

## COURSE SYLLABUS

### Mathematical Methods for Physics

2526-1-F1703Q027

---

#### Obiettivi

Teorie dei gruppi e delle rappresentazioni e le loro applicazioni alla fisica teorica.

#### Contenuti sintetici

Gruppi finiti, gruppi di Lie e le loro rappresentazioni.

#### Programma esteso

Queste lezioni sono organizzate in quattro parti principali:

1. Introduzione ai gruppi  
Definizioni di gruppo e sottogruppo, gruppi di permutazioni, laterali, teorema di Lagrange, isomorfismi, il gruppo diedrale, classi di coniugio, sottogruppi normali e gruppi quoziente, la classificazione dei gruppi di ordine piccolo, il primo teorema di isomorfismo, azioni di gruppo e il teorema orbita-stabilizzatore, teorema di Cayley.
2. Teoria delle rappresentazioni dei gruppi finiti  
Riducibilità completa e Lemma di Schur, prodotti interni e rappresentazioni unitarie, caratteri e loro proprietà, prodotti tensoriali e rappresentazioni duali, applicazioni alla meccanica quantistica.
3. Gruppi di Lie matriciali, algebre di Lie e loro rappresentazioni  
Gruppi di Lie matriciali, algebre di Lie, relazioni tra gruppi di Lie e algebre di Lie, la complessificazione di un'algebra di Lie reale. Esempi di rappresentazioni di  $sl(2, \mathbb{C})$  e  $sl(3, \mathbb{C})$ : le rappresentazioni irriducibili di

SU(2) e SO(3), il teorema del peso massimo. Caso generale di  $sl(n, \mathbb{C})$ : formule di Weyl per il carattere e la dimensione, caratteri, decomposizioni di prodotti tensoriali e regole di diramazione.

#### 4. Teoria generale delle algebre di Lie semisemplici

Sottoalgebre di Cartan, radici e spazi dei pesi, il gruppo di Weyl, sistemi di radici e loro proprietà, sistemi di radici espliciti delle algebre di Lie classiche, diagrammi di Dynkin, la classificazione di Cartan delle algebre di Lie semplici.

## Prerequisiti

I corsi del triennio.

## Modalità didattica

Lezione frontale (6 CFU). Questo insegnamento sarà tenuto in inglese.

## Materiale didattico

Seguiamo da vicino le seguenti dispense: <https://bit.ly/mibgrouprep>

Gruppi finiti:

1. A. F. Beardon, Algebra and Geometry. Cambridge University Press, 2005.
2. M. Artin, Algebra. Prentice Hall, 1991.
3. T. W. Körner, Groups and geometry. <https://www.dpmms.cam.ac.uk/~twk10/Alg.pdf>

Teoria delle rappresentazioni, gruppi di Lie e algebre di Lie:

1. W. Fulton and J. Harris, Representation theory : a first course. Graduate Texts in Mathematics, January 1991, Springer New York, NY, 1991.
2. G. James and M. Liebeck, Representations and Characters of Groups. Cambridge University Press, 2 ed., 2001.
3. B. C. Hall, Lie Groups, Lie Algebras, and Representations. Graduate Texts in Mathematics, January 2015, Springer Cham, 2015.

Applicazioni alla fisica teorica:

1. L. Landau and E. Lifshitz, Quantum Mechanics: Non-Relativistic Theory. Course of theoretical physics. Butterworth-Heinemann, 1981.
2. A. Zee, Quantum Field Theory in a Nutshell: Second Edition. Princeton University Press, 2, 2010.

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Primo semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

Esame orale. Domande aperte su tutti i contenuti del corso svolti a lezione.

## **Orario di ricevimento**

Su appuntamento, scrivendo un e-mail a *n.mekareeya@gmail.com*

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ

---