

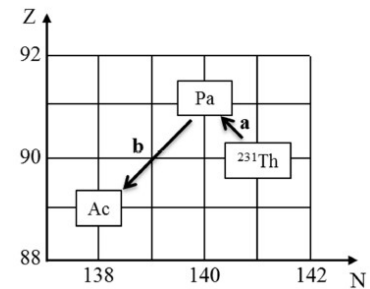


Planteamiento

Se encuadra dentro del bloque de física moderna de Física de 2º de Bachillerato, y combina varios conceptos, casi todos de física nuclear: tipos de radiación nuclear y reacciones nucleares, defecto de masa, equivalencia masa energía, se cita neutrino. Los problemas de física nuclear de PAU Madrid suelen estar muy centrados en la ley de desintegración y por eso considero interesante ver otros tipos de problemas. La imagen está tomada de PAU Valencia 2014-Julio, que me dio la idea, y que amplíe y completé con otros datos

Enunciado

En la siguiente gráfica de número atómico frente a número de neutrones, se representan dos desintegraciones a y b que, partiendo del ^{231}Th , producen isótopos de diferentes elementos.



a) Escribe razonadamente el símbolo de cada isótopo con su número másico y atómico. Determina, en ambos casos, el tipo de desintegración radiactiva, indicando justificadamente la partícula radiactiva que se emite.

b) Plantea las reacciones nucleares anteriores y calcula la energía (en MeV) asociada a cada una de ellas, indicando si es liberada o absorbida (Despreciar en los cálculos la masa asociada a neutrinos)

Datos: masa del Torio $^{231}\text{Th}=231,036304343$ u;

masas de isótopos Proactinio $^{230}\text{Pa}=230,034540754$ u , $^{231}\text{Pa}=231,03588399$ u;
 $^{232}\text{Pa}=232,038591592$ u

masas de isótopos Actinio $^{225}\text{Ac}=225,023229585$ u , $^{226}\text{Ac}=226,026098089$ u;
 $^{227}\text{Ac}=227,027752127$ u

masa del Helio $^4_2\text{He}=4,00260325415$ u

masa del electrón $e=0,0005486$ u

unidad de masa atómica, $u=1,66 \cdot 10^{-27}$ kg

valor absoluto carga del electrón, $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ C

velocidad de la luz en el vacío, $c=3 \cdot 10^8$ m/s

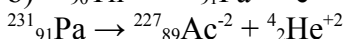
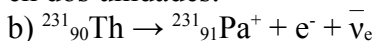
Solución

a) En la gráfica vemos que en el paso de Th a Pa el valor Z aumenta hasta 91 y el valor de N disminuye hasta 140. El número másico sigue siendo el mismo $A=Z+N=91+140=231$, por lo que el isótopo es $^{231}_{91}\text{Pa}$

En la gráfica vemos que en el paso de Pa a Ac el valor Z disminuye hasta 89 y el valor de N disminuye hasta 138. El número másico vale ahora $A=Z+N=89+138=227$, por lo que el isótopo es $^{227}_{89}\text{Ac}$

En el primer caso el tipo de desintegración radiactiva es β^- , un neutrón se convierte en protón liberando un electrón y un antineutrino electrónico), ya que Z aumenta en una unidad y N disminuye en una unidad.

En el segundo caso el tipo de desintegración radiactiva es α , se emite una partícula α que es un núcleo de Helio, dos protones y 2 neutrones, por lo que Z disminuye en dos unidades y N disminuye en dos unidades.



Aplicamos en ambos casos defecto masa = masa productos – masa reactivos, que será energía liberada si el defecto de masa es negativo, que equivale a que en productos hay menor cantidad de energía en forma de masa y el resto se ha liberado.

Torio: $231,03588399 - 231,036304343 = -0,000420353$ u



(No necesitamos sumar la masa del electrón producto; la masa del Proactinio se da para el caso de átomo neutro con 91 protones y 91 electrones)

Proactinio: $227,027752127 + 4,00260325415 \cdot 2 - 0,0005486 - 231,03588399 = -0,00662580885$ u

(Sí necesitamos restar la masa de dos electrones; la masa del Helio se da para el caso de átomo neutro con 2 protones y 2 electrones)

Calculamos la equivalencia de una u en MeV

$$E = mc^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1,494 \cdot 10^{-10} \text{ J} = 933,75 \text{ MeV}$$

Torio: $-0,000420353 \cdot 933,75 = -0,392$ MeV

Proactinio: $-0,00552860885 \cdot 933,75 = -6,187$ MeV