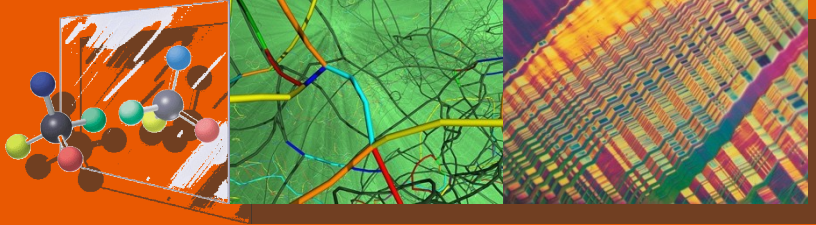




Matematica Applicata per le Scienze - MApS



GUIDA AI PIANI DI STUDIO

CORSI OBBLIGATORI

I anno I semestre

- **Istituzioni di Analisi superiore** (9 CFU)
- **Istituzioni di Probabilità** (9 CFU)
- **Elementi di Fisica teorica** (6 CFU)

I anno II semestre

- **Istituzioni di Fisica Matematica** (9 CFU)

Il anno I semestre - idoneità:

- Inglese scientifico (4 CFU)
- Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro (3 CFU)

CORSI OPZIONALI SPECIFICI DELL'INDIRIZZO

- 1 da 9 CFU nel **gruppo delle istituzioni per MaPS** (MAT05):
GRUPPO Ist-MApS:
Istituzioni di Algebra
Istituzioni di Algebra e geometria
Istituzioni di Analisi numerica
Istituzioni di Geometria
- 1 da 6 CFU nel **gruppo analitico per MaPS** (MAT05):
GRUPPO An-MApS:
Analisi funzionale
Calcolo delle variazioni
Modelli analitici per le applicazioni
- 2 da 6 CFU a scelta nel **gruppo applicato per MaPS** (MAT06/07/08):
GRUPPO Ap-MApS:
Calcolo stocastico e applicazioni
Meccanica dei fluidi e teorie cinetiche
Metodi matematici in meccanica quantistica
Metodi matematici in meccanica statistica

Metodi numerici per le equazioni alle derivate parziali non lineari
Processi stocastici
Sistemi dinamici

- 1 da 6 CFU a scelta nel **gruppo integrativo analitico-geometrico per MaPS (MAT03/MAT05):**
GRUPPO Iag-MaPS:
Analisi di Fourier
Analisi funzionale
Calcolo delle variazioni
Equazioni alle derivate parziali
Geometria riemanniana
Geometria superiore
Modelli analitici per le applicazioni
Teoria del controllo
- 1 da 6 CFU a scelta nel **gruppo integrativo per MaPS (MAT05/06/07/08):**
GRUPPO I-MaPS:
Analisi di Fourier
Analisi di sequenze dati
Analisi non lineare
Analisi superiore
Calcolo stocastico e applicazioni
Elementi di probabilità e statistica per Data Science
Equazioni alle derivate parziali
Matematica computazionale
Meccanica dei fluidi e teorie cinetiche
Metodi matematici in meccanica quantistica
Metodi matematici in meccanica statistica
Metodi numerici per le EDP non lineari
Modelli analitici per le applicazioni
Modelli di reti neurali
Processi stocastici
Statistica matematica
Sistemi dinamici
Ricerca operativa
Teoria del controllo

2 CORSI DA 6 CFU LIBERI A SCELTA

ESEMPI DI PIANI DI STUDIO

A seconda dell'orientamento scientifico che si vuole dare al proprio percorso, si possono ridurre gli elenchi dei corsi a scelta, rendendo più agevole la preparazione del piano di studi, ma lasciando comunque la possibilità di seguirle proprie curiosità e inclinazioni.

Questi sono alcuni esempi di piani di studio da cui prendere spunto:

- **Meccanica quantistica**
- **Meccanica statistica**
- **Metodi Probabilistici**
- **Metodi Variazionali**
- **Teorie Cinetiche**

Di seguito trovate il dettaglio dei piani di studio proposti. Nelle tabelle segnaliamo i **corsi obbligatori** e i **corsi caratterizzanti** dell'orientamento, e una selezione ragionata delle opzioni per gli altri corsi a scelta. Non sono riportate le idoneità e i due corsi liberi.

MECCANICA QUANTISTICA

La moderna comprensione del mondo microfisico – dai sistemi atomici e molecolari fino ai solidi sintetizzati in laboratorio e alle particelle che vengono rivelate negli esperimenti ad alta energia – è fondata sulle equazioni delle teorie quantistiche e sull'analisi delle loro simmetrie.

L'orientamento "Meccanica quantistica" si propone di presentare il formalismo matematico della Meccanica quantistica (oggetto del corso **Metodi matematici in meccanica quantistica**), basato sulla teoria degli operatori autoaggiunti negli spazi di Hilbert, che a sua volta presuppone i contenuti del corso di **Analisi funzionale**. Analogie e differenze con la meccanica statistica possono essere colte grazie al corso **Metodi matematici in meccanica statistica**, mentre il corso di **Sistemi dinamici** permette di completare la formazione fisico-matematica.

Meccanica quantistica 1:

Lo studente interessato agli **aspetti analitici** delle teorie quantistiche, ed in particolare alle interazioni con la teoria degli operatori ed il calcolo delle variazioni, può indirizzarsi verso un piano di studi simile al seguente.

Meccanica quantistica 1	I anno - I semestre	I anno - II semestre	II anno - I semestre
Obbligatori	Ist. Analisi superiore Ist. Probabilità El. di Fisica Teorica	Ist. Fisica Matematica	
1 nel gruppo Ist-MApS	Ist. Analisi numerica Ist. Geometria Ist. Algebra e Geometria		
2 nel gruppo Ap-MApS		Metodi matematici in meccanica statistica	Metodi matematici in meccanica quantistica

1 nel gruppo I-MApS		Sistemi dinamici	
1 nel gruppo An-MApS		Analisi funzionale	
1 nel gruppo Iag-MApS		Calcolo delle variazioni	

Per completare la preparazione si suggerisce di scegliere i due corsi liberi tra

- Meccanica quantistica (LT in Fisica, II anno, I semestre)
- Struttura della materia (LT in Fisica, II anno, II semestre)
- Fisica nucleare e subnucleare (LT in Fisica, II anno, II semestre)

Le simmetrie dei sistemi quantistici sono descritte da opportune rappresentazioni unitarie di gruppi e algebre di Lie, e talvolta i sistemi stessi possono essere descritti in termini della geometria dei fibrati Hermitiani associati a queste rappresentazioni. Ad un livello più avanzato, le Teorie quantistiche dei campi – che generalizzano la Meccanica quantistica al caso di sistemi con infiniti gradi di libertà – sono strettamente intrecciate con la teoria dei fibrati Hermitiani e delle loro connessioni.

Meccanica quantistica 2:

Lo studente interessato ad approfondire gli **aspetti algebrici e geometrici** delle teorie quantistiche può optare per un piano di studi simile al seguente, in cui un ruolo cruciale è giocato dai corsi di **Istituzioni di Geometria Superiore** e di **Geometria Riemanniana**. Dal punto di vista applicativo questo percorso può condurre ad approfondire, a livello di tesi magistrale, gli aspetti matematici della "materia topologica" (isolanti e superconduttori topologici).

Meccanica quantistica 2	I anno - I semestre	I anno - II semestre	II anno - I semestre
Obbligatori	Ist. Analisi superiore Ist. Probabilità El. di Fisica Teorica	Ist. Fisica Matematica	
1 nel gruppo Ist-MApS	Ist. Geometria Sup.		
2 nel gruppo Ap-MApS		Metodi matematici in meccanica statistica	Metodi matematici in meccanica quantistica

1 nel gruppo I-MApS		Sistemi dinamici	
1 nel gruppo An-MApS		Analisi funzionale	
1 nel gruppo Iag-MApS			Geometria Riemanniana

Per completare la preparazione, suggeriamo di scegliere i due corsi liberi tra

- Calcolo delle variazioni (I anno - II semestre)
- Algebra 3 e Geometria superiore (sono corsi monografici, il cui contenuto riflette gli interessi di ricerca del docente; è opportuno informarsi in anticipo sul programma di tali corsi, e sulla coerenza tra i contenuti ed un piano di studi dedicato agli aspetti algebrici e/o geometrici delle teorie quantistiche)
- Meccanica quantistica (LT in Fisica, II anno, I semestre)
- Struttura della materia (LT in Fisica, II anno, II semestre)
- Condensed Matter Physics (LM in Fisica, I anno, I semestre, in inglese)
- Relativistic Quantum Mechanics (LM in Fisica, I anno, I semestre, in inglese)

MECCANICA STATISTICA

La meccanica statistica nasce per spiegare leggi fisiche macroscopiche, come per esempio quelle della termodinamica, a partire da dinamiche microscopiche. In questo ambito, sono stati sviluppati metodi matematici avanzati, probabilistici e non. Chi sceglie questo indirizzo affronterà uno studio rigoroso dei metodi della meccanica statistica, che oggi sono utilizzati in nuovi e importanti campi applicativi.

Meccanica statistica	I anno - I semestre	I anno - II semestre	II anno - I semestre
Obbligatori	Ist. Analisi superiore Ist. Probabilità El. di Fisica Teorica	Ist. Fisica Matematica	
1 nel gruppo Ist-MApS	Ist. Analisi numerica Ist. Algebra e Geometria Ist. Geometria		
2 nel gruppo Ap-MApS		Metodi matematici in meccanica statistica Processi stocastici	
1 nel gruppo I-MApS	Statistica matematica.	Sistemi dinamici.	Elementi di probabilità e statistica per Data Science. Modelli di reti neurali. Calcolo stocastico e applicazioni Metodi matematici in meccanica quantistica Meccanica dei fluidi e teorie cinetiche
1 nel gruppo An-MApS		Calcolo delle variazioni	
1 nel gruppo Iag-MApS		Analisi funzionale Equazioni alle derivate parziali	Analisi di Fourier Teoria del controllo

METODI PROBABLISTICI

Il calcolo della probabilità e la statistica matematica sono gli strumenti alla base della comprensione dei fenomeni aleatori. In questo indirizzo vengono introdotte teorie avanzate per lo studio dei processi casuali, che oltre a essere una parte vitale della ricerca matematica, è fondamentale nelle moderne discipline applicative.

Metodi probabilistici	I anno - I semestre	I anno - II semestre	II anno - I semestre
Obbligatorî	Ist. Analisi superiore Ist. Probabilità El. di Fisica Teorica	Ist. Fisica Matematica	
1 nel gruppo Ist-MApS	Ist. Analisi numerica Ist. Algebra e Geometria		
2 nel gruppo Ap-MApS		Processi stocastici	Calcolo stocastico e applicazioni
1 nel gruppo I-MApS	Statistica matematica.	Sistemi dinamici. Metodi matematici in meccanica statistica.	Elementi di probabilità e statistica per Data Science. Meccanica dei fluidi e teorie cinetiche
1 nel gruppo An-MApS		Calcolo delle variazioni	
1 nel gruppo Iag-MApS	Modelli analitici per le applicazioni.	Analisi funzionale Equazioni alle derivate parziali.	Analisi di Fourier Teoria del controllo

METODI VARIAZIONALI

Per chi vuole approfondire gli aspetti analitici delle applicazioni della matematica alle scienze, con particolare riferimento ai principi variazionali alla base del paradigma della scienza moderna secondo cui un sistema fisico può essere descritto dalle configurazioni di equilibrio o dall'evoluzione temporale di opportuni "funzionali" (per esempio l'**azione** e l'**energia**). L'obiettivo del percorso è rendere gli studenti consapevoli della varietà di problemi che possono essere affrontati con tecniche variazionali e fornire loro gli strumenti di base e il linguaggio matematico per l'analisi dei modelli presenti nelle varie scienze naturali.

Metodi variazionali	I anno - I semestre	I anno - II semestre	II anno - I semestre
Obbligatori	Ist. Analisi superiore Ist. Probabilità El. di Fisica Teorica	Ist. Fisica Matematica	
1 nel gruppo Ist-MApS	Ist. Analisi numerica		
2 nel gruppo Ap-MApS		Metodi matematici in meccanica statistica	Calcolo stocastico e applicazioni Meccanica dei fluidi e teorie cinetiche Metodi numerici per le equazioni alle derivate parziali non lineari
1 nel gruppo I-MApS	Modelli analitici per le applicazioni	Sistemi dinamici Matematica computazionale	Analisi di Fourier Calcolo stocastico e applicazioni Metodi matematici in meccanica quantistica Meccanica dei fluidi e teorie cinetiche Metodi numerici per le equazioni alle derivate parziali non lineari Teoria del controllo
1 nel gruppo An-MApS		Calcolo delle variazioni	
1 nel gruppo Iag-MApS		Equazioni alle derivate parziali Analisi funzionale	

TEORIE CINETICHE

La descrizione alle varie scale macroscopiche di sistemi di particelle è un campo teorico e applicativo di grande interesse, e richiede competenze avanzate in molti rami della matematica (fisica matematica, probabilità, analisi). In questo indirizzo si affronta lo studio delle equazioni cinetiche e delle fluidodinamica e la loro relazione con i sistemi di particelle. Inoltre i metodi sviluppati trovano un vasto campo di applicazione nello studio dei noti collettivi di agenti viventi (stormi, sciame, folle), su cui si concentrano oggi molti sforzi della modellistica matematica.

Teorie Cinetiche	I anno - I semestre	I anno - II semestre	II anno - I semestre
Obbligatori	Ist. Analisi superiore Ist. Probabilità Elementi di Fis. Teo.	Ist. Fisica Matematica	
1 nel gruppo Ist-MApS	Ist. Analisi numerica Ist. Geometria Ist. Algebra e geometria		
2 nel gruppo Ap-MApS		Metodi matematici in meccanica statistica	Meccanica dei fluidi e teorie cinetiche
1 nel gruppo I-MApS		Sistemi dinamici	
1 nel gruppo An-MApS		Calcolo delle variazioni	
1 nel gruppo Iag-MApS	Modelli analitici per le applicazioni	Analisi funzionale	Analisi di Fourier Teoria del controllo