

Programma del corso Meccanica razionale (ED)

Prof. Franco Bampi

I numeri tra parentesi si riferiscono alle pagine del libro

F. Bampi, C. Zordan, Meccanica Razionale con elementi di Probabilità e Variabili Aleatorie, Ecig, Genova, 2003

Calcolo vettoriale

Algebra vettoriale

Spazi vettoriali (7). Indipendenza lineare, dimensione, basi (7). Prodotto scalare (7). Struttura di spazio vettoriale dello spazio ambiente (7). Versori (8). Basi ortonormali (8). Rappresentazione cartesiana ortogonale di un vettore (8). Notazione di Grassmann (9). Prodotto scalare (10). Prodotto vettore (11). Operazioni composte (12). Operatori vettoriali (16). Rappresentazione su base degli operatori vettoriali lineari (17). Esempio (18).

Analisi vettoriale

Vettore funzione di parametro (19). Limite di funzioni vettoriali (20). Derivata di funzioni vettoriali (20). Integrale di funzioni vettoriali (21).

Elementi di teoria delle curve

Curve e loro rappresentazione parametrica (22). Curve semplici e regolari (22). Ascissa curvilinea (23). Teorema sull'ascissa curvilinea (24). Terna intrinseca (26). Curvatura di flessione (27). Formula di Frenet (27). Calcolo della curvatura (27).

Meccanica del punto

Cinematica del punto

Tempo, spazio (29). Osservatore ideale (29). Movimento e sua descrizione (29). Legge oraria (30). Moti particolari (31). Velocità e sue proprietà (31). Velocità: rappresentazione intrinseca (31). Moti uniformi (32). Moti a velocità costante (32). Accelerazione e sue proprietà (32). Accelerazione: rappresentazione intrinseca (32). Moti accelerati e ritardati (33). Moti ad accelerazione costante (34).

Cinematica relativa

Assioma di tempo assoluto (34). Assioma di spazio assoluto (34). Moto di trascinamento (35). Esempio: relatività della descrizione del moto (35). Derivata temporale assoluta e relativa (36). Formule di Poisson (37). Significato meccanico del vettore ω (38). Legame tra derivata assoluta e relativa (41). Legge di composizione delle velocità angolari (42). Teorema di Galilei (43). Commento ed esempi (44). Teorema di Coriolis (45). Trasformazioni di Galilei (46).

Dinamica e statica

Punto materiale (46). Punto materiale isolato (47). Legge d'inerzia: I legge della dinamica (47). Forze (47). Esempi di forze (47). Legge di Newton: II legge della dinamica (48). Uso della II legge della dinamica (49). Principio di azione e reazione: III legge della dinamica (49). Principio di relatività galileiana (50). Dinamica relativa (50). Struttura matematica delle equazioni di Newton (51). Equilibrio di un punto materiale (53). Statica in un riferimento inerziale (54). Implicazioni dinamiche (55). Integrali primi (55). Individuazione degli integrali primi (56). Teorema dell'energia (57). Osservazioni sul calcolo del lavoro (58). Campi conservativi (58). Teorema sui campi conservativi (59). Campi conservativi e integrali di linea (59). Esempi (61). Integrale dell'energia (61). Teorema dell'energia nel caso generale (61). Forze giroscopiche, dissipative, motrici (62). Vincoli (63). Caratterizzazione della reazione vincolare (63). Teorema dell'energia nel caso vincolato (66).

Meccanica dei sistemi

Sistemi di vettori applicati

Vettori applicati (69). Asse centrale (70). Nota circa il polo Ω (72). Coppia (72). Equivalenza e riducibilità di sistemi di vettori applicati (72). Sistemi di vettori complanari: poligono funicolare (73). Sistemi di vettori paralleli: centro dei vettori paralleli (74).

Equazioni cardinali

Sistemi di punti materiali (75). Forze interne come sistema equilibrato (76). Equazioni cardinali della statica (77). Equazioni cardinali della dinamica (77). Teorema sulle equazioni cardinali (79). Baricentro (79). Conseguenze della definizione di baricentro (80). Baricentro come punto di applicazione della forza peso (81). Prima equazione cardinale: leggi di conservazione (81). Seconda equazione cardinale: leggi di conservazione (82). Teorema dell'energia (83). Caso conservativo (84).

Baricentri

Proprietà del baricentro (85). Baricentro di un sistema continuo (87).

Corpi rigidi

Cinematica dei moti rigidi

Vincolo di rigidità (89). Spazio rigido associato a un corpo rigido (89).
Caratterizzazione cinematica dei corpi rigidi (89). Centro di istantanea rotazione.

L'operatore d'inerzia

Motivazione (92). Definizione (92). Proprietà (93). Rappresentazione matriciale (93).
Calcolo delle componenti dell'operatore d'inerzia (93). Diagonalizzazione della matrice
d'inerzia (94). Proprietà notevoli (95). Assi principali e simmetrie (95). Momenti
d'inerzia (96). Formula di trasposizione per l'operatore d'inerzia (98). Formula di
trasposizione per la matrice d'inerzia (99). Teorema di Huygens-Steiner (100).
Additività dei momenti d'inerzia (101). Ellissoide d'inerzia (102).

Meccanica dei corpi rigidi

Sufficienza delle equazioni cardinali (102). Energia cinetica (102). Momento angolare
(103). Seconda equazione cardinale (104). Potenza di un sistema di forze (105).
Teorema dell'energia (105). Equilibrio (106).

Moti rigidi notevoli

Corpo rigido con asse fisso (106). (Cenno ai) Cimenti dinamici (109). Orientazione di
un corpo rigido nello spazio (110). Angoli di Eulero (110). Velocità angolare e angoli di
Eulero (111). Corpo rigido con punto fisso (114). Equazioni di Eulero (114). Rotazioni
permanenti (116). Moti di precessione (116). Moti alla Poincaré (117). Moti alla Poincaré
per corpi con struttura sferica (117). Moti alla Poincaré per corpi con struttura
giroscopica (117). Rotazioni permanenti nei moti alla Poincaré (118). Sui momenti di
deviazione (119). Corpo rigido libero (119). Corpo rigido libero soggetto a forze
baricentrali (120).

Statica

Corpi rigidi

Equilibrio di un corpo rigido (123). Caso piano (123). Regola delle tre forze (125).
Corpo rigido vincolato (126). Vincoli nel caso piano (127). Equilibrio di un corpo rigido
vincolato (127). Equilibrio di un corpo rigido con un punto fisso O (128). Equilibrio di
un corpo rigido con un asse fisso n (129). Metodi grafici (129). Poligono funicolare
(130). Determinazione grafica delle reazioni vincolari (132). Problema 1 (132).
Problema 2 (133). Corpo rigido pesante appoggiato a un piano orizzontale liscio (135).
Trepiede (136). Quattro appoggi (138).

Sistemi articolati

Definizione (140). Equilibrio di un'asta (141). Equilibrio di un sistema articolato (141). Esempio e notazioni (142). Travature a nodi canonici (144). Esempio: metodo analitico dei nodi (144).

Fili

Definizione (147). Equilibrio dei sistemi continui (148). Caratterizzazione delle forze agenti su un filo (148). Condizioni agli estremi del filo (149). Forze concentrate: condizioni di discontinuità (150). Equazioni indefinite di equilibrio dei fili (inestensibili) (150). Assenza di forze distribuite: filo scarico (151). Trattazione cartesiana (152). Trattazione intrinseca (153). Forze distribuite conservative (153). Forze distribuite parallele (153). Equilibrio di un filo omogeneo pesante: la catenaria (155). Problema del ponte sospeso (158). Filo teso su una superficie (161).

Meccanica analitica

Equazioni di Lagrange

Critica al formalismo Newtoniano (163). Generalità sui vincoli (163). Vincoli olonomi e anolonomi (164). Sistemi olonomi e anolonomi (164). Coordinate libere (167). Spostamenti possibili (173). Spostamenti virtuali (173). Vincoli ideali (175). Esempi di vincoli ideali (senza dimostrazioni) (175). Equazione simbolica della dinamica (177). Equazioni di Lagrange (178). Calcolo di " τ_k " (solo il risultato) (179). Forma esplicita delle equazioni di Lagrange (180). La lagrangiana (180). Struttura matematica delle equazioni di Lagrange (185). Esempi e applicazioni.

Appendice 1: Equazioni differenziali lineari (281-286)