

Introducción a Partículas y Física Nuclear Práctica 1 1er semestre 2015

Energía de ligadura

1. Utilizando el principio de incerteza $\Delta x \Delta p \simeq \hbar$ y el hecho de que un nucleón está confinado en el núcleo estime la energía de los nucleones en el núcleo. Discuta si los nucleones se comportan como relativistas o no en estas condiciones.

2. ¿A qué ritmo en 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 $X(d,p)Y$, se libera una energía Q . Muestre que la energía de separación de un neutrón para el núcleo Y es $S_n = Q + \varepsilon$, donde ε es la energía de ligadura del deuterón d .

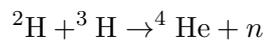
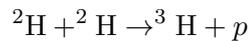
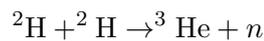
4. De la definición de unidad de masa atómica, y de la de exceso de masa, calcule su valor para el ^{12}C . Discuta el significado de un exceso de masa positivo y uno negativo. ¿Es un concepto físico o depende de una definición arbitraria?

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

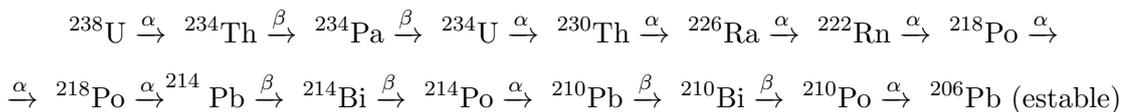
a) ¿Cuál es la energía total de ligadura del ^{40}Ca en MeV y cuál es la energía de unión promedio por nucleón?

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 las 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}U hasta llegar al núcleo final (estable) de la cadena:



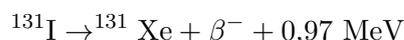
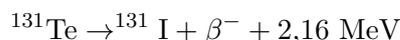
Fórmula Semiempírica de la Masa (FSM)

8. Para un núcleo (A, Z) , escriba la energía de separación de un neutrón en términos de los excesos 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 $Z = 90$.
9. Usando la FSM, encuentre en el plano $Z - N$ las regiones con energía de ligadura positivas y negativas.
10. 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}Ni y ^{240}Np .
11. Use la FSM para determinar si el ^{142}Xe es inestable por decaimiento beta negativo o positivo.
12. Usando la FSM, calcule la diferencia de masas entre el ^{64}Cu y el ^{64}Zn . Compare con lo que obtiene de la NWC.
13. (*) 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.

14. 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.

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