

ESTRUCTURA DE LA MATERIA 4

VERANO 2025

PRÁCTICA 2: NÚCLEOS

1. Usando la tabla: *Nuclear Wallet Cards Search*, verifique que la partícula α (núcleo de ${}^4_2\text{He}$) es estable y que no existe ningún núcleo estable con $A = 5$. Diga de qué modo decaen estos últimos.
2. Considere la fusión de los distintos isótopos del hidrógeno en núcleos de ${}^4_2\text{He}$:
 - (a) ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \text{n}$
 - (b) ${}^2_1\text{H} + {}^1_1\text{H} + \text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He}$
 - (c) ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} + \text{n} + \text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He}$
 - (d) ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$

Calcule las energías liberadas por reacción (Q). Ordene las reacciones en función de valores crecientes de Q e indique con qué propiedad de los núcleos intervinientes está relacionado tal ordenamiento.

3. Muestre analíticamente cuál es la predicción de la fórmula semiempírica de masas para el $Z_{estable}$ que da núcleos estables con A fijo.
 - (a) Encuentre el/los núcleos estables para el caso $A = 92$ y justifique. Haga un gráfico cualitativo de las predicciones para las masas en función de Z en un entorno de $Z_{estable}$ para el caso $A = 92$.
 - (b) Calcule la masa, la energía de ligadura B, la energía de ligadura por nucleón B/A (en MeV) y las energías de separación de un neutrón y de un protón para el ${}^{92}_{41}\text{Nb}$ usando las masas experimentales. Vuelva a calcular la masa usando ahora la fórmula semiempírica, así como también la energía liberada en los decaimientos $\beta^{(+,-)}$ del ${}^{92}_{41}\text{Nb}$.
4. Utilizando la página: <http://www.nndc.bnl.gov/nudat3>, encuentre cuál es la energía y los números cuánticos del quinto estado excitado del ${}^{236}_{92}\text{U}$. Encuentre qué núcleos decaen por β^- o por captura electrónica al ${}^{236}_{92}\text{U}$ y cuáles son las energías liberadas (Q) para estos decaimientos.

Datos nucleares

<http://www.nndc.bnl.gov>

Números para agendar

$$\begin{aligned} 1 \text{ uma} &= 931.494 \text{ MeV} & \hbar c &= 197.327 \text{ MeV fm} & \alpha &= \frac{e^2}{4\pi\hbar c} = \frac{1}{137.0} \\ M_p c^2 &= 938.272 \text{ MeV} & M_n c^2 &= 939.565 \text{ MeV} & M_e c^2 &= 511 \text{ keV} \end{aligned}$$

Fórmula semiempírica para la energía de ligadura

$$B(A, Z) = a_v A - a_s A^{2/3} - a_c Z^2 A^{-1/3} - a_a \frac{(2Z - A)^2}{A} + \delta A^{-1/2}$$

con

$$\delta = \begin{cases} \Delta & \text{par - par} \\ 0 & \text{par - impar} \\ -\Delta & \text{impar - impar} \end{cases}$$

$a_v = 15.74 \text{ MeV}$, $a_s = 17.62 \text{ MeV}$, $a_c = 0.715 \text{ MeV}$, $a_a = 23.43 \text{ MeV}$ y $\Delta = 12.60 \text{ MeV}$.