BURHAN

Noyaux, masse et énergie : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/noyaux-masse-et-energie/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Noyaux, masse et énergie	Application	8

Exercice 1

Énergie de masse d'un électron

On étudie un électron au repos. Sa masse vaut $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$, soit $m_e = 5{,}49 \times 10^{-4}\,\mathrm{u}$.

Données : $c = 3{,}00 \times 10^{8}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$; $1\,\mathrm{MeV} = 1{,}60 \times 10^{-13}\,\mathrm{J}$; $1\,\mathrm{u} = 931{,}5\,\mathrm{MeV}/c^2$.

1.

Calculer en joules l'énergie de masse E de l'électron, à partir de sa masse en kilogrammes.

INDICE

Outil : la relation d'équivalence masse-énergie ; avec une masse en kilogrammes, l'énergie sort en joules.

2.

Convertir cette énergie en mégaélectronvolts.

INDICE

Outil : la valeur du mégaélectronvolt en joules. **Point délicat :** garde la valeur non arrondie de la question 1.

3.

Calculer la même énergie à partir de la masse en u. Comparer au résultat de la question 2 et expliquer l'écart.

INDICE

Outil : la correspondance entre l'unité de masse atomique et le mégaélectronvolt.

Exercice 2

Énergie de liaison du noyau d'azote 14

L'azote de l'air est surtout formé de l'isotope $^{14}_{7}\mathrm{N}$. La masse de son noyau vaut $m(^{14}_{7}\mathrm{N}) = 13{,}99923\,\mathrm{u}$.

Données : $m_p = 1{,}00728\,\mathrm{u}$; $m_n = 1{,}00866\,\mathrm{u}$; $1\,\mathrm{u} = 931{,}5\,\mathrm{MeV}/c^2$; $1\,\mathrm{MeV} = 1{,}60 \times 10^{-13}\,\mathrm{J}$.

1.

Donner la composition du noyau, puis calculer son défaut de masse Δm.

INDICE

Outil : la définition du défaut de masse. **Point délicat :** garde les cinq décimales des masses jusqu'à la soustraction.

2.

Calculer l'énergie de liaison E_ℓ du noyau, en MeV puis en joules.

INDICE

Outil : l'énergie de liaison est l'énergie de masse du défaut de masse ; une masse en u donne des MeV.

3.

En déduire l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau.

INDICE

Outil : l'énergie de liaison par nucléon est un quotient par le nombre de nucléons.

Exercice 3

Stabilité comparée du néon 20 et du nickel 62

Un spectromètre de masse a permis de mesurer la masse des noyaux suivants.

Noyau	Z	A	Masse du noyau (u)
néon 20	10	20	$19{,}98695$
nickel 62	28	62	$61{,}91297$

Données : $m_p = 1{,}00728\,\text{u}$; $m_n = 1{,}00866\,\text{u}$; $1\,\text{u} = 931{,}5\,\text{MeV}/c^2$.

1.

Calculer le défaut de masse de chacun des deux noyaux.

INDICE

Outil : la définition du défaut de masse. **Point délicat :** le nickel 62 a $62 - 28$ neutrons.

2.

Calculer l'énergie de liaison par nucléon de chaque noyau.

INDICE

Début : convertis chaque défaut de masse en énergie de liaison. **Ensuite :** divise par le nombre de nucléons.

3.

Lequel des deux noyaux est le plus stable ? Justifier.

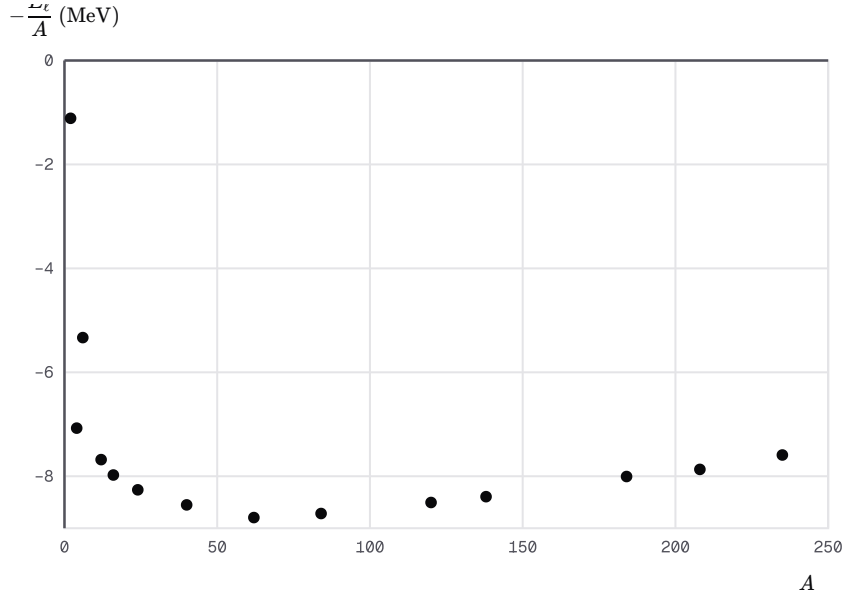
INDICE

Outil : le critère de stabilité vu dans le cours.

Exercice 4

Lecture d'un extrait de la courbe d'Aston

Le document représente $-\dfrac{E_\ell}{A}$ en fonction du nombre de nucléons A pour quatorze noyaux, à partir de masses mesurées.



Extrait de la courbe d'Aston

1.

Repérer sur le document le noyau le plus stable. Donner son nombre de nucléons et son énergie de liaison par nucléon.

INDICE

Outil : l'ordonnée est l'opposé de l'énergie de liaison par nucléon ; cherche le point le plus bas.

2.

Lire l'énergie de liaison par nucléon du lithium 6 ($A = 6$) et de l'uranium 235 ($A = 235$). Lequel peut gagner en stabilité par fusion, lequel par fission ?

INDICE

Outil : la place de chaque noyau par rapport au minimum de la courbe.

3.

Montrer que l'énergie de liaison du noyau d'étain 120 ($A = 120$) vaut environ $1{,}0 \times 10^3\ \text{MeV}$.

INDICE

Outil : l'énergie de liaison est le produit de l'énergie par nucléon par le nombre de nucléons.

Exercice 5

Fission de l'uranium 235 en lanthane et brome

Dans le cœur d'un réacteur, un neutron lent frappe un noyau d'uranium 235. L'une des réactions possibles s'écrit :

$$\begin{aligned} &{}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \\ &\longrightarrow {}^{146}_{57}\mathrm{La} + {}^{A}_{Z}\mathrm{X} \\ &\quad + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n} \end{aligned}$$

Extrait de la classification : Se ($Z = 34$) ; Br ($Z = 35$) ; Kr ($Z = 36$).

1.

Déterminer A et Z par les lois de conservation.

INDICE

Outil : le nombre de nucléons et le nombre de charge se conservent ; un neutron compte 1 nucléon et 0 charge.

2.

Identifier l'élément X et écrire le symbole complet de son noyau.

INDICE

Outil : un élément est caractérisé par son numéro atomique.

3.

Justifier que cette réaction est une fission, et expliquer le rôle des neutrons émis.

INDICE

Outil : la définition d'une fission ; regarde ce que deviennent les neutrons produits.

Exercice 6

Reconnaître le type de quatre réactions nucléaires

On considère les quatre réactions suivantes.

Réaction (1).

$$\begin{aligned} &{}^{222}_{86}\mathrm{Rn} \\ &\longrightarrow {}^{218}_{84}\mathrm{Po} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \end{aligned}$$

Réaction (2).

$${}^{1}_{1}\mathrm{H} + {}^{2}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{3}_{2}\mathrm{He}$$

Réaction (3).

$$\begin{aligned} &{}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \\ &\longrightarrow {}^{137}_{52}\mathrm{Te} + {}^{97}_{40}\mathrm{Zr} \\ &\quad + 2\,{}^{1}_{0}\mathrm{n} \end{aligned}$$

Réaction (4).

$$\begin{aligned} &{}^{90}_{38}\mathrm{Sr} \\ &\longrightarrow {}^{90}_{39}\mathrm{Y} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} \end{aligned}$$

1.

Donner le type de chacune des quatre réactions : fission, fusion, radioactivité α ou radioactivité β^{-}.

INDICE

Outil : compte les réactifs, puis regarde la particule émise ou la taille des noyaux formés.

2.

L'oxygène 15 est radioactif β^{+} :

$${}^{15}_{8}\mathrm{O} \longrightarrow {}^{A}_{Z}\mathrm{X} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$$

Compléter l'équation, sachant que C a pour numéro atomique 6 et N le numéro 7.

INDICE

Outil : les deux lois de conservation ; le positon compte 0 nucléon et une charge $+1$.

Exercice 7

Énergie libérée par la radioactivité alpha de l'américium 241

L'américium 241, employé dans certains détecteurs de fumée, est radioactif α : il donne un noyau de neptunium.

Noyau	Masse du noyau (u)
américium 241, $^{241}_{95}\mathrm{Am}$	$241{,}004713$
neptunium 237	$236{,}997156$
hélium 4, $^{4}_{2}\mathrm{He}$	$4{,}001506$

Données : U ($Z=92$), Np ($Z=93$), Pu ($Z=94$) ; $1\,\mathrm{u}=931{,}5\,\mathrm{MeV}/c^2$; $1\,\mathrm{MeV}=1{,}60\times10^{-13}\,\mathrm{J}$.

1.

Écrire l'équation de la désintégration, en vérifiant les deux lois de conservation.

INDICE

Outil : la particule α est un noyau d'hélium 4 ; le neptunium a le numéro atomique 93.

2.

Calculer la variation d'énergie ΔE de la réaction en MeV, puis l'énergie libérée E_{lib}.

INDICE

Outil : l'énergie d'une réaction nucléaire à partir des masses. **Point délicat :** le signe de ΔE.

3.

Exprimer cette énergie libérée en joules.

INDICE

Outil : la valeur du mégaélectronvolt en joules.

Exercice 8

Diagramme d'énergie de la fusion de deux noyaux d'hélium 3

Dans le Soleil, deux noyaux d'hélium 3 peuvent fusionner :

$$2\,{}^{3}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + 2\,{}^{1}_{1}\mathrm{p}$$

Le document est le diagramme d'énergie de cette réaction. Le niveau des nucléons séparés est pris à 0 ; la valeur écrite près d'une flèche est sa variation d'énergie.

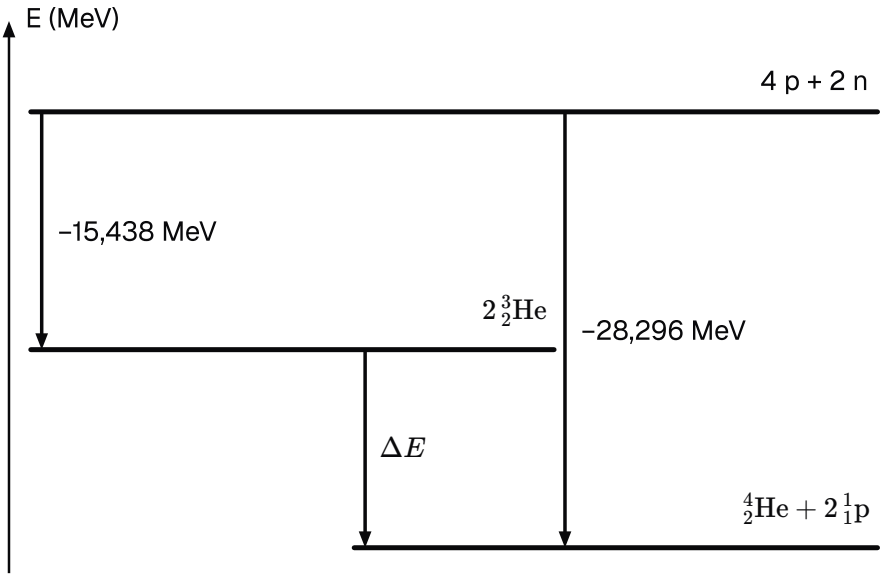


Diagramme d'énergie de la fusion de deux noyaux d'hélium 3

1.

Lire sur le document l'énergie de liaison $E_\ell(\mathrm{i})$ des réactifs et l'énergie de liaison $E_\ell(\mathrm{f})$ des produits.

INDICE

Outil : une flèche qui descend des nucléons séparés vers un niveau vaut l'opposé de l'énergie de liaison de ce niveau.

2.

Calculer la variation d'énergie ΔE de la réaction et l'énergie libérée.

INDICE

Outil : l'énergie d'une réaction nucléaire à partir des énergies de liaison.

3.

Les produits sont-ils plus liés ou moins liés que les réactifs ? Relier la réponse au signe de ΔE.

INDICE

Outil : compare les deux énergies de liaison lues à la question 1.