



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## METODI MONTECARLO NELLA FISICA SPERIMENTALE

**SERGIO GIUDICI**

Anno accademico 2020/21  
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 29/01/2021 08:28*