



# UNIVERSITÀ DI PISA

## FISICA 3

### GIOVANNI BATIGNANI

Anno accademico	2019/20
CdS	FISICA
Codice	248BB
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA 3	FIS/04	LEZIONI	72	GIOVANNI BATIGNANI CLAUDIO BONATI

#### Obiettivi di apprendimento

##### Conoscenze

1. Interazione fra particelle cariche o fotoni con la materia stabile.
2. Utilizzo di particelle cariche o fotoni per l'indagine di sistemi di dimensioni sub-atomiche (nuclei, nucleoni, particelle elementari).
3. Indagine di sistemi di dimensioni sub-atomiche tramite i loro decadimenti spontanei.

=> Per raggiungere questi obiettivi e' necessario:

- completare lo studio dell'elettromagnetismo in forma relativisticamente covariante;
- sviluppare la teoria dell'irraggiamento;
- sviluppare il formalismo delle sezioni d'urto (modello puntiforme e modello ondulatorio), dei fattori forma, dello spazio delle fasi;
- introdurre un modello semplificato dei nuclei (modello a goccia).

##### Modalità di verifica delle conoscenze

- Enunciare e spiegare gli argomenti trattati nelle lezioni ed esercitazioni
- Saper rispondere alle domande contenute nella "checklist" reperibile nella pagina web del corso
- Risolvere in modo autonomo problemi basati sulle conoscenze introdotte nel corso

##### Capacità

- Capacità di risolvere problemi impostando analisi sia qualitative che quantitative
- Capacità di spiegare gli argomenti oggetto del corso, illustrandoli con esempi ed applicazioni.

##### Modalità di verifica delle capacità

Nello svolgimento del corso le capacità sono verificate dal docente tramite domande, discussioni e verifica delle risoluzioni degli esercizi svolti nelle esercitazioni: tali verifiche non sono oggetto di valutazione del singolo studente e non hanno impatto sul voto finale, assegnato solo in base alle prove finali.

In sede di esame finale (solo prova orale) si potrà chiedere allo studente di:

- rispondere a domande contenute nelle parti (a) e (b) della "checklist" reperibile nella pagina web del corso;
- rispondere a una domanda fra 4 domande del gruppo (c) - da lui indicate - della "checklist" reperibile nella pagina web del corso;
- enunciare e spiegare argomenti trattati nelle lezioni ed esercitazioni;
- risolvere problemi basati sugli argomenti oggetto del corso

##### Comportamenti

E' richiesta (ma non indispensabile) una partecipazione il più possibile attiva degli studenti durante le lezioni ed in particolare di:

- ripassare i prerequisiti del corso prima di partecipare alle lezioni o esercitazioni



## UNIVERSITÀ DI PISA

- effettuare durante le esercitazioni in forma scritta una serie di esercizi i cui passi sono indicati dal docente in modo dettagliato

### Modalità di verifica dei comportamenti

Interazione del docente con la classe, tramite domande, discussioni e verifica delle risoluzioni degli esercizi svolti durante le esercitazioni. Tali verifiche non sono oggetto di valutazione e non hanno impatto sul giudizio finale del singolo studente.

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Meccanica non relativistica (dal corso di "Fisica 1")

Elementi di relatività ristretta (dal corso di "Meccanica classica").

Elettromagnetismo classico (dal corso di "Fisica 2").

Conversione delle formule e dei valori numerici delle grandezze fisiche da unità di misura MKSA a CGS e "naturali".

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### Indagine di sistemi di dimensione sub-atomica tramite urti o decadimenti

Sezione d'urto per fenomeni ondulatori: sezione d'urto totale, differenziale, inclusiva, esclusiva. Esempi: sezioni d'urto di onde elettromagnetiche su cariche elettriche, circuiti elettrici, antenne. Reazione di radiazione. Larghezza di riga, La diffusione risonante: larghezza elastica e inelastica, larghezza totale e relazione con la vita media del sistema.

Sezione d'urto per fenomeni corpuscolari. Esempi di reazioni elastiche ed anelastiche di particelle. Dati sperimentali delle sezioni d'urto protone-protone, elettrone-positrone e neutrino-nucleone in funzione dell'energia. Il numero barionico ed i numeri leptonici.

Lo scattering Rutherford: la deduzione di una nuova forza "forte" e la misura sperimentale dei raggi nucleari. Misura delle masse dei nuclei: l'energia di legame dei nuclei ed eccesso di massa. Il modello a goccia e la formula semi-empirica di massa.

Decadimenti spontanei: vita media e larghezza di decadimento. Esempi: decadimenti alfa, beta, gamma dei nuclei: generalità, cinematica; il neutrino e l'antineutrino; caso particolare del decadimento del neutrone. Esperimento di Pound e Rebka.

Energia di soglia di una reazione, funzioni di distribuzione nello stato finale di una reazione e loro trasformazioni relativistiche. Esempi: decadimenti del pione neutro e carico, produzione di fasci di neutrini. Decadimenti a tre corpi ed il Dalitz plot; esempio: il decadimento del muone. Metodi della massa invariante e della massa mancante per la identificazione di particelle.

#### Formulazione covariante dell'elettromagnetismo e gli acceleratori di particelle cariche.

Le equazioni fondamentali, invarianza di gauge, invarianti del campo elettromagnetico, tensore energia-impulso del campo elettromagnetico. Potenziali di Lienard-Wiechert e derivazione del campo elettromagnetico generato da una carica in moto relativistico. Potenza emessa da una carica accelerata, distribuzione angolare e formula di Larmor.

Gli acceleratori di particelle: elettrostatici, il betatrone, il ciclotrone ed il sincrociclotrone. Radiazione in acceleratori circolari e lineari, radiazione di sincrotrone.

#### Interazione di particelle cariche o fotoni con la materia stabile

Interazione dei fotoni con la materia: scattering Thomson e Rayleigh, effetti fotoelettrico e Compton, produzione di coppie elettrone-positrone.

Fattori di forma. Esempi: la diffrazione ed il fattore di forma elettromagnetico dei nuclei.

Scattering multiplo coulombiano.

Perdita di energia per collisioni, formula di Bethe-Bloch. Il percorso residuo.

Effetto Cerenkov: generalità e spettro in frequenza dei fotoni emessi.

Radiazione di frenamento, perdita di energia per irraggiamento e lunghezza di radiazione.

Applicazione: particelle cariche di alta energia che attraversano materiali di tipo diverso.

Esempi: la scoperta del positrone, la scoperta dell'antiprotone.

### Bibliografia e materiale didattico

Materiale sul sito e-learning del dipartimento di Fisica

<https://elearning.df.unipi.it/course/view.php?id=219>

Testi di riferimento

- D. Jackson, "Classical Electrodynamics" (3<sup>a</sup> Ediz.) John Wiley & Sons 2009.
- S. Krane, "Introductory Nuclear Physics", John Wiley & Sons, New York (per la parte riguardante gli argomenti di fisica nucleare)

### Indicazioni per non frequentanti

Si consiglia di:

- rispondere alle domande contenute nella "checklist" reperibile nella pagina web del corso.

### Modalità d'esame

Solo prova orale; gli studenti che intendono sostenere l'esame devono iscriversi via web nel sito <https://esami.unipi.it/esami/>. Attenzione non solo alla precedenza - sostanziale ed anche formale - di FISICA II, ma anche alla necessità di avere le competenze di relatività speciale studiate nel corso di 'Meccanica Classica'.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

In sede di esame finale (solo prova orale ) si potrà chiedere allo studente di:

- rispondere a domande contenute nelle parti (a) e (b) della "checklist" reperibile nella pagina web del corso;
- rispondere a una domanda fra 4 domande del gruppo (c) - da lui indicate - della "checklist" reperibile nella pagina web del corso;
- enunciare e spiegare argomenti trattati nelle lezioni ed esercitazioni;
- risolvere problemi basati sugli argomenti oggetto del corso

Pagina web del corso

<https://elearning.df.unipi.it/course/view.php?id=219>

Altri riferimenti web

sul sito e-learning del dipartimento di Fisica

<https://elearning.df.unipi.it/course/view.php?id=219>

*Ultimo aggiornamento 17/03/2020 19:09*