

# **Ing. Matematica/S**

**Disciplina:** N094MAS ANALISI MATEMATICA III

MAT/05

**Corso di Studio:** MAS ELS TES

**Crediti:** 6 **Tipo:** C

**Note:** .

**Docente:** MARINI MAURO

P1 MAT/05

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

vedi sito ANALISI MATEMATICA III - ELS

Poiche' il corso vale 6 CFU, il programma previsto per ELS e TES sara' integrato con alcune applicazioni delle trasformate allo studio della stabilita' di sistemi dinamici

---

**Disciplina:** N954MAS ANALISI NUMERICA

MAT/08

**Corso di Studio:** MAS CIS AMS

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** su CIS sono 5 cfu ANALISI NUM E PROGRAMMAZIONE

**Docente:** MACCONI MARIA

P1 MAT/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

AMBIENTE DI PROGRAMMAZIONE MATLAB - Regole generali di utilizzo. Assegnazione delle variabili: operazioni elementari. Vettori e matrici: operazioni elemento per elemento. Programmare con Matlab: operatori relazionali, operatori logici e funzioni. Istruzioni condizionali. Cicli. Funzioni matematiche di base. Funzioni definite dall'utente. La grafica in Matlab. Funzioni per la risoluzione di sistemi lineari algebrici, calcolo delle radici di una equazione non lineare, calcolo di integrali definiti.

METODI NUMERICI PER SISTEMI DI EQUAZIONI - Sistemi lineari: metodi diretti, risoluzione di sistemi tridiagonali e decomposizione di Cholesky per matrici simmetriche definite positive. Metodi iterativi per sistemi sparsi: il metodo di Jacobi e quello di Gauss-Seidel, convergenza e criteri di arresto. Sistemi non lineari: metodo di Newton e sue varianti, convergenza e criteri di arresto. Letteratura e sW.J.PALM III- MATLAB7 per l'ingegneria e le scienze. MG-Graw Hill, 2005software.

METODI NUMERICI PER EQUAZIONI DIFFERENZIALI- Preliminari. Metodi one-step espliciti e metodi Runge-Kutta e loro comportamento locale. Convergenza. Stima dell'errore locale di troncamento e scelta del passo di integrazione. Metodi multi-step lineari e loro comportamento locale. Metodi di Adams. Convergenza. Metodi predictor-corrector. Scelta del passo di integrazione. Stabilità dei metodi numerici.

**Disciplina:** P414MAS **COMPLEMENTI DI ALGEBRA LINEARE** MAT/03

**Corso di Studio:** MAS TES **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:** MUT DA COMPL.MAT (TES)

**Docente:** LANDUCCI MARIO P1 MAT/03 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

**Disciplina:** P417MAS **COMPLEMENTI DI CHIMICA**

CHIM/07

**Corso di Studio:** MAS

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** PAOLI PAOLA

P2 CHIM/07

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Cenni di chimica generale: atomo, teoria del legame con particolare riguardo al legame covalente. Ibridazione.

Interazioni di non legame.

Meccanica e Dinamica Molecolare: geometria molecolare e energia di una molecola, concetto di Force Field, analisi di diversi metodi per il calcolo e l'ottimizzazione della geometria molecolare (Steepest Descent, Conjugate Gradient, Newton-Raphson). Cenni di dinamica molecolare.

Meccanica Quantistica: l'equazione di Schrödinger, la particella in un box 1-dimensionale, la particella in un anello, la particella in un box 3-dimensionale, l'atomo di idrogeno, metodo variazionale (cenni), teoria delle perturbazioni (cenni), l'atomo di elio, spin elettronico, determinante di Slater, la molecola di idrogeno, metodo Hartree-Fock.

**Disciplina:** 45456666 **COMPLEMENTI DI FISICA**

A01A

**Corso di Studio:** MAS ELS

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** SAMPOLI MARCO

P1 FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N288MAS **COMPLEMENTI DI MECCANICA RAZIONALE** MAT/07

**Corso di Studio:** MAS **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FROSALI GIOVANNI P1 MAT/07 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

## COMPLEMENTI DI MECCANICA RAZIONALE

C. d. L. in INGEGNERIA MECCANICA

Prof. Giovanni FROSALI

**RICHIAMI DI DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE VINCOLATO.** Analisi del concetto di vincolo. Definizione di vincolo semplice, doppio e triplo. Introduzione delle coordinate lagrangiane nel caso di un punto. Definizione e caratterizzazione delle velocità possibili. Vincoli mobili. Velocità virtuali e velocità di trascinamento. Significato ed esempi di velocità virtuale. Esempi di vincolo semplice e doppio. Velocità virtuale di un punto vincolato ad una circonferenza con raggio mobile. Reazioni vincolari. Prima definizione di vincolo liscio. Caratterizzazione dei vincoli lisci (potenza virtuale nulla). Principio dei lavori virtuali. Teorema delle forze vive per il punto vincolato. Lavoro del vincolo mobile. Equazioni di moto per un punto vincolato ad una superficie e ad una linea (richiami ed esempi). **MECCANICA DEI SISTEMI OLONOMI.** Introduzione alla meccanica dei sistemi. Sistemi olonomi. Vincoli olonomi: compatibilità ed indipendenza. Coordinate lagrangiane. Spazio delle configurazioni. Esempi di spazi delle configurazioni. Velocità possibili. Stato cinematico di un sistema olonomo. Spazio delle fasi. Spazio tangente allo spazio delle configurazioni. Velocità virtuali. Caratterizzazione degli atti di moto virtuale. Spazio normale allo spazio delle configurazioni. Ancora sullo spazio tangente e normale. Vincoli olonomi lisci. Potenza virtuale delle reazioni. Principio dei lavori virtuali. Caratterizzazione di vincoli bilateri lisci. Vincoli bilateri lisci e caratterizzazione delle reazioni. Reazioni generalizzate e forze generalizzate. Equazioni di Lagrange di I specie. Forze generalizzate. Statica dei sistemi olonomi a vincoli lisci. Esercizi sulle equazioni di Lagrange di I specie. Due punti vincolati su due guide e mantenuti a distanza costante. Equazione simbolica della statica. Statica dei sistemi rigidi. Equazioni cardinali della statica. Applicazioni del principio dei lavori virtuali. Equazione simbolica della dinamica dei sistemi. Equazioni di Lagrange di specie e loro dimostrazione. Sistemi di forze conservative e funzione Lagrangiana. Commenti sulle equazioni di Lagrange di II specie. Applicazioni del formalismo lagrangiano: il pendolo composto, moto di un punto nel piano in coordinate polari, la macchina di Atwood. Espressione lagrangiana dell'energia cinetica. La conservazione dell'energia meccanica nel caso di vincoli fissi. Cenni al potenziale generalizzato. Proprietà strutturali delle equazioni di Lagrange di II specie. Forma normale delle equazioni differenziali.

## CENNI SULLA STABILITA' DELL'EQUILIBRIO DEI SISTEMI OLONOMI.

Cenni sull'analisi qualitativa delle equazioni differenziali. Esempi: moto armonico e moto iperbolico, nel piano delle fasi. Concetto e definizione di stabilità. Stabilità asintotica. Definizione di instabilità. Funzione di Liapunov. Cenni ai criteri di stabilità di Liapunov.

**PICCOLE OSCILLAZIONI E MODI NORMALI.** Introduzione al problema delle piccole oscillazioni intorno ad una configurazione di equilibrio. Formulazione del problema. Punto vincolato ad una circonferenza, punto vincolato ad una ellisse. Approssimazione dell'energia cinetica e del potenziale. Forme quadratiche dell'energia e del potenziale. Lagrangiana per le piccole oscillazioni. Equazioni lineari accoppiate per le piccole oscillazioni. Cenni ai modi normali di oscillazione. Alcuni esempi. Pendoli accoppiati. Ricerca di soluzioni con la stessa frequenza. Problemi agli autovalori. Frequenze proprie di oscillazioni. Matrice modale. Coordinate normali e modi normali di oscillazione. Esempio di due punti collegate con molle, il caso del bpendolo, la molecola triatomica.

**DINAMICA DEI CORPI RIGIDI.** Dinamica dei sistemi rigidi. Sistemi rigidi liberi. Rotazione di un corpo rigido intorno ad un asse fisso. Rotazione. Prima giustificazione dell'effetto giroscopico. Moti di precessione. Equazioni di Eulero e loro derivazione. Precessioni per inerzia. Integrali primi di moto. Interpretazione del moto alla Poincaré. Polo del moto. Poloide ed erpoloide. Cenni alle proprietà dinamiche degli assi principali d'inerzia. Esercizio. Moto della trottola pesante con un punto fisso. Precessione stazionaria e frequenze di precessione. Equazioni di Lagrange applicate alla trottola pesante. Integrali primi di moto. Analisi qualitativa del moto dell'asse della trottola. Corpi a struttura giroscopica. Equazioni di Eulero per un giroscopio. Effetti giroscopici: tenacia dell'asse giroscopico e tendenza al parallelismo. Analisi della cerniera sferica di un giroscopio. Stima delle forze vincolari e del momento delle forze vincolari. Soluzione delle equazioni di Eulero. Soluzione esatta della componente secondo l'asse giroscopico. Stima delle altre componenti angolari. Giustificazione matematica degli effetti giroscopici. Il caso della trottola pesante. La bussola giroscopica.

LIBRO di RIFERIMENTO:

Dispense distribuite a lezione.

Il titolare del corso  
(Prof. Giovanni Frosali)

#### COMPLEMENTI

##### OSCILLAZIONI LIBERE E FORZATE

Oscillazioni libere unidimensionali. Oscillatore lineare con termine forzante. Discussione dell'equazione differenziale. Fenomeno di risonanza. Equazione di moto per un oscillatore smorzato. Moto oscillatorio smorzato, moto non oscillatorio. Oscillazioni forzate. Posizione del problema, ricerca di soluzioni particolari. Vibrazioni armoniche permanenti. Diagramma del ritardo di fase. Risonanza e curve di risonanza.

##### RICHIAMI DI CALCOLO DIFFERENZIALI A PIU' VARIABILI

Richiami di calcolo differenziale a più variabili. Derivabilità e differenziabilità. Gradiente e linee di livello. grad, div, rot: definizioni e proprietà. Significato di gradiente di un campo scalare. Il vettore Nabla. Campi conservativi e condizioni perché un campo sia conservativo. Flusso di un campo vettoriale e teorema di Gauss. Rotore di un campo vettoriale. Circuitazione. Teorema di Stokes. Significato di rotore. (rot )

RICHIAMI SUI MOTI OSCILLATORI. Oscillatore armonico. Analisi qualitativa dell'oscillatore armonico. Punto di equilibrio. Centro. Punto di sella. Punti di equilibrio stabile e di equilibrio instabile. Sistemi lineari a due dimensioni.

Cenno alla ricerca delle soluzioni tramite autovalori ed autovettori. Classificazione del punto di equilibrio di un sistema lineare a due dimensioni. Pozzo, sorgente, centro, nodo stabile, instabile, punto sella, fuoco stabile ed instabile. Cenno alla stabilità di sistemi non lineari. Il pendolo non lineare. Analisi qualitativa del pendolo non lineare. Diagramma nel piano delle fasi. Stabilità dei punti di equilibrio. Pendolo non lineare con attrito.

Cenno all'analisi qualitativa di sistemi di equazioni differenziali del ordine. Sistemi autonomi e non autonomi. Spazio delle configurazioni e spazio delle fasi. Scopi dell'analisi qualitativa delle equazioni differenziali. Spazio delle fasi e delle fasi esteso. Campo di direzioni. Cenno allo studio del campo delle direzioni e del flusso. Esempi: il sistema predatore-preda.



**Disciplina:** P813MAS **EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI** MAT/05

**Corso di Studio:** MAS **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MODICA GIUSEPPE P1 MAT/05 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

<http://www.dma.unifi.it/~modica>

**Disciplina:** N762MAS **FISICA MATEMATICA**

MAT/07

**Corso di Studio:** MAS ELS

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BORGIOI GIOVANNI

P2 MAT/07

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

FISICA MATEMATICA (6 CFU, circa 50 ore di lezione).

Programma A.A. 2007-2008

Il corso è rivolto agli studenti della laurea specialistica in Ingegneria Elettronica, ma può essere scelto anche da studenti della laurea specialistica in Ingegneria Matematica.

Una scelta ragionata del programma da svolgere deve essere quindi valutata anche in base alla composizione dell'utenza studentesca, che può, peraltro, variare di anno in anno.

L'obiettivo del corso è di fornire dei complementi di Meccanica Analitica (elementi di Meccanica Hamiltoniana) e proporre le basi matematiche dell'analisi qualitativa delle equazioni differenziali ordinarie, la stabilità secondo Liapunov, la stabilità strutturale, il concetto di sistema dinamico, il metodo delle perturbazioni.

Gli argomenti trattati nel corso sono:

#1 Hamiltoniana ed equazioni canoniche. Principi variazionali in Meccanica Analitica.

#2 Richiami su equazioni differenziali ordinarie. Analisi qualitativa., orbite, ritratto di fase. Stabilità secondo Liapunov.

#3 Modelli in teoria delle popolazioni (preda-predatore, epidemiologico, competizione esclusiva) ed in ambito fisico (oscillatori non lineari: Duffing, Van der Pol).

#5 Sistemi dinamici: definizioni di flusso,  $\omega$ -limite,  $\omega$ -limite, insiemi positivamente invarianti, insiemi attrattivi. Il teorema di Poincaré-Bendixon. Introduzione alla stabilità strutturale. Biforcazioni.

#6 Introduzione al metodo delle perturbazioni.

#7 Equazioni a derivate parziali: onde, diffusione, equazioni di Laplace e Schrödinger.

**Disciplina:** P424MAS **METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA** MAT/08

**Corso di Studio:** MAS AMS INS **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MORINI BENEDETTA P2 MAT/08 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Il linguaggio MATLAB.

EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI.

Equazioni quasi lineari di ordine 1.

Curve caratteristiche. Classificazione delle equazioni alle derivate parziali quasi lineari di ordine 2.

Schemi alle differenze finite per equazioni di tipo parabolico, iperbolico ed ellittico. Errore di troncamento locale.

Consistenza, stabilita' e convergenza degli schemi.

**Disciplina:** 53866300 **RICERCA OPERATIVA**

MAT/09

**Corso di Studio:** MAS AUS INS

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** MUT DA METODI DI OTTIMIZZAZIONE

**Docente:** SCIANDRONE MARCO

P2 MAT/09

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

**Disciplina:** N098MAS STATISTICA E PROBABILITA'

MAT/06

**Corso di Studio:** MAS AMS, CIS

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** GANDOLFI ALBERTO

P2S MAT/06

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** P442MAS **TEORIA MATEMATICA DEI CONTROLLI** MAT/05

**Corso di Studio:** MAS **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** ZECCA PIETRO P1 MAT/05 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

NOZIONI GENERALI: l'operatore ingresso-uscita, la nozione di stato, esempi.

RICHIAMI SUI SISTEMI LINEARI: la matrice fondamentale, equivalenza lineare, calcolo della matrice esponenziale, stima asintotica delle soluzioni, sistemi non omogenei, equazioni scalari di ordine  $n$  e la matrice compagna.

SISTEMI DI CONTROLLO LINEARI: operatore ingresso-uscita, lo spazio degli stati raggiungibili, lo spazio di non osservabilità, la forma canonica di Kalman, il criterio di Hautus.

SISTEMI DI CONTROLLO CON CONTROLLI VINCOLATI: posizione del problema come introduzione ai sistemi di controllo non lineari, insiemi di controllabilità a tempo fissato e a tempo libero da un insieme e a un insieme.

CONTROLLABILITÀ DI SISTEMI NON LINEARI: cenni.

