

# MODELLI MATEMATICI PER LA MECCANICA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA AEROSPAZIALE

## Argomenti svolti nell' A.A.2018-19

(24/09/2018)

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

(25/09/2018)

Equazioni con incognite vettoriali. Il prodotto scalare. Componenti ortogonali.

(26/09/2018)

Cambio di base. Matrici ortogonali. Trasformazione delle componenti dei vettori al cambio di base. Trasformazioni lineari di vettori.

(27/09/2018)

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.

(01/10/2018)

Moto di un elemento; traiettoria; legge oraria. Velocità, accelerazione. Proprietà differenziali delle traiettorie. Ascissa curvilinea.

(02/10/2018)

Piano osculatore e circonferenza osculatrice. La terna intrinseca. Espressione intrinseca della velocità e dell'accelerazione. Risoluzione di equazioni vettoriali: sia tramite vettori che per componenti. Le equazioni:  $\vec{x} \times \vec{v} = \vec{w}$  e  $\vec{x} \cdot \vec{v} = k$ .

(03/10/2018)

Particolari moti dell'elemento: moti rettilinei, piani, centrali. Studio del campo elicoidale.

(04/10/2018)

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". Posizioni di equilibrio ed equazione della statica.

(08/10/2018)

Il moto del grave. Gittata. Parabola di sicurezza. Forze dipendenti dalle velocità. Uso del metodo della verifica.

(10/10/2018)

Potenza, lavoro, energia cinetica, loro espressioni funzionali. Il teorema del lavoro; suoi limiti nella determinazione dei moti. Forze a potenza nulla. Forze posizionali.

(11/10/2018)

Lezione non fatta per disposizione del Consiglio d'Area.

(12/10/2018)

Integrali primi di un'equazione differenziale ordinaria: loro caratterizzazione e conseguenze. Il caso con traiettoria nota.

(15/10/2018)

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

(17/10/2018)

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.

(18/10/2018)

La discussione qualitativa mediante l'equazione di conservazione dell'energia (problemi a 1 grado di libertà). Dinamica dell'elemento libero: l'oscillatore lineare. Cenni sul moto del satellite.

(19/10/2018)

Esercizi di Dinamica dell'elemento vincolato: Il pendolo fisico bilaterale e unilaterale. Sue proprietà geometriche e sua discussione qualitativa. Metodo per problemi di distacco.

(22/10/2018)

L'ipotesi di rigidità e sue conseguenze cinematiche. Spostamenti rigidi e angoli di Eulero. Lo spostamento di precessione. La matrice del cambio di base e sua rappresentazione in funzione degli angoli di Eulero.

(24/10/2018)

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.

(25/10/2018)

Teorema dei moti relativi. Derivate assolute e relative di funzioni vettoriali. Derivata della velocità di trascinamento e accelerazione di trascinamento.

(26/10/2018)

Spazi inerziali. Prima legge della meccanica. Le forze apparenti. Lo spazio di riferimento terrestre e il peso. Velocità di strisciamento.

(29/10/2018)

Lezione non fatta per disposizione del rettore.

(31/10/2018)

Cenni di cinematica piana. Base e rulletta. Il problema diretto e quello inverso. La ruota e la rotaia.

(02/11/2018)

Lezione non fatta dietro richiesta degli studenti.

(05/11/2018)

Le leggi della meccanica e loro conseguenze. Baricentro. Moto relativo al baricentro. Le equazioni cardinali della dinamica per un sistema.

(07/11/2018)

Le equazioni della stereodinamica e loro risolubilità sia come equazioni del secondo ordine sia del primo.

(08/11/2018)

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.

(09/11/2018)

Ellissoide centrale d'inerzia e assi centrali d'inerzia. Modo di variare della matrice d'inerzia al variare del polo e della base. Il Teorema di Huyghens.

(12/11/2018)

Proprietà dell'omografia d'inerzia per un altro punto solidale. Assi principali d'inerzia. Il cono dello Staude e suo uso.

(14/11/2018)

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

(15/11/2018)

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.

(16/11/2018)

Potenziali di alcune sollecitazioni conservative. Potenziali delle sollecitazioni posizionali di tipo interno. Il caso delle coppie. Sollecitazioni equivalenti: definizione, proprietà, casi particolari.

(19/11/2018)

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.

(21/11/2018)

Vincoli per i corpi rigidi. Loro relazioni caratteristiche geometriche e dinamiche, e conseguenti equazioni di moto. Snodo, cerniera.

(22/11/2018)

Esercizi di dinamica e statica del corpo rigido vincolato con una cerniera.

(23/11/2018)

Esercizi di dinamica e statica del corpo rigido vincolato con una cerniera.

(26/11/2018)

Piano liscio bilaterale ed unilaterale. Il poligono di appoggio. Alcuni esempi

(28/11/2018)

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

(29/11/2018)

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

(30/11/2018)

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.

(03/12/2018)

Componenti lagrangiane di una sollecitazione a potenziale. Forma lagrangiana della equazione di Eulero. Potenziale di una sollecitazione apparente.

(05/12/2018)

Statica di sistemi olonomi conservativi. Estensione al Principio dei Lavori Virtuali. Esempi sull'uso del Principio dei Lavori Virtuali.

(06/12/2018)

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

(07/12/2018)

Forme quadratiche definite e semidefinite; loro uso nel teorema di Liapunov. Esempi ed esercizi.

(10/12/2018)

Significato e limiti del procedimento di linearizzazione. Equazione alle variazioni ed equazione variazionale. Linearizzazione delle equazioni di Lagrange (vincoli fissi) nell'intorno di una soluzione statica.

(12/12/2018)

Diagonalizzazione simultanea delle due forme quadratiche. Pulsazioni proprie e modi normali.

(13/12/2018)

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

(14/12/2018)

Statica e dinamica di un sistema con moto suddiviso in più fasi.

(17/12/2018)

Esercizi di ricapitolazione. Equazioni cardinali ed equazioni di Lagrange.