

Laboratorio di Meccanica Razionale
Laurea in Ingegneria Civile e Industriale – Latina – II anno
Docente: Alessandro Ciallella

Nel corso vengono svolti alcuni argomenti di complemento e di approfondimento al corso di Meccanica Razionale tenuto per la stessa Laurea. I risultati si intendono con dimostrazione dove non specificato diversamente.

Programma

- A. Elemento libero: isolato e non isolato. Effetto della forza di Coriolis nella caduta del grave. Fenomeno delle maree.
- B. Elemento vincolato. Legge di Coulomb–Morin. Elemento vincolato a una guida curvilinea. Elemento vincolato a una superficie: vincolo di appartenenza e vincolo di appoggio.
- C. Moti centrali: definizione e proprietà. Formula di Binet. Moto centrale kepleriano. Leggi di Keplero. Analisi qualitativa dei moti centrali. Problema dei due corpi.
- D. Oscillatori interagenti: coppia di oscillatori interagenti lineari.
- E. Complementi di cinematica dei moti rigidi sferici: coni di Poincot, moto rigido di precessione, asse di precessione, asse di figura, velocità angolare di precessione, precessione diretta e retrograda, precessione regolare. Ellissoide d'inerzia.
- F. Proprietà generali delle sollecitazioni. Sollecitazioni equivalenti, sollecitazione peso e centrifuga. Equazioni cardinali della dinamica e della statica per il corpo rigido libero e vincolato, loro sufficienza per la descrizione dei moti del sistema libero. Equazioni di Eulero.
- G. Moto di un corpo rigido con un asse fisso, cerniera ideale, bilanciamento statico e dinamico.
- H. Corpo rigido con un punto fisso: moti alla Poincot, conservazione del momento totale della quantità di moto, conservazione dell'energia cinetica, teorema di Poincot, rotazioni permanenti, solidi a simmetria sferica e giroscopica, stabilità delle rotazioni permanenti.
- I. Corpo rigido con un punto fisso: trottola, equazioni del moto, integrali primi, discussione qualitativa (nutazione e velocità di precessione), trottola lanciata velocemente.

Modalità di svolgimento dell'esame

L'esame consiste in un colloquio orale su un argomento scelto dal docente tra quelli elencati di seguito. Lo studente potrà scegliere uno dei temi pertinenti l'argomento scelto dal docente.

I riferimenti bibliografici sono relativi al testo di riferimento per la teoria:

E.N.M. Cirillo, *Appunti delle Lezioni di Meccanica Razionale per Ingegneria*, Edizioni CompoMat, III ediz. (2018).

Argomento 1: Elemento libero.

- Tema 1.1: Particella carica in un campo elettromagnetico (paragrafo 5.3.2).
- Tema 1.2: Effetto della forza di Coriolis nella caduta del grave (paragrafo 5.3.5).
- Tema 1.3: Il fenomeno delle maree (paragrafo 5.3.6).
- Tema 1.4: Analisi qualitativa dei moti centrali (paragrafo 11.4). Esempio: Moto centrale kepleriano (vd. in Esempio 11.3).
- Tema 1.5: Problema dei due corpi (paragrafo 11.5). Esempio: potenziale di Lennard–Jones (Esempio 11.7).

Argomento 2: Elemento vincolato.

- Tema 2.1: Elemento vincolato a una guida rettilinea (paragrafo 8.2). Guida rettilinea scabra orizzontale e inclinata (Esempi 8.2–8.4).
- Tema 2.2: Elemento vincolato a una guida curvilinea (paragrafo 8.3). Pendolo semplice e pendolo cicloidale (Esempi 8.6–8.7).
- Tema 2.3: Elemento vincolato su una superficie (paragrafi 8.4.1–8.4.2). Esempi 8.12 e 8.14 di statica di elementi appoggiati.

Argomento 3: Dinamica e statica rigida:

- Tema 3.1: Sufficienza delle equazioni cardinali per lo studio della dinamica del corpo rigido libero (paragrafo 17.1).
- Tema 3.2: Moti alla Poincaré: equazioni di Eulero, leggi di conservazione dei moti alla Poincaré e teorema di Poincaré (paragrafo 17.5.1).
- Tema 3.3: Rotazioni permanenti nei moti alla Poincaré, moti alla Poincaré di corpi con simmetrie cilindrica e sferica. Cenno alla stabilità delle rotazioni permanenti (senza dimostrazione) (paragrafi 17.5.1 e 17.5.2).

Argomento 4: Trottola:

- Tema 4.1: integrali primi e equazioni pure della trottola (paragrafi 17.5.4 e 17.5.5).
- Tema 4.2: analisi qualitativa del moto della trottola (paragrafo 17.5.6).

Diario delle lezioni svolte

Martedì 13 novembre 2018 (4 ore)

- Elemento libero e isolato. Esempio: stesso moto di elemento libero e isolato rispetto ad osservatori diversi, inerziali e non inerziali.
- Elemento libero e non isolato. Esempi: elemento sottoposto all'azione della forza di Coulomb e della forza di Lorentz.
- Effetto della forza di Coriolis nella caduta del grave.
- Fenomeno delle maree.

Martedì 20 novembre 2018 (4 ore)

- Elemento vincolato. Legge di Coulomb–Morin.
- Elemento vincolato a una guida rettilinea: guida orizzontale e inclinata.
- Elemento vincolato a una guida curvilinea: pendolo semplice e pendolo cicloidale.
- Elemento vincolato a una superficie: vincolo di appartenenza e vincolo di appoggio. Esempi: elemento appoggiato su un piano mobile, statica di un elemento pesante su una sfera scabra.
- Moti centrali: definizione e verifica delle prime proprietà.

Martedì 27 novembre 2018 (4 ore)

- Formula di Binet.

- Moto centrale kepleriano. Leggi di Keplero.
- Analisi qualitativa dei moti centrali. Esempio: caso kepleriano.
- Problema dei due corpi. Esempio: potenziale di Lennard–Jones per la molecola biatomica.

Martedì 4 dicembre 2018 (4 ore)

- Oscillatori interagenti: coppia di oscillatori interagenti.
- Moto rigido sferico: moti di precessione.
- Ellissoide d'inerzia.

Giovedì 6 dicembre 2018 (4 ore)

- Equazioni cardinali per il corpo rigido libero. Equazioni di Eulero.
- Sollecitazioni equivalenti, definizione e proprietà. Esempi: sollecitazione in forma $\vec{f}^i = m_i \vec{u}$, con \vec{u} costante (cfr. sollecitazione peso); sollecitazione centrifuga.

Martedì 11 dicembre 2018 (4 ore)

- Esempio di sbarretta sottoposta a sollecitazione centrifuga e sollecitazione equivalente.
- Corpo rigido vincolato: equazioni cardinali della dinamica del corpo rigido vincolato ed equazioni cardinali della statica del corpo rigido vincolato.
- Corpo rigido con asse fisso, caso di vincolo di cerniera ideale, bilanciamento statico e dinamico.
- Corpo rigido con un punto fisso: equazioni di Eulero.
- Moti alla Poincaré: conservazione dell'energia cinetica totale e del momento totale delle quantità di moto.

Giovedì 13 dicembre 2018 (2 ore)

- Moti alla Poincaré: teorema di Poincaré, rotazioni permanenti, solidi a simmetria sferica e giroscopica, stabilità delle rotazioni permanenti (senza dimostrazione).

Martedì 18 dicembre 2018 (4 ore)

- Trottola: discussione euristica, integrali primi, equazioni pure del moto, discussione qualitativa (nutazione e velocità di precessione), trottola lanciata velocemente.