

Introducción a Partículas y Física Nuclear

Guía 05

1er semestre 2014

1. El nivel fundamental y los estados excitados de 0,134 MeV y de 0,299 MeV del ^{197}Hg han sido clasificados como $p_{1/2}$, $f_{5/2}$ e $i_{13/2}$, respectivamente. ¿Qué tipos de transiciones son de esperar entre estos estados, y cuáles son las constantes de decaimiento teóricas? Dibujar el esquema de niveles propuesto con las multipolaridades de los fotones correspondientes.
2. El ^{60}Ni tiene un estado excitado que decae a otro estado excitado de menor energía, y de allí al fundamental, en dos transiciones cuadrupolares eléctricas sucesivas. Sobre la base de esta información, ¿cuáles son los posibles espines y paridades que se les pueden asignar a estos dos estados excitados del Ni? ¿Puede existir una tercera transición?
3. El núcleo ^7Li emite un fotón de 0,48 MeV en una transición que va de un estado excitado con un espín y paridad $J = \frac{1}{2}^+$ al estado fundamental con $J = \frac{3}{2}^+$.
 - a) ¿Cuáles son las posibles elecciones para la multipolaridad y la naturaleza de la radiación emitida?
 - b) De estas posibilidades, ¿cuál es la más probable?
 - c) Estimar la vida media del estado excitado, empleando las estimaciones de Weisskopf.
4. En la figura 1 pueden verse dos niveles del ^{99}Tc , el fundamental, y un excitado. En la figura 2 se observa que el estado excitado de la figura 1, no es el primero, sino el segundo (con una energía de 0,14263 MeV)
 - a) Utilizando el modelo de capas, indique cuál es el momento angular total y la paridad del nivel de 0,14263 MeV y del fundamental.
 - b) Observando la Figura 1, caracterice (indicando naturaleza y polaridad) los decaimientos más probables del nivel de 0,14263 MeV al fundamental, y los decaimientos del nivel de 0,9205 MeV a los niveles de 0,14263 MeV y de 0,18107 MeV. Para cada una de estas transiciones de un estado inicial a uno final, hay varios tipos de decaimiento fotónico posible, ¿cuál es el decaimiento predominante?
 - c) Usando la aproximación de Weisskopf, calcule el valor de $T_{1/2}$ para la transición del estado de 0,14263 MeV al nivel fundamental del ^{99}Tc .
5. En la reacción $^{19}\text{F}(p,\alpha\gamma)^{16}\text{O}$ se produce un estado intermedio que consiste en un núcleo $^{20}\text{Ne}^*$ que decae en $^{16}\text{O}^*$ emitiendo una partícula α . Luego el $^{16}\text{O}^*$ decae por emisión γ (ver figura 2).
 - a) Explique por qué la radiación γ es emitida preferentemente con la menor multipolaridad l .
 - b) Dé una estimación para los cocientes $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$, $\frac{\lambda_3}{\lambda_1}$, $\frac{\lambda_4}{\lambda_1}$, $\frac{\lambda_5}{\lambda_1}$, para las transiciones del ^{16}O .
 - c) Estime la vida media del estado de 7,1 MeV. Justifique.
 - d) Investigue el modo de decaimiento del nivel de 6,0 MeV al estado fundamental.
6. El ^{64}Cu decae por emisión β^+ , β^- y captura electrónica (CE). Utilizando las masas atómicas de los nucleídos involucrados, calcular:
 - a) La energía máxima de los β^+ y de los β^- .
 - b) La energía del neutrino en la CE.
 - c) La energía cinética de retroceso del núcleo en cada uno de los casos.

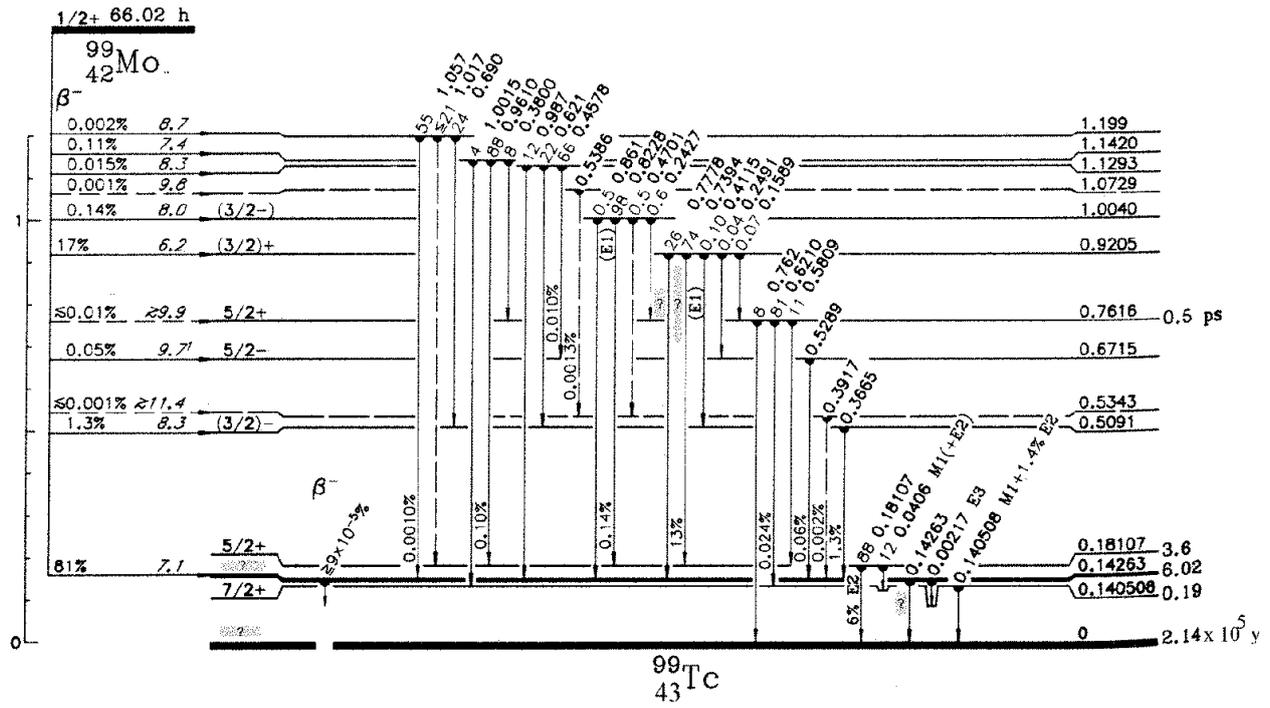


Figura 1:

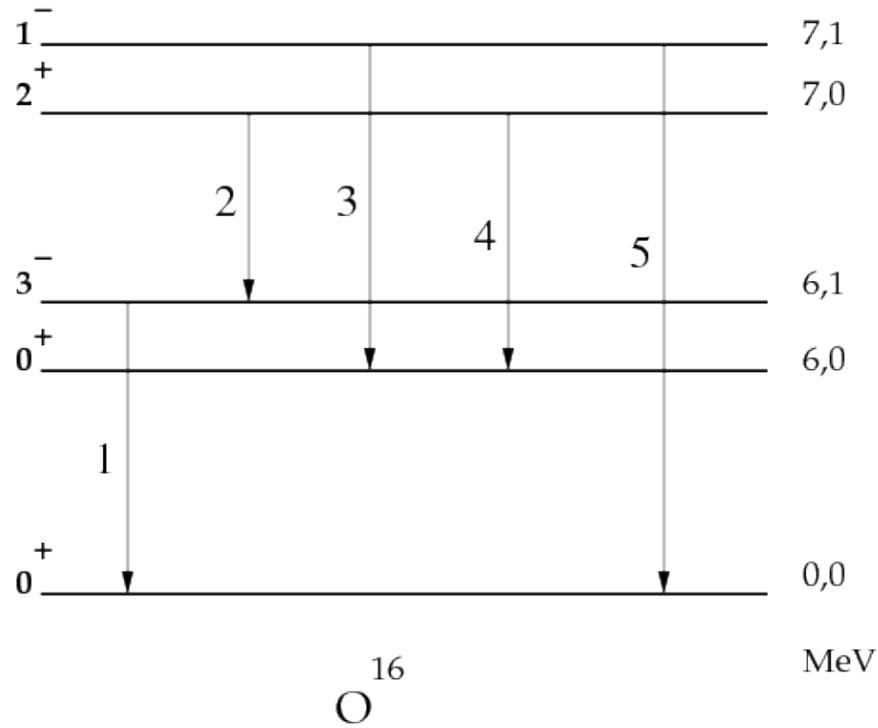


Figura 2:

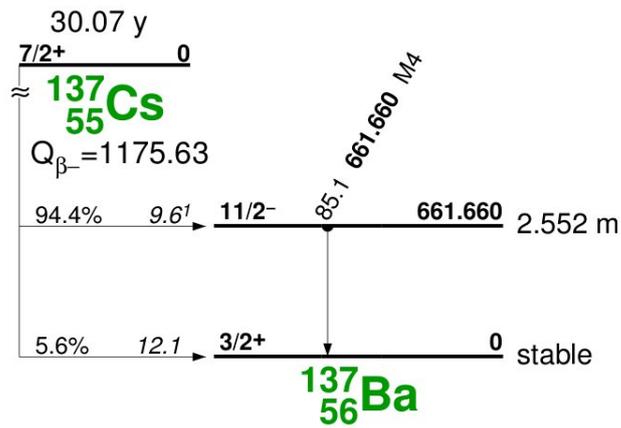


Figura 3:

7. (*) De la información de la figura para el decaimiento β^- del ^{137}Cs , obtenga los valores de $\log_{10}ft_{1/2}$ para las transiciones β a los estados $\frac{11}{2}^-$ y $\frac{3}{2}^+$ del ^{137}Ba . ¿Qué tipo de transición espera en cada caso?
8. El núcleo $^A_{Z+1}\text{Y}$ decae por β^+ al ^A_ZX , observándose que los positrones salen con una energía máxima de 1 MeV. Basándose en esta información, diga cuál debe ser la energía mínima de los protones para que se pueda producir la reacción $^A_Z\text{X}(p,n)^A_{Z+1}\text{Y}$.
9. (*) El ^{81}Ga es un emisor β^- que decae a diversos niveles del ^{81}Ge como se ve en la Figura 4. Cuando decae al estado señalado con una banda gris en la figura, el ^{81}Ge excitado decae emitiendo un neutrón. En este caso el núcleo hijo resultante es ^{80}Ge .
 - a) Basándose en los datos de la NWC estime una cota mínima de la energía de este nivel grisado por sobre el estado fundamental del ^{81}Ge para que sea posible el decaimiento por neutrones. Justifique su estimación.
 - b) Describa, en base al modelo de capas, la estructura de nucleones del estado fundamental del ^{81}Ge .
 - c) Estime la energía del decaimiento β^- del ^{81}Ga al nivel grisado.
 - d) Deseamos estudiar los momentos angulares de los neutrones. Para ello, primero debemos saber el momento angular más probable del nivel grisado. Observe que el decaimiento β^- del ^{81}Ga a dicho nivel ocurre con alta probabilidad, comparable o mayor que otras probabilidades cuyo $\log_{10}ft_{1/2}$ se muestra en la Figura 4. Clasifique el tipo de decaimiento β^- a ese nivel, y en base a esto diga cuál será el momento angular y la paridad del nivel grisado. Examine las diferentes posibilidades.
 - e) En base al resultado del punto anterior, obtenga los momentos angulares total y orbital de los neutrones emitidos por el decaimiento del ^{81}Ge al nivel fundamental (0^+) del ^{80}Ge .
10. El isótopo $^{14}_8\text{O}$ decae por β produciendo un núcleo excitado de $(^{14}_7\text{N})^*$ ($J^\pi=0^+$), liberando una energía de 1,835 MeV en el proceso. Luego, el $(^{14}_7\text{N})^*$ se desexcita emitiendo un fotón gamma de 2,313 MeV.
 - a) Según el modelo de capas, determine el espín y la paridad de los núcleos $^{14}_8\text{O}$, $^{14}_7\text{N}$, y prediga una posible configuración nucleónica del estado excitado intermedio $(^{14}_7\text{N})^*$.
 - b) Usando los datos del NWC calcule la masa $^{14}_7\text{N}$. Luego realice un balance energético de las reacciones para calcular la masa del $^{14}_8\text{O}$. Ayuda: desprecie la masa del neutrino y la energía de retroceso del núcleo.

c) Usando los datos de la figura 5, calcule el $\log_{10} ft_{1/2}$. Luego describa la transición más probable. ¿Qué otro mecanismo podría competir con este decaimiento?

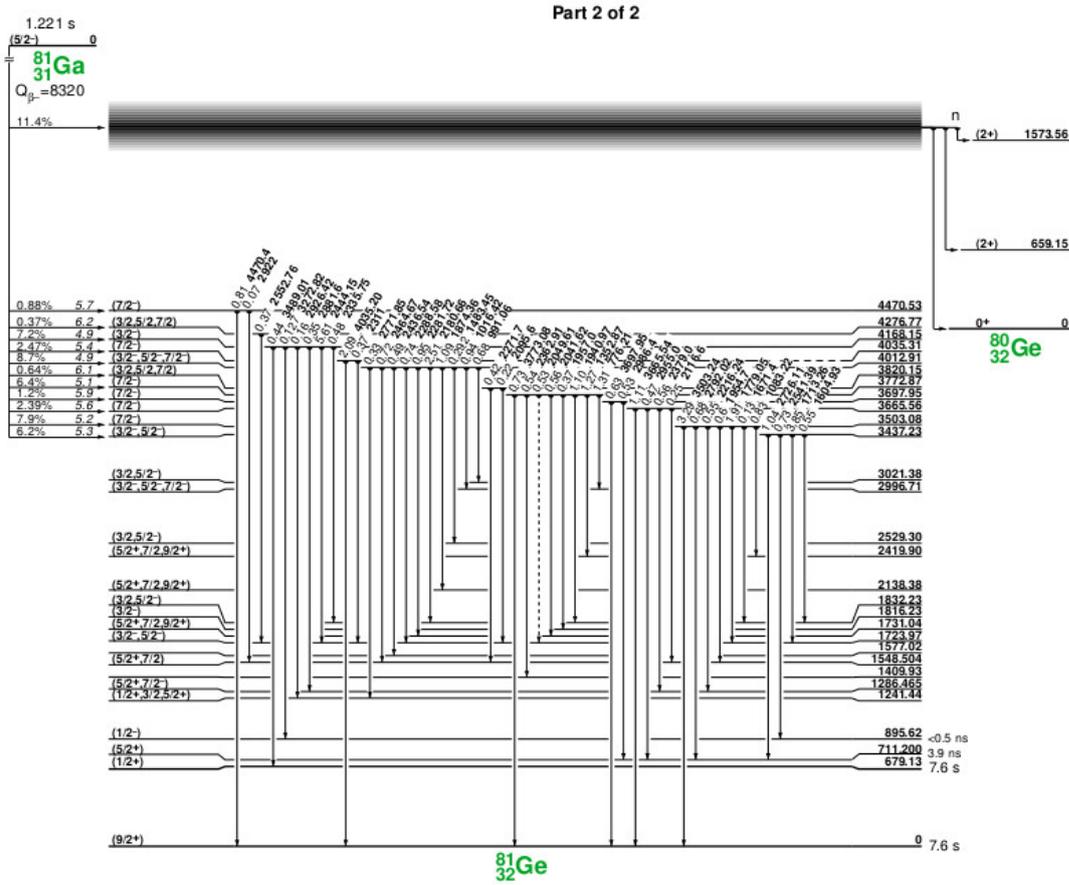


Figura 4:

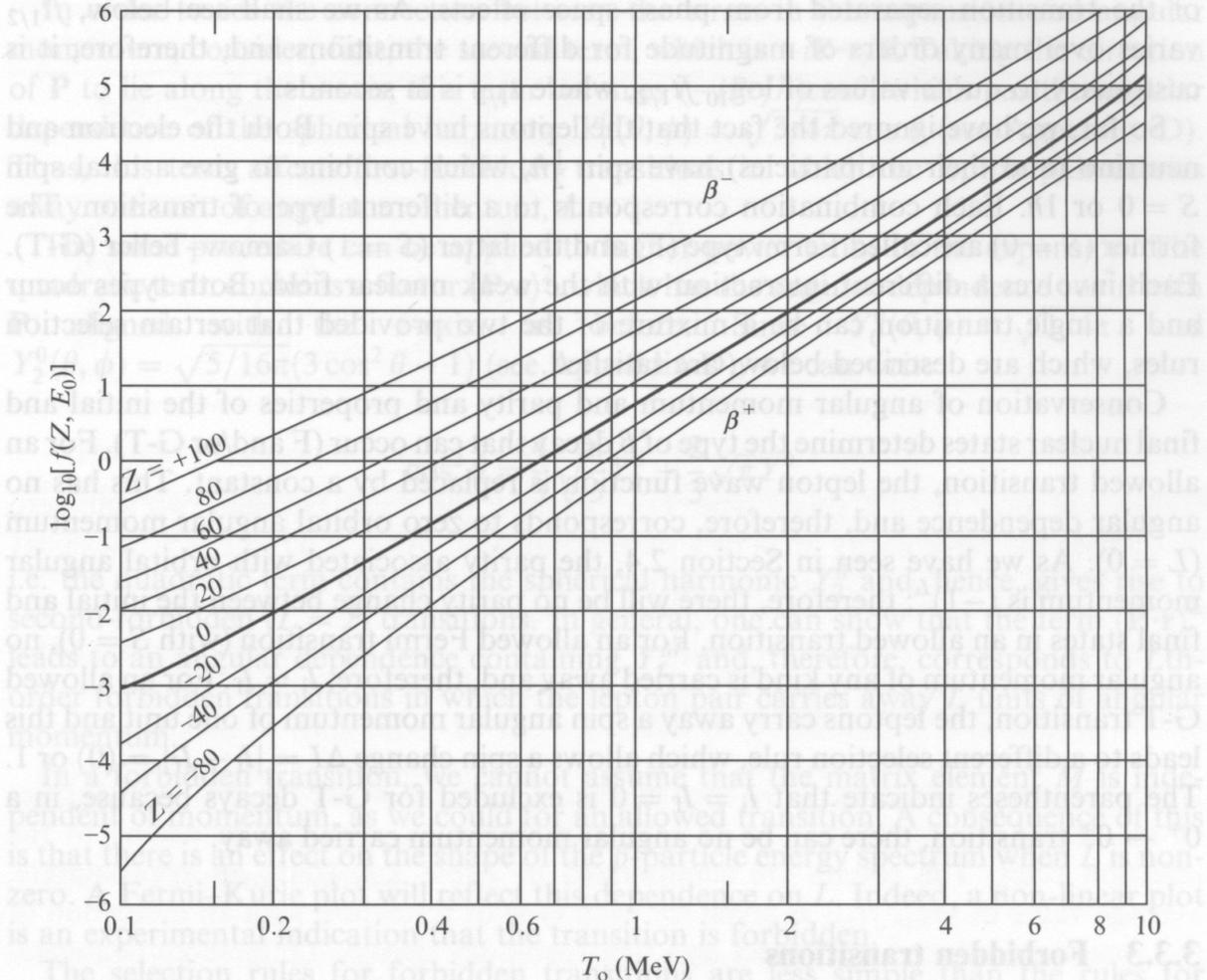


Figure 3.8 The function $f(Z, E_0)$, defined in Equation (3.21), plotted against end-point energy T_0 [from Evans (1955), p. 560]. Graphs are shown for different values of atomic number Z of the final nucleus. Positive values are for β^- decays and negative values are for β^+ decays. Note that T_0 is equal to the Q value if the parent and daughter nuclei are both in their ground states (neglecting the small amount of energy taken by the final nucleus). Otherwise, $T_0 = Q + E_p^* - E_d^*$, where E_p^* and E_d^* are the excitation energies of the parent and daughter nuclei, respectively. Reproduced by permission of The McGraw-Hill Companies.

Figura 5: