



---

## FISICA I Cp - I

FIS/01 - 9 CFU - 2° semestre

### Docente titolare dell'insegnamento

#### FRANCESCO RUFFINO

**Email:** francesco.ruffino@ct.infn.it

**Edificio / Indirizzo:** Dipartimento di Fisica ed Astronomia- Via S. Sofia 64- Edificio 6- Studio 244  
(secondo piano)

**Telefono:** 0953785461

**Orario ricevimento:** Lunedì 15:00-17:00, Mercoledì 15:00-17:00. Il docente è disponibile anche ad incontri di ricevimento in modalità telematica, previo appuntamento. Eventuali avvisi di indisponibilità saranno diramati attraverso Microsoft Teams e/o Studium.

---

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha la finalità di fornire conoscenze qualitative e quantitative di base sui fondamenti della meccanica classica e della termodinamica, nonché la capacità di sapere applicare il Metodo Scientifico e modelli e concetti matematici astratti alla risoluzione di problemi reali e concreti.

In particolare, il corso si propone di fornire agli studenti le seguenti conoscenze e capacità.

#### **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding abilities)**

Conoscenza dei principali aspetti fenomenologici relativi alla meccanica ed alla termodinamica e comprensione delle loro implicazioni fisiche e della loro descrizione matematica all'interno di un generale apparato modellistico e logico-deduttivo.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding abilities)**

Capacità di riconoscere le principali leggi fisiche alla base di un fenomeno meccanico o termodinamico, e di applicarle per risolvere problemi ed esercizi a diversi livelli di complessità e quindi di approssimazione, con uso di tecniche analitiche e numeriche appropriate.

#### **Autonomia di giudizio (ability of making judgements)**

Stima ed elaborazione dell'ordine di grandezza delle variabili che descrivono un fenomeno meccanico o termodinamico. Stima del livello di importanza di una legge fisica (assioma, principio di conservazione, legge universale, teorema, legge in forma globale/integrale o locale/differenziale e sua generalità, proprietà dei materiali, ecc.).

### **Abilità comunicative (communication skills)**

Capacità di esporre concetti scientifici con proprietà e inambiguità di linguaggio, a diversi livelli.

### **Capacità di apprendimento (learning skills)**

Applicazione di concetti e tecniche teorico-matematici alla Fisica.

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

L'attività didattica consiste di lezioni frontali in aula ed esercitazioni legate agli argomenti svolti. Le esercitazioni sono sia assegnate dal docente per lo studio individuale a casa sia guidate in aula dal docente o da tutor (se disponibili).

Durante ogni lezione sarà sempre lasciato spazio agli studenti a domande, curiosità e commenti.

L'interazione docente-studenti sarà uno degli strumenti fondamentali durante lo svolgimento di esercizi in aula.

## **PREREQUISITI RICHIESTI**

Seppur nessuna propedeuticità è imposta ufficialmente, è estremamente utile che lo studente abbia padronanza degli argomenti di matematica elementare (algebra, geometria, trigonometria, geometria analitica) e conoscenza di quelli di analisi matematica (calcolo differenziale e integrale).

---

## **FREQUENZA LEZIONI**

Seppur non obbligatoria, la frequenza delle lezioni è fortemente consigliata.

---

## **CONTENUTI DEL CORSO**

**CONCETTI PRELIMINARI:** La fisica e la realtà. Il metodo sperimentale. Le unità di misura. Il sistema internazionale. Calcoli dimensionali. Calcolo vettoriale: Grandezze scalari e vettoriali. Proprietà dei vettori (regola di somma, scomposizione di un vettore, proprietà di invarianza). Prodotti tra vettori: prodotto scalare, prodotto vettoriale, momento di un vettore rispetto ad un punto. Derivata di un vettore. Derivata di un versore. Scrittura intrinseca della derivata. Integrazione vettoriale. Integrale di linea. Funzioni di più variabili: derivate parziali, gradiente di una funzione scalare.

**MECCANICA:** A) Cinematica del punto: Moto rettilineo. Velocità nel moto rettilineo. Moto rettilineo

uniforme. Accelerazione nel moto rettilineo. Moto rettilineo uniformemente accelerato. Moto verticale di un corpo. Moto armonico semplice. Moto nel piano. Posizione e velocità. Accelerazione nel moto piano. Moto circolare. Moto parabolico dei corpi. B) Dinamica del punto: Principio d'inerzia. Introduzione al concetto di forza. Leggi di Newton. Quantità di moto. Impulso. Risultante delle forze. Equilibrio. Reazioni vincolari. Forza peso. Forze di attrito radente. Piano inclinato. Forza elastica. Forza di attrito viscoso. Forze centripete. Pendolo semplice. Tensione dei fili. Lavoro. Potenza. Energia cinetica. Lavoro della forza peso. Lavoro di una forza costante. Lavoro di una forza elastica. Lavoro di una forza di attrito radente. Forze conservative. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Non conservazione dell'energia. Relazione tra energia potenziale e forza. Momento angolare. Momento della forza. Teorema del momento angolare. Forze centrali. C) Moti relativi. Sistemi di riferimento. Velocità e accelerazioni relative. Teorema delle velocità relative. Teorema delle accelerazioni relative. Sistemi di riferimento inerziali. Relatività galileiana. Moto di trascinamento rotatorio uniforme. D) Dinamica dei sistemi di punti materiali. Sistemi di punti. Forze interne e forze esterne. Centro di massa di un sistema di punti. Teorema del moto del centro di massa. Conservazione della quantità di moto. Teorema del momento angolare. Conservazione del momento angolare. Sistema di riferimento del centro di massa. Teoremi di König. Urti tra due punti materiali. Proprietà dei sistemi di forze applicate a punti diversi. Sistema di forze parallele. Momento assiale. E) Gravitazione: La forza gravitazionale. Massa inerziale e massa gravitazionale. Campo gravitazionale. Energia potenziale gravitazionale. Potenziale gravitazionale. Grafici dell'energia. Teorema di Gauss. Determinazione della traiettoria. Momento angolare. F) Dinamica del corpo rigido: Definizione di corpo rigido. Moto di un corpo rigido. Corpo continuo. Densità. Posizione del centro di massa. Centro di massa e forza peso. Rotazioni rigide attorno ad un asse fisso in un sistema di riferimento inerziale. Calcolo del momento angolare. Momento di inerzia. Equazioni del moto. Calcolo dell'energia cinetica e del lavoro. Momento di inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Moto di puro rotolamento. Leggi di conservazione nel moto di un corpo rigido. Urti tra punti materiali e corpi rigidi o tra corpi rigidi. Statica del corpo rigido. G) Proprietà elastiche dei solidi: Trazione e compressione. Deformazione plastica. Scorrimento. Pressione. Compressione uniforme. H) Oscillazioni e onde: Proprietà dell'equazione differenziale dell'oscillatore armonico. Energia dell'oscillatore armonico. Oscillatore armonico smorzato da una forza di attrito costante. Oscillatore armonico smorzato da una forza viscosa. Smorzamento forte, smorzamento critico, smorzamento debole. Oscillatore armonico forzato. Introduzione ai fenomeni ondulatori. Onde elastiche in una sbarra solida. Onde in una corda tesa. Proprietà elastiche dei gas. Onde nei gas.

**TERMODINAMICA:** A) Primo principio della termodinamica. Sistemi e stati termodinamici. Equilibrio termodinamico. Principio dell'equilibrio termico. Definizione di temperatura. Termometri. Scale termometriche. Sistemi adiabatici. Esperimenti di Joule. Calore. Primo principio della termodinamica. Energia interna. Trasformazioni termodinamiche. Lavoro e calore. Trasformazioni adiabatiche. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Calorimetria. Misura dei calori specifici. Calori specifici dei solidi. Processi isotermi. Cambiamenti di fase. Dilatazione termica di solidi e liquidi. B) Gas ideali. Leggi dei gas. Legge isoterma di Boyle. Legge isobara di Volta-Gay Lussac. Legge isocora di Volta Gay-Lussac. Legge di Avogadro. Equazione di stato del gas ideale. Trasformazioni di un gas. Lavoro. Calore. Calori specifici. Energia interna di un gas ideale. Relazione di Mayer. Studio di alcune trasformazioni (Trasformazioni adiabatiche. Trasformazioni isoterme. Trasformazioni isocore. Trasformazioni isobare. Trasformazioni cicliche), Ciclo di Carnot. Cicli frigoriferi. Teoria cinetica dei gas. Calcolo della pressione. Equipartizione dell'energia. Significato cinetico di temperatura e calore. C) Secondo principio della termodinamica: Enunciati del secondo principio della termodinamica. Reversibilità e irreversibilità. Teorema di Carnot. Studio del rendimento massimo. Temperatura termodinamica assoluta. Definizione dell'unità Kelvin. Zero assoluto. Teorema di Clausius. La funzione di stato entropia. Il principio di aumento dell'entropia. Calcoli di variazioni di entropia. Entropia del gas ideale. Trasformazioni adiabatiche. Energia inutilizzabile.

Espansione libera. Entropia e probabilità. Cenni sul terzo principio della termodinamica. D) Gas reali: Equazione di Van der Waals. Diagrammi pV. Diagrammi pT.

---

## TESTI DI RIFERIMENTO

- 1) P. Mazzoldi, M. Nigro e C. Voci, *Fisica - Volume I, Seconda Edizione* (EdiSES, Napoli, 2003): Teoria
- 2) P. Mazzoldi, A. Saggion, C. Voci, *Problemi di Fisica Generale-Meccanica, Termodinamica* (Edizioni Libreria Cortina Padova 1996): Esercizi

## ALTRO MATERIALE DIDATTICO

Una raccolta di esercizi sarà disponibile nella pagina del corso sul portale Studium (<http://studium.unict.it>), nella sezione Documenti e sul sito personale del docente (<https://nanostar.jimdo.com/>).

---

## PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

Argomenti	Riferimenti testi
1 La fisica e la realtà. Il metodo sperimentale.	Testo 1, Capitolo 1 e Appendice B
2 Le unità di misura. Il sistema internazionale. Calcoli dimensionali.	Testo 1, Appendice B
3 Calcolo vettoriale	Testo 1, Appendice C
4 Cinematica del punto	Testo 1, Capitolo 1; Testo 2, Capitolo 1
5 Moto rettilineo. Velocità nel moto rettilineo. Moto rettilineo uniforme. Accelerazione nel moto rettilineo. Moto rettilineo uniformemente accelerato.	Testo 1, Capitolo 1; Testo 2, Capitolo 1
6 Moto verticale di un corpo.	Testo 1, Capitolo 1; Testo 2, Capitolo 1
7 Moto armonico semplice.	Testo 1, Capitolo 1; Testo 2, Capitolo 1
8 Moto nel piano. Posizione, velocità, accelerazione. Componenti cartesiane. Componenti polari.	Testo 1, Capitolo 1; Testo 2, Capitolo 1
9 Moto circolare.	Testo 1, Capitolo 1; Testo 2, Capitolo 1
10 Moto parabolico dei corpi.	Testo 1, Capitolo 1; Testo 2, Capitolo 1
11 Dinamica del punto.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
12 Principio d'inerzia. Introduzione al concetto di forza.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
13 Leggi di Newton. Quantità di moto. Impulso	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2

14	Risultante delle forze. Equilibrio. Reazioni vincolari.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
15	Forza peso. Forza di attrito radente. Piano inclinato. Forza elastica. Forza di attrito viscoso. Forze centripete.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
16	Pendolo semplice.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
17	Tensione dei fili. Macchina di Atwood.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
18	Lavoro. Potenza. Energia cinetica.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
19	Forze conservative. Energia potenziale.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
20	Conservazione dell'energia meccanica. Conservazione dell'energia per la forza peso e per la forza elastica. Conservazione dell'energia nel pendolo semplice. Non conservazione dell'energia.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
21	Relazione tra energia potenziale e forza.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
22	Momento angolare. Momento della forza. Teorema del momento angolare.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
23	Forze centrali.	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
24	Moti relativi.	Testo 1, Capitolo 3; Testo 2, Capitolo 3
25	Sistemi di riferimento. Velocità e accelerazioni relative. Teorema delle velocità relative. Teorema delle accelerazioni relative.	Testo 1, Capitolo 3; Testo 2, Capitolo 3
26	Sistemi di riferimento inerziali. Relatività galileiana.	Testo 1, Capitolo 3; Testo 2, Capitolo 3
27	Moto di trascinamento rotatorio uniforme.	Testo 1, Capitolo 3; Testo 2, Capitolo 3
28	Dinamica dei sistemi di punti materiali.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5
29	Sistemi di punti. Forze interne e forze esterne.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5
30	Centro di massa di un sistema di punti. Teorema del moto del centro di massa.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5
31	Conservazione della quantità di moto.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5
32	Teorema del momento angolare. Conservazione del momento angolare.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5
33	Sistema di riferimento del centro di massa.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5
34	Teoremi di Konig. Teorema di Konig per il momento angolare. Teorema di Konig per l'energia cinetica.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5
35	Urti tra due punti materiali. Sistema del laboratorio e sistema del centro di massa.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5

36	Proprietà dei sistemi di forze applicate a punti diversi. Sistema di forze parallele. Momento assiale.	Testo 1, Capitolo 4; Testo 2, Capitolo 5
37	Gravitazione	Testo 1, Capitolo 5; Testo 2, Capitolo 7
38	La forza gravitazionale. Massa inerziale e gravitazionale.	Testo 1, Capitolo 5; Testo 2, Capitolo 7
39	Campo gravitazionale.	Testo 1, Capitolo 5; Testo 2, Capitolo 7
40	Energia potenziale gravitazionale. Potenziale gravitazionale. Grafici dell'energia.	Testo 1, Capitolo 5; Testo 2, Capitolo 7
41	Teorema di Gauss.	Testo 1, Capitolo 5; Testo 2, Capitolo 7
42	Determinazione della traiettoria. Equazione del moto. Momento angolare. Energia. Grafici dell'energia.	Testo 1, Capitolo 5; Testo 2, Capitolo 7
43	Dinamica del corpo rigido. Statica.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
44	Definizione di corpo rigido. Prime proprietà.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
45	Corpo continuo. Densità. Posizione del centro di massa. Centro di massa e forza peso.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
46	Rotazioni rigide attorno ad un asse fisso in un sistema di riferimento inerziale. Calcolo del momento angolare. Momento di inerzia. Equazioni del moto. Calcolo dell'energia cinetica e del lavoro.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
47	Momento di inerzia.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
48	Teorema di Huygens-Steiner. Teorema di Huygens-Steiner e teorema di Konig.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
49	Moto di puro rotolamento. Conservazione dell'energia e attrito volvente.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
50	Leggi di conservazione nel moto di un corpo rigido.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
51	Urti tra punti materiali e corpi rigidi o tra corpi rigidi.	Testo 1, Capitolo 6; Testo 2, Capitolo 6
52	Proprietà elastiche dei solidi.	Testo 1, Capitolo 7
53	Trazione e compressione.	Testo 1, Capitolo 7
54	Deformazione plastica. Rottura.	Testo 1, Capitolo 7
55	Scorrimento.	Testo 1, Capitolo 7
56	Pressione. Compressione uniforme.	Testo 1, Capitolo 7
57	Oscillazioni e onde.	Testo 1, Capitolo 9; Testo 2, Capitolo 4

58	Proprietà dell'equazione differenziale dell'oscillatore armonico.	Testo 1, Capitolo 9; Testo 2, Capitolo 4
59	Energia dell'oscillatore armonico.	Testo 1, Capitolo 9; Testo 2, Capitolo 4
60	Oscillatore armonico smorzato da una forza di attrito costante.	Testo 1, Capitolo 9; Testo 2, Capitolo 4
61	Oscillatore armonico smorzato da una forza viscosa. Smorzamento forte, smorzamento critico, smorzamento debole.	Testo 1, Capitolo 9; Testo 2, Capitolo 4
62	Oscillatore armonico forzato.	Testo 1, Capitolo 9; Testo 2, Capitolo 4
63	Onde elastiche in una sbarra solida. Onde in una corda tesa. Onde nei gas.	Testo 1, Capitolo 9; Testo 2, Capitolo 4
64	Primo principio della termodinamica.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
65	Sistemi e stati termodinamici.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
66	Equilibrio termodinamico. Principio dell'equilibrio termico.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
67	Definizione di temperatura. Termometri. Scale termometriche.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
68	Sistemi adiabatici. Esperimenti di Joule. Calore.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
69	Primo principio della termodinamica. Energia interna.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
70	Trasformazioni termodinamiche. Lavoro e calore. Trasformazioni adiabatiche. Trasformazioni reversibili e irreversibili.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
71	Calorimetria. Misura dei calori specifici. Calori specifici dei solidi.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
72	Processi isotermi. Cambiamenti di fase.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
73	Dilatazione termica di solidi e liquidi.	Testo 1, Capitolo 10; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
74	Gas ideali.	Testo 1, Capitolo 11; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10

75	Leggi dei gas. Legge isoterma di Boyle. Legge isobara di Volta-Gay Lussac. Legge isocora di Volta Gay-Lussac. Legge di Avogadro. Equazione di stato del gas ideale.	Testo 1, Capitolo 11; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
76	Trasformazioni di un gas. Lavoro. Calore. Calori specifici.	Testo 1, Capitolo 11; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
77	Energia interna di un gas ideale. Relazione di Mayer.	Testo 1, Capitolo 11; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
78	Studio di alcune trasformazioni. Trasformazioni adiabatiche. Trasformazioni isoterme. Trasformazioni isocore. Trasformazioni isobare.	Testo 1, Capitolo 11; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
79	Trasformazioni cicliche. Ciclo di Carnot. Cicli frigoriferi.	Testo 1, Capitolo 11; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
80	Teoria cinetica dei gas. Calcolo della pressione. Equipartizione dell'energia. Significato cinetico di temperatura e calore.	Testo 1, Capitolo 11; Testo 2, Capitolo 9 e Capitolo 10
81	Secondo principio della termodinamica.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
82	Enunciati del secondo principio della termodinamica. Reversibilità e irreversibilità.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
83	Teorema di Carnot. Studio del rendimento massimo.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
84	Temperatura termodinamica assoluta. Definizione dell'unità Kelvin. Zero assoluto.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
85	Teorema di Clausius.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
86	La funzione di stato entropia. Il principio di aumento dell'entropia.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
87	Calcoli di variazioni di entropia. Trasformazioni adiabatiche. Scambi di calore con sorgenti. Scambi di calore tra due corpi. Cambiamenti di fase. Riscaldamento per attrito.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
88	Entropia del gas ideale. Trasformazioni adiabatiche.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
89	Energia inutilizzabile. Espansione libera. Passaggio di calore da una sorgente calda a una fredda. Macchina irreversibile che lavora tra due sorgenti.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10



90	Conclusioni termodinamiche sull'entropia. Entropia e probabilità.	Testo 1, Capitolo 12; Testo 2, Capitolo 10
91	Cenni sul terzo principio della termodinamica.	Testo 1, Capitolo 12
92	Gas reali. Equazione di Van der Waals. Diagrammi pV e pT.	Testo 1, Capitolo 10

## VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

La prova di esame si articola in una prova scritta ed una orale. L'ammissione alla prova scritta è soggetta alla prenotazione sulla piattaforma Portale Studente. Per ogni appello è pubblicato un intervallo preciso di date in cui è possibile prenotarsi. L'ammissione alla prova orale è soggetta al superamento della prova scritta. Non è in alcun modo prevista la possibilità di superare l'esame senza sostenere tutte le prove. Dopo la prova scritta e prima di quella orale viene effettuato uno svolgimento pubblico degli esercizi della prova scritta allo scopo di sollecitare un processo di autovalutazione della prova scritta. I risultati delle prove scritte vengono pubblicati su STUDIUM (<http://studium.unict.it>) e/o sul sito personale del docente (<https://nanostar.jimdo.com/>).

**- Prova scritta:** La prova scritta deve essere sostenuta in uno degli appelli previsti dal calendario, previa opportuna prenotazione. **Tipologia:** risoluzione, giustificata e commentata in maniera chiara, di quattro problemi che spaziano su tutti gli argomenti del programma, il cui livello di difficoltà è simile agli esercizi svolti in aula. **Durata:** 120 minuti. **Valutazione:** fino a 7.5 punti per ogni problema ben svolto. La prova scritta si considera superata se si è conseguito un voto non inferiore a 18/30. Si è ammessi alla prova orale solo superando la prova scritta.

**NOTE per le prove scritte:** a) Durante la prova scritta è ammesso l'uso di penna, matita, calcolatrice, righello, compasso, la consultazione di libri, appunti e formulari; b) durante la prova scritta non è ammessa la consultazione di dispositivi elettronici oltre la calcolatrice e non è ammessa la consultazione tra colleghi (pena il ritiro del compito); c) chi, avendo superato una prova scritta si presenta ad una seconda prova scritta perde il risultato della prima prova (anche se decide di ritirarsi dalla seconda).

**- Prova orale** La prova orale viene sostenuta in una data successiva allo scritto e comunque entro lo stesso appello della prova scritta. In via eccezionale si può concedere di sostenere l'orale durante l'appello successivo, ma sempre entro la stessa sessione di esami. La prova orale si può ripetere una seconda volta, senza necessità di rifare la prova scritta, ma sempre entro la stessa sessione di esami. La prova orale verte su vari argomenti della programmazione del corso riportata nel Syllabus ed ha una durata, tipicamente, di 45 minuti. Gli elementi di valutazione della prova orale saranno: pertinenza delle risposte rispetto alle domande formulate, la qualità dei contenuti, la capacità di collegamento con altri temi oggetto del programma, la capacità di riportare esempi, la proprietà di linguaggio tecnico e la capacità espressiva complessiva dello studente. Inoltre, durante la prova orale può essere richiesta la dimostrazione di teoremi e di risultati importanti inclusi nel programma con valutazioni numeriche dell'ordine di grandezza delle grandezze fisiche che sono coinvolte in un dato fenomeno.

Alla fine della prova orale, il docente, in considerazione dei risultati della prova scritta e della prova orale stabilisce un voto globale per l'esame che si riterrà superato con un voto complessivo di almeno 18/30.

Non sono previste prove in itinere

## **DATE DEGLI APPELLI**

Si raccomanda di controllare le pagine:

<http://portalestudente.unict.it>

<http://www.dieei.unict.it/corsi/l-8-ele/esami>

e gli avvisi nella pagina del corso sul portale Studium (<http://studium.unict.it>) o personale del docente (<https://nanostar.jimdo.com/>) per dettagli sull'ora e sul luogo delle prove e per eventuali variazioni.

## **ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI**

Le domande poste durante la prova orale d'esame saranno relative esattamente agli argomenti del programma. Ad esempio:

"enunci e dimostri il principio di conservazione dell'energia meccanica"

"presenti e discuta le 3 leggi della dinamica di Newton"

"enunci e dimostri il principio di conservazione della quantità di moto"

"definisca una forza conservativa"

"discuta la dinamica di un pendolo semplice"

"mi parli della dinamica di un corpo rigido: gradi di libertà, equazioni del moto, leggi di conservazione"

"mi parli dell'equilibrio termodinamico e del principio dell'equilibrio termico"

"reciti gli enunciati del secondo principio della termodinamica e ne dimostri l'equivalenza"

"valuti l'energia interna di un gas ideale monoatomico e di un gas ideale biatomico"

"definisca la variazione di entropia in una trasformazione termodinamica"

"dimostri e commenti il teorema di Bernoulli"

"descriva la legge di gravitazione universale"

ecc.

Durante la prova orale può essere richiesta la dimostrazione di teoremi e di risultati importanti inclusi nel programma con valutazioni numeriche dell'ordine di grandezza delle grandezze fisiche che sono coinvolte in un dato fenomeno.

---