

MODELLI MATEMATICI PER LA MECCANICA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA AEROSPAZIALE

Argomenti svolti nell' A.A.2016-17

(03/10/2016)

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

(04/10/2016)

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.

(05/10/2016)

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.

(06/10/2016)

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.

(10/10/2016)

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.

(11/10/2016)

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 moto del grave

(12/10/2016)

Forze dipendenti dalle velocità. Il metodo della verifica e suo uso. Posizioni di equilibrio ed equazione della statica.

(13/10/2016)

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.

(17/10/2016)

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

(18/10/2016)

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.

(19/10/2016)

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

(20/10/2016)

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

(24/10/2016)

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

(25/10/2016)

Nutazione e rotazione propria. L'intera 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.

(26/10/2016)

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.

(27/10/2016)

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.

(31/10/2016)

Lezione non fatta per disposizione rettorale.

(02/11/2016)

Velocità di strisciamento. Atti di moto sferico. Rappresentazione della velocità angolare mediante gli angoli di Eulero e le loro derivate. Cenni di cinematica piana.

(03/11/2016)

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

(07/11/2011)

Sollecitazioni. Momenti di forze e loro momento totale. Le leggi della meccanica e loro conseguenze. Baricentro. Moto relativo al baricentro.

(08/11/2011)

Le equazioni cardinali della dinamica per un sistema. Momento delle quantità di moto e sua dipendenza dal polo. Le equazioni della stereodinamica. Risolubilità delle equazioni della stereodinamica sia come equazioni del secondo ordine sia del primo.

(09/11/2016)

Il tensore omografia d'inerzia e suo uso nell'espressione del momento delle quantità di moto. Proprietà dell'omografia d'inerzia. Assi principali d'inerzia. Modo di variare della matrice d'inerzia al variare del polo e della base.

(10/11/2016)

Il Teorema di Huyghens. Ellissoide centrale d'inerzia e assi centrali d'inerzia. L'equazione di Eulero. Analoghe proprietà per un altro punto solidale.

(14/11/2016)

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

(15/11/2016)

Energia cinetica di un sistema. Il Teorema di Koenig. Lavoro e potenza di una sollecitazione. Loro adattamento ed espressioni specifiche per i corpi rigidi.

(16/11/2016)

Sollecitazioni conservative. Il Teorema del lavoro e di conservazione dell'energia meccanica. Potenziali di alcune sollecitazioni conservative. Potenziali delle sollecitazioni posizionali di tipo interno.

(17/11/2016)

Sollecitazioni equivalenti: definizione, proprietà, casi particolari. La sollecitazione centrifuga: calcolo delle grandezze globali, sua equivalenza con un'altra costituita da due forze centrifughe. Bilanciamento statico e dinamico di un corpo.

(21/11/2016)

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

(22/11/2016)

Vincoli bilaterali e unilaterali per un corpo rigido. Ipotesi di moto e loro verifica. Il ponte levatoio e casi simili; calcolo della sollecitazione vincolare.

(23/11/2016)

Esercizi di statica del corpo rigido. Il poligono di appoggio. Una lamina pesante appoggiata su un piano liscio.

(24/11/2016)

Vincoli unilaterali. Il caso del disco sul piano obliquo e calcolo della velocità di strisciamento nei diversi casi di attrito.

(28/11/2016)

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

(29/11/2016)

Velocità possibili e velocità virtuali. Coordinate lagrangiane per un corpo rigido. Componenti lagrangiane di una sollecitazione. Le equazioni di Lagrange (nella prima forma).

(30/11/2016)

Risolubilità delle equazioni di Lagrange. Sollecitazioni conservative in senso lagrangiano. Sollecitazioni a potenziale. Funzione lagrangiana. Seconda e terza forma delle equazioni di Lagrange.

(01/12/2015)

Statica di sistemi olonomi conservativi. Estensione al Principio dei Lavori Virtuali. Posizioni di equilibrio stabile. Teorema di stabilità di Dirichlet. Teorema di instabilità di Liapunov.

(05/12/2016)

Esercizi sull'uso del Principio dei Lavori Virtuali.

(06/12/2016)

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

(07/12/2016)

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

(12/12/2015)

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

(13/12/2015)

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

(14/12/2015)

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

(15/12/2016)

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

(19/12/2016)

Esercizi di ricapitolazione. Equazioni cardinali ed equazioni di Lagrange.

(20/12/2016)

Esercizi di ricapitolazione. Equazioni cardinali ed equazioni di Lagrange.

Argomenti degli esercizi trattati nelle ore di recupero

dei lunedì mattina (dalle 9.15 alle 10.00) e mercoledì pomeriggio (dalle 14 alle 15.30)

(03/10/2016)

Algebra vettoriale (equazioni vettoriali)

(10/10/2016)

Algebra vettoriale (applicazioni a esercizi di corpo rigido)

(17/10/2016)

Cinematica dell'elemento e forze conservative

(24/10/2016)

Dinamica dell'elemento vincolato

(07/11/2016)

Cinematica rigida generale

(14/11/2016)

Moti rigidi piani (base e ruota)

(21/11/2016)

Calcolo delle Energie cinetica e potenziale per sistemi di corpi rigidi

(28/11/2016)

Esercizi di dinamica del corpo rigido (vincoli bilaterali)

(30/11/2016)

idem

(05/12/2016)

Esercizi di dinamica del corpo rigido (precessioni, piani unilaterali)

(07/12/2016)

Soluzione di un sistema oscillatorio mediante il suo sistema disaccoppiato. Esempio dei due pendoli con attrazione elastica.

(12/12/2015)

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

(14/12/2015)

Complementi sui moti alla Poincaré. Proiezione a schermo di varie simulazioni e discussione di tali moti.

(19/12/2015)

Esercizi di ricapitolazione. Equazioni cardinali ed equazioni di Lagrange.

Fine del corso: totale 103 ore (86 di orario + 17 di recupero) delle quali circa 75 di lezione e 25 di esercizi.