

Física de Radiaciones 1

Hoja 8 - 2020 – Instituto de Física

74. Si la masa del tritio es de 3.017005 u, ¿cuánta energía es necesaria para disociar al núcleo?

75. Se bombardea una muestra de ${}_{13}^{27}\text{Al}$ con protones de 15 MeV y se forma un núcleo compuesto.

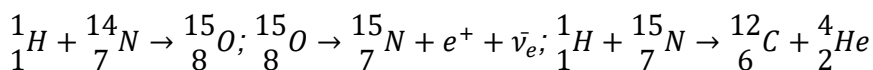
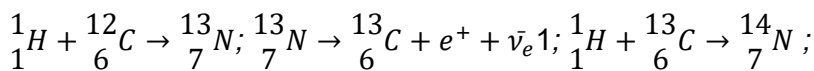
a. Calcule la energía de excitación del núcleo formado.

b. Calcule la energía de excitación necesaria para que el núcleo compuesto emita un neutrón, ídem para una partícula α . ¿Son posibles estas emisiones en esta experiencia?

Datos: ${}_{2}^4\text{He} = 4,002603 \text{ u}$, ${}_{13}^{27}\text{Al} = 26,981538 \text{ u}$, ${}_{14}^{28}\text{Si} = 27,976926 \text{ u}$,

${}_{13}^{28}\text{Si} = 26,986704 \text{ u}$, ${}_{12}^{24}\text{Mg} = 23,985041 \text{ u}$

76. Considere el ciclo de carbono de Bethe CNO donde ocurren las reacciones siguientes:



a. Escriba el balance global de las reacciones entre la 1ra y la última. Indique el rol del ${}_{6}^{12}\text{C}$.

b. Calcule la energía liberada.

77. Se desea producir ${}_{96}^{243}\text{Cm}$ a partir de ${}_{94}^{240}\text{Pu}$ por bombardeo α .

a. Escriba la reacción y calcule el Q, indique si es exotérmica o endotérmica.

b. Calcule el umbral de la reacción en el CM y en el laboratorio.

c. Calcule la altura de la barrera coulombiana del estado inicial y la energía cinética mínima de la partícula α en el laboratorio para poder producir la reacción.

Datos: ${}_{2}^4\text{He} = 4,002603 \text{ u}$, ${}_{94}^{240}\text{Pu} = 240,053814 \text{ u}$, ${}_{96}^{243}\text{Cm} = 243,061389 \text{ u}$,
 $u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$

78. Estime la energía mínima necesaria para que un protón pueda reaccionar con un átomo de Cl

a. En el centro de masa,

b. En el laboratorio.

79. En la fórmula semi-empírica de la masa:

a. Demuestre, usando una aproximación con densidad de carga uniforme para el núcleo y los protones, que la energía de interacción entre todos los protones es $V_{Coul} = \frac{3Z(Z-1)e^2}{20\pi\epsilon_0 R}$. Deduzca entonces el término correspondiente en la fórmula semi-empírica de la masa y el valor del coeficiente.

b. Asuma que los neutrones y los protones se distribuyen en niveles equi-distantes en una energía Δ . Deduzca entonces la expresión del término de simetría N-P en la fórmula.

c. Repita lo anterior en el caso del modelo de Fermi, suponiendo que $N - Z = \epsilon \ll A$.

d. Considere la fórmula para A fijo, como función de Z. Calcule la línea de más estabilidad $Z(A)$. Identifique los factores que alejan esta curva de $A = 2Z$.

e. Discuta la estabilidad para decaimiento beta para A par o impar.

80. Use la gráfica de la energía de ligadura (tomada de R. D. Evans, *The Atomic Nucleus*, 1955, cap. 9) media por nucleón para estimar la energía liberada, en MeV, cuando el ^{238}U se fisiona espontáneamente en dos fragmentos iguales con la liberación de cuatro neutrones, asumiendo que los fragmentos de fisión son estables (para estos núcleos es correcto utilizar la gráfica mencionada). Calcule la fracción de la masa del núcleo original que se transforma en energía.

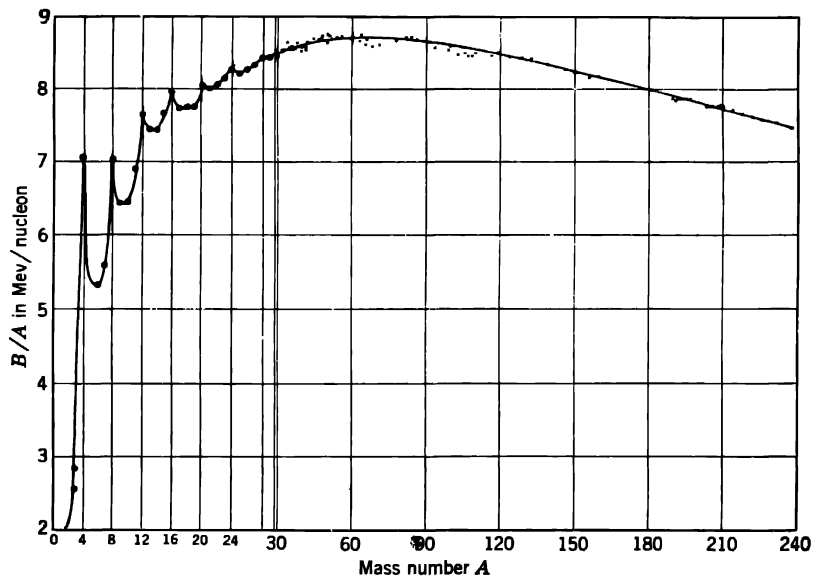


Fig. 3.1 Average binding energy B/A in Mev per nucleon for the naturally occurring nuclides (and Be^*), as a function of mass number A . Note the change of magnification in the A scale at $A = 30$. The Pauli four-shells in the lightest nuclei are evident. For $A \geq 16$, B/A is roughly constant; hence, to a first approximation, B is proportional to A .

81. Calcule, usando la fórmula semi-empírica de la masa, la energía total de ligadura del ^{40}Ca y la energía de ligadura por nucleón. Compare con el valor de Δ tabulado. ¿En qué porcentaje cambian los valores anteriores si se tiene en cuenta la energía de ligadura electrónica $B_e = 15.73Z^{7/6}eV$?
82. Usando el modelo de la gota líquida:
- calcule la energía de ligadura del último neutrón del $^{17}_8\text{O}$,
 - determine la energía de separación de un neutrón en $^{207}_{82}\text{Pb}$ y $^{208}_{82}\text{Pb}$,
 - halle los isobaros con $A=102$ que son estables y calcule el Z para el más estable,
 - calcule la energía de decaimiento del decaimiento alfa (igual a menos la energía de separación de la partícula alfa). Aplique el resultado a $^{212}_{84}\text{Po}$ y $^{208}_{82}\text{Pb}$. Tenga en cuenta que la energía de ligadura de una partícula alfa es 28.3 MeV.
83. En base al modelo de capas indique la configuración espectroscópica de los siguientes núcleos: ^{17}O , ^{17}F , ^{209}Bi . Obtenga que los respectivos momentos angulares y paridades son: $5/2^+$, $5/2^+$, $9/2^-$.
84. En núcleos impar-impar, una interacción entre el último neutrón impar y el último protón impar debe tenerse en cuenta con el fin de explicar el momento angular del estado fundamental. El acoplamiento favorece que los spines de los respectivos nucleones sean paralelos (esto no se debe confundir con el acoplamiento de "pairing"). Sobre esta base determine los posibles momentos angulares y las paridades de los siguientes núcleos en el estado fundamental: ^{14}N , ^{40}K , ^{90}Y . Los respectivos J medidos son: 1, 4, 2.
85. ¿Qué tipo de transición y es más probable de ser dominante si los estados iniciales y finales son: $3^+ \rightarrow 0^+$, $3/2^- \rightarrow 7/2^-$, $7/2^- \rightarrow 3/2^-$, $7/2^- \rightarrow 1/2^-$, $0^+ \rightarrow 0^+$, $2^+ \rightarrow 2^+$?
86. Existen modelos colectivos semiclásicos que permite explicar núcleos que presentan una capa cerrada y algunos nucleones más. Uno de ellos es el modelo rotacional en el cual los nucleones fuera de la capa cerrada pueden distorsionar en forma permanente al núcleo.
- Pruebe que en este modelo los niveles energéticos son de la forma:

$$E = \frac{j(j+1)\hbar^2}{I}$$
siendo I el momento de inercia del núcleo respecto al eje de rotación.
 - En el caso del ^{182}Ta las energías y momentos angulares de los estados excitados más bajos (en MeV) son: 0.100 (J=2), 0.329 (J=4), 0.680 (J=6). ¿Están estos datos en concordancia con un modelo rotacional? De ser así ¿cuál será el momento de inercia de este núcleo entorno al eje de rotación?