Energía de enlace

La masa experimental de un núcleo de ^{39}K (Z=19) es 38,96400 u. Sabiendo que tiene 19 protones, calcular:

a) La energía de enlace en eV Resultado: E = 324.8 MeV
b) La energía de enlace por nucleón Resultado: E/A = 8.33 MeV

Datos: m_p=1,00728 u; m_n= 1,00867u

Uno de los núcleos más estables corresponde al Manganeso 55 (Z=25), cuya masa atómica es 54,938.

a) Qué energía será preciso comunicarle para descomponerlo en sus correspondientes protones y neutrones? Resultado: E = 7.53 10^{-11} J = 470.8 MeV
b) ¿Cuál es su energía de enlace por nucleón? Resultado: E/A = 8.56 MeV

Datos: m_p=1,00728 u; m_n= 1,00867u

Determinar la energía liberada en la reacción de fusión:

$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + \text{energía}$$

Datos: m(H)= 2.01410 u ; m(He)= 4,00260 u

Resultado: E = 3.82 10^{-12} J = 23.9 MeV

Calcular el defecto de masa para el deuterio (H-2). El núcleo del deuterio esta constituido por un protón y un neutrón y tiene une masa de 2,0147 u.m.a.. Obtener el resultado en u.m.a. y Kg.

Datos**:** masa del protón = 1,0078 u.m.a.; masa del neutrón = 1,0092 u.m.a.

Para un núcleo de carbono-12, calcular:

a) El defecto de masa.
b) La energía de enlace.
c) La energía de enlace por nucleón .

Datos: masa del protón = 1,0076 u.m.a.; masa del neutrón = 1,0089 u.m.a.

Considera los núcleos de litio ^{6}Li y ^{7}Li de masas 6,0152 uma y 7,0160 uma, respectivamente, siendo 3 el número atómico de estos dos isótopos. Calcula para ambos núcleos:

a) El defecto de masa
b) La energía de enlace.
c) La energía de enlace por nucleón.

Datos: 1uma=1,66·10-^{27} Kg; 1uma=931MeV; 1eV=1,6·10^{-19}J; m(p)=1,0073 uma; m(n)=1,0087uma; c=3·10^{8} m/s

Considera los núcleos de litio ^{6}Li y ^{7}Li de masas 6,0152 uma y 7,0160 uma, respectivamente, siendo 3 el número atómico de estos dos isótopos. Calcula para ambos núcleos:

a) El defecto de masa
b) La energía de enlace.
c) La energía de enlace por nucleón.

Datos: 1uma=1,66·10-^{27} Kg; 1uma=931MeV; 1eV=1,6·10^{-19}J; m(p)=1,0073 uma; m(n)=1,0087uma; c=3·10^{8} m/s

La masa experimental de un núcleo de ^{39}K (Z=19) es 38,96400 u. Sabiendo que tiene 19 protones, calcular:

a) La energía de enlace en eV — Resultado: E = 324.8 MeV

b) La energía de enlace por nucleón — Resultado: E/A = 8.33 MeV

Datos: m_p=1,00728 u; m_n= 1,00867u

La energía de enlace será igual al defecto másico del núcleo:

$$\Delta m = Z m_p + (A-Z) m_n - M$$

$$\Delta m = 19 \cdot 1{,}00728 + 20\ 1{,}00867 - 38{,}96400 =$$

$$= 19{,}13832 + 20{,}1734 - 38{,}96400 = 0{,}3477\ u$$

$$E = 0{,}3477 \cdot 1{,}6605 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 5{,}196 \cdot 10^{-11}\ J = 324{,}8\ MeV$$

La energía por nucleón será:

$$E/A = \frac{324{,}8}{39} = 8{,}33\ MeV$$

Uno de los núcleos más estables corresponde al Manganeso 55 (Z=25), cuya masa atómica es 54,938.

a) ¿Qué energía será preciso comunicarle para descomponerlo en sus correspondientes protones y neutrones? Resultado: E = 7.53 10^{-11} J = 470.8 MeV

b) ¿Cuál es su energía de enlace por nucleón? Resultado: E/A = 8.56 MeV

Datos: m_p=1,00728 u; m_n= 1,00867u

a) Habrá que comunicarle una energía igual a la energía de enlace, es decir:

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

$$\Delta m = 25 \cdot 1{,}00728 + (55-25) \cdot 1{,}00867 - 54{,}938 =$$

$$= 25{,}182 + 30{,}2601 - 54{,}938 = 0{,}5041\ u$$

$$E = 0{,}5041 \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \cdot 1{,}6605 \cdot 10^{-27} = 7{,}53 \cdot 10^{-11}\ J = 470{,}8\ MeV$$

b) $$E/A = \frac{470{,}8}{55} = 8{,}56\ MeV$$

Determinar la energía liberada en la reacción de fusión:

$$^2_1H + ^2_1H \rightarrow ^4_2He + \text{energía}$$

Datos: m(H)= 2.01410 u ; m(He)= 4,00260 u

Resultado: E = 3.82 10^{-12} J = 23.9 MeV

$$\Delta m = 4{,}00260 - 2(2{,}01410) = -0{,}0256\ u$$

$$\Delta E = 0{,}0256 \cdot 1{,}6605 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 3{,}82 \cdot 10^{-12}\ J = 23{,}91\ MeV$$

Calcular el defecto de masa para el deuterio (H-2). El núcleo del deuterio esta constituido por un protón y un neutrón y tiene une masa de 2,0147 u.m.a.. Obtener el resultado en u.m.a. y Kg.

Datos: masa del protón = 1,0078 u.m.a.; masa del neutrón = 1,0092 u.m.a.

Calculamos el defecto másico:

$$\Delta m = \left[Z \cdot m_p + (A-Z)\, m_n\right] - m_N =$$

$$= \left[1 \cdot 1{,}0078 + (2-1)\, 1.0092\right] - 2{,}0147 =$$

$$= 2{,}017 - 2{,}0147 = \underline{2{,}3 \cdot 10^{-3}\ \text{u.m.a.}}\ ; \quad 2{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 3{,}82 \cdot 10^{-30}\ \text{kg}$$

La energía será

$$E = \Delta m c^2 = 2{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ \text{kg/u} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 3{,}44 \cdot 10^{-13}\ \text{J} = 2{,}15\ \text{MeV}$$

Calcular a)el defecto de masa, b)la energía de enlace y c)la energía de enlace por nucleón para el núcleo de carbono-12.

Datos: masa del protón = 1,0076 u.m.a.; masa del neutrón = 1,0089 u.m.a.

a) $\Delta m = \left[Z\, m_p + (A-Z) m_n\right) - m_N = \left(6 \cdot 1{,}0076 + (12-6)\, 1{,}0089\right) - 12{,}00 =$

$$= 12{,}099 - 12 = 0{,}099\ \text{u} = 0{,}099 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 1{,}64 \cdot 10^{-28}\ \text{Kg}$$

b) $E = \Delta m c^2 = 1{,}64 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1{,}48 \cdot 10^{-11}\ \text{J}$

De otra forma:

$$E = 0{,}099\ \text{u} \cdot 931\ \frac{\text{MeV}}{\text{u}} = 92{,}169\ \text{MeV};$$

$$92.169\ \text{MeV} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-13}\ \frac{\text{J}}{\text{MeV}} = 1{,}47 \cdot 10^{-11}\ \text{J}$$

c) Como A = 12

$$E = \frac{96{,}169\ \text{MeV}}{12} = 8{,}01\ \text{MeV/nucleón}\ ; \quad E = \frac{1{,}48 \cdot 10^{-11}\ \text{J}}{12} = 1{,}23 \cdot 10^{-12}\ \frac{\text{J}}{\text{nucleón}}$$

Define la energía de enlace por nucleón. Para el núcleo de manganeso de número másico 55 y número atómico 25, cuya masa atómica es 54,938 u, determina su energía de enlace por nucleón. Resultado: E/A = 8,59 10^{-12} J = 8,59 MeV

PAU ULL junio 2009

La energía de enlace por nucleón es el cociente de la energía de enlace o de ligadura del núcleo y el número de nucleones: $\Delta m/A$

Es una medida de la estabilidad del núcleo, cuanto mayor sea su valor, más estable es el núcleo.

Los núcleos de mayor energía por nucleón están en la zona del Fe en el sistema periódico

Funciones y parámetros

$\Delta m = Z \cdot m_p + (A-Z)\, m_n - M_A$

$E_{enlace} = \Delta m \cdot c^2$

$M_A = 54{,}938$ uma

$Z = 25$

$A = 55$

$m_p = 1{,}0073$ uma

$m_n = 1{,}0087$ uma

$1\,uma = 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg

$c = 3 \cdot 10^8$ m/s

Calculamos el defecto másico

$\Delta m = 25 \cdot 1{,}0073 + (55-25) \cdot 1{,}0087 - 54{,}938$

$\Delta m = 55{,}444 - 54{,}938 = 0{,}506$ uma

Lo pasamos a unidades S.I.

$\Delta m = 0{,}506\,(uma) \cdot \frac{1{,}66 \cdot 10^{-27}\,(kg)}{1\,(uma)} = 8{,}40 \cdot 10^{-28}$ kg

Aplicamos la ecuación de Einstein:

$E = \Delta m c^2 = 8{,}40 \cdot 10^{-28} (3 \cdot 10^8)^2 = 7{,}56 \cdot 10^{-11}$ J

La energía por nucleón será

$E_{nuc} = \frac{E}{A} = \frac{7{,}56 \cdot 10^{-11}}{55} = 1{,}37 \cdot 10^{-12}$ J $= 8{,}59 \cdot 10^6$ eV $= 8{,}59$ MeV

Considera los núcleos de litio ^{6}Li y ^{7}Li de masas 6,0152 uma y 7,0160 uma, respectivamente, siendo 3 el número atómico de estos dos isótopos. Calcula para ambos núcleos:

a) El defecto de masa
b) La energía de enlace.
c) La energía de enlace por nucleón.

Datos: 1uma=1,66·10-^{27} Kg; 1uma=931MeV; 1eV=1,6·10^{-19}J; m(p)=1,0073 uma; m(n)=1,0087uma; c=3·10^{8} m/s

PAU ULL septiembre 2008

Hipótesis y modelo

- Modelo nuclear con defecto másico.
- Sistema de masa atómica basado en C

Funciones y parámetros

$E = mc^2$

Δm = masa átomos − masa partículas

$^{6}_{3}Li = 6{,}0152$ uma

$^{7}_{3}L = 7{,}0160$ uma

$m_p = 1{,}0073$ uma

$m_n = 1{,}0087$ uma

$1\text{uma} = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\,\text{kg} = 931\,\text{MeV}$

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

$c = 3 \cdot 10^{8}\,\text{m/s}$

Cuestiones

a) El defecto de masa es la diferencia de masa entre átomos y partículas

Para $^{6}_{3}Li$: $\Delta m = 6{,}0152 - (3 \cdot 1{,}0073 + 3 \cdot 1{,}0087) = -0{,}0328$ uma

Para $^{7}_{3}Li$: $\Delta m = 7{,}0160 - (3 \cdot 1{,}0073 + 4\, 1{,}0087) = -0{,}0407$ uma

b) La energía para $^{6}_{3}Li$ es: $0{,}0328\,(\text{uma}) \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\left(\frac{\text{kg}}{\text{uma}}\right) = 5{,}444 \cdot 10^{-29}\,\text{kg}$

$E = 5{,}444 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^{8})^2 = 4{,}90 \cdot 10^{-12}\,\text{J} = 30{,}62\,\text{MeV}$

o también $0{,}0328\,(\text{uma}) \cdot \frac{931\,\text{MeV}}{1\,\text{uma}} = 30{,}53\,\text{MeV}$

La energía para ${}^{7}_{3}Li$ es: $0{,}0407\ (uma) \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-22} \left(\frac{kg}{uma}\right) = 6{,}756 \cdot 10^{-29}\ kg$

$E = 6{,}756 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^{8})^2 = 6{,}080 \cdot 10^{-12}\ J = 38{,}00\ MeV$

o también $0{,}0407\ (uma) \cdot 931 \frac{MeV}{1\ uma} = 37{,}89\ MeV$

c) Energía por nucleón

Para ${}^{6}_{3}Li$ $\frac{30{,}62\ MeV}{6} = 5{,}10\ MeV/nucleón$

Para ${}^{7}_{3}Li$: $\frac{38{,}00}{7} = 5{,}43\ MeV/nucleón$