



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## METODI MONTECARLO NELLA FISICA SPERIMENTALE

**SERGIO GIUDICI**

Anno accademico 2019/20  
CdS FISICA  
Codice 185BB  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
METODI MONTECARLO NELLA FISICA SPERIMENTALE	FIS/01	LEZIONI	36	SERGIO GIUDICI

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Fondamenti del metodo Montecarlo  
Tecniche di simulazione che impiegano i numeri pseudo-casuali  
Affrontare un problema di Fisica Sperimentale utilizzando la Simulazione.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Durante le lezioni il docente anima discussioni su casi specifici coinvolgendo gli studenti. Sono proposti esercizi da svolgersi a casa e che poi vengono discussi a lezione

#### *Capacità*

Progettare e Realizzare una simulazione numerica utilizzando i linguaggi python, C, C++ (a scelta dello studente). Presentare e interpretare i risultati della simulazione

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Discussione in aula coinvolgendo gli studenti

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Analisi 1 e 2, Statistica Elementare, Fisica 1 e 2,

#### *Indicazioni metodologiche*

Si alternano lezioni teoriche con esercitazioni in cui gli studenti mettono a punto dei semplici algoritmi.

#### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

Fondamenti del Metodo Montecarlo  
Numeri pseudo-casuali e campionamento secondo distribuzioni assegnate  
Tecniche di ottimizzazione e riduzione della varianza  
Architettura di una simulazione: Generazione e Ricostruzione

Discussione di esempi tratti dalla Fisica delle Alte Energie, Fisica Medica e altri settori tenendo conto degli interessi degli studenti partecipanti al corso

- Funzione di risposta di un detector
- Fit cinematici e algoritmi di ricostruzione
- Simulazione della interazione radiazione-materia
- Incertezze epistemiche e sistematiche nelle simulazioni Montecarlo
- Simulazioni correlate, condensate, validazione, etc...
- cenni alle simulazioni Hamiltoniane con effetti stocastici



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Bibliografia e materiale didattico

Rotondi A. et al. "Probabilità Statistica e Simulazioni", Springer, 2004 (i 3 capitoli relativi alla simulazione)

Esempi di articoli utilizzati in passato

Pia M.G. et al. "Epistemic and systematic uncertainties in Montecarlo Simulation: an investigation in proton Bragg peak simulation", arXiv, 2010

Levin C.S. "Calculation of positron range and its effect on the fundamental limit of positron emission tomography system spatial resolution", Phys. Med. Biol. 44 (1999) 781–799.

### Indicazioni per non frequentanti

Nessuna indicazione particolare. Durante l'esame il docente verifica più approfonditamente la comprensione degli aspetti teorici e dei materiali didattici indicati.

### Modalità d'esame

L'esame orale consiste in un colloquio in cui lo studente deve dimostrare di conoscere i fondamenti teorici dei Metodi Montecarlo e presentare una simulazione originale su un argomento concordato col docente.

Esempi di simulazioni originali svolte dagli studenti in passato:

- Risoluzione spaziale del sistema GPS ed effetti dovuti alla ionosfera
- Simulazione di uno spettrometro per un esperimento di Fisica delle Alte Energie
- Simulazione della tracciatura PET di un fascio di protoni incidente su un target d'acqua
- Tecniche di ricostruzione di campo stellare tramite l'algoritmo STARFIND

*Ultimo aggiornamento 11/03/2020 10:45*