



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

---

## Registro dell'insegnamento

**Anno accademico** 2015/2016

**Prof.** ETTORE MINGUZZI

**Settore inquadramento** MAT/07 - FISICA MATEMATICA

**Scuola** Ingegneria

**Dipartimento** Matematica e Informatica 'Ulisse Dini'

**Insegnamento** MECCANICA RAZIONALE

**Moduli** MECCANICA RAZIONALE

**Settore insegnamento** MAT/07 - FISICA MATEMATICA

**Corsi di studio** INGEGNERIA MECCANICA

N.B.- Ai sensi dell' art.2 della Legge 1-5-1941. n. 615, i direttori degli istituti e dei laboratori nei quali si eseguono esperimenti sugli animali dovranno allegare al presente registro delle lezioni anche il registro contenente i dati relativi agli esperimenti di cui sopra.

**n.:** 1     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 22/09/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Introduzione alla meccanica razionale. Analisi dimensionale, teorema di Buckingham, matrice delle dimensioni, esempi.

---

**n.:** 2     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 23/09/2015        **Totale ore:** 3

**Argomento:** Spazio vettoriale, cambiamenti di base, regola dell'inversa trasposta, convenzione della sommatoria di Einstein, delta di Kronecker, prodotti matriciali usando indici. Prodotto scalare, disuguaglianza di Cauchy-Schwarz, definizione di angolo tra due vettori.

---

**n.:** 3     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 25/09/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Prodotto vettoriale, simbolo antisimmetrico di Levi-Civita, indipendenza da base, matrici ortogonali. Richiami su esistenza base ortonormale (Gram-Schmidt), prodotto misto e determinante.

---

**n.:** 4     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 29/09/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Prodotto misto e volume orientato. Modulo del prodotto vettoriale. Teorema di Poisson e velocità angolare.

---

**n.:** 5     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 30/09/2015        **Totale ore:** 3

**Argomento:** Una piu' semplice dimostrazione dell'esistenza nel teorema di Poisson. La velocità angolare non dipende dal punto del corpo rigido. Caso piano. La formula fondamentale del corpo rigido. Concetto di campo vettoriale. Le leggi del cambio di polo per il campo dei momenti meccanici e campo del momento angolare. Teoria delle viti, casi notevoli. Risultante di una vite e sua unicità; invariante scalare e vettoriale. Asse della vite. Dimostrazione che e' una retta.

---

*n.:* 6     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 02/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Il passo della vite, casi degeneri. Le viti formano uno spazio vettoriale: composizione dei moti rigidi. Addizione delle velocità angolari. Cambio della derivata temporale tra sistemi di riferimento. Seconda dimostrazione che le velocità angolari si sommano.

---

*n.:* 7     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 06/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Prodotto scalare tra viti. Esempi: energia cinetica di un corpo rigido e potenza agente su un corpo rigido. Vantaggi dell'indipendenza dal polo. Sistemi equivalenti di forze, sistemi equilibrati. Riduzione ad al piu' due forze. L'azione dinamica fondamentale e' una vite meccanica cioè una forza allineata a un momento.

---

*n.:* 8     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 07/10/2015        **Totale ore:** 3

**Argomento:** Forze con invariante vettoriale nullo: forze complanari, parallele, concorrenti. Combinazioni convesse su spazi affini, centro di massa, centro delle forze parallele. Angoli di Eulero, espressione della velocità angolare.

---

*n.:* 9     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 09/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Teorema di Eulero sull'esistenza di un'asse di rotazione nei movimenti rigidi con punto fisso. Generalizzazione al caso affine di Chasles-Mozzi.

---

*n.:* 10     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 13/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Rigata fissa e rigata mobile, moto dell'una sull'altra, ricostruzione del moto, ingranaggi. Cono che rotola su un altro cono. Esempi di moti notevoli: traslazioni, precessioni, moti piani. Piano rappresentativo nei moti piani. Definizione di base e rulletta. Esempio di cilindro che rotola su piano. Disco che rotola su un altro disco.

---

**n.:** 11     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 14/10/2015        **Totale ore:** 3

**Argomento:** Esercizi vari su base e ruotella e calcolo energia cinetica. Disco che rotola su piano con varie combinazioni di velocità-velocità angolare. Disco con cuneo. Due dischi con cuneo. Disco che cade. Scala appoggiata a due pareti. Carrello composto da tre tre cilindri.

---

**n.:** 12     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 16/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Sistemi di punti materiali. Leggi di Newton e loro significato. Prima equazione cardinale, teorema del centro di massa. Esercizi.

---

**n.:** 13     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 20/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Seconda equazione cardinale, casi notevoli. Esempio: rotolamento e punto di contatto. Un disco in rotolamento puro su piano orizzontale non risente attrito. Teorema dell'energia cinetica (forze vive), nella versione usuale e in quella del centro di massa. Esempi.

---

**n.:** 14     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 21/10/2015        **Totale ore:** 3

**Argomento:** Attrito dinamico e statico, cono di attrito. Corrispondenza con strisciamento e rotolamento puro. Gradiente, divergenza rotore. Il rotore del gradiente fa zero. Indipendenza da sistema di coordinate. Campi conservativi, i campi conservativi sono gradienti, i campi conservativi hanno rotore nullo, singolarità. Determinazione del potenziale a partire dal campo conservativo.

---

**n.:** 15     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 23/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Principi di conservazione: quantità di moto, momento angolare, energia meccanica. Forze conservative definite attraverso campi conservativi in  $E^N$ . Distinzione tra potenziale e energia potenziale. Come verificare il segno. Esempi, potenziale della molla e gravitazionale. Esercizio del carrello con attrito interno.

---

**n.:** 16     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 27/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Teorema di Koenig per l'energia cinetica e per il momento angolare. Il momento angolare relativo non dipende dal polo. Il differenziale di una autoveicolo. L'applicazione d'inerzia di un corpo rigido con punto fisso. L'applicazione d'inerzia e' lineare, simmetrica e definita positiva (tranne caso di punti allineati). Il momento d'inerzia assiale. Calcolo dell'energia cinetica del corpo rigido con momento d'inerzia assiale.

---

**n.:** 17     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 30/10/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Elementi della matrice d'inerzia. Calcolo per asta omogenea. Il metodo della compressione. Sistemi piani. Matrice d'inerzia di una piastra rettangolare. Esempio di calcolo del momento angolare e dell'energia cinetica.

---

**n.:** 18     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 03/11/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Metodo della compressione per determinare momenti d'inerzia. Il quadrato, il cilindro la sfera. Ripasso coordinate sferiche. teorema di Huygens-Steiner.

---

**n.:** 19     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 04/11/2015        **Totale ore:** 3

**Argomento:** Geometria delle masse, il triangolo. Proprietà del centro di massa. Teorema spettrale, versione per applicazioni e matriciale. Assi principali e momenti principali d'inerzia. Ellissoide d'inerzia. Uso con le simmetrie.

---

**n.:** 20     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 06/11/2015        **Totale ore:** 2

**Argomento:** Esercizi di geometria delle masse. Sistemi cavi. Due piastre a 90 gradi. Due riflessione danno una rotazione.

---

**n.:** 21     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 10/11/2015    **Totale ore:** 2

**Argomento:** Equazioni di Eulero. Gli assi principali sono quelli su cui la rotazione è stazionaria. Stabilità: il teorema della racchetta da tennis. Esercizio sistema biella-manovella. Esercizio di asta che scorre su giunto ruotante.

---

**n.:** 22     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 11/11/2015    **Totale ore:** 3

**Argomento:** Statica grafica, poligono funicolare. Il sistema è in equilibrio se e solo se il poligono delle forze e il poligono funicolare sono chiusi. Vincoli nel caso planare: cerniera, carrello, pattino, incastro. Vincolo liscio e potenza. Sistema isostatico, labile, iperstatico. Esempi e casi particolari.

---

**n.:** 23     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 13/11/2015    **Totale ore:** 2

**Argomento:** Esercizi teorema delle tre forze. Due carrelli non allineati sono equivalenti a una cerniera. Metodo dei momenti. Travature reticolari. Metodo dei nodi e metodo delle sezioni.

---

**n.:** 24     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 17/11/2015    **Totale ore:** 2

**Argomento:** Esercizio metodo delle sezioni. Arco a tre cerniere, principio di sovrapposizione. Metodo dei lavori virtuali. Esercizi.

---

**n.:** 25     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 20/11/2015    **Totale ore:** 2

**Argomento:** Meccanica Lagrangiana. Vincoli olonomi e vincoli anolonomi. Esempio di due punti vincolati a distanza  $r(t)$ , e esempio di disco che rotola. Sposamento reale e virtuale. Vincolo liscio. Principio di d'Alembert e principio dei lavori virtuali. Esercizi.

---

**n.:** 26     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 24/11/2015    **Totale ore:** 2

---

**Argomento:** Dimostrazione delle equazioni di Lagrange. Forze generalizzate. Recupero delle equazioni di Newton. Esempio di blocco su piano inclinato che cambia inclinazione nel tempo.

---

**n.:** 27     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 25/11/2015    **Totale ore:** 3

**Argomento:** Esercizi di meccanica lagrangiana: disco che rotola con corda che si dipana, sistema biella manovella, disco che rotola dentro conca. Energia cinetica in meccanica Lagrangiana, semplificazione per vincoli indipendenti dal tempo. Esempio di vincolo dipendente dal tempo per cui l'energia cinetica e' indipendente dal tempo. Equazione dei punti stazionari.

---

**n.:** 28     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 27/11/2015    **Totale ore:** 2

**Argomento:** Discussione su forze interne ed esterne, principio dei lavori virtuali, vincolo liscio.

sostituito da: Giovanni Frosali

---

**n.:** 29     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 01/12/2015    **Totale ore:** 2

**Argomento:** Punti stazionari per vincoli indipendenti dal tempo e forze conservative. Stabilita' dell'equilibrio. Piccole oscillazioni, modi normali, pulsazioni dei modi normali.

---

**n.:** 30     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 02/12/2015    **Totale ore:** 3

**Argomento:** Esercizi di meccanica Lagrangiana e piccole oscillazioni. Doppio pendolo. Asta che rotola su semicerchio. Disco che rotola su semicerchio che oscilla. Esercizio sui lavori virtuali: equilibrio di asta che scorre in cerniera e su parete: forza vincolare sulla cerniera.

---

**n.:** 31     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

**Data:** 04/12/2015    **Totale ore:** 2

**Argomento:** Aggiunta di vincoli definiti da  $f=0$  nella meccanica Lagrangiana. Esempi. Esercizio sulle piccole oscillazioni.

---

*n.:* 32     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

*Data:* 09/12/2015        **Totale ore: 3**

**Argomento:** Impulso coniugato, Hamiltoniana. Teorema di Eulero su funzioni omogenee. Conservazione dell'energia. Variabili cicliche. Esempio, il momento angolare. La trasformata di Legendre, sua involutività. L'Hamiltoniana è la trasformata di Legendre della Lagrangiana. Equazioni di Hamilton. Ipotesi di Reye. Esercizio.

---

*n.:* 33     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

*Data:* 11/12/2015        **Totale ore: 2**

**Argomento:** Esercizio su piccole oscillazioni. Esercizio su scala che cade.

---

*n.:* 34     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

*Data:* 15/12/2015        **Totale ore: 2**

**Argomento:** Principio di minima azione di Hamilton in forma Lagrangiana e Hamiltoniana. Principio di Maupertuis. Esercizio di equilibrio su asta appoggiata a disco.

---

*n.:* 35     lezione     esercitazione     laboratorio     seminario

*Data:* 16/12/2015        **Totale ore: 3**

**Argomento:** Rotazione degli assi ed effetto sulla matrice d'inerzia. Esempio. Esercizio su piccole oscillazioni e su calcolo energia cinetica.

---

## RIEPILOGO

<b>lezione</b>	..... n. ore	81
<b>esercitazione</b>	..... n. ore	0
<b>laboratorio</b>	..... n. ore	0
<b>seminario</b>	..... n. ore	0
<hr/>		
<b>TOTALE</b>		<b>81</b>

Il Direttore del Dipartimento

*(non ancora validato)*