El deuterio es un isótopo del hidrógeno de masa atómica igual a 2,0136 u. Su núcleo está formado por un protón yu un neutrón.

a) Indique el número atómico (Z) y el número másico (A) del deuterio.
b) Calcule el defecto de masa del núcleo de deuterio.
c) Calcule la energía media de enlace (expresada en MeV) por nucleón del deuterio.
d) Si un ión de deuterio es acelerado mediante un campo eléctrico, partiendo del reposo, entre dos puntos con una diferencia de potencial de 2.000 V, calcule su longitud de onda de De Broglie asociada.

Datos:		
	Masa del protón:	$m_p = 1{,}0073$ u
	Masa del neutrón:	$m_n = 1{,}0087$ u
	Valor absoluto de la carga del electrón:	$e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C
	Unidad de masa atómica:	$u = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg
	Velocidad de la luz en el vacío:	$c = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1}
	Constante de Planck:	$h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ Js.

(Pruebas de acceso a la Universidad – Madrid, modelo 2008)

SOLUCIÓN:-

Al estar constituido por un protón y un neutrón (dos nucleones) sus números atómico: Z: número de protones, y de masa: A: número de nucleones valen, respectivamente:

- Número atómico: $Z = 1$
- Número de masa: $A = 2$

RESULTADOS

El defecto de masa, que es la diferencia entre la masa total de los nucleones y la del núcleo vale, para el deuterio:

$$\Delta m = (m_{p^+} + m_{n^0}) - m_{^2_1H} = (1{,}0073 + 1{,}0087 - 2{,}0136)\,u =$$
$$= 0{,}0024\,u = 0{,}0024 \times 1{,}67 \times 10^{-27}\,kg = 4{,}008 \times 10^{-30}\,kg$$

RESULTADO

El período de semidesintegración del estroncio-90 es de 28 años. Calcule:

a) Su constante de desintegración y la vida media.

b) El tiempo que deberá transcurrir para que una muestra de 1,5 mg se reduzca un 90 %.

(Pruebas de acceso a la Universidad – Madrid, septiembre 1998)

SOLUCIÓN:

Recordando la ley de la desintegración radiactiva, obtenemos la relación entre el período de semidesintegración: $T_{1/2}$ y la constante de desintegración: λ:

$$\frac{N}{2} = N e^{-\lambda T_{1/2}}; \quad \frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}}; \quad L\frac{1}{2} = -L2 = -\lambda T_{1/2}; \quad \lambda = \frac{L2}{T_{1/2}};$$

entonces:

$$\boxed{\lambda = \frac{L2}{T_{1/2}} = \frac{L2}{28\,\text{años}} = 0{,}025\,\text{años}^{-1} = \frac{L2}{28 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60\,\text{s}} = 7{,}85 \times 10^{-10}\,\text{s}^{-1}} \quad \text{: RESULTADO}$$

La vida media: τ es el inverso de la constante de desintegración:

$$\boxed{\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{28}{L2}\,\text{años} = 40{,}40\,\text{años} = 1{,}27 \times 10^{9}\,\text{s}} \quad \text{: RESULTADO}$$

Por último, recordando la ley de la desintegración radiactiva con masas: $m = m_i e^{-\lambda t}$, tenemos:

$m_i = 1{,}5\,\text{mg}$; $m = \frac{10}{100} \times 1{,}5 = 0{,}15\,\text{mg}$ (= 100% − 90 %)

$$0{,}15 = 1{,}5 e^{-7{,}85 \times 10^{-10} t}; \quad \frac{0{,}15}{1{,}5} = 0{,}1 = e^{-7{,}85 \times 10^{-10} t}$$

$$L0{,}1 = -7{,}85 \times 10^{-10} t; \quad \boxed{t = \frac{L0{,}1}{-7{,}85 \times 10^{-10}} = 2{,}93 \times 10^{9}\,\text{s} = 93{,}01\,\text{años}} \quad \text{: RESULTADO}$$

Una muestra contiene inicialmente 10^{20} átomos, de los cuales un 20 % corresponden a material radiactivo con un período de semidesintegración (o semivida) de 13 años. Calcule:

a) La constante de desintegración del material radiactivo.

b) El número de átomos radiactivos iniciales y la actividad inicial de la muestra.

c) El número de átomos radiactivos al cabo de 50 años.

d) La actividad de la muestra al cabo de 50 años.

(Pruebas de acceso a la Universidad – Madrid, modelo 2007)

Solución.-

Recordando la ley de la desintegración radiactiva: $N = N_0 e^{-\lambda t}$

y que el período de semidesintegración: $T_{1/2}$ es el tiempo que transcurre hasta que se desintegran la mitad de los núcleos iniciales, tomando logaritmos neperianos y operando resulta:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}; \quad \ln \frac{N_0}{2} = \ln\left(N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}\right);$$

$$\ln N_0 - \ln 2 = \ln N_0 - \lambda T_{1/2}; \text{ de donde:}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{13 \text{ años}} = 5{,}33 \times 10^{-2} \text{ años}^{-1} = 1{,}69 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}}$$

RESULTADO

La actividad de la muestra radiactiva es el ritmo con el que se van desintegrando los núcleos, por lo que (teniendo en cuenta que esa variación es una disminución) matemáticamente vale:

$$A = \left|\frac{dN}{dt}\right| = \left|\frac{d(N_0 e^{-\lambda t})}{dt}\right| = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N.$$

Por tanto, tenemos:

Valores iniciales:

$$N_0 = \frac{20}{100} N_{total} = \frac{20}{100} \times 10^{20} = 2\times10^{19} \text{ átomos}$$

$$A_0 = \lambda N_0 = 1{,}69\times10^{-9} \times 2\times10^{19} = 3{,}38\times10^{10}\ Bq$$

Valores al cabo de 50 años:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = 2\times10^{19} e^{-(5{,}33\times10^{-2}\text{ años}^{-1})\times 50\text{ años}}$$

$$N = 1{,}39\times10^{18} \text{ átomos}$$

$$A = \lambda N = 1{,}69\times10^{-9} \times 1{,}39\times10^{18} = 2{,}35\times10^{9}\ Bq$$

RESULTADOS