

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

EXOPLANETS

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026–2027	CdS	FISICA (LM–17)
Codice	8068797	Canale	Unico
CFU	6	Lingua	Inglese

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

LUIGI MANCINI

CODOCENTE

Modulo:

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Lo studio dei pianeti extrasolari è attualmente uno dei temi di ricerca in più rapida evoluzione in astronomia. Molte collaborazioni internazionali sono attive in una vasta gamma di progetti osservativi, teorici e di sviluppo tecnologico. Questo corso riunisce insieme le tante linee di ricerca, sia osservative che teoriche, per fornire una visione completa e aggiornata di questo campo di ricerca. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE: Al termine del corso, lo studente avrà acquisito una conoscenza della demografia degli esopianeti, delle loro caratteristiche fisiche e dei metodi osservativi per individuarli e caratterizzarli. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE: Sarà richiesto a ogni studente una relazione dettagliata su un singolo sistema esoplanetario. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Alla fine del corso, lo studente sarà in grado di intraprendere autonomamente una delle tante linee di ricerca delle scienze dei pianeti extrasolari. ABILITÀ COMUNICATIVE: Le abilità comunicative verranno vagliate attraverso l'esposizione della relazione su un singolo sistema esoplanetario, che sarà discussa in classe in inglese. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Le capacità di apprendimento verranno valutate durante il corso.
English	LEARNING OUTCOMES: <i>Exoplanet research is one of the most rapidly developing subjects in astronomy. Many groups world-wide are actively involved in a broad range of observational and theoretical efforts. This course ties together these many avenues of investigation from the perspectives of observation, technology and theory to give a comprehensive, up-to-date review of the field.</i>

	<i>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: On completion of the course, the student will have acquired the knowledge of the demographics of the exoplanets, their physical characteristics and the observational methods to find and characterize them.</i> <i>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: A written comprehensive report will be required on a single exoplanetary system and will be discussed with the class through an oral contribution.</i> <i>MAKING JUDGEMENTS: At the end of the course, the student will be able to independently undertake one of the many lines of research in exoplanetary science.</i> <i>COMMUNICATION SKILLS: Communication skills will be assessed through the presentation of a report on a single exoplanetary system, which will be discussed in class in English.</i> <i>LEARNING SKILLS: Learning abilities will be assessed during the course.</i>
--	---

PREREQUISITI

Italiano	Astrofisica di base Astronomia di base Fisica Stellare
English	Basic astrophysics Basic astronomy Stellar Physics

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Introduzione: Equazione di Drake – Cenni storici – Notazione per i parametri stellari e planetari – Definizione di pianeta – Categorie di pianeti – Classificazione dei pianeti – Zona abitabile (4 ore) Formazione ed evoluzione planetaria: Modello di accrescimento del nucleo – Modello di instabilità del disco – Evoluzione del disco – Migrazione planetaria (4 ore) Velocità radiale: Trasformata di Fourier – Periodogramma di Lomb-Scargle – Fitting dei dati – Rumore stellare – Jitter – Survey e campagne di ricerca – Risultati (8 ore) Astrometria: Astrometria relativa – Astrometria assoluta – Astrometria dallo spazio – Risultati di Gaia (4 ore) Timing: Segnali temporali periodici – Standard temporali – Pulsar – Stelle pulsanti – Binarie a eclisse (4 ore) Microlensing: Principi del lensing gravitazionale – Equazione della lente – magnificazione – Curve di luce – Modellizzazione a lente singola – Osservazioni di microlensing – Curve critiche – Caustiche – Survey di microlensing – Modellizzazione della lente binaria – Equazione generalizzata della lente – Topologie di lenti binarie – Rilevamento di pianeti –
----------	---

	Eventi ad alta magnificazione – Effetti di ordine superiore – Parallasse di microlensing – Osservazioni dallo spazio – Scoperte – Risultati – Pianeti erranti (6 ore) Imaging diretto: Principi – Effetti atmosferici – Maschere coronografiche – Strumenti di imaging da terra – Strumenti di imaging spaziali – Survey e scoperte (4 ore) Transiti: Introduzione e cenni storici – Ricerca di transiti a grande campo – Ricerca di transiti su bersagli specifici – L'opportunità offerta dalle stelle piccole – Survey da terra – Ricerche dallo spazio – Accuratezza fotometrica – Conferma dei candidati – Curva di luce – Parametri fotometrici – Modellizzazione – Probabilità di transito – Grandezze fisiche – Caratterizzazione della stella ospite – Effetti fotometrici di ordine superiore – Macchie stellari – Transiti radenti – Effetto Rossiter–McLaughlin – Allineamento spin-orbita – Variazioni dei tempi di transito (8 ore) Atmosfere: Composizione chimica e struttura dell'atmosfera – Nubi – Dinamica atmosferica e fuga atmosferica – Spettroscopia di trasmissione ed emissione – Risultati da terra e dallo spazio (6 ore)
English	<i>Introduction: Drake's equation – Historical remarks – Notation for star and planet parameters – Definition of a planet – Planet categories – Planet classification – Habitable zone (4h)</i> <i>Planet formation and evolution: Core–accretion model – Disk–instability model – Disk evolution – Planet migration (4h)</i> <i>Radial velocity: Discrete Fourier transform – Lomb-Scargle periodogram – Data fitting – Stellar noise – Jitter – Searched and surveys – Results (8h)</i> <i>Astrometry: Relative astrometry – Absolute astrometry – Astrometry from space – Gaia assessment and first results (4h)</i> <i>Timing: Periodic time signature – Time standards – Pulsars – Pulsating stars – Eclipsing binaries (4h)</i> <i>Microlensing: Principles of gravitational lensing – The lens equation – Magnification – Light curves – Single–lens modelling – Microlensing observations – Critical curves – Caustics – Early microlensing surveys – Binary–lens modelling – Generalized lens equation – Binary–lens topologies – Planet detection – High magnification events – Higher-order effects – Microlensing parallax – Observations from space – Discoveries – Statistical results – Free–floating planets (6h)</i> <i>Direct imaging: Principles – Atmospheric effects – Coronagraphic masks – Ground-based imaging instruments – Space–based imaging instruments – Surveys and discoveries (4h)</i>

	<i>Transits: Introduction and historical remarks – Wide-angle transit searches – Specific-target transit searches – The small star opportunity – Ground-based surveys – Searches from space – Photometric accuracy – Candidate confirmation – Light curve – Photometric parameters – Modelling – Transit probability – Physical quantities – Host-star characterization – High-order photometric effects – Starspots – Grazing transits – Tidal disruption – Rossiter-McLaughlin effect – Spin-orbit alignment – Transit-time variations (8h)</i> <i>Atmospheres: Atmosphere chemical composition and structure – cloud and hazes – Atmospheric dynamics and escape – Transmission and emission spectroscopy – Ground-bases and space results (6h)</i>
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	M. Perryman, The Exoplanet Handbook, 2nd edition, 2018, Cambridge University Press
English	M. Perryman, The Exoplanet Handbook, 2nd edition, 2018, Cambridge University Press

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali; slides per visualizzare immagini, diagrammi e animazioni; seminari in classe.
English	<i>Classroom lessons, slides for showing images, diagrams and animations; seminars in the classroom.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	Lezioni in aula
English	<i>Class lectures</i>

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

☐ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere ☒ Valutazione di progetto ☒ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Luigi Mancini Amedeo Balbi

Valentina D'Orazi

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	L'esame consiste in un colloquio orale volto a verificare il livello di conoscenza degli argomenti trattati. Per superare l'esame occorre riportare un voto non inferiore a 18/30; più in particolare, la prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18–20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. 21–23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. 24–26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27–29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30–30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
English	<i>The exam consists of an oral interview aimed at verifying the level of knowledge of the topics covered in class.</i> <i>To pass the exam, a grade of not less than 18/30 must be obtained; more specifically, the vote is determined as follows:</i> <i>18–21, if the student has acquired the basic concepts of the discipline, with sufficiently correct and appropriate language;</i> <i>22–25, if the student has acquired the basic concepts of the discipline in depth, and is adequately able both to make connections between the various topics and to explain concepts with appropriate and correct language;</i> <i>26–29, if the student has a complete and well-organized background of knowledge, being able both to apply and re-elaborate independently, without any error, the acquired knowledge, and to highlight logical-analytical skills with an appropriate and rigorous mathematical language;</i> <i>30 and 30 cum laude, if the student has a complete and in-depth knowledge that can be applied to complex cases and new situations as well; the student must explain the topics brilliantly with perfect language properties, as well as mastering the mathematical tools at the basis of the discipline.</i>