# Exercicios de Física nuclear 1

Para resolver estes exercicios debes ter repasado o tema ate as reacións de desintegración.

## Exercicio nº1

**A masa do núcleo de $^{23}_{11}Na$ medida experimentalmente é 22,9898 u. Calcula:**

**a) A masa teórica do núcleo de $^{23}_{11}Na$ (solución: 23,1840 u)**

**b) O defecto de masa (solución: 0,194227 u)**

**c) A enerxía de enlace (solución: 180,82 MeV)**

**d) A enerxía de enlace por nucleón (solución: 7,86 MeV/nucleón)**

Repasemos dende o inicio. Tráta-se de $^{23}_{11}\mathbf{Na}$ e polo tanto o átomo está formado por:

11 protóns ($p^+$)  11 eletróns ($e^-$)  12 neutróns ($n^0$)

a)Para calcular a masa teórica do núcleo:

$$\mathrm{M_{teórica\ do\ núcleo}} = 11 \cdot \mathrm{Mp^+} + 12 \cdot \mathrm{Mn^0} = 11 \cdot 1{,}007277\ \mathrm{u} + 12 \cdot 1{,}008665\ \mathrm{u} =$$

$$= \mathbf{23,1840\ u}$$

b)Para calcular o defeto de masa:

$$\Delta\mathrm{M} = \mathrm{M_{Teórica\ do\ núcleo}} - \mathrm{M_{Experimental\ do\ núcleo}} = \mathbf{0,194227\ u}$$

c)A enerxía de enlace será:

$$\mathbf{E_{Enlace}} = \mathbf{\Delta M \cdot c^2}$$

Para poder acudir a esta expresión precisamos expresa o defeto de masa en quilogramos. Podemos facer o cambio de unidades “dentro” ou “fora” da propia expresión. Eu vouno facer “dentro”:

$$\mathrm{E_{Enlace}} = 0{,}194227\ \mathrm{u} \cdot \frac{1{,}66053 \cdot 10^{-27}\mathrm{kg}}{1\ \mathrm{u}} \cdot (3 \cdot 10^8 \mathrm{m/s})^2 = \mathbf{2,90.10^{-11}J}$$

Normalmente a enerxía exprésa-se en MeV (megaeletrónvolt). Imos a cambiar unidades:

$$2{,}90.10^{-11}\mathrm{J} \cdot \frac{1\mathrm{eV}}{1{,}6022 \cdot 10^{-19}\mathrm{J}} \cdot \frac{1\ \mathrm{MeV}}{10^6\mathrm{eV}} \cong \mathbf{181MeV}$$

Atentos e atentas aos decimais!!!! Veredes que cambian os resultados en función do número de decimais. Non hai que agobiarse, é caseque inevitabel.

d) A enerxía de enlace por nucleón, non é máis que dividir o resultado anterior entre o número de nucleóns. Este número non é máis que o número másico, A.

$$\mathrm{E_{Enlace\ por\ nucleón}} = \frac{\mathrm{E_{Enlace}}}{\mathrm{A}} = \frac{181\ \mathrm{MeV}}{23\ \mathrm{nucleóns}} = \mathbf{7,87\ MeV/nucleón}$$

**Exercicio nº2**

**Dado $^{23}_{11}Na$ calcula o raio e volume do núcleo e a densidade da materia nuclear.**

Imos calcular o raio nuclear do mesmo núclido.

$$R = 1{,}2 \cdot 10^{-15} \cdot A^{1/3} = 1{,}2 \cdot 10^{-15} \cdot \sqrt[3]{A} = \mathbf{3,41.10^{-15}m}$$

E agora o volume nuclear. Hai un montón de datos que indican que o núcleo ten forma de esfera e polo tanto o calculo do volume:

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 = \mathbf{1,6648.10^{-43}m^3}$$

Imos calcular agora amasa nuclear:

$$M_{\text{teórica do núcleo}} = 11 \cdot Mp^+ + 12 \cdot Mn^0 = 11 \cdot 1{,}007277\ u + 12 \cdot 1{,}008665\ u =$$

$$= \mathbf{23,1840\ u}$$

Só temos que expresar a masa en quilogramos:

$$23{,}1840\ u \cdot \frac{1{,}66053 \cdot 10^{-27}kg}{1u} = \mathbf{3,85.10^{-26}kg}$$

E agora calculamos a densidade:

$$\rho = \frac{M}{V} = \mathbf{2,31.10^{17}kg/m^3}$$

Este resultado xa o tes calculado, de forma xeral, nos apuntes.

Revisa-o.

Esta densidade é moito dificil de entender pois é un resultado enorme.

Cal debería ser o raio da Terra para que a súa masa dera como resultado esta densidade? Imos aló, sexamos curiosos.

Como a masa da Terra é $\mathbf{5,98 \cdot 10^{24}kg}$ podemos determinar o seu volume equivalente para esa densidade:

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{5{,}98 \cdot 10^{24}kg}{2{,}31 \cdot 10^{17}kg/m^3} \cong \mathbf{26 \cdot 10^6m^3}$$

E cal sería o raio da Terra?

$$R'_{\text{Terra}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V}{4 \cdot \pi}} = 183{,}5\ m$$

E polo tanto o diámetro da terra viría sendo 367 m!!!!!!

Só por tomar unha referencia, o Queen Mary 2 mide 345 m!!!!

Veña, tes para praticar os exercicios 3 e 4 que son iguais ao exercicio nº1 e tes as solucións.

Moita atención aos calculos !!!

## Exercicios de Física nuclear 2

Para resolver estes exercicios debes ter repasado o apartado adicado ás desintegracións α, β e γ así como as reacións nucleares.

**Exercicio nº 5**:

**O polonio ($^{210}_{84}Po$) desintegrase dando lugar ao isotopo 206 do chumbo ( Z= 82) e a unha partícula alfa. Escrebe a reación do proceso e calcula a enerxía liberada. Datos: $M_{\text{núcleo Pb}}$= 205,993494 u, $M_{\text{núcleo Po}}$= 210,0008 u, $M_{\text{nucleo He}}$= 4,001506 u (Solución: 5,4 MeV)**

Tráta-se da reación de descomposición do polonio. Imos escreber o proceso:

$$^{210}_{94}\mathbf{Po} \rightarrow \ ^{206}_{92}\mathbf{Pb} + \ ^{4}_{2}\alpha$$

É unha reación tipo α. Comprobemos as chamadas leis de Soddy-Fajans que veñen decindo que o número de nucleóns e a carga conservan-se:

$$^{210}_{94}\mathrm{Po} \rightarrow \ ^{206}_{92}\mathrm{Pb} + \ ^{4}_{2}\alpha$$

Conserva-se o nº de nucleóns: 210=206+4

Conserva-se a carga:94 p+=92p+ + 2p+

E ademais debemos ter en conta que isto NON É UNHA REACIÓN QUÍMICA pois neste caso <u>NON SE CONSERVA A MASA</u>.

Imos calcular o defeto de masa:

$$\Delta \mathrm{m} = \mathrm{m}_{\text{reativos}} - \mathrm{m}_{\text{produtos}}$$

Moi importante!!!! Estas masas son masas nucleares, pois isto é un proceso que acontece no núcleo. Observa que nas reacións químicas os protagonistas son os eletróns, nos procesos de reación nuclear os protagonistas son os núcleos.

$$\Delta m = m_{reativos} - m_{produtos} = m_{núcleos\ iniciais} - m_{núcleos\ finais} =$$
$$= m_{núcleo\ polonio} - (m_{núcleo\ de\ chumbo} + m_{núcleo\ de\ helio}) =$$
$$= 210{,}0008\ u - (205{,}993494\ u + 4{,}001506u = \mathbf{5{,}8 \cdot 10^{-3} u}$$

Agora temos que calcular a enerxía equivalente coa ecuación de Einstein.

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 5{,}8 \cdot 10^{-3} u \cdot \frac{1{,}66053 \cdot 10^{-27} kg}{1\ u} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \cdot \frac{m}{s}\right)^2 = \mathbf{8{,}66797 \cdot 10^{-13} J}$$

Imos expresar o resultado en MeV:

$$8{,}667977 \cdot 10^{-13} J \cdot \frac{1\ eV}{1{,}6022 \cdot 10^{-19} J} \cdot \frac{1\ MeV}{10^6 eV} = \mathbf{5{,}41\ MeV}$$

<u>**Exercicio nº 6**</u>:

**O $^{238}_{92}U$ desintegrase dando lugar a unha partícula alfa. Identifica, coa axuda do sistema periódico, o núclido que se forma e calcula a enerxía emitida se as masas nucleares son as indicadas.**
**Datos: $M_{núcleo\ U}$= 395,2357.$10^{-27}$kg, $M_{núcleo\ He}$= 6,6456.$10^{-27}$kg, $M_{núcleo\ X}$= 388,582.$10^{-27}$kg**
**(Solución: 4,39 MeV/$c^2$)**

Este podes resolve-lo ti, eu só vou escreber a reación:

$$^{238}_{92}U \rightarrow\ ^{4}_{2}\alpha\ +\ ^{234}_{90}¿?$$

O elemento designado cos signos de interrogación é aquel que ten de numero atómico 90, e buscando no Sistema Periódico, descubrimos ao torio (Th)

Agora segue ti que é igual que o anterior e tes a solución.

**<u>Exercicio nº10</u>**:

**O C14 ( $^{14}_{6}C$) formase por ación dos raios cósmicos que interacionan nas capas altas da atmosfera e producen neutróns. Estes neutróns colisionan logo cos átomos de N14 ($^{14}_{7}N$) e de dita colisión aparece o C-14 e outra partícula.**
**Escrebe a reación e identifica a outra partícula.**

$$^{14}_{7}\mathrm{N} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{14}_{6}\mathrm{C} + ^{y}_{x}¿\,?$$

En función das leis de Soddy-Fajans está claro que y=1 e x= 1, polo tanto resulta un protón: $^{1}_{1}p$

Escrebe a reación:

**<u>Exercicio nº11</u>**:

**O C-14, é inxerido polos seres vivos. Unha vez que o ser vivo falece, cesa o intercambeo e o C-14 desintégrase por medio dun proceso de tipo β⁻. Formula a reación correspondente**

Como funciona a emisión $\boldsymbol{\beta}^{-}$?

O que acontece no núcleo do átomo é que 1 neutrón vai-se descompoñer dando lugar a 1 protón e 1 eletrón xunto con un antineutrino:

$$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{+1}p + {}^{0}_{-1}e^{-} + {}^{\circ}\bar{\nu}$$

E o proceso completo sería:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-} + {}^{\circ}\bar{\nu}$$

Pois agora imos escreber a emisión de descomposición do C-14:

$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + antineutrino$$

**<u>Exercicio nº12</u>**:

**Na desintegración do $^{226}_{88}Ra$ para formar radon, cada átomo emite unha partícula alfa e un raio gamma de lonxitude de onda $6{,}52\cdot10^{-12}$ m.**
**a) Escrebe a reación de desintegración**
**b) Calcula a enerxía máxima de cada fotón de raios gamma en MeV.**
**(Solución: 0,19 MeV)**
**c) Calcula a perda de masa da reación anterior debida á emisión gamma.**
**(Solución: 0)**
Datos: $1eV=1{,}6\cdot10^{-19}$ J; $NA= 6{,}02.10^{23}$ mol ; $h= 6{,}62.10^{-34}$ J.s; $c= 3.10^{8}$ $m.s^{-1}$

a) $^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{222}_{86}\mathrm{Rd} + \gamma$

b) Ben fácil, a emisión gamma é unha emisión eletromagnética que segue a lei de PlancK:

$$\mathrm{E} = \mathrm{h}\cdot\nu = \mathrm{h}\cdot\frac{\mathrm{c}}{\lambda} = 6{,}63\cdot10^{-34}\mathrm{J}\cdot\mathrm{s}\cdot\frac{3\cdot10^{8}\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}}{6{,}52\cdot10^{-12}\mathrm{m}} = \mathbf{3{,}0506\cdot10^{-14}J}$$

Que se o expresas en MeV verá que da o resultado indicado. Comproba-o.

A radiación gamma é unha onda eletromagnética que non comporta por si mesma ningunha transformación da masa.

Como vedes, o da reación gamma que afetaba ao dotor Robert Bruce e convertia-o en Hulk, aquel tipo verde e algo primitivo, pois …………….

**<u>Exercicio nº15</u>**:

**Ó bombardear $^{198}_{80}Hg$ con neutróns, obtense $^{1}_{1}H$ e outro elemento. De qué elemento se trata?**
**a) $^{198}_{79}Au$ ; b) $^{197}_{81}Tl$ ; c) $^{199}_{80}Hg$**

$$^{198}_{80}\mathrm{Hg} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{1}_{1}\mathrm{H} + {}^{198}_{79}¿\,?$$

Busca nas solucións:

**<u>Exercicio nº16</u>**:

**Ao bombardear $^{27}_{13}\boldsymbol{Al}$ con partículas $^{4}_{2}\boldsymbol{\alpha}$ formase $^{30}_{14}\boldsymbol{Si}$ e emíten-se un positrón e un neutrón.**
**a) Escrebe a reación nuclear completa.**
**b) Calcula a enerxía liberada.**
**Datos: Masas atómicas relativas: $^{27}$Al=27,0114 , $^{30}$Si=30,00134, $^{4}$He=4,003880**

a) $^{27}_{13}\mathrm{Al} + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{30}_{14}\mathrm{Si} + ^{1}_{0}\mathrm{n} + _{+1}^{\ 0}\mathrm{e}$

O positrón é a antipartícula do eletrón. Non existe livre porque en canto se forma aniquíla-se con un eletrón liverando enerxía.

(As partículas aniquilan-se en contato coas súas antipartículas)

b) Observa que non nos dan datos como a masa do eletrón, a equivalencia da uma, ou a masa experimental dos núcleos.

Qué facemos?

1.-Podemos tomar como "masa do núcleo" a "masa atómica relativa" Completa:

$$\Delta\mathrm{m} = \mathrm{m}_{\mathrm{reativos}} - \mathrm{m}_{\mathrm{produtos}} = \mathrm{m}_{\mathrm{núcleos\ iniciais}} - \mathrm{m}_{\mathrm{núcleos\ finais}} =$$

$$= \mathrm{m}_{\mathrm{núcleo\ aluminio}} + \mathrm{m}_{\alpha} - (\mathrm{m}_{\mathrm{núcleo\ de\ silicio}} + \mathrm{m}_{\mathrm{neutrón}}) =$$

$= 27{,}0114 + 4{,}003880 - (30{,}00134 + 1{,}008665) = 5{,}275 \cdot 10^{-3}\ u$

Calculamos agora a enerxía:

$E = \Delta m \cdot c^2 = 5{,}275 \cdot 10^{-3}\ u \cdot \frac{1{,}66 \cdot 10^{-27} kg}{1\ u} \cdot (3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1})^2 \cdot \frac{1 eV}{1{,}6 \cdot 10^{-19} J} \cdot \frac{1\ MeV}{10^6 eV} =$
$= \mathbf{4{,}92\ MeV}$

2.-Como contamos coa masa do eletrón e con todo o necesario, podemos calcular as masas dos núcleos de aluminio e de silicio. Temos en conta que a masa do eletrón é $9{,}1 \cdot 10^{-31} kg \cdot \frac{1\ u}{1{,}66 \cdot 10^{-27}} = 5{,}48 \cdot 10^{-4}\ u$

E agora calculamos as masas dos núcleos en unidades de masa atómica:

$$Masa\ do\ núcleo_{Al} = 27{,}0114u - 13 \cdot 5{,}48 \cdot 10^{-4}\ u = 27{,}0043\ u$$

$$Masa\ do\ núcleo_{Si} = 30{,}0014u - 14 \cdot 5{,}48 \cdot 10^{-4}\ u = 29{,}9937\ u$$

$$Masa\ do\ núcleo_{He} = 4{,}003880u - 2 \cdot 5{,}48 \cdot 10^{-4}\ u = 4{,}002784\ u$$

E agora calculamos o defeto de masa:

$$\Delta \mathrm{m} = \mathrm{m}_{\text{reativos}} - \mathrm{m}_{\text{produtos}} = \mathrm{m}_{\text{núcleos iniciais}} - \mathrm{m}_{\text{núcleos finais}} =$$

$$= \mathrm{m}_{\text{núcleo aluminio}} + \mathrm{m}_{\alpha} - (\mathrm{m}_{\text{núcleo de silicio}} + \mathrm{m}_{\text{neutrón}}) =$$

$= 27{,}0043 + 4{,}002784 - (29{,}9937 + 1{,}008665) = 4{,}72 \cdot 10^{-3}\, u$

E agora calculamos a enerxía coa ecuación de Einstein:

$E = \Delta m \cdot c^2 = 4{,}72 \cdot 10^{-3}\, u \cdot \frac{1{,}66 \cdot 10^{-27} kg}{1\, u} \cdot (3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1})^2 \cdot \frac{1 eV}{1{,}6 \cdot 10^{-19} J} \cdot \frac{1\, MeV}{10^6 eV} ==$
$= \mathbf{4{,}41\ MeV}$

**<u>Como ves o resultado é moi semellante</u>**

**<u>Exercicio nº8</u>**:

**Escrebe as seguintes reaccións nucleares en forma longa, completandoas:**
**a)** $^{14}_{7}\boldsymbol{N}\ (\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{p})\ ¿?$

**b)** $^{24}_{12}\boldsymbol{Mg}\ (¿?, \boldsymbol{n})\ ^{27}_{14}\boldsymbol{Si}$

**c)** $¿?\ (\boldsymbol{\gamma}, \boldsymbol{n}\ \boldsymbol{\beta}^{+})\ ^{30}_{14}\boldsymbol{Si}$

**d)** $^{94}_{42}\boldsymbol{Mo}\ (\boldsymbol{d}, ¿?)^{95}_{43}\boldsymbol{Tc}$

a) $^{14}_{7}\mathrm{N} + ^{4}_{2}\alpha \rightarrow ^{1}_{1}\mathrm{p} + ^{17}_{8}?$ Un isotopo do oxixeno o oxíxeno-17

b) $^{24}_{12}\mathrm{Mg} + ^{\mathrm{Y}}_{\mathrm{x}}? \rightarrow ^{27}_{14}\mathrm{Si} + ^{1}_{0}\mathrm{n}$ Resulta claro, polas leis de Soddy-Fajans, que y=4 e x=2, e trata-se logo dunha partícula $\alpha$.

c) $^{y}_{x}¿? + \gamma \rightarrow ^{30}_{14}Si + ^{1}_{0}n + ^{0}_{+1}e$ polo tanto x=15 e y=31, é o fósforo

d) Antes de nada, que é a **d**? Pois é deuterio,un isotopo do hidróxeno que está formado por 1 protón, 1 neutrón e 1 eletrón e polo tanto representa-se:

$$^{2}_{1}H$$

O deuterio ten moito uso da industria nuclear pois con el prepara-se a chamada “auga pesada” que non é máis que auga na que o hidróxeno é precisamente ese isotopo. As veces representa-se así: $D_2O$ e ten moitos usos por exempro como moderador de neutróns nos procesos nucleares que usan Uranio-235 que é o isótopo fisibel do Uranio. Hai toda unha historia arredor do control da auga pesada entre os aliados e os nazis durante a Segunda Guerra mundial que recibe o nome de “Batalla da auga

pesada" da que podedes saber en Wikipedia
(https://es.wikipedia.org/wiki/Batalla_del_agua_pesada)

Episodio do que (acábo-me de enteirar mentres escrebo) hai unha miniserie en Netflix.

Sería moi interesante falar da enerxía nuclear e das súas limitacións e falsas expectativas. Non podemos. Para quen queira saber máis sobre todo isto hai un librazo dun inxeñeiro moi famoso Marcel Coderch, un científico formado en Catalunya e no M.IT, pero que non é fácil de topar, que se chama "El espejismo nuclear" .Mais podedes seguir a este científico en You Tube pois ten sido moi entrevistado.

Deixo-vos un enlace:
https://www.youtube.com/watch?v=SLcJF3E8uV4&list=PLFD6BDA95B997358B

Agora imos a polo exercicio:

$$^{94}_{42}\mathrm{Mo} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{95}_{43}\mathrm{Tc} + ^{1}_{0}\mathrm{n}$$

## Exercicios de Física nuclear 3

Para resolver estes exercicios debes ter leído e revisado a última parte do tema, é dicer, a parte referida ao estudo da lei de desintegración radioativa.

### Exercicio nº 17

**Un detetor de radioatividade mide unha velocidade de desintegración de 125 núcleos·min$^{-1}$. Sabemos que o tempo de semidesintegración é de 20 min. Calcula:**
**a) A constante de actividade radioactiva. (solución: 3,47·10$^{-2}$ min$^{-1}$)**
**b) A velocidade de desintegración unha hora despois. (solución: 15,7 núcleos.min$^{-1}$)**
**c) Representa graficamente cómo varía o número de núcleos co tempo (en intervalos de 20 min) durante os primeiros 80 min.**

A=125 núcleos.min$^{-1}$=125 núcleos/min é unha velocidade de desintegración.

$T_{1/2}$=20 minutos , é o período de semidesintegración

a) $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{20\ \mathrm{min}} = \mathbf{3,47 \cdot 10^{-2} min^{-1}}$

Qué significa esta constante?

Pois que existe unha probabilidade moi alta de que se descompoñan 3,47 núcleos de cada 100 en 1 minuto.

b)Imos calcular a velocidade de desintegración 1 hora despois.

Tomamos como $A_0$=125 núcleos/min

$$A_t = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$A_{(1)} = 125 \cdot \frac{\text{núcleos}}{\text{min}} \cdot e^{-3{,}47 \cdot 10^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 60\ \text{min}}$$

<u>Fíxate nas unidades</u>. Observa que no exponente as unidades anúlan-se, e só van quedar as unidades que adoitamos para a atividade: **núcleos/min** neste caso.

O resto que o faga a calculadora.

Que como facer a operación? Tedes unha tecla na calculadora que é “lnx”. Na parte superior ten escrito “$e^x$”. Polo tanto tedes que usar esa tecla premendo con anterioridade a tecla “shift”.

Na calculadora que teño eu agora na casa a sucesión sería:

125 x shift ln ( (–) 3 . 47 Exp (-) 2 x 60 ) =

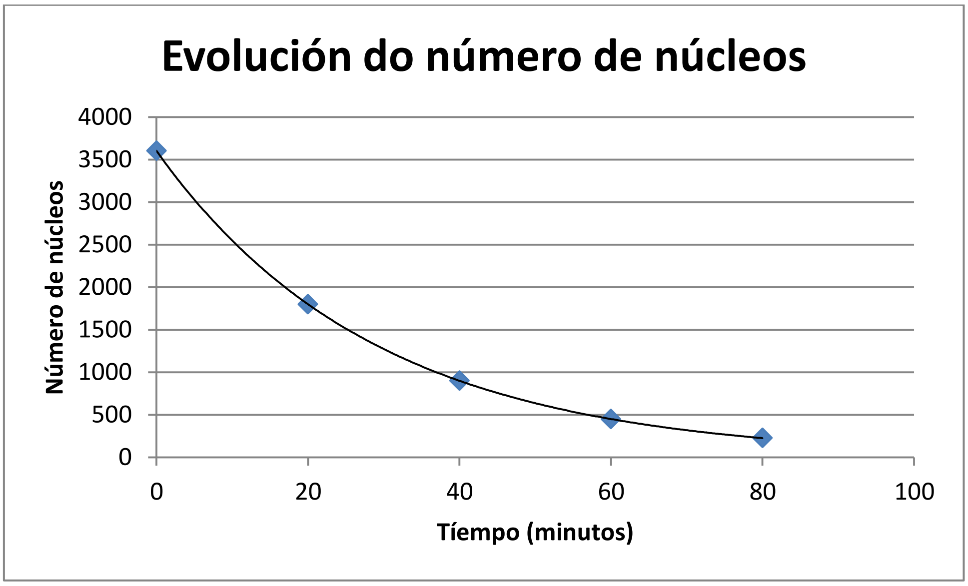
E obtedes o resultado: **15,6 desintegracións/min**

c) Imos representar a variación do número de nucleos co tempo, polo tanto precisaremos da expresión:

O primeiro é calcular $N_0$ . Para elo: $A_0 = \lambda \cdot N_0 \rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = 3602\ \text{núcleos}$

Agora construímos unha taboa obtendo os valores da ecuación: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

| t (min) | N (núcleos) |
|---|---|
| 0 | 3602 |
| 20 | 1799 |
| 40 | 899 |
| 60 | 449 |
| 80 | 224 |




Coa folla de calculo isto fai-se nun plisplas. Se non a sabedes manexar a excel pois hai que aprender. Polo de agora: “regra e paciencia”

## Exercicio nº18

**Unha mostra dun material radioactivo ten $3·10^{24}$ átomos.**
**a) En tres anos reduce o seu número á metade. Calcula o número de átomos que quedará en trinta anos. (Solución:$3{,}02.10^{21}$ átomos)**
**b) Canto vale a constante de atividade de dito conxunto de átomos? (Solución:0,231 $anos^{-1}$)**
**c) Canto tempo tardará en desintegrarse o 90% dos átomos iniciais? (Solución:10 anos)**

$N_0=3.10^{24}$ átomos (que é o mesmo que dicer "núcleos")

a)Di que en tres anos "redúce-se á metade". Ben, iso quer dicer que:

$$\mathbf{t_{1/2} = 3\ anos}$$

Podemos calcular a constante radioactiva: $\lambda = \frac{\ln 2}{3\text{ anos}} = \mathbf{0,231\ ano^{-1}}$

Agora podemos contestar a súa pregunta: Cantos átomo quedan logo de 30 anos?

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

Sustituímos os valores dados e calculamos $N_{30}$=

É posibel que, en función das aproximacións que fagas poida haber certa discrepancia no resultado. Non hai que se apurar, seguro que o valor está moi cercano a $3.10^{21}$ núcleos.

b) Xa o temos resolto.

c) Imos ver canto tempo tarda en desintegrarse o 90% dos átomos.

Coidado con isto!!!!

Observa que se se desintegrou o 90% da mostra, o número de núcleos que queda é o 10% do inicial.

**Polo tanto $N=10\%.N_0$**

Se queres podes calcular os valores e ir á ecuacón e despexar o tempo, mais eu vouno facer por un camiño máis doado que tes que coñecer.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (1)$$

Poren: $N = 10\% \cdot N_0 = 0{,}1 \cdot N_0$

E agora sustitúo en (1): $0{,}1 \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

Só temos que simplificar : $\mathbf{0,1 = e^{-\lambda \cdot t}}$ esta ecuación resolve-se sen máis que tomar logaritmos neperianos nos dous membros:

$$\ln 0{,}1 = -\lambda \cdot t$$

E o resto que o faga a calculadora: $\mathbf{t \cong 10\ anos}$

Podíamos tamén ter calculado os núcleos, pois se $N_0=3.10^{24}$ pois enton o número de núcleos final serrá o 10% de esa cantidade: $N=3.10^{23}$ e logo ir á ecuación e sustituír. Mais como vedes o método que utilicei é moito máis rápido e seguro.

## Exercicio nº19

**Nun determinado momento calculamos a existencia de $1{,}15 \cdot 10^{14}$ núcleos radioactivos nunha mostra. Dez días despois, contabilizamos $2.10^{13}$. Calcula**
**a) O tempo de semidesintegración do elemento. (Solución: 3,96 días)**
**b) Canto tempo tardará a mostra en reducirse á quinta parte? (Solución: 9,2 días)**
**c) Cal é a actividade da mostra ó cabo de 5 días? (Solución: $8{,}3.10^{12}$ desintegracións/día)**

$N_0=1{,}15.10^{14}$ núcleos

Cando t=10 días. $N=2.10^{13}$ núcleos

a)Os datos que temos permiten calcular a constante radioactiva pois:

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

$$2 \cdot 10^{13} \cancel{núcleos} = 1{,}15 \cdot 10^{14} \cancel{núcleos} \cdot e^{-\lambda \cdot 10\ días}$$

$$0{,}173913 = e^{-\lambda \cdot 10\ días}$$

Agora aplicando logaritmos neperianos calculas a constante que vai resultar en unidades $dias^{-1}$.

$$\lambda = \qquad días^{-1}$$

E agora calculas o período de semidesintegración:

$$t_{1/2} = \qquad días$$

b)Pregunta canto tardará a mostra en reducirse á quinta parte. Iso quere dicer que no momento final:

$$N = \frac{1}{5} \cdot N_0 = 0{,}2 \cdot N_0$$

Pois agora imos ao mesmo.

Sustituíndo na ecuación: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \rightarrow 0{,}2 \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

E xa podes calcular o tempo: $0{,}2 = e^{-\lambda \cdot t}$

$$t =$$

c) Imos calcular a atividade cando transcurran 5 días.

A ecuación é a mesma, poren agora aplicada a atividades: $A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

Claro que antes teremos que calcular a atividade inicial: $A_0 = \lambda \cdot N_0$ e logo sustituír na ecuación de arriba.

Ou tamén diretamente, sustituír:

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$A = N_0 \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

E xa deberías facer isto sen problemas e obter:

$$\mathbf{A = 8,38 \cdot 10^{12} desintegracións\ /día}$$

**Exercicio ABAU 2017**:
**O período de semidesintegración do $^{90}_{38}Sr$ é 28 anos. Calcula:**
**a) a constante de desintegración radioactiva expresada en $s^{-1}$ ;**
**b) a atividade inicial dunha mostra de 1 mg;**
**c) o tempo necesario para que esa mostra se reduza a 0,25 mg.**
**Datos: NA =$6{,}022 \times 10^{23}$; masa atómica do $^{90}_{38}Sr$ = 90 g/mol**

Sabemos facer o exercicio, só precisamos serenidade.

En primeiro lugar, que non nos lien coas unidades. Como estades vendo en Física nuclear usan-se anos, días, segundos, minutos……o que nos veña ben.

Pero sempre hai alguén que quere fastidiar.

a) Observade que nos dan o período de semidesintegración en anos e queren a constante radioactiva en $s^{-1}$. Pois o primeiro expresar o periódo de semidesintegración en segundos:

$$t_{1/2} = 28 \text{ anos} = 838{,}008 \cdot 10^6 \text{s}$$

E agora calculamos: $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 7{,}85.\,10^{-10} s^{-1}$

b) Agora pregunta a atividade inicial dunha mostra de 1 mg. Primeiro temos que saber cantos átomos/núcleos ten esa mostra. Un cambio de unidades:

$$1\text{mg} \cdot \frac{10^{-3}\text{g}}{1\text{ mg}} \cdot \frac{1\text{ mol}}{90\text{ g}} \cdot \frac{6{,}022 \cdot 10^{23}\text{átomos}}{1\text{ mol}} = \mathbf{6,691.\,10^{18} átomos\ ou\ núcleos}$$

E para calcular a súa atividade inicial:
$A_0 = \lambda \cdot N_0 = \mathbf{5,25 \cdot 10^9}\ \mathbf{desintegraci\acute{o}ns}/_\mathbf{s}$ **ou Bq**

c)Reducir unha mostra de 1 mg a 0,25 mg significa unha redución do 25%. Polo tanto

$$N=0,25.N_0$$

E polo tanto: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \rightarrow 0,25 \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

E simplificando: $0,25 = e^{-\lambda \cdot t}$

E agora aplicamos logaritmos neperianos: $\ln 0,25 = -\lambda \cdot t \rightarrow t = 1,77 \cdot 10^9 s$

E xa está?

Non, coidado. O mellor agora é expresar este tempo en anos: 56 anos

E diredes: e porque estiveron a fastidiar coas unidades?

Pois iso, para que aprendades a vivir.

Queda para vos o exercicio número 20.

**20.- O tempo de semidesintegración do elemento radioativo X-238 é 28 anos. Dito elemento desintégra-se emitindo partículas α.**
**a) Calcula o tempo que tarda a mostra en reducirse ó 90% da orixinal.**
**(Solución: 4,2 anos)**
**b) Calcula a masa necesaria para formar 10 núcleos de He por segundo.**
**(Solución: 5,02.10$^{-12}$ g)**
**c) Cal será a actividade da mostra neste instante. (Solución: 10 Bq)**

a) Calculemos para comezar o valor da constante radioativa:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 0,02475\ \text{ano}^{-1}$$

Agora imos á nosa expresión:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (1)$$

E trata-se de calcular o tempo necesario para que $N = 0,9 \cdot N_0$

Polo tanto:

$$0,9 \cdot N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \rightarrow ln 0,9 = -\lambda \cdot t \rightarrow \boldsymbol{t} = \mathbf{4,25\ anos}$$

b) Qué masa precisamos para que a atividade sexa de 10 descomposicións/s?

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 \rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$$

É conveniente expresar a constante radioativa  en unidades de $s^{-1}$.

Se expresamos o período de semidesintegración en segundos e recompoñemos o calculo pois xa está:

$$t_{1/2} = 28\ anos = 8{,}83008 \cdot 10^{8}\ s$$

E polo tanto obtemos:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 7{,}85 \cdot 10^{-10}\ s^{-1}$$

E agora:

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = 1{,}27 \cdot 10^{10} átomos \cdot \frac{1\ mol}{6{,}022 \cdot 10^{23} átomos} \cdot \frac{238\ g}{1\ mol} = 5{,}03 \cdot 10^{-12}\ g$$

c) A atividade xa a temos: 10 descomposicións/s= 10 Bq