

Série TD4 Solutions

Exercice

On prend l'isotope du carbone $^{12}_6\text{C}$ comme référence de mesure de la masse atomique

① : Calculer :

- * la masse en u.m.a.
 - * le défaut de masse.
 - * l'énergie de liaison totale et moyenne
- ② : les masses atomiques de $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$ sont respectivement 15,99491 u.m.a., 16,999133 u.m.a.
- ③ : Calculer l'énergie de liaison totale et moyenne.

* le défaut de masse.

④ Calculer la masse du $^{15}_7\text{N}$ sachant que l'énergie de liaison totale est 115,49 MeV

Solutions

a) la masse de $(^{12}_6\text{C})$ en u.m.a est : 12 u.m.a.

b) le défaut de masse :

$$\Delta m = m_{\text{nucléons}} - m_{\text{noyau}} = 12 - 12 = 0$$

$$\Delta M(A, Z) = M(A, Z) - A \cdot 1 \text{ u.m.a.} = 12 - 12$$

$$\Delta\pi(17, 6) = \pi(17, 8) - A. 1 \text{ Uma}$$

$$= 16,999133 - 17. 1 \text{ Uma.}$$

$$\Delta\pi(17, 6) = -9,000867 \text{ Uma}$$

*) L'énergie de liaison :

$$\beta(16, 8) = (Z \Delta\pi_p + N \Delta\pi_n - \Delta\pi(A, Z)) c^2$$

$$= (8(7,288 + 8,071) + 9,000509 \times 9315)$$

$$\beta(16, 8) = 127,61 \text{ MeV}$$

$$\beta(17, 8) = (8(7,288) + 9(8,071) + 9,000867 \times 931,5) \frac{\text{MeV} \times c^2}{c^2}$$

$$\beta(17, 8) = 131,75 \text{ MeV}$$

*) L'énergie moyenne :

$$\beta_{\text{moy}}(16, 8) = \frac{\beta(16, 8)}{16} = \frac{127,61}{16} \approx 7,97 \text{ MeV}$$

$$\beta_{\text{moy}}(17, 8) = \frac{\beta(17, 8)}{17} = \frac{131,75}{17} \approx 7,75 \text{ MeV}$$

3) La masse de $^{15}_7\text{N}$:

$$\beta(A, Z) = (Z \Delta\pi_p + N \Delta\pi_n - \Delta\pi(A, Z)) c^2$$

$$\Delta\pi(A, Z) c^2 = Z \Delta\pi_p + N \Delta\pi_n - \beta(A, Z)$$

$$^{15}_7\text{N} \equiv A=15, Z=7, N=8$$

c) L'énergie de liaison, ${}^6_6\text{C} \Rightarrow \begin{cases} A=12 \\ Z=6 \\ N=6 \end{cases}$

$$\beta(A, Z) = [Z \Delta\pi_p + N \Delta\pi_n - \Delta\pi(A, Z)] c^2$$

Où :

$$\Delta\pi_n = 8,071 \text{ MeV}/c^2$$

$$\Delta\pi_p = 7,288 \text{ MeV}/c^2$$

$$\Rightarrow \beta(12, 6) = [6(8,071 + 7,288) - 0] \frac{\text{MeV} \times c^2}{c^2}$$

$$\beta(12, 6) = 92,154 \text{ MeV}$$

$$\beta_{\text{moy}}(12, 6) = \frac{\beta(12, 6)}{12} = 7,68 \text{ MeV}$$

$$\beta_{\text{moy}}(12, 6) = 7,68 \text{ MeV}$$

*) Se défaut de masse :

$$\Delta\pi(16, 8) = \pi(16, 8) - A. 1 \text{ Uma} = 15,999133 - 16$$

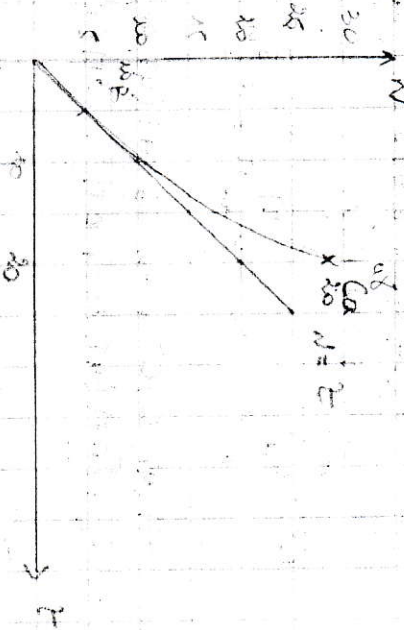
$$\Delta\pi(16, 8) = -0,000867 \text{ Uma}$$

$$\Delta H(9,5) = 12,42 \text{ MeV}/c^2$$

$$\Delta H(10,5) = 12,052 \text{ MeV}/c^2$$

$$3) {}^{10}_5\text{B} \Rightarrow A=10, Z=5, N=5$$

$${}^{48}_{20}\text{Ca} \Rightarrow A=48; Z=20, N=28$$



${}^{48}_{20}\text{Ca}$ est le noyau le plus stable

$$\Rightarrow \begin{cases} Z=20 \rightarrow \text{magique} \\ N=28 \end{cases}$$

double magique

$$3) \text{ l'énergie de séparation : } {}^{10}_5\text{B} + 5n \rightarrow {}^9_5\text{B} + 5n$$

(3)

$$\Delta H(15,7)c^2 = [7 \times 7,288 + 8(8,071)]c^2 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$\Delta H(15,7) = 90,94 \frac{\text{MeV}}{c^2} \Rightarrow \text{de } f_{\text{an}} \text{ de masse}$$

$$\Delta H(A,Z) = H(A,Z) - A \cdot 1 \text{ Uma}$$

$$H(A,Z) = \Delta H(A,Z) + A \cdot 1 \text{ Uma}$$

$$\Rightarrow H(15,7) = 0,094/931,5 \text{ Uma} + 15 \text{ Uma} = 15,0001 \text{ Uma}$$

EX 30

Sur le graphique de la stabilité $N=f(Z)$

3) Position des deux noyaux suivants

$${}^{48}_{20}\text{Ca}$$

2) Quel est le noyau le plus stable ?

3) Calculer l'énergie de séparation d'un

neutron pour les deux noyaux et com-

parer entre eux ?

4) Calculer l'énergie de liaison totale

et moyenne et comparer entre eux ?

Solution

$$\text{On a : } \Delta H(44,20) = -42,37 \text{ MeV}/c^2$$

$$\Delta H(48,20) = -44,226 \text{ MeV}/c^2$$

impossibles

que :

4) L'énergie de liaison:

$$B(A, Z) = [2 \cdot \Delta H_p + \Delta H_n - \Delta H(A, Z)] c^2$$

Pour $^{48}_{20}\text{Ca}$:

$$B(^{48}_{20}\text{Ca}) = [20 \Delta H_p + 28 \Delta H_n - \Delta H(^{48}_{20}\text{Ca})] c^2$$

$$B(^{48}_{20}\text{Ca}) = [20(4.288) + 28(8.071) + 44.226] \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$B(^{48}_{20}\text{Ca}) = 415,974 \text{ MeV}$$

$$B_{\text{moy}}(^{48}_{20}\text{Ca}) = \frac{B(^{48}_{20}\text{Ca})}{48} = \frac{415,974}{48}$$

$$B_{\text{moy}}(^{48}_{20}\text{Ca}) = 8,67 \text{ MeV}$$

Pour $^{10}_5\text{B}$:

$$B(^{10}_5\text{B}) = [5 \Delta H_p + 5 \Delta H_n - \Delta H(^{10}_5\text{B})] c^2$$

$$= [5(4.288 + 8.071) - 12,052] \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

$$B(^{10}_5\text{B}) = 6,47$$

$$B_{\text{moy}}(^{10}_5\text{B}) = 6,5 \text{ MeV}$$

Remarque:

$$B_{\text{moy}}(^{48}_{20}\text{Ca}) > B_{\text{moy}}(^{10}_5\text{B}) \text{ [0 plus stable]}$$

(40)

On applique le principe de C.E, on trouve:

$$\Delta H(^{10}_5\text{B}) c^2 + S_n = \Delta H(^9_5\text{Li}) c^2 + \Delta H(^1_1\text{H}) c^2$$

$$S_n = [\Delta H(^9_5\text{Li}) + \Delta H_n - \Delta H(^{10}_5\text{B})] c^2$$

$$A.N \Rightarrow S_n = (12,442 + 8,071 - 12,052) \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2$$

$$S_n = 8,44 \text{ MeV}$$

Pour $^{48}_{20}\text{Ca}$:

$$^{48}_{20}\text{Ca} + S_n \rightarrow ^{47}_{20}\text{Ca} + ^1_0\text{n}$$

$$\Delta H(^{48}_{20}\text{Ca}) c^2 + S_n \Rightarrow \Delta H(^{47}_{20}\text{Ca}) c^2 + \Delta H(^1_0\text{n}) c^2$$

$$S_n = [\Delta H(^{47}_{20}\text{Ca}) + \Delta H_n - \Delta H(^{48}_{20}\text{Ca})] c^2$$

$$A.N \Rightarrow S_n = [42,37 + 8,071 + 44,226] \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2$$

$$S_n = 9,927 \text{ MeV}$$

Remarque:

$S_n(^{48}_{20}\text{Ca}) > S_n(^{10}_5\text{B}) \Rightarrow$ parce que le noyau $^{48}_{20}\text{Ca}$ est beaucoup plus magique et les noyaux de $^{48}_{20}\text{Ca}$ sont reliés d'une façon très forte par rapport des noyaux de $^{10}_5\text{B}$.