



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE

Bollettino Notiziario

Anno Accademico 2014/2015

**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
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

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 :

INTRODUZIONE FENOMENOLOGICA

Proprietà generali e strutturali dell'universo.

Distribuzione su grande scala delle galassie. Funzioni di correlazione angolari e spaziali. Equazione di Limber. Correlazioni di ordine superiore. Mapping 3D di galassie e Nuclei Attivi. La legge di Hubble, determinazione delle distanze cosmiche. Deviazioni dalla legge di Hubble, velocità peculiari.

Spettro e isotropia della CMB. Distorsioni spettrali e dell'intensità. Struttura delle anisotropie nell'intensità della radiazione e loro interpretazione fisica. Contributi di sorgenti alle anisotropie ed effetto Sunyaev-Zeldovich da plasmi caldi. Osservazioni da terra e dallo spazio. COBE, WMAP.

IL FORMALISMO TEORICO

Principio cosmologico, metrica di Robertson-Walker e sua deduzione. Cosmografia. Osservabili fondamentali. Equazioni di Campo della Relatività Generale, tensore Energia-Impulso.

MODELLI D'UNIVERSO (ripasso di contenuti del corso di Cosmologia della LT)

Modelli di Friedman senza costante cosmologica, parametri cosmologici, parametri di densità e decelerazione e loro evoluzione nel tempo, orizzonti cosmici, relazione tempo-redshift, effetti di una costante cosmologica, dinamica dei modelli d'universo. Orizzonti cosmologici.

DEVIAZIONI DA OMOGENEITÀ E ISOTROPIA. IL LENSING GRAVITAZIONALE E SUE APPLICAZIONI

Risultato newtoniano e correzione relativistica. Potenziali della lente. Lente puntiforme e distribuzioni sferiche isoterme. Raggio di Einstein. Sezioni d'ombra 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 nelle statistiche del lensing.

STORIA TERMICA DELL'UNIVERSO

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

Tempi scala dell'evoluzione cosmica.

Generazione della radiazione cosmica di fondo delle microonde (CMB). Distorsioni della CMB. Deviazioni dall'equilibrio di Corpo Nero. Effetto Sunyaev-Zeldovich e sue applicazioni (cenni). Entropia cosmica per barione.

UNIVERSO PRIMORDIALE, BIG BANG, TRANSIZIONI DI FASE, INFLAZIONE COSMOLOGICA

Singularità del Big Bang. Tempo di Planck. Il problema della quantizzazione della gravità. Cenni al modello standard delle particelle elementari. Interazioni fondamentali. Transizioni di fase in cosmologia.

Problemi aperti del modello standard. Problema della costante cosmologica. Problema dell'orizzonte. Problema della piattezza.

Inflazione cosmica e sue soluzioni dei problemi.

Cenni alla questione del Principio Antropico.

ERA LEPTONICA E DEL PLASMA. NUCLEOSINTESI PRIMORDIALE.

Statistiche delle particelle dopo la transizione quark-adrone. Reazioni fondamentali, potenziali chimici. Era dei leptoni, disaccoppiamento neutrino. Rapporto neutrone-protone.

Nucleosintesi dell'elio. Frazione di deuterio e altri elementi leggeri. Vincoli osservativi.

Età della radiazione. Ricombinazione. Era della materia. Evoluzione spettrale della CMB.

Contenuto di materia e radiazione nell'universo, universo dominato dalla radiazione, generalità sulle radiazioni cosmiche, epoca della ricombinazione, nucleosintesi cosmologica nell'universo primordiale, sintesi e abbondanze degli elementi leggeri rapporto barioni-fotoni.

EVOLUZIONE DELLE PERTURBAZIONI

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 three-dimensional 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.

HIGH ENERGY ASTROPHYSICS

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

Periodo: 1 anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: AstroMundus
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Si assume che lo studente abbia familiarità con i seguenti argomenti: teoria elementare della radiazione (classica e relativistica), relatività speciale, elementi di relatività generale, struttura della materia, calcolo vettoriale, trasformate di Fourier.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Lo studente acquisirà la conoscenza dei processi fisici che sono alla base delle manifestazioni energetiche più elevate nel cosmo. In particolare i meccanismi di accrescimento di materia su oggetti compatti come stelle di neutroni e buchi neri stellari o buchi neri massivi presenti al centro delle galassie, i processi di trasformazione dell'energia gravitazionale in energia radiante, i processi di interazione tra radiazione e particelle relativistiche, cenni di fisica del plasma limitatamente alle applicazioni astrofisiche. L'apprendimento teorico permetterà poi di interpretare fenomeni osservativi relativi alle supernove, resti di supernove, binarie X, pulsars, Active Galactic Nuclei.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni teoriche frontali con applicazioni pratiche e numeriche svolte a lezione.

Contenuti :

Il Corso si propone di descrivere e interpretare dal punto di vista astrofisico i fenomeni cosmici che si manifestano all'osservatore attraverso l'emissione di radiazione di lunghezza d'onda inferiore a ~ 10 nm o di particelle cosmiche con energie da ~ 0.1 KeV ai TeV, oppure indicano indirettamente la presenza di fenomeni altamente energetici (per es. radiazione di sincrotrone).

Modalità di esame :

L'esame consisterà in una breve relazione orale su un argomento scelto dal candidato da una lista predisposta dal docente alla fine del corso. Nel corso della presentazione il docente chiederà degli approfondimenti sugli argomenti presentati per appurare il livello di comprensione. Successivamente porrà alcune domande su argomenti diversi da quelli contenuti nella relazione.

Criteri di valutazione :

I criteri di valutazione saranno i seguenti (in ordine di priorità):

Padronanza della fisica di base e comprensione dei fenomeni fisici trattati nel corso.

Chiarezza di esposizione.

Capacità di applicare le conoscenze acquisite ai dati osservativi.

Testi di riferimento :

Malcon Longair, High Energy Astrophysics. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 2011

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 $c-m$, 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 II: 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

Periodo: I 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 abilita' 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.

Attivita' 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 , ρ) e (T , ρ). 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'innescio 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: Hertzsprung-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.

Modalita' 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

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

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

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:

Conoscenze elementari di Astronomia, Biologia, Scienze della Terra

Conoscenze e abilità da acquisire:

Capacità di analizzare criticamente le ipotesi sull'origine della vita e le ricerche di analoghi su altri pianeti e altrove.

Conoscenza dello stato attuale della ricerca scientifica sul problema dell'esistenza di forme di vita al di fuori del nostro pianeta.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali e supporti multimediali (presentazioni powerpoint). Durante le lezioni un biologo esperto del settore, il Prof. Gianni Tamino, terrà una serie di seminari sull'origine della vita sulla Terra, sugli organismi estremofili e su habitat estremi del nostro pianeta.

Contenuti:

Il dibattito sull'universalità della vita: Da Lucrezio a Hoyle; La Panspermia; Il problema del pianeta Marte; L'esobiologia nel ventesimo secolo. La vita extraterrestre nella letteratura ed il cinema. Cenni di Biologia: L'acqua. Importanza del carbonio (C) nelle molecole biologiche. Le principali macromolecole presenti nei sistemi viventi. I carboidrati. I lipidi. Le proteine. Acidi nucleici: DNA ed RNA. La formazione delle proteine. La cellula. La riproduzione. Le proprietà dei viventi. Riproduzione e replicazione. Batteri e altre forme di vita pluricellulari. Virus. Viroidi e Virusoidi. Prioni. Nanobi. Crescita, metabolismo. Le mutazioni ed il caso. La selezione naturale. Molecole e atomi essenziali per le forme di vita. La nascita di stelle. La formazione degli elementi chimici. Il gas interstellare. La formazione di molecole interstellari. La polvere cosmica. Formazione e composizione dei planetesimi. Le meteoriti. I composti organici nelle condriti carbonacee. Le micrometeoriti e la polvere cometaria. Origine ed evoluzione del Sistema Solare. La formazione del disco protoplanetario. La nascita dei pianeti. Nascita della Terra e collisioni primordiali. La formazione delle atmosfere. L'effetto serra. L'origine dell'acqua sui pianeti. Gli ambienti originari della vita. Origine della vita sulla Terra: Gli ingredienti della vita. Un mondo ad RNA? Un mondo a tioesteri? Un mondo a liposomi? Un mondo a coacervati? L'esperimento di Miller: produzione di molecole complesse con il concorso di energia. Dalle micromolecole agli aggregati cellulari. Gli aggregati organici precellulari. Il mondo ad RNA: possibilità e problemi. Il primo bioma. Ambienti terrestri estremi: Vita intorno ai black smokers. Vita in regioni idrotermali subacquee. Vita tra i clatrati oceanici. Vita sotto i ghiacci. Vita nelle grotte sulfuree. Il Futuro della Terra: gigante rossa, esplosioni di SN, Impatti, eruzioni vulcaniche, estinzioni. Pianeti e dischi protoplanetari intorno ad altre stelle. Zone abitabili circumstellari e galattiche. Ricerca di vita nel Sistema Solare: L'evoluzione dell'ambiente marziano. Gli esperimenti biologici dei Viking. Meteoriti marziane e batteri fossili. Europa. Titano. Viaggi nello spazio: Il problema della propulsione. Sopravvivenza cellulare nello spazio. Cenni ai problemi di adattamento dell'uomo allo spazio. Cenni agli esperimenti di microgravità. La ricerca di intelligenze extraterrestri: L'equazione di Drake. L'evoluzione di civiltà. Comunicazione con civiltà extraterrestri. Il problema del linguaggio. L'impatto tra due civiltà.

Modalità di esame:

Discussione orale su più argomenti del corso

Criteri di valutazione:

Conoscenza degli argomenti dell'insegnamento.

Capacità di discutere e collegare insieme più argomenti di Astrobiologia in maniera critica.

Testi di riferimento:

G. Galletta, V. Sergi, Astrobiologia, le frontiere della vita. : Hoepli, 2005

C. De Duve, Alle origini della vita. : Longanesi, 2008

Eventuali indicazioni sui materiali di studio:

Presentazioni PowerPoint che saranno consegnate alla fine delle lezioni su supporto digitale o cartaceo

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:

La comprensione delle lezioni richiede la conoscenza della fisica generale (in particolare termodinamica ed elettromagnetismo) e delle nozioni di base dell'astrofisica

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso si propone di fornire le conoscenze atte alla interpretazione dei fenomeni radiativi e dinamici del mezzo interstellare.

La seconda parte del corso riguarda le conoscenze di base della fluidodinamica e della magnetoidrodinamica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

Lezioni frontali

Esercitazioni su dati osservativi

Contenuti :

- Introduzione
- Come ottenere informazioni sul mezzo interstellare: righe spettrali, radiazione continua, estinzione interstellare
- Processi microscopici nel mezzo interstellare: raffreddamento e riscaldamento del gas interstellare, formazione di molecole
- Grani interstellari: Evidenza della presenza di grani, ottica dei grani, formazione e distruzione dei grani, proprietà fisiche dei grani, grani come agenti di riscaldamento e raffreddamento del gas interstellare, grani come siti di formazione di molecole
- Regioni eccitate radiativamente: nebulae di puro idrogeno, nebulae contenenti elementi pesanti, spettri radio di nebulae, struttura fisica delle nebulae
- Introduzione alla dinamica dei gas: equazioni fondamentali dalle leggi di conservazione, onde sonore, onde d'urto adiabatiche, onde d'urto radiative
- Effetti gas dinamici di stelle massicce sul mezzo interstellare: espansione delle nebulae, effetti di venti stellari di stelle massicce sul gas interstellare, esplosioni di supernovae e supernova remnants, conseguenze delle esplosioni di supernovae nel mezzo interstellare di galassie
- Formazione stellare e regioni di formazione stellare

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 :

L. Spitzer jr Physical processes in the interstellar medium, 1978

Ed. Wiley

J.E. Dyson, D.A. Williams, The physics of the interstellar medium, 1997 Institute of Physics publishing

Dispense manoscritte del docente

ASTROFISICA DELLE ALTE ENERGIE

(Titolare: Prof. PIERO BENVENUTI)

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

Prerequisiti :

Si assume che lo studente abbia familiarità con i seguenti argomenti: teoria elementare della radiazione (classica e relativistica), relatività speciale, elementi di relatività generale, struttura della materia, calcolo vettoriale, trasformate di Fourier.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Lo studente acquisirà la conoscenza dei processi fisici che sono alla base delle manifestazioni energetiche più elevate nel cosmo. In particolare i meccanismi di accrescimento di materia su oggetti compatti come stelle di neutroni e buchi neri stellari o buchi neri massivi presenti al centro delle galassie, i processi di trasformazione dell'energia gravitazionale in energia radiante, i processi di interazione tra radiazione e particelle relativistiche, cenni di fisica del plasma limitatamente alle applicazioni astrofisiche. L'apprendimento teorico permetterà poi di interpretare fenomeni osservativi relativi alle supernove, binarie X, pulsars, Active Galactic Nuclei.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni teoriche frontali con applicazioni pratiche e numeriche svolte a lezione.

Contenuti :

Il Corso si propone di descrivere e interpretare dal punto di vista astrofisico i fenomeni cosmici che si manifestano all'osservatore attraverso l'emissione di radiazione di lunghezza d'onda inferiore a ~ 10 nm o di particelle cosmiche con energie da ~ 0.1 KeV ai TeV, oppure indicano indirettamente la presenza di fenomeni altamente energetici (per es. radiazione di sincrotrone).

Modalità di esame :

L'esame consisterà in una breve relazione orale su un argomento scelto dal candidato da una lista predisposta dal docente alla fine del corso. Nel corso della presentazione il docente chiederà degli approfondimenti sugli argomenti presentati per appurare il livello di comprensione. Successivamente porrà alcune domande su argomenti diversi da quelli contenuti nella relazione.

Criteri di valutazione :

I criteri di valutazione saranno i seguenti (in ordine di priorità):

Padronanza della fisica di base e comprensione dei fenomeni fisici trattati nel corso.

Chiarezza di esposizione.

Capacità di applicare le conoscenze acquisite ai dati osservativi.

Testi di riferimento :

Malcon Longair, High Energy Astrophysics. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 2011

ASTROFISICA DELLE GALASSIE

(Titolare: Prof. ENRICO MARIA CORSINI)

Periodo: l'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. RICHIAMO 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/>).

ASTROFISICA DI COMETE E ASTEROIDI

(Titolare: Prof.ssa MONICA LAZZARIN)

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

Prerequisiti:

Il corso richiede le conoscenze di base di fisica, chimica e matematica acquisite durante il percorso previsto.

Conoscenze e abilità da acquisire:

Il corso si propone di fornire una panoramica generale del Sistema Solare e gli elementi di base per lo studio dei corpi minori del Sistema Solare. In particolare verranno acquisite conoscenze relative ai pianeti, satelliti e alle proprietà chimiche, fisiche e dinamiche dei piccoli corpi del Sistema Solare, comete e asteroidi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento:

L'insegnamento del corso avverrà mediante lezioni frontali con utilizzo sia dei metodi classici che dei mezzi informatici. Gli studenti sono stimolati a partecipare attivamente alle lezioni mediante domande e interventi.

Contenuti:

Il corso si propone di fornire sia le conoscenze di base del Sistema Solare e in particolare anche delle proprietà dei corpi minori, e di rendere partecipi gli studenti delle ultimissime conoscenze relative a questi corpi provenienti dalle ricerche, comprese quelle spaziali, attualmente il corso.

Il corso si articola su un totale di 48 ore corrispondenti a 6 crediti sui seguenti argomenti principali:

1) Generalità sul Sistema Solare:

-Introduzione al Sistema Solare: descrizione generale della struttura e dei componenti.

-Cenni sull'origine e formazione del Sistema Solare

-Classificazione dei pianeti e loro caratteristiche chimiche, fisiche e dinamiche: confronto tra le loro proprietà

2) Corpi Minori

-Quali sono i corpi minori e importanza del loro studio

-Origine di comete e asteroidi

-Descrizione delle tre zone principali occupate dai corpi minori: fascia asteroidale, fascia di Kuiper e nube di Oort

-Risonanze e loro importanza nella formazione e stabilità del Sistema Solare

3) Comete

-Formazione

-Classificazione generale

-Classificazione mediante l'invariante di Tisserand

-Orbite cometarie

-Forze non gravitazionali e loro influenza sul moto di una cometa

4) Fascia di Kuiper

-Classificazione degli oggetti della Kuiper Belt (KBO) e descrizione delle varie classi

-Oggetti binari

-Descrizione degli oggetti più grandi identificati nella Kuiper Belt (Plutone, Quaoar, Sedna, 2003 EL61, Eris)

-Centauri

-Distribuzione di luminosità e popolazione totale

-Proprietà fisiche dei KBO: albedo, dimensioni, rotazione, forma, etc.

-Composizione superficiale dei KBO mediante spettroscopia e fotometria

-Struttura della Kuiper Belt e sua formazione

-Relazioni con altri oggetti del Sistema Solare: lune di pianeti giganti, Centauri, comete della famiglia di Giove

5) Proprietà fisiche delle comete

-Struttura di una cometa attiva e non attiva

-Magnitudine di una cometa

-Nucleo cometario e sue proprietà. Nucleo della cometa di Halley e informazioni ottenute dall'incontro con la sonda Giotto.

-Modelli di nucleo cometario

-Dimensioni, massa e densità di un nucleo cometario

-Evoluzione di una cometa attorno al Sole, formazione di chioma e coda

-Teoria della vaporizzazione

-Struttura della chioma

-Meccanismi di produzione delle specie osservate nella chioma e nella coda

-Polvere cometaria e struttura della coda di polvere

-Struttura della coda di ioni

-Spettri cometari dall'UV al radio

-Spettri della chioma: meccanismi di eccitazione ed emissione

-Modello di Hasegawa e di Festou per il calcolo della distribuzione di densità nella chioma cometaria

-Evoluzione superficiale delle comete e nuclei cometari inattivi

-Asteroidi in orbite cometarie, riattivazione di nuclei cometari

-Distinzioni e relazioni comete-asteroidi

-Comete nella main-Belt

6) Missioni cometarie: cosa ci hanno insegnato le missioni verso nuclei cometari effettuate finora

7) Asteroidi

-Distribuzione nel Sistema Solare

-Caratteristiche generali

-Troiani

-Effetto Yarkovski

-Effetto YORP

-Asteroidi binari

-Famiglie di asteroidi

-Proprietà fisiche degli asteroidi: massa, densità, albedo, magnitudine e dimensioni

-Tassonomia degli asteroidi e distribuzione delle classi nella fascia principale

-Spettroscopia e mineralogia superficiale degli asteroidi nella regione del visibile e infrarosso

8) Missioni asteroidali: cosa ci hanno insegnato le missioni verso asteroidi effettuate finora

Modalità di esame :

L'esame prevede un colloquio orale in cui verranno discussi i contenuti del corso

Criteri di valutazione :

I criteri di valutazione si basano sulla verifica delle competenze acquisite. Si ritiene che lo studente, alla fine del percorso, debba possedere le conoscenze di base per poter affrontare le varie problematiche che riguardano i pianeti e gli oggetti minori del Sistema Solare.

Testi di riferimento :

K.S. Krishna Swamy, *Physics of Comets*, Third edition. : World Scientific Publishing,

I. Mann, A. Nakamura, T. Mukai editors, *Small Bodies in Planetary System, Lecture notes in physics.* : Springer-Verlag, 2009

W.F. Bottke, A. Cellino, P. Paolicchi, R.P. Binzel editors, *Asteroids III.* : The University of Arizona Press,

H. Balsiger, Kathrin Altwegg, Walter F. Huebner., *Origin and early evolution of comet nuclei*, Volume 28 di Space Sciences Series of Issi. : Springer, 2008

B. Bertotti, P. Farinella, D. Vokrouhlicky editors, *Physics of the Solar System, Dynamics and Evolution, Space Physics and Spacetime Structure.* : Kluwer Academic Publishers,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Saranno fornite come integrazione per la preparazione all'esame dispense preparate dal docente.

I testi di riferimento indicati più sotto verranno suggeriti precisamente all'inizio del corso. Si consiglia pertanto di non acquisire alcun testo prima dell'inizio del corso.

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 :

Completamento nella conoscenza della controparte osservativa dell'evoluzione stellare. Conoscenze di base sulla fisica dei corpi del sistema solare.

Interpretazione dei dati sperimentali.

Capacità critica nell'interpretazione dei risultati astrofisici.

Modalità di esame :

Colloquio orale o compito scritto.

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: l'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: l'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 e 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, D_n -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. CESARE CHIOSI)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Astronomia

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Sede dell'insegnamento : Dipartimento di Astronomia

Aule : da definire

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

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 :

INTRODUZIONE FENOMENOLOGICA

Proprietà generali e strutturali dell'universo.

Distribuzione su grande scala delle galassie. Funzioni di correlazione angolari e spaziali. Equazione di Limber. Correlazioni di ordine superiore. Mapping 3D di galassie e Nuclei Attivi. La legge di Hubble, determinazione delle distanze cosmiche. Deviazioni dalla legge di Hubble, velocità peculiari.

Spettro e isotropia della CMB. Distorsioni spettrali e dell'intensità. Struttura delle anisotropie nell'intensità della radiazione e loro interpretazione fisica. Contributi di sorgenti alle anisotropie ed effetto Sunyaev-Zeldovich da plasmi caldi. Osservazioni da terra e dallo spazio. COBE, WMAP.

IL FORMALISMO TEORICO

Principio cosmologico, metrica di Robertson-Walker e sua deduzione. Cosmografia. Osservabili fondamentali.

Equazioni di Campo della Relatività Generale, tensore Energia-Impulso.

MODELLI D'UNIVERSO (ripasso di contenuti del corso di Cosmologia della LT)

Modelli di Friedman senza costante cosmologica, parametri cosmologici, parametri di densità e decelerazione e loro evoluzione nel tempo, orizzonti cosmici, relazione tempo-redshift, effetti di una costante cosmologica, dinamica dei modelli d'universo. Orizzonti cosmologici.

DEVIAZIONI DA OMOGENEITÀ E ISOTROPIA. IL 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 nelle statistiche del lensing.

STORIA TERMICA DELL'UNIVERSO

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

Tempi scala dell'evoluzione cosmica.

Generazione della radiazione cosmica di fondo delle microonde (CMB). Distorsioni della CMB. Deviazioni dall'equilibrio di Corpo Nero. Effetto Sunyaev-Zeldovich e sue applicazioni (cenni). Entropia cosmica per barione.

UNIVERSO PRIMORDIALE, BIG BANG, TRANSIZIONI DI FASE, INFLAZIONE COSMOLOGICA

Singularità del Big Bang. Tempo di Planck. Il problema della quantizzazione della gravità. Cenni al modello standard delle particelle elementari. Interazioni fondamentali. Transizioni di fase in cosmologia.

Problemi aperti del modello standard. Problema della costante cosmologica. Problema dell'orizzonte. Problema della piattezza.

Inflazione cosmica e sue soluzioni dei problemi.

Cenni alla questione del Principio Antropico.

ERA LEPTONICA E DEL PLASMA. NUCLEOSINTESI PRIMORDIALE.

Statistiche delle particelle dopo la transizione quark-adrone. Reazioni fondamentali, potenziali chimici. Era dei leptoni, disaccoppiamento neutrino. Rapporto neutrone-protone.

Nucleosintesi dell'elio. Frazione di deuterio e altri elementi leggeri. Vincoli osservativi.

Età della radiazione. Ricombinazione. Era della materia. Evoluzione spettrale della CMB.

Contenuto di materia e radiazione nell'universo, universo dominato dalla radiazione, generalità sulle radiazioni cosmiche, epoca della ricombinazione, nucleosintesi cosmologica nell'universo primordiale, sintesi e abbondanze degli elementi leggeri rapporto barioni-fotoni.

EVOLUZIONE DELLE PERTURBAZIONI

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: l'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 stabilita', 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 :

Corsi di base del triennio

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezione in aula e approfondimenti su dispense e libri di testo.

Contenuti :

1) Caratteristiche fisiche e dinamiche dei pianeti del Sistema Solare ed extrasolari.

2) Formazione dei pianeti da dischi circumstellari, migrazione planetaria e planet-planet scattering. Cenni di fluidodinamica e interazione mareale tra disco e pianeta.

3) Campi magnetici planetari, origine e morfologia.

4) Moto di cariche nei campi magnetici dei pianeti, fasce di Van Allen, magnetosfere, vento solare.

5) Interazione mareale pianeta-satellite e pianeta-stella, sincronizzazione spin-orbita, allungamento del giorno terrestre e allontanamento della Luna.

6) Fisica dell'interno dei pianeti, equazioni di stato e struttura.

7) Forze non gravitazionali che agiscono sui precursori dei pianeti: Poyting-Robertson drag, effetto Yarkowski, gas drag.

7) Il problema a 3 corpi ristretto, punti Lagrangiani (orbite di tipo Troiano) e loro stabilita', sfera di Hill e sue applicazioni (stelle variabili cataclismiche, satelliti di asteroidi)

8) Perturbazioni secolari nei sistemi a molti pianeti.

Modalita' di esame :

Esame orale

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

DePater & Lissauer: *Planetary Science*

Goldston & Ruthford *Introduction to Plasma Physics*

Murray & Dermott *Solar System Dynamics*

Thompson *An Introduction to Astrophysical Fluid Dynamics*

Armitage: *Astrophysics of planet formation*, Cambridge Univ. Press, 2010

Dispense: www.pd.infn.it/~marzari/teaching

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

Prerequisiti :

I corsi di matematica (analisi matematica, algebra e geometria, fisica matematica) della laurea triennale in astronomia.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Padronanza di tecniche fisico matematiche (integrabilità meccanica, analisi delle varietà stabile ed instabile, sviluppi in serie di funzioni speciali, armoniche sferiche, PDE lineari) applicate a problemi classici della fisica, fra i quali l'equazione delle onde, l'equazione del calore, il problema dei tre corpi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali in aula.

Contenuti :

Equazioni differenziali ordinarie, flusso, equazioni lineari, ritratti in fase, integrali primi. Punti di equilibrio, linearizzazione, stabilità, classificazione, spazio stabile, instabile e centrale.

Integrabilità dei sistemi meccanici, funzioni periodiche e quasi-periodiche, Teorema di Liouville-Arnold, esempi: moti centrali (variabili di azione angolo, il problema di Keplero, il potenziale logaritmico per le galassie). Perturbazioni.

Non integrabilità: mappe e sezioni di Poicare', varietà stabile, instabile e centrale, punti omoclini, orbite periodiche iperboliche. Esponenti di Lyapunov. Esempi: modello di rotazione spin-orbita, il pendolo forzato. Il problema dei tre corpi: costante di Jacobi, punti di equilibrio lagrangiani L_1, \dots, L_5 . Orbite di Lyapunov di L_1, L_2 e tube manifolds.

PDE lineari di grado uno e grado due. 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.

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 L_2 e sue autofunzioni. Autofunzioni del laplaciano. Esempi: soluzioni dell'equazione delle onde nello spazio e dell'equazione di Schrodinger per l'atomo di idrogeno.

Modalità di esame :

Lo studente verrà valutato sulla base delle risposte fornite ai quesiti proposti nella prova scritta.

Criteri di valutazione :

Lo studente verrà valutato sulla base delle risposte fornite ai quesiti d'esame.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense fornite dal docente sul sito elearning del corso di laurea.

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, Elettrocità 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 Pashen-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. Gasirowicz, *Quantum Physics*. : Wiley, 1974

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

J. D. Mc Gervey, *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

Contenuti :

Programma non inserito.

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 :

Elementi di informatica

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Obiettivo principale del corso e' quello di mettere gli studenti a contatto con le piu' moderne tecniche di osservazione astronomiche e con le tecniche di analisi di immagini e spettri ottici sia attraverso lezioni teoriche che attraverso esperienze pratiche al telescopio e nel laboratorio di informatica.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Nelle prime 8 ore del corso vengono illustrati i principali telescopi e strumenti attualmente a disposizione.

Poi le lezioni si svolgeranno in aula informatica. Qui gli studenti apprendono, mediante le spiegazioni del docente, le basi della riduzione di dati spettroscopici e fotometrici. Le lezioni hanno un carattere pratico ed ogni gruppo lavorera' con un computer. Circa a meta' del corso e' prevista una notte di osservazione presso i telescopi Galileo o Copernico ad Asiago. I dati ottenuti saranno utilizzati per la relazione finale che gli studenti presenteranno pochi giorni prima di sostenere l'esame. La frequenza e' obbligatoria

Contenuti :

LEZIONI TEORICHE

Osservazioni astronomiche. Archiviazioni informazioni e dati astronomici. Accesso alle informazioni astronomiche via rete. Principali archivi dati.

Cenni su strumentazione per osservazioni da terra e dallo spazio: gamma, X, UV-ottico, Vicino Infrarosso, raggi cosmici, neutrini, onde gravitazionali.

CCD: descrizione tecnica. Osservazioni astronomiche con CCD.

Analisi dati: calcolo del rapporto Segnale/Rumore in osservazioni astronomiche: teoria e pratica.

Fotometria Stellare: Fit di un profilo stellare; fotometria stellare con CCD; fotometria stellare in campi affollati; calibrazione ad un sistema fotometrico standard.

ESPERIENZA IN LABORATORIO

Preparazione delle osservazioni, scelta del set-up strumentale, individuazione del campione da osservare, definizione della strategia osservativa.

Pre-riduzione immagini astronomiche;

Spettroscopia. calibrazione in lunghezza d'onda e in flusso di uno spettro. Misura degli indici di Lick e applicazione di diagrammi diagnostici sulle popolazioni stellari.

Fotometria. Studio della brillantezza superficiale di galassie.

Ricerca di pianeti extrasolari col metodo dell'eclisse.

Modalita' di esame :

La verifica di profitto consiste nella discussione della relazione scritta sull'esperienza di laboratorio e in un esame orale sulle tecniche di osservazione e riduzione dati.

Criteri di valutazione :

Durante l'esame viene valutata la relazione sulla riduzione dei dati ottenuti con i telescopi Galileo o Copernico. Viene quindi valutato quando uno studente e' in grado di pianificare ed eseguire una osservazione astronomica con i telescopi e strumenti a disposizione del dipartimento (ma anche ESO e LBT) nonche' estrarne le informazioni scientifiche.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :
Dispense del docente, manuali Supermongo, IRAF

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 :

• Develop an understanding of dynamical phenomena in gravitating systems

• Application of Newtonian Mechanics to the solution of the fundamental problems of the Celestial Mechanics of natural bodies and artificial satellites

• Solution of Inverse Problems with applications to Orbit Determination

• Introduction to the design of orbits for planetary and interplanetary exploration

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

• 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) • Lambert targeting
11. The Problem of Three Bodies and its homographic solutions
12. The Circular Restricted Three-Body Problem • Jacobi's integral, surfaces of zero velocity, Lagrangian points
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 :

Darby, 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

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Casotto, Lezioni di Meccanica Celeste

POPOLAZIONI STELLARI

(Titolare: Prof. GIAMPAOLO PIOTTO)

Periodo: I 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 II: 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. FERNANDO DE FELICE)

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. Conoscera' le principali soluzioni delle equazioni di Einstein e le principali applicazioni della Relativita' 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 :

Lezioni tradizionali inframezzate da attività interattive individuali e di gruppo.

Contenuti :

Ripasso di Relativita' Speciale:

Sistemi di riferimento Inerziali. Principio di Relativita'. Gravita' Newtoniana. Principio variazionale ed equazioni di Eulero-Lagrange. Esperimento di Michelson-Morley. Relativita' della simultaneita'. 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.

Relativita' Generale:

Principi di Mach, di Equivalenza, di General Covarianza, di Accoppiamento gravitazionale minimo, di Corrispondenza. Orologi in un campo gravitazionale. Redshift gravitazionale. Metrica della gravita' Newtoniana. Spazio-tempo curvo. Sistemi di base coordinati e ortonormali. Trasformazioni generali di coordinate. Teorema della piatezza locale. Integrali in Relativita' 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 Relativita' 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 Relativita' Generale, precessione geodetica, effetto Lense-Thirring. Produzione e propagazione delle onde gravitazionali deboli.

Modalita' di esame :

La prova finale del corso consiste in un colloquio orale su tutto il programma. Il candidato puo' iniziare con un argomento a piacere.

Criteri di valutazione :

Conoscenza del programma; comprensione dei meccanismi fisici alla base dei fenomeni descritti e della loro interpretazione geometrica; capacita' di collegare argomenti diversi attraverso similitudini o diversita'; capacita' 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 i file video delle lezioni sono disponibili agli studenti iscritti al corso sulla piattaforma di E-learning del Dipartimento di Fisica e Astronomia.

- 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 abilita' 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 :

dispense manoscritte del docente

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