RADIOACTIVITE SPONTANEE

Les **protons** ont été découverts en 1910 par Rutherford.
Les **neutrons** ont été découverts par Chadwick en 1932

Charge élémentaire : $\boxed{+e = 1,60 \times 10^{-19}\,\text{C}}$

Eléments isotopes : même nombre de protons, mais un nombre de neutrons différents

Unité de masse : $\boxed{1\,\text{u} = 1,660540 \times 10^{-27}\,\text{kg}}$

Lois de conservation ou loi de Soddy : au cours d'une transformation nucléaire, il y a conservation du nombre de nucléons A et du nombre de protons Z.

Radioactivité α : la particule α est un noyau d'hélium $\boxed{{}^{A}_{Z}X \xrightarrow{\alpha} {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He}$

Radioactivité β^- : émission d'électrons $\boxed{{}^{A}_{Z}X \xrightarrow{\beta^-} {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e}$

Radioactivité β^+ : émission de positons $\boxed{{}^{A}_{Z}X \xrightarrow{\beta^+} {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e}$

Rayonnement γ : $\boxed{Y^* \longrightarrow Y + \gamma}$

Loi de décroissance radioactive : $\boxed{N(t) = N_0 \times e^{-\lambda t}}$

λ : constante radioactive caractéristique du noyau considéré (en s^{-1})

τ : constante de temps $\left(\tau = \dfrac{1}{\lambda}\right)$ en s

Demi-vie radioactive : on appelle temps de demi-vie d'un échantillon radioactif noté $t_{1/2}$ la durée correspondant à la désintégration de la moitié des noyaux radioactifs initialement présents dans l'échantillon.

$$\boxed{\text{A } t = t_{1/2},\ N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}}$$

La demi-vie radioactive $t_{1/2}$ est caractéristique de chaque noyau.

Elle ne dépend que de la constante radioactive λ : $\boxed{t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}}$

Activité d'une source : l'activité A d'une source est égale au nombre de désintégrations de noyau radioactifs présents dans l'échantillon en une seconde, A s'exprime en Becquerels (Bq) $\boxed{1\ \text{Bq} = 1\ \text{désintégration / seconde}}$

$$\boxed{A(t) = \left|\frac{dN(t)}{dt}\right|}$$

A un instant donné, l'activité d'une source dépend du temps de demi-vie et du nombre de noyau radioactifs présents en cet instant :

$$\boxed{A(t) = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times N(t)}$$

clavent
funon-

$N = \dfrac{m N_A}{M} = \dfrac{m}{}$

Scanné avec CamScanner

NOYAU, MASSE ET ENERGIE

Albert Einstein postule en 1905 le principe d'équivalence masse énergie :
Tout corps au repos possède grâce à sa masse une énergie dite énergie de repos

$\boxed{E = m \times C^2}$ Avec E en J, m en kg, et C en m.s^{-1}

$$\boxed{1\text{eV} = 1{,}6 \times 10^{-19}\,\text{J}}$$

La masse d'un noyau ${}^{A}_{X}Z$ est inférieure à la masse de ses constituants pris isolements. La différence de masse est appelée <u>défaut de masse</u>, noté Δm.

$$\boxed{\Delta m = [Z \times m_p + (A - Z) \times m_n] - m({}^{A}_{Z}X)}$$

On appelle <u>énergie de liaison</u>, noté E_l, l'énergie qu'il faut apporter à un noyau pris au repos pour le dissocier en ses nucléons constitutifs pris au repos.

$$\boxed{\Delta E = E_{nucléons} - E_{noyau}}$$

Cette variation d'énergie représente l'<u>énergie de liaison.</u>

$$\boxed{E_l = \Delta m \times C^2}$$

L'énergie de liaison par nucléon sert à comparer la stabilité des différents noyaux.

<u>Fission nucléaire</u> : lors d'une réaction de fission nucléaire, un noyau lourd se scinde en deux noyaux plus légers et plus stables sous l'impact d'un neutron.

<u>Fusion nucléaire</u> : lors d'une réaction de fusion nucléaire, deux noyaux légers vont s'agglomérer pour donner un noyau plus lourd et plus stable.

Une réaction nucléaire s'accompagne toujours d'une diminution de la masse du système :

$$\boxed{\delta m = m_f - m_i}$$

La perte de masse subit par le système est convertie en énergie céder au milieu extérieur

$$\boxed{E_{lib} = |\delta m| \times c^2}$$

$$\boxed{E_{lib} = -\Delta E} \quad (\Delta E = E_f - E_i)$$

lavent energitique

fusion ⟶ fission ⟶ Naturel

méch

Scanné avec CamScanner

- $Z < 80 \Rightarrow$ stable.
- charge et Nb masse = cte
- $A \geq 200$

$\Rightarrow$ désintégration α.

- $\boxed{{}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{1}_{1}H \quad \text{lors du } \beta^-}$

proton + 1   neutron − 1

- lors de β^+ l'inverse

Activité

moyenne:

$a_m = \dfrac{N(t) - N(t')}{t' - t}$

en Bq

desintégration/s

instantané:

$a(t) = -\dfrac{dN}{dt} \geq 0$

$\boxed{a(t) = \lambda N(t)}$

⚠ s^{-1}

- Naturel / spontanée / aléatoire imprévisible

$a(t) = -\lambda N(t) = \dfrac{dN(t)}{dt} \Rightarrow \boxed{\dfrac{dN(t)}{dt} + \lambda N(t) = 0}$

$\boxed{N(t) = N_0 e^{-\lambda t}}$ L de décroissance radioactive

$\boxed{\tau = \dfrac{1}{\lambda}} = \boxed{(Ox) \cap (T_0)}$ $\boxed{N(t = \tau) = 0{,}37\, N_0}$

durée nécessaire dém... de 63%

$t_{1/2} \Rightarrow$ de la moitié

Noyaux fils $\Rightarrow \boxed{N(t) = N_0(1 - e^{-\lambda t})}$

$\boxed{N(n t_{1/2}) = \dfrac{N_0}{2^n}}$

$\boxed{E = m c^2}$ J, kg

$\boxed{1\, eV = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\, J}$

$\boxed{1u = 931{,}5\, MeV/c^2}$

défaut de masse $Z m_p + (A-Z) m_n > m({}^{A}_{Z}X)$

$\boxed{\Delta m = Z m_p + (A-Z) m_n - m({}^{A}_{Z}X)}$

$\times c^2 = E_l({}^{A}_{Z}X)$

$E_l({}^{A}_{Z}X) = E_{masse\,1} - E_{masse\,2}$

Energie de liaison par nucléon: $E({}^{A}_{Z}X) = \dfrac{E_l({}^{A}_{Z}X)}{A}$

$\Delta E = \sum E_{l\,réactif} - \sum E_{produits}$

$= (\sum m_{produit} - \sum m_{réactif})\, c^2.$

facile à ...
$t_{1/2}$

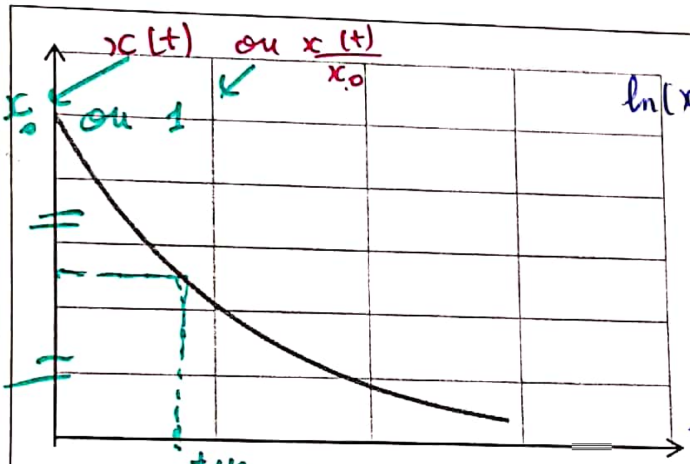
Graphiques fréquents

Loi de décroissance radioactive

Loi de décroissance : $x(t) = x_0 \, e^{-\lambda t}$

x et N ou m ou a

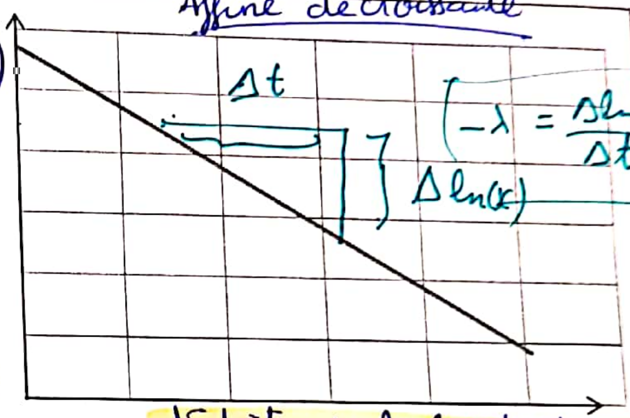
$\underbrace{\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = \frac{1}{\tau}}$
Noyau



$t_{1/2}$ et $\lambda > 0$

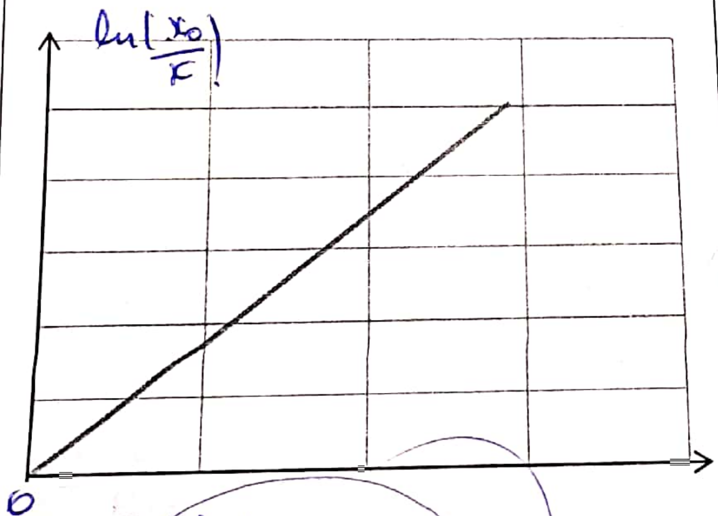
fct expo

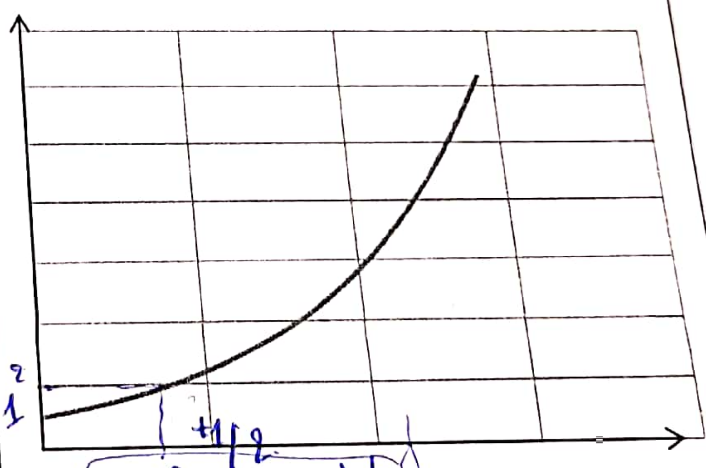
$$\boxed{t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \tau \ln(2)}$$



déduite de la loi de décroissance

$\underbrace{\ln(x)}_{y} = \underbrace{-\lambda}_{\boxed{a}<0} t + \underbrace{\ln(x_0)}_{b}$





$\ln\left(\frac{x_0}{x}\right) = \lambda t$

on peut tirer λ

$\frac{x_0}{x} = e^{\lambda t}$

$\left(\frac{x_0}{x}\right)(t_{1/2}) = 2$

Scanné avec CamScanner

Exploitation de loi de décroissance

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

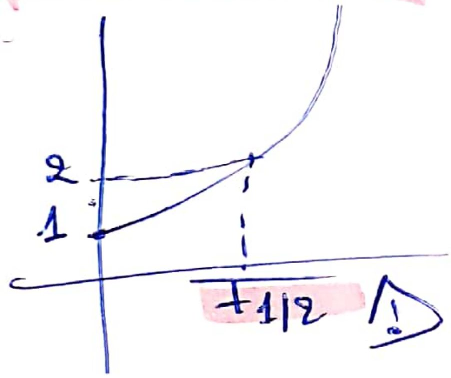
$$\boxed{\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}}$$

$$\boxed{N_0 = \underbrace{N(t)}_{\text{Restant}} + \underbrace{N'(t)}_{\text{désintégré}}}$$

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

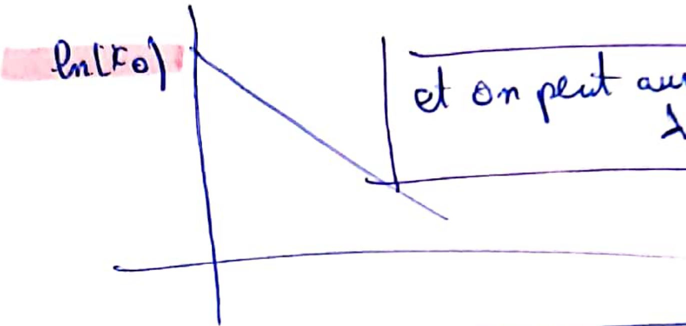
$$\Downarrow$$

$$\boxed{\frac{N_0}{N} = e^{\lambda t}}$$



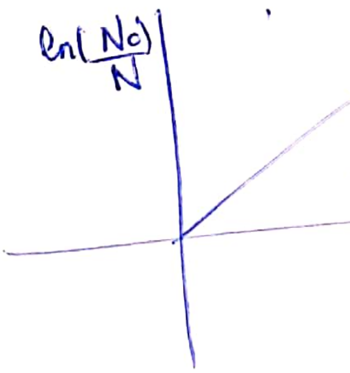
$$\boxed{\ln(N) = \ln(N_0) - \lambda t}$$

Affine



et on peut aussi tirer λ

$$\boxed{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \lambda t}$$



on peut tirer λ

Scanné avec CamScanner