



# UNIVERSITÀ DI PISA

## PARTICLE DARK MATTER

---

**PAOLO SPAGNOLO**

Anno accademico 2023/24  
CdS FISICA  
Codice 427BB  
CFU 6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
PARTICLE DARK MATTER	FIS/01	LEZIONI	36	PAOLO PANCI PAOLO SPAGNOLO

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Gli studenti acquisiranno conoscenze di base teoriche e sperimentali della Fisica della materia oscura e degli strumenti pensati per rivelarla. Il corso partirà dalle evidenze macroscopiche gravitazionali della materia oscura a diverse scale fino agli highlights recenti su metodi sperimentali di rivelazione di WIMP, assioni, ALPS e altre particelle candidate come dark matter.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Con una breve presentazione iniziale a sua scelta il candidato sarà valutato sul grado di apprendimento, di approfondimento e di proprietà di espressione riguardante il materiale scelto. Il candidato sarà anche valutato sul grado di conoscenza del resto del programma teorico e sperimentale.

Metodo  
Esame finale orale

#### *Capacità*

Corso da seguire idealmente al 2o anno di Laurea Magistrale

#### *Modalità di verifica delle capacità*

nessuna

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Corso da seguire idealmente al 2o anno di Laurea Magistrale

#### *Indicazioni metodologiche*

Lezioni: Frontali  
Attività di apprendimento:  
partecipazione alle lezioni

Partecipazione: fortemente consigliata

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

- 1) Particle Dark Matter: introduction
- 2) Cosmology: basic concepts
- 3) Gravitational evidence of Dark Matter at different scales
- 4) CMB power spectrum and growth of density fluctuations
- 5) Thermodynamics of the early Universe
- 6) The thermal relic paradigm: "WIMP Miracle"
- 7) Dark Matter Phenomenology
- 8) Basics of Dark Matter Direct detection
- 9) Formalism of Non-relativistic EFT for DM-nucleus scattering
- 10) Cryogenic detectors for DM direct detection



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- 11) Basics of Dark Matter Indirect detection
- 12) Indirect detection with gamma-rays: Prompt and secondary emissions from DM annihilations/decays
- 13) Dark Matter Models
- 14) Electro-weak multiplets as WIMP prototype
- 15) Axion DM: basics concepts
- 16) Non-thermal axion production: misalignment mechanism
- 17) Experimental methods review
- 18) Searches at particle colliders
- 19) Axions and ALPS @colliders
- 20) Experimental search of Sterile neutrinos

### Bibliografia e materiale didattico

- "Cosmology", D. Baumann
- "The Early Universe": E. Kolb
- "A History of Dark Matter", G. Bertone and D. Hooper
- "Particle Dark Matter: Evidence, candidates and constraints", G. Bertone and D. Hooper, J. Silk
- "An Introduction to Particle Dark Matter", S. Profumo
- "The Theory of Direct Detection: A guide to computations", arXiv: 2104.12785
- "Tools for model independent bounds in Dark Matter Direct Detection", arXiv:1307.5955
- "PPPC4DM: a Poor Particle Physics Cookbook for Dark Matter Indirect Detection", arXiv:1012.4515
- "Minimal Dark Matter", hep-ph/0512090
- "The landscape of QCD axion models", arXiv:2003.01100

### Indicazioni per non frequentanti

non e' prevista connessione da remoto, il corso e' in presenza

### Modalità d'esame

esame finale consisterà nella discussione di una parte del programma a scelta del candidato (30% del giudizio) e di due ulteriori domande sugli argomenti del programma (l'altro 70% del giudizio)

*Ultimo aggiornamento 02/10/2023 15:25*