

Programma d'esame del corso di
Meccanica applicata alle macchine (canale 1)
per allievi del C.d.L. in Ingegneria aerospaziale (Nuovo Ordinamento)
Prof. N.P. Belfiore

A.A. 2005/06

Le seguenti unità sono state svolte, ognuna, nell'arco di due ore. Alcune lezioni sono ulteriormente documentate sul sito. Oltre a fornire un quadro d'insieme delle lezioni svolte, il seguente elenco costituisce, di fatto, il programma d'esame delle lezioni. Si invita vivamente lo studente a studiare non solo sugli appunti ma anche sui libri di testo. Ciò non solo al fine di un semplice approfondimento, ma anche per momento di riflessione indispensabile per la comprensione dei concetti di base.

Unità n. 1 - Lezione N. 1 - (del 18 aprile 2005)
"Introduzione alla cinematica".

Prime definizioni: elemento cinematica, coppia cinematica. Grado di libertà di una coppia cinematica. Numero di mobilità. Grado di vincolo. Esempi di coppie cinematiche di uso frequente e determinazione del corrispondente grado di libertà e grado di vincolo: coppia rotoidale, coppia prismatica, coppia elicoidale, coppia cilindrica, coppia sferica, coppia piana. Classificazione delle coppie secondo Relax. Coppie superiori ed inferiori. Coppie in chiusura di forza e in chiusura di forma.

Unità n. 2 - Lezione N. 2 - (del 20 aprile 2005)
"Che cosa è l'analisi cinematica".

Rappresentazione poligonale delle catene cinematiche. Formule topologiche per il calcolo dei g.d.l. dei meccanismi: formula del Grubler. Esempio: manovellismo e quadrilatero. Velocità ed accelerazione di un elemento nella formulazione intrinseca. Velocità ed accelerazioni di due elementi appartenenti al medesimo corpo rigido. Formula fondamentale della cinematica. Moti relativi. Velocità ed accelerazioni di un elemento rispetto a due diversi sistemi di riferimento in moto relativo. Moti piani

Unità n. 3 - Lezione N. 3 - (del 21 aprile 2005)
"Moti infinitesimi".

Centro P_0 delle velocità (centro di istantanea rotazione). Campo delle velocità. Polari del primo ordine. Definizione. Esempio: polari della biella nel manovellismo. Centro K delle accelerazioni. Campo delle accelerazioni.

Unità n. 4 - Lezione N. 4 - (del 27 aprile 2005)
"Analisi delle traiettorie".

Circonferenza dei flessi. Accelerazione di P_0 e di I: ortogonalità delle polari all'accelerazione di P_0 in P_{02} . Euler Savary (seconda espressione): esempi. Euler-Savary (prima espressione): esempi.

Unità n. 5 - Lezione N. 5 - (del 28 aprile 2005)
"Sistemi complessi".

Circonferenza di stazionarietà. Meccanismi con coppie superiori. Meccanismi equivalenti. Teorema di Aronhold Kennedy

Unità n. 6 - Lezione N. 6 - (del 2 maggio 2005)
"Sistemi articolati - statica – diagrammi polari".

Sistemi articolati. Quadrilatero articolato: regola del Grashof; Parallelogramma ed antiparallelogramma: tecnografo e pantografo (le dimostrazioni sono facoltative). Inversori: Hart e Peaucellier (le dimostrazioni sono facoltative). Statica – equazioni cardinali Corpo soggetto a 2, 3 o 4 forze soltanto. Principio di disagregazione METODO DEI DIAGRAMMI POLARI per la soluzione delle equazioni vettoriali

ATTENZIONE: l'esercitazione n. 3 si considera parte di questa lezione per cui l'allievo deve includere nel quaderno delle esercitazioni anche la soluzione degli esempi proposti nella esercitazione n.3 mediante il metodo dei diagrammi polari.

Unità n. 7 – Es. N. 1 - (del 4 maggio 2005)
"Analisi cinematica".

Esercitazione: analisi cinematica mediante il metodo dei diagrammi polari; Analisi cinematica del quadrilatero articolato; Analisi cinematica del manovellismo.

Unità n. 8 - Lezione N. 7 - (del 5 maggio 2005)
"Introduzione alla tribologia".

Rugosità: profilo nominale; massima altezza superficiale; rugosità media R_a ; parametro di

rugosità R_q . Formule di Hertz: contatti puntiformi (raggio a dell'areola, pressione massima di contatto, schiacciamento); contatti lineari (facoltativo). Introduzione all'usura. Usura adesiva. Coefficiente di attrito approssimato nell'ipotesi di usura adesiva.

Unità n. 9 - Lezione N. 8 - (del 9 maggio 2005)
"Introduzione alla tribologia"

Altri meccanismi di usura. Classificazione fenomenologia dell'usura. Attrito coulombiano. Modelli per il calcolo dell'usura: modello energetico del Reye. Modello di Archard. Tasso di usura = k / H

Unità n. 10 - Lezione N. 9 - (del 11 maggio 2005)
"Attrito nelle coppie. Attrito volvente."

Attrito nella coppia rotoidale portante (circonferenza di attrito); Equilibrio statico di una leva con attrito Attrito nella coppia rotoidale spingente (raggio medio); Attrito volvente per isteresi elastica: ruota motrice trainante.

Unità n. 11 – Lez. N. 10 - (del 12 maggio 2005)
"Introduzione alla teoria della lubrificazione"

Lubrificanti ed additivi. Viscosità. Legge del Petroff. Fluidi Newtoniani. Teoria monodimensionale del Reynolds. Portata Q del fluido nel meato a facce piane parallele: necessità di un meato a spessore variabile. Gradiente delle pressioni in un meato piano convergente. Deduzione della sezione di gradiente nullo; Deduzione del diagramma delle pressioni; Forza sostentatrice, forza tangenziale, retta d'applicazione. Coefficiente di attrito mediato.

Unità n. 12 – Lez. N. 11 - (del 16 maggio 2005)
"Introduzione alla teoria della lubrificazione"

Lubrificazione idrostatica della coppia rotoidale spingente. Meato costante a tratti (cuscinetti a gradino). Meato ad altezza variabile linearmente. Cuscinetti assiali lubrificati idrodinamicamente. Cuscinetti Michell. Cenni sulla coppia portante lubrificata idrodinamicamente.

Unità n. 13 – Lez. N. 12 - (del 18 maggio 2005)
"Il rendimento meccanico"

Lavoro ed energia. Equazione del bilancio energetico in una macchina. Regime assoluto e periodico. Esercizio ideale ed esercizio reale. Definizione del rendimento meccanico. Rendimento dei meccanismi in serie ed in parallelo. Espressioni del rendimento nei sistemi a regime assoluto. Moto

retrogrado ed arresto spontaneo. Condizioni per l'arresto spontaneo.

Unità n. 14 – Es. N. 2 - (del 19 maggio 2005)
"Esempio di analisi cinematica"

Analisi cinematica di un'asta rotolante su una circonferenza e tracciamento della curva evolvente. Analisi cinematica di una circonferenza rotolante su una retta e tracciamento della curva cicloide.

Unità n. 15 - Lezione N. 13 - (del 23 maggio 2005)
"Giunti di trasmissione" - "Profili coniugati"

Tipi di giunti di trasmissione: giunti rigidi, giunti elastici, giunti articolati. Giunto di Oldham. Moti cardanici (facoltativo). Giunto di Cardano. Espressione del rapporto di trasmissione. Doppio giunto cardanico.

Unità n. 16 – Es. N. 5 - (del 25 maggio 2005)
"Lubrificazione idrodinamica"

Formule di integrazione approssimate. Formula di Bezout. Formula di Cavalieri Simpson. Analisi di un meato con altezza variabile linearmente. Capacità portante, coefficiente di attrito mediato, altezza minima del meato,

Unità n. 17 - Lezione N. 14 - (del 26 maggio 2005)
"Profili coniugati" - "Ruote dentate"

PROFILI CONIUGATI: metodo dell'involuppo, metodo dell'epiciclo con curva ausiliaria e per traiettoria di punto. RUOTE DI FRIZIONE: interasse, rapporto di trasmissione, diametro delle primitive. PROFILI AD EVOLVENTE: angolo caratteristico, passo, modulo e proporzionamento modulare, spessore del dente e vano, arco accesso recesso e azione fattore di ricoprimento, interferenza.

Unità n. 18 – Es. N. 6 - (del 30 maggio 2005)
"Calcolo pratico del rendimento meccanico"

Calcolo del rendimento di semplici meccanismi.

Unità n. 19 – Es. N. 7 - (del 1 giugno 2005)
"Geometria delle ruote dentate"

Studio di una coppia di ruote dentate con proporzionamento modulare.

Unità n. 20 - Lezione N. 15 - (del 6 giugno 2005)
"Introduzione alla dinamica dei meccanismi"

Classificazione delle forze: Interne – esterne; motrici – resistenti; attive – vincolari; Dinamica dell'elemento; Dinamica del corpo rigido: equazioni cardinali generali; Sollecitazioni di inerzia e riformulazione delle equazioni cardinali; Applicazione del Principio dei lavori virtuali esteso alla dinamica. Problemi di dinamica dei sistemi di corpi rigidi: problema dinamico diretto e inverso. Esempio: quadrilatero articolato (inverso), pendolo composto (diretto);

Unità n. 21 – Es. N. 4 - (del 8 giugno 2005)
“Analisi cinematica mediante il teor dei moti relativi”

Analisi cinematica mediante il teorema dei moti relativi.

Unità n. 22 - Lezione N. 16 - (del 9 giugno 2005)
“Oscillatore armonico libero smorzato e non”

Vibrazioni libere non smorzate. Equazione di equilibrio dinamico. Calcolo della pulsazione propria. Espressione della risposta (con costanti reali A e $-B$) (con costanti reali X e φ). Risposta con assegnate condizioni iniziali. Frequenza, periodo e pulsazione. Vibrazioni libere smorzate. Equazione caratteristica. Coefficiente di attrito viscoso – parametro di attrito viscoso. Caso coefficiente ipercritico. Caso coefficiente critico. Caso coefficiente sottocritico

Unità n. 23 - Lezione N. 17 - (del 13 giugno 2005)
“Oscillatore armonico forzato”

Sistema smorzato e forzato. Pulsazione propria con smorzamento. RISONANZA. Diagramma del coefficiente di amplificazione dinamico e della fase.

Unità n. 24 – Es. N. 8 - (del 15 giugno 2005)
“Analisi dinamica di sistemi multibody”

Soluzione del problema dinamico inverso per l'analisi dinamica del quadrilatero articolato col metodo del free body e mediante applicazione del PLV. Soluzione del problema dinamico diretto per l'analisi dinamica di un pendolo composto mediante il metodo numerico delle differenze finite.

Unità n. 25 - Lezione N. 18 - (del 16 giugno 2005)
“Pulsazioni torsionali e flessionali”

Torsione elastica negli alberi di trasmissione. Albero con un volano ed un estremo incastrato. Pendolo torsionale. Flessione elastica negli alberi di trasmissione. Albero con un estremo incastrato e con massa solidale con l'altro estremo. Velocità critiche flessionali di un albero flessibile con volano calettato. Autocentrimento. Metodo di analisi delle oscillazioni del Rayleigh. Esempi di applicazione.