

Lezione 3

# Masse nucleari

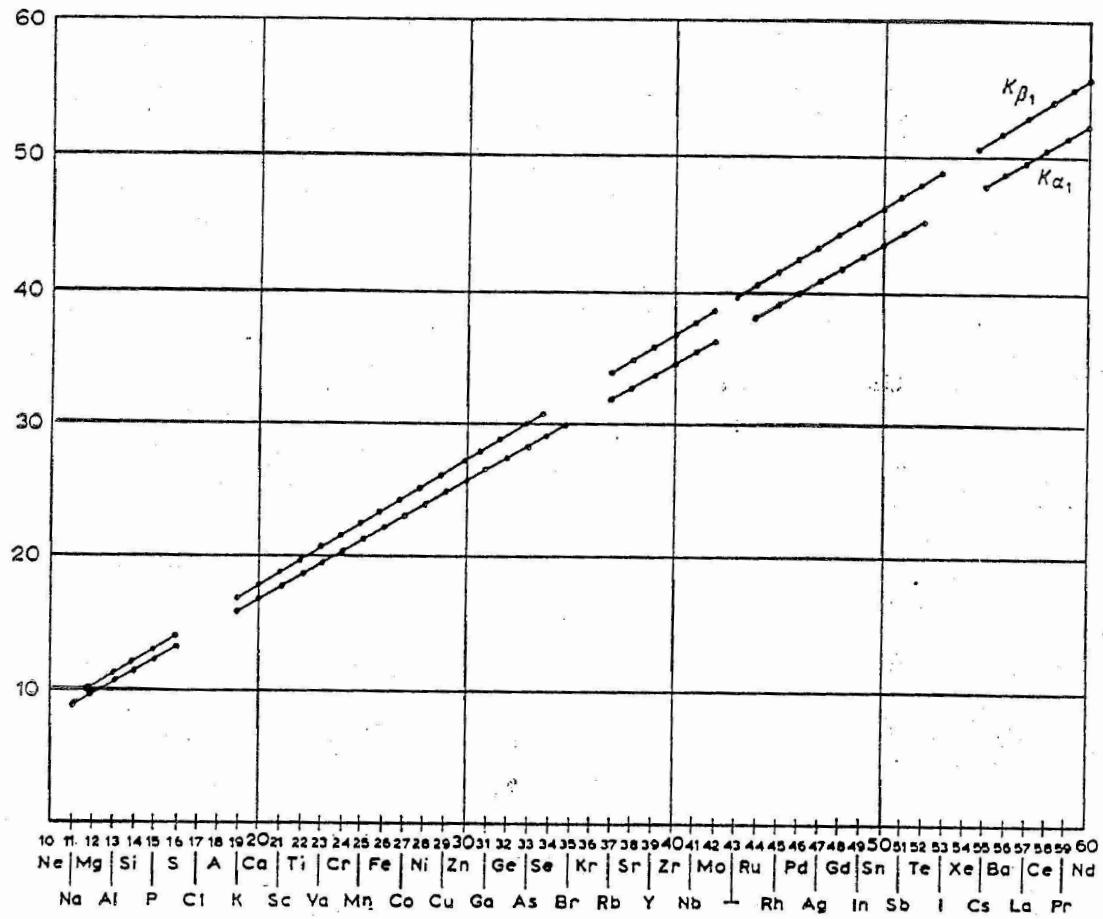
Il numero atomico  $Z$  indica il numero di protoni.

Il metodo classico per la determinazione di  $Z$  è la misura dell'energia dei raggi  $X$  emessi. [Legge di Moseley](#) (1913).

Formula di Balmer  $\nu = R \left( \frac{1}{N_1^2} - \frac{1}{N_2^2} \right) Z^2$

$N = n + l + 1$ ,  $n$  numero quantico principale

$$\sqrt{\nu} = \sqrt{\frac{E}{h}} = \left[ R \left( \frac{1}{N_1^2} - \frac{1}{N_2^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} Z = \kappa Z$$



$^{27}\text{Co}$  con numero di massa 58.94 ha meno protoni del  $^{28}\text{Ni}$  con massa 58.69. Afnio ( $Z=72$ ) previsto prima della scoperta (1923).

Atomi neutri.

Esperimenti con fasci molecolari indicano  $|e_p + e_e| \leq 10^{-18}$

Numero di elettroni uguale al numero di protoni

## Nomenclatura

$A = N + Z$  numero dei nucleoni del nucleo  
protoni e neutroni sono nucleoni

$$m_p = 938.272 \text{ MeV} \simeq 1 \text{ GeV}$$

$$m_n = 939.272 \text{ MeV} \simeq 1 \text{ GeV}$$

Nucleo  $\simeq$  nuclide contrassegnato come  ${}^A\chi$  oppure  ${}^A_Z\chi_N$   
dove  $\chi$  indica il simbolo chimico.

Ad esempio  ${}^{48}Ca$  oppure  ${}^{48}_{20}Ca_{28}$

## Classificazione

Isobari = stesso A

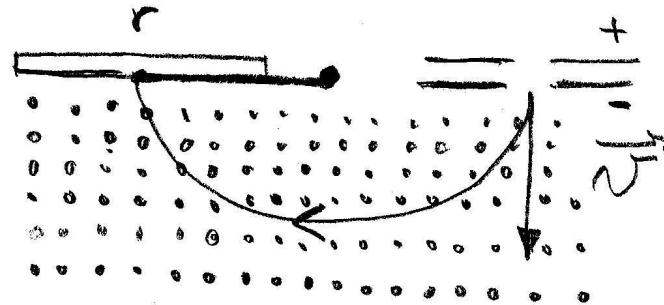
Isotopi = stesso Z

Isotoni = stesso N

Nuclei stabili

pari - pari	166
pari - dispari	110
dispari - dispari	8
<b>Totale</b>	<b>284</b>

# Masse nucleari



Schema di spettrometro di massa

**B** esce dallo schermo

$$\mathbf{F} = Q \mathbf{v} \times \mathbf{B} = M \mathbf{a}$$

Dato che  $\mathbf{v} \perp \mathbf{B}$ ,  $v = |\mathbf{v}|$

$$QvB = M \frac{v^2}{r} ; M = \frac{Q B}{v} r$$

$$E = \frac{1}{2} M v^2$$

$$M^2 = \frac{M}{2E} (QBr)^2$$

$$M = \frac{(QBr)^2}{2E}$$

Confronto con ioni di cui è nota la massa, ad es.  $^{12}\text{C}$ .

$$\text{amu} = \frac{1}{12} M(12,6) = 931.461 \text{ MeV}$$

# Reazioni nucleari

Massa determinate dal bilancio energetico delle reazioni nucleari

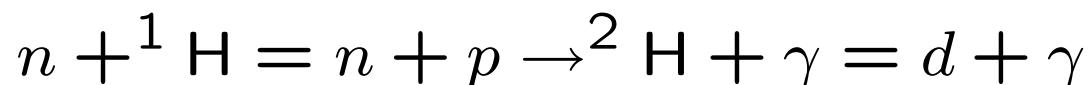
Nomenclatura come nelle reazioni chimiche



Simboli comunemente utilizzati nelle reazioni

$\gamma$	fotone
$p$	protone
$n$	neutron
$\alpha$	alfa ( ${}^4\text{He}$ )
$e^\mp$	elettrone, positone
$d$	deutone
$\nu$	neutrino

Esempio massa del deutone con reazione per neutroni termici  $E \simeq 1/40$  eV.



Nel CM il momento globale è nullo prima e dopo la reazione.

$$|\mathbf{p}| \equiv |p| ; p_\gamma - p_d = 0 ; p_\gamma = E_\gamma = p_d$$

$$E(d) = \frac{p_d^2}{2M(2,1)} = \frac{E_\gamma^2}{2M(2,1)}$$

$$(m_p + m_n) - M(2,1) = E_\gamma + \frac{E_\gamma^2}{2M(2,1)} = 2.225 MeV$$

Note tre masse si ricava la quarta anche per nuclei instabili.



## Riferimenti bibliografici

### Cap. 2 Testo

Approfondimenti

Spettrometro di massa

1) E. Segrè - Nuclei e particelle

Zanichelli (Bologna) 1982 - **Paragrafo 6.2**

# Domande

[N1-3] Come viene definita l'unità di massa atomica?

[N2-4] Lo spettrometro di massa è utilizzabile solo per misure con nuclei stabili. Com'è possibile misurare le masse di nuclei instabili?

[N2-3] In una misura di massa nucleare con lo spettrometro di massa è noto  $R_1$ , il raggio di curvatura dello ione di massa  $M_1$  e carica  $Z_1$ , usato per calibrare lo strumento. Mostrare come sia possibile ottenere il valore incognito  $M_2$  della massa del nucleo con carica nota  $Z_2$ , misurando il raggio di curvatura  $R_2$ . Nota che l'energia cinetica dei nuclei, quando entrano nella zona dello spazio in cui è presente il campo magnetico è  $ZeV$ , dove  $V$  è il potenziale elettrostatico e  $Ze$  la carica del nucleo.