

Introducción a Partículas y Física Nuclear
Guía 06
1er semestre 2015

1. Las partículas emitidas en los decaimientos del ^{226}Ra y del ^{226}Th tienen energías cinéticas de 4,8 MeV y 6,3 MeV, respectivamente. Mostrar que la relación de las vidas medias es aproximadamente $2,7 \times 10^7$.
2. Algunos niveles del ^{247}Cm , poblados por la desintegración del ^{251}Cf , están dados por los siguientes pares de energía (en MeV) y J^π :
(0,0; $9/2^-$) (0,0615; $11/2^-$) (0,133; $13/2^-$) (0,227; $5/2^+$) (0,266; $7/2^+$) (0,404; $1/2^+$) (0,433; $1/2^+$).
 - a) Dibujar un esquema de niveles representativo y calcular los valores posibles del momento angular de las partículas α de cada nivel.
 - b) Indicar (justificando) cuál es el nivel que recibe las partículas α que atraviesan la *mayor* y la *menor* barrera de potencial. ¿Cuál es la diferencia (en MeV) de ellas?
3. El decaimiento α del ^{235}Np al nivel excitado del núcleo hijo $^{231}\text{Pa}^*$ de 100 keV, libera una energía de 5,004 MeV, y usualmente se la nota como $E_{\alpha_{100}}\{^{235}\text{Np}\} = 5,004 \text{ MeV}$. Utilizando este valor y los siguientes:
 - $E_{\alpha_{205}}\{^{235}\text{U}\} = 4,397 \text{ MeV}$
 - $E_{\beta_{100}}\{^{231}\text{Th}\} = 0,300 \text{ MeV}$,

responda:

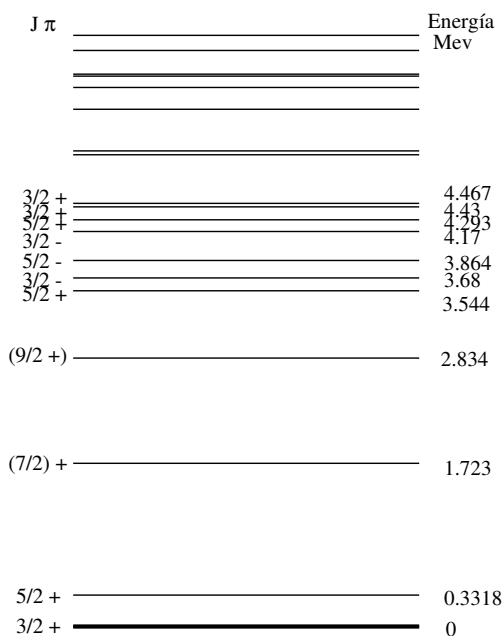
- a) ¿Cuál es la energía disponible para el decaimiento entre el ^{235}U y el ^{235}Np ?
 - b) ¿Cuál es el nucleído padre (U o Np) y qué tipo de decaimiento ocurre entre ellos?
4. La reacción
$$^2\text{H} + ^{12}\text{C} \rightarrow ^4\text{He} + ^{10}\text{B}$$
se produce en el blanco de un ciclotrón cuyo haz de deuterones tiene una energía no muy bien conocida. En cambio, la energía de las partículas α se puede medir con mucha precisión. Las que salen a 90° del haz incidente tienen una energía de 8,18 MeV, mientras que las que salen a 60° son de 10,84 MeV. Use esta información para hallar el Q de la reacción.
5. (*) Usando la FSM, muestre que la diferencia entre la energía de ligadura de un átomo de ^{235}U y el núcleo compuesto formado por este al absorber un neutrón térmico es 6,7 MeV, mientras que la misma diferencia para el ^{238}U es 5,2 MeV. Diga como afecta esto a la fisión del uranio natural.
6. La reacción de captura neutrónica radiativa sobre el ^{115}In exhibe una muy fuerte resonancia de onda s a una energía bombardeante del neutrón $E_n = 1.457 \text{ eV}$. La sección eficaz en el pico vale 38100 barns. El estado fundamental del ^{115}In tiene un $J = 9/2$ y el nivel de resonancia tiene un spin $J = 5$. Se sabe que para esta resonancia $\Gamma = \Gamma_n + \Gamma_\gamma$ y que $\Gamma_n > \Gamma_\gamma$. Calcule el valor de Γ_n/Γ_γ .
7. No existen resonancias en el rango de 0.01 eV a 1 MeV para la sección eficaz total del ^{12}C . Sabiendo que la sección eficaz de captura radiativa de este nucleído a 0.0253 eV es 3.4 mb, ¿cuál es la sección eficaz de captura radiativa para neutrones de 1 eV?

8. Considere la reacción nuclear ${}^{63}_{29}\text{Cu}(p, n){}^{63}_{30}\text{Zn}$, que es seguida por un decaimiento β^+



Si la máxima energía de los positrones es 2.36 MeV, halle el Q de la reacción inicial (p,n). Para la reacción ${}^{63}_{29}\text{Cu}(d, 2n){}^{63}_{30}\text{Zn}$, Q vale -6.38 MeV. Use esta información para calcular la energía de unión del deuterón.

9. Un reactor de 100 MW consume la mitad de su combustible en tres años. ¿Cuánto ${}^{235}\text{U}$ contiene?
10. La sección eficaz de fisión para neutrones térmicos del ${}^{235}\text{U}$ es 577 barns, y su sección eficaz de captura (sin fisión) es de 101 barns. El isótopo ${}^{238}\text{U}$ no fisiona con neutrones térmicos, pero tiene una pequeña sección eficaz de captura de 2.75 barns. El uranio natural tiene un 99.3 % de ${}^{238}\text{U}$ y un 0.7 % de ${}^{235}\text{U}$. Dado que se produce un promedio de 2.44 neutrones rápidos por fisión, calcule cuántos de esos neutrones rápidos se producen por cada neutrón térmico absorbido en uranio natural.
11. En la reacción nuclear ${}^{20}\text{Ne}(p, \gamma){}^{21}\text{Na}$ se forma el núcleo ${}^{21}\text{Na}$, cuyo esquema de niveles se muestra en la figura.



${}^{21}_{11}\text{Na}$

- a) Determine a qué energía del protón aparece la primera resonancia de la reacción ${}^{20}\text{Ne} + p$. Para ello utilice el esquema de niveles dado como dato, teniendo en cuenta que se trata del núcleo compuesto de esta reacción. Obtenga las masas que necesite de la Nuclear Wallet Card, y explique claramente cómo procede para obtener el dato pedido.
- b) Describa cualitativamente cómo será la sección eficaz observada para las primeras cuatro resonancias. Para ello analice los decaimientos γ del núcleo compuesto (que quedó excitado luego de incorporar al protón) al estado fundamental. Clasifíquelos, y en base a eso diga qué resonancia es más ancha, cuál es más angosta, etc. Intente representarlo gráficamente en función de la energía del protón incidente.
- c) Una vez que se desexcita el ${}^{21}\text{Na}$, lo hace según el siguiente esquema, donde (a propósito) borramos algunos datos, que están con signo de pregunta. Queremos saber cuál es la forma de decaimiento del ${}^{21}\text{Na}$ a los distintos niveles del ${}^{21}\text{Ne}$. Indique de qué tipo(s) de decaimiento(s) se trata(n) y explique cuál es el más probable. Justifique.

- d) Si el decaimiento ocurre a los niveles excitados del ^{21}Ne éstos se desexcitan por radiación γ . Clasifique estos decaimientos. ¿Cuál de los 3 γ es el que más se va a ver como resultado de la reacción nuclear que presentamos al principio?
- e) El ^{21}F decae por β^- al ^{21}Ne , con los porcentajes de probabilidad, y valores de $\log(ft_{1/2})$ indicados. A partir de esta información ¿cuál es (con mayor probabilidad) el momento angular y la paridad del ^{21}F ? ¿Por qué?. Relacione este resultado con el modelo de capas.

