

# Introduzione al corso

Testo consigliato

**B. Povh, K. Rith, C. Scholz, F. Zetsche**

# **Particelle e nuclei**

**Borlinghieri (1998)**

## Argomenti che tratterò e domande d'esame

- 1) Processi di diffusione.
- 2) Teoria perturbativa dipendente dal tempo.
- 3) Equazione di Dirac.
- 4) Particelle identiche.
- 5) Momenti angolari e tensori sferici irriducibili.
- 6) Sviluppo in multipoli del campo elettromagnetico.

Unità di misura

Lunghezza fm= $10^{-15}$  m

Energia 1 eV =  $1.602 \cdot 10^{-19}$  J, MeV= $10^6$  eV, GeV= $10^9$  eV

$$\hbar c = 197.33 \text{ MeV fm} \simeq 200 \text{ MeV fm}$$

$$E = mc^2$$

massa elettrone  $m_e = 0.511 \text{ MeV/c}^2 \simeq 0.5 \text{ MeV/c}^2$

massa protone  $m_p = 938.272 \text{ MeV/c}^2$

massa neutrone  $m_n = 939.565 \text{ MeV/c}^2$

$m_p \simeq m_n \simeq 1 \text{ GeV}$

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{\hbar c} \simeq \frac{1}{137} \quad \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \simeq 1.44 \text{ MeVfm}$$

Unità naturali  $\hbar = c = 1$

In queste unità abbiamo che:

$[\text{Tempo}] = [\text{Lunghezza}]$

$[\text{Massa}] = [\text{Lunghezza}]^{-1}$

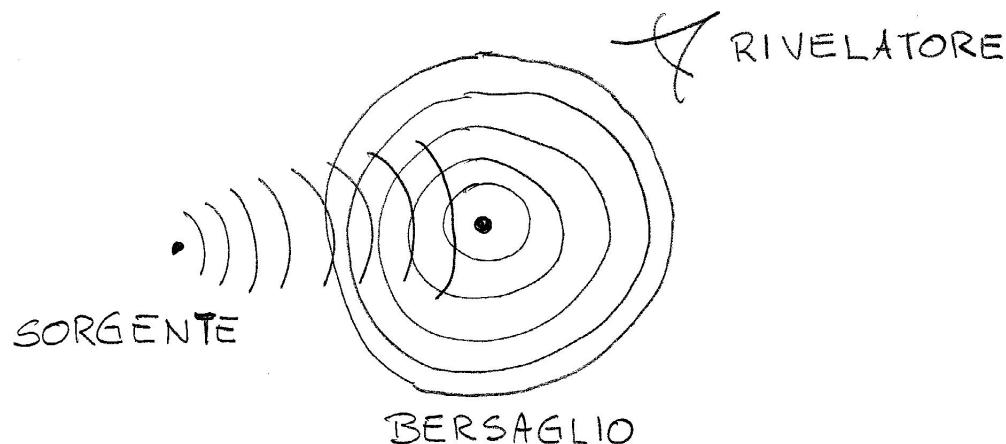
# Tipi di osservazioni sperimentali

## Spettroscopia

Si osserva l'emissione naturale o indotta di radiazione o di particelle da parte dell'oggetto osservato

## Diffusione

Si produce un fascio che collide con un bersaglio e si osserva il fascio diffuso dal bersaglio



## Processi di diffusione

Potere risolutivo - Lunghezza d'onda - Onda piana  $e^{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r} - \omega t)}$

$$|\mathbf{k}| = \frac{\omega}{c} = \frac{E}{\hbar c} \quad \lambda = \frac{2\pi}{|\mathbf{k}|} = \frac{2\pi c}{\omega} = \frac{2\pi \hbar c}{E}$$

De Broglie  $|\mathbf{p}| = \hbar|\mathbf{k}| = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$  per il fotone  
quindi

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{hc}{E} = 2\pi \frac{\hbar c}{E} \simeq 6 \frac{200 \text{ MeV fm}}{E} \simeq \frac{10^9 \text{ eV}}{E} \frac{10^{-15} \text{ m}}{E} = \frac{10^{-6} \text{ eV m}}{E}$$

## Potere risolutivo

$E$	$\lambda$	
$10^4 \text{ eV} = 10 \text{ keV}$	$10^{-10} \text{ m} = \text{\AA}$	atomi
$10^8 \text{ eV} = 100 \text{ MeV}$	$10^{-14} \text{ m} = 10 \text{ fm}$	nuclei
$10^9 \text{ eV} = \text{GeV}$	$10^{-15} \text{ m} = 1 \text{ fm}$	nucleoni
$10^{11} \text{ eV} = 100 \text{ GeV}$	$10^{-17} \text{ m} = 0.01 \text{ fm}$	quark

Concetto di puntiforme in fisica  
Entità prive di struttura interna

### Leptoni

e	$\mu$	$\tau$
$\nu_e$	$\nu_\mu$	$\nu_\tau$

### Quark

u (up)	c (charm)	t (top)
d (down)	s (strange)	b (bottom-beauty)

### Interazioni

forza	e.m.	forte	debole	gravitazione
mediatori	$\gamma$	gluoni	$W^\pm Z^0$	gravitone (??)
raggio d'azione	$\infty$	$10^{-15}$ m	$10^{-17}$ m	$\infty$

- Solo i quark hanno carica forte.
- Sia quark che leptoni hanno carica debole.
- I neutrini non hanno carica elettrica.
- Massa a riposo dei neutrini  $< 10$  eV ( $\nu_e$ )

Nel mondo microscopico la gravitazione è trascurabile.

# Cap. 1 libro di testo

## Approfondimenti

### Unità di misura naturali.

1) T.D. Lee - Particle Physics and introduction to field theory

Harwood (New York) 1981 -**Introduzione**

2) F. Halzen, A. D. Martin - Quarks and leptons

John Wiley and sons (New York) 1984 - **Paragrafo 1.4**

3) W. Greiner, L. Neise, H. Stöcker

Termodynamics and Statistical Mechanics

Springer (New York) 1995 (Supplemento capitolo 14)

## Domande

[N2-17] Per quali ragioni fisiche le interazioni fondamentali sono state storicamente identificate secondo la sequenza: gravitazionale, elettromagnetica ed infine le interazioni nucleari forte e debole?