

Lezione 3

Masse nucleari

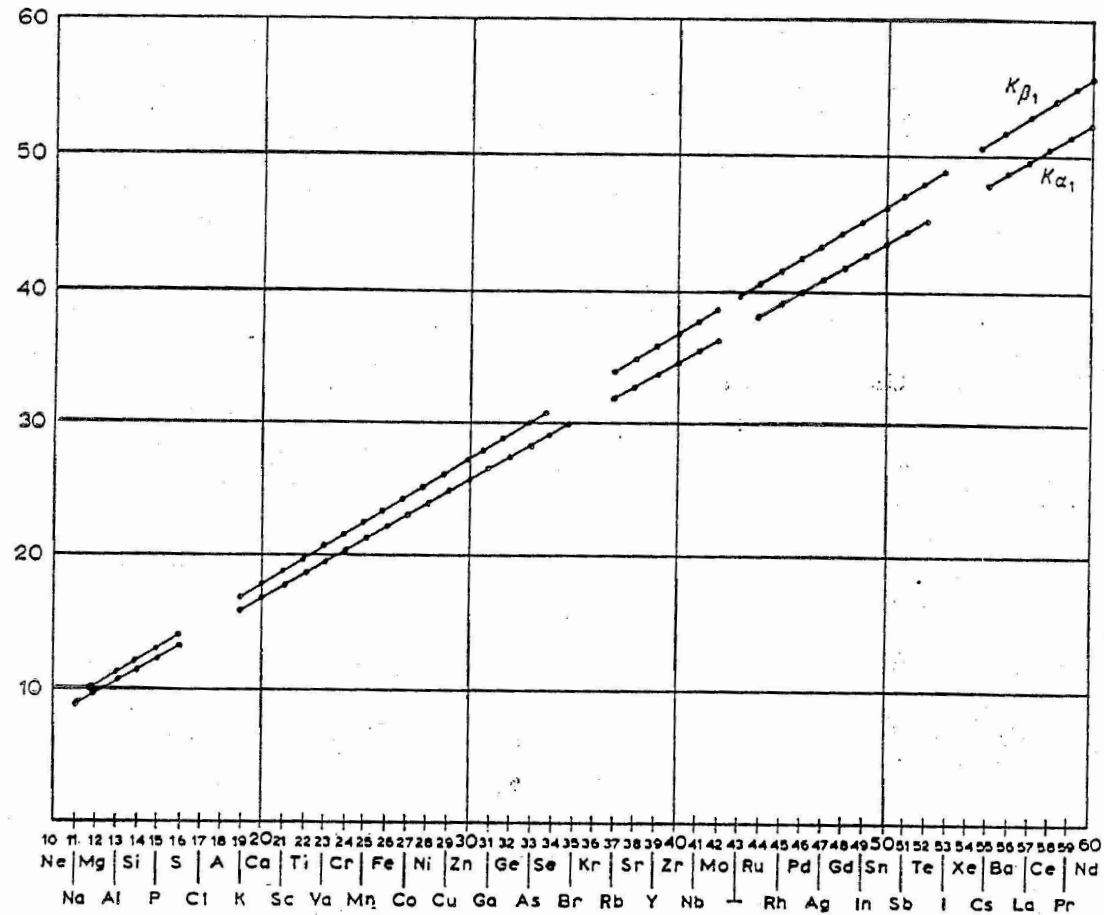
Il numero atomico Z indica il numero di protoni.

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

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



$^{27}_{27}\text{Co}$ con numero di massa 58.94 ha meno protoni del $^{28}_{28}\text{Ni}$ 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 ${}^A\mathcal{X}$ oppure ${}^A_Z\mathcal{X}_N$
dove \mathcal{X} indica il simbolo chimico.

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

Classificazione

Isobari = stesso A

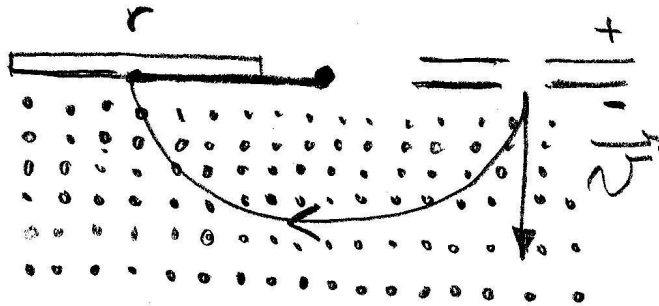
Isotopi = stesso Z

Isotoni = stesso N

Nuclei stabili

pari - pari	166
pari - dispari	110
dispari - dispari	8
Totale	284

Masse nucleari



Schema di spettrometro di massa

B esce dallo schermo

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

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

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

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

$$M^2 = \frac{M}{2E} (Q B r)^2$$

$$M = \frac{(Q B r)^2}{2E}$$

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

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

Reazioni nucleari

Masse determinate dal bilancio energetico delle reazioni nucleari

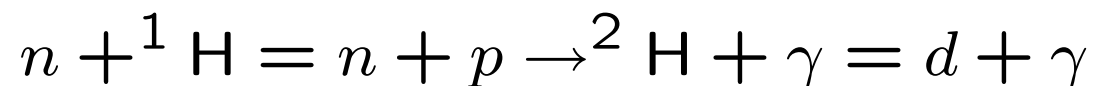
Nomenclatura come nelle reazioni chimiche



Simboli comunemente utilizzati nelle reazioni

γ	fotone
p	protone
n	neutrone
α	alfa (${}^4\text{He}$)
e^{\mp}	elettrone, positone
d	deutone
ν	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.

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

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

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

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.