



---

## 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 sugli argomenti della meccanica classica e della termodinamica inclusi nella sezione "Contenuti del corso", nonché la capacità di sapere applicare il Metodo Scientifico alla risoluzione di problemi reali e concreti.

In particolare, e con riferimento ai cosiddetti Descrittori di Dublino, il corso si propone di fornire le seguenti conoscenze e capacità.

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

Conoscenza dei principali aspetti fenomenologici relativi alla meccanica classica ed alla termodinamica e comprensione delle loro implicazioni fisiche e della loro descrizione matematica, al fine di maturare una capacità di riflettere su questioni di scienza che presentino tratti di originalità.

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

Capacità di riconoscere le principali leggi fisiche che reggono un fenomeno in meccanica e termodinamica, e di applicarle per risolvere problemi ed esercizi in ambiti diversi e a diversi livelli di complessità, e quindi di approssimazione, con l'uso di strumenti matematici appropriati.

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

Capacità di stimare e calcolare l'ordine di grandezza delle variabili che descrivono un fenomeno fisico (in meccanica e in termodinamica). Capacità di discernere il 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.). Capacità di saper valutare il Modello Fisico ed il corrispondente Modello Matematico che meglio si applicano alla descrizione di un processo

fisico e quindi alla soluzione di problemi quantitativi.

### **Abilità comunicative (*Communication skills*)**

Capacità di esporre concetti scientifici propri della Fisica ma anche, e più in generale, informazioni, idee, problemi e soluzioni con proprietà e inambiguità di linguaggio, a diversi livelli e a diversi interlocutori, sia specialisti e che non specialisti.

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

Capacità di apprendimento dei concetti scientifici propri della Fisica, necessari per intraprendere studi successivi con un alto grado di autonomia.

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

L'attività didattica consiste di lezioni frontali ed esercitazioni (per un totale di 9 CFU, di cui 7 di lezioni frontali e 2 di esercitazioni), affiancate da attività di tutoraggio<sup>(\*)</sup>. Le esercitazioni prevedono la risoluzione, sia guidata sia autonoma, di compiti ed esercizi. Ove possibile, sono utilizzate strategie innovative di insegnamento ed apprendimento. Durante ogni lezione è, inoltre, lasciato spazio agli studenti per domande, curiosità e commenti, in modo da massimizzare l'interazione docente-discenti.

**N.B.:** nel caso in cui la situazione contingente relativa alla pandemia da COVID-19 lo richiedesse, le lezioni potranno svolgersi anche per via telematica sulla piattaforma Microsoft Teams (si veda in proposito la [guida per gli studenti](#) predisposta dall'Ateneo). In tal caso potranno essere introdotte delle variazioni rispetto a quanto descritto nel presente syllabus, al fine di rispettare per quanto possibile le finalità del corso e il programma previsto, riportati rispettivamente nelle sezioni "Obiettivi formativi" e "Contenuti del corso".

<sup>\*)</sup> Se durante l'anno accademico sono disponibili tutor specialistici per il corso.

## **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). Infatti, per l'esposizione dei concetti fisici inclusi nel programma del corso si fa uso dei seguenti strumenti matematici: equazioni e sistemi di equazioni di 1° e di 2° grado, funzioni trigonometriche e loro proprietà, funzioni esponenziali e loro proprietà, funzioni logaritmiche e loro proprietà, equazioni di luoghi di punti nel piano e nello spazio, derivate e integrali di funzioni di una variabile, equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti.

Per l'apprendimento, e/o il consolidamento, in autonomia delle conoscenze preliminari richieste possono risultare utili i corsi di matematica e di analisi matematica di base disponibili su piattaforme di e-learning quali ad esempio [Federica Web Learning](#) e [Coursera for Campus](#), a cui gli studenti dell'Ateneo hanno accesso.

---

## **FREQUENZA LEZIONI**

Seppur non obbligatoria, la frequenza delle lezioni è fortemente consigliata. E' esperienza oramai acquisita che alcuni concetti spiegati in aula durante le lezioni, e analizzati in dettaglio in sessioni in aula di domande da parte dei discenti e di risposte da parte del docente, possono risultare di non immediata

comprensione nel contesto di uno studio individuale condotto in autonomia. Inoltre, in base alle rilevazioni statistiche fatte negli anni passati, il tempo necessario per il superamento dell'esame finale e la relativa votazione conseguita dipendono sensibilmente dal fatto di aver seguito o meno tutte le lezioni.

---

## **CONTENUTI DEL CORSO**

### **CONCETTI INTRODUTTIVI**

**Grandezze fisiche e unità di misura.** Il metodo scientifico. Grandezza fisica e unità di misura. Il Sistema Internazionale (SI). Notazione scientifica. Questioni dimensionali. Grandezze fondamentali e grandezze derivate. Errori di misura e approssimazioni. Cifre significative. Approssimazioni di funzioni.

**Scalari e vettori.** Grandezze scalari e vettoriali. Invarianza e simmetria. Algebra dei vettori. Analisi vettoriale: derivate e integrali di vettori.

### **MECCANICA**

**Cinematica.** Velocità, accelerazione e legge oraria del moto. Moto rettilineo uniforme e uniformemente accelerato. Moto verticale. Moto armonico semplice. Moto rettilineo smorzato esponenzialmente. Moto nel piano: velocità e accelerazione. Moto circolare. Moto parabolico. Moti nello spazio.

**Dinamica del punto materiale.** Principio d'inerzia e concetto di forza. Seconda e terza legge di Newton. Impulso e quantità di moto. Risultante delle forze: reazioni vincolari ed equilibrio. Esempi di forze: forza peso, forza di attrito radente, forza di attrito viscoso, forza centripeta, forza elastica. Piano inclinato. Pendolo semplice. Tensione dei fili. Sistemi di riferimento. Velocità e accelerazione relative. Sistemi di riferimento inerziali. Relatività di Galilei.

**Lavoro ed energia.** Lavoro, potenza ed energia cinetica. Teorema dell'energia cinetica. Esempi di lavori compiuti da forze. Forze conservative ed energia potenziale. Forze non conservative. Principio di conservazione dell'energia meccanica. Relazione tra forza ed energia potenziale. Momento angolare. Momento di una forza. Forze centrali.

**Dinamica dei sistemi di punti materiali.** Sistemi di punti. Forze interne e forze esterne. Centro di massa e sue proprietà. Principio di conservazione della quantità di moto. Principio di conservazione del momento angolare. Teoremi di König. Teorema dell'energia cinetica. Urti.

**Dinamica del corpo rigido.** Definizione di corpo rigido e sue proprietà. Moto di un corpo rigido. Corpi continui, densità e posizione del centro di massa. Rotazioni rigide attorno ad un asse in un sistema di riferimento inerziale. Energia e lavoro rotazionali. Momento d'inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Pendolo composto. Moto di puro rotolamento. Conservazione dell'energia nel moto di un corpo rigido. Attrito volvente.

**Oscillazioni e onde.** Proprietà dell'equazione differenziale dell'oscillatore armonico. Oscillatore armonico semplice: equazione del moto e sua soluzione. Moto di una massa collegata ad una molla.

Energia dell'oscillatore armonico semplice. Oscillatore armonico smorzato e forzato. Risonanza.

**Gravitazione.** Leggi di Keplero. La legge di Gravitazione Universale. Massa inerziale e massa gravitazionale. Campo gravitazionale ed energia potenziale gravitazionale.

## **TERMODINAMICA**

**Primo Principio della Termodinamica.** Sistemi e stati termodinamici. Equilibrio termodinamico e Principio dell'Equilibrio Termico. Temperatura e termometri. Equivalenza di lavoro e calore: esperimenti di Joule. Primo Principio della Termodinamica. Energia interna. Trasformazioni termodinamiche. Lavoro e calore. Calorimetria. Cambiamenti di fase. Trasmissione del calore.

**Gas ideali.** Leggi del gas ideale. Equazione di stato del gas ideale. Trasformazioni di un gas. Lavoro. Calore specifico ed energia interna del gas ideale. Studio analitico di alcune trasformazioni. Trasformazioni cicliche. Ciclo di Carnot. Teoria cinetica dei gas. Equipartizione dell'energia.

**Secondo Principio della Termodinamica.** Enunciati del Secondo Principio della Termodinamica. Reversibilità e irreversibilità. Teorema di Carnot. Temperatura termodinamica assoluta. Teorema di Clausius. La funzione di stato entropia. Il principio di aumento dell'entropia. Calcoli di variazioni di entropia. Entropia del gas ideale. Energia inutilizzabile.

---

### **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**

Raccolte di esercizi svolti e organizzati per livelli di difficoltà crescente, fino al livello pari a quello richiesto per superare la/le prova/e preliminare/i d'esame, e presentazioni (se utilizzate dal docente durante le lezioni) sono pubblicati in formato PDF nella sezione "Documenti" della pagina del corso sul portale Studium.

Saranno pure rese disponibili le videoregistrazioni, non editate né formattate, delle lezioni tenute dal docente (in lingua italiana) per via telematica durante l'Anno Accademico 2019-2020 a causa dell'emergenza dovuta alla pandemia COVID-19.

**N.B.:** le lezioni videoregistrate potrebbero contenere argomenti che non fanno più parte del programma per il corrente Anno Accademico, o non contenere argomenti che invece ne fanno parte, per cui esse **non** sostituiscono la presenza in aula e lo studio dei libri di testo.

---

## PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

Argomenti	Riferimenti testi
1 Grandezze fisiche e unità di misura (2 ore)	Testo 1-Appendice B
2 Scalari e vettori (5 ore)	Testo 1-Appendice C
3 Cinematica (10 ore)	Testo 1-Capitolo 1; Testo 2-Capitolo 1
4 Dinamica del punto materiale (12 ore)	Testo 1-Capitolo 2; Testo 1-Capitolo 3; Testo 2-Capitolo 2; Testo 2-Capitolo 3
5 Lavoro ed energia (6 ore)	Testo 1, Capitolo 2; Testo 2, Capitolo 2
6 Dinamica dei sistemi di punti materiali (6 ore)	Testo 1-Capitolo 4; Testo 2-Capitolo 5
7 Gravitazione (5 ore)	Testo 1-Capitolo 5; Testo 2-Capitolo 7
8 Dinamica del corpo rigido (7 ore)	Testo 1-Capitolo 6; Testo 2-Capitolo 6
9 Oscillazioni e onde (4 ore)	Testo 1-Capitolo 9; Testo 2-Capitolo 4
10 Primo Principio della Termodinamica (8 ore)	Testo 1-Capitolo 10; Testo 2-Capitolo 9; Testo 2-Capitolo 10
11 Gas ideali (6 ore)	Testo 1-Capitolo 11; Testo 2-Capitolo 9; Testo 2-Capitolo 10
12 Secondo Principio della Termodinamica (8 ore)	Testo 1-Capitolo 12; Testo 2-Capitolo 10

---

## VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

#### PROVE IN ITINERE

Sono previste due prove in itinere, non obbligatorie, della durata di 1 ora ciascuna, la prima calendarizzata durante la pausa didattica del secondo semestre e la seconda dopo la fine del corso.

Possono sostenere le prove in itinere solo gli studenti in corso.

La prima prova in itinere consiste nella risoluzione di 2 problemi di Meccanica, relativi agli argomenti del programma svolti prima della pausa didattica del secondo semestre. La seconda prova in itinere consiste invece nella risoluzione di 1 problema di Meccanica, relativo agli argomenti del programma svolti dopo la pausa didattica del secondo semestre, e 1 problema di Termodinamica.

Alla risoluzione di ogni problema è assegnato un punteggio compreso tra 0/30 e 7,5/30 in relazione (1) alla completezza della descrizione del Modello Fisico e di quello Matematico utilizzati per la risoluzione,

(2) alla correttezza della trattazione matematica e, naturalmente, (3) alla correttezza del risultato, sia da un punto di vista numerico che dimensionale.

Se il punteggio globale conseguito nelle due prove in itinere è pari o superiore a 18/30, è possibile sostenere direttamente la prova orale in uno degli appelli della Seconda e delle Terza sessione di esami per studenti in corso. Se invece il punteggio globale conseguito nelle due prove in itinere è inferiore a 18/30 si è sconsigliati/e dal sostenere la prova orale.

Essere sconsigliati/e **non** equivale tuttavia ad un divieto formale a sostenere la prova orale. Questa va comunque sostenuta in uno degli appelli della Seconda e della Terza sessione di esami per studenti in corso.

**N.B.:** nel caso in cui la situazione contingente relativa alla pandemia da COVID-19 lo richiedesse, le prove in itinere si svolgeranno per via telematica sulla piattaforma Microsoft Teams (si veda in proposito la [guida per gli studenti](#) predisposta dall'Ateneo). Le prove avranno luogo tecnicamente nella maniera seguente:

- qualche giorno prima del giorno fissato per la prova, gli/le allievi/e prenotati/e saranno informati/e da un messaggio di norma su Studium e/o Smart\_Edu circa il codice/link del Team che sarà usato per gestire la prova.
- nel giorno e nell'ora fissati per la prova, gli/le allievi/e prenotati/e dovranno accedere al Team;
- sarà quindi fatto l'appello e, ad uno ad uno, i presenti dovranno accendere la telecamera ed il microfono, declinare le proprie generalità e mostrare davanti alla telecamera un documento d'identità in corso di validità;
- dopo di che, il testo della prova sarà distribuito come Attività "a tempo" su Teams;
- da quel momento, gli/le allievi/e avranno a disposizione 1 ora per lo svolgimento della prova in itinere e 15 minuti per la scansione/fotografia dei loro elaborati ed il successivo caricamento su Teams;
- **durante tutto il tempo della prova, telecamere e microfoni dovranno restare accesi.**

## **PROVE DI FINE CORSO**

**L'esame finale si compone di una prova preliminare seguita da una prova orale.**

La prova preliminare consiste nella risoluzione, giustificata e commentata in maniera chiara, di 2 problemi di Meccanica e di 2 problemi di Termodinamica nel tempo massimo di 2 ore. **Solo** negli appelli della Seconda e delle Terza sessione di esami per studenti in corso, vi è la possibilità, qualora lo studente lo volesse, di suddividere tale prova nelle seguenti due prove intermedie:

- 1<sup>a</sup> prova preliminare intermedia, che consiste nella risoluzione, giustificata e commentata in maniera chiara, di 2 problemi di Meccanica nel tempo massimo di 1 ora;
- 2<sup>a</sup> prova preliminare intermedia, che consiste nella risoluzione, giustificata e commentata in maniera chiara, di 2 problemi di Termodinamica nel tempo massimo di 1 ora.

All'inizio della prova preliminare, lo studente deve informare il docente se intende avvalersi di tale possibilità.

Alla risoluzione di ogni problema sarà assegnato un punteggio compreso tra 0/30 e 7.5/30 in relazione (1)

alla completezza della descrizione del Modello Fisico e di quello Matematico utilizzati per la risoluzione, (2) alla correttezza della trattazione matematica e, naturalmente, (3) alla correttezza del risultato, sia da un punto di vista numerico che dimensionale.

**Gli/le allievi/e che ottengono nella prova preliminare o nelle due prove preliminari intermedie un punteggio inferiore a 18/30 sono sconsigliati/e dal sostenere la prova orale.** Essere sconsigliati/e non equivale tuttavia ad un divieto formale a sostenere la prova orale.

La prova preliminare deve essere sostenuta nell'ambito dello **stesso appello in cui si intende sostenere la prova orale**. Nel caso invece delle prove preliminari intermedie, solo la seconda deve essere sostenuta nell'ambito dello stesso appello in cui si intende sostenere la prova orale e comunque tale appello deve essere uno di quelli della Seconda e delle Terza sessione di esami per studenti in corso.

La prova orale (durata 30-40 min ca) consiste nella trattazione di almeno tre distinti argomenti del programma, di cui il primo a scelta dell'allievo/a. 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.

**N.B.:** nel caso in cui la situazione contingente relativa alla pandemia da COVID-19 lo richiedesse, l'esame finale si svolgerà per via telematica sulla piattaforma Microsoft Teams (si veda in proposito la guida per gli studenti predisposta dall'Ateneo).

La prova preliminare e/o le prove preliminari intermedie avranno luogo tecnicamente nella maniera seguente:

- qualche giorno prima del giorno fissato per l'appello, gli/le allievi/e prenotati/e saranno informati/e da un messaggio di norma su Studium e/o Smart\_Edu circa il codice/link del Team che sarà usato per gestire l'appello.
- nel giorno e nell'ora fissati per l'appello, gli/le allievi/e prenotati/e dovranno accedere al Team;
- sarà quindi fatto l'appello e, ad uno ad uno, i presenti dovranno accendere la telecamera ed il microfono, declinare le proprie generalità e mostrare davanti alla telecamera un documento d'identità in corso di validità;
- dopo di che, il testo della prova preliminare sarà distribuito come Attività "a tempo" su Teams;
- da quel momento, gli/le allievi/e avranno a disposizione 1 ora per lo svolgimento delle prove intermedie e 2 ore per lo svolgimento della prova completa e 15 minuti per la scansione/fotografia dei loro elaborati ed il successivo caricamento su Teams;
- **durante tutto il tempo della prova, telecamere e microfoni dovranno restare accesi.**

La prova orale avrà luogo tecnicamente nella maniera seguente:

- qualche giorno prima del giorno fissato per la sessione di prove orali, gli/le allievi/e prenotati/e saranno informati/e da un messaggio di norma su Studium e/o Smart\_Edu circa il codice/link del Team che sarà usato per gestire la sessione;
- nel giorno e nell'ora fissati per la sessione di prove orali, gli/le allievi/e che intendono sostenere la prova dovranno accedere al Team;
- gli/le allievi/e presenti saranno esaminati/e, ad uno ad uno, e all'inizio della prova orale dovranno accendere la telecamera ed il microfono, declinare le proprie generalità e mostrare preliminarmente davanti alla telecamera un documento d'identità in corso di validità;
- durante una prova orale, le telecamere ed i microfoni di tutti/e gli/le altri/e allievi/e presenti dovranno rimanere spenti;
- alla fine di ogni prova orale, sarà comunicata la valutazione finale dell'esame.

Durante la prova orale la telecamera dovrà essere posizionata in modo da poter inquadrare anche i fogli del quale l'allievo/a potrà avvalersi per complementare/giustificare quello che dice a voce. In alternativa, l'allievo/a potrà avvalersi di altri dispositivi digitali di scrittura "a mano libera" (tablet, tavolette grafiche, display touch e/o interattivi, ecc.) il cui schermo possa essere condiviso attraverso Teams.

## **DATE DEGLI APPELLI**

Si controllino le seguenti pagine web:

- <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.

Si ricorda che è **obbligatoria** la prenotazione agli esami tramite la piattaforma Smart\_Edu. Gli studenti non prenotati non potranno accedere agli esami.

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

Di solito l'esame orale inizia con una discussione di un argomento scelto dallo studente. Partendo da questo argomento, poi, verranno poste domande relative esattamente agli argomenti del programma. Ad esempio:

- "enunci e dimostri il principio di conservazione dell'energia meccanica"
- "dimostri che una forza centrale è conservativa"
- "presenti e discuta le 3 leggi della dinamica di Newton"
- "dimostri come la seconda legge della dinamica di Newton permette di risolvere il problema generale della meccanica"
- "enunci e dimostri il principio di conservazione della quantità di moto"
- "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"
- "enunci e dimostri la relazione di Mayer"
- "enunci e dimostri il principio di aumento dell'entropia dell'universo"
- "dica cosa si intende per energia inutilizzabile e la calcoli per una trasformazione a sua scelta"
- "dica cosa s'intende per funzione termodinamica di stato"
- 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.

Una raccolta di esercizi, molti dei quali assegnati durante le prove preliminari è disponibile nella pagina del corso sul portale Studium, nella sezione Documenti.

---