



Ayudantía 12 - Física General IV

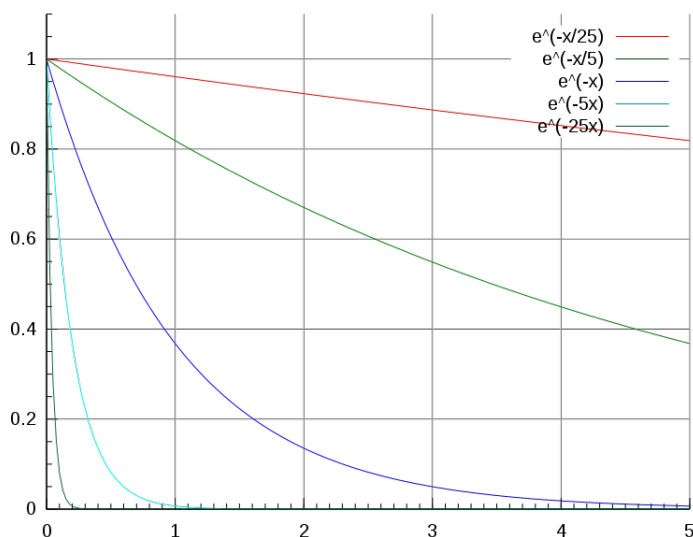
Karina N. Catalán; E-mail: kcatalans@gmail.com

Física Nuclear

Vida Media

La vida media es el promedio de vida de un núcleo o de una partícula subatómica libre antes de desintegrarse. Se representa con la letra griega τ .

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}, \quad \lambda : \text{constante de desintegración}, \quad \tau = \frac{1}{\lambda}$$



Período de Semidesintegración (o Semivida)

Es el tiempo necesario para que se desintegren la mitad de los núcleos de una muestra inicial de un radioisótopo.

Uranio-235	$7,038 \cdot 10^8$ años	Uranio-238	$4,468 \cdot 10^9$ años	Potasio-40	$1,28 \cdot 10^9$ años
Rubidio-87	$4,88 \cdot 10^{10}$ años	Calcio-41	$1,03 \cdot 10^5$ años	Carbono-14	5760 años
Radio-226	1620 años	Cesio-137	30,07 años	Bismuto-207	31,55 años
Estroncio-90	28,90 años	Cobalto-60	5,271 años	Cadmio-109	462,6 días
Yodo-131	8,02 días	Radón-222	3,82 días	Oxígeno-15	122 segundos

Período de desintegración de algunos radionucleidos

Relación entre Vida Media y Semivida

La Semivida y la Vida Media se relacionan mediante la siguiente expresión:

$$t_{\frac{1}{2}} = \tau \ln 2$$

Desintegraciones (o Decaimientos)

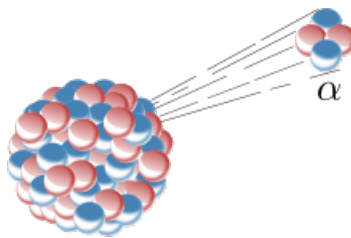
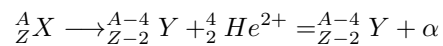
A_ZX

Número atómico (Z) : número de protones

Número másico (A) : número de neutrones + número de protones

Alfa (α)

La desintegración alfa o decaimiento alfa es una variante de desintegración radiactiva por la cual un núcleo atómico emite una partícula alfa (núcleo de He : 4He consiste en 2 protones y 2 neutrones) y se convierte en un núcleo con cuatro unidades menos de número másico y dos unidades menos de número atómico.

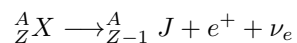


Beta Positivo (β^+)

Un protón decae en un neutrón, un positrón y un neutrino electrónico:

$$p^+ \longrightarrow n^0 + e^+ + \nu_e$$

ν_e : neutrino electrónico.

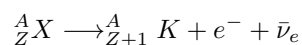


Beta Negativo (β^-)

Un neutrón se convierte en un protón, un electrón y un antineutrino electrónico:

$$n^0 \longrightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$$

$\bar{\nu}_e$: antineutrino electrónico.



Problemas

Problema 1 Considere el isótopo radiactivo Bismuto-210 $^{210}_{83}Bi$.

- a) Estudie qué tipos de desintegración, α , β^- y/o β^+ , son posibles para este isótopo.
- b) Para los casos pertinentes, halle la energía cinética liberada. Señale con claridad, con una palabra o título, cada caso que esté analizando.

Datos de masa (en equivalente de energía en reposo):

Bismuto-210 ($^{210}_{83}Bi$): $m_{Bi}c^2 = 195489,97 [MeV]$

Polonio-210 ($^{210}_{84}Po$): $m_{Po}c^2 = 195488,82 [MeV]$

Plomo-210 ($^{210}_{82}Pb$): $m_{Pb}c^2 = 195490,00 [MeV]$

Talio-206 ($^{206}_{81}Tl$): $m_{Tl}c^2 = 191756,48 [MeV]$

Partícula α (4_2He): $m_{\alpha}c^2 = 3726,30 [MeV]$

Electrón e^- : $m_e c^2 = 0,51 [MeV]$

Neutrino: masa despreciable.

Problema 2 La masa del sol es $2 \cdot 10^{30} [kg]$, su radio $7 \cdot 10^8 [m]$ y su temperatura en la superficie es $5700 [K]$.

- a) Calcule la masa perdida por el Sol por segundo debido a la radiación.
- b) Calcule el tiempo necesario para que la masa del Sol disminuya en 1%.

Problema 3

- a) ¿Por qué no puede un protón decaer en un neutrón más otras partículas?
- b) ¿Por qué un neutrón libre decae, mientras que un neutrón en un núcleo estable (por ejemplo ^{12}C), no lo hace?
- c) ¿Cómo decae el ^{12}N ($Z = 7$)?. Escriba una expresión para la energía liberada en términos de las masas involucradas.

Problema 4 El elemento radiactivo $^{238}_{92}U$ con masa $221,662 [\frac{GeV}{c^2}]$ experimenta una desintegración tipo alfa (núcleo de 4_2He con masa $3,726 [\frac{GeV}{c^2}]$).

- a) Escriba la reacción correspondiente y determine los valores de A y Z para el núcleo resultante.
- b) Si se sabe que la masa del núcleo resultante es de $217,891 [GeV]$, determine la energía liberada en la reacción.
- c) El núcleo producido en el proceso anterior es inestable y mediante sucesivas desintegraciones tipo α y β se llega al núcleo $^{226}_{88}Ra$. ¿Cuántas desintegraciones α , β^+ y β^- se producen durante este proceso?

Problema 5 El Plutonio $^{239}_{94}Pu$ es un isótopo altamente radiactivo y su vida media es de 24.000 (veinticuatro mil) años. Su masa es $222,56 [\frac{GeV}{c^2}]$.

- a) Por decaimiento radiactivo alfa de este isótopo se origina $^{235}_{92}U$ cuya masa es $218,83 [\frac{GeV}{c^2}]$. La masa del núcleo de 4_2He es de $3,73 [\frac{GeV}{c^2}]$. Determine la energía que se libera en este proceso.
- b) Una muestra de 100 gramos de estos isótopos tiene aproximadamente $3 \cdot 10^{23}$. Estime el orden de magnitud de la potencia promedio emitida por decaimiento radiactivo del $^{239}_{94}Pu$ y fundamente brevemente en qué se basa para hacer esta estimación.