

<b>Università</b>	Università degli Studi di PADOVA
<b>Classe</b>	LM-58 - Scienze dell'universo
<b>Nome del corso in italiano</b>	Astronomia <i>modifica di: Astronomia (1006938)</i>
<b>Nome del corso in inglese</b>	Astronomy
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	SC1173
<b>Data del DM di approvazione dell'ordinamento didattico</b>	22/03/2010
<b>Data del DR di emanazione dell'ordinamento didattico</b>	13/04/2010
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	16/12/2009
<b>Data di approvazione del senato accademico/consiglio di amministrazione</b>	12/01/2010
<b>Data della relazione tecnica del nucleo di valutazione</b>	16/01/2008
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	20/12/2007 -
<b>Modalità di svolgimento</b>	convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="http://www.scienze.unipd.it">http://www.scienze.unipd.it</a>
<b>Dipartimento di riferimento ai fini amministrativi</b>	FISICA E ASTRONOMIA "GALILEO GALILEI" - DFA
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	SCIENZE MATEMATICHE FISICHE e NATURALI
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	8 DM 16/3/2007 Art 4 <b>Nota 1063 del 29/04/2011</b>

#### **Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-58 Scienze dell'universo**

I laureati nei corsi di laurea magistrale della classe devono:

- avere padronanza del metodo scientifico di indagine;
- avere una solida cultura nei diversi ambiti della fisica classica e moderna;
- avere un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- possedere competenze specifiche nelle moderne strumentazioni e tecniche osservative, nonché sulle relative procedure di raccolta e di analisi dati e di elaborazione di modelli;
- avere un'approfondita preparazione con ampie capacità scientifiche e operative, osservative e teoriche, nei campi dell'astronomia, astrofisica e fisica spaziale;
- 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;
- saper modellizzare, partendo dalle conoscenze specifiche acquisite, sistemi complessi nei campi dell'astronomia, dell'astrofisica e della fisica spaziale, anche attraverso l'uso di moderni mezzi di calcolo di alte prestazioni;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Tra le attività che i laureati della classe svolgeranno, in funzione delle competenze acquisite, si indicano in particolare :

- partecipazione, anche a livello gestionale, alle attività di enti di ricerca pubblici e privati;
- progettazione in ambiti correlati con le discipline astronomiche, astrofisiche e spaziali nei settori dell'industria, dell'ambiente e della pubblica amministrazione;
- divulgazione ad alto livello delle tematiche di ricerca in campo astronomico, astrofisico e della fisica spaziale.

Ai fini indicati, in relazione agli obiettivi specifici, i curricula dei corsi di laurea magistrale della classe :

- comprendono attività finalizzate a far acquisire conoscenze fondamentali di astronomia ed astrofisica, nucleare e particellare, cosmologia, fisica cosmica e fisica dello spazio, nei loro aspetti teorici e sperimentali, e delle loro basi matematiche e fisiche;
- prevedono sufficienti attività di laboratorio, in particolare dedicate alla conoscenza operativa di metodiche computazionali, osservative e sperimentali, e all'analisi ed elaborazione dei dati;
- possono prevedere attività esterne come tirocini formativi presso enti di ricerca, aziende e strutture della pubblica amministrazione e private, oltre a soggiorni di studio presso altre Università italiane e straniere ovvero presso enti ed agenzie di ricerca, anche nel quadro di accordi internazionali.

#### **Criteri seguiti nella trasformazione del corso da ordinamento 509 a 270 (DM 31 ottobre 2007, n.544, allegato C)**

Rispetto al Corso di Laurea Specialistica in Astronomia DM509, il nuovo Corso che fa riferimento al DM270 presenta modifiche, che vengono proposte sulla base dell'ampia esperienza didattica acquisita.

- Si è innanzitutto proceduto ad un compattamento di vari moduli in corsi più estesi, per realizzare un percorso didattico maggiormente omogeneo e meno frammentato. Questo processo ha anche permesso di meglio coordinare i vari elementi dell'offerta didattica, eliminando alcune duplicazioni, ottimizzando così i tempi e risorse.
- Infine la distribuzione temporale dell'offerta formativa è stata modificata per permettere un alleggerimento del terzo trimestre del I anno, che nella configurazione precedente risultava eccessivamente impegnativo per gli studenti. In conclusione, l'attuale schema didattico della Laurea Magistrale appare didatticamente alquanto più efficace rispetto alla soluzione precedente.

#### **Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione**

La riprogettazione del CdS è stata effettuata nell'ambito di una rigorosa cornice di coordinamento, indirizzo e prevalutazione, condotta a livello complessivo di Ateneo. L'Ateneo ha adottato, con proprie linee guida cogenti, criteri di riferimento più stringenti rispetto a quelli definiti a livello nazionale (vedi <http://www.unipd.it/nucleo/relazioni/index.htm>).

Questa riprogettazione, basata su un'attenta analisi del preesistente CdS, è finalizzata al superamento dei punti di debolezza (ritardo alla laurea) e consolidamento dei punti di forza (esiti occupazionali e attrattività). Il CdS è proposto da una Facoltà che dispone di strutture didattiche sufficienti e soddisfa i requisiti di docenza grazie alle risorse

presenti. La proposta è adeguatamente motivata e sono chiaramente formulati gli obiettivi formativi che hanno ispirato la riprogettazione, basata anche su requisiti di qualità del CdS coerenti con standard europei. Il NVA esprime parere favorevole sulla proposta.

### **Sintesi della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni**

Il giorno 20/12/07 il Rettore alla Didattica, ha aperto l'incontro con le Parti Sociali spiegando che la trasformazione dei corsi di studio è stata un'occasione di revisione degli ordinamenti ex DM. 509/1999, per cercare di superare le criticità riscontrate.

Tale revisione si è basata sulle precedenti consultazioni, rielaborata poi dalle Facoltà e presentata nei mesi scorsi alle Parti Sociali direttamente coinvolte. In quest'ultimo incontro è stato fatto il punto della situazione e presentata l'intera proposta formativa soffermandosi su alcune specificità. La consultazione ha avuto esito positivo con il plauso per la strategia dell'ateneo e l'impegno reale nel coinvolgimento delle parti sociali in fase di ridisegno e monitoraggio dei profili professionali.

In Facoltà di Scienze mm. ff. nn., per svolgere un'analisi della corrispondenza fra le competenze e le abilità dei laureati magistrali e le esigenze del territorio e del mondo della produzione nel rispetto di una corretta preparazione di base e metodologica, in una riunione il 12/10/2006 con rappresentanti di Confindustria si è deciso di avviare dei tavoli permanenti di consultazione, specifici per grandi aree e/o Classi della Facoltà, con rappresentanti del mondo dell'industria, della ricerca, delle banche e degli Albi professionali.

Migliorare la consapevolezza, all'esterno degli Atenei, delle capacità dei laureati magistrali è un ulteriore obiettivo dei tavoli permanenti.

### **Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Il Corso di Laurea Magistrale in Astronomia si propone di fornire al laureato: una padronanza del metodo scientifico, solide basi culturali nell'ambito della matematica e della fisica moderna ed una conoscenza approfondita ed aggiornata dell'astrofisica e della cosmologia.

Il laureato magistrale in Astronomia dovrà possedere una elevata capacità operativa nelle discipline che caratterizzano la classe, dovrà essere in grado di lavorare in autonomia e di assumere responsabilità nella ricerca e progettazione di strutture astronomiche o connesse alle attività spaziali, dovrà possedere una adeguata conoscenza di almeno una lingua della comunità europea (possibilmente della lingua inglese) che lo metta in grado di operare anche all'interno di strutture scientifiche internazionali.

Tra le attività che i laureati magistrali in Astronomia svolgeranno si indicano tra le altre:

a) promozione e sviluppo della innovazione scientifica e tecnologica nel campo astronomico, astrofisico e spaziale, nonché di gestione e progettazione delle relative tecnologie;

b) progettazione in ambiti correlati con le discipline astronomiche nel settore industriale e in particolare presso quelle industrie orientate nella produzione di strumenti ottici o nella progettazione di attività spaziali; c) divulgazione astronomica ed organizzazione di progetti divulgativi e di diffusione della cultura scientifica.

Sono previsti due percorsi didattici principali, uno riguardante la tematica "Galassie e cosmologia", il secondo "Stelle e Pianeti". E' tuttavia lasciato un buon margine di libertà nell'organizzazione del piano di studi individuale, con la possibilità di inserire corsi opzionali a seconda dell'indirizzo specifico e delle caratteristiche della tesi finale di laurea.

### **Risultati di apprendimento attesi, espressi tramite i Descrittori europei del titolo di studio (DM 16/03/2007, art. 3, comma 7)**

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

I laureati magistrali avranno conseguito nella prima fase del corso conoscenze avanzate e comprensione approfondita nei seguenti campi: matematica (calcolo numerico e programmazione), fisica teorica e struttura della materia, laboratori di strumentazione astronomica. Indipendentemente dallo specifico indirizzo scelto, essi acquisiranno una conoscenza di base sufficientemente approfondita e completa riguardante le principali leggi e fenomeni dell'astrofisica stellare, galattica, della struttura ed evoluzione stellare e della cosmologia. Avranno anche modo di approfondire le principali tecniche di osservazione astrofisica e di riduzione di dati astronomici. Essi dovranno infine ottenere approfondite conoscenze in un settore di loro scelta dell'astrofisica moderna, nell'ambito del quale poi elaborare la tesi di laurea magistrale.

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

Le conoscenze impartite nel corso di studi riguardano leggi fondamentali della fisica (e quindi della natura in generale), approfondite e discusse ad un livello tale da permetterne una approfondita comprensione da parte dei futuri neolaureati magistrali, che verranno così posti in grado di applicare in modo critico e consapevole tali conoscenze non solo ai fenomeni astronomici e astrofisici, specifici del corso, ma anche in un contesto molto più generale.

Tutti gli insegnamenti proporranno esercitazioni in aula, compiti scritti e interrogazioni orali, nell'ambito dei quali lo studente potrà verificare la sua comprensione profonda dei fenomeni fisico-astrofisici e la sua capacità di applicare questa conoscenza al mondo fisico.

Le capacità di interpretazione del mondo fisico, così acquisite, permetteranno ai laureati magistrali l'inserimento nel mondo della ricerca astronomico-astrofisica attraverso il dottorato di ricerca. Forniranno comunque capacità di approfondite analisi di problemi fisici concreti e della loro modellizzazione (ad es. nel campo della progettazione di strumentazione scientifica, dell'ottica, dell'informatica, ecc.), permettendo un proficuo inserimento nel mondo del lavoro.

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

La riforma del corso secondo il DM 270/04 è stata motivata e realizzata in modo tale da prevedere per tutti gli insegnamenti tempi adeguati per una riflessione sui contenuti, e una quantità di esercitazioni in aula e discussioni tra docenti e studenti adatti a favorire nello studente la formazione di una adeguata autonomia di giudizio. La nuova offerta didattica godrà anche di un maggior coordinamento complessivo e omogeneizzazione dei contenuti nell'ambito di insegnamenti di maggiore respiro. La nuova organizzazione didattica permetterà quindi agli studenti tempi e modi di approfondimento e riflessione sui contenuti, atti a generare una autonoma capacità di analisi e di giudizio.

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

Analogamente a quanto avviene nella Laurea Triennale, i laureati magistrali in Astronomia avranno modo di approfondire le loro abilità comunicative durante le lezioni relative ai vari insegnamenti, nelle quali viene favorito lo scambio e il confronto tra docenti e studenti, e durante le varie prove di accertamento in itinere o gli esami finali di profitto. Per gli studenti che usufruiranno delle opportunità di frequentare soggiorni di studio all'estero (tramite ad es. i programmi Erasmus o Socrates) vi sarà anche l'opportunità di comunicare in lingue straniere.

Le maggiori opportunità di migliorare le capacità comunicative sono comunque offerte dalla prova finale, consistente nella preparazione di un elaborato che viene discusso pubblicamente di fronte ad una commissione. In questo ambito i laureandi avranno particolare modo di approfondire le loro capacità di espressione scritta, anche con l'ausilio di docenti relatori e contro-relatori. La chiarezza, la completezza, la precisione dell'elaborato, nonché l'efficacia della presentazione e della discussione orale dei risultati, saranno particolarmente esercitati e curati.

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

Sulla base delle solide basi cognitive precedentemente acquisite, in particolare durante la Laurea Triennale, gli studenti della Laurea Magistrale usufruiranno di un percorso didattico che tenderà a sviluppare un alto grado di autonomia nella capacità di

apprendimento. L'insegnamento non si limiterà a semplici enunciazioni di contenuti, da ripetere in modo mnemonico in sede d'esame, ma esporrà lo studente ad una varietà di problematiche e lo obbligherà a deduzioni logiche che lo stimoleranno a dotarsi di autonome capacità di apprendimento. Ulteriore stimolo verrà dalla varietà degli strumenti didattici adottati, dai libri di testo, appunti, dispense, dati da esperimenti originali, dati da osservazioni astronomiche, elaborati scritti, compiti e tesine.

### **Conoscenze richieste per l'accesso (DM 270/04, art 6, comma 1 e 2)**

Per essere ammessi ad un Corso di Laurea Magistrale occorre essere in possesso della Laurea o del Diploma Universitario di durata triennale, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

L'accesso alla laurea magistrale in Astronomia e' possibile per laureati che abbiano acquisito conoscenze di base e capacità di comprensione nei seguenti campi: fisica generale sperimentale classica, matematica (calcolo differenziale, geometria, meccanica analitica), chimica organica ed inorganica, laboratori di fisica classica (misure di grandezze fisiche con relative analisi dei risultati sperimentali, valutazione degli errori di misura e della loro propagazione), informatica di base e rudimenti di programmazione.

L'accesso richiederà di aver acquisito conoscenze avanzate nei seguenti settori: onde elettromagnetiche, ottica geometrica e fisica, strumentazione ottica, la teoria della relatività, la meccanica quantistica e la struttura della materia.

Infine gli studenti della laurea magistrale dovranno possedere nel loro repertorio gli elementi base dell'astronomia, dell'astrofisica stellare e galattica e conoscenze di base sull'osservazione astronomica e la sperimentazione fisica in laboratorio.

La verifica del possesso di tali conoscenze avviene attraverso modalità definite nel Regolamento Didattico del corso di studio.

**Caratteristiche della prova finale**  
**(DM 270/04, art 11, comma 3-d)**

La prova finale consiste: nella discussione di una tesi su argomento originale di interesse scientifico o tecnologico da prepararsi presso il dipartimento di Astronomia, presso un Osservatorio astronomico o con uno stage presso un ente pubblico o privato, o un'industria, anche all'estero.

**Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**  
**(Decreti sulle Classi, Art. 3, comma 7)**

La Laurea magistrale in Astronomia consente di dedicarsi all'attività di ricerca presso dipartimenti universitari, osservatori astronomici e istituzioni internazionali come ESO, ESA, NASA, ecc., eventualmente dopo aver conseguito il titolo di dottore di ricerca. Consente inoltre di trovare impiego presso industrie che sviluppano attività spaziali, che producono strumenti ottici in ambiti nei quali le conoscenze specifiche dell'astronomo risultano particolarmente utili. Tali competenze sono particolarmente indicate nel settore della trasmissione e della elaborazione dati in ambito spaziale, ma anche in altri settori come per esempio in quello medico.

I laureati possono prevedere come occupazione l'insegnamento nella scuola, una volta completato il processo di abilitazione all'insegnamento e superati i concorsi previsti dalla normativa vigente.

**Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)**

- Astronomi ed astrofisici - (2.1.1.1.2)
- Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze fisiche - (2.6.2.1.2)

**Il rettore dichiara che nella stesura dei regolamenti didattici dei corsi di studio il presente corso ed i suoi eventuali curricula differiranno di almeno 30 crediti dagli altri corsi e curriculum della medesima classe, ai sensi del DM 16/3/2007, art. 1 §2.**

**Attività caratterizzanti**

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Astronomico-osservativo sperimentale	FIS/05 Astronomia e astrofisica	10	30	-
Astronomico-teorico	FIS/02 Fisica teorica modelli e metodi matematici FIS/03 Fisica della materia FIS/04 Fisica nucleare e subnucleare FIS/05 Astronomia e astrofisica MAT/07 Fisica matematica	15	40	-
Astronomico-tecnologico	FIS/05 Astronomia e astrofisica	12	32	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 40:</b>		40		

**Totale Attività Caratterizzanti**

40 - 102

### Attività affini

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Attività formative affini o integrative	FIS/05 - Astronomia e astrofisica INF/01 - Informatica ING-INF/01 - Elettronica ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni MAT/07 - Fisica matematica MAT/08 - Analisi numerica	12	17	12

<b>Totale Attività Affini</b>	12 - 17
-------------------------------	---------

### Altre attività

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		8	12
Per la prova finale		30	40
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	1
	Abilità informatiche e telematiche	0	1
	Tirocini formativi e di orientamento	0	1
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	1
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		1	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-

<b>Totale Altre Attività</b>	39 - 56
------------------------------	---------

### Riepilogo CFU

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	91 - 175

### Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

(FIS/05 INF/01 ING-INF/01 MAT/07 MAT/08 )

L'attuale proposta di corso prevede l'inserimento tra gli insegnamenti affini di discipline appartenenti a settori scientifico disciplinari già presenti tra gli insegnamenti caratterizzanti. Tale inserimento permette di fornire contenuti integrativi rispetto a quelli delle discipline trattate nel corso e, al contempo, di ottenere uno schema didattico assai più omogeneo e auto consistente. In particolare:

ING-INF/01 per approfondimenti di elettronica e informatica;

ING-INF/05 per approfondimenti di programmazione ed elaborazione dati;

MAT/07, MAT/08 per approfondimenti di calcolo numerico per la fisica

FIS/05 per approfondimenti legati alla preparazione e management di progetti astronomici.

### Note relative alle altre attività

### Note relative alle attività caratterizzanti

La notevole ampiezza degli intervalli negli ambiti delle attività caratterizzanti è dovuta alla necessità di contemperare alle diverse esigenze che contraddistinguono i percorsi didattici previsti per la laurea magistrale.