

**FÍSICA:** selección de problemas de examen de FÍSICA NUCLEAR

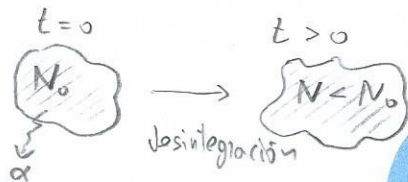
► Sinopsis de algunos conceptos básicos:

1.- RADIATIVIDAD  $\alpha$  y  $\beta$ : sustancia radiactiva  $\rightarrow$  emite "radiación  $\alpha$ " (o "radiación  $\beta$ "), y sus átomos van desapareciendo (se "desintegran").

LEY EXPONENCIAL de DESINTEGRACIÓN RADIATIVA:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$N_0$ : n.º de núcleos iniciales (en  $t=0$ )  
 $N$ : n.º de núcleos actuales (en  $t \geq 0$ )  
 $\lambda$ : constante radiactiva (o "de desint.") [S.I.:  $s^{-1}$ ]  
 $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$ : periodo de semidesintegración [S.I.: s]  
 $\rightarrow$  dependen de la sustancia estudiada.  $\hookrightarrow$  tiempo en que  $N_0 \rightarrow \frac{N_0}{2}$



$A(t) = \lambda N(t)$ : actividad de la muestra en el instante  $t$ . [S.I.: Bq]  
 $1 \text{ Bq ("Becquerel")} = 1 \text{ desint. / s}$   
 $\tau = \frac{1}{\lambda}$ : vida media de un núcleo.

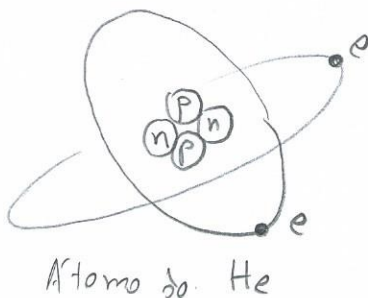
2.- MOLES y NÚMERO de AVOGADRO ( $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ )

- 1 mol (de átomos, núcleos o moléculas):  $N_A$  átomos (o nuc., molec.)
- masa de un átomo de H:  $M(H) = \frac{1}{N_A}$  gramos
- unidad de masa atómica:  $1 u = \frac{1}{N_A}$  gramos (es la masa de un átomo H).

3.- ÁTOMOS y NÚCLEOS

los elementos químicos están formados por átomos, formados por:

- NÚCLEO: protones (p) y neutrones (n), juntos.
- CORTEZA: electrones (e), que dan vueltas.



Átomo de He

notación para núcleos:

- $Z$  protones ("n.º atómico")
- $N$  neutrones
- $A = Z + N$  nucleones ("n.º másico")

$\begin{matrix} A & X \\ Z & \end{matrix}$  símbolo químico del elemento.  
 $\Rightarrow$  ejemplo:  $\begin{matrix} 4 & \text{He} \\ 2 & \end{matrix}$  ("Helio-2").

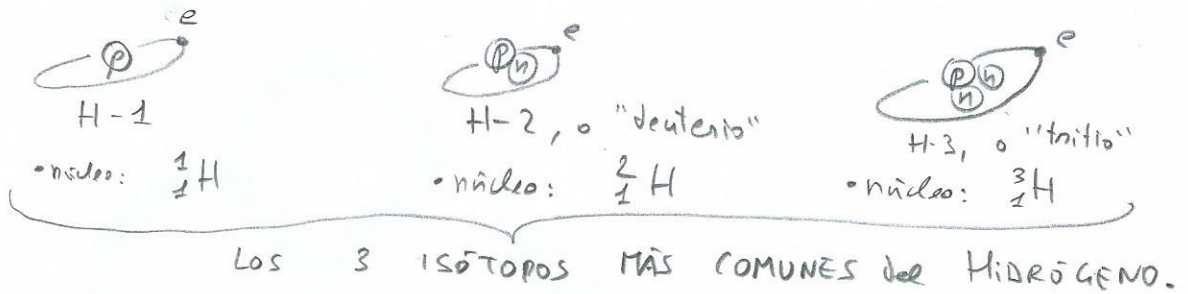
• características de los constituyentes del átomo:

e  $\rightarrow$  carga negativa, ligero

p  $\rightarrow$  carga positiva, pesado





n  $\rightarrow$  sin carga, pesado

• isótopos: todos los núcleos de los átomos de un mismo elemento tienen igual  $Z$  (mismo  $n^{\circ}$  de p), pero no necesariamente igual  $N \Rightarrow$  no igual  $A = Z + N$ . Dado un elemento químico, el conjunto de átomos con igual  $N$  ( $\neq$  igual  $A$ ) se dice que es un isótopo de ese elemento (es como una variedad).



#### 4. CATÁLOGO de ALGUNAS PARTICULAS

que aparecen en REACCIONES NUCL.

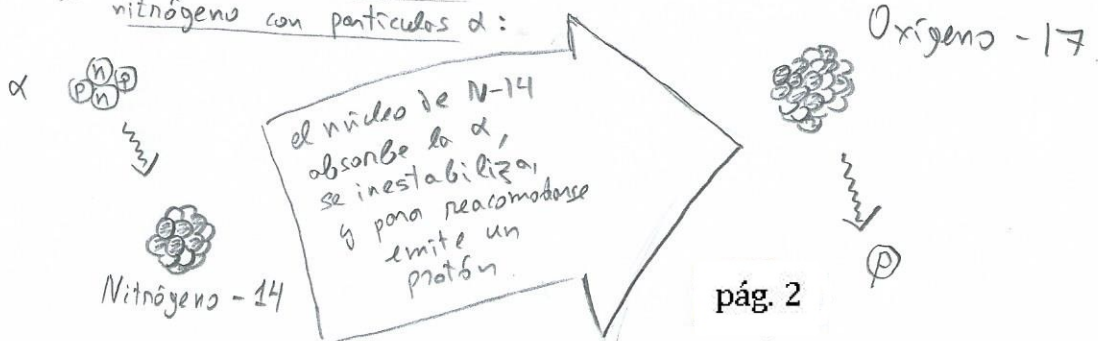
- partículas  $\alpha$ :  ${}^4_2\text{He}$   (núcleos de helio-2)
- protones p:  ${}^1_1\text{H}$   (núcleos de hidrógeno-1)
- deuterones d:  ${}^2_1\text{H}$   (núcleos de deuterio, o hidrógeno-2)
- neutrones n:  ${}^1_0\text{n}$   (no pueden nunca ser núcleos)
- partículas  $\beta^-$ :  ${}^0_{-1}\text{e}$   $\bullet e^-$  (" " " " " )
- partículas  $\beta^+$ :  ${}^0_{+1}\text{e}$   $\bullet e^+$  (" " " " " )

$\uparrow$  también llamadas "positrones".

#### 5. REACCIONES NUCLEARES:

procesos en los cuales un conjunto de núcleos y/o partículas iniciales ("reactivos") se transforman en otros ("productos"), conservándose siempre el  $Z_{\text{TOT}}$  y  $A_{\text{TOT}}$ :

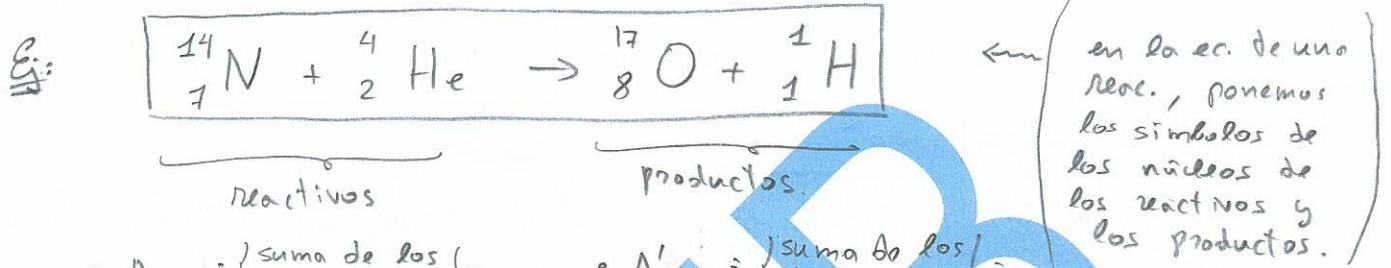
Ej.: bombardeo de núcleos de nitrógeno con partículas  $\alpha$ :



**FÍSICA:** selección de problemas de examen de FÍSICA NUCLEAR

Sinopsis de algunos conceptos básicos (CONTINUACIÓN)

## 6. ECUACIONES de REACCIÓN. LEYES de CONSERVACIÓN



- $A_{TOT} = \left\{ \begin{array}{l} \text{suma de los } A \\ \text{de los react} \end{array} \right\} = 14 + 4 = 18$
- $A'_{TOT} = \left\{ \begin{array}{l} \text{suma de los } A \\ \text{de los prod} \end{array} \right\} = 17 + 1 = 18$
- $Z_{TOT} = \left\{ \begin{array}{l} \text{suma de los } Z \\ \text{de los reac} \end{array} \right\} = 7 + 2 = 9$
- $Z'_{TOT} = \left\{ \begin{array}{l} \text{suma de los } Z \\ \text{de los prod} \end{array} \right\} = 8 + 1 = 9$
- $m_{TOT} = \left\{ \begin{array}{l} \text{suma de las masas} \\ \text{de los reac} \end{array} \right\} = m({}^{14}\text{N}) + m({}^4\text{He})$
- $m'_{TOT} = \left\{ \begin{array}{l} \text{suma de las masas} \\ \text{de los productos} \end{array} \right\} = m({}^{17}\text{O}) + m({}^1\text{H})$

- LEYES de CONSERVACIÓN :  $A_{TOT} = A'_{TOT}$  ("etiquetas superiores")  $Z_{TOT} = Z'_{TOT}$  ("etiquetas inferiores").

- ENERGÍA LIBERADA : la  $m_{TOT}$  no se conserva. Lo que se pierde, o "defecto de masa" :  $m_{TOT} - m'_{TOT} = -\Delta m_{TOT}$ , se convierte en la energía liberada o calor de reacción:

$$E_{lib} = -\Delta m_{TOT} \cdot c^2$$

las emisiones  $\alpha$  y  $\beta^\pm$  se llaman "desintegraciones naturales"

## 7. ALGUNAS REACCIONES IMPORTANTES

- \* emisión  $\alpha$ :  ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2\text{He}$  ("ley de SODDY")
- \* emisión  $\beta^-$ :  ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1}e$  ;  $\beta^+$ :  ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + {}^0_1e$  ("ley de FASANS")
- \* fusión:  $4 {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_1e + 3 \gamma$  ;  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0n \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0n$

**FÍSICA:** selección de problemas de examen de FÍSICA NUCLEAR

Repaso de herramientas matemáticas necesarias:

**8 ECUACIONES CON LOGARITMOS** (Teoría y ejercicios básicos)

► Propiedades de los logaritmos neperianos.

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \cong 2,7$$

las 3 más importantes !!

1) (Definición):  $e^x = a \iff x = \ln a$

2)  $\ln b^s = s \cdot \ln b$

3)  $\ln(a \cdot b) = \ln a + \ln b$

4)  $\ln \sqrt[m]{a} = \frac{1}{m} \ln a$

5)  $\ln \frac{a}{b} = \ln a - \ln b$

6)  $\ln 1 = 0$

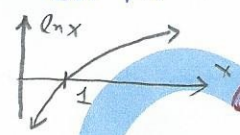
7)  $\ln e = 1$

8)  $e^{\ln a} = a$

9)  $-\ln a = \ln \frac{1}{a}$

10)  $\ln a = \ln b \iff a = b$

11) gráfica:



$\nexists \ln x$  si  $x \leq 0$

► Ejercicios: Encuentra todos los valores de  $x$  que solucionan cada una de las siguientes ecuaciones. (Nota: puede haber uno, varios o ninguno).

1.a)  $e^x = 6$

1.b)  $2e^x = 6$

1.c)  $2e^{-x} = 6$

1.d)  $7e^{-4x} = 5$

1.e)  $4e^{5x} - 3e^{2x} = 0$

1.f)  $e^{2x} = 3e^x - 2$

1.g)  $e^x = -3$

1.h)  $\ln x = 2$

1.i)  $6 \ln x = 1$

1.j)  $\ln(x+1) = 60$

1.k)  $\ln x^3 = 1$

1.l)  $\ln(x^2 - 1) = 2$

1.m)  $\ln x + \ln 3x = 4$

1.n)  $\frac{\ln 2x^2}{\ln 5x} = 1$

► Soluciones:

1.a)  $x = \ln 6 = 1,79$

1.b)  $x = \ln 3 = 1,10$

1.c)  $x = \ln \frac{1}{3} = -1,10$

1.d)  $x = \frac{1}{4} \ln \frac{7}{5} = 0,024$

1.e)  $x = \frac{1}{3} \ln \frac{3}{4} = -0,096$

1.f)  $\{x_1 = \ln 2 = 0,69; x_2 = \ln 1 = 0\}$

1.g)  $\nexists$  solución

1.h)  $x = e^2 = 7,39$

1.i)  $x = e^{1/6} = 1,18$

1.j)  $x = e^{60} - 1 = 1,14 \cdot 10^{28}$

1.k)  $x = e^{1/3} = 1,40$

1.l)  $x = \pm \sqrt{1 + e^2} = \pm 2,90$

1.m)  $x = \frac{e^2}{\sqrt{3}} = 4,27$

1.n)  $x = 5/2$

**FÍSICA:** selección de problemas de examen de FÍSICA NUCLEAR

► Ejercicios de introducción a la Física Nuclear:

**9 LEY EXPONENCIAL de DESINTEGRACIÓN** (Ejercicios básicos)

- 2.a) Tenemos inicialmente 2 kg de una sustancia radiactiva de  $\lambda = 40 \text{ días}^{-1}$ .  
(i) ¿Cuánto tiempo tarda en reducirse a la mitad?  
(ii) ¿Qué cantidad nos queda una hora después del inicio del experimento?  
[R.: i) 0,017 días ii) 0,378 kg]
- 2.b) Tenemos una sustancia con  $\lambda = 65 \text{ s}^{-1}$ . ¿En cuánto tiempo su población se reduce a la mitad?  
[R.:  $1,07 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ ]
- 2.c) Tenemos  $10^{20}$  núcleos de una sustancia radiactiva, y en 6 años nos quedan  $10^{18}$  núcleos. (i) ¿Cuánto vale  $\lambda$ ? (ii) ¿Cuál es la vida media de un núcleo?  
[R.: i)  $\lambda = 0,768 \text{ años}^{-1}$  ii)  $\tau = 476 \text{ días}$ ]
- 2.d) Tenemos una sustancia que en 50 días reduce su población inicial a la quinta parte. ¿Cuál es su periodo  $T$ ?  
[R.: 21,5 días]
- 2.e) Una sustancia de  $M = 4 \text{ u}$  se desintegra con una vida media de 6 años. Si inicialmente tenemos 4 kg, ¿cuántos átomos tenemos en dos semanas?  
[R.:  $5,984 \cdot 10^{26}$  átomos]
- 2.f) Sabemos que en una muestra de una sustancia radiactiva el 23º día queda tres veces menos cantidad que el segundo. ¿Cuál es su  $\lambda$ ?  
[R.:  $0,0523 \text{ días}^{-1}$ ]
- 2.g) Tenemos un mol de una sustancia de  $\lambda = 2 \text{ horas}^{-1}$ . ¿Cuál es su actividad? ¿Y cuando han pasado 0,347 s?  
[R.:  $A_0 = 3,3456 \cdot 10^{20} \text{ Bq}$ ;  $A = 3,3449 \cdot 10^{20} \text{ Bq}$ ]
- 2.h) La actividad actual de una muestra es la quinta parte que cuando empezó el experimento. ¿Cuántos días hace que empezó si sabemos que  $\lambda = 3,10 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ ?  
[R.: 6,01 días]
- 2.i) Una sustancia se desintegra a  $6 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$ . Si tenemos 5 moles de partida, ¿cuántos nos quedarán en 2 años? ¿Y cuántos núcleos nos quedarán?  
[R.: 4,41 moles;  $2,77 \cdot 10^{24}$  núcleos]
- 2.j) Tenemos 3 moles de una sustancia radiactiva  $a$  de periodo  $T = 15 \text{ días}$ . Por cada átomo de  $a$  que se desintegra, aparece uno de la sustancia  $b$ .  
(i) ¿Cuántos moles de  $b$  tendremos en 30 días? (ii) ¿A qué ritmo aparecen los átomos de  $b$  al principio del experimento? ¿Y el 10º día?  
[R.: i) 2,25 moles ii) 1º día:  $9,66 \cdot 10^{17} \text{ átomos/s}$ ; 10º día:  $6,09 \cdot 10^{17} \text{ átomos/s}$ ]

**FÍSICA:** selección de problemas de examen de FÍSICA NUCLEAR

1. 86. Ordenar las radiaciones alfa, beta y gamma, de más a menos, por su poder de penetración
- Alfa, beta, gamma.
  - Beta, gamma, alfa.
  - Gamma, beta, alfa.
  - Alfa, gamma, beta.
2. 87. El  ${}^{221}_{87}\text{Fr}$  pasa a  ${}^{209}_{83}\text{Bi}$  emitiendo un número de partículas. Elegir la emisión que se produce en este cambio siguiendo las leyes de Soddy:
- $2\alpha, 2\gamma$
  - $2\alpha, 2\beta^+$
  - $3\alpha, 2\beta^-$
  - $3\alpha, 1\beta^-, 1\gamma$
3. 88. Los rayos  $\gamma$  (gamma) rompen el núcleo de  ${}^9_4\text{Be}$  y forma  ${}^3_3\text{Li}$  emitiendo una partícula de las siguientes:
- Un protón
  - Un neutrón
  - Un electrón
  - Un positrón
4. 89. ¿Qué cambio experimenta un núcleo atómico cuando emite una partícula beta?
- El número atómico aumenta una unidad y el n° másico no varía.
  - El número atómico aumenta dos unidades y el n° másico no varía.
  - El número atómico aumenta una unidad y el n° másico varía una unidad.
  - El número atómico aumenta dos unidades y el n° másico varía cuatro unidades.
5. 90. Si la ley de desintegración de una sustancia radiactiva es  $N = N_0 \cdot e^{-0,02t}$  ¿Cuál es su periodo de semidesintegración? ( $\ln 2 = 0,693$ )
- 72,15 s.
  - 34,65 s.
  - 0,029 s.
  - 0,014 s.
6. 91. Un cuerpo radiactivo contiene  $8 \cdot 10^{13}$  átomos, de periodo de semidesintegración  $T = 10$  años. Se examinó la muestra después de 30 años y el número de átomos radiactivos existentes es:
- $4 \cdot 10^{13}$
  - $3 \cdot 10^{13}$
  - $2 \cdot 10^{13}$
  - $1 \cdot 10^{13}$
7. 93. En los reactores nucleares las barras de control son, con frecuencia, de boro. ¿Qué controlan esas barras?
- La velocidad de los neutrones
  - El flujo de calor intercambiado
  - La absorción de las radiaciones alfa y gamma
  - La producción de energía regulando la velocidad de las desintegraciones
8. 94. Señale cuál de las siguientes ventajas de la fusión nuclear respecto a la fisión nuclear es FALSA:
- La fusión nuclear es más limpia, ya que no produce residuos.
  - Los reactivos necesarios para la fusión nuclear son más abundantes.
  - El rendimiento energético por nucleón es mayor que en la fisión.
  - La fusión nuclear es más fácil técnicamente que la fisión.
9. 97. Indicar la afirmación FALSA:
- Si un átomo emite radiación  $\gamma$  (gamma), su número atómico no varía.
  - Cuanto mayor es el periodo de semidesintegración, el material se desintegra más deprisa.
  - Los núcleos  ${}^{12}_6\text{C}$  y  ${}^{14}_6\text{C}$  tienen diferente número másico pero igual número de protones.
  - En general, los núcleos estables tienen más neutrones que protones.

ACADEMIA SOL

Pepe Ródenas Borja

**FÍSICA: selección de problemas de examen de FÍSICA NUCLEAR**

10

11. 98. Todos los isótopos de un elemento tienen:
- La misma masa atómica.
  - El mismo número atómico.
  - El mismo número másico.
  - El mismo número de neutrones.

11

11. 99. Si el  ${}^6_3\text{Li}$  reacciona con un neutrón, se desprende una partícula alfa. El núcleo residual es:
- Un protón.
  - Tritio.
  - Deuterio.
  - Berilio ( $Z=4$ ).

12

11. 100. Los protones y los neutrones se consideran partículas fundamentales y no elementales compuestas por:
- Quarks
  - Mesones
  - Positrones y neutrinos respectivamente
  - Fotones

13

12. 53. El "Curie", es una unidad de:
- Tiempo.
  - Potencia.
  - Radioactividad.
  - Masa Atómica.

14

13. 91. Un átomo lo representamos así:  ${}^A_Z\text{X}$  Z representa:
- El símbolo del elemento químico a que corresponde el átomo
  - El número atómico que es el número de protones del átomo
  - El número másico protones más neutrones del núcleo
  - El nuclido

15

13. 92. Siguiendo con la pregunta anterior A representa:
- El símbolo del elemento químico a que corresponde el átomo
  - El número atómico que es el número de protones del átomo
  - El número másico protones más neutrones del núcleo
  - El nuclido

16

13. 93. Los isótopos
- Tienen el mismo número de protones en el núcleo
  - Pertencen al mismo elemento
  - Tienen distinto número másico
  - Todas las anteriores:

17

13. 94. De los tipos de radiación los rayos  $\alpha$ :
- Son partículas negativas idénticas a los  $e^-$
  - Son partículas positivas (dos protones y dos neutrones)
  - Es radiación electromagnética
  - Todas las anteriores

**FÍSICA: selección de problemas de examen de FÍSICA NUCLEAR**

18

13. 95. Las fuerzas nucleares mantienen unidos a:
- Protones y neutrones
  - Protones y electrones
  - Electrones y neutrones
  - Ninguna de las anteriores

19

13. 96. La fisión y la fusión nucleares:
- Son reacciones entre e<sup>-</sup>
  - Afectan solo al núcleo atómico
  - Son consecuencia de la radioactividad natural
  - Ninguna de las anteriores

20

13. 97. La fisión nuclear:
- Consiste en la unión de dos o más núcleos
  - Consiste en la escisión de un núcleo pesado en otros de masa intermedia
  - Consiste en la agregación de neutrinos a los protones
  - Es la clave del microondas

21

13. 98. El número de Avogadro:
- Es cte. e igual a  $9 \times 10^9$  newton
  - Es igual al número de electrones dividido por el de orbitas
  - Indica el número de átomos que existen en un MOL de sustancia
  - Ninguna de las anteriores

22

13. 99. Un átomo con  $A=35$  y  $Z=17$  contiene:
- 35 electrones
  - 17 neutrones
  - 18 neutrones
  - 35 protones

23

13. 100. El periodo de semidesintegración de una sustancia radioactiva es:
- Es la media de la vida de todos los átomos
  - El tiempo necesario para que el número de átomos radioactivos de una muestra se reduzca a la mitad
  - El tiempo necesario para que la cuarta parte de los átomos pierdan un neutrón
  - El tiempo necesario para que se iguale el número de Avogadro con el número másico