



Universita' degli Studi di Padova  
FACOLTA' DI SCIENZE MM.FF.NN.

## **Bollettino Notiziario**

Anno Accademico 2010/2011

## **Laurea in Astronomia**

Programmi dei Corsi

---

# Curriculum: Corsi comuni

---

## ANALISI MATEMATICA 1

(Titolare: Dott. CORRADO MARASTONI) - Mutuato da: Laurea in Fisica

**Periodo:** I anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Dott. MARASTONI CORRADO (RuC) - Presidente

**Tipologie didattiche:** 40A+24E; 8,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento:** Dipartimento di Fisica "G. Galilei"  
**Aule:** B

### Prerequisiti:

Proprietà delle potenze, esponenziali e logaritmi. Geometria analitica piana. Trigonometria. Funzioni, grafici, nomenclatura. Funzioni polinomiali, funzioni razionali fratte, funzione potenza, funzione esponenziale, funzione logaritmo, funzioni trigonometriche e loro inverse. Disequazioni.

### Propedeuticità:

Nessuna

### Obiettivi formativi:

Il corso si propone di fornire le basi dell'analisi matematica, in particolare per quanto riguarda il calcolo differenziale e integrale in una variabile reale.

### Contenuto dell'attività formativa:

Teoria elementare degli insiemi, relazioni, funzioni. Induzione matematica. Cenni alle strutture algebriche di base (gruppi, anelli, corpi). Descrizione assiomatica dei numeri reali come corpo totalmente ordinato completo (alla Dedekind). Topologia della retta reale; aperti, chiusi, punti di accumulazione; compatti, connessi (intervalli). Successioni e limiti di successioni. Serie numeriche: criteri di convergenza. Serie di Taylor. Limiti di funzioni di variabile reale; funzioni continue. Confronto locale: trascurabilità, asintoticità, sviluppi asintotici. Derivate; calcolo differenziale in una variabile reale. Massimi e minimi locali e globali. Formula di Taylor. Studio dell'andamento grafico di una funzione reale di variabile reale. Integrale di Riemann. Teorema fondamentale del calcolo. Integrale definito e indefinito. Numeri complessi: forma algebrica e polare, potenze e radici. Equazioni algebriche nel campo complesso.

### Struttura della verifica di profitto:

Scritta, Orale

### Descrizione verifica profitto:

Esame scritto (risoluzione di esercizi), seguito da esame orale facoltativo.

### Testi di riferimento:

Dispense del docente in rete.

---

## ANALISI MATEMATICA 2

(Titolare: Prof. ROBERTO MONTI) - Mutuato da: Laurea in Fisica

**Periodo:** I anno, 3 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Dott. MARASTONI CORRADO (RuC) - Presidente  
Prof. MARCONI UMBERTO (PaC) - Membro  
Prof. DE MARCO GIUSEPPE (PO) - Membro  
Dott. MARASTONI CORRADO (RuC) - Membro

**Tipologie didattiche:** 40A+24E; 8,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento:** Dipartimento di Fisica  
**Aule:** B

### Prerequisiti:

Analisi Matematica I e Geometria

### Propedeuticità:

Analisi matematica I

### Obiettivi formativi:

Scopo principale del corso (che è diretta continuazione di Analisi Matematica I) è lo studio del calcolo differenziale in più variabili, comprese anche alcune nozioni di base sulle varietà differenziabili.

### Metodi didattici:

Lezioni frontali, pubblicazione di materiale didattico via web.

### Contenuto dell'attività formativa:

Integrali generalizzati, funzioni integrali. Nozioni di base sulle equazioni differenziali. Equazioni del primo ordine a variabili separabili. Generalità sulle equazioni lineari; equazioni lineari del primo ordine e del secondo ordine a coefficienti costanti. Spazi normati; equivalenza delle norme in dimensione finita. Curve derivabili, lunghezza e integrali al differenziale d'arco. Continuità e limiti in più variabili; continuità delle funzioni lineari fra spazi normati, norma operatoriale. Nozioni di compattezza, connessione e connessione per archi. Derivate direzionali, differenziale, regole di differenziazione, matrice jacobiana, gradiente. Derivabilità ulteriore. Diffeomorfismi. Massimi e minimi locali, hessiano. Teorema delle funzioni implicite, diffeomorfismi locali.

Immersioni e sommersioni. Varietà differenziali, spazio tangente, massimi e minimi vincolati e metodo dei moltiplicatori di Lagrange.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Esame scritto, eventualmente seguito da un esame orale facoltativo.

**Testi di riferimento :**

G. De Marco, "Analisi uno", Ed. Decibel-Zanichelli

**Ausili didattici :**

Dispense delle lezioni ed assegnazione di esercitazioni via web.

## ANALISI MATEMATICA 3

---

(Titolare: Dott. LUCA BARACCO) - Mutuato da: Laurea in Fisica

**Periodo:** Il anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Prof. DE MARCO GIUSEPPE (PO) - Presidente  
(ALTR) - Membro  
Dott. BARACCO LUCA (PA) - Membro  
Prof. MARCONI UMBERTO (PaC) - Supplente  
Dott. GUIOTTO PAOLO (RuC) - Supplente

**Tipologie didattiche:** 40A+24E; 8,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Aula C-Dipartimento di Fisica  
**Aule :** Aula C-Dipartimento di Fisica

**Prerequisiti :**

Conoscenze di analisi matematica

**Propedeuticità' :**

Analisi I e II

**Obiettivi formativi :**

I Obiettivi Formativi: Scopo principale del corso (che è diretta continuazione di Analisi I e II) è Introdurre il calcolo integrale in più variabili e fornire alcuni elementi della teoria delle equazioni differenziali ordinarie.

**Metodi didattici :**

Lezioni frontali

**Contenuto dell'attività formativa :**

Serie di potenze. Funzione esponenziale complessa e logaritmo complesso. Integrali multipli, teorema di riduzione e teorema di cambiamento di variabili. Area delle superficie e integrali sulle superficie. Integrali dipendenti da parametro. Forme differenziali lineari. Campi vettoriali, campi irrotazionali e conservativi, flusso di un campo attraverso una superficie parametrica, teorema della divergenza, rotore e formula di Stokes; regole di calcolo con gli operatori vettoriali. Nozione di equazione differenziale, di sistema, di problema di Cauchy. Teoremi di esistenza e unicità. Equazioni autonome ed integrali primi. Equazioni e sistemi differenziali lineari, a coefficienti costanti e non (struttura delle soluzioni, wronskiani, metodo dei coefficienti indeterminati, metodo della variazione delle costanti,...).

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Risoluzione di esercizi. Esame orale sulla teoria.

**Testi di riferimento :**

G. De Marco, Analisi Due, ed Decibel-Zanichelli.

**Ausili didattici :**

Dispense in rete. Assegnazioni di esercitazioni via web.

## ASTROFISICA 1

---

(Titolare: Prof. ENRICO MARIA CORSINI)

**Periodo:** Il anno, 3 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Prof. CORSINI ENRICO MARIA (PA) - Membro  
Prof. PIZZELLA ALESSANDRO (PaC) - Membro  
Prof. BERTOLA FRANCESCO (POF) - Membro

**Tipologie didattiche:** 56A; 7,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Astronomia  
**Aule :** Aula L. Rosino

**Prerequisiti :**

Conoscenze di base in astronomia e fisica generale. Conoscenza dell'inglese scientifico e degli strumenti informatici.

**Obiettivi formativi :**

Il corso sviluppa le conoscenze relative alla struttura delle galassie.

**Metodi didattici :**

La struttura della Via Lattea e delle altre galassie viene studiata a partire dai dati fotometrici e spettroscopici (ottenuti con osservazioni sia da terra che dallo spazio) al fine di comprenderne i processi di formazione ed evoluzione. Per questo motivo le lezioni affronteranno temi sia di natura osservativa che di carattere teorico e interpretativo. Tutto il materiale didattico presentato durante le lezioni viene messo a disposizione degli studenti sul sito web del corso (<http://www.astro.unipd.it/~bertola/NO/Astrofisica.html>). Alcune esercitazioni si svolgono presso l'Osservatorio Astrofisico di Asiago.

**Contenuto dell'attività formativa :**

1. **STRUTTURA E DINAMICA DELLA VIA LATTEA:** *Fundamental e Local Standard of Rest. Velocità peculiari, moto solare, apice solare. Moti propri stellari e velocità radiali nei dintorni solari. Ellissoide delle velocità. Diagramma di Bottlinger. Formule di Oort e curva di rotazione della Via Lattea. Equazione dell'Asymmetric Drift. Popolazioni stellari, struttura a spirale della Via Lattea.*

2. **MORFOLOGIA DELLE GALASSIE:** *Classificazione morfologica delle galassie normali (Hubble, de Vaucouleurs, van den Bergh, Morgan). Classificazione morfologica delle galassie peculiari (Arp, Vorontsov-Velyaminov). Classificazione morfologica delle galassie attive. Morfologia e luminosità. Morfologia delle galassie del Gruppo Locale. Cenni sulla classificazione morfologica delle galassie ad alto redshift. Limiti delle classificazioni morfologiche.*

3. **FOTOMETRIA DELLE GALASSIE:** *Brillanza superficiale, luminosità integrata, curve di crescita, isofote, raggio equivalente ed efficace, profili radiali di brillanza superficiale. Forma delle isofote, rotazione delle isofote, deviazioni dalla forma ellittica, isofote a disco e a scatola. Profili fotometrici per galassie ellittiche e sferoidi di galassie a disco (legge di Reynolds-Hubble, Hubble modificata, de Vaucouleurs, Oemler, Nuker, King, Sersic). Profili fotometrici per i dischi (legge esponenziale di tipo I e di tipo II), legge di Freeman, galassie ad alta e bassa brillanza superficiale centrale. Decomposizioni fotometriche parametriche monodimensionali e a più assi, ellitticità dello sferoide, inclinazione del disco. Decomposizioni fotometriche parametriche bidimensionali. Applicazioni delle decomposizioni fotometriche (rapporto B/D, strutture, dischi nucleari). Caratteristiche fotometriche delle galassie ellittiche, S0, spirali e irregolari.*

4. **FORMA INTRINSECA DELLE GALASSIE:** *Forma delle galassie ellittiche, ellittiche con bande di polveri e dischi di gas, piani di equilibrio. Forma delle galassie a disco, spessore dei dischi. Schiacciamenti apparente ed intrinseco, inclinazione, sfera delle orientazioni, funzione di distribuzione degli schiacciamenti intrinseci.*

5. **CINEMATICA DELLE GALASSIE:** *Cenni sulle proprietà del mezzo interstellare (gas ionizzato, atomico, molecolare, coronale, polveri). Cenni di spettroscopia a fenditura lunga e a campi integrale. Cinematica del gas (ionizzato, atomico, molecolare). Redshift, curva di rotazione, velocità di sistema, profilo radiale di dispersione di velocità, campo di velocità e di dispersione di velocità. Deproiezione della velocità osservata, tratto rigido, tratto piatto. Cinematica delle stelle, distribuzione delle velocità lungo la linea di vista, coefficienti  $h_3$  e  $h_4$ . Dischi nucleari di gas e polveri, dischi estesi di gas, disaccoppiamenti cinematici.*

6. **MASSA DELLE GALASSIE:** *Determinazione della massa delle galassie ellittiche: traccianti stellare (teorema del viriale; equazioni dell'idrodinamica) e gassoso (dischi di gas ionizzato, molecolare, neutro; alone X). Determinazione della massa delle galassie a spirale: traccianti gassoso (dischi di gas ionizzato, molecolare, neutro). Rapporto massa-luminosità, materia oscura.*

7. **SCALA DELLE DISTANZE:** *Parallasse, metodo di Baade-Wesselink. Cefeidi, RR Lyrae, novae. Supernovae Ia, funzioni di luminosità degli ammassi globulari e delle nebulose planetarie. Relazione di Tully-Fisher, relazione di Faber-Jackson, relazione D-sigma. Distanza del centro galattico, della LMC, di M31 e dell'Ammasso della Vergine. Legge di Hubble, costante di Hubble.*

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto :**

il superamento della la prova scritta che verte sugli argomenti trattati durante le esercitazioni e` necessario per poter accedere alla prova orale.

**Testi di riferimento :**

1. F. Bertola, *Photometric and dynamical properties of elliptical galaxies*, Dispense
2. J. Binney, M. Merrifield, *Galactic Astronomy*, Princeton University Press, 1998 (cap. 7)
3. F. Combes, P. Boisse, A. Mazure, A. Blanchard A., *Galaxies and Cosmology*, Springer-Verlag, 1995 (cap. 3)
4. E. M. Corsini, *Fotometria superficiale delle galassie*, Dispense
5. E. M. Corsini, *Forma intrinseca delle galassie*, Dispense
6. E. M. Corsini, E. Dalla Bontà, *Esercizi di Astrofisica delle Galassie*, Dispense
7. D. Mihalas, J. Binney, *Galactic Astronomy*, Freeman, 1981 (cap. 5, 6, 7, 8)
8. A. Pizzella, *Cinematica di stelle e gas in galassie*, Dispense

**Ausili didattici :**

Tutto il materiale presentato a lezione e quello relativo agli ulteriori approfondimenti e` messo a disposizione degli studenti nel sito del corso (<http://www.astro.unipd.it/~bertola/NO/Astrofisica.html>).

---

**ASTROFISICA 2**

(Titolare: Prof. CESARE CHIOSI)

**Periodo:** III anno, 3 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

## **ASTRONOMIA 1**

---

(Titolare: Prof. GIAMPAOLO PIOTTO)

**Periodo:** Il anno, 2 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 56A; 7,00 CFU

## **ASTRONOMIA (MOD. A)**

---

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2011/2012

**Periodo:** Il anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A; 5,00 CFU

## **ASTRONOMIA (MOD. A)**

---

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2012/2013

**Periodo:** Il anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A; 5,00 CFU

## **ASTRONOMIA (MOD. A)**

---

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2013/2014

**Periodo:** Il anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A; 5,00 CFU

## **ASTRONOMIA (MOD. B)**

---

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2011/2012

**Periodo:** Il anno, 2 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A; 5,00 CFU

## **ASTRONOMIA (MOD. B)**

---

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2012/2013

**Periodo:** Il anno, 2 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A; 5,00 CFU

## **ASTRONOMIA (MOD. B)**

---

(Titolare: da definire) Insegnamento non attivato per l'a.a 2013/2014

**Periodo:** Il anno, 2 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 40A; 5,00 CFU

## **C.I. DI ASTRONOMIA 2**

---

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**

## **ASTRONOMIA 2 (MOD. A)**

---

(Titolare: Prof. SERGIO ORTOLANI)

**Periodo:** III anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Astronomia  
**Aule :** Aula A

**Prerequisiti :**

Conoscenze di base di elettromagnetismo e concetti fondamentali di astronomia.

**Propedeuticità' :**

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

**Obiettivi formativi :**

Obiettivo del corso è di ampliare il campo di studio dell'astronomia osservativa ad aspetti che non sono inclusi nei corsi precedenti, in particolare le condizioni di osservazione e le finestre dello spettro elettromagnetico al di fuori di quella ottica. Vengono inoltre approfonditi alcuni argomenti come l'emissione del continuo non termico. Esempi di applicazioni a corpi celesti specifici completano la trattazione.

**Metodi didattici :**

lezioni frontali con l'uso di lucidi per proiezione

**Contenuto dell'attività formativa :**

- 1) Generalità sullo spettro elettromagnetico. Energia dei fotoni, rivelatori. Osservabilità dello spettro elettromagnetico da terra.
- 2) Struttura dell'atmosfera terrestre: la legge barometrica, gradiente termico verticale.
- 3) Influenza dell'atmosfera sulle osservazioni astronomiche. L'attenuazione del segnale. La brillantezza del cielo in ottico e IR.
- 4) La turbolenza nell'atmosfera terrestre. Il numero di Reynolds e il criterio di Richardson. Caratteristiche del seeing, equazioni fondamentali. Il seeing in radio (cenni).
- 6) Il radar in astronomia. L'equazione fondamentale del radar. La misura dell'unità astronomica, conteggio di meteoriti.
- 7) La legge di corpo nero e sue approssimazioni. Brillantezza e temperatura di brillantezza, definizioni. Misure di temperatura, confronto ottico-radio. Legge di Kirchoff.
- 8) Emissione termica ed equazione del trasporto da una nube parzialmente emittente ed assorbente.
- 9) L'emissione termica galattica. Natura e distribuzione del mezzo interstellare. Le polveri e l'assorbimento ottico. Emissione di free free, spettro free free di regioni III.
- 10) La radiazione di sincrotrone galattica.
- 11) La rotazione di Faraday e il campo magnetico galattico.
- 12) Le pulsar e le stelle a neutroni. Proprietà dell'impulso. Distanze, moti propri. La natura delle pulsar: il rotatore obliquo, età caratteristiche, cenni alla frequenza delle pulsar. Raffreddamento delle pulsar.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Esame orale. Si dà agli studenti anche la possibilità di un esame scritto al termine del corso.

**Testi di riferimento :**

Il programma del corso è interamente coperto dalle dispense disponibili anche via mail su richiesta.

**Ausili didattici :**

Testi di consultazione facoltativi:

Vittori: L'atmosfera del pianeta Terra, Feltrinelli

Kawaler, Novikov, Srinivasan: Stellar remnants, Springer Verlag

Scheffler, Elsasser: Physics of the Galaxy and Interstellar matter, Springer Verlag

Lena: Observational Astrophysics, Springer Verlag

Landau, Lifchitz: Mecanique des fluides, Mir

---

## **ASTRONOMIA 2 (MOD. B)**

(Titolare: Prof. PIERO RAFANELLI)

**Periodo:** III anno, 2 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

---

## **C.I. DI FISICA GENERALE 1**

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**

## FISICA GENERALE 1 (MOD. A)

(Titolare: Prof. ROBERTO TUROLLA)

**Periodo:** I anno, 2 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 56A; 7,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento:** Dipartimento di Fisica  
**Aule:** da definire

### **Prerequisiti:**

Analisi Matematica I

### **Obiettivi formativi:**

Il metodo sperimentale e le leggi della meccanica del punto e dei sistemi

### **Metodi didattici:**

Lezioni frontali ed esercizi in aula

### **Contenuto dell'attività formativa:**

Grandezze fisiche, unità di misura (sistema MKS e cgs), analisi dimensionale.

Cinematica del punto. Velocità ed accelerazione media ed istantanea. Moto rettilineo uniforme ed uniformemente accelerato. Moto piano: caduta dei gravi, moto circolare.

Dinamica del punto. Sistemi inerziali, il concetto di forza. Massa inerziale e massa gravitazionale. Le tre leggi di Newton. Forza gravitazionale, forze di contatto, attrito, forza elastica. Cinematica e dinamica nei sistemi di riferimento accelerati, forze inerziali.

Lavoro ed energia. Lavoro di una forza, energia cinetica. Il teorema lavoro-energia. Forze conservative, energia potenziale.

Conservazione dell'energia. Esempi di forze conservative: forza peso, forza elastica. Moto armonico.

Dinamica dei sistemi di particelle. Momento, impulso, forze impulsive. Centro di massa. Momento totale di un sistema e sua

conservazione. Urti. Momento angolare e momento delle forze per un punto e per un sistema. Conservazione del momento angolare.

Il corpo rigido. Rotazione attorno ad un asse fisso. Puro rotolamento. Urti tra corpi rigidi. Rotazione attorno ad un asse non di simmetria.

Precessione, giroscopi. Statica del corpo rigido.

### **Struttura della verifica di profitto:**

Scritta, Orale

### **Descrizione verifica profitto:**

La verifica finale consiste in una prova scritta, che potrà essere sostituita da prove in itinere, ed in una prova orale

### **Testi di riferimento:**

Mazzoldi P., Nigro M., Voci C.

Elementi di Fisica - Meccanica e Termodinamica

II ed., 2007

Edises

### **Ausili didattici:**

Feynman, R.P., Leighton R.B., Sands M.

La fisica di Feynman. 1. Meccanica, radiazioni, calore

II ed., 2007

Zanichelli

## FISICA GENERALE 1 (MOD. B)

(Titolare: Prof. GIOVANNI Busetto)

**Periodo:** I anno, 3 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 56A; 7,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento:** Complesso Paolotti  
**Aule:** Aula da definire

### **Prerequisiti:**

Vengono richiesti gli argomenti svolti nel corso di Analisi Matematica I con le relative applicazioni: le operazioni di derivazione di funzione di una variabile e di integrazione sono usate quotidianamente nel corso. Sia in meccanica che in elettromagnetismo si usano grandezze fisiche vettoriali: è richiesta una familiarità con le nozioni più elementari del calcolo vettoriale.

### **Obiettivi formativi:**

Comprensione dei fenomeni fondamentali della fisica classica e metodologia della loro descrizione matematica

### **Metodi didattici:**

Lezioni teoriche ed esercizi in aula

### **Contenuto dell'attività formativa:**

Il moto nel sistema di riferimento terrestre. Il pendolo. L'oscillatore smorzato con attrito radente, con attrito viscoso. I fenomeni di risonanza.

Le leggi di Keplero e la forza di gravitazione universale. Le orbite dei satelliti. L'esperienza di Cavendish.

Le proprietà elastiche dei solidi.

Statica dei fluidi. Dinamica dei fluidi. Viscosità.

I fenomeni di superficie.

L'equilibrio termico. Principio zero della termodinamica. La temperatura.

Il termometro a gas. Sistemi termodinamici, equilibrio termodinamico ed equazione di stato.

Lavoro, calore, energia interna. Il primo principio della termodinamica. Calori specifici e calori latenti. La trasmissione del calore. Gas ideali. Espansione libera. Relazione di Mayer. Equazioni di Poisson. Teoria cinetica dei gas. Proprietà dei fluidi reali. Macchine termiche. Il secondo principio della termodinamica. Reversibilità. Ciclo di Carnot. Il teorema di Carnot. La temperatura termodinamica assoluta. Il teorema di Clausius. L'entropia. Il principio dell'aumento dell'entropia. Entropia ed energia inutilizzabile. Cenni all'interpretazione statistica dell'entropia. L'equazione di Clapeyron.

### **Struttura della verifica di profitto:**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Un compito scritto e successivamente un esame orale.

**Testi di riferimento :**

Mazzoldi, Nigro, Voci - Fisica Vol. I

---

**C.I. DI FISICA GENERALE 2**

---

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

---

**FISICA GENERALE 2 (MOD. A)**

---

(Titolare: Prof. GIOVANNI Busetto)

**Periodo:** Il anno, 1 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 56A; 7,00 CFU

**Sede dell'insegnamento :** Complesso Paolotti

**Aule :** Informazioni in lingua non trovate

**Prerequisiti :**

Vengono richiesti gli argomenti affrontati nella Fisica Generale I e gli elementi di base del calcolo differenziale ed integrale.

**Propedeuticità' :**

Fisica Generale I.

**Obiettivi formativi :**

Comprensione dei fenomeni fondamentali della fisica classica, in particolare dell'elettromagnetismo, e metodologia della loro descrizione matematica

**Metodi didattici :**

Lezioni teoriche ed esercizi in aula

**Contenuto dell'attività formativa :**

La legge di Coulomb. Il Sistema Internazionale di unità di misura. Il campo elettrostatico. Il potenziale elettrostatico. La legge di Gauss.

Le equazioni di Poisson e di Laplace. Il dipolo elettrico. L'approssimazione di dipolo per un sistema di cariche. Proprietà elettrostatiche dei conduttori. Lo schermo elettrostatico. Sistemi di conduttori. La capacità. Il condensatore. Energia di un sistema di cariche. Energia del campo elettrostatico. Dielettrici e costante dielettrica. Polarizzazione. Cariche di polarizzazione. Vettore spostamento elettrico.

L'interpretazione microscopica del comportamento dei dielettrici.

Correnti elettriche e densità di corrente. Conservazione della carica. La legge di Ohm. L'effetto Joule. Generatori e forza elettromotrice.

Le leggi di Kirchhoff. Campo magnetico e forza di Lorentz, Moto di una carica in campo magnetico. Frequenza di ciclotrone. Effetto Hall.

Seconda legge di Laplace. Legge di Biot-Savart. Legge della circuitazione di Ampere. Prima legge di Laplace. La forza tra correnti elettriche. Il momento di dipolo magnetico.

Proprietà magnetiche dei materiali. Vettore magnetizzazione. Correnti di magnetizzazione. Il vettore H. Fenomeni ferromagnetici e curva di isteresi. Induzione elettromagnetica. Legge di Faraday-Lenz. Mutua e auto-induttanza.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Compito scritto al termine del corso e successivo esame orale

**Testi di riferimento :**

Mazzoldi, Nigro, Voci - Fisica Vol. II

---

**FISICA GENERALE 2 (MOD. B)**

---

(Titolare: Prof. GIANNI Zumerle) - Mutuato da: Laurea in Fisica

**Periodo:** Il anno, 2 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 36A+20E; 7,00 CFU

---

**C.I. DI FISICA QUANTISTICA**

---

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

---

**FISICA QUANTISTICA (MOD. A)**

---

(Titolare: Prof. ARMANDO-FRANCESCO BORGhesani)

**Periodo:** III anno, 1 trimestre



**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 56A; 7,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Fisica  
**Aule :** da definire

**Prerequisiti :**

Fisica Generale, Struttura della Materia

**Propedeuticità' :**

Struttura della Materia

**Obiettivi formativi :**

Il corso si propone di fornire allo studente le conoscenze fondamentali di Meccanica Quantistica e di approfondire da un punto di vista fenomenologico-euristico ulteriori aspetti della Fisica Moderna

**Metodi didattici :**

Lezioni frontali in aula

**Contenuto dell'attività formativa :**

- a) Postulati della Meccanica quantistica, spazio degli stati e operatori, interpretazione fisica del formalismo generale, teoria del momento angolare, applicazioni ai sistemi a due livelli.
- b) Meccanica Quantistica: lo spin, implicazioni dell'esperimento di Stern e Gerlach, interazione spin-orbita e composizione dei momenti angolari, modello semiclassico vettoriale, equazione di Schroedinger per uno spin in campo magnetico, giustificazione del modello vettoriale, particelle identiche, energia di scambio.
- Meccanica Statistica Quantistica: distribuzioni di Bose-Einstein e Fermi-Dirac, applicazioni, calore specifico di un gas di molecole biatomiche omonucleari, gas di fononi e fotoni, gas di elettroni degeneri, stelle nane bianche.

**Struttura della verifica di profitto :**

Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Colloquio sugli argomenti svolti nel corso

**Testi di riferimento :**

F. Paccanoni, dispense di "Meccanica Quantistica non relativistica"  
A.F. Borghesani, "Introduzione alla Struttura della Materia", Progetto

**Ausili didattici :**

.J. Sakurai, "Meccanica quantistica moderna", Zanichelli  
E. Merzbacher, "Quantum mechanics", Wiley Int. Ed.  
L. Landau, "Meccanica quantistica non relativistica", Editori Riuniti  
Huang, "Statistical Mechanics", Wiley

## FISICA QUANTISTICA (MOD. B)

---

(Titolare: Prof. PAOLO PASTI)

**Periodo:** III anno, 3 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Informazioni in lingua non trovate  
**Aule :** Informazioni in lingua non trovate

**Obiettivi formativi :**

Informazioni in lingua non trovate

**Metodi didattici :**

Informazioni in lingua non trovate

**Contenuto dell'attività formativa :**

Preliminari Matematici : Spazi di Hilbert , Operatori hermitiani , autoggiunti , unitari. Spettro di un operatore. Cenni sullo spettro continuo. Sistemi di base ortonormali. Proiettori.  
Assiomi fondamentali della Meccanica Quantistica . Variabili dinamiche compatibili. Principio di indeterminazione. Evoluzione temporale . Pacchetto d'onde. Oscillatore armonico.  
Momento angolare. Armoniche sferiche e potenziali centrali. Lo spin dell'elettrone Operatori di traslazione e di rotazione.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Informazioni in lingua non trovate

**Testi di riferimento :**

Cohen-Tannoudji , Diu , Laloe  
"Quantum Mechanics"

**Ausili didattici :**

Informazioni in lingua non trovate

---

## C.I. DI SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**

## SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1 (MOD. A)

(Titolare: Dott. ANDREA BARUFFOLO)

**Periodo:** I anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 20A+24L; 4,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Biologia (lezioni frontali)  
Dipartimento di Matematica Pura e Applicata (laboratori)  
**Aule :** Aula I via Bassi, Laboratorio informatico via Paolotti e Torre Archimede

**Prerequisiti :**

Nessuno.

**Obiettivi formativi :**

Nozioni di base sull'architettura dei calcolatori e sulle reti di calcolatori. Introduzione ai problemi di calcolo numerico e programmazione degli algoritmi

**Metodi didattici :**

Lezioni frontali e laboratorio informatico

**Contenuto dell'attività formativa :**

Architettura dei computer. Sistemi operativi. Rappresentazione dei dati in un computer.

Programmi e algoritmi, ricorsione e iterazione, complessità computazionale.

Algoritmi di ordinamento.

Ricerca degli zeri: metodo di bisezione, delle secanti e di Newton-Raphson.

Numeri casuali e Metodi Monte-Carlo.

Cenni di elaborazioni delle immagini.

Cenni di ingegneria del software.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Descrizione verifica profitto :**

Domande ed esercizi sulla parte teorica. Esercizi di comprensione e scrittura di brevi programmi in Python.

**Testi di riferimento :**

Brookshear J.G., "Informatica. Una panoramica generale." Pearson Education Italia.

**Ausili didattici :**

Il materiale didattico (lucidi delle lezioni, esercizi e codice) sarà messo a disposizione degli studenti nel sito web docente.

## SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1 (MOD. B)

(Titolare: Prof.ssa PAOLA MARIGO)

**Periodo:** I anno, 2 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Tipologie didattiche:** 16A+24L; 4,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Lezioni frontali di insegnamento teorico presso la sede dell'Istituto di Matematica di via Paolotti.  
Esperienze di laboratorio presso il Polo Didattico di Via Loredan.  
**Aule :** da definire

**Prerequisiti :**

Conoscenze di base di Analisi Matematica I e Fisica I

**Obiettivi formativi :**

Introduzione a tecniche di misura, di rappresentazione grafica e di analisi dei dati sperimentali.

**Metodi didattici :**

Lezioni frontali

**Contenuto dell'attività formativa :**

Lezioni Teoriche:

Presentazione del corso. Grandezze fisiche. Misura e metodi di misura. Sensibilità, accuratezza, precisione.

Errori sistematici e casuali. Fondamenti della teoria della probabilità. Definizioni assiomatica ed empirica. Classificazione degli eventi (incompatibili, compatibili indipendenti, compatibili dipendenti).

Leggi della probabilità totale, della probabilità composta e della probabilità condizionata.

Rappresentazione grafica dei dati: istogrammi, stime di tendenza centrale e stime di dispersione.

Variabili casuali o aleatorie. Distribuzioni di probabilità per variabili discrete; funzioni di densità di probabilità per variabili continue e relative proprietà.

Distribuzione binomiale, gaussiana e poissoniana. Teorema di Bernoulli. Teorema del limite centrale.

L'errore accidentale come variabile aleatoria. Distribuzione degli errori accidentali

Media aritmetica. Scarto quadratico medio ed indeterminazione della media. Significato statistico.

Arrotondamento dei decimali dopo la virgola e cifre significative.

Esperimenti di laboratorio:

1 esperimento sulla sensibilità degli strumenti: il nonio

1 esperimento di statistica: generatore di numeri casuali o pallinometro

1 esperimento di meccanica: guidovia sul piano inclinato

**Struttura della verifica di profitto :**

Orale, Pratica

**Descrizione verifica profitto :**

Valutazione delle relazioni scritte sulle esperienze di laboratorio e successiva verifica orale su tutto il programma svolto.

**Testi di riferimento :**

1. *Introduzione all'analisi degli errori. Lo studio delle incertezze nelle misure fisiche, John R. Taylor, Zanichelli*

2. *Gli errori nelle misure fisiche. Introduzione elementare, Luigi Secco, Diade*

**Ausili didattici :**

Dispense messe a disposizione degli studenti.

## SPERIMENTAZIONI DI FISICA 1 (MOD. C)

(Titolare: Prof. ANTONIO BIANCHINI)

**Periodo:** I anno, 3 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Tipologie didattiche:** 16A+24L; 4,00 CFU

**Sede dell'insegnamento :** Lezioni teoriche al plesso Paolotti in Via Belzoni ed esperienze pratiche nei Laboratori didattici di Via Loredan.

**Aule :** Informazioni in lingua non trovate

**Prerequisiti :**

Conoscenze di base di Analisi Matematica I e Fisica I

**Obiettivi formativi :**

Acquisizione delle conoscenze di base sui metodi di trattamento e analisi dati sperimentali.

**Metodi didattici :**

Lezioni frontali su elementi di Statistica e di Fisica I.

Applicazioni in laboratorio con esperienze di Fisica I, acquisizione dati, analisi tramite metodi statistici e relazione conclusiva per ogni singola esperienza.

**Contenuto dell'attività formativa :**

Teoria della propagazione degli errori: caso generale e casi particolari.

Esempio di applicazione della propagazione degli errori in fisica e astronomia.

Propagazione degli errori statistici.

Combinazione di errori massimi e statistici.

La media pesata: metodo diretto e indiretto.

Il metodo dei minimi quadrati: applicazione al caso lineare.

Generalizzazione del metodo dei minimi quadrati.

Il coefficiente di correlazione lineare.

Esperienza del volano: misura del momento di inerzia e del momento di attrito.

Esperienza del pendolo reversibile: misura della costante di accelerazione gravitazionale locale.

Esperienza della buretta: misura del coefficiente di viscosità di un fluido.

**Struttura della verifica di profitto :**

Orale, Pratica

**Descrizione verifica profitto :**

Valutazione delle relazioni conclusive per ogni esperienza effettuata in laboratorio e successivo esame orale.

**Testi di riferimento :**

*Introduzione all'analisi degli errori. Lo studio delle incertezze nelle misure fisiche, John R. Taylor, Zanichelli.*

*Gli errori nelle misure fisiche. Introduzione elementare, Luigi Secco, Diade.*

**Ausili didattici :**

Le dispense del corso sono disponibili in forma cartacea ed elettronica.

## CHIMICA

(Titolare: Prof.ssa DOLORES FREGONA)

**Periodo:** I anno, 1 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:** Prof.ssa FREGONA DOLORES (PaC) - Presidente

Dott. RONCONI LUCA (Ru) - Membro

Dott.ssa NAGY ESZTER MARTA (ALTR) - Supplente

Dott.ssa NARDON CHIARA (ALTR) - Supplente

**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento Scienze Chimiche

**Aule :** Informazioni in lingua non trovate

**Prerequisiti :**

Lo studente deve avere conoscenze di matematica, fisica e chimica di base che ha acquisito durante le scuole medie superiori e durante il corso di matematica del primo anno.

**Obiettivi formativi :**

Il corso è finalizzato allo studio della composizione della materia, delle trasformazioni che essa subisce e delle interazioni tra materia ed energia ad esse legate e fornisce le basi per l'applicazione dei principi generali della Chimica ai processi che ricorrono nell'ambiente e nel cosmo.

**Metodi didattici :**

Le lezioni verranno svolte dal docente con l'ausilio di lavagna luminosa o computer a seconda delle necessità; per la preparazione dell'esame lo studente farà riferimento agli appunti di lezione e ai testi consigliati

**Contenuto dell'attività formativa :**

• 1) STATI DI AGGREGAZIONE DELLA MATERIA: elementi e composti, fenomeni fisici e fenomeni chimici, sistemi chimicamente e fisicamente omogenei ed eterogenei, fasi, componenti, passaggi di stato, stato di soluzione, stato disperso.

- 2) **NATURA DELLA MATERIA:** costituenti dell'atomo (protoni, neutroni ed elettroni), ioni, numero atomico, numero di massa, masse atomiche assolute, relative e medie, unità di massa atomica, isotopi, concetto di mole, numero di Avogadro, formule chimiche, masse molecolari, composizione percentuale di un composto, formula minima e formula molecolare.
- 3) **STRUTTURA ATOMICA:** modelli atomici di Thomson e di Rutherford, radiazioni elettromagnetiche (lunghezza d'onda, frequenza, ampiezza) spettro elettromagnetico, figure di interferenza e di diffrazione, corpo nero, catastrofe dell'ultravioletto, ipotesi di Planck, effetto fotoelettrico, spettri atomici di emissione, spettro di emissione dell'idrogeno (serie di Lyman, serie di Balmer, serie di Paschen) modello atomico di Bohr, dualismo onda/particella, ipotesi di De Broglie, principio di indeterminazione di Heisenberg, equazione d'onda di Schrödinger, numeri quantici, orbitali atomici, forma delle funzioni d'onda, principio di esclusione di Pauli, regola di Hund, livelli energetici negli atomi poli elettronici.
- 4) **CLASSIFICAZIONE PERIODICA DEGLI ELEMENTI:** struttura e costruzione della tavola periodica, caratteristiche principali dei vari gruppi e periodi, proprietà periodiche (grandezza degli atomi e degli ioni, energia di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività) e loro andamento lungo gruppi e periodi.
- 5) **NOMENCLATURA IUPAC DEI COMPOSTI INORGANICI CON CENNI DI CHIMICA INORGANICA:** concetto di reazione chimica, definizione e calcolo dei numeri di ossidazione, ossidi, perossidi, superossidi, idrossidi, idruri, idrocarburi, ossiacidi, perossiacidi, tioacidi, idracidi, sali, sali acidi, sali doppi.
- 6) **IL LEGAME CHIMICO:** legame ionico, legame covalente (teoria "valence bond"), orbitali atomici ibridi (sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>, sp<sup>3d</sup>), struttura delle seguenti molecole: H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, BeF<sub>2</sub>, BH<sub>3</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, PCl<sub>5</sub>, SF<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>, struttura di molecole con legami multipli: O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>; risonanza (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, ); formule di Lewis, regola dell'ottetto, espansione dell'ottetto. Struttura geometrica delle molecole con il metodo VSEPR, polarità delle molecole. Teoria dell'orbitale molecolare (MO), metodo LCAO per la combinazione di orbitali molecolari: molecole omonucleari del primo e del secondo periodo, diagrammi dei livelli energetici per molecole Li<sub>2</sub>, Be<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, Ne<sub>2</sub>, molecole biatomiche eteronucleari: CO, NO, CN, HF. Legame dativo: composti di coordinazione. Legame metallico. Legami di tipo elettrostatico (dipolo-dipolo, London, legame a idrogeno).
- 7) **STATO GASSOSO:** proprietà e leggi dei gas ideali (leggi di Boyle, Gay-Lussac, equazione di stato dei gas ideali, legge di Dalton), dissociazione termica, principio di Avogadro, teoria cinetica dei gas, distribuzione delle velocità di Maxwell-Boltzmann. Gas reali, deviazioni dal comportamento ideale, equazione di Van der Waals, isoterme di Andrews.
- 8) **STATO SOLIDO:** proprietà dei solidi cristallini, classificazione in base alle strutture cristallografiche, solidi ionici, covalenti, molecolari e metallici.
- 9) **STATO LIQUIDO:** proprietà (viscosità, tensione superficiale, proprietà solventi, tensione di vapore), evaporazione, ebollizione, diagrammi di stato dell'acqua e dell'anidride carbonica.
- 10) **TERMODINAMICA:** stato di un sistema, proprietà estensive ed intensive, funzioni di stato, I principio (relazioni fra energia interna, lavoro ed entalpia), termochimica (reazioni esotermiche ed endotermiche, entalpie molar standard di formazione e di combustione, legge di Hess, ciclo di Born-Haber), entropia, II principio, energia libera di Gibbs, processi spontanei.
- 12) **EQUILIBRIO CHIMICO:** legge dell'azione di massa, principio di Le Chatelier, equilibri omogenei ed eterogenei, dipendenza dalla temperatura, costante di equilibrio termodinamica e stechiometrica.
- 13) **ACIDI E BASI:** teorie di Arrhenius, Bronsted, Lowry e Lewis, sostanze anfotere, forza degli acidi e basi, dissociazione e pH, calcolo del pH degli acidi e basi forti, calcolo del pH degli acidi e basi deboli, effetto dello ione comune, idrolisi dei sali, soluzioni tampone.
- 14) **RADIOATTIVITÀ E REAZIONI NUCLEARI:** relazione fra difetto di massa ed energia di legame nucleare, stabilità dei nuclidi, radioattività naturale, disintegrazioni nucleari, cinetica dei decadimenti, tempi di dimezzamento, famiglie radioattive naturali, equilibrio radiochimico, reazioni nucleari per bombardamento con particelle, fissione nucleare, fusione nucleare.

#### Struttura della verifica di profitto :

Scritta

#### Descrizione verifica profitto :

tre domande aperte sugli argomenti del programma

#### Testi di riferimento :

1) Peloso-Demartin "Elementi di Chimica Generale ed Inorganica"

Libreria Progetto (settembre 2010)

2) R.C. Bauer, J.P. Birk, P.S. Marks "Introduzione alla chimica, un approccio concettuale".

Ed. Piccin

#### Ausili didattici :

Saranno forniti i files delle diapositive usate in aula

## COSMOLOGIA

(Titolare: Prof. ALBERTO FRANCESCHINI)

**Periodo:** III anno, 2 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:** Prof. FRANCESCHINI ALBERTO (PO) - Presidente  
Prof. TORMEN GIUSEPPE (PaC) - Membro  
Prof. FRANCESCHINI ALBERTO (PO) - Membro  
Prof. BERTOLA FRANCESCO (POF) - Membro  
Dott.ssa RODIGHIERO GIULIA (Ru) - Membro

**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Astronomia

**Aule :** da definire

#### Prerequisiti :

Analisi Matematiche, Fische Generali

#### Obiettivi formativi :

Analisi dei dati osservativi piu' rilevanti e presentazione di modelli dell'universo.

#### Metodi didattici :

Lezioni frontali

**Contenuto dell'attività formativa :**

Cosmologia osservativa: galassie, gruppi di galassie, ammassi, superammassi. Legge di Hubble. Campi di velocità, moti peculiari. Proprietà di clustering delle galassie. Strutture su grande scala, struttura e dinamica dell'universo. Materia oscura, radiazioni di fondo. L'universo lontano, galassie attive, radiogalassie e quasars come fari campione.

Il principio cosmologico, metrica di Robertson-Walker. Modelli di Friedmann, modelli di universo omogeneo e isotropo, universi di radiazione e materia. Gli osservabili cosmologici, distanze cosmiche, il redshift. Conteggi di sorgenti, evidenze per un universo evolutivo, radiazione cosmica nelle microonde. Effetti di una costante cosmologica, modifiche alla dinamica dell'universo. Test osservativi dal diagramma di Hubble per le supernove Ia.

Cenni alle fasi fondamentali dell'evoluzione cosmica. Era della radiazione, equipartizione, ricombinazione della materia e disaccoppiamento della radiazione, reionizzazione.

Il fenomeno dell'attività galattica. Radiosorgenti. Ammassi di galassie e loro proprietà in raggi X, plasmi caldi nelle strutture cosmiche.

**Struttura della verifica di profitto :**

Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Lo studente dovrà dimostrare l'acquisizione dei concetti fisici fondamentali e la capacità di dedurre, su tale base, i risultati principali riguardanti la nostra descrizione dell'universo.

**Testi di riferimento :**

M. Rowan-Robinson, "Cosmology", Oxford

M. Longair, Galaxy Formation

A. Liddle, "Introduction to Cosmology"

F. Lucchin "Introduzione alla Cosmologia", 1998, Zanichelli

**Ausili didattici :**

Dispense del docente

## GEOMETRIA

(Titolare: Dott.ssa ALESSANDRA BERTAPELLE) - Mutuato da: Laurea in Fisica

**Periodo:** I anno, 2 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:** Dott.ssa BERTAPELLE ALESSANDRA (RuC) - Presidente

Prof. GEROTTO GIOVANNI (PrCr) - Membro

Prof. SULLIVAN FRANCIS J. (PrCr) - Membro

Dott. CAILOTTO MAURIZIO (RuC) - Membro

Dott. ESPOSITO FRANCESCO (RuC) - Membro

**Tipologie didattiche:** 32A+24E; 7,00 CFU

**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Matematica

**Aule :** da definire

**Obiettivi formativi :**

Lo scopo del corso è di introdurre nozioni fondamentali di algebra lineare (spazi vettoriali, applicazioni lineari, calcolo matriciale, sistemi lineari) e di applicarle allo studio della geometria affine ed euclidea

**Metodi didattici :**

Lezioni ed esercitazioni in aula

**Contenuto dell'attività formativa :**

Sistemi lineari e metodo di riduzione di Gauss. Teorema di Rouche'-Capelli.

Matrici ed applicazioni lineari. Matrice trasposta. Matrici elementari. Matrici invertibili. Calcolo dell'inversa. Rango di una matrice.

Determinanti di matrici quadrate e metodi di calcolo. Similitudine di matrici. Diagonalizzabilità. Polinomio caratteristico.

Definizione di spazio vettoriale. Sottospazi vettoriali. Operazioni su sottospazi. Sottospazi generati da un insieme di vettori. Dipendenza e indipendenza lineare. Basi. Teorema dello scambio. Dimensione di uno spazio vettoriale. Teorema di Grassmann.

Applicazioni lineari. Nucleo e immagine di una applicazione lineare. Teorema delle dimensioni. Matrice associata ad una applicazione lineare. Cambiamenti di base. Autovalori, autovettori e autospazi.

Spazi affini e sottospazi affini. Sistemi di riferimento. Coordinate affini. Coordinate baricentriche.

Equazioni parametriche e cartesiane di sottospazi affini.

Vettori geometrici. Prodotto scalare. Prodotto vettoriale.

Spazi euclidei (piano e spazio).

Distanza tra punti, distanza punto-retta, punto-piano. Aree di triangoli, volumi di parallelepipedi e tetraedri. Angolo tra due rette incidenti, angolo tra due piani. Procedimento di Gram-Schmidt.

Isometrie del piano e dello spazio.

Forme bilineari e le loro matrici. Forme quadratiche. Coniche e quadriche.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto :**

Svolgimento di esercizi seguito da un colloquio che verte sull'intero programma

**Testi di riferimento :**

Appunti e riferimenti saranno disponibili nel sito web del docente

**Ausili didattici :**

Dispense che saranno indicate dal docente all'inizio del corso

## ISTITUZIONI DI RELATIVITA'

---

(Titolare: Prof. GIANGUIDO DALL'AGATA)

**Periodo:** III anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Prof. PACCANONI FRANCESCO (PaC) - Presidente  
Prof. BORGHESANI ARMANDO-FRANCESCO (PaC) - Membro  
Prof. PACCANONI FRANCESCO (PaC) - Membro

**Tipologie didattiche:** 80A; 10,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento:** Dipartimento di Astronomia  
**Aule:** da definire

**Prerequisiti:**  
Analisi Matematica, Fisica Generale, Geometria, Meccanica Analitica

**Obiettivi formativi:**  
Fondamenti della relativita' ristretta.

**Metodi didattici:**

Lezioni frontali

**Contenuto dell'attivita' formativa:**

- Relativita' ristretta: principio di relativita', calcolo tensoriale, cinematica e meccanica relativistica.
- Elettrodinamica: equazioni del campo elettromagnetico, onde e radiazione.

**Struttura della verifica di profitto:**

Scritta, Orale

**Descrizione verifica profitto:**

Una prova scritta, che puo' essere sostituita dalle prove in itinere, e un colloquio sugli argomenti svolti nel corso.

**Testi di riferimento:**

Dispense del docente: "Teoria dei campi"

## LABORATORIO DI ASTRONOMIA

---

(Titolare: Dott. STEFANO CIROI)

**Periodo:** III anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Dott.ssa CRACCO VALENTINA (PrCr) - Membro

**Tipologie didattiche:** 16A+36L; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento:** Dipartimento di Astronomia  
**Aule:** A (Dip. Astronomia) e Aule Didattiche (Oss. Astrofisico di Asiago)

**Prerequisiti:**  
Conoscenza della matematica e fisica di base.

**Propedeuticita':**  
Esperimentazioni di Fisica II, Fisica II, Astronomia, Astrofisica

**Obiettivi formativi:**

Obiettivo principale del corso è introdurre gli studenti del terzo anno della Laurea Triennale all'astronomia osservativa, attraverso lezioni sugli strumenti e sulle tecniche osservative più diffuse (fotometria e spettroscopia), con accenni alle tecniche di indagine più moderne.

Il corso prevede esercitazioni pratiche sulle tecniche di riduzione e analisi di immagini CCD, oltre all'uso pratico del telescopio per imaging e per spettroscopia.

**Metodi didattici:**

Lezioni teoriche con utilizzo di lavagna e power-point.

Uso dei telescopi dell'Osservatorio Astrofisico di Asiago per fotometria e spettroscopia. Uso dell'aula informatica del telescopio di 122 cm di Asiago per l'elaborazione dei dati e infine uso del laboratorio informatico del Dipartimento di Astronomia per l'analisi dei dati.

**Contenuto dell'attivita' formativa:**

PROGRAMMA

Diffrazione attraverso una fenditura

Diffrazione e interferenza attraverso la doppia fenditura

Il reticolo di diffrazione

Caratteristiche di prisma, grism e reticoli vph

Esempi di spettrografi a fenditura, echelle, multi-object e integral-field

Sistemi fotometrici, filtri a banda larga e filtri interferenziali

I CCD

ESERCITAZIONI

Utilizzo di database e archivi di dati astronomici

Cenni sulle procedure di richiesta tempo e accesso ai telescopi

Introduzione all'uso di IRAF

Procedure di riduzione ed analisi di dati fotometrici e spettroscopici

## ARGOMENTI PER LE ESERCITAZIONI

Fotometria di stelle: apertura e PSF, applicazione ad ammassi globulari

Spettroscopia di stelle: classificazione spettrale, temperatura, larghezza equivalente delle righe

Fotometria di galassie: isofote e profili di brillantezza, classificazione morfologica

Spettroscopia di galassie: cinematica di galassie a spirale

### Struttura della verifica di profitto :

Orale

### Descrizione verifica profitto :

L'esame è orale. È previsto che ogni studente presenti una relazione dettagliata sull'attività pratica effettuata ad Asiago e a Padova.

### Testi di riferimento :

Eugene Hecht: OPTICS, Addison Wesley

Steve B. Howell: Handbook of CCD Astronomy, 2nd Edition (Cambridge Observing Handbooks for Research Astronomers)

Ian S. McLean : Electronic Imaging in Astronomy: Detectors and Instrumentation (Springer Praxis Books / Astronomy and Planetary Sciences)

James R. Janesick: Scientific Charge-Coupled Devices (SPIE Press Monograph Vol. PM83)

### Ausili didattici :

Il docente fornisce dispense scaricabili dalla pagina web del corso

---

## LINGUA INGLESE

(Titolare: Dott.ssa MONICA LAZZARIN)

**Periodo:** I anno, 1 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Dott.ssa LAZZARIN MONICA (RuC) - Presidente  
Prof. VALERIA MARIN (ALTR) - Membro

**Tipologie didattiche:** ; 3,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di lingue  
**Aule :** da definire

### Obiettivi formativi :

Accertamento della conoscenza dell'inglese scientifico, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati.

### Metodi didattici :

Accertamento della conoscenza dell'inglese scientifico, con capacità di comprendere testi scientifici scritti o parlati.

### Contenuto dell'attività formativa :

Esercitazioni di comprensione di testi scientifici abbinate ad uno studio degli aspetti più importanti della grammatica inglese, organizzate dalla Facoltà e coadiuvate da Collaboratori ed Esperti Linguistici

### Struttura della verifica di profitto :

On-line

### Descrizione verifica profitto :

Esame online ovvero presentazione di adeguata certificazione.

All'inizio del periodo didattico in cui l'insegnamento è inserito, tutti gli studenti dovranno sostenere un test via computer. A chi ottiene un piazzamento pari o superiore al livello B1 del Consiglio d'Europa vengono riconosciuti i CFU relativi. Chi ottiene un piazzamento pari od inferiore al livello A1 è tenuto a seguire le esercitazioni. Per chi ottiene un piazzamento intermedio, la frequenza è consigliata ma non obbligatoria. Per quegli studenti che possiedono dei certificati riconosciuti, come il P.E.T. e i Trinity Examinations (a partire da grade 5) è sufficiente presentare il certificato in originale per ottenere i CFU.

### Testi di riferimento :

Dispense del docente

### Ausili didattici :

I materiali del corso sono raccolti in una dispensa e sono disponibili online

---

## MECCANICA ANALITICA

(Titolare: Prof. RENATO TROILO)

**Periodo:** Il anno, 3 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:**  
**Tipologie didattiche:** 56A; 7,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Astronomia  
**Aule :** da definire

### Obiettivi formativi :

Nozioni di meccanica

### Metodi didattici :

Lezioni frontali

### Contenuto dell'attività formativa :

Meccanica:

Sistemi olonomi e anolonomi. Vincoli lisci. Cenni di statica, stabilita', teorema di Dirichlet. Vicoli ideali. Principio di D'Alembert. Equazioni di Lagrange. Invarianza. Potenziali generalizzati. Pendolo di Foucault. Piccole oscillazioni. Equazioni per i sistemi anolonomi. Equazioni canoniche di Hamilton. Elementi di calcolo variazionale. Principio di Hamilton e applicazioni. Azione hamiltoniana e invariante di Poincaré-Cartan. Struttura dell'invariante. Equazioni di Jacobi e Wittaker. Principio della minima azione e applicazioni. Integrali primi e parentesi di Poisson. Invariabnza del volume nello spazio delle fasi. Teorema del ritorno di Pointcare'. Teorema di Liouville. Trasformazioni canoniche. Metodo di integrazione di Hamilton Jacobi. Vari casi di separazione e applicazioni. Cenno sulle perturbazioni. Teorema di Noether. Sistemi integrabili. Corpi rigidi: impostazione euleriana. Principio dell'effetto giroscopico. Corpo rigido in un campo newtoniano. Impostazione lagrangiana. Variabili azione-angolo. Stabilita' del moto. Teorema fondamentale di Liapunov. Applicazioni.

**Struttura della verifica di profitto :**

Scritta

**Descrizione verifica profitto :**

Compito con esercizi sul programma

**Testi di riferimento :**

G. Grioli, «Lezioni di Meccanica Razionale» (G); F. Gantmacher, «Lezioni di Meccanica Analitica» (MA); Dispense (D).

---

## PROVA FINALE

(Titolare: da definire)

**Periodo:** III anno, 3 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:**

**Tipologie didattiche:** ; 8,00 CFU

---

## SPERIMENTAZIONI DI FISICA 2

(Titolare: Dott. STEFANO CIROI)

**Periodo:** Il anno, 3 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:** Prof. STAGNI RUGGERO (PaC) - Presidente

Dott. CAIMMI ROBERTO (RuC) - Membro

Dott. D'ONOFRIO MAURO (RuC) - Membro

**Tipologie didattiche:** 32A+24L; 6,00 CFU

---

## STORIA DELL'ASTRONOMIA

(Titolare: Prof. PIERO BENVENUTI)

**Periodo:** Il anno, 2 trimestre

**Indirizzo formativo:** Corsi comuni

**Commissione di profitto:** Prof. BENVENUTI PIERO (PO) - Presidente

DA ASSEGNARE (ALTR) - Membro

**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU

**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Astronomia, Vicolo dell'Osservatorio, 3, 35122 Padova

**Aule :** Aula Rosino

**Prerequisiti :**

Nessuno

**Obiettivi formativi :**

Il Corso si propone di ripercorrere la storia delle scoperte astronomiche – in particolare dei modelli di comprensione dei fenomeni astronomici e delle relative “cosmologie”– in relazione all'influenza che esse hanno avuto sull'evoluzione del pensiero scientifico-filosofico loro contemporaneo. L'impostazione ricalca quella seguita da Thomas S. Kuhn ne «La rivoluzione copernicana», estesa però – nel passato – alla dimenticata rivoluzione ellenistica e – successivamente – all'influsso della meccanica celeste sull'Illuminismo e sul Positivismo, alla rivoluzione einsteiniana e a quella ancora in atto degli attuali modelli di evoluzione dell'Universo.

Particolare attenzione sarà data alle modalità di diffusione delle conoscenze astronomiche nelle varie epoche storiche e alla loro percezione da parte dell'uomo comune. Come casi emblematici saranno analizzati: i) le ragioni dell'oblio del modello eliocentrico e della gravitazione universale (chiaramente presenti nell'astronomia ellenistica e “riscoperti” in epoca rinascimentale); ii) la storia della teoria delle maree; iii) la storia della teoria sulla natura fisica della luce, iv) la controversia tra scienza e teologia da Galilei ad oggi.

**Metodi didattici :**

Lezioni frontali



### **Contenuto dell'attività formativa :**

1. Introduzione. Le peculiarità dell'osservazione astronomica e la sua valenza antropologica.
2. L'epoca arcaica - I fenomeni celesti come "calendario", uso agricolo e rituale. Le radici profonde dell'astrologia. Le prime sistematizzazioni dei "cicli" cosmici. L'astronomia mesopotamica ed egiziana. L'influenza delle "regolarità" cosmiche nel passaggio dalle religioni primitive al monoteismo.
3. La razionalità greca e la relazione tra scienza matematica e scienza astronomica. L'astronomia greca classica: Platone, Archita di Taranto, Eudosso di Cnido, Aristotele. Euclide, spazio fisico e geometria. L'astronomia ellenistica: Aristarco di Samo, Eratostene, Archimede, Apollonio di Perga, Seleuco, Ipparco. L'ellenismo, una rivoluzione dimenticata. Il meccanismo di Antikythera. Il processo di trasferimento della conoscenza greco-ellenistica alla società romana imperiale: Seneca, Lucrezio, e il ruolo degli storici-poligrafi. La perdita delle opere originali e le ragioni dell'oblio.
4. Tolomeo e l'astronomia islamica. La riscoperta di Aristotele, Scolastica e astronomia medioevale. La diffusione dell'astronomia e della filosofia attraverso l'arte poetica e pittorica.
5. Ticho Brahe. Le basi strumentali della rivoluzione Copernicana. La rivoluzione e la crisi: Galileo, Keplero, Copernico. Spazio, tempo e la relatività galileiana. Il "cannocchiale" e la nascita dell'astronomia strumentale. La cinematica, la caduta dei gravi e l'inerzia. Il Libro della Natura.
6. Hooke, Newton, Leibniz. La "riscoperta" della gravitazione universale. Circolarità del secondo principio della dinamica: lo spazio (sottinteso) assoluto e l'impossibilità di evitare il collasso gravitazionale. "Hypotheses non fingo": la filosofia naturale e la nascita della scienza moderna.
7. Lagrange, Laplace. Il determinismo e l'influenza sull'Illuminismo e il Positivismo.
8. Interludi: "Della natura e velocità della luce": da Newton ad Einstein. "Flussi e riflussi": la tormentata storia delle maree e l'errore di Galileo.
9. La nascita dell'astrofisica. Il ruolo dell'astrofisica e della cosmologia nello sviluppo della fisica moderna (fisica quantistica, relatività speciale e generale).
10. I limiti (riscoperti) dell'indagine scientifica. Wittgenstein, Kuhn, Popper
11. Il nuovo concetto di continuo spazio-temporale. Gli "orizzonti". Il principio di causalità rivisitato. L'"entanglement" della realtà fenomenologica. Evoluzione globale: siamo soli nell'Universo? Kronos e Kayròs, fisica e metafisica oggi.

### **Struttura della verifica di profitto :**

Orale

#### **Descrizione verifica profitto :**

Discussione sul programma

#### **Testi di riferimento :**

- Michael Hoskin, Storia dell'Astronomia di Cambridge, 2001, Rizzoli Ed.
- Thomas S. Kuhn, La rivoluzione copernicana – L'astronomia planetaria nello sviluppo del pensiero occidentale, 1957 (prima ed.), 2000, Giulio Einaudi Ed., Torino
- Lucio Russo, La rivoluzione dimenticata – Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna, 1996, Giangiuseppe Feltrinelli Ed., Milano.
- Dispense del docente.

## **STRUMENTAZIONE E TECNICHE DI OSSERVAZIONE ASTRONOMICA**

(Titolare: Dott. MAURO D'ONOFRIO)

**Periodo:** Il anno, 3 trimestre  
**Indirizzo formativo:** Corsi comuni  
**Commissione di profitto:** Prof. BIANCHINI ANTONIO (PaC) - Membro

**Tipologie didattiche:** 48A; 6,00 CFU  
**Sede dell'insegnamento :** Dipartimento di Astronomia  
**Aule :** da definire

### **Prerequisiti :**

Frequenza corso di Astronomia I

### **Obiettivi formativi :**

Obiettivo del corso e' quello di introdurre gli studenti alla ricerca scientifica illustrando le principali caratteristiche dei telescopi e della strumentazione astronomica. Su un tema di ricerca proposto dal docente gli studenti progetteranno il telescopio e gli strumenti che meglio si prestano all'analisi del problema dato.

### **Metodi didattici :**

Il corso si sviluppa principalmente con lezioni di tipo frontale e sedute in laboratorio di informatica. Verra' fatto ampio uso dei motori di ricerca e della bibliografia astronomica.

Come software verra' usato OLSO per il design del telescopio e EXCEL per il calcolo delle quantita' astronomiche di interesse.

### **Contenuto dell'attività formativa :**

Il corso di 48h (6 CFU) è diviso in una parte teorica di 24h e una di laboratorio di 24h.

Il corso si propone l'obiettivo di simulare la costruzione di un telescopio e uno spettrografo adatti ad un particolare tema di ricerca proposto di anno in anno dal docente. A tal fine verranno progettati diversi telescopi e strumenti con l'ausilio del software OSLO, sfruttando i risultati di un Exposure Time Calculator opportunamente costruito con un foglio elettronico EXCEL per calcolare i flussi ed il rapporto Segnale/Rumore.

### **Teoria:**

Rivelazione di sorgenti astronomiche. Sorgenti puntiformi ed estese. Il percorso dei fotoni dalla sorgente al rivelatore. La PSF, il seeing, il background.

Costruzione di un telescopio. Scelta dell'apertura. Aberrazioni ottiche. Tempo di posa, rapporto Segnale/Rumore. Il problema del largo campo.

*Costruzione di uno spettrografo. Schema ottico di uno spettrografo. Equazione del reticolo nella pratica. Multi-object spectrographs: problemi connessi al largo campo in spettroscopia.*

*Laboratorio:*

*Elementi generali di fotometria e spettroscopia. Flusso, magnitudine, scala angolare e fisica, confronto tra spettro e banda fotometrica. Costruzione di un calcolatore di tempo di posa con EXCEL. Introduzione a SuperMongoo per generare semplici plot*

*Costruzione del telescopio. Introduzione al programma OSLO. Analisi della PSF e delle aberrazioni con OSLO. Rivelatori a largo campo, vantaggi e problematiche.*

*Costruzione dello spettrografo. Analisi degli elementi principali di uno spettrografo. Effetti della scelta della risoluzione del dispersore*

*Tecniche di acquisizione di immagini astronomiche nelle diverse bande dello spettro elettromagnetico. Archiviazione dati astronomici. Accesso ad archivi astronomici. CCD per uso astronomico. Acquisizione di immagini con CCD. Packages per il trattamento di immagini astronomiche. Fotometria superficiale e fotometria stellare.*

**Struttura della verifica di profitto :**

*Scritta*

**Descrizione verifica profitto :**

*L'esame di profitto consiste nella valutazione della relazione redatta dallo studente a fine corso e nella valutazione dell'impegno profuso a lezione durante il corso.*

**Testi di riferimento :**

*Dispense del docente*