

## Energia de ligação no núcleo. Cisão e fusão

Qual é a massa de um núcleo/átomo.

$$m = (Z + N)u \quad : 1^a \text{ aproximação}$$

$u \equiv$  unidade de  
massa atômica

$$m = Z(m_p + m_e) + N(m_n) - \frac{E}{mc^2}$$

$E \equiv$  energia de ligação (energia necessária  
para partir o núcleo nos seus constituintes)

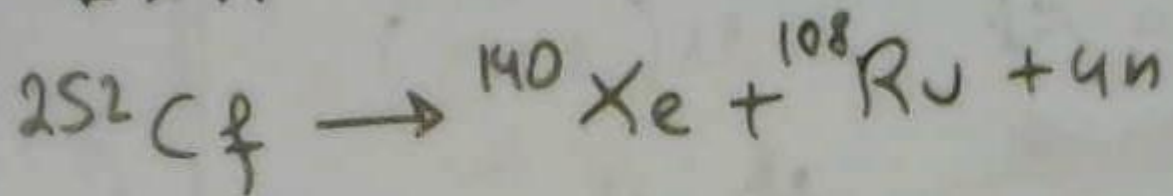
$$E = mc^2$$

Qual é a energia de ligação  
por nucleão?

$$\frac{E}{Z + N}$$

## Cisão (fissão)

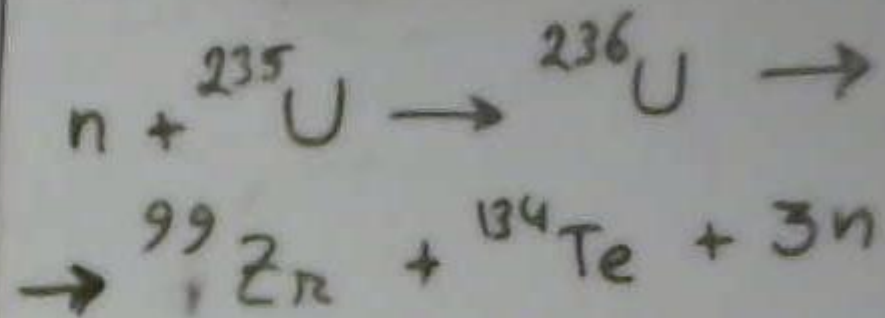
Ex.:



Os núcleos mais "pesados" cindem-se, dando origem a núcleos de elementos mais leves.

Nas também pode ser induzida pela absorção de um neutrão

Ex.:



---

## Fusão

Ex.:



- Fusão de hidrogênio (acontece no sol)

## Neutrinos



Pode-se mostrar que na desintegração  $\beta^-$   
a energia do electrão (devido à cons. de en.)  
é momento linear

$$E = \left( \frac{m_A^2 - m_B^2 + m_e^2}{2m_A} \right) c^2$$

observa-se experimentalmente que a energia  
é, em geral, menor que  $E$ .  
É necessário considerar uma part. adicional:  
neutrino ( $\nu$ )



$$n \rightarrow p + e + \nu$$

$\nu \equiv$  neutrino

- carga nula
- tem uma massa muito pequena

## Mesão, Leptão e Barião

Definição provisória

Leptão : partícula leve  
(ex.:  $e^-$  e  $\nu$ )

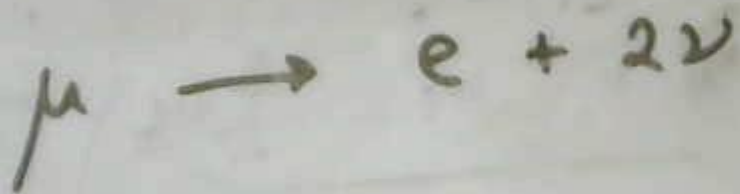
Barião : partícula pesada  
(ex.:  $p$  e  $n$ )

Mesão : partícula de  
massa intermédia



$\pi \equiv$  pião

$\mu \equiv$  múon



$\pi$  é um méson

$\mu$  é um leptão (tem características semelhantes ao  $e^-$ )

Perceber-se mais tarde que os neutrinos que aparecem nestas desintegrações são distintos.

## Partículas estranhas. Estranheza

A exploração dos raios cósmicos levou à detecção de novas partículas, completamente inesperadas: chamaram-lhes partículas estranhas.

$\Lambda \equiv \text{lambda}$   
 $\Sigma \equiv \text{sigma}$   
 $\Xi \equiv \text{csi}$

} classificadas na família dos bárions

$K \equiv \text{Kapa}$

↳ incluídas na família dos mesões

índice superior:  $\begin{matrix} "+" \\ "-" \\ "0" \end{matrix}$  } carga

excepções:  $e$  ( $\equiv e^-$ )  
 $p$  (em vez de  $p^+$ )

elétron

↓  
próton



As partículas estranhas  
são sempre produzidas  
aos pares



Murray Gell-Mann

Atribuiu às partículas  
uma propriedade nova  
chamada estranheza

$$\begin{aligned} 0 & \text{ (zero) } [Ex.: p, n, \pi] \\ +1 & [Ex.: K^+ \text{ e } K^0] \\ -1 & [\Sigma, \Lambda, \dots] \end{aligned}$$

---

Na década de 1960

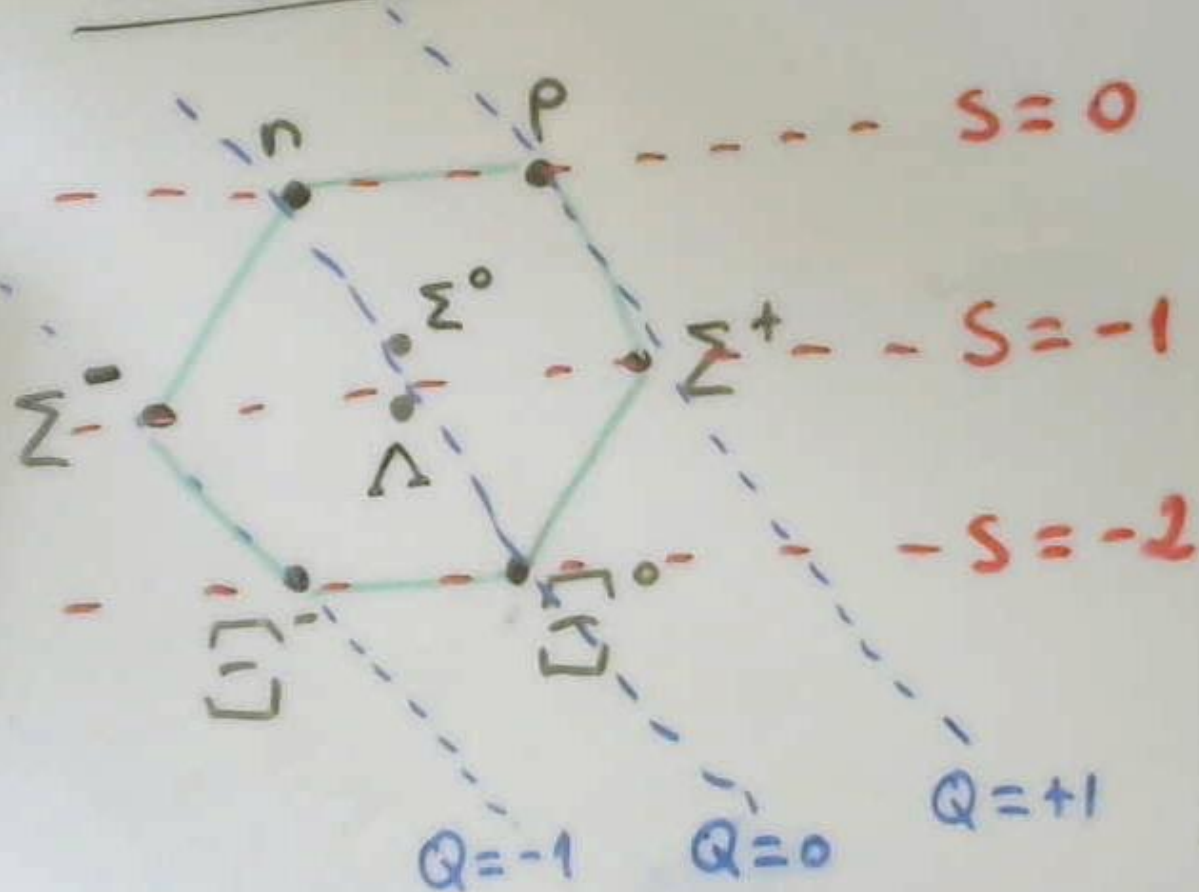
Leptões:  $e, \mu, \nu$

Mesões:  $\pi, K, \rho, \eta, \phi, \omega, \dots$

Bariões:  $p, n, \Lambda, \Sigma, \Xi, \Delta$

# A classificação de Gell-Mann de bárions e mésons ("eightfold way")

## Octeto de bárions



## Octeto de mésons

