

# Introducción a Partículas y Física Nuclear

## Guía 01

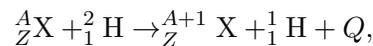
### 1er semestre 2012

## Energía de ligadura

1. Del principio de incerteza  $\Delta x \Delta p \simeq \hbar$ , y el hecho de que un nucleón está confinado en el núcleo, ¿qué se puede concluir de las energías de los nucleones en el núcleo? Discuta si los nucleones se comportan como relativistas o no en estas condiciones.

2. ¿A qué ritmo en  $\text{g s}^{-1}$  se convierte materia en energía en un reactor nuclear que produce 2 MW de potencia?

3. En la reacción:



notada habitualmente como  $\text{X}(d,p)\text{X}$ , (dónde  $d$  representa al deuterón, el núcleo del  ${}^2_1\text{H}$ , y  $p$  representa al protón, equivalente a un núcleo de  ${}^1_1\text{H}$ ) se libera una energía  $Q$ . Muestre que la energía de separación de un neutrón,  $S_n$  para el núcleo  ${}^{A+1}_Z\text{X}$  es  $S_n = Q + S_d$ , donde  $S_d$  es la energía de ligadura del deuterón.

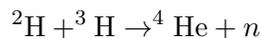
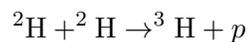
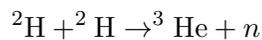
4. De la definición de unidad de masa atómica, y de la de exceso de masa, calcule su valor para el  ${}^{12}\text{C}$ . Discuta el significado de un exceso de masa positivo y uno negativo. ¿Es un concepto físico o depende de una definición arbitraria?

5. Usando la Nuclear Wallet Card (en adelante NWC), responda:

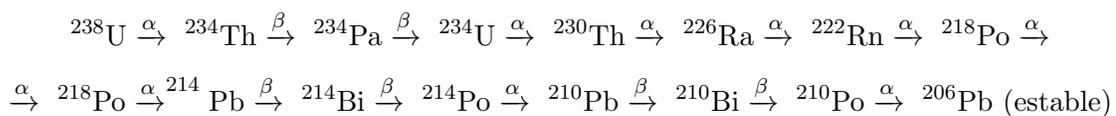
a) ¿Cuál es la energía total de ligadura del  ${}^{40}\text{Ca}$  en MeV y cuál es la energía de unión promedio por nucleón?

b) La energía total de ligadura de los electrones en un átomo de número atómico  $Z$  se puede aproximar como  $B_e = 15,73 Z^{(7/3)}$  eV. ¿Qué corrección (en porcentaje) a las respuestas del punto (a) debe hacerse si deseamos computar la energía de unión total y promedio puramente nucleares?

6. (\*) Usando la NWC, calcule la energía liberada en la fusión de los siguientes núcleos:



7. Usando la NWC, calcule los  $Q$  de las reacciones de decaimiento de la serie del  ${}^{238}\text{U}$  hasta llegar al núcleo final (estable) de la cadena:



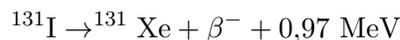
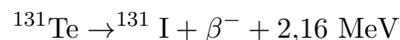
## Fórmula Semiempírica de la Masa (FSM)

- Para un núcleo  $(A, Z)$ , escriba la energía de separación de un neutrón en términos de los defectos de masa del núcleo original y final. Luego, usando la fórmula semiempírica de la masa (en adelante FSM), y despreciando el término de paridad, grafique la energía de separación de un neutrón como función de  $A$  para los valores  $Z = 10$  y  $Z = 90$ .
- Usando la FSM, encuentre en el plano  $Z - N$  las regiones con energía de ligadura positivas y negativas.
- Use la FSM para calcular el porcentaje de la energía de ligadura de los términos de energía de volumen, de superficie, coulombiana, de simetría y de paridad, para los núcleos  $^{60}\text{Ni}$  y  $^{240}\text{Np}$ .
- Use la FSM para determinar si el  $^{142}\text{Xe}$  es inestable por decaimiento beta negativo o positivo.
- Usando la FSM, calcule la diferencia de masas entre el  $^{64}\text{Cu}$  y el  $^{64}\text{Zn}$ . Compare con lo que obtiene de la NWC.
- (\*) Busque en la NWC y dibuje en un esquema de niveles de energía los decaimientos de los nucleídos isobáricos correspondientes a  $A = 141$ . Luego, utilizando las masas de los tres isóbaros más estables, calcule analíticamente los coeficientes  $k_i$  de la parábola de masas

$$M(A, Z) = k_0 + k_1 Z + k_2 Z^2.$$

Finalmente, compare los valores obtenidos para los parámetros  $k_i$  con las predicciones de la FSM.

- Considere la parábola de masas correspondiente a los isóbaros  $A = 131$ . Utilizando la FSM encuentre el elemento más estable de esta familia de isóbaros. Luego, para las siguientes reacciones:



compare los valores de las  $Q$  experimentales con las predicciones de la FSM.

- Halle la energía liberada cuando un núcleo de  $^{235}\text{U}$  se fisiona en dos átomos aproximadamente idénticos y cuando se fisiona en dos fragmentos de  $(\approx 1/3 A, \approx 1/3 Z)$  y de  $(\approx 2/3 A, \approx 2/3 Z)$ .
- En la expresión de la energía de ligadura por nucleón, y de acuerdo a la FSM:
  - estudie el efecto y para que valores de  $Z$  el término coulombiano empieza a ser importante;
  - discuta la importancia del término de simetría.