

Università degli Studi di Milano-Bicocca

Regolamento didattico

Corso di Studio	F5802Q - ASTROPHYSICS AND SPACE PHYSICS
Tipo di Corso di Studio	Laurea Magistrale
Classe	Classe delle lauree magistrali in Scienze dell'universo (LM-58)
Anno Ordinamento	2021/2022
Anno Regolamento (coorte)	2024/2025

Presentazione

Struttura didattica di riferimento	DIPARTIMENTO DI FISICA "GIUSEPPE OCCHIALINI"
Docenti di Riferimento	- SEBASTIANO CANTALUPO - MONICA COLPI - MASSIMO DOTTI - MICHELE FUMAGALLI - DAVIDE GEROSA - BRUNO GIACOMAZZO - FEDERICO NATI - ALBERTO SESANA
Tutor	- SEBASTIANO CANTALUPO - MONICA COLPI - MASSIMO DOTTI - MICHELE FUMAGALLI - MASSIMO GERVASI - ALBERTO SESANA - MARIO ZANNONI
Durata	2 Anni
CFU	120
Titolo Rilasciato	Laurea Magistrale in ASTROPHYSICS AND

	SPACE PHYSICS
Titolo Congiunto	No
Doppio Titolo	No
Modalità Didattica	Convenzionale
Lingua/e in cui si tiene il Corso	Inglese
Indirizzo internet del Corso di Studio	https://www.fisica.unimib.it/it/didattica/corsi-studio#main-content
Il corso è	Trasformazione di corso 509
Massimo numero di crediti riconoscibili	12
Corsi della medesima classe	F5801Q - ASTROFISICA E FISICA DELLO SPAZIO
Sedi del Corso	MILANO (Responsabilità Didattica)

Art.1 Il Corso di studio in breve

Il Corso di laurea magistrale in Astrophysics and Space Physics appartiene alla Classe delle Lauree Magistrali in Scienze dell'Universo (LM-58) e ha una durata di due anni. Per il conseguimento della Laurea Magistrale si richiede l'acquisizione di 120 Crediti Formativi Universitari (CFU) di cui 72 sono acquisiti attraverso esami di profitto, 3 con ulteriori attività formative e 45 con la prova finale, caratterizzata da un elevato contenuto di ricerca e originalità.

Il Corso di laurea magistrale è ad accesso libero: per le modalità di ammissione si veda l'art.6 del Regolamento didattico.

La lingua ufficiale del Corso è l'inglese. Tutti gli insegnamenti saranno impartiti in lingua inglese.

Al termine degli studi viene rilasciato il titolo di Laurea Magistrale in Astrophysics and Space Physics.

Il titolo consente l'accesso a: Dottorato di Ricerca o Master di II livello attivati presso l'Università degli Studi di Milano - Bicocca o presso altri Atenei secondo le modalità stabilite nei rispettivi regolamenti.

Il Corso di laurea magistrale intende fornire una solida preparazione culturale e metodologica in Astrofisica, Cosmologia, Fisica della Gravitazione e dello Spazio. Il percorso formativo prevede una pluralità di attività didattiche: dagli insegnamenti frontali in campo osservativo, teorico-interpretativo e sperimentale, complementati da sessioni pratiche, a un laboratorio caratterizzante. Il laureato magistrale in questa disciplina viene preparato alla professione di Astrofisico con competenze in ambito fisico-matematico, computazionale e gestione di grandi moli di dati. Grazie alla stretta interazione tra le attività formative fondamentali e quelle più specifiche culminate nel lavoro di tesi, il laureato magistrale in Astrophysics and Space Physics è in grado di applicare le proprie conoscenze, capacità di comprensione e analisi critica al mondo del lavoro, della ricerca scientifica a livello nazionale ed internazionale, dell'insegnamento secondario e della divulgazione scientifica.

Breve descrizione in inglese

The Master Course in Astrophysics and Space Physics belongs to the Class of Sciences of the Universe (LM-58). The nominal duration of the Course is two years. In order to obtain the Master Degree it is necessary to acquire 120 Course Credits (CFU), among which 72 are obtained through final exams and 48 obtained writing and editing of a Master Thesis (45 CFU) of high research content and novelty. 3 additional CFUs are acquired by exploiting additional educational activities.

The Course is open access: for the admission modalities please refer to art.6 of the Course regulation.

The official language is English. All courses are taught in English.

At the end of the Master Course, we release the Master Degree in Astrophysics and Space Physics

The Master Degree allows access to: PhD or/and Master courses of advanced level (level II) present at the University of Milano - Bicocca and in Universities and Research Centers worldwide.

The Master Course provides solid training in fields associated with Astrophysics, Physics and Math. Students are trained to tackle complexities related to the acquisition and analysis of large bodies of astronomical data and their physical interpretation as well as complexities in the development of astronomical instrumentation of high technological content. They are trained to become scientists in universities and research centers, as researchers in industries, as school teachers, as software developers, as experts in science communication.

Art.2 Obiettivi formativi specifici e descrizione del percorso formativo

Il Corso di laurea magistrale in Astrophysics and Space Physics, in lingua inglese, si colloca nel quadro di riferimento per i Corsi di studio di secondo ciclo in Scienze dell'Universo. Il Corso, oltre a proporre allo studente approfondimenti che ampliano le conoscenze acquisite durante il primo ciclo di studi nell'ambito delle discipline fisiche, fornisce una solida formazione nelle discipline che caratterizzano la classe LM-58. In particolare, il laureato magistrale acquisisce competenze nella modellizzazione di sistemi complessi nei campi dell'astrofisica e fisica dello spazio e nell'uso di strumentazione tecnologicamente avanzata e metodi di calcolo parallelo. Questo permetterà al laureato magistrale sia di collaborare sia di assumere la diretta responsabilità nella progettazione e conduzione di attività di ricerca. La padronanza della lingua inglese permetterà al laureato magistrale di operare anche in un contesto internazionale.

Il Corso è strutturato in modo da permettere allo studente la scelta di un percorso formativo in cui siano accentuati gli aspetti osservativi, sperimentali, tecnologici oppure di carattere teorico, senza tuttavia trascurare una comune formazione di base nell'ambito dell'Astrofisica e della Fisica dello Spazio. Il percorso formativo prevede insegnamenti obbligatori di tipo caratterizzante con lo scopo di fornire conoscenze fondamentali comuni a tutti gli studenti nei vari campi dell'astrofisica (dalle piccole alle grandi scale) e insegnamenti obbligatori a scelta, sia di tipo caratterizzante sia di tipo affine, finalizzati all'apprendimento di nozioni che permettano una maggiore specializzazione in determinati campi di ricerca e che siano utili ai fini del lavoro di tesi magistrale. Il percorso formativo si completa con attività a scelta libera dello studente, con "Ulteriori attività formative" e con la prova finale.

Nello specifico, gli insegnamenti impartiti sono riconducibili a tre aree:

1. Area della Formazione Comune: prevede insegnamenti volti ad approfondire conoscenze ritenute fondamentali in ambito astrofisico, assicurando un'ampia base comune a tutti gli studenti. Questi insegnamenti coprono i fondamenti dell'astrofisica stellare ed extragalattica, della cosmologia e dell'astrofisica relativistica e degli oggetti compatti, affiancati da sessioni pratiche di analisi di grandi moli di dati e di modellizzazione numerica di sistemi complessi.

2. Area della Formazione Specialistica: prevede insegnamenti volti ad approfondire aspetti osservativi, teorico/interpretativi e sperimentali dell'astrofisica contemporanea. In particolare, gli insegnamenti erogati forniscono:

- una conoscenza approfondita degli strumenti di acquisizione dati utilizzati per la rilevazione dei diversi segnali (onde elettromagnetiche, raggi cosmici e onde gravitazionali) che contribuiscono alla nuova astrofisica multi-messaggera;
- una conoscenza approfondita delle sorgenti di onde gravitazionali, di estrema importanza ed attualità sia per gli esperimenti esistenti che per i futuri esperimenti di interferometria spaziale;
- approfondimenti su aspetti di grande attualità nella cosmologia contemporanea, che includono le frontiere dello studio della radiazione cosmica di fondo e della formazione ed evoluzione delle strutture

su grande scala.

3. Area della Formazione di Completamento: prevede ulteriori insegnamenti in astrofisica ed in campi affini in modo da fornire competenze trasversali utili all'attività di tesi ed ai possibili sbocchi occupazionali. Nello specifico vengono ampliate le conoscenze trasversali in statistica Bayesiana avanzata, con lo studio di algoritmi numerici per il campionamento dello spazio dei parametri, ed in simulazioni numeriche e calcolo parallelo ad alte prestazioni. Gli insegnamenti di quest'area coprono le aree comuni fra l'astrofisica e la fisica della gravitazione e delle particelle.

Le modalità e gli strumenti didattici con cui vengono conseguiti i risultati di apprendimento attesi comprendono lezioni frontali, esercitazioni, attività di laboratorio, preparazione della tesi di laurea. I risultati vengono verificati mediante colloqui, prove scritte, prove pratiche e relazioni sull'attività svolta, redazione e discussione della tesi di laurea magistrale.

I risultati di apprendimento attesi sono espressi tramite i Descrittori di Dublino:

“Conoscenza e comprensione” e “Capacità di applicare conoscenza e comprensione” (Sintesi)

Conoscenza e capacità di comprensione

I laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics acquisiscono una conoscenza ampia di tematiche avanzate nel campo dell'astrofisica, della cosmologia e delle tecnologie in ambito spaziale e in ambito astronomico. Acquisiscono inoltre conoscenza dei metodi di indagine della fisica/astrofisica e delle metodologie sperimentali. Acquisiscono infine strumenti matematici, statistici ed informatici propri della fisica e astrofisica e delle loro applicazioni.

Le conoscenze e capacità di comprensione vengono acquisite attraverso le lezioni frontali, le esercitazioni e l'attività di laboratorio, e verificate mediante prove d'esame.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics sono in grado di applicare il metodo scientifico sia alla modellizzazione e all'indagine in ambito fisico ed astrofisico sia in contesti multidisciplinari. Sono inoltre in grado di applicare tecniche e contenuti di carattere avanzato nella formulazione e risoluzione di problemi complessi nei campi dell'astrofisica e fisica dello spazio ed al di fuori di questi.

Le competenze vengono acquisite attraverso le lezioni frontali, le esercitazioni e l'attività di laboratorio e la preparazione della tesi di laurea e vengono verificate mediante prove d'esame, redazione e discussione della tesi di laurea.

“Conoscenza e comprensione” e “Capacità di applicare conoscenza e comprensione”: Dettaglio

1. Area della Formazione Comune:

Conoscenza e comprensione

Mediante la Formazione Comune i laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics:

- i - acquisiscono una conoscenza ampia di tematiche avanzate nel campo dell'Astrofisica e della Cosmologia;
- ii. - acquisiscono conoscenza dei metodi di indagine della fisica/astrofisica;
- iii. - assumono strumenti matematici, informatici e di calcolo propri della fisica e astrofisica e delle loro applicazioni.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Mediante la Formazione Comune i laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics sono in grado

di applicare il metodo scientifico sia alla modellizzazione e all'indagine di settori inseriti in contesti sopra indicati che in contesti multidisciplinari.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

- Introduction to Cosmology
- Introduction to Galaxies
- Relativistic Astrophysics
- Stellar Astrophysics

2. Area della Formazione Specialistica:

Conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics, attraverso la frequenza di insegnamenti specifici di quest'area acquisiscono una conoscenza approfondita degli aspetti osservativi, teorico/interpretativi e sperimentali dell'astrofisica contemporanea.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics, attraverso la frequenza di insegnamenti specifici di quest'area sono in grado di applicare tecniche e contenuti di carattere avanzato nella formulazione e risoluzione di problemi complessi in campi dell'astrofisica contemporanea, propedeutici per il lavoro di tesi finale.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

- Astronomical Instrumentation
- Astrophysics of Gravitational Waves
- Cosmic Structure Formation
- Dynamics of Stellar Systems
- Experimental Cosmology
- Laboratory of Data Acquisition

3. Area della Formazione di Completamento:

Conoscenza e comprensione

I laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics, attraverso la frequenza di insegnamenti specifici di quest'area, acquisiscono una conoscenza trasversale in campi affini all'astrofisica.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Grazie a questi insegnamenti, i Laureati Magistrali in Astrophysics and Space Physics acquisiscono un buon livello di comprensione e competenze trasversali in astrofisica e campi affini.

Le conoscenze e capacità sono conseguite e verificate nelle seguenti attività formative:

- Astrostatistics and Machine Learning
- Cosmic Rays
- General Relativity
- Modern Cosmology and Galaxy Formation
- Numerical Relativity
- Radiative Processes

Autonomia di giudizio

I laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics acquisiscono:

- piena capacità di ampliare ed integrare le proprie conoscenze al fine di formulare giudizi appropriati;
- capacità di utilizzare le proprie conoscenze e le metodologie acquisite per formulare in autonomia giudizi critici su problemi in ambito scientifico e sistemi analizzabili con metodo scientifico;
- capacità di riflessione sull'etica della scienza e rilevanza sociale dell'astrofisica e della fisica dello spazio.

La capacità di integrare in autonomia le proprie conoscenze viene sviluppata attraverso insegnamenti che indirizzino ad approfondimenti autonomi su soggetti specifici anche attraverso la consultazione di articoli sulle principali riviste scientifiche. Viene ulteriormente coltivata nel periodo di preparazione della tesi di laurea magistrale, durante il quale lo studente è stimolato a procedere in autonomia su un argomento di particolare interesse per l'astrofisica e la fisica dello spazio.

Il conseguimento della capacità di integrare le proprie conoscenze e di un'autonomia di giudizio che comprenda anche la riflessione sulle proprie responsabilità etiche e sociali viene verificato durante gli esami di profitto e nella prova finale.

Abilità comunicative

I laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics possiedono:

- capacità di comunicare in modo chiaro e privo di ambiguità le proprie conoscenze, i propri giudizi e i risultati conseguiti, sia in forma scritta sia in forma orale anche con l'ausilio di mezzi audiovisivi;
- capacità di adeguare il livello della comunicazione agli interlocutori a cui è rivolta;
- capacità di comunicare, interagire e sviluppare sinergie all'interno di un gruppo di lavoro;
- capacità di discutere in un inglese scientifico corretto che permetterà al laureato di inserirsi nel panorama internazionale.

La capacità di comunicare, interagire e sviluppare sinergie all'interno di un gruppo di lavoro viene curata negli insegnamenti di laboratorio, durante i quali lo studente viene collocato in un ristretto gruppo di lavoro a cui viene assegnato un compito e un preciso obiettivo. La capacità di comunicare le proprie conoscenze, i risultati conseguiti, le proprie conclusioni e la ratio ad esse sottese viene stimolata e verificata in tutti gli insegnamenti; viene ulteriormente sviluppata durante il periodo di preparazione della tesi di laurea magistrale e accertata nella prova finale.

Capacità di apprendimento

I laureati magistrali in Astrophysics and Space Physics acquisiscono:

- capacità di consultazione mirata di testi e pubblicazioni scientifiche;
- capacità di integrare in autonomia, secondo le necessità e le esigenze, la propria formazione e le proprie conoscenze ricorrendo a testi e pubblicazioni scientifiche avanzate;
- capacità di proseguire gli studi in un Dottorato di ricerca o Master di secondo livello o scuole di specializzazione.

Le capacità di consultazione di testi e pubblicazioni scientifiche e di integrazione secondo necessità vengono sviluppate attraverso insegnamenti che stimolano ad approfondimenti autonomi su soggetti specifici anche attraverso la ricerca e lo studio di riferimenti bibliografici originali. La progressiva acquisizione di queste capacità viene verificata attraverso colloqui e prove collegate agli esami di profitto. Queste capacità vengono estese nel periodo di preparazione della tesi di laurea magistrale, durante il quale si richiede al laureando un ampliamento mirato ed autonomo delle proprie conoscenze. La prova finale è volta anche alla verifica dell'acquisizione di queste capacità.

Art.3 Profili professionali e sbocchi occupazionali

Astrofisici - Astronomi

3.1 Funzioni

Il laureato magistrale in Astrophysics and Space Physics è in grado di svolgere funzioni quali la raccolta e l'analisi dei dati, la progettazione, realizzazione e caratterizzazione di strumentazione tecnologica, lo sviluppo di modelli teorici, sia analitici che numerici, per la simulazione di sistemi complessi inserendosi in enti di ricerca pubblici e privati e/o in aziende che richiedono tali competenze.

3.2 Competenze

Le attività didattiche previste dal Corso di laurea magistrale in Astrophysics and Space Physics forniscono adeguate competenze teoriche e sperimentali per consentire ai laureati magistrali:

- lo sviluppo di ricerca scientifica di alto livello, anche con compiti propositivi e di coordinamento;
- la promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché la progettazione e gestione delle tecnologie in ambiti correlati con le discipline fisiche e astrofisiche nei settori dell'industria;
- il trasferimento di conoscenze e know-how tecnologico sviluppati nell'ambito della ricerca di base al sistema economico e produttivo;
- la realizzazione e impiego di modelli di realtà complesse in ambiti diversi da quello scientifico.

3.3 Sbocchi professionali

Il laureato magistrale in Astrophysics and Space Physics avrà le competenze necessarie per lavorare:

- come coordinatore o facente parte di gruppi di ricerca presso università ed enti di ricerca pubblici e privati;
- presso industrie con elevato impatto tecnologico, in particolare spaziale, ottica, microelettronica, telecomunicazioni, informatica;
- come sviluppatore ed elaboratore di modelli finanziari presso banche, imprese finanziarie, società di consulenza;
- come divulgatore ad alto livello della cultura scientifica con particolare riferimento ai diversi aspetti, teorici, sperimentali e applicativi, della fisica classica e moderna, dell'astrofisica e della cosmologia.

Il Corso prepara alle professioni di:

Classe: 2.1.1 - Specialisti in scienze matematiche, informatiche, chimiche, fisiche e naturali

Categoria: 2.1.1.1 - Fisici e astronomi

Unità Professionale: 2.1.1.1.1 - Fisici

Classe: 2.1.1 - Specialisti in scienze matematiche, informatiche, chimiche, fisiche e naturali

Categoria: 2.1.1.1 - Fisici e astronomi

Unità Professionale: 2.1.1.1.2 - Astronomi ed astrofisici

Classe: 2.6.2 - Ricercatori e tecnici laureati nell'università

Categoria: 2.6.2.1 - Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione, fisiche, chimiche, della terra

Unità Professionale: 2.6.2.1.2 - Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze fisiche

Art.4 Norme relative all'accesso

Per essere ammessi al Corso di laurea magistrale in Astrophysics and Space Physics occorre essere in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, o di un titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo.

Sono richieste conoscenze di base negli ambiti della Matematica (calcolo differenziale, meccanica analitica e geometria), della Fisica Classica (sia in ambito teorico che sperimentale) e della Meccanica Quantistica.

Il possesso della laurea nella classe L-30 soddisfa il requisito curriculare.

Per gli studenti provenienti da altre classi di laurea è richiesto il possesso di almeno 18 CFU nei Settori scientifico-disciplinari MAT/01-MAT/09 e di almeno 18 CFU nei Settori scientifico-disciplinari FIS/01-FIS/08.

Per essere ammessi è anche richiesto un livello di conoscenza della lingua inglese non inferiore al livello B2.

Art.5 Modalità di ammissione

Verificati i requisiti curricolari (laurea nella classe L-30 oppure almeno 18 CFU nei Settori scientifico-disciplinari MAT/01-MAT/09 e almeno 18 CFU nei Settori scientifico-disciplinari FIS/01-FIS/08 o equivalenti per gli studenti con titolo straniero), l'ammissione al Corso di laurea magistrale in Astrophysics and Space Physics è condizionata alla valutazione dell'adeguatezza della personale preparazione che sarà effettuata mediante un colloquio davanti ad apposita Commissione.

La Commissione verificherà le conoscenze necessarie e suggerirà agli studenti un percorso adeguato per seguire gli studi con profitto. Qualora dal curriculum del candidato non si evinca un'adeguata preparazione in Meccanica Quantistica, acquisita anche mediante la frequenza di corsi singoli e il superamento dei relativi esami, essa verrà verificata nel colloquio.

I candidati in possesso di un titolo di laurea in Fisica, Astrofisica o Astronomia (classe L-30) con una votazione finale uguale o superiore a 82/110 sono esonerati dal colloquio di ammissione. I candidati con titolo straniero equivalente, cioè BSc (o equivalente titolo di studio triennale) in Physics, Astrophysics o Astronomy, con una votazione finale uguale o superiore ad un G.P.A. di 3 su 4 (o equivalente) sono allo stesso modo esonerati dal colloquio di ammissione fermo restando il possesso di tutti i requisiti curricolari.

I tempi e le modalità di presentazione della domanda di valutazione dei titoli, nonché le date e le modalità di svolgimento dei colloqui e degli eventuali esami scritti, saranno pubblicate nel sito del Corso, all'indirizzo <https://elearning.unimib.it/course/view.php?id=39343&lang=en>

Per chi risiede ad una distanza maggiore di 100 km dall'Ateneo oppure si trovasse fuori sede per documentata attività di studio o di lavoro o per documentati motivi di salute la commissione può dare, su richiesta, la possibilità di effettuare il colloquio in teleconferenza.

Per l'ammissione al Corso è anche richiesto un livello di conoscenza della lingua inglese non inferiore al livello B2. Il requisito di conoscenza della lingua inglese si considera soddisfatto se il candidato:

- a) è in possesso di una certificazione, riconosciuta dall'Ateneo, rilasciata da un Ente accreditato, corrispondente al livello B2;
- b) ha superato, nell'ambito della carriera universitaria pregressa, un esame di almeno 4 CFU appartenente ad uno dei Settori Scientifico-Disciplinari tra L-LIN/10, L-LIN/11, L-LIN/12
- c) ha conseguito l'open badge Bbetween Inglese B2 dell'Ateneo di Milano - Bicocca;
- d) ha conseguito una laurea erogata interamente o prevalentemente in lingua inglese.

In alternativa all'iscrizione a tempo pieno, lo studente può effettuare un'iscrizione part-time secondo le modalità definite nell'art. 12 del Regolamento degli Studenti.

Art.6 Organizzazione del Corso

Il Corso di laurea magistrale in Astrophysics and Space Physics è caratterizzato da un primo anno in cui sono concentrati gli insegnamenti e un secondo anno dedicato prevalentemente alla tesi di laurea magistrale.

Il Corso di laurea magistrale in Astrophysics and Space Physics prevede un solo curriculum. Il percorso formativo è organizzato in: attività formative caratterizzanti, per un totale di 48 CFU; attività formative affini o integrative, per un totale di 12 CFU; altre attività, per un totale di 60 CFU.

Tutti gli insegnamenti sono impartiti in lingua inglese.

6.1 - Articolazione delle attività formative

I Anno - 60 CFU totali

Insegnamenti caratterizzanti obbligatori (30 CFU):

- Stellar Astrophysics, FIS/05 - 8 CFU (ambito osservativo-sperimentale)
- Relativistic Astrophysics, FIS/05 - 8 CFU (ambito astronomico-teorico)
- Introduction to Cosmology, FIS/05 - 6 CFU (ambito astronomico-teorico)
- Introduction to Galaxies, FIS/05 - 8 CFU (ambito osservativo-sperimentale)

Tre insegnamenti caratterizzanti obbligatori a scelta tra i seguenti (18 CFU):

- Laboratory of Data Acquisition, FIS/05 - 6 CFU (ambito astronomico - tecnologico)
- Cosmic Structure Formation, FIS/05 - 6 CFU (ambito astronomico – tecnologico)
- Dynamics of Stellar Systems, FIS/05 - 6 CFU (ambito astronomico – tecnologico)
- Astrophysics of Gravitational Waves, FIS/05 - 6 CFU (ambito astronomico – tecnologico)
- Experimental Cosmology, FIS/05 - 6 CFU (ambito astronomico – tecnologico)
- Astronomical Instrumentation, FIS/05 - 6 CFU (ambito astronomico - tecnologico)

Lo studente dovrà acquisire inoltre 12 CFU a scelta fra i seguenti insegnamenti affini o integrativi:

- Radiative Processes, FIS/05 - 6 CFU
- Modern Cosmology and Galaxy Formation, FIS/05 - 6 CFU
- Cosmic Rays, FIS/01 - 6 CFU
- Astrostatistics and Machine Learning, FIS/05 - 6 CFU
- Numerical Relativity, FIS/02 - 6 CFU
- General Relativity, FIS/02 - 6 CFU

II Anno - 60 CFU totali

Attività obbligatorie:

Attività a libera scelta dello studente - 12 CFU;

Further learning activities - 3 CFU (vedi articolo 6.5);

Master thesis - 45 CFU.

6.2 - Attività caratterizzanti

Gli insegnamenti caratterizzanti sono volti a trasmettere le conoscenze fondamentali in ambito astrofisico e ad approfondire gli aspetti osservativi, teorici e sperimentali dell'astrofisica contemporanea. Le tematiche trattate in queste attività spaziano dall'astrofisica stellare e delle galassie alla cosmologia, dall'astrofisica degli oggetti compatti alla presa e analisi dati.

6.3 - Attività affini o integrative

Nelle attività formative affini o integrative rientrano attività opzionali che comportano approfondimenti nelle discipline della astrofisica, della fisica sperimentale e teorica o comunque volte ad assicurare allo studente una formazione interdisciplinare e costantemente aggiornata.

6.4 - Attività formative a scelta dello studente

Sono riservati 12 CFU ad attività formative a scelta dello studente. Secondo quanto previsto dal D.M. 16- 03-2007 – art.3, lo studente potrà scegliere i 12 CFU tra tutti gli insegnamenti attivati nei corsi di laurea magistrale dell'Ateneo purché coerenti con il percorso formativo. La coerenza si riferisce al singolo piano di studio presentato e andrà perciò valutata dalla Commissione Piani di Studio. In base alla normativa vigente, ai fini del computo del numero complessivo degli esami, le attività a scelta dello studente contano come un solo esame.

6.5 - Ulteriori attività formative

L'acquisizione di 3 CFU relativi alle "Ulteriori attività formative" avviene secondo le modalità di seguito specificate.

Gli studenti ITALIANI possono scegliere tra:

- 3 CFU di altre conoscenze utili per il mondo del lavoro, con la partecipazione alle attività previste in Ateneo per il progetto I-Bicocca (I-Bicocca Silver, 1 CFU, I-Bicocca Gold, 2 CFU, I-Bicocca Platinum, 3 CFU)

oppure

- 3 CFU di ulteriori conoscenze linguistiche, con il superamento di una prova di verifica di Ateneo di conoscenza di una lingua straniera diversa dall'inglese, di livello B2, a scelta tra la lingua francese, spagnola o tedesca oppure con il superamento di una prova di verifica di Ateneo di conoscenza della lingua inglese, di livello C1.

Gli studenti italiani già in possesso di certificazioni rilasciate dall'Ateneo o da Enti accreditati dall'Ateneo, attestanti conoscenze linguistiche, di livello pari o superiore al B2 per le lingue francese, spagnolo o tedesco, oppure attestanti conoscenze linguistiche, di livello pari o superiore al C1 per la lingua inglese, avranno diritto all'esonero dalla prova e al riconoscimento dei crediti previsti.

Gli studenti STRANIERI devono invece necessariamente conseguire 3 CFU di ulteriori conoscenze linguistiche, con il superamento di una prova di verifica di Ateneo di conoscenza della lingua italiana, di livello A2.

Gli studenti stranieri già in possesso di certificazioni rilasciate dall'Ateneo o da Enti accreditati dall'Ateneo, attestanti conoscenze linguistiche, di livello pari o superiore al livello A2, avranno diritto all'esonero dalla prova e al riconoscimento dei crediti previsti.

Le informazioni circa le modalità di svolgimento delle prove o l'acquisizione dei crediti sono definite a livello di Ateneo e saranno disponibili sul sito di Ateneo, all'indirizzo

<https://www.unimib.it/didattica/lingue-unimib>.

6.6 - Stage

Gli stage sono inclusi nelle attività preparatorie della prova finale.

6.7 - Forme didattiche

Le attività didattiche consistono in lezioni frontali, esercitazioni in aula e in laboratorio, e attività seminariali integrative in cui i docenti approfondiscono alcuni argomenti trattati nella didattica frontale. L'acquisizione delle conoscenze e delle competenze da parte dello studente viene valutata in crediti formativi universitari (CFU). 1 CFU corrisponde ad un impegno temporale medio per uno studente del corso pari a 25 ore, comprensive delle attività formative attuate dal Corso di laurea magistrale e dell'impegno riservato allo studio personale o ad altre attività formative individuali. Per l'acquisizione di 1 CFU sono previste 7 ore di lezione frontale, ovvero 8-12 ore di esercitazioni, ovvero 8-12 ore di laboratorio.

I crediti corrispondenti a ciascuna attività formativa sono attribuiti allo studente previo il superamento dell'esame di profitto o a seguito di altra forma di verifica della preparazione e delle competenze

acquisite.

6.8 - Modalità di verifica del profitto

Gli esami di profitto possono essere scritti e/o orali. Gli insegnamenti di laboratorio possono comprendere anche verifiche pratiche. La valutazione finale prevede comunque un colloquio. La verifica per le attività di stage prevede una breve relazione scritta e una presentazione ad una commissione di docenti.

Dettagli sulla modalità di verifica e valutazione di ogni singolo insegnamento previsto nel piano didattico sono reperibili sul sito e-learning del Corso di Studio alla voce INSEGNAMENTI <https://elearning.unimib.it/course/index.php?categoryid=7449>

6.9 - Frequenza

La frequenza è obbligatoria per le attività di laboratorio (almeno il 75%) ed è fortemente consigliata per le altre attività didattiche.

6.10 - Piano di studio

Il piano di studio è l'insieme delle attività formative obbligatorie, delle attività previste come opzionali e delle attività formative scelte autonomamente dallo studente in coerenza con l'Ordinamento e il Regolamento didattico del corso di studio. È possibile presentare un piano di studi individuale comprendente anche attività formative diverse da quelle previste dal Regolamento didattico, purché in coerenza con l'Ordinamento didattico del corso di studi dell'anno accademico di immatricolazione.

Allo studente viene attribuito un piano di studio all'atto dell'iscrizione al primo anno, che costituisce il piano di studio statutario. Successivamente lo studente deve presentare un proprio piano di studio con l'indicazione delle attività opzionali e di quelle a scelta.

Il piano di studio è approvato dal Consiglio di Coordinamento Didattico. Le modalità e le scadenze di presentazione del piano sono definite dall'Ateneo. Il diritto dello studente di sostenere prove di verifica relative a un'attività formativa è subordinato alla presenza dell'attività stessa nell'ultimo piano di studio approvato.

Per quanto non previsto si rinvia al Regolamento d'Ateneo per gli studenti.

6.11 - Propedeuticità/sbarramenti

Non sono previste propedeuticità. E' opportuno tuttavia che lo studente si assicuri di possedere i prerequisiti richiesti da ciascun insegnamento come riportato nel syllabus di ogni attività, disponibile all'indirizzo del Corso <https://elearning.unimib.it/course/index.php?categoryid=7450>.

6.12 - Scansione delle attività formative e appelli d'esame

Gli insegnamenti caratterizzanti e affini e integrativi che concorrono alle attività formative sono collocati nel primo anno, organizzati in due semestri. Il secondo anno è dedicato alle restanti attività formative e alla preparazione della prova finale.

Gli appelli d'esame si svolgono di norma nei periodi di pausa dell'attività didattica. Per ciascun insegnamento gli appelli d'esame dovranno rispettare i vincoli imposti dal Regolamento Didattico di Ateneo.

6.13 - Accordi per la mobilità internazionale degli studenti

Il Corso di laurea magistrale incoraggia gli studenti a fruire di periodi di formazione all'estero aderendo a diversi programmi di mobilità internazionale, nell'ambito dei quali sono in atto convenzioni (accordi bilaterali) con diverse Università straniere di prestigio.

Il Programma "Erasmus+ ai fini di studio" consente agli studenti di fare un'esperienza di studio all'estero presso un Ateneo straniero per un periodo che può andare da un minimo di 3 mesi ad un massimo di un anno. Durante il periodo all'estero gli studenti possono studiare e sostenere esami che saranno riconosciuti nel piano di studi ai fini del conseguimento della Laurea magistrale.

Il Programma "Erasmus+ ai fini di Traineeship" prevede attività di training e stage, anche in funzione

della stesura della tesi, presso aziende UE sia private che pubbliche, laboratori universitari e non.

Il Programma “Exchange Extra-EU” prevede training e stage presso aziende Extra-UE sia private che pubbliche; training e stage in laboratori universitari e non; preparazione della tesi in cotutela presso istituzioni di Istruzione superiore, Centri di ricerca e ONG Extra-UE.

Il Corso di laurea magistrale prevede una Commissione dedicata alla mobilità internazionale degli studenti (Commissione Internazionalizzazione). La Commissione si occupa sia di sviluppare gli aspetti di internazionalizzazione del Corso sia di assistere gli studenti nei programmi di mobilità internazionale.

Durante lo svolgimento dell’attività di stage/tesi all'estero, lo studente sarà assistito da un docente del Corso che svolgerà il ruolo di relatore interno e che monitorerà costantemente il lavoro e consiglierà lo studente durante tutto il percorso.

Gli Atenei stranieri convenzionati con il Dipartimento di Fisica sono disponibili al seguente link: <https://www.unimib.it/internazionalizzazione/erasmus-studio/selezioni-erasmus-studio>, alla voce “Destinazioni per la mobilità”.

Le modalità di partecipazione e le scadenze dei vari programmi sono riportati nei bandi pubblicati sul sito web di Ateneo: <https://www.unimib.it/internazionalizzazione/mobilita-internazionale>.

6.14 - Iscrizione a tempo parziale

Il Corso di laurea magistrale prevede l’iscrizione a tempo parziale secondo le modalità definite all’art.12 del Regolamento degli Studenti dell’Università degli Studi di Milano - Bicocca (https://www.unimib.it/sites/default/files/2023-11/reg-stud_Versione%20sito.pdf). Si intende così garantire agli studenti, che non possono frequentare con continuità, la possibilità di prolungare il percorso formativo di studio per un numero di anni pari al doppio della durata normale del Corso.

In base al suddetto Regolamento il numero di crediti acquisibili non potrà superare quanto indicato per singolo anno, anche in presenza di convalide, riconoscimenti o esami non sostenuti negli anni precedenti.

Il percorso a tempo parziale è articolato su quattro anni, come di seguito specificato:

I ANNO - 30 CFU totali

- Stellar Astrophysics - 8 CFU
- Relativistic Astrophysics - 8 CFU
- Introduction to Cosmology - 6 CFU
- Introduction to Galaxies - 8 CFU

I ANNO BIS - 24 CFU totali

- Due insegnamenti a scelta (12 CFU - ambito Astronomico tecnologico):
Laboratory of Data Acquisition, Cosmic Structure Formation, Astrophysics of Gravitational Waves, Experimental Cosmology, Astronomical Instrumentation, Dynamics of Stellar Systems.
- Due insegnamenti (12 CFU - di tipo affine integrativo) a scelta tra:
Radiative Processes, Modern Cosmology and Galaxy Formation, Cosmic Rays, Astrostatistics and Machine Learning, Numerical Relativity, General Relativity.

II ANNO - 21 CFU totali

- Un ulteriore insegnamento a scelta da 6 CFU tra i caratterizzanti in ambito Astronomico-tecnologico:
Laboratory of Data Acquisition, Cosmic Structure Formation, Astrophysics of Gravitational Waves, Experimental Cosmology, Astronomical Instrumentation, Dynamics of Stellar Systems.
- Insegnamenti a scelta libera dello studente - 12 CFU
- Further learning activities - 3 CFU (vedi articolo 6.5)

II ANNO BIS - 45 CFU totali
- Master thesis, 45 CFU

Dettagli sulla modalità di verifica e valutazione di ogni singolo insegnamento previsto nel piano didattico sono reperibili sul sito e-learning del Corso di Studio alla voce INSEGNAMENTI <https://elearning.unimib.it/course/index.php?categoryid=7449>

Art.7 Prova finale

Tesi di Laurea Magistrale in Astrophysics and Space Physics (45 CFU)

La preparazione della tesi di laurea magistrale costituisce un momento fondamentale del percorso di studi. In questo periodo lo studente completa la sua formazione sfruttando le competenze acquisite ed è guidato da un docente in un percorso di ricerca su un tema di particolare interesse e attualità per l'astrofisica e la cosmologia negli aspetti teorico/interpretativo/tecnologico, o su un tema di interesse per la storia o didattica dell'astrofisica.

La preparazione della tesi di laurea magistrale può prevedere la possibilità di un periodo presso imprese o enti di ricerca, in Italia o all'estero. In ogni caso vengono assegnate allo studente figure guida, il relatore e un correlatore, che seguono lo studente nella sua ricerca.

L'attività svolta durante la tesi si completa con la preparazione di un elaborato originale in lingua inglese e la sua discussione in seduta pubblica.

Art.8 Modalità di svolgimento della Prova finale

Per essere ammesso alla prova finale lo studente deve avere acquisito almeno 75 CFU.

La prova finale consiste in una tesi elaborata in modo originale dallo studente sotto la guida di un relatore. La discussione della tesi avverrà di fronte ad una Commissione nominata dal Presidente della Scuola di Scienze. La tesi dovrà essere scritta in lingua inglese. La discussione sarà svolta in lingua inglese. Il voto finale di laurea magistrale, espresso in centodecimi, verrà conferito tenendo conto della carriera del candidato e del giudizio del relatore e della Commissione, secondo i criteri deliberati dal Consiglio di Coordinamento Didattico di Fisica e Astrofisica.

Art.9 Riconoscimento CFU e modalità di trasferimento

In caso di trasferimento da altro Ateneo il riconoscimento di eventuali esami sostenuti viene effettuato da un'apposita Commissione, nominata dal Consiglio di Coordinamento Didattico, sulla base della conformità fra i contenuti del corso di provenienza e quelli del corso a cui si vuole accedere. È ammesso il riconoscimento parziale di un insegnamento.

Riconoscimento di attività professionali

In base al D.M. 270/2004 e alla L. 240/2010, le università possono riconoscere come crediti formativi universitari le conoscenze e abilità professionali certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'università abbia concorso per un massimo di 12 CFU, complessivamente tra corsi di laurea e laurea magistrale.

Art.10 Attività di ricerca a supporto delle attività formative che caratterizzano il profilo del Corso di studio

Presso i Dipartimenti di Fisica "G.Occhialini" e di Scienza dei Materiali si svolgono attività di ricerca a supporto delle attività formative nei seguenti ambiti:

Fisica teorica;
Fisica delle interazioni fondamentali;
Biofisica;
Fisica dello stato solido e struttura della materia;
Fisica dei plasmi;
Elettronica;
Fisica applicata all'ambiente e alla medicina;
Tecnologie quantistiche;
Astrofisica e fisica dello spazio.

In particolare, il gruppo di astrofisica conduce ricerche di punta nei seguenti ambiti: formazione ed evoluzione cosmica di galassie e delle strutture a grande scala, evoluzione dinamica e processi di accrescimento su oggetti compatti, modellizzazione delle sorgenti di onde gravitazionali, studio della radiazione cosmica di fondo e dell'universo primordiale, osservazione di raggi cosmici e loro propagazione nello spazio.

Art.11 Docenti del Corso di studio

Docenti che insegnano nel Corso di studio:

CANTALUPO Sebastiano -FIS/05
COLPI Monica -FIS/05
DOTTI Massimo -FIS/05
FOSSATI Matteo -FIS/05
FUMAGALLI Michele -FIS/05
GEROSA Davide -FIS/05
GERVASI Massimo -FIS/01
GIACOMAZZO Bruno -FIS/02
MADAU Piergiovanni -FIS/05
NATI Federico -FIS/05
PIZZUTI Lorenzo -FIS/05
SESANA Alberto -FIS/05
TOMASIELLO Alessandro -FIS/02
ZANNONI Mario -FIS/05

Art.12 Altre informazioni

Sede del Corso: Dipartimento di Fisica, piazza della Scienza 3, 20126 Milano, Italia

Presidente del Consiglio di Coordinamento Didattico di Fisica e Astrofisica: Prof.ssa Maddalena Collini

Referente didattico del corso: Prof. Sebastiano Cantalupo

Referente d'indirizzo: Prof.ssa Monica Colpi

Presidente della Commissione didattica: Prof.ssa Claudia Riccardi

Segreteria didattica: telefono +39 02 6448 4080

e-mail: didattica.fisica@unimib.it

Indirizzo internet del Corso di studio: <https://elearning.unimib.it/course/index.php?categoryid=7449>

Per le procedure e termini di scadenza di Ateneo relativamente alle immatricolazioni/iscrizioni, trasferimenti, presentazione dei Piani di studio consultare il sito web www.unimib.it.

Sono possibili variazioni non sostanziali al presente Regolamento didattico. In particolare, per gli insegnamenti indicati come a scelta, l'attivazione sarà subordinata al numero degli studenti iscritti.

Seguono la tabella delle attività formative distribuite in base a tipologia di attività, ambito e settore scientifico-disciplinare e la tabella delle attività formative suddivise per anno di corso.

Classe/Percorso

Classe	Classe delle lauree magistrali in Scienze dell'universo (LM-58)
Percorso di Studio	PERCORSO COMUNE

Quadro delle attività formative

Caratterizzante				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Astronomico-osservativo sperimentale	16	8 - 24	FIS/05	F5802Q002M - STELLAR ASTROPHYSICS, 8 CFU F5802Q024 - INTRODUCTION TO GALAXIES, 8 CFU
Astronomico-teorico	14	8 - 24	FIS/05	F5802Q003M - RELATIVISTIC ASTROPHYSICS, 8 CFU F5802Q004M - INTRODUCTION TO COSMOLOGY, 6 CFU
Astronomico-tecnologico	18	8 - 24	FIS/05	F5802Q006M - LABORATORY OF DATA ACQUISITION, 6 CFU F5802Q007M - COSMIC STRUCTURE FORMATION, 6 CFU F5802Q008M - ASTROPHYSICS OF GRAVITATIONAL WAVES, 6 CFU F5802Q009M - EXPERIMENTAL COSMOLOGY, 6 CFU F5802Q010M - ASTRONOMICAL INSTRUMENTATION, 6 CFU F5802Q023 - DYNAMICS OF STELLAR SYSTEMS, 6 CFU
Totale Caratterizzante	48	24 - 72		
Affine/Integrativa				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Attività formative affini o integrative	12	12 - 24	FIS/01	F5802Q013M - COSMIC RAYS, 6 CFU

			FIS/02	F5802Q015M - NUMERICAL RELATIVITY, 6 CFU F5802Q025 - GENERAL RELATIVITY, 6 CFU
			FIS/05	F5802Q011M - RADIATIVE PROCESSES, 6 CFU F5802Q016M - ASTROSTATISTICS AND MACHINE LEARNING, 6 CFU F5802Q018M - MODERN COSMOLOGY AND GALAXY FORMATION, 6 CFU
Totale Affine/Integrativa	12	12 - 24		
A scelta dello studente				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
A scelta dello studente	12	8 - 12	NN	F5802Q300 - CHOSEN ACTIVITIES TAKEN DURING THE ERASMUS PERIOD - 12 CFU, 12 CFU F5802Q302 - CHOSEN ACTIVITIES TAKEN DURING THE ERASMUS PERIOD - 6 CFU, 6 CFU
Totale A scelta dello studente	12	8 - 12		
Lingua/Prova Finale				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Per la prova finale	45	42 - 48	PROFIN_S	F5802Q016 - MASTER THESIS, 45 CFU
Totale Lingua/Prova Finale	45	42 - 48		
Altro				
Ambito disciplinare	CFU	Intervallo di CFU da RAD	SSD	Attività Formative
Ulteriori conoscenze linguistiche	3	0 - 3	NN	F5802Q017 - FURTHER LINGUISTIC KNOWLEDGE, 3 CFU
Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	3	0 - 3	NN	F5802Q019 - FURTHER SKILLS FOR JOB PLACEMENT, 3 CFU
Totale Altro	3	0 - 6		
Totale	120	86 - 162		

Percorso di Studio: PERCORSO COMUNE (GGG)

CFU totali: 171, di cui 75 derivanti da AF obbligatorie e 96 da AF a scelta

1° Anno (anno accademico 2024/2025)

Attività Formativa	CFU	Obbligatoria
ASTRONOMICAL INSTRUMENTATION (F5802Q010)	6	No
ASTROPHYSICS OF GRAVITATIONAL WAVES (F5802Q008)	6	No
ASTROSTATISTICS AND MACHINE LEARNING (F5802Q020)	6	No
COSMIC RAYS (F5802Q013)	6	No
COSMIC STRUCTURE FORMATION (F5802Q007)	6	No
DYNAMICS OF STELLAR SYSTEMS (F5802Q023)	6	No
EXPERIMENTAL COSMOLOGY (F5802Q009)	6	No
GENERAL RELATIVITY (F5802Q025)	6	No
INTRODUCTION TO COSMOLOGY (F5802Q004)	6	Si
INTRODUCTION TO GALAXIES (F5802Q024)	8	Si
LABORATORY OF DATA ACQUISITION (F5802Q006)	6	No
MODERN COSMOLOGY AND GALAXY FORMATION (F5802Q022)	6	No
NUMERICAL RELATIVITY (F5802Q015)	6	No
RADIATIVE PROCESSES (F5802Q011)	6	No
RELATIVISTIC ASTROPHYSICS (F5802Q003)	8	Si
STELLAR ASTROPHYSICS (F5802Q002)	8	Si

2° Anno (anno accademico 2025/2026)

Attività Formativa	CFU	Obbligatoria
CHOSEN ACTIVITIES TAKEN DURING THE ERASMUS PERIOD - 12 CFU (F5802Q300)	12	No
CHOSEN ACTIVITIES TAKEN DURING THE ERASMUS PERIOD - 6 CFU (F5802Q302)	6	No
FURTHER LINGUISTIC KNOWLEDGE (F5802Q017)	3	No
FURTHER SKILLS FOR JOB PLACEMENT (F5802Q019)	3	No
MASTER THESIS (F5802Q016)	45	Si