

EJERCICIOS DEFECTO DE MASA. SOLUCIONES

Ej. 1.-

- a) Calcule el defecto de masa y la energía total de enlace del isótopo $^{15}_7\text{N}$, de masa atómica: 15,0001089 u.
 b) Calcule la energía de enlace por nucleón.

Datos: Masa del protón:	$m_p = 1,007276 \text{ u}$
Masa del neutrón:	$m_n = 1,008665 \text{ u}$
Unidad de masa atómica:	$1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Velocidad de la luz en el vacío:	$c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

a) El defecto de masa es la diferencia entre la masa total de los nucleones desunidos y la masa del núcleo (ésta coincide con la masa atómica).

$$^{15}_7\text{N} \rightarrow \begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} \text{X} \quad \text{entonces } Z=7 \text{ y } A=15$$

$Z = \text{n}^\circ \text{ de protones} \quad (Z=p)$

$A = \text{n}^\circ \text{ de protones} + \text{n}^\circ \text{ de neutrones} \quad (A=p+n)$

$$p=7$$

$$p+n=15 \Rightarrow n=8$$

$$\Delta m = (7 \cdot m_p + 8 \cdot m_n) - m_{\text{atm del } ^{15}_7\text{N}}$$

$$\Delta m = (7 \cdot 1,007276 + 8 \cdot 1,008665) - 15,0001089 = 0,1201431 \text{ u}$$

$$\Delta m = 0,1201431 \text{ u} \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = \underline{1,99 \cdot 10^{-28} \text{ kg}}$$

b) $E = \Delta m \cdot c^2$

$$E = 1,99 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 1,79 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

La energía de enlace por nucleón: $\frac{E}{A} = \frac{E}{\text{n}^\circ \text{ partíc. núcleo}}$

$$\frac{E}{A} = \frac{1,79 \cdot 10^{-11}}{15} = \underline{1,19 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}}$$

Ej. 2.-

El tritio es un isótopo del hidrógeno de masa atómica igual a 3,016 u. Su núcleo está formado por un protón y dos neutrones.

- a) Defina el concepto de defecto de masa y calcúlelo para el núcleo de tritio.
 b) Defina el concepto de energía media de enlace por nucleón y calcúlela para el caso del tritio, expresando el resultado en unidades de MeV.

Datos: Masa del protón:	m_p	$= 1,0073 \text{ u}$
Masa del neutrón:	m_n	$= 1,0087 \text{ u}$
Valor absoluto de la carga del electrón:	e	$= 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Unidad de masa atómica:	u	$= 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Velocidad de la luz en el vacío:	c	$= 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

a) Definición: ej. 1.

$${}^3_1\text{H} \quad \begin{array}{l} p=1 \Rightarrow Z=1 \\ p+n=3 \Rightarrow A=3 \end{array}$$

$$\Delta m = [1 \cdot m_p + 2 \cdot m_n] - m_{\text{átom}}({}^3_1\text{H})$$

$$\Delta m = (1,0073 + 2 \cdot 1,0087) - 3,016 = 0,009 \text{ u} = \underline{\underline{1,45 \cdot 10^{-29} \text{ kg}}}$$

b) Energía de enlace es la energía liberada en el proceso de formación del núcleo a partir de sus nucleones. Se relaciona con el defecto de masa a través de la ecuación masa-energía de Einstein $E = \Delta m c^2$.
 la energía media de enlace por nucleón es la energía de enlace que, en promedio, corresponde a cada uno de los nucleones: $\frac{E}{A} = \frac{\Delta m \cdot c^2}{A}$

$$\frac{E}{A} = \frac{1,45 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \text{ J}}{3 \text{ nucleones}} = 4,36 \cdot 10^{-13} \frac{\text{J}}{\text{nucleón}}$$

1eV es la energía cinética que adquiere un electrón, inicialmente en reposo, acelerado por una diferencia de potencial de 1 voltio

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \underline{\underline{1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}}$$

$$4,36 \cdot 10^{-13} \frac{\text{J}}{\text{nuc}} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \cdot \frac{10^6 \text{ eV}}{1 \text{ MeV}} = \underline{\underline{2,725 \frac{\text{MeV}}{\text{nucleón}}}}$$

Ej. 3.-

Razone por qué el tritio (${}^3_1\text{H}$) es más estable que el helio-3 (${}^3_2\text{He}$).

Datos: Masa del núcleo de helio-3:	= 3,016029 u
Masa del núcleo de tritio:	= 3,016049 u
Masa del protón:	$m_p = 1,007276 \text{ u}$
Masa del neutrón:	$m_n = 1,008665 \text{ u}$
Unidad de masa atómica:	$1 \text{ u} = 1,66055 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Velocidad de la luz en el vacío:	$c = 3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

$${}^3_1\text{H} \begin{cases} Z=1 & p=1 \\ A=3 & p+n=3 \Rightarrow n=2 \end{cases}$$

$$\Delta m = (1 \cdot 1,007276 + 2 \cdot 1,008665) - 3,016049 = 0,008557 \text{ u}$$

$${}^3_2\text{He} \begin{cases} Z=2 & p=2 \\ A=3 & p+n=3 \Rightarrow n=1 \end{cases}$$

$$\Delta m = 2 \cdot 1,007276 + 1 \cdot 1,008665 - 3,016029 = 0,007118 \text{ u}$$

Se trata de conocer la energía de enlace por nucleón. Podemos hacer los cálculos o razonar. El número de nucleones en ambos núcleos es 3. Como $\Delta m({}^3_1\text{H}) > \Delta m({}^3_2\text{He}) \Rightarrow$ la energía de enlace $E = \Delta m \cdot c^2$ es superior en ${}^3_1\text{H}$ y la E enl por nucleón también, por lo tanto el tritio es más estable.