



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE

Bollettino Notiziario

Anno Accademico 2015/2016

**Laurea magistrale in Astronomia (Ord.
2010)**

Curriculum: Corsi comuni

Curriculum: AstroMundus

ASTRONOMICAL SPECTROSCOPY

(Titolare: Prof. PIERO RAFANELLI) - Mutuato da: Laurea magistrale in Astronomia (Ord. 2010)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: AstroMundus
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Astronomia
Aule: da definire

Prerequisiti:

Basic Physics I and II, Calculus I and II, Atomic Physics, Astrophysics I - II

Conoscenze e abilità da acquisire:

Acquisizione e approfondimento dei concetti Fisici indispensabili per lo studio delle Nebulose Gassose

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali

Esercitazioni su dati osservativi

Contenuti:

- Caratteristiche dello spettro a righe di emissione di: Nebulose gassose - Nebulose diffuse - Nebulose planetarie - Novae ~ Supernova remnants- Regioni HII extragalattiche- Galassie di Seyfert di tipo I e 2 - QSO's - Star burst galactic nuclei - Liners.

- Eccitazione radiativa, Ionizzazione, Ricombinazione, Fluorescenza: la sfera di Stromgren - Emissione free-free e Bremsstrahlung - Equazione della ionizzazione per atomi complessi - ricombinazione dielettronica - Ionizzazione per collisione - Scambio di carica - Campi di radiazione stellare nel lontano ultravioletto - La fluorescenza di Bowen nello OIII e nello NIII.

- Equilibrio di fotoionizzazione: Fotoionizzazione di una nebula di solo Idrogeno -Fotoionizzazione di una nebula contenente Idrogeno ed Elio - Fotoionizzazione da He+ ad He++

- Equilibrio termico - Aumento di energia per fotoionizzazione - Perdita di energia per ricombinazione - Perdita di energia per radiazione free-free - Perdita di energia da radiazione in righe eccitate collisionalmente - Perdita di energia per eccitazione collisionale dell'Idrogeno.

Calcolo dello spettro Emesso: Righe di ricombinazione - Radiazione nel continuo " Righe e continuo nel dominio radio - Probabilità di fuga di un fotone emesso in una nebula sferica ed omogenea - Effetti di trasporto radiativo nello H1 - Effetti di trasporto radiativo nello He1 ed He11 - Eccitazione collisionale dello He1.

- Fenomeni correlati alla presenza di polveri: Effetto di estinzione prodotto dalla polvere - Polvere e spettro infrarosso di Nebulae, Galassie di Seyfert etc. - Temperatura e bilancio energetico della polvere - Osservazioni infrarosse, ottiche e ultraviolette di Nebulae, Galassie di Seyfert etc. - Proprietà dei grani di polvere (rapporto polvere gas, polarizzazione lineare, variazione del rapporto $R = A E (B-V)$ - Confronto fra le proprietà del mezzo interstellare della nostra galassia e quelle di altre galassie.

- Confronto della Teoria con le osservazioni: Misure di temperatura dalle righe di emissione - Determinazione della temperatura dal continuo ottico e da quello radio - Densità elettronica dalle righe di emissione - Temperature elettroniche e densità elettroniche dalle righe di ricombinazione radio - Radiazione ionizzante di tipo termico e non termico - Abbondanza degli elementi nelle nebulae da righe di ricombinazione e proibite.

Modalità di esame:

orale

La verifica del profitto avrà luogo mediante un colloquio, eventualmente con la discussione di un elaborato prodotto dallo studente su un argomento trattato durante le lezioni (facoltativo)

Criteri di valutazione:

Valutazione sulla verifica della capacità di ragionare con i concetti acquisiti durante il corso.

Testi di riferimento:

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

CELESTIAL MECHANICS

(Titolare: Dott. STEFANO CASOTTO) - Mutuato da: Laurea magistrale in Astronomia (Ord. 2010)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: AstroMundus
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Students are expected to be familiar with Rational Mechanics and Mathematical Analysis, including the elementary theory of Ordinary Differential Equations.

A fair amount of curiosity about dynamical phenomena observed in the Solar and other planetary systems is useful, together with an interest in their precise modeling and computation and the design of exploration missions.

Conoscenze e abilità da acquisire :

â€¢ Develop an understanding of dynamical phenomena in gravitating systems

â€¢ Application of Newtonian Mechanics to the solution of the fundamental problems of the Celestial Mechanics of natural bodies and artificial satellites

â€¢ Solution of Inverse Problems with applications to Orbit Determination

â€¢ Introduction to the design of orbits for planetary and interplanetary exploration

â€¢ Develop numerical computations in Matlab (or compiled languages) , including the numerical integration of the equations of motion

â€¢ Learn how to use the Satellite Tool Kit (AGI/STK)

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lectures, homework assignments, Matlab (C++, ...) code development, computer lab activities, special topic analysis during final project.

Contenuti :

1. The equations of motion of gravitating systems

2. The Two-Body Problem and an initial value problem (IVP)

3. The Two-Body Problem and a boundary value problem (BVP)

4. Orbital maneuvers

5. Space and time reference systems

6. The computation of a Keplerian ephemeris

7. Preliminary orbit determination

8. Keplerian relative motion and its generalization

9. Regularization and Universal Formulation of the Two-Body Problem

10. The TBP as a boundary value problem (BVP) â€“ Lambert targeting

11. The Problem of Three Bodies and its homographic solutions

12. The Circular Restricted Three-Body Problem â€“ Jacobiâ€™s integral, surfaces of zero velocity, Lagrangian points, Stability, Periodic orbits

13. The theory of Patched Conics and the design of gravity-assist interplanetary trajectories

14. Elements of perturbations and the motion of an artificial Earth satellite

Modalità di esame :

Homework, Final project report, Oral examination

Criteri di valutazione :

Homework 30%, Final project 40%, Oral exam 30%

Testi di riferimento :

Danby, John M. Anthony, *Fundamentals of celestial mechanics*. Richmond (Va.): Willmann-Bell, 1988

Roy, Archie Edmiston, *Orbital motion*. New York: London, Taylor & Francis, 2005

Vallado, David A.; McClain, Wayne D., *Fundamentals of astrodynamics and applications*. Hawthorne: CA, Microcosm press, New York, Springer-Verlag, 2007

Murray, Carl D.; Dermott, Stuart F., *Solar System Dynamics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Casotto, *Lezioni di Meccanica Celeste*

COSMOLOGY

(Titolare: Prof. ALBERTO FRANCESCHINI) - Mutuato da: Laurea magistrale in Astronomia (Ord. 2010)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: AstroMundus
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Contenuti :

1. Evidenze sulla struttura su grande scala dellâ€™universo

â€¢ Proprietà generali e strutturali dellâ€™universo.

â€¢ Distribuzione su grande scala delle galassie. Funzioni di correlazione angolari e spaziali. Correlazioni di ordine due e superiore. Relazione di Limber.

â€¢ Power-spectrum delle strutture cosmiche. Relazioni tra power-spectrum e $\hat{\xi}(r)$. Osservazioni della struttura su grande scala. Spettro iniziale delle perturbazioni. Mapping 3D di galassie e Nuclei Attivi.

â€¢ Altre statistiche. Counts-in-cells. Cenni alla struttura frattale e topologica dellâ€™universo.

2. Deviazioni da omogeneità e isotropia nella metrica RW. Effetti del lensing gravitazionale e sue applicazioni.

â€¢ Risultato newtoniano e correzione relativistica. Potenziali della lente. Lente puntiforme e distribuzioni sferiche isoterme. Raggio di Einstein. Sezioni di lensing. Effetto del lensing sui ritardi temporali. Caustiche.
â€¢ Osservazioni del lensing gravitazionale ed applicazioni cosmologiche. Stima delle masse degli ammassi di galassie. Stima della costante H_0 . Effetti della costante cosmologica L nelle statistiche del lensing.

3. Evoluzione cosmologica di perturbazioni nel fluido cosmico.

â€¢ Evoluzione cosmologica di perturbazioni nelle varie componenti del fluido cosmico. Equazioni generali in un universo statico e in uno in espansione. Evoluzione in un universo dominato dalla materia. Hubble drag. Relazione tra perturbazioni e campi di velocità.
â€¢ Vincoli sui parametri cosmologici dallo studio dei moti su grande scala.

4. Struttura generale dell'universo: moti peculiari di galassie e strutture.

â€¢ La legge di Hubble, determinazione delle distanze cosmiche. Deviazioni dalla legge di Hubble, velocità peculiari nel cosmo. Informazioni sulla struttura dal campo di velocità.

â€¢ Origine dei moti su grande e piccola scala.

5. Breve storia termica dell'universo

â€¢ Contenuto di materia e radiazione nell'universo. Densità di energia. Universi dominati dalla radiazione. Epoche della ricombinazione dell'universo.

â€¢ Tempi scala dell'evoluzione cosmica.

â€¢ Entropia cosmica per barione.

â€¢ Nucleosintesi primordiale

6. Struttura generale dell'universo: la Radiazione Cosmica nelle Microonde

â€¢ Scoperta della CMB. Osservazioni da terra e dallo spazio. COBE & WMAP. Origine della CMB.

â€¢ Proprietà spaziali, isotropia della CMB. Strutturazione angolare della radiazione.

â€¢ Origine delle fluttuazioni d'intensità. Processi fisici operanti sulle grandi scale. Fluttuazioni sulle scale angolari intermedie. Contributi sorgenti alle anisotropie sulle piccole scale (effetto SZ, sorgenti cosmiche).

â€¢ Vincoli dalla CMB sui parametri cosmologici.

â€¢ Spettro della CMB. Proprietà spettrali, distorsioni spettrali. Effetto Sunyaev-Zeldovich da plasmi caldi. Limiti osservativi alle distorsioni spettrali e loro implicazioni.

7. Universo primordiale, Big Bang, transizioni di fase, inflazione

â€¢ Il problema degli orizzonti cosmici. Propagazione dell'informazione e visibilità dell'universo.

â€¢ Singolarità del Big Bang. Tempo di Planck. Il problema della quantizzazione della gravitazione.

â€¢ Cenni al modello standard delle particelle elementari. Interazioni fondamentali. Transizioni di fase in cosmologia. L'epoca delle transizioni di fase.

â€¢ Problemi del modello standard Big Bang. Problema della costante cosmologica. Problema dell'orizzonte. Problema della piattezza. Inflazione cosmica e sue soluzioni dei problemi.

â€¢ Cenni al Principio Antropico.

8. L'Universo dopo la Ricombinazione

â€¢ Evoluzione cosmologica di galassie e nuclei attivi

â€¢ Storia della formazione delle stelle e della produzione di elementi pesanti.

â€¢ Gas intergalattico diffuso. I barioni mancanti.

Testi di riferimento :

M. Longair, *Galaxy Formation*. : Springer, 2006

P. Coles & F. Lucchin, *Cosmology, the origin and evolution of cosmic structure*. : Wiley, 2002

J. Peacock, *Physical cosmology*. : Cambridge Astrophysics Press, 1999

GALAXY DYNAMICS

(Titolare: Prof. GIUSEPPE GALLETTA)

Periodo: 1 anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: AstroMundus

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia

Aule : A

Prerequisiti :

A basic knowledge of Astrophysical concepts about stars and galaxies from previous courses of Astronomy. Basic elements of Astrophysics, Structure of the Matter, Theoretical physics

Conoscenze e abilità da acquisire :

Knowledge of the galaxy evolution mechanisms, Capability to compute total masses of gas and stars in galaxies from observations.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lectures with and without power point slides.

Contenuti :

These lectures are composed by two sections: a theoretical one (3 CFU) and a practical one (3 CFU)

Theory on galaxy dynamics:

The cosmological framework: birth of modern cosmology.

Cosmological Principles; Einstein's equations (by analogy), Robertson-Walker metric. Friedmann's Equations, Einstein's and de Sitter's solutions.

Crucial phases of the cosmological evolution; Jeans instability, Bonnor reformulation, role of dark matter; spherical collapse of a density perturbation.

Structures on galaxy mass scales in the CDM scenario and their phases before virialization.

The thermodynamic perspective: entropy and information; violent relaxation mechanism in phase-space; Landau-damping and virialization.

Stress tensor and anisotropies of peculiar velocities in the dynamics of stellar systems.

The Fundamental Plane of galaxies and the scale relationships. Theoretical interpretations.

Weak homology. The tensor virial theorem for one and two-component system. The Clausius virial: tidal energy and interaction energy. Connection with the cosmological scenarios.

The cosmic metaplane.

Observations of galaxy dynamics:

Motions in the Milky Way: Velocity ellipsoid near the Sun. Oort formulae.

Mass distribution of stars in galaxies: Surface brightness laws of galaxies. Freeman, De Vaucouleurs and Sersic laws. Deduction of the main parameters from the observations.

The tridimensional shape of galaxies. Statistical methods. Inclination of a galaxy: principal planes and methods to find inclination and line of the nodes. Polar ring and other reference planes. Twisting of the isophotes.

Rotation curve of a galaxy. Mass estimate with simple models

Observing galaxies at other wavelengths: HI and CO lines. Observing techniques in our and other galaxies.

Estimate of the gas mass inside a galaxy by means of HI, CO and IR observations.

Modalità di esame :

Oral exam or, if requested by the most part of the students, written exam (five questions with open-length answer)

Criteri di valutazione :

Capability to answer to the questions, directed to understand if the student is able to solve the problems on mass, kinematics and structure of the galaxies.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Papers for readings:

BINDONI D, SECCO L. (2008). Violent relaxation in phase-space. NEW ASTRONOMY REVIEWS, vol. 52; p. 1-18, ISSN: 1387-6473.

D'ONOFRIO M, VALENTINUZZI T, SECCO L., CAIMMI R, BINDONI D (2006). Toward understanding the origin of the fundamental plane for early-type galaxies. NEW ASTRONOMY REVIEWS, vol. 50; p. 447-460, ISSN: 1387-6473.

SECCO L., BINDONI D (2009). On the tilt of Fundamental Plane by Clausius' virial maximum theory. NEW ASTRONOMY, vol. 14; p. 567-578, ISSN: 1384-1076

PowerPoint presentations in digital form or printed slides. Additional support: photocopies from scientific papers and books.

PROVA FINALE

(Titolare: da definire)

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: AstroMundus

Tipologie didattiche: ; 30,00 CFU

STELLAR POPULATION

(Titolare: Prof. GIAMPAOLO PIOTTO) - Mutuato da: Laurea magistrale in Astronomia (Ord. 2010)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: AstroMundus

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia

Aule : C

Prerequisiti :

Conoscenze di base (almeno a livello di laurea di laurea triennale) di astrofisica stellare. Conoscenza di evoluzione stellare, diagrammi cm, fotometria e spettroscopia stellare, astrometria.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Proprietà delle popolazioni stellari locali, in ammasso, nella Via Lattea, in galassie. Conoscenze base sugli osservabili e loro interpretazione per popolazioni stellari non risolte.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali

Esercizi di lettura e presentazione di alcuni articoli fondamentali

Contenuti :

Diagrammi colore-magnitudine

Trasformazioni luminosità-magnitudine e temperatura-colore

Interstellar reddening effects on the cm diagrams

The concept of stellar populations: background storico

Popolazioni stellari: visione moderna

Il modello galattico di Eggen, Lynden-Bell e Sandage
Il modello galattico di Searle e Zinn

Popolazioni stellari nelle vicinanze del Sole
Il mezzo interstellare nelle vicinanze del Sole

Popolazione II

Misura dei parametri principali di una popolazione: reddening, distanza, età, contenuto chimico

Popolazioni stellari in ammassi globulari

Il concetto di popolazioni stellari multiple

Il contenuto di He in stelle di popolazione II

Il ramo orizzontale e il problema del secondo parametro

Popolazione I

Popolazioni stellari nel disco galattico

Popolazioni stellari in ammassi aperti

Popolazioni stellari in galassie nane del Gruppo Locale

La funzione di massa iniziale

Parametri osservativi e loro interpretazione per le popolazioni stellari non risolte

Storia della formazione stellare in Galassie

Principi base dell'evoluzione chimica delle popolazioni stellari

Modalità di esame :

Orale

Criteri di valutazione :

Capacità di esporre in modo adeguato e con linguaggio scientifico gli argomenti del programma

Testi di riferimento :

Salaris, Maurizio; Cassisi, Santi, *Evolution of stars and stellar populations* Maurizio Salaris, Santi Cassisi. Chichester: UK, Wiley, 0
Greggio, Laura; Renzini, Alvio, *Stellar populations a user guide from low to high redshift* Laura Greggio, Alvio Renzini. Weinheim: Wiley-VCH, 2011

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Material informatico del docente

THEORETICAL ASTROPHYSICS

(Titolare: Prof.ssa PAOLA MARIGO) - Mutuato da: Laurea in Astronomia

Periodo: 1 anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: AstroMundus

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia
Vicolo dell'Osservatorio 3
35100 Padova

Aule : Da definire

Prerequisiti :

Elementi di trigonometria piana, derivate, integrali, nozioni di base di fisica relative ai corsi precedenti.

Corsi propedeutici: Astronomia I (2 anno) e Astronomia II (mod. A, terzo anno).

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso si propone di fornire agli studenti i fondamenti teorici della struttura e dell'evoluzione delle stelle, dalla loro nascita fino agli stadi finali.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni in aula, con utilizzo sia di metodologia classica (lezioni alla lavagna) che di supporti multimediali (diapositive, filmati, applet, interfacce-web per la generazione in tempo reale di modelli stellari).

Contenuti :

1. Introduzione e panoramica del corso.

Vincoli osservativi, il diagramma H-R, relazioni massa-luminosità e massa-raggio, popolazioni stellari e abbondanze chimiche.

2. Idrostatica, energetica e scale di tempo.

Derivazione di tre equazioni della struttura stellare (conservazione di massa, quantità di moto ed energia). Equilibrio idrostatico e termico. Derivazione del teorema del viriale e le sue conseguenze per l'evoluzione stellare. Derivazione delle scale di tempo caratteristiche dell'evoluzione stellare.

3. Equazione di stato (EoS).

Equilibrio termodinamico locale.. Derivazione generale di n , U , P , dalla meccanica statistica. Casi limite: gas ideale, degenerazione. Miscela di gas e radiazione. Processi adiabatici. Ionizzazione (equazione di Saha, conseguenze per le proprietà termodinamiche).

4. Trasporto di energia all'interno delle stelle.

La 4a equazione della struttura stellare: l'equazione del trasporto di energia.

Approssimazione diffusiva del trasporto di radiazione. Il gradiente di temperatura radiativo. Opacità. Luminosità di Eddington. Convezione. Derivazione di criteri di stabilità (Schwarzschild, Ledoux). Trasporto di energia convettivo. Teoria della Mixing Length.

5. Reazioni termonucleari. Produzione di energia nucleare (energia di legame). Derivazione della velocità di reazione termonucleare (sezioni d'urto, effetto tunnel, picco di Gamow). Dipendenza dalla temperatura della velocità di reazione nucleare. Cicli di combustione: bruciamento dell'idrogeno mediante la catena p-p e il ciclo CNO. Bruciamento dell'elio: reazioni 3-alfa e alfa + C. Reazioni di bruciamenti nucleari avanzati.

6. Le equazioni dell'evoluzione stellare. Introduzione, derivate rispetto a tempo / spazio, casi limite. Condizioni al contorno e loro effetto sulla struttura stellare. Metodi di soluzione.

7. Modelli stellari semplici. Modelli politropici. Relazioni di omologia: principi, derivazione, applicazione alle fasi di contrazione gravitazionale e alla fase di sequenza principale.

8. Evoluzione schematica dal teorema del viriale (VT). Evoluzione delle regioni centrali della stella combinando il VT ed EOS: tracce evoluzione in termini di (P, rho) e (T, rho). Evoluzione o meno verso la condizione di degenerazione del gas. La massa di Chandrasekhar, stelle di piccola massa vs stelle massicce. Masse critiche per l'innesco dei bruciamenti, nane brune, cicli di combustione nucleare.

9. Evoluzione dettagliata: verso e sulla sequenza principale (MS). Semplice derivazione della linea di Hayashi, evoluzione di pre-MS. Proprietà della ZAMS: relazioni M-L e M-R, comparsa delle regioni convettive. Evoluzione durante la MS: cambiamenti strutturali, caratteristiche di stelle di piccola massa vs quelle di massa elevata, effetti di overshooting.

10. Evoluzione di Post-MS. Il limite di Schoenberg-Chandrasekhar, il principio dello specchio. La fase di bruciamento di H in shell: Hertzprung-gap, la fase di ramo di gigante rossa (RGB), il primo dredge-up. La fase di bruciamento centrale di elio: ramo orizzontale, loop delle Cefeidi. perdita di massa in RGB.

11. Stadi evolutivi avanzati delle stelle di massa piccola e intermedia. La fase di II ramo asintotico (AGB): pulsazioni termiche, secondo e terzo dredge-up, perdita di massa, nucleosintesi. Nane bianche: struttura, effetti non ideali, Descrizione semplificata della teoria del raffreddamento.

12. Evoluzione di pre-supernova di stelle massicce. Importanza della perdita di massa in tutto il diagramma H-R (stelle O, RSG, LBV e WR). Evoluzione del nucleo: cicli di combustione nucleare e perdite di neutrini.

13. Esplosioni di supernova e resti di stelle massicce. Evoluzione del nucleo fino al collasso. Supernovae di tipo Ia.

Modalità di esame :

Verifica orale e/o scritta su tutti gli argomenti trattati nel corso.

Criteri di valutazione :

Accertamento della comprensione e della padronanza degli argomenti trattati.

Testi di riferimento :

M. Salaris & S. Cassisi, *Evolution of Stars and Stellar Populations*. : John Wiley & Sons, 2005

C.J. Hansen, S.D. Kawaler & V. Trimble, *Stellar Interiors*. : Springer-Verlag, 2004

R. Kippenhahn & A. Weigert, *Stellar Structure and Evolution*. : Springer-Verlag, 1990

D. Prialnik, *An Introduction to the Theory of Stellar Structure and Evolution*. : Cambridge University Press, 2009

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Diapositive e altro materiale reso disponibile in formato elettronico agli studenti.

Curriculum: Astronomia

ASTROBIOLOGIA

(Titolare: Prof. GIUSEPPE GALLETTA)

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Centro Interdipartimentale Vallisneri

Aule : Orario e aula verranno pubblicati in rete sul sito <http://dept.bio.unipd.it/naturali/>

Prerequisiti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilità da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalità di esame :

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione :

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

CONTENUTO NON PRESENTE

ASTROFISICA DEL MEZZO INTERSTELLARE

(Titolare: Prof. PIERO RAFANELLI)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Astronomia
Aule: da definire

Prerequisiti:
CONTENUTO NON PRESENTE
Conoscenze e abilità da acquisire:
CONTENUTO NON PRESENTE
Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
CONTENUTO NON PRESENTE
Contenuti:
CONTENUTO NON PRESENTE
Modalità di esame:
CONTENUTO NON PRESENTE
Criteri di valutazione:
CONTENUTO NON PRESENTE
Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE
Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
CONTENUTO NON PRESENTE

ASTROFISICA DELLE ALTE ENERGIE

(Titolare: Prof. ALBERTO FRANCESCHINI)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento: Dipartimento di Astronomia
Aule: da definire

Prerequisiti:
CONTENUTO NON PRESENTE
Conoscenze e abilità da acquisire:
CONTENUTO NON PRESENTE
Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
CONTENUTO NON PRESENTE
Contenuti:
CONTENUTO NON PRESENTE
Modalità di esame:
CONTENUTO NON PRESENTE
Criteri di valutazione:
CONTENUTO NON PRESENTE
Testi di riferimento:
CONTENUTO NON PRESENTE
Eventuali indicazioni sui materiali di studio:
CONTENUTO NON PRESENTE

ASTROFISICA DELLE GALASSIE

(Titolare: Prof. ENRICO MARIA CORSINI)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento: ex Dipartimento di Astronomia
vicolo dell'Osservatorio 3
Aule: Aula C

Prerequisiti:
Conoscenze di base di Astronomia, Astrofisica, Fisica Generale e Calcolo Numerico.
Conoscenze e abilità da acquisire:
Il tema dell'attività formativa riguarda lo studio della struttura della Via Lattea e delle altre galassie usando la dinamica stellare insieme a dati fotometrici e spettroscopici ottenuti con osservazioni da terra e dallo spazio.
Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:
Lezioni frontali su temi relativi alla dinamica delle galassie.
Contenuti:
1. RICHIAMI SULLE PROPRIETÀ DELLE GALASSIE. Morfologia. Fotometria. Cinematica. Relazioni di scala.
2. TEORIA DEL POTENZIALE. Potenziale gravitazionale. Equazione di Poisson. Equazione di Laplace. Teorema di Gauss. Energia

Potenziale. Tensore dell'energia potenziale. Sistemi sferici. Teoremi di Newton. Massa puntiforme. Sfera omogenea. Profilo di densità secondo la legge di Hubble modificata. Profilo di densità a legge di potenza. Sistemi assisimetrici. Potenziale logaritmico.

3. **ORBITE DELLE STELLE.** Costanti e integrali del moto. Superfici di sezione. Orbite in un potenziale sferico statico. Orbite in un potenziale Kepleriano. Orbite in un potenziale assisimetrico. Moto nel piano meridionale. Orbite quasi circolari: approssimazione epiciclica. Orbite in un potenziale bidimensionale non assisimetrico non rotante. Orbite di tipo "loop" e "box". Orbite stabili e instabili. Orbite in un potenziale bidimensionale non assisimetrico rotante. Integrale di Jacobi. Punti di Lagrange. Corotazione. Famiglie di orbite x_1 , x_2 , x_3 , x_4 . Cenni sulle orbite in un potenziale tridimensionale triassiale.

4. **SISTEMI NON COLLISIONALI.** Urti geometrici. Urti forti. Urti deboli. Tempo di attraversamento. Tempo di rilassamento. Funzione di distribuzione. Equazione non collisionale di Boltzmann. Equazione di continuità. Equazione di Eulero. Equazioni di Jeans. Applicazioni delle equazioni di Jeans. Ellissoide delle velocità. Asymmetric drift. Densità di massa nei dintorni solari. Dispersione di velocità di un sistema sferico. Degenerazione massa-anisotropia. Sistemi sferoidali con dispersione di velocità isotropa. Processi di riscaldamento del disco stellare e forma dell'ellissoide delle velocità. Teorema del viriale. Rapporto massa-luminosità dei sistemi sferici. Rotazione delle ellittiche. Teorema di Jeans. Applicazione ai sistemi sferici. Sistemi sferici con dispersione di velocità isotropa. Politropi. Sfera di Plummer. Sfera isoterma. Sfera singolare isoterma. Raggio di King. Metodo di King per determinare il rapporto massa-luminosità. Modelli di King. Raggio mareale. Parametro di concentrazione. Determinazione della funzione di distribuzione dal profilo di densità. Equazione di Eddington. Cenni sui sistemi sferici con dispersione di velocità anisotropa. Modelli di Michie.

Modalità di esame :

Esame orale.

Criteri di valutazione :

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti trattati nel corso delle lezioni e sulla capacità di applicare le conoscenze acquisite in modo autonomo e consapevole.

Testi di riferimento :

Binney J., Tremaine S., Galactic Dynamics. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1987

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Tutto il materiale didattico presentato durante le lezioni viene messo a disposizione degli studenti sul sito web del corso (<http://www.astro.unipd.it/corsini/>).

C.I. DI ASTROFISICA GENERALE

(Titolare: Prof. SERGIO ORTOLANI)

Indirizzo formativo: Astronomia

Prerequisiti :

Conoscenze di base di astronomia generale e di evoluzione stellare.

Conoscenze di fisica e di chimica di base.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Conoscenze e abilità da acquisire. Modulo A: completamento nella conoscenza della controparte osservativa dell'evoluzione stellare. Interpretazione dei dati sperimentali. Conoscenze di base sulla fisica dei corpi del sistema solare. Aspetti fenomenologici e interpretativi dei più importanti fenomeni associati col mezzo interstellare galattico.

Capacità critica nell'interpretazione dei risultati astrofisici.

Nel mod. B verranno trattate le problematiche di frontiera nel campo dell'astronomia extragalattica da un punto di vista principalmente osservativo e fenomenologico. In particolare il programma tratta: Principali Survey extragalattiche da terra e dallo spazio, funzione di luminosità, classificazione delle galassie ad alto redshift, relazioni di scala nelle galassie ellittiche e a spirale, buchi neri supermassicci nelle galassie, proprietà chimiche delle popolazioni stellari, Materia Oscura.

Modalità di esame :

colloquio orale e/o prova scritta

Criteri di valutazione :

Conoscenza delle problematiche illustrate al corso. Proprietà di linguaggio, capacità critica nell'interpretazione dei fenomeni astrofisici.

Moduli del C.I.:

Astrofisica Generale (Mod. A)

Astrofisica Generale (Mod. B)

ASTROFISICA GENERALE (MOD. A)

(Titolare: Prof. SERGIO ORTOLANI)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia

Aule : Aula C, Aula A, Aula I.Rosino

Contenuti :

Scopo del corso è di approfondire le tematiche di carattere osservativo-interpretativo già affrontate nei corsi della triennale e di colmare argomenti che nella triennale non trovano spazi adeguati. In una prima parte si affrontano problematiche strumentali e interpretative del dato osservativo, con particolare riferimento alla fotometria stellare.

Questa è completata con l'interpretazione dei diagrammi colore-luminosità e colore-colore (IR) nell'ambito dell'evoluzione stellare, in particolare di popolazioni giovani. Segue una seconda parte sullo studio delle proprietà fisiche dei pianeti (statistiche, formazione, atmosfere, evoluzione) e cenni allo studio dei pianeti extrasolari. La parte finale riguarda approfondimenti specifici di sorgenti legate al

mezzo interstellare galattico (riga a 21 cm, resti di supernovae, maser).

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali con utilizzo di lavagna, lucidi, power point.

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense del docente.

Sono disponibili anche articoli specifici per eventuale approfondimento.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

ASTROFISICA GENERALE (MOD. B)

(Titolare: Prof. ALESSANDRO PIZZELLA)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia
Aule : aula C

Contenuti :

• Funzione di luminosità delle galassie, 12 ore

- classificazione ad alto redshift fotometrica e spettroscopica

- effetti dell'ambiente

- principali survey da terra a da spazio

- Il gruppo locale e l'universo vicino

• Cinematica di galassie con spettroscopia a campo integrale, 5 ore

• Relazioni di scala per le galassie ellittiche, 5 ore

- piano fondamentale e sua evoluzione in z

- relazione di Kormendy, Faber-Jackson, Dn-sigma

• Relazioni di scala per le galassie a spirale, 5 ore

- relazione di Tully-Fisher e sua evoluzione in redshift

- dischi ad alta e bassa brillantezza superficiale (LSB)

• Ammassi di galassie e distribuzione della materia oscura, 5 ore

- misura della massa in ammassi di galassie: aloni X e lensing gravitazionale

- proprietà della materia oscura nelle galassie e negli ammassi di galassie

• Buchi neri supermassicci nel centro di galassie, 4 ore

• Proprietà chimiche delle popolazioni stellari nelle galassie, 4 ore

- evoluzione, arricchimento metallico e gradienti di abbondanza chimica (indici spettrofotometrici - sistema di Lick)

- Mg-sigma, Mg-velocità di fuga, relazione colore magnitudine

- tasso di formazione stellare (tipi morfologici, ambiente, redshift)

- Evoluzione passiva e accrescimento gerarchico

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni in Aula con alcune esercitazioni in aula computer

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense del docente

Dispense e ausili didattici si trovano nel sito Moodle

Testi di riferimento :

Peter Schneider, *Extragalactic Astronomy and Cosmology.* : Springer, 2006

C.I. DI ASTROFISICA TEORICA

(Titolare: Prof. ALBERTO FRANCESCHINI)

Indirizzo formativo: Astronomia

Moduli del C.I.:

Astrofisica Teorica (Mod. A)

Astrofisica Teorica (Mod. B)

ASTROFISICA TEORICA (MOD. A)

(Titolare: Prof.ssa PAOLA MARIGO)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia
Aule : da definire

Contenuti :

1. Stelle Nane Bianche.

Interno degenerare. Cristallizzazione.
Involuppo esterno.
Leggi di raffreddamento.
Effetti di diverse stratificazioni chimiche.

2. Venti Stellari.

Introduzione.
Venti Coronali. Caso Isotermo. Caso Generale.
Venti radiativi. Dinamica di base. Modelli a molte righe.

3. Stelle Variabili.

Fondamenti della Teoria delle Pulsazioni.
Trattazione Adiabatica.
Trattazione Non Adiabatica.
Instabilità da Ionizzazione.
I Pulsatori Radiali.
I Pulsatori Non Radiali.
Elementi di Astrosismologia.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni in aula, con utilizzo sia di metodologia classica (lezioni alla lavagna) che di supporti multimediali (diapositive, filmati, applet, interfacce-web per la generazione in tempo reale di modelli stellari).

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Diapositive e altro materiale reso disponibile in formato elettronico agli studenti.

Testi di riferimento :

M. Salaris & S. Cassisi, *Evolution of Stars and Stellar Populations*. : John Wiley & Sons, 2005
H.J.G.L.M. Lamers & J.P. Cassinelli, *Introduction to Stellar Winds*. : Cambridge University Press, 1999
C. Aerts, J. Christensen-Dalsgaard, D.W. Kurtz, *Asteroseismology*. : A&A Library, Springer, 2010

ASTROFISICA TEORICA (MOD. B)

(Titolare: Prof. ALBERTO FRANCESCHINI)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia
Aule : Aula C Dipartimento di Astronomia

Contenuti :

- Evidenze sulla struttura su grande scala dell'universo
• Proprietà generali e strutturali dell'universo.
• Distribuzione su grande scala delle galassie. Funzioni di correlazione angolari e spaziali. Correlazioni di ordine due e superiore. Relazione di Limber.
• Power-spectrum delle strutture cosmiche. Relazioni tra power-spectrum e $\hat{\nu}(r)$. Osservazioni della struttura su grande scala. Spettro iniziale delle perturbazioni. Mapping 3D di galassie e Nuclei Attivi.
• Altre statistiche. Counts-in-cells. Cenni alla struttura frattale e topologica dell'universo.
- Deviazioni da omogeneità e isotropia nella metrica RW. Effetti del lensing gravitazionale e sue applicazioni.
• Risultato newtoniano e correzione relativistica. Potenziali della lente. Lente puntiforme e distribuzioni sferiche isoterme. Raggio di Einstein. Sezioni d'urto di lensing. Effetto del lensing sui ritardi temporali. Caustiche.
• Osservazioni del lensing gravitazionale ed applicazioni cosmologiche. Stima delle masse degli ammassi di galassie. Stima della costante H_0 . Effetti della costante cosmologica L nelle statistiche del lensing.
- Evoluzione cosmologica di perturbazioni nel fluido cosmico.
• Evoluzione cosmologica di perturbazioni nelle varie componenti del fluido cosmico. Equazioni generali in un universo statico e in uno in espansione. Evoluzione in un universo dominato dalla materia. Hubble drag. Relazione tra perturbazioni e campi di velocità.
• Vincoli sui parametri cosmologici dallo studio dei moti su grande scala.
- Struttura generale dell'universo: moti peculiari di galassie e strutture.
• La legge di Hubble, determinazione delle distanze cosmiche. Deviazioni dalla legge di Hubble, velocità peculiari nel cosmo. Informazioni sulla struttura dal campo di velocità.
• Origine dei moti su grande e piccola scala.
- Breve storia termica dell'universo
• Contenuto di materia e radiazione nell'universo. Densità di energia. Universi dominati dalla radiazione. Epoche della ricombinazione dell'universo.
• Tempi scala dell'evoluzione cosmica.
• Entropia cosmica per barione.
• Nucleosintesi primordiale
- Struttura generale dell'universo: la Radiazione Cosmica nelle Microonde
• Scoperta della CMB. Osservazioni da terra e dallo spazio. COBE & WMAP. Origine della CMB.
• Proprietà spaziali, isotropia della CMB. Strutturazione angolare della radiazione.
• Origine delle fluttuazioni d'intensità. Processi fisici operanti sulle grandi scale. Fluttuazioni sulle scale angolari intermedie. Contributi sorgenti alle anisotropie sulle piccole scale (effetto SZ, sorgenti cosmiche).

â€¢ Vincoli dalla CMB sui parametri cosmologici.

â€¢ Spettro della CMB. Proprietà spettrali, distorsioni spettrali. Effetto Sunyaev-Zeldovich da plasmi caldi. Limiti osservativi alle distorsioni spettrali e loro implicazioni.

7. Universo primordiale, Big Bang, transizioni di fase, inflazione

â€¢ Il problema degli orizzonti cosmici. Propagazione dell'informazione e visibilità dell'universo.

â€¢ Singolarità del Big Bang. Tempo di Planck. Il problema della quantizzazione della gravità

â€¢ Cenni al modello standard delle particelle elementari. Interazioni fondamentali. Transizioni di fase in cosmologia. L'epoca delle transizioni di fase.

â€¢ Problemi del modello standard Big Bang. Problema della costante cosmologica. Problema dell'orizzonte. Problema della piattezza.

Inflazione cosmica e sue soluzioni dei problemi.

â€¢ Cenno al Principio Antropico.

8. L'Universo dopo la Ricombinazione

â€¢ Evoluzione cosmologica di galassie e nuclei attivi

â€¢ Storia della formazione delle stelle e della produzione di elementi pesanti.

â€¢ Gas intergalattico diffuso. I barioni mancanti.

Testi di riferimento :

M. Longair, *Galaxy Formation*. : Springer, 2006

P. Coles & F. Lucchin, *Cosmology, the origin and evolution of cosmic structure*. : Wiley, 2002

J. Peacock, *Physical cosmology*. : Cambridge Astrophysics Press, 1999

CALCOLO NUMERICO E PROGRAMMAZIONE

(Titolare: Prof. MARCO VIANELLO)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 40A+24E; 7,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia
Aule : da definire

Prerequisiti :

Analisi matematica 1 e 2

Algebra lineare e geometria

Conoscenze e abilità da acquisire :

Apprendere le basi del calcolo numerico in vista delle applicazioni in campo scientifico e tecnologico, con particolare attenzione ai concetti di errore, discretizzazione, approssimazione, convergenza, stabilità, costo computazionale

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Sistema-floating point e propagazione degli errori:

errore di troncamento e di arrotondamento, rappresentazione floating-point dei reali, precisione di macchina, operazioni aritmetiche con numeri approssimati, condizionamento di funzioni, propagazione degli errori in algoritmi iterativi per esempi, il concetto di stabilità

Soluzione numerica di equazioni non lineari:

metodo di bisezione, stima dell'errore col residuo pesato; metodo di Newton, convergenza globale, velocità di convergenza, convergenza locale, stima dell'errore, altri metodi di linearizzazione; iterazioni di punto fisso

Interpolazione e approssimazione di funzioni e dati:

interpolazione polinomiale, interpolazione di Lagrange, errore di interpolazione, il problema della convergenza (controesempio di Runge), interpolazione di Chebyshev, stabilità dell'interpolazione; interpolazione polinomiale a tratti, interpolazione spline; approssimazione polinomiale ai minimi quadrati

Integrazione e derivazione numerica:

formule algebriche e composte, convergenza e stabilità, esempi; instabilità dell'operazione di derivazione, calcolo di derivate tramite formule alle differenze; il concetto di estrapolazione

Elementi di algebra lineare numerica:

norme di vettori e matrici, condizionamento di matrici e sistemi; metodi diretti: metodo di eliminazione gaussiana e fattorizzazione LU, calcolo del determinante, calcolo della matrice inversa, fattorizzazione QR, soluzione ai minimi quadrati di sistemi sovradeterminati; metodi iterativi: i metodi di Jacobi e Gauss-Seidel, struttura generale delle iterazioni stazionarie, preconditionamento; metodo delle potenze per il calcolo di autovalori estremali

Introduzione ai metodi alle differenze finite per equazioni differenziali:

i metodi di Eulero esplicito ed implicito, il metodo trapezoidale, convergenza e stabilità, sistemi stiff; equazione di Poisson 1d e 2d; metodo delle linee per l'equazione del calore

Laboratorio: implementazione e applicazione di codici numerici in Matlab

Contenuti :

Sistema floating-point e propagazione degli errori

Soluzione numerica di equazioni non lineari

Interpolazione e approssimazione di dati e funzioni

Integrazione e derivazione numerica

Elementi di algebra lineare numerica

Introduzione ai metodi alle differenze finite per equazioni differenziali

Modalita' di esame :

Prova orale

Testi di riferimento :

A. Quarteroni, F. Saleri, *Introduzione al calcolo scientifico*. : Springer,

A. Quarteroni, F. Saleri, *Scientific computing with Matlab and Octave*. : Springer,

G. Rodriguez, *Algoritmi numerici*. : Pitagora,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

uno dei testi consigliati e dispense online del docente (www.math.unipd.it/~marcov/studenti.html)

FISICA DEI PIANETI

(Titolare: Prof. FRANCESCO MARZARI)

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia

Aule : Aula C

Prerequisiti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilita' da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalita' di esame :

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione :

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

CONTENUTO NON PRESENTE

FISICA MATEMATICA

(Titolare: Prof. MASSIMILIANO GUZZO)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Informazioni in lingua non trovate

Aule : Informazioni in lingua non trovate

Contenuti :

1. Equazioni differenziali ordinarie: teorema di Cauchy; flusso; dipendenza dalle condizioni iniziali; equazioni lineari; ritratti in fase; integrali primi; punti di equilibrio; linearizzazione; spazio stabile, instabile e centrale.

2. Sistemi integrabili: esempi elementari dalla dinamica delle popolazioni, dalla meccanica e dall'astronomia; integrabilita' dei sistemi meccanici, variabili di azione angolo, esempi.

3. Sistemi non integrabili: sistemi discreti, sezione di Poincare', biforcazioni, esempi elementari. Varieta' Stabile ed Instabile, chaos omoclinico; Esponenti di Lyapunov, il pendolo forzato ed altri esempi; Varieta' Centrale. Il problema dei tre corpi, gli euilibri lagrangiani, le orbite di Lyapunov, le cosiddette Tube Manifolds.

GLI ARGOMENTI (4) AND (5) SEGUENTI SONO SOLAMENTE NELLA PARTE DELL'ESAME PER LA LAUREA MAGISTRALE IN ASTRONOMIA

4. PDE lineari del primo e del secondo ordine. Problemi ben posti. La corda vibrante, modi normali di vibrazione. Equazione del calore. Serie di Fourier. Equazione delle onde in domini del piano. Laplaciano in coordinate polari. Separazione delle variabili. Funzioni di Bessel. Autofunzioni del laplaciano nel piano.

5. Espressione del laplaciano in variabili sferiche. Separazione in variabili sferiche. Polinomi e funzioni associate di Legendre. Armoniche sferiche. Sviluppi di funzioni in armoniche sferiche. Sviluppi del potenziale elettrostatico. Operatore L2 e sue autofunzioni. Autofunzioni del laplaciano. Esempi: soluzioni dell'equazione delle onde nello spazio e dell'equazione di Schrodinger per l'atomo di

idrogeno.

GLI ARGOMENTI (6) SEGUENTI SONO SOLAMENTE NELLA PARTE DELL'ESAME PER LA LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA MATEMATICA

6. Esempi ed Applicazioni: cicli limite; esempi ed analisi di sistemi dinamici con spazio delle fasi di dimensione 3 e 5; il sistema di Lorenz, il problema dei tre corpi; esempi dalla fluido-dinamica, sistemi dinamici non autonomi, indicatori di chaos, strutture Lagrangiane Coerenti.

Modalità di esame :

Esame scritto

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense fornite dal docente.

FISICA SUPERIORE

(Titolare: Prof. ARMANDO-FRANCESCO BORGHESANI)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 56A; 7,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia

Prerequisiti :

Propedeuticità : Le Analisi Matematiche, le Fisiche Generali, Fisica Quantistica.

Prerequisiti: conoscenze di Meccanica, Termodinamica, Ottica Fisica, Eletticità e Magnetismo, Fondamenti di Fisica Moderna, Meccanica Quantistica e Meccanica Ondulatoria.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Verranno acquisite conoscenze di Fisica Atomica e Molecolare, Meccanica Statistica Quantistica, Elementi di Fisica del Nucleo.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali di teoria corredata da esempi svolti.

Contenuti :

Equazione di Schroedinger 3D. Momento angolare. Spin. Esperimento di Stern-Gerlach. Soluzioni dell'equazione radiale di Schroedinger. Atomo di Idrogeno. Struttura fine del suo spettro. Interazione spin-orbita. Effetto Zeeman. Effetto Paschen-Back. Modello semiclassico vettoriale. Spin in un campo magnetico. Matrici di Pauli. Spinori. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo. Effetto Stark. Particelle identiche. Operatore di scambio. Atomi a π^1 elettroni. Elio. Metodo variazionale. Metodo di Hartree. Struttura degli atomi. Molecole: ione molecolare H_2^+ e molecola H_2 . O Perturbazioni dipendenti dal tempo. Probabilità di transizione. Radiazione di dipolo elettrico e magnetico. Regole di selezione. Laser. Elementi di teoria dello scattering. Meccanica Statistica Quantistica. Distribuzioni di Bose-Einstein e Fermi-Dirac. Teoria delle stelle nane bianche. Elementi di Fisica Nucleare. Reazioni nucleari. Decadimento beta e sua teoria. Fissione e Fusione.

Modalità di esame :

orale.

Criteri di valutazione :

La valutazione dello studente si basa sul grado di apprendimento dei concetti spiegati durante il corso. Si accerta che lo studente sia in grado di applicare criticamente e autonomamente i concetti base di Fisica Atomica.

Testi di riferimento :

Haken, Wolf, Atomic and Quantum Physics. : Springer, 1987

A. F. Borghesani, Introduzione alla Struttura della Materia. padova: Libreria Progetto, 2009

S. Gasiorowicz, Quantum Physics. : Wiley, 1974

Bransden, Joachain, Physics of Atoms and Molecules. : Prentice-Hall, 2003

J. D. Mc Gerver, Introduction to Modern Physics. : Academic Press, 1983

Atkins, Friedman, Molecular Quantum Mechanics. : Oxford University Press, 2005

LABORATORIO DI ASTROFISICA 1

(Titolare: Dott. ROBERTO RAGAZZONI)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 32A+32L; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia
Aule : da definire

Prerequisiti :

Knowledge of the basis of physic and astronomy at the level of the Laurea in Astronomia. Basic knowledge of scientific english

Conoscenze e abilità da acquisire :

The aim of the course is to give an overview of the basic concepts and of the principal technological development needed to achieve state of the art telescopes and astronomical instrumentation "both on ground and in space" with a strong focus on the infrared to visible wavelength domain.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lectures at the blackboard and with computer presentations. Optical experiments to be carried out in the laboratory. Overnight at the Asiago telescope to test on the sky one or two experiments previously carried out in the lab.

Contenuti :

Recall of basic principles of optics and of image formation.

Nature of light and geometrical nature of thin lenses and of conical sections. Concept of stigmatic and non stigmatic imaging.

Optical copies and Lagrange invariant.

Relevance of the position and size of the stop in an optical system and its effects on the overall property.

Two mirrors telescope.

Schwarzschild, Cassegrain, Gregorian and Ritchey-Chretien solutions.

The problem of the background in astronomical imaging and in particular in the infrared. Definition of the thermal and non-thermal infrared portion of the spectra. Vignetting and Field of View in Cassegrain telescopes.

Oversizing and under-sizing of the secondary mirror and natural ability to reject ground-based thermal infrared.

Off-axis sections in ground and space based optical telescopes. Collimation and pupil reimaging.

Difference between images formed by parabolic and spherical mirrors and the case of Arecibo-like design.

Examples of telescopes and instrumentation employing the various concepts devised.

Adaptive and Active Optics.

Basic definitions, Kolmogorov turbulence and isoplanatic angle, Fried's parameter and Greenwood frequency.

Deformable mirrors and wavefront sensors in open and closed loop operations. Tip-tilt four quadrants sensing and Poissonian nature of photons effect on them. High order aberrations and Hamilton, Zernike and Karhunen-Loeve modes. Shack-Hartman and Pyramid wavefront sensors.

Concept of Multi Conjugated Adaptive Optics. Star and Layer Oriented approaches. Detectors

Charge Coupled Devices Detectors, principles of working and basic parameters. Quantum Efficiency, Charge Transfer Efficiency, Read Out Noise.

3-CCD principle of working and effects on the Poissonian apparent noise.

Concept of the Avalanche Photo Diodes and Quenching.

Laboratory

Poisson's spot, turbulence simulation and speckle formations.

Asiago Observatory

Speckle interferometry and possibly Kolmogorov turbulence measurements.

Modalità di esame :

Oral exam.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

LABORATORIO DI ASTROFISICA 2

(Titolare: Prof. ALESSANDRO PIZZELLA)

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 32A+32L; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Fisica e Astronomia, vicolo dell'osservatorio 3

Aule : Aula Rosino e Aula informatica

Prerequisiti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilità da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalità di esame :

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione :

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

CONTENUTO NON PRESENTE

MECCANICA CELESTE

(Titolare: Dott. STEFANO CASOTTO)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia

Aule : Da definire

Prerequisiti :

Students are expected to be familiar with Rational Mechanics and Mathematical Analysis, including the elementary theory of Ordinary Differential Equations.

A fair amount of curiosity about dynamical phenomena observed in the Solar and other planetary systems is useful, together with an

interest in their precise modeling and computation and the design of exploration missions.

Conoscenze e abilità da acquisire :

â€¢ Develop an understanding of dynamical phenomena in gravitating systems

â€¢ Application of Newtonian Mechanics to the solution of the fundamental problems of the Celestial Mechanics of natural bodies and artificial satellites

â€¢ Solution of Inverse Problems with applications to Orbit Determination

â€¢ Introduction to the design of orbits for planetary and interplanetary exploration

â€¢ Develop numerical computations in Matlab (or compiled languages) , including the numerical integration of the equations of motion

â€¢ Learn how to use the Satellite Tool Kit (AGI/STK)

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lectures, homework assignments, Matlab (C++, ...) code development, computer lab activities, special topic analysis during final project.

Contenuti :

1. The equations of motion of gravitating systems

2. The Two-Body Problem and an initial value problem (IVP)

3. The Two-Body Problem and a boundary value problem (BVP)

4. Orbital maneuvers

5. Space and time reference systems

6. The computation of a Keplerian ephemeris

7. Preliminary orbit determination

8. Keplerian relative motion and its generalization

9. Regularization and Universal Formulation of the Two-Body Problem

10. The TBP as a boundary value problem (BVP) â€“ Lambert targeting

11. The Problem of Three Bodies and its homographic solutions

12. The Circular Restricted Three-Body Problem â€“ Jacobiâ€™s integral, surfaces of zero velocity, Lagrangian points, Stability, Periodic orbits

13. The theory of Patched Conics and the design of gravity-assist interplanetary trajectories

14. Elements of perturbations and a the motion of an artificial Earth satellite

Modalità di esame :

Homework, Final project report, Oral examination

Criteri di valutazione :

Homework 30%, Final project 40%, Oral exam 30%

Testi di riferimento :

Danby, John M. Anthony, *Fundamentals of celestial mechanics*. Richmond (Va.): Willmann-Bell, 1988

Roy, Archie Edmiston, *Orbital motion*. New York: London, Taylor & Francis, 2005

Vallado, David A.; McClain, Wayne D., *Fundamentals of astrodynamics and applications*. Hawthorne: CA, Microcosm press, New York, Springer-Verlag, 2007

Murray, Carl D.; Dermott, Stanley F., *Solar System Dynamics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Casotto, *Lezioni di Meccanica Celeste*

POPOLAZIONI STELLARI

(Titolare: Prof. GIAMPAOLO PIOTTO)

Periodo: 1 anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia

Aule : Aula C

Prerequisiti :

Conoscenze di base (almeno a livello di laurea di laurea triennale) di astrofisica stellare. Conoscenza di evoluzione stellare, diagrammi c-m, fotometria e spettroscopia stellare, astrometria.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Proprietà delle popolazioni stellari locali, in ammasso, nella Via Lattea, in galassie. Conoscenze base sugli osservabili e loro interpretazione per popolazioni stellari non risolte.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali

Esercizi di lettura e presentazione di alcuni articoli fondamentali

Contenuti :

Diagrammi colore-magnitudine

Trasformazioni luminosità-magnitudine e temperatura-colore

Interstellar reddening effects on the cm diagrams

The concept of stellar populations: background storico

Popolazioni stellari: visione moderna

Il modello galattico di Eggen, Lynden-Bell e Sandage

Il modello galattico di Searle e Zinn

Popolazioni stellari nelle vicinanze del Sole

Il mezzo interstellare nelle vicinanze del Sole

Popolazione II

Misura dei parametri principali di una popolazione: reddening, distanza, età, contenuto chimico

Popolazioni stellari in ammassi globulari

Il concetto di popolazioni stellari multiple

Il contenuto di He in stelle di popolazione II

Il ramo orizzontale e il problema del secondo parametro

Popolazione I

Popolazioni stellari nel disco galattico

Popolazioni stellari in ammassi aperti

Popolazioni stellari in galassie nane del Gruppo Locale

La funzione di massa iniziale

Parametri osservativi e loro interpretazione per le popolazioni stellari non risolte

Storia della formazione stellare in Galassie

Principi base dell'evoluzione chimica delle popolazioni stellari

Modalità di esame :

Orale

Criteri di valutazione :

Capacità di esporre in modo adeguato e con linguaggio scientifico gli argomenti del programma

Testi di riferimento :

Salaris, Maurizio; Cassisi, Santi, *Evolution of stars and stellar populations* Maurizio Salaris, Santi Cassisi. Chichester: UK, Wiley, 0
Greggio, Laura; Renzini, Alvio, *Stellar populations a user guide from low to high redshift* Laura Greggio, Alvio Renzini. Weinheim: Wiley-VCH, 2011

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Material informatico del docente

PROVA FINALE

(Titolare: da definire)

Periodo: Il anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: ; 40,00 CFU

RELATIVITÀ GENERALE

(Titolare: Prof. GIUSEPPE TORMEN)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Fisica e Astronomia
vicolo dell'Osservatorio, 3/2

Aule : Aula C

Prerequisiti :

Conoscenze di calcolo differenziale e integrale a una e più variabili. Elementi di algebra lineare. Algebra tensoriale. Conoscenze di base di meccanica e termodinamica.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Alla fine del corso lo studente avrà appreso i principi alla base della descrizione geometrica della gravità formulata da Einstein. Sarà familiare con i concetti di metrica, connessione, derivata covariante, curvatura, sia nella definizione matematica che nel significato geometrico e fisico. Conoscerà le principali soluzioni delle equazioni di Einstein e le principali applicazioni della Relatività Generale. Saprà descrivere sia in modo rigoroso e matematico che in modo geometrico ed intuitivo tali applicazioni e gli effetti ad esse collegati.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Flipped Classroom, attività interattive individuali e di gruppo.

Contenuti :

Ripasso di Relatività Speciale:

Sistemi di riferimento Inerziali. Principio di Relatività. Gravità Newtoniana. Principio variazionale ed equazioni di Eulero-Lagrange. Esperimento di Michelson-Morley. Relatività della simultaneità. Intervalli spaziotemporali. Coni luce. Dilatazione dei tempi e contrazione delle lunghezze. Paradosso dei gemelli. Cenni di meccanica relativistica. Lagrangiana per una particella libera. Aberrazione classica e relativistica, beaming relativistico. Effetto Doppler classico e relativistico. Distorsione di oggetti in moto relativistico. Moti superluminali. Getti relativistici.

Relatività Generale:

Principi di Mach, di Equivalenza, di General Covarianza, di Accoppiamento gravitazionale minimo, di Corrispondenza. Orologi in un campo gravitazionale. Redshift gravitazionale. Metrica della gravità Newtoniana. Spazio-tempo curvo. Sistemi di base coordinati e ortonormali. Trasformazioni generali di coordinate. Teorema della piatezza locale. Integrali in Relatività Generale. Derivata Covariante. Connessione. Trasporto parallelo. Tensore di torsione e connessione metrica. Equazione geodetica. Introduzione alla curvatura.

Curvatura dal trasporto parallelo, dal commutatore delle derivate, dalla deviazione geodetica. Simmetrie del tensore di curvatura. Tensori di Ricci e di Weyl. Vettori come derivate direzionali. Forze mareali newtoniane e limite newtoniano della deviazione geodetica. Simmetrie dello spazio-tempo e leggi di conservazione in Relatività Generale. Vettori ed equazione di Killing. Tensore energia-impulso per un fluido perfetto. Equazioni di Einstein e loro interpretazione. Metrica di Schwarzschild. Potenziale effettivo. Redshift gravitazionale. Orbite esterne per la metrica di Schwarzschild. Precessione dei pericentri. Deflessione della luce. Shapiro time delay. Metrica di Robertson-Walker, equazioni di Friedmann. Giroscopi in Relatività Generale, precessione geodetica, effetto Lense-Thirring. Produzione e propagazione delle onde gravitazionali deboli.

Modalità di esame :

La verifica del profitto consiste in una serie di homework da realizzare durante il corso (10% del credito) e da una prova finale su tutto il programma (90% del credito). Per essere ammessi alla prova finale "A" richiesta la partecipazione ad almeno il 75% degli homework.

Criteri di valutazione :

Frequenza alle lezioni e completamento degli homework. Conoscenza del programma; comprensione dei meccanismi fisici alla base dei fenomeni descritti e della loro interpretazione geometrica; capacità di collegare argomenti diversi attraverso similitudini o diversità; capacità di sintesi sul programma; elaborazione personale dei concetti appresi; pensiero originale.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Le dispense del corso e altro materiale didattico sono disponibili agli studenti iscritti al corso sulla piattaforma di E-learning del Dipartimento di Fisica e Astronomia.

Testi di riferimento oltre alle dispense:

- Hartle: Gravity, an Introduction to Einstein's General Relativity
- Carroll: An Introduction to General Relativity, Spacetime and Geometry
- Schutz: A first course in General Relativity
- D'Inverno: Introducing Einstein's Relativity
- Ohanian-Ruffini: Gravitazione e Spazio-Tempo
- Gron, Hervik: Einstein's General Theory of Relativity
- Misner, Thorne, Wheeler: Gravitation
- Varie risorse dalla rete

SPETTROSCOPIA ASTRONOMICA

(Titolare: Prof. PIERO RAFANELLI)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Astronomia
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU
Sede dell'insegnamento : Dipartimento Astronomia
Aule : da definire

Prerequisiti :

Basic Physics I and II, Calculus I and II, Atomic Physics, Astrophysics I - II

Conoscenze e abilità da acquisire :

Acquisizione e approfondimento dei concetti Fisici indispensabili per lo studio delle Nebulose Gassose

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali

Esercitazioni su dati osservativi

Contenuti :

- Caratteristiche dello spettro a righe di emissione di: Nebulose gassose - Nebulose diffuse - Nebulose planetarie - Novae ~ Supernova remnants- Regioni HII extragalattiche- Galassie di Seyfert di tipo I e 2 - QSO's - Star burst galactic nuclei - Liners.

- Eccitazione radiativa, Ionizzazione, Ricombinazione , Fluorescenza: la sfera di Stromgren - Emissione free-free e Bremsstrahlung - Equazione della ionizzazione per atomi complessi - ricombinazione dielettronica - Ionizzazione per collisione - Scambio di carica - Campi di radiazione stellare nel lontano ultravioletto - La fluorescenza di Bowen nello OIII e nello NIII.

- Equilibrio di fotoionizzazione: Fotoionizzazione di una nebula di solo Idrogeno -Fotoionizzazione di una nebula contenente Idrogeno ed Elio - Fotoionizzazione da He+ ad He++

- Equilibrio termico - Aumento di energia per fotoionizzazione - Perdita di energia per ricombinazione - Perdita di energia per radiazione free-free - Perdita di energia da radiazione in righe eccitate collisionalmente - Perdita di energia per eccitazione collisionale dell'Idrogeno.

Calcolo dello spettro Emesso: Righe di ricombinazione - Radiazione nel continuo "Righe e continuo nel dominio radio - Probabilità di fuga di un fotone emesso in una nebula sferica ed omogenea - Effetti di trasporto radiativo nello H1 - Effetti di trasporto radiativo nello He1 ed He11 - Eccitazione collisionale dello He1.

- Fenomeni correlati alla presenza di polveri: Effetto di estinzione prodotto dalla polvere - Polvere e spettro infrarosso di Nebulae, Galassie di Seyfert etc. - Temperatura e bilancio energetico della polvere - Osservazioni infrarosse, ottiche e ultraviolette di Nebulae, Galassie di Seyfert etc. - Proprietà dei grani di polvere (rapporto polvere gas, polarizzazione lineare, variazione del rapporto $R = A_E / (B-V)$) - Confronto fra le proprietà del mezzo interstellare della nostra galassia e quelle di altre galassie.

- Confronto della Teoria con le osservazioni : Misure di temperatura dalle righe di emissione - Determinazione della temperatura dal continuo ottico e da quello radio - Densità elettronica dalle righe di emissione - Temperature elettroniche e densità elettroniche dalle righe di ricombinazione radio - Radiazione ionizzante di tipo termico e non termico - Abbondanza degli elementi nelle nebulae da righe di ricombinazione e proibite.

Modalita' di esame :

orale

La verifica del profitto avra' luogo mediante un colloquio, eventualmente con la discussione di un elaborato prodotto dallo studente su un argomento trattato durante le lezioni (facoltativo)

Criteri di valutazione :

Valutazione sulla verifica della capacitÃ di ragionare con i concetti acquisiti durante il corso.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

dispense manoscritte del docente

Osterbrock, D.E., Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei,