

Programma

- L00.** Prerequisiti di algebra lineare (spazi vettoriali), richiami di geometria (spazi puntuali euclidei) e curve [1, Appendici A e B] e [6].
- L01.** Leggi della meccanica [1, Capitolo 1] e [4, 11].
- L02.** Sollecitazioni e campo momento [1, Capitoli 1 e 17].
- L03.** Trasformazioni di coordinate [1, Capitolo 2].
- L04.** Cinematica degli osservatori [1, Capitolo 3] e [4].
- L05.** Moti relativi [1, Capitolo 4] e [4].
- L06.** Dinamica e statica dell'elemento libero [1, Capitolo 5].
- L07.** Sistemi conservativi unidimensionali: ritratto di fase e diagramma di stabilità [1, Capitolo 6] e [8].
- L08.** Sistemi vincolati [1, Capitolo 7].
- L09.** Dinamica dell'elemento vincolato [1, Capitolo 8] e [4].
- L10.** Proprietà generali dei sistemi di particelle [1, Capitolo 9] e [4].
- L11.** Dinamica dei sistemi olonomi: equazioni di Lagrange [1, Capitolo 10] e [4].
- L12.** Statica dei sistemi olonomi: equilibrio e stabilità [1, Capitolo 12] e [4].
- L13.** Cinematica del corpo rigido: il moto e l'atto di moto [1, Capitolo 14] e [4].
- L14.** Corpo rigido: geometria delle masse [1, Capitolo 15] e [4].
- L15.** Dinamica e statica del corpo rigido: formalismo lagrangiano [1, Capitolo 16] e [4].
- L16.** Sistemi oscillanti [1, Capitolo 13] e [4].
- L17.** Dinamica del corpo rigido e statica: equazioni cardinali [1, Capitolo 17] e [4].
- L18.** Corpo rigido con un asse fisso: cerniera ideale e bilanciamento dinamico [1, Capitolo 17] e [4].
- L19.** Corpo rigido con un punto fisso: moti alla Poinsot [1, Capitolo 17] e [4].

- L20.** Corpo rigido con un punto fisso: trottola [1, Capitolo 17] e [4].
- L21.** Corpo rigido appoggiato a una superficie liscia [1, Capitolo 17] e [4].
- L22.** Sfera appoggiata a una superficie scabra [1, Capitolo 17] e [11].
- L23.** Sistemi dinamici e teoria della stabilità di Liapunov [1, Capitolo 12].

Testi consigliati

- [1] Emilio N.M. Cirillo, “Appunti delle Lezioni di Meccanica Razionale per l’Ingegneria.” Edizioni CompoMat, 2018, Configni (Ri).

Esercitazioni ed esempi di prove d’esame

Sul sito google classroom sono reperibili alcune esercitazioni, suddivise per argomenti, e alcune prove d’esame degli anni passati scelte dal docente. Non è sempre distribuita la soluzione.

Gli studenti sono invitati a svolgere questi esercizi durante o al termine del corso e a discutere con il docente le eventuali difficoltà incontrate.

Diario previsto delle lezioni con riferimenti bibliografici a [1]

Lezioni 1 – 3, ore effettive 1 – 3 (27 settembre 2022)

L00. Paragrafi A.3 spazi vettoriali, A.4 spazi vettoriali euclidei, A.5 spazi vettoriali euclidei tridimensionali, B.1 spazi puntuali, B.2 isometrie.

Lezioni 4 – 5, ore effettive 4 – 5 (29 settembre 2022)

L00. Paragrafi B.2 isometrie, B.3 curve regolari.

Lezioni 6 – 8, ore effettive 6 – 8 (3 ottobre 2022)

L00. Paragrafo B.3 curve regolari (elica cilindrica), B.4 atlante e carte.

L01. Paragrafi 1.1 cinematica, 1.2 dinamica (fino a sistema libero e isolato).

Lezioni 9 – 11, ore effettive 9 – 11 (5 ottobre 2022)

L01. Paragrafi 1.2 dinamica, 1.3 statica, C.1 descrizione cinematica del moto di una particella, C.2 classificazione cinematica dei moti.

L02. Paragrafi 1.4 proprietà generali delle sollecitazioni e campo momento 17.2 sollecitazioni equivalenti (esempio del peso).

Lezioni 12 – 13, ore effettive 12 – 13 (7 ottobre 2022)

L03. Paragrafi 2.1 trasformazioni di coordinate cartesiane, 2.2 trasformazioni particolari (traslazione e rotazione), 2.2.2 angoli di Eulero.

Lezioni 14 – 16, ore effettive 14 – 16 (10 ottobre 2022)

L03. Paragrafo 2.2.1 angoli di Cardano.

L04. Paragrafi 3.1 moto di trascinamento, 3.2 velocità angolare, proprietà della velocità angolare e esempio 3.1.

Lezioni 17 – 19, ore effettive 17 – 19 (12 ottobre 2022)

L04. Paragrafi 3.2 proprietà della velocità angolare e esempio 3.2. 3.3 classificazione dei moti di trascinamento, 3.4 moto relativo e assoluto di un osservatore (composizione delle velocità angolari) ed esempi 3.10 e 3.11.

Lezioni 20 – 21, ore effettive 20 – 21 (14 ottobre 2022)

L05. Paragrafo 4.1 moto di un punto solidale a un osservatore mobile, 4.2 moto assoluto e relativo di un elemento.

Lezioni 22 – 24, ore effettive 22 – 24 (17 ottobre 2022)

L05. Paragrafo 4.2 moto assoluto e relativo di un elemento.

L06. Paragrafi 5.1, 5.2 elemento libero e isolato, 5.3 elemento libero e non isolato.

L07. Paragrafo 6.1 sistemi meccanici conservativi unidimensionali.

Lezioni 25 – 27, ore effettive 25 – 27 (19 ottobre 2022)

L07. Paragrafi 6.2 analisi qualitativa, 6.3 periodo dei moti oscillatori (solo problema del pendolo).

Lezioni 28 – 29, ore effettive 28 – 29 (21 ottobre 2022)

L07. Problema 1 diagramma di biforcazione, paragrafo 6.3 periodo dei moti oscillatori.

Lezioni 30 – 32, ore effettive 30 – 32 (24 ottobre 2022)

L08. Paragrafi 7.1 cinematica dei vincoli, 7.2 dinamica dei sistemi vincolati. 7.3 statica dei sistemi vincolati. 7.4 classificazione dei vincoli, 7.5 modelli di vincolo.

Lezioni 33 – 35, ore effettive 33 – 35 (26 ottobre 2022)

L08. Paragrafi 7.5 classificazione dei vincoli (appoggio).

L09. Paragrafi 8.2 elemento vincolato a una guida rettilinea, 8.3 elemento vincolato a una guida curvilinea, 8.4 elemento vincolato a una superficie, 8.4 elemento vincolato a una superficie (problema del distacco).

Lezioni 36 – 37, ore effettive 36 – 37 (28 ottobre 2022)

L10. Paragrafi 9.1 centro di massa, 9.2 riferimento del centro di massa, 9.3 equazioni globali della dinamica dei sistemi.

Lezioni 38 – 40, ore effettive 38 – 40 (2 novembre 2022)

L11. Paragrafi 10.1 e 10.2 osservabili cinematiche e coordinate lagrangiane (teorema sulla matrice di massa senza dimostrazione), 10.3 prima forma delle equazioni di Lagrange, 10.4 seconda forma delle equazioni di Lagrange.

Lezioni 41 – 42, ore effettive 41 – 42 (4 novembre 2022)

L11. Paragrafi 10.5 sollecitazioni a lavoro virtuale nullo, 10.6 sistemi olonomi conservativi.

Lezioni 43 – 45, ore effettive 43 – 45 (7 novembre 2022)

L11. 10.7 integrali primi del moto. 10.8 leggi di conservazione per sistemi olonomi conservativi.

L12. Paragrafo 12.1 statica dei sistemi olonomi, Esempio 12.1.

Lezioni 46 – 48, ore effettive 46 – 48 (9 novembre 2022)

L12. Paragrafo 12.2 stabilità dell'equilibrio (teoremi di Dirichlet e Liapunov senza dimostrazione). Esempi 12.2 e 12.3.

L13. Paragrafi 14.1 corpo rigido, 14.2 moti rigidi particolari,

Lezioni 49 – 50, ore effettive 49 – 50 (11 novembre 2022)

L13. Paragrafi 14.3 atto di moto rigido, 14.4 classificazione degli atti di moto rigido, 14.5 moto rigido di contatto.

Lezioni 51 – 53, ore effettive 51 – 53 (14 novembre 2022)

L13. Paragrafi 14.5 moto rigido di contatto, 14.6 moto rigido piano, 14.7 moto rigido sferico: precessione.

Lezioni 54 – 56, ore effettive 54 – 56 (16 novembre 2022)

L13. Paragrafo 14.7 moto rigido sferico: precessione.

L14. Paragrafi 15.1 centro di massa di un corpo rigido, 15.2 momento d'inerzia.

Lezioni 57 – 58, ore effettive 57 – 58 (18 novembre 2022)

L14. Paragrafi 15.3 matrice d'inerzia, 15.4 grandezze cinematiche e matrice d'inerzia.

Lezioni 59 – 61, ore effettive 59 – 61 (21 novembre 2022)

L14. Paragrafi 15.4 grandezze cinematiche e matrice d'inerzia, 15.5 tensore d'inerzia.

Lezioni 62 – 64, ore effettive 62 – 64 (23 novembre 2022)

L14. Paragrafo 15.6 ellissoide d'inerzia.

L15. Paragrafi 16.1 sistemi rigidi vincolati, 16.2 corpo rigido con almeno un punto fisso.

Lezioni 65 – 66, ore effettive 65 – 66 (25 novembre 2022)

L15. Paragrafo 16.2 corpo rigido con almeno un punto fisso.

Lezioni 67 – 69, ore effettive 67 – 69 (28 novembre 2022)

L15. Paragrafi 16.2 corpo rigido con almeno un punto fisso, 16.3 moti senza strisciamento, 16.4 sistemi di corpi rigidi a contatto.

Lezioni 70 – 72, ore effettive 70 – 72 (30 novembre 2022)

L15. 16.4 sistemi di corpi rigidi a contatto: bipendolo.

L16. Paragrafo 13.1 coppia di oscillatori interagenti (oscillatori lineari).

Lezioni 73 – 75, ore effettive 73 – 75 (2 dicembre 2022)

L16. Paragrafi 13.1 coppia di oscillatori interagenti (battimenti, oscillatori non lineari), 13.3 piccole oscillazioni.

Lezioni 76 – 78, ore effettive 76 – 78 (5 dicembre 2022)

L16. Paragrafo 13.3 piccole oscillazioni (esempio bipendolo).

L17. Paragrafi 17.1 equazioni cardinali per il corpo rigido libero, 17.3 corpo rigido vincolato.

L18. Paragrafi 17.4 corpo rigido con asse fisso, 17.4.1 cerniera ideale, 17.4.2 cerniera ideale: corpo rigido pesante.

L19. Paragrafi 17.5 corpo rigido con punto fisso, 17.5.1 moto alla Poincaré: definizione, esempi.

Lezioni 79 – 81, ore effettive 79 – 81 (7 dicembre 2022)

L19. Paragrafi 17.5.1 moto alla Poincaré: equazioni di Eulero, leggi di conservazione, equazioni pure, moti particolari, rotazioni permanenti, 17.5.2 stabilità delle rotazioni permanenti.

Lezioni 82 – 84, ore effettive 82 – 84 (12 dicembre 2022)

L19. Paragrafo 17.5.2 stabilità delle rotazioni permanenti.

L20. Paragrafi 17.5.3 trottola di Lagrange. 17.5.4 trottola: integrali primi, 17.5.5 trottola: equazioni pure, 17.5.6 trottola: analisi del moto. 17.5.7 trottola lanciata velocemente.

Lezioni 85 – 87, ore effettive 85 – 87 (14 dicembre 2022)

L20. Paragrafo 17.5.7 trottola lanciata velocemente.

L21. Paragrafo 17.6 corpo rigido appoggiato su piano liscio.

Lezioni 88 – 90, ore effettive 88 – 90 (19 dicembre 2022)

L21. Paragrafo 17.6 corpo rigido appoggiato su piano liscio.

L22. Paragrafo 17.7 sfera appoggiata su un piano scabro.

L23. Paragrafo 12.3 Teoria di Liapunov per la stabilità dei punti fissi di un sistema dinamico differenziabile, teorema di Liapunov (senza dimostrazione), esempio 17.5 sulla stabilità delle rotazioni di un moto alla Poincaré.

Testi suggeriti per eventuali approfondimenti

- [2] D. Andreucci, “Meccanica Razionale – Modelli Matematici per l’Ingegneria.” Edizioni La Dotta, 2019, Bologna.
- [3] V.I. Arnold, “Metodi Matematici della Meccanica Classica.” Editori Riuniti, 1986.
- [4] P. Benvenuti, P.G. Bordoni, G. Maschio, “Lezioni di Meccanica Razionale.” Edizioni CompoMat, 2010, Configni (Ri).
- [5] P. Benvenuti, G. Maschio, “Esercizi di Meccanica Razionale.” Edizioni CompoMat, 2011, Configni (Ri).
- [6] W.E. Deskins, “Abstract Algebra.” The MacMillian Company, 1964, New York.
- [7] B.A. Dubrovin, S.P. Novikov, A.T. Fomenko, “Geometria delle superfici, dei gruppi di trasformazioni e dei campi.” Volume primo. Editori Riuniti, Edizioni Mir, Mosca, 1986.
- [8] G. Gallavotti, “Meccanica elementare.” Boringhieri, Torino, 1986.

- [9] H. Goldstein, C. Poole, J. Safko, “Meccanica Classica.” Zanichelli, 2005, Bologna.
- [10] L. Landau, E. Lifchitz, “Meccanica,” tomo 1 della collezione “Fisica Teorica.” Mir, 1964, Mosca.
- [11] T. Levi–Civita, U. Amaldi, “Lezioni di Meccanica Razionale.” Edizioni CompoMat, 2012, Configni (Ri).
- [12] E. Olivieri, “Appunti di Meccanica Razionale.” UniTor, 1991, Roma.
- [13] J.R. Taylor, “Meccanica Classica.” Zanichelli, 2006, Bologna.

Esame

L’esame consiste in una prova scritta e un colloquio orale. La prova scritta consta di uno o più problemi relativi all’intero programma con particolare attenzione ai sistemi olonomi e ai sistemi rigidi. Il colloquio orale si svolge immediatamente dopo la correzione della prova scritta sulla base del calendario predisposto dal docente.

Durante la prova scritta non è possibile usare né appunti (scritti a mano, fotocopiati, stampati, etc.) di nessuna natura né dispositivi elettronici. Gli studenti possono consultare esclusivamente e brevemente le copie del libro di testo (o di eventuali altri testi usati per la preparazione dell’esame) poste preventivamente sulla cattedra.

La prova scritta potrà essere a risposta multipla o a risposta aperta. Nel primo caso la modalità sarà la seguente: per ciascuna domanda sono proposte più risposte indicate con le lettere A, B, Una sola delle risposte proposte è corretta. Allo studente viene richiesto di rispondere a un determinato numero di domande da scegliere tra quelle proposte. Lo studente deve riportare sulla prima pagina del compito le sue generalità, il suo numero di matricola e di seguito la sequenza delle risposte nel formato seguente:

1. A
- 2.
3. B
- ⋮

Qualora lo studente dovesse rispondere a un numero di domande superiore al numero richiesto, in fase di correzione verranno prese in considerazione le domande con numero d’ordine più basso fino al raggiungimento del numero richiesto.

A ciascuna risposta esatta viene attribuito un punteggio positivo pari a 30 diviso per il numero totale di risposte richieste. A ciascuna risposta sbagliata viene attribuito un punteggio negativo al peggio uguale al valore previsto per la risposta esatta diviso per il numero di opzioni di risposta proposte. Nessun punteggio viene attribuito a domande per le quali non sia stata indicata alcuna risposta.

Sul sito classroom è disponibile un prototipo di prova.