text{produits}) - \sum m(\text{réactifs}) \right] c^2$$

ou $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

Si $\Delta E < 0$:
Énergie libérée
(réaction exothermique)

Si $\Delta E > 0$:
Énergie absorbée
(réaction endothermique)

ERREURS FRÉQUENTES

- Inverser réactifs et produits.
- Oublier de convertir les masses en kg (ou utiliser $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$).
- Oublier γ ou n dans les produits.

RAPPELS RAPIDES

Constantes

- $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- 1 Bq = 1 désintégration/s

Symboles

- A : nombre de masse ($Z + N$)
- Z : numéro atomique (protons)
- N : nombre de neutrons

À TOUJOURS VÉRIFIER !

- ✓ Conservation de A et Z .
- ✓ Unités et conversions.
- ✓ Ordre de grandeur.
- ✓ Sens physique du résultat.

