



**TOR VERGATA**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

*GUIDA DIDATTICA del CORSO di LAUREA in FISICA*



**Il Corso di laurea Magistrale (Master) in Astrophysics and Space Science (MASS) si inquadra nella Classe delle Lauree in Fisica (Classe LM-58 Scienze dell'universo) ed afferisce al Dipartimento di Fisica.**

**La durata del Corso di Laurea Magistrale (CdLM) è normalmente di due anni.**

### L'ORIZZONTE CULTURALE

L'ASTROFISICA utilizza i principi della fisica e della chimica per comprendere le stelle, i pianeti, le galassie e l'universo nel suo insieme, mentre la SCIENZA SPAZIALE applica la tecnologia e le osservazioni, in situ e remote, per studiare direttamente gli oggetti nello spazio, raccogliendo dati e creando modelli in forte connessione all'ambiente circumterrestre ed interplanetario. Lo studio dell'astrofisica e della scienza spaziale è basato sul metodo sperimentale e sulla formalizzazione delle leggi tramite il linguaggio matematico.

I laureati del corso di Laurea Magistrale in Astrophysics and Space Science devono:

- possedere una formazione approfondita e flessibile, attenta agli sviluppi più recenti della ricerca scientifica e della tecnologia soprattutto in ambito fisico;
- avere un'elevata preparazione scientifica ed operativa nelle discipline che caratterizzano la classe;
- avere un'approfondita conoscenza delle strumentazioni di misura multimessanger da Terra e dallo spazio e delle tecniche di analisi dei dati;
- avere un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di

supporto;

- essere in grado di operare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture, nel campo della ricerca e dell'innovazione scientifica e tecnologica;
- essere in grado di utilizzare le conoscenze specifiche acquisite per la progettazione e utilizzazione di strumenti avanzati di misura o per la modellizzazione di sistemi complessi nei diversi campi delle scienze ed anche in ambiti diversi da quello scientifico.

### IL CORSO DI STUDI IN BREVE

Il corso di laurea magistrale in Astrophysics and Space Science della Classe delle lauree magistrali in scienze dell'universo LM-58 nasce all'interno del programma Erasmus Mundus Joint Master "Astrophysics and Space Science-MASS" erogato congiuntamente da quattro Università partner: Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", University of Belgrade, University of Bremen, Université Côte d'Azur. Il programma è finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Erasmus+ 2021-2027 e garantisce borse di studio complete EMJM per studenti di qualsiasi nazionalità. L'istituzione del nuovo corso è dunque motivata dal finanziamento di un Erasmus Mundus Joint Master (EMJM) della European Education and Culture Executive Agency: [https://www.eacea.ec.europa.eu/scholarships/erasmus-mundus-catalogue\\_en](https://www.eacea.ec.europa.eu/scholarships/erasmus-mundus-catalogue_en).

Il Corso di Studi è un unicum in Europa e mira a fornire agli studenti un'istruzione ampia e ben coordinata insieme a vari percorsi specializzati: innanzitutto una solida e ampia conoscenza dei fondamenti della Relatività Generale, dell'Astrofisica e della Cosmologia, senza perdere di vista le basi delle interazioni fondamentali in Fisica, nonché la più recente strumentazione e le applicazioni pratiche. In secondo luogo, offre specializzazioni su sei pilastri di ricerca nelle aree di:

1. Astrofisica Stellare,
2. Astrostatistica e Big Data,
3. Esopianeti,
4. Gravitazione e Cosmologia,
5. Scienze Spaziali,
6. Tecniche Astrofisiche.

Tutti questi pilastri non sono indipendenti, ma piuttosto fortemente sinergici e interconnessi a tutti i livelli.

Gli studenti possono proporre piani di studio diversi da quelli previsti, senza modificare gli esami obbligatori, sostituendo insegnamenti con uguale numero di CFU e stesso SSD, e comunque soddisfacenti ai vincoli di legge e coerenti con gli obiettivi del Corso di Laurea Magistrale. Tali piani di studio devono essere sottoposti all'approvazione del Teaching Committee (TC) prima e del CdD.

Vedi link: <https://www.master-mass.eu/governing-bodies/>

La prova finale (con la scrittura della tesi e la presentazione pubblica, con successiva discussione, di fronte ad una commissione di docenti) rappresenta la verifica finale della capacità dello studente di descrivere, esporre e spiegare le attività svolte e i risultati ottenuti.

Si consiglia agli studenti di consultare il Coordinatore del Corso di Studi e/o i componenti della Commissione Didattica prima della presentazione del Piano di Studi.

### MODALITA' DI ACCESSO

Per essere ammessi al Corso di laurea magistrale in scienze dell'universo LM-58 in Astrophysics and Space Science (MASS) occorre essere in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

Inoltre, sono previsti specifici criteri di accesso che prevedono, comunque, il possesso di requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione dello studente. In particolare, affinché la domanda di ammissione a MASS sia presa in considerazione, occorre essere in possesso dei requisiti minimi in materia di prerequisiti amministrativi, dei prerequisiti accademici e dei prerequisiti linguistici.

Per ogni dettaglio fare riferimento al link: <https://www.master-mass.eu/>

Per quanto riguarda i prerequisiti amministrativi è necessario:

- Il rispetto del calendario e delle scadenze delle domande;
- La presentazione di un set completo dei documenti richiesti per la domanda in versioni in lingua inglese (traduzione inglese certificata se richiesta).

Per quanto riguarda i prerequisiti accademici bisogna possedere:

- Una laurea (Bachelor's degree) rilasciata da un'università accreditata in astronomia, astrofisica, fisica, matematica, informatica, ingegneria spaziale o campi correlati;
- Oppure il conseguimento della laurea (Bachelor's degree) nei suddetti ambiti entro la data riportata al link: <https://www.master-mass.eu/application-submission/>
- Oppure un altro titolo riconosciuto da istituti di istruzione superiore accreditati che certifica un equivalente apprendimento negli stessi ambiti, quantificato in 3 anni di studi universitari corrispondenti ad almeno 180 ECTS (European Credit Transfer System o crediti nel Sistema europeo di trasferimento dei crediti) e che consente l'accesso ai corsi di secondo ciclo o a livello di Magistrale (Master) nel sistema di istruzione superiore all'interno del quale è stato conseguito il titolo.

Inoltre, si deve dimostrare il possesso dei seguenti requisiti minimi relativi alle conoscenze acquisite in Matematica e Fisica:

- Conoscenze matematiche: Algebra lineare, Analisi matematica in una o più variabili, Operatori lineari.
- Conoscenze di Fisica: Conoscenze di base di Fisica classica e moderna, Meccanica, Termodinamica ed Elettromagnetismo; Elementi di Meccanica Quantistica, Relatività Speciale e Fisica Nucleare; conoscenze di base di Ottica geometrica e ondulatoria.
- Competenze in laboratorio. Attività, analisi dei dati di fisica sperimentale e programmazione.

Relativamente ai prerequisiti di lingua i candidati devono fornire una delle seguenti prove di

conoscenza della lingua inglese:

- Cambridge C1 Advanced First (precedentemente noto come Cambridge English: Advanced, CAE) o certificati Cambridge di livello superiore;
- Test accademico “International English Language Testing System” (IELTS), punteggio minimo complessivo della fascia “Band 7” e non più di 2 anni;
- TOEFL basato su Internet (iBT) con punteggio minimo 95 punti e non più di 2 anni;
- TOEFL Essentials con punteggio minimo complessivo di fascia 10 e non più di 2 anni;
- Pearson PTE Academic Test con punteggio minimo 76;
- Certificazione UNI livello “III”;
- C1 secondo il Quadro Comune Europeo di Riferimento (QCER);

Sono esentati dal fornire tale prova i madrelingua (INGLESE) e i candidati che abbiano svolto i precedenti studi universitari interamente in lingua inglese, come certificato dalla propria università di provenienza.

### DATE PER L'IMMATRICOLAZIONI AL CDL IN FISICA

Richiesta dei requisiti curriculari: come indicato sul bando di ammissione al corso di laurea

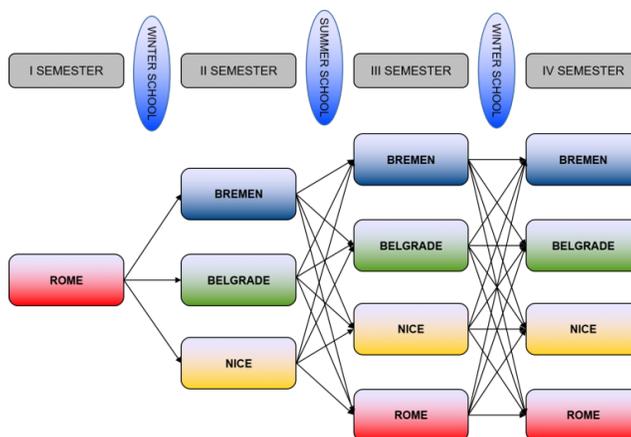
Scadenza immatricolazioni: come indicato sul bando di ammissione al corso di laurea

Inizio delle lezioni: **23 settembre 2024**

**I bandi sono pubblicati sul link: <https://www.master-mass.eu/call-for-applications/>**

### TRASFERIMENTI

Gli studenti potranno costruire il proprio programma di mobilità tra le 4 Università Consorziato, nel rispetto di alcuni vincoli e previa approvazione del Comitato Didattico (Teaching Committee) di MASS, secondo lo schema riportato:



## OBIETTIVI FORMATIVI

I laureati del Corso di laurea magistrale in scienze dell'universo LM-58 in Astrophysics and Space Science (MASS) hanno i seguenti obiettivi formativi e risultati di apprendimento:

- raggiungere conoscenze e competenze solide nei settori della fisica e della matematica, finalizzate alla comprensione dei processi fisici in ambito astrofisico e delle scienze spaziali, alla comprensione di modelli numerici e di metodi di analisi avanzati;
- preparare e analizzare dati da esperimenti nell'ambito astrofisico e spaziale, sfruttando le proprie competenze sulle tecnologie usate nella ricerca di base e sulla programmazione;
- simulare i processi fisici in specifiche applicazioni, in ambito astrofisico e spaziale;
- valutare in modo critico ed interpretare (se necessario in modo originale) i dati sperimentali ottenuti da esperimenti a terra o nello spazio oppure dalla propria attività in laboratorio;
- proporre e implementare gli esperimenti scientifici adatti per caratterizzare in situ o in remoto le proprietà fisiche di oggetti di interesse astrofisico;
- applicare tecniche e contenuti di carattere avanzato alla formulazione e risoluzione di problemi complessi in varie ambiti astrofisici;
- partecipare in modo propositivo alla progettazione e sviluppo di nuove di missioni spaziali per applicazioni in campi diversi, in particolare per l'osservazione della Terra e dell'Universo;
- aggiornare le proprie conoscenze sugli sviluppi scientifico-tecnologici relativi all'astrofisica e alla scienza dello spazio in modo efficace e continuo attraverso la consultazione di materiale bibliografico, la raccolta e lo studio di articoli scientifici, la consultazione di banche dati.

In sintesi, MASS fornisce ai suoi laureati una solida conoscenza in Matematica e Fisica, e con strumenti specifici che il futuro Astrofisico o Space Scientist utilizzerà nella sua carriera per analizzare e comprendere i dati, per progettare nuova strumentazione o nuove missioni spaziali.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI, ESPRESSI TRAMITE I DESCRITTORI DI DUBLINO DEL TITOLO DI STUDIO

### Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

I laureati del Corso di laurea magistrale in scienze dell'universo LM-58 in Astrophysics and Space Science (MASS) devono:

1. Avere una approfondita comprensione delle più importanti e aggiornate teorie dell'astrofisica moderna e delle scienze spaziali e delle relative problematiche sperimentali.
2. Essere in grado di progettare procedure sperimentali e/o teoriche per tematiche di ricerca in astrofisica e scienze spaziali.
3. Avere una buona conoscenza dello stato dell'arte in almeno una delle specializzazioni attualmente presenti in astrofisica e scienze spaziali.

Queste competenze sono ottenute tramite insegnamenti ed attività di laboratorio. La verifica delle conoscenze e capacità di comprensione viene fatta tramite prove pratiche, scritte ed orali.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)

I laureati del Corso di laurea magistrale in scienze dell'universo LM-58 in Astrophysics

and Space Science (MASS) devono:

1. Essere in grado di identificare gli elementi essenziali di un problema astrofisico e spaziale anche complesso e saperlo modellizzare, effettuando le approssimazioni necessarie.
2. Essere in grado di adattare modelli esistenti a dati sperimentali nuovi.

Queste capacità sono sviluppate durante i corsi e le attività in laboratorio e nel periodo della tesi. Esse sono verificate durante gli esami e l'esame di laurea.

#### Autonomia di giudizio (*making judgements*)

I laureati del Corso di laurea magistrale in scienze dell'universo LM-58 in Astrophysics and Space Science (MASS) devono:

1. Essere in grado di effettuare autonomamente esperimenti, calcoli oppure simulazioni numeriche o di progettare campagne osservative da infrastrutture da Terra o dallo spazio.
2. Acquisire la capacità di eseguire ricerche bibliografiche e di selezionare i materiali interessanti, in particolare sul WEB.
3. Essere in grado di assumersi le responsabilità sia della programmazione di progetti che della gestione di strutture.
4. Avere raggiunto un adeguato livello di consapevolezza etico nella ricerca e nell'ambito delle attività professionali.

Tali capacità sono acquisite durante lo studio per la preparazione degli esami e durante la tesi, approfondendo alcuni argomenti specifici anche con la consultazione di articoli su riviste. La valutazione dell'autonomia di giudizio avverrà durante l'esame finale.

#### Abilità comunicative (*communication skills*)

I laureati del Corso di laurea magistrale in scienze dell'universo LM-58 in Astrophysics and Space Science (MASS) devono:

1. Essere in grado di lavorare in un gruppo interdisciplinare.
2. Essere in grado di presentare la propria ricerca o i risultati di una ricerca bibliografica ad un pubblico sia di specialisti che di profani.

Tali abilità saranno acquisite durante i corsi e soprattutto durante la preparazione della tesi, inserendo gli studenti in gruppi di studio, con attività seminariali in inglese. La verifica avverrà durante queste attività e nella prova finale.

#### Capacità di apprendimento (*learning skills*)

I laureati del Corso di laurea magistrale in scienze dell'universo LM-58 in Astrophysics and Space Science (MASS) devono:

1. Essere in grado di affrontare nuovi campi attraverso uno studio autonomo.
2. Acquisire la capacità di proseguire gli studi in un dottorato di ricerca o altre scuole di specializzazione.

Queste capacità vengono acquisite progressivamente durante gli insegnamenti, anche attraverso lo studio di specifici problemi di ricerca e durante il lavoro di tesi, affrontando nuovi campi di ricerca. Esse sono verificate in itinere durante gli esami.

#### Ambiti occupazionali previsti per i laureati

- Accesso al Dottorato di Ricerca
- Astrofisico o Scienziato Spaziale (in Università, Istituti di Ricerca, Agenzie) e in generale accesso alla carriera direttiva della Pubblica Amministrazione.
- Astrofisico o Scienziato Spaziale presso industrie ad elevata tecnologia (ad esempio in industrie che trattano: aerospazio, strumentazione, simulazioni numeriche, analisi dati e trattamento immagini, sistemi satellitari, Intelligenza Artificiale e Data mining, clima e meteo, ottica, tecnologie informatiche, nanotecnologie).
- Professioni correlate alle scienze informatiche (sviluppo di software, analisi economica e finanziaria, analisi di grandi basi di dati, creazione di modelli e simulazioni).

### STRUTTURA DELLA DIDATTICA

#### Frequenza

Gli insegnamenti hanno una durata semestrale e/o annuali.

Per conseguire la laurea magistrale in Astrophysics and Space Science lo studente deve aver acquisito almeno 120 CFU (ECTS), distribuiti nei vari ambiti formativi secondo l'offerta formativa vigente.

Informazioni dettagliate al link: <https://www.master-mass.eu/mobility/>

La laurea si ottiene con il superamento della prova finale.

I progetti per la tesi di laurea magistrale possono essere proposti da tutti i Partner (inclusi Partner Associati). Il numero di progetti proposti per ciascun partner è definito dagli Organi Direttivi MASS (principalmente Teaching Committee) sulla base della sua fattibilità, aspetti etici e concordanza con gli obiettivi e risultati di apprendimento del Programma MASS.

Il lavoro di tesi sarà svolto dallo studente durante il Master e sarà supervisionato congiuntamente da due docenti appartenenti a diverse Università Full Partner e, se del caso, da un rappresentante degli Associated Partners. La discussione della Tesi di Laurea Magistrale si svolgerà presso l'Università Full Partner che ospita lo studente per il quarto semestre. La composizione della commissione di laurea e le regole per la valutazione del lavoro di tesi saranno definite dal Consorzio nel rispetto della normativa nazionale e di ateneo.

### PROVA FINALE

Per conseguire la Laurea Magistrale è prevista una prova finale, il cui superamento comporta l'acquisizione del numero di crediti previsto.

Presso l'Università degli Studi di Roma Tor Vergata, la prova finale consiste nella

elaborazione originale di un lavoro sperimentale o teorico - il cui svolgimento non si protrae di norma oltre i sei mesi dalla data di inizio del lavoro di tesi - che illustri nuovi risultati della ricerca e/o dello sviluppo tecnologico riguardanti l'astrofisica o la scienza spaziale. Tale attività viene svolta dal candidato presso un laboratorio o un gruppo di ricerca dell'ateneo o di un ateneo partner o (previa autorizzazione da parte del Coordinatore) di un ente/azienda esterna all'Ateneo con cui sia in atto una opportuna e valida convenzione. L'argomento della tesi è proposto da un relatore principale (di norma un docente membro del corso di studio) ed un co-relatore, nel settore prescelto dallo studente, ed appartenenti a due delle università partner. Un eventuale responsabile di ente esterno/azienda sarà invitato alla discussione della tesi.

Lo studente dovrà dare comunicazione dell'inizio del lavoro di tesi magistrale al Coordinatore del corso di studio e al TC, presentando agli uffici competenti la domanda di laurea secondo le modalità stabilite dall'ateneo che ospita il relatore principale. Avuta notizia della domanda di laurea, il Coordinatore del corso di studio nominerà un secondo relatore (scelto tra i docenti del corso di studio), che valuterà la tesi e sarà invitato alla seduta di laurea, partecipando alla Commissione che valuterà la prova finale.

La prova finale prevede la presentazione e la discussione di una tesi scritta, in lingua inglese riguardanti la attività di progettazione o di ricerca svolta dallo studente, allo scopo di dimostrare la sua capacità di operare in modo autonomo ed originale, affrontando situazioni anche complesse, e da cui risulti la padronanza degli argomenti trattati e degli strumenti utilizzati.

Localmente, una copia cartacea della tesi dovrà essere consegnata alla segreteria didattica del corso di studio 15 giorni prima della sessione di laurea. La tesi deve essere preparata in modo autonomo dal candidato e deve essere discussa pubblicamente davanti ad una Commissione di sette docenti del corso di studio, i cui componenti effettivi e i due supplenti sono nominati dal direttore del dipartimento di riferimento, su proposta del Coordinatore. Il Coordinatore del corso di studio assume il ruolo di Presidente della Commissione di laurea magistrale. La Commissione al termine della prova esprime la valutazione complessiva in centodecimi, con eventuale lode. Il voto della prova finale dovrà tener conto, oltre che del contenuto della tesi e della sua esposizione, anche del "cursus studiorum" del candidato, valutando: il numero delle lodi conseguite, eventuali altri corsi, cicli di seminari o tirocini formativi sostenuti, periodi di studio o ricerca trascorsi all'estero ed opportunamente certificati, eventuali pubblicazioni ed interventi (orali o poster) a congressi e workshop, nonché il tempo impiegato a concludere gli studi. La media dei voti riportati negli esami sarà pesata con i relativi CFU acquisiti e trasformata in centodecimi.

Al voto di media in centodecimi, per definire il punteggio finale si somma un massimo di 10/110, in cui: i) 2/110 sono assegnati sulla base della carriera dello studente, ovvero - allo scopo di incentivare gli studenti a completare il ciclo di studi nei tempi previsti - conferiti se lo studente si laurea entro la durata normale del corso; ii) un massimo di 5/110 è assegnato sulla base della valutazione della relazione scritta e dell'attività svolta durante il lavoro di tesi; iii) un massimo di 3/110 è assegnato per la qualità della presentazione e della successiva discussione di fronte alla commissione.

Agli studenti che ottengono una votazione complessiva di almeno 112/110 può essere attribuita la lode, su proposta scritta del docente supervisore (fatta pervenire in precedenza al Presidente della Commissione), con voto unanime della Commissione.

## PROSEGUIMENTO DEGLI STUDI

La Laurea Magistrale in scienze dell'universo LM-58 in Astrophysics and Space Science (MASS) consente la prosecuzione degli studi consentendo di applicare a bandi di Dottorato nazionale e internazionale e Master di secondo livello in discipline astrofisiche o spaziali.

## PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

**I programmi e il dettaglio degli insegnamenti erogati sono consultabili al link:**

<https://www.master-mass.eu/>

### **Didattica PROGRAMMATA 2024/2025**

<https://www.master-mass.eu/courses-2/>

<http://uniroma2public.gomp.it/PublicData?mode=course&iso=ita&uid=850a5e18-bd0a-4716-98e8-d4915c6107ab>

### **Didattica EROGATA 2024/2025**

<https://www.master-mass.eu/courses-2/>

<http://uniroma2public.gomp.it/PublicData?mode=classRoom&iso=ita&uid=61b58521-e0f1-4881-8467-523f2b119a72>