

# MODELLI MATEMATICI PER LA MECCANICA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA AEROSPAZIALE

## Argomenti svolti nell' A.A.2017-18

(25/09/2017)

Introduzione al corso. Spazi affini. Spazi vettoriali. Conseguenze delle ipotesi della geometria euclidea. Basi di uno spazio vettoriale. Terne di proiezione.

(27/09/2017)

Equazioni con incognite vettoriali. Il prodotto scalare. Componenti ortogonali. Cambio di base. Matrici ortogonali. Trasformazione delle componenti dei vettori al cambio di base. Esempi: la rotazione intorno a un asse.

(28/09/2017)

Trasformazioni lineari di vettori. Matrici delle operazioni lineari sui vettori. Trasformazione delle matrici di un operatore al cambio di base. I prodotti vettoriale, misto, e doppio vettore. Loro espressione geometrica e analitica. La matrice antisimmetrica relativa a un prodotto vettore.

(29/09/2017)

Moto di un elemento; traiettoria; legge oraria. Velocità, accelerazione. Proprietà differenziali delle traiettorie. Ascissa curvilinea. Piano osculatore e circonferenza osculatrice. La terna intrinseca. Espressione intrinseca della velocità e dell'accelerazione.

(02/10/2017)

Risoluzione di equazioni vettoriali: sia tramite vettori che per componenti. Le equazioni:  $\vec{x} \times \vec{v} = \vec{w}$  e  $\vec{x} \cdot \vec{v} = k$ . Particolari moti dell'elemento: moti rettilinei, piani, centrali. Studio del campo elicoidale.

(04/10/2017)

Stato di un sistema dinamico. Spazio delle fasi. Significato e uso dell'equazione di Newton. Ipotesi e conseguenze del teorema di esistenza ed unicità. Il "metodo della verifica".

(05/10/2017)

Il moto del grave. Forze dipendenti dalle velocità. Uso del metodo della verifica. Posizioni di equilibrio ed equazione della statica.

(06/10/2017)

Vari esercizi sulla ricerca delle componenti di vettori in espliciti casi applicativi.

(09/10/2017)

Potenza, lavoro, energia cinetica, loro espressioni funzionali. Il teorema del lavoro; suoi limiti nella determinazione dei moti. Forze a potenza nulla. Forze posizionali. Integrali primi di un'equazione differenziale ordinaria: loro caratterizzazione e conseguenze. Il caso con traiettoria nota.

(11/10/2017)

Forze conservative e loro proprietà. Teorema di conservazione dell'energia meccanica. Condizioni necessarie e sufficienti per l'esistenza del potenziale. Esempi di alcune forze conservative.

(12/10/2017)

Esercizi di Dinamica dell'elemento: l'oscillatore lineare. La discussione qualitativa mediante l'equazione di conservazione dell'energia (problemi a 1 grado di libertà).

(13/10/2017)

Il concetto di vincolo per un elemento: sua caratterizzazione geometrica. Vincoli bilaterali ed unilaterali. Velocità e accelerazioni compatibili. Le reazioni vincolari. Relazioni caratteristiche delle reazioni vincolari. L'equazione di Newton per un elemento vincolato. Moti dinamicamente possibili.

(16/10/2017)

Esercizi di Dinamica dell'elemento vincolato: Il pendolo fisico. Sue proprietà geometriche e sua discussione qualitativa. Condizioni di distacco. Cenni sul moto del satellite.

(18/10/2017)

L'ipotesi di rigidità e sue conseguenze cinematiche. Spostamenti rigidi e angoli di Eulero. Lo spostamento di precessione.

(19/10/2017)

La matrice del cambio di base e sua rappresentazione in funzione degli angoli di Eulero. Atti di moto rigido. La velocità angolare a partire dalle matrici di rotazione.

(20/10/2017)

Esercizi di dinamica dell'elemento vincolato; discussione qualitativa e cambio di coordinate.

(23/10/2017)

La formula fondamentale di cinematica. Il campo delle velocità in un atto di moto rigido. Vari tipi di atti di moto. Formula delle accelerazioni in un moto rigido.

(25/10/2017)

Teorema dei moti relativi. Derivate assolute e relative di funzioni vettoriali. Derivata della velocità e accelerazione di trascinamento. Spazi inerziali. Prima legge della meccanica. Le forze apparenti. Lo spazio di riferimento terrestre e il peso.

(26/10/2017)

Velocità di strisciamento. Atti di moto sferico. Espressione della velocità angolare e sua derivata rispetto al tempo. Derivate dei versori rispetto agli angoli di Eulero. Cenni di cinematica piana.

(27/10/2017)

Base e rulletta. Il problema inverso. La ruota e la rotaia. L'ellissografo. Cenni di teoria degli ingranaggi. Ingranaggi a evolventi di cerchio.

(30/10/2017)

Esercizi sui moti relativi. Cenno della cinematica di una camma.

(02/11/2017)

Le leggi della meccanica e loro conseguenze. Baricentro. Le equazioni cardinali della dinamica per un sistema. Le equazioni della stereodinamica e loro risolubilità come equazioni del primo ordine.

(03/11/2017)

Esercizi sulla ricerca di Base e rulletta sia con il calcolo diretto sia con dimostrazioni numeriche.

(06/11/2017)

Momento delle quantità di moto e sua dipendenza dal polo. Il tensore omografia d'inerzia e suo uso nell'espressione del momento delle quantità di moto. Equazione di Eulero.

(08/11/2017)

Proprietà dell'omografia d'inerzia. Assi principali d'inerzia. Modo di variare della matrice d'inerzia al variare del polo e della base.

(09/11/2017)

Il Teorema di Huyghens. Ellissoide centrale d'inerzia e assi centrali d'inerzia. Analoghe proprietà per un altro punto solidale. Espressione della velocità angolare in funzione degli angoli di Eulero e delle loro derivate.

(10/11/2017)

Esempi di calcolo dei baricentri e dei momenti d'inerzia di alcuni corpi. Il raggio di girazione. Corpi con fori e lacune.

(13/11/2017)

Energia cinetica di un sistema. Il Teorema di Koenig. Lavoro e potenza di una sollecitazione. Loro adattamento ed espressioni specifiche per i corpi rigidi. Sollecitazioni conservative. Il Teorema del lavoro e di conservazione dell'energia meccanica.

(15/11/2017)

Potenziali di alcune sollecitazioni conservative. Potenziali delle sollecitazioni posizionali di tipo interno. La sollecitazione centrifuga: calcolo delle grandezze globali, sua equivalenza con un'altra costituita da due forze centrifughe. Bilanciamento statico e dinamico di un corpo rigido.

(16/11/2017)

I principali vincoli per i corpi rigidi. Snodo, cerniera, guida, collare, piano liscio, etc. Loro relazioni caratteristiche geometriche e dinamiche, e loro proprietà. Le conseguenti equazioni di moto.

(17/11/2017)

Statica di un corpo rigido con vincoli bilaterali. Il ponte levatoio; calcolo della sollecitazione vincolare.

(20/11/2017)

Vincolo di piano bilaterale per un corpo rigido. Esempi

(22/11/2017)

Lezione non fatta per indisposizione febbrile

(23/11/2017)

Dinamica e statica del corpo rigido. Piano unilaterale liscio.

(24/11/2017)

Il poligono di appoggio. Il caso del disco sul piano obliquo nei diversi casi di attrito.

(27/11/2017)

Sistemi di molti corpi. Vincoli ben dati; vincoli olonomi; vincoli regolari; vincoli dipendenti e indipendenti dal tempo; vincoli bilaterali e unilaterali. Coordinate lagrangiane.

(29/11/2017)

Velocità possibili e velocità virtuali. Coordinate lagrangiane per un corpo rigido. Componenti lagrangiane di una sollecitazione. Potenza e lavoro virtuali. Vincoli perfetti.

(30/11/2017)

Le equazioni di Lagrange (nella prima forma). Risolubilità delle equazioni di Lagrange. Sollecitazioni conservative in senso lagrangiano. Sollecitazioni a potenziale. Funzione lagrangiana. Seconda e terza forma delle equazioni di Lagrange.

(01/12/2017)

Componenti lagrangiane di una sollecitazione a potenziale. Forma lagrangiana della equazione di Eulero. Potenziale di una sollecitazione apparente. Statica di sistemi olonomi conservativi. Estensione al Principio dei Lavori Virtuali.

(04/12/2017)

Esempi sull'uso del Principio dei Lavori Virtuali.

(06/12/2017)

Posizioni di equilibrio stabile. Teorema di stabilità di Dirichlet. Teorema di instabilità di Liapunov.

(07/12/2017)

Stabilità e dipendenza continua dal dato iniziale. Significato e limiti del procedimento di linearizzazione. Equazione alle variazioni ed equazione variazionale.

(11/12/2017)

Linearizzazione delle equazioni di Lagrange (vincoli fissi) nell'intorno di una soluzione statica. Diagonalizzazione simultanea delle due forme quadratiche. Pulsazioni proprie e modi normali.

(13/12/2017)

Modi normali di vibrazione, loro interpretazione in un esercizio di meccanica.

(14/12/2017)

Esercizi di statica e dinamica dei sistemi: applicazioni delle equazioni di Lagrange.

(15/12/2017)

Il volo di un corpo rigido pesante. Moti del Poincaré. Erpolodia e polodia. Il caso delle precessioni regolari.

(18/12/2017)

Esercizi di statica e dinamica dei sistemi: applicazioni delle equazioni di Lagrange.

(20/12/2017)

Esercizi di ricapitolazione. Equazioni cardinali ed equazioni di Lagrange.

(21/12/2017)

Esercizi di ricapitolazione. Equazioni cardinali ed equazioni di Lagrange.

,

(22/12/2017)

Esercizi di ricapitolazione. Equazioni cardinali ed equazioni di Lagrange.

Inoltre vi sono state alcune ore di spiegazioni e di auto-tutoraggio

    i venerdì pomeriggio dopo la fine della normale lezione (dalle 16 in poi)  
per un totale approssimativo di 5 o 6 ore

( M. Lo Schiavo)