

(Oviedo 2006 - 2007)

Entre los materiales gaseosos que se pueden escapar de un reactor nuclear se encuentra el $^{131}_{53}\text{I}$ que es muy peligroso por la facilidad con que se fija en la glándula tiroides.

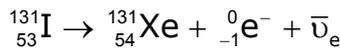
- a) Escribe la reacción de desintegración sabiendo que se trata de un emisor beta.
 b) Calcula, en unidades S.I., la energía total liberada por el núcleo al desintegrarse.

DATOS: $^{131}\text{I} = 130,90612 \text{ u}$; $^{131}\text{Xe} = 130,90508 \text{ u}$; partícula beta: $5,4891 \cdot 10^{-4} \text{ u}$;

$1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Solución 1

- a) La emisión beta implica la conversión de un neutrón en un protón. El núcleo resultante, por tanto, tendrá un número atómico una unidad superior (correspondiente al Xe) y su número másico será idéntico:



- b) Suponiendo masa prácticamente nula para el neutrino electrónico **y suponiendo que las masas suministradas para los nucleidos son masas nucleares**, tendremos:

Masa inicial (m_i) = $130,90612 \text{ u}$

Masa final (m_f) = $(130,90508 + 5,4891 \cdot 10^{-4}) \text{ u} = 130,90563 \text{ u}$

Defecto de masa: ($m_f - m_i$) = $(130,90563 - 130,90612) \text{ u} = -4,910 \cdot 10^{-4} \text{ u}$

$$4,9 \cdot 10^{-4} \text{ u} \cdot \frac{1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 8,13645 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

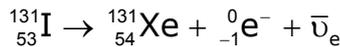
Luego la energía generada (masa convertida en energía) será:

$$E = m c^2 = 8,13645 \cdot 10^{-31} \text{ kg} (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 7,3228 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

$$7,3228 \cdot 10^{-14} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ MeV}}{10^6 \text{ eV}} = 0,4577 \text{ MeV}$$

Solución 2

- a) La emisión beta implica la conversión de un neutrón en un protón. El núcleo resultante, por tanto, tendrá un número atómico una unidad superior (correspondiente al Xe) y su número másico será idéntico:



- b) Suponiendo masa prácticamente nula para el neutrino electrónico, **y si las masas facilitadas son las masas atómicas de los átomos neutros, esto es, incluyendo sus electrones, (son las masas generalmente tabuladas) hay que tener en cuenta que el Xe-131 no es una especie neutra, pues tiene 54 protones y 53 electrones (ya que el número de electrones corticales queda inalterado y el yodo tiene 53), pero como la masa del Xe-131 corresponde a la especie neutra (54 electrones), no deberemos sumar la masa del electrón generado como consecuencia de la emisión beta:**

Masa inicial (m_i) = $130,90612 \text{ u}$

Masa final (m_f) = $130,90508 \text{ u}$

Defecto de masa: ($m_f - m_i$) = $(130,90508 - 130,90612) \text{ u} = -1,04 \cdot 10^{-3} \text{ u}$

$$1,04 \cdot 10^{-3} \text{ u} \cdot \frac{1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = 1,7227 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

Luego la energía generada (masa convertida en energía) será:

$$E = m c^2 = 1,7227 \cdot 10^{-30} \text{ kg} (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 1,5504 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$1,5504 \cdot 10^{-13} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ MeV}}{10^6 \text{ eV}} = 0,9690 \text{ MeV} = 969,0 \text{ keV}$$

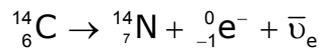
Este es el método de resolución empleado en Nuclear Phisyc (<http://bit.ly/1XPIHPz>)

En la web de la National Nuclear Data Center (NNDC) (<http://1.usa.gov/1WjNgl1>) se pueden ver los datos para esta reacción, que son los que se muestran a continuación, y que están muy próximos a los obtenidos siguiendo el segundo método de resolución.

Authors: Yu. Khazov, I. Mitropolsky, A. Rodionov Citation: Nuclear Data Sheets 107, 2715 (2006)

Parent Nucleus	Parent E(level)	Parent Jπ	Parent T _{1/2}	Decay Mode	GS-GS Q-value (keV)	Daughter Nucleus	Decay Scheme	ENSDF file
¹³¹ ₅₃ I	0.0	7/2+	8.0252 d 6	β ⁻ : 100 %	970.8 6	¹³¹ ₅₄ Xe		

Para la emisión beta del C-14:



DATOS: ¹⁴C= 14,00324202 u; ¹⁴Ne= 14,00307440 u; partícula beta: 5,4891 10⁻⁴ u;

1 uma= 1,6605 10⁻²⁷ kg; c = 3 10⁸ m/s

Si se resuelve según el primer procedimiento se obtiene un incremento de masa positivo (lo que haría inviable el proceso):

Masa inicial (m_i) = 14,00324202 u

Masa final (m_f) = (14,00307440 + 5,4891 10⁻⁴) u = 14,0085635 u

Defecto de masa: (m_f - m_i) = (14,0085635 - 14,00324202) u = 5,32148 10⁻³ u

Resolviendo según la solución 2 se obtiene un resultado correcto:

Masa inicial (m_i) = 14,00324202 u

Masa final (m_f) = 14,00307440 u

Defecto de masa: (m_f - m_i) = (14,00307440 - 14,00324202) u = - 1,676210⁻⁴ u

$$1,6762 \cdot 10^{-4} \cancel{\mu} \frac{1,6605 \cdot 10^{-27} \text{kg}}{1 \cancel{\mu}} = 2,783330 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

Luego la energía generada (masa convertida en energía) será:

$$E = m c^2 = 2,783330 \cdot 10^{-31} \text{kg} (3 \cdot 10^8 \text{m/s})^2 = 2,504997 \cdot 10^{-14} \text{J}$$

$$2,504997 \cdot 10^{-14} \cancel{\text{J}} \frac{1 \cancel{\text{eV}}}{1,60 \cdot 10^{-19} \cancel{\text{J}}} \frac{1 \text{MeV}}{10^6 \cancel{\text{eV}}} = 0,156562 \text{MeV} = 156,56 \text{keV}$$

Author: F. Ajzenberg-selove Citation: Nuclear Physics A523,1 (1991)

Parent Nucleus	Parent E(level)	Parent Jπ	Parent T _{1/2}	Decay Mode	GS-GS Q-value (keV)	Daughter Nucleus	Decay Scheme	ENSDF file
¹⁴ ₆ C	0	0+	5700 y 30	β ⁻ : 100 %	156.475 4	¹⁴ ₇ N		