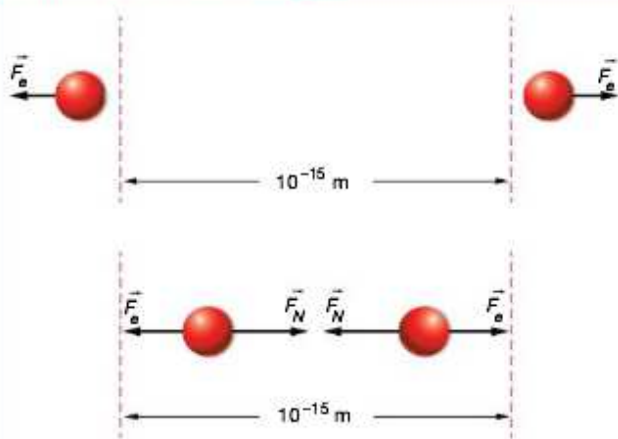
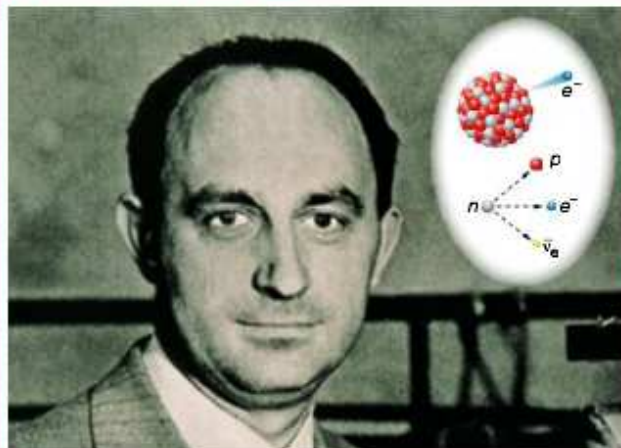


A interacción forte



Se somos capaces de conseguir que os protóns se aproximen ata unha distancia de arredor de 10^{-15} m, entra en escena a interacción forte e poden quedar unidos.

A interacción débil



En 1933, ENRICO FERMI (1901-1954) explicou o decaemento beta por medio dunha nova interacción, a interacción débil e a introdución do neutrino.

Características das interaccións fundamentais

	Gravitacional	Electromagnética	Forte	Débil
Partículas sobre as que actúa	Todas	Con carga eléctrica	Protóns e neutróns	Protóns, neutróns, electróns, neutrinos
Carácter	Atractivo	Atractivo e repulsivo	Atractivo	Atractivo
Intensidade relativa	1	10^{36}	10^{40}	10^{25}
Alcance	Infinito	Infinito	10^{-15} m	10^{-17} m
Ámbito de predominio	Universo	Átomo-escala humana	Núcleo	Nucleóns

Da radioactividade á física nuclear



1896

H. Becquerel descobre de forma accidental a radioactividade dos compostos de uranio.



1898

M. Curie observa que a pechblenda, un mineral de uranio, é moito máis activa que o propio elemento. Tras analizar toneladas del, illa un novo elemento, o radio, e detecta outro, o polonio.



1899

E. Rutherford demostra a existencia de varios tipos diferentes de emisións radioactivas, e propón os nomes de raios alfa, beta e gamma.



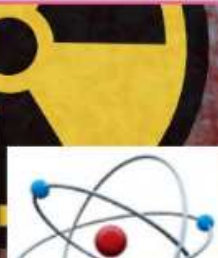
1901

F. Soddy, que traballa en Canadá con Rutherford, comproba que o torio se transforma en radio; con isto descubriu as transmutacións natural dos elementos químicos.



1906

Xeneralízase a idea de que a radioactividade é un fenómeno atómico, e acúñase a expresión «enerxía atómica» para referirse á enorme cantidade de enerxía de orixe descoñecida que emitan as substancias radioactivas.



1911

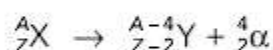
Mediante bombardeo de láminas de metal con raios alfa, Rutherford demostra que os átomos teñen núcleo. Nace a física nuclear.

En 1913, Soddy enunciou as leis dos **desprazamentos radioactivos**. O químico K. FAJANS chegou simultaneamente a resultados similares.

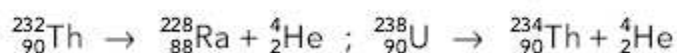
Primeira lei de Soddy-Fajans

Cando un átomo emite un raio alfa o elemento perde dous postos no sistema periódico.

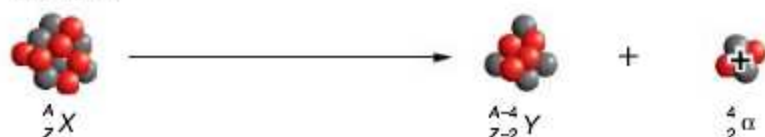
O proceso represéntase cunha **ecuación nuclear**:



O número másico do núcleo emisor redúcese en catro unidades. Os raios alfa adóitanse representar como núcleos de helio, ${}^4_2\text{He}$, como ves nos exemplos:



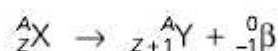
Emisión α :



Segunda lei de Soddy-Fajans

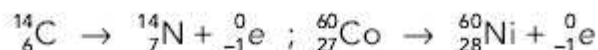
Cando un átomo emite un raio beta, o elemento avanza un posto no sistema periódico.

Neste caso, a ecuación nuclear do proceso é:



Como o número atómico indica a carga do núcleo, o seu valor é -1 para un raio β , cuxo número másico (ou número de nucleóns) é nulo. Polo tanto, na emisión beta non hai cambio no número másico.

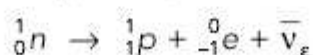
Por tratarse de electróns, as partículas β adóitanse escribir tamén como ${}^0_{-1}e$; por exemplo:



Emisión β :

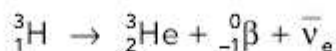


A emisión beta débese á inestabilidade dos neutróns, que fóra do núcleo se descompoñen espontaneamente en tres partículas (protón, electrón e antineutrino):



onde $\bar{\nu}_e$ simboliza o antineutrino electrónico.

Se o neutrón se desintegra dentro do núcleo, ten lugar a emisión beta, que é a forma máis habitual de radioactividade. O novo protón queda dentro do núcleo, e o electrón sae violentamente proxectado ao exterior xunto co antineutrino:



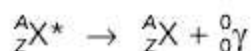
Desintegración beta positiva e captura e^-

A desintegración ou o decaemento beta débese á inestabilidade de protóns e neutróns. Ademais da emisión de electróns (emisión beta ordinaria ou beta negativa), coñécense outras dúas variantes, emisión beta positiva e captura electrónica. Nestes procesos incúmprese a 2.ª lei de Soddy-Fajans.

Emisión beta positiva (proceso pouco frecuente)	Captura electrónica (proceso moi habitual)
Se un protón dentro do núcleo se transforma en neutrón, acontece a emisión beta positiva: ${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e + \nu_e$ Expúlsase un raio β^+ (positrón ou electrón positivo) e un <i>neutrino electrónico</i>, ν_e: ${}^{23}_{12}\text{Mg} \rightarrow {}^{23}_{11}\text{Na} + {}_{+1}^0\beta + \nu_e$	Consiste na captura dun electrón da codia por parte dun protón do núcleo: ${}_1^1p + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_0^1n + \nu_e$ Neste caso, o núcleo transmútase, pero non expulsa nin electróns nin positróns: ${}^{40}_{19}\text{K} + {}_{-1}^0e \rightarrow {}^{40}_{18}\text{Ar} + \nu_e$

3.2. Emisión de raios gamma

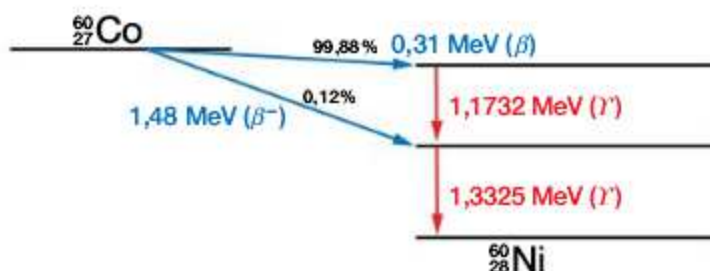
A radioactividade gamma consiste en fotóns de altísima enerxía, superior á dos raios X, que se xeran por salto cuántico cando o núcleo pasa dun estado enerxético excitado, ${}^A_Z\text{X}^*$, a outro de menor enerxía, ${}^A_Z\text{X}$:



A emisión gamma non produce transmutación, dado que o fotón carece de carga e de masa.

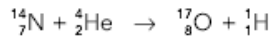
É unha **emisión secundaria** que ten lugar despois dun proceso nuclear previo, como unha emisión α ou β .

Por exemplo, cando o Co-60 emite raios beta transmútase estados excitados de Ni-60, que despois decaen ao estado fundamental emitindo raios γ :



Ecuacións nucleares

As emisións radioactivas e o resto de procesos nucleares simbolezanse mediante **ecuacións nucleares** do tipo:

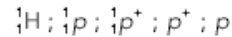


As ecuacións nucleares lembran as ecuacións químicas, pero teñen algunhas diferenzas importantes:

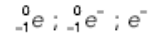
- Os símbolos representan núcleos ou partículas subatómicas, non átomos.
- Os electróns da codia carecen de importancia. Por iso, non se adoita indicar, salvo excepcións, a carga eléctrica.
- Aínda que o símbolo químico xa reflicte o número atómico, escribíense todos os números atómicos e máscicos.
- As ecuacións nucleares están ben axustadas cando a suma dos números Z e A coincide en ambos os dous membros.

Os símbolos dalgunhas partículas subatómicas e elementais que aparecen frecuentemente en ecuacións nucleares son:

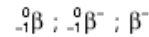
Protón



Electrón



Partícula beta



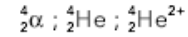
Fotón (partícula gamma)



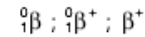
Neutrón



Partícula alfa



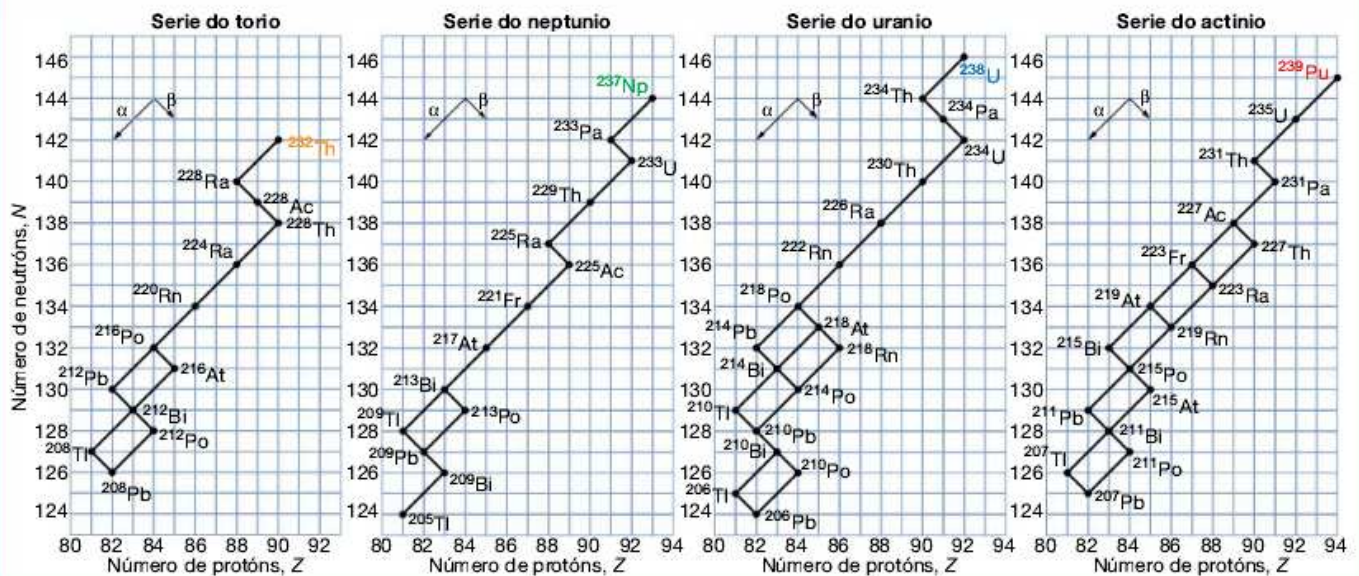
Partícula beta positiva



Neutrino e antineutrino

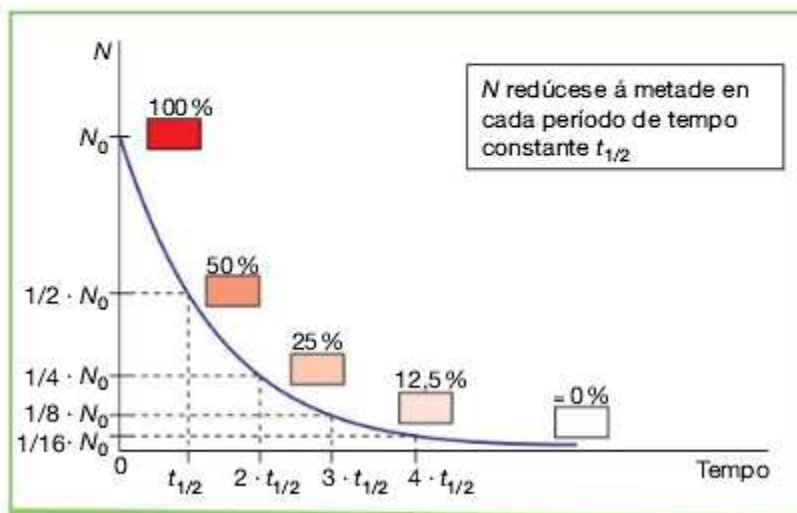


As series radioactivas naturais



Períodos de semidesintegración de nucleidos naturais

Vida moi longa		Vida curta	
^{147}Sm	$1,06 \cdot 10^{11}$ anos	^{14}C	5 730 anos
^{87}Rb	$4,88 \cdot 10^{10}$ anos	^{226}Ra	1 620 anos
^{232}Th	$1,41 \cdot 10^{10}$ anos	^3H	12,33 anos
^{238}U	$4,47 \cdot 10^9$ anos	^{60}Co	5,271 anos
^{235}U	$7,04 \cdot 10^8$ anos	^{222}Rn	3,824 días



Para cada radionucleído, $t_{1/2}$ é constante, pois non depende nin do tamaño da mostra nin de ningún outro factor físico ou químico.