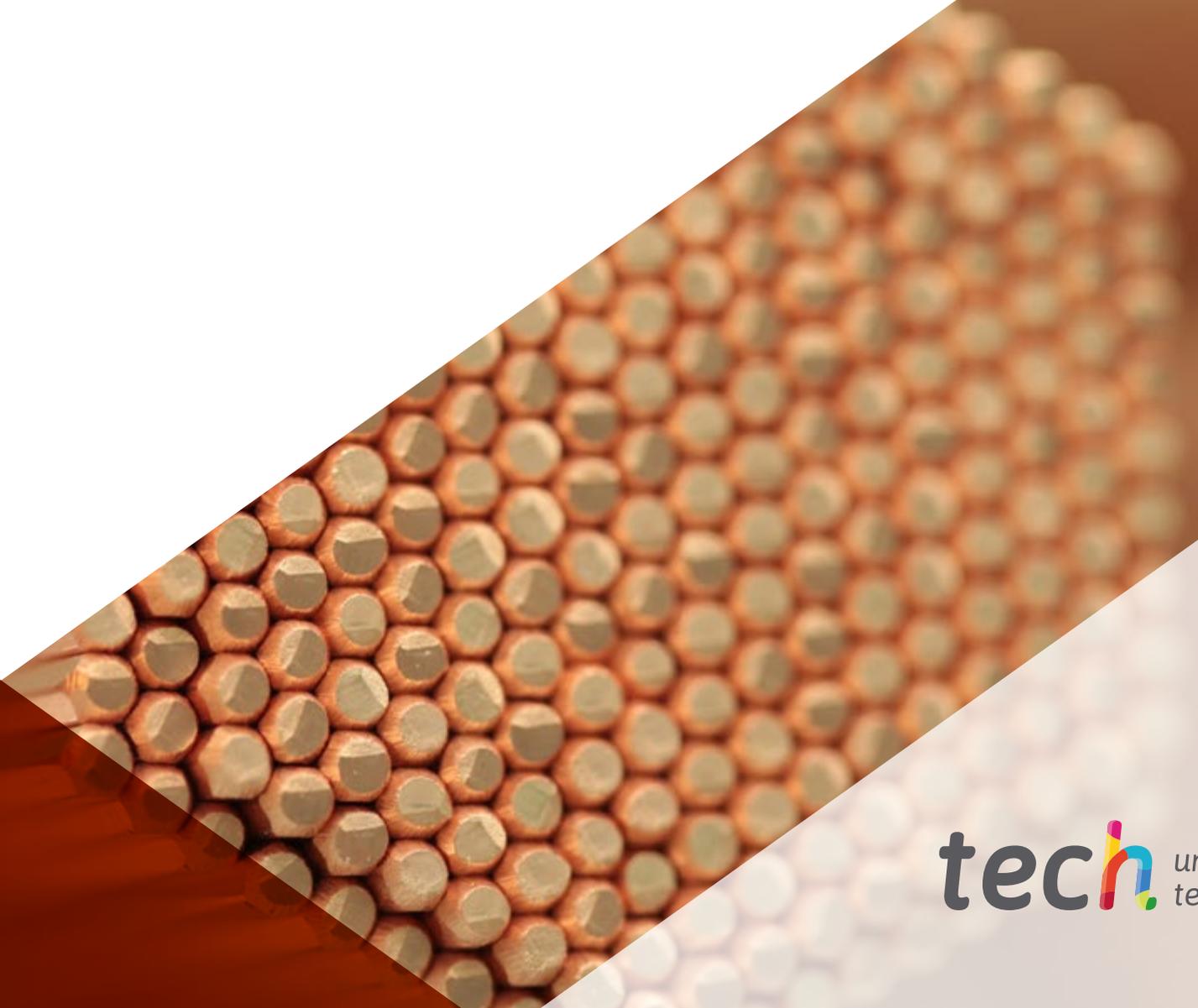


Master Privato

Fisica dei Materiali





**tech** università  
tecnologica

## Master Privato Fisica dei Materiali

- » Modalità: online
- » Durata: 12 mesi
- » Titolo: TECH Università Tecnologica
- » Dedizione: 16 ore/settimana
- » Orario: a scelta
- » Esami: online

Accesso al sito web: [www.techitute.com/it/ingegneria/master/master-fisica-materiali](http://www.techitute.com/it/ingegneria/master/master-fisica-materiali)

# Indice

01

Presentazione

---

*pag. 4*

02

Obiettivi

---

*pag. 8*

03

Competenze

---

*pag. 14*

04

Struttura e contenuti

---

*pag. 18*

05

Metodologia

---

*pag. 32*

06

Titolo

---

*pag. 40*

01

# Presentazione

Negli ultimi anni sono stati scoperti altri materiali superconduttori come il grafene, i solfuri di bismuto o alternative più sostenibili per sostituire composti organici e sintetici come la plastica. Questi cambiamenti sono determinati dalla scarsità di risorse e dalla necessità imperativa di sviluppare materiali nuovi e migliori. Una realtà in cui l'ingegneria è di grande utilità e per la quale i professionisti sono molto richiesti. Ecco perché TECH ha creato questa specializzazione 100% online, che permette allo studente di acquisire le conoscenze necessarie sulla meccanica classica, l'elettromagnetismo e la fisica dei materiali. Inoltre, attraverso risorse didattiche innovative sviluppate da specialisti del settore.



“

*Un Master Privato 100% online che ti permetterà di approfondire la Fisica dei Materiali e di applicare questa scienza alla tecnologia attuale"*

La comunità scientifica che concentra i suoi studi sulla Fisica dei Materiali continua a fare progressi e a fornire alla società maggiori conoscenze sulle nuove proprietà delle risorse esistenti, sullo sviluppo dei nanomateriali e, con questo, sulla promozione di altre discipline tecnologiche, biologiche o sanitarie. L'ingegnere professionista può dare un grande contributo al progresso in questo campo, grazie all'applicazione diretta di concetti di tecnologia e fisica.

Allo stesso tempo, la necessità di trovare nuovi materiali più efficaci, efficienti e sostenibili ha potenziato questo settore, sia dal settore privato che da quello pubblico. Un campo di studi in espansione di grande interesse per gli specialisti di ingegneria che desiderano prosperare nel campo della fisica dei materiali. Per questo motivo, TECH ha creato questo Master Privato, in cui nell'arco di 12 mesi, lo studente otterrà le conoscenze necessarie sulla meccanica dei fluidi, sulla termodinamica avanzata o sull'ottica.

Tutto questo, inoltre, con un programma universitario che dispone di strumenti pedagogici in cui sono state utilizzate le più recenti tecnologie applicate all'insegnamento accademico. Così, attraverso videochiamate, video dettagliati o simulazioni di casi di studio, lo studente potrà approfondire in modo molto più dinamico le simmetrie e le leggi di conservazione, la gestione delle equazioni di Navier-Stokes o la connessione tra la struttura microscopica (atomica, nanometrica o micrometrica) e le proprietà macroscopiche dei materiali.

In questo modo, TECH offre ai professionisti dell'ingegneria le conoscenze più avanzate ed esaustive sulla Fisica dei Materiali. Tutto questo, inoltre, attraverso una specializzazione impartita esclusivamente online a cui si può accedere quando e dove si vuole. Gli studenti hanno bisogno solo di un dispositivo elettronico (computer, Tablet o telefono cellulare) con una connessione a Internet per poter visualizzare il corso sulla piattaforma virtuale. Allo stesso modo, con il sistema *Relearning* è possibile ridurre le lunghe ore di studio che sono molto frequenti in altre metodologie.

Questo **Master Privato in Fisica dei Materiali** possiede il programma più completo e aggiornato del mercato. Le caratteristiche principali del programma sono:

- ♦ Sviluppo di casi pratici presentati da esperti in Fisica
- ♦ Contenuti grafici, schematici ed eminentemente pratici che forniscono informazioni scientifiche e pratiche riguardo alle discipline essenziali per l'esercizio della professione
- ♦ Esercizi pratici che offrono un processo di autovalutazione per migliorare l'apprendimento
- ♦ Speciale enfasi sulle metodologie innovative
- ♦ Lezioni teoriche, domande all'esperto, forum di discussione su questioni controverse e compiti di riflessione individuale
- ♦ Contenuti disponibili da qualsiasi dispositivo fisso o mobile dotato di connessione a internet



*Distinguiti nel campo della scoperta di nuovi materiali, grazie alle solide nozioni che acquisirai nel corso di questa specializzazione"*

“

*TECH si adatta alle tue esigenze e per questo ha creato un programma universitario dove potrai distribuire il carico didattico come preferisci”*

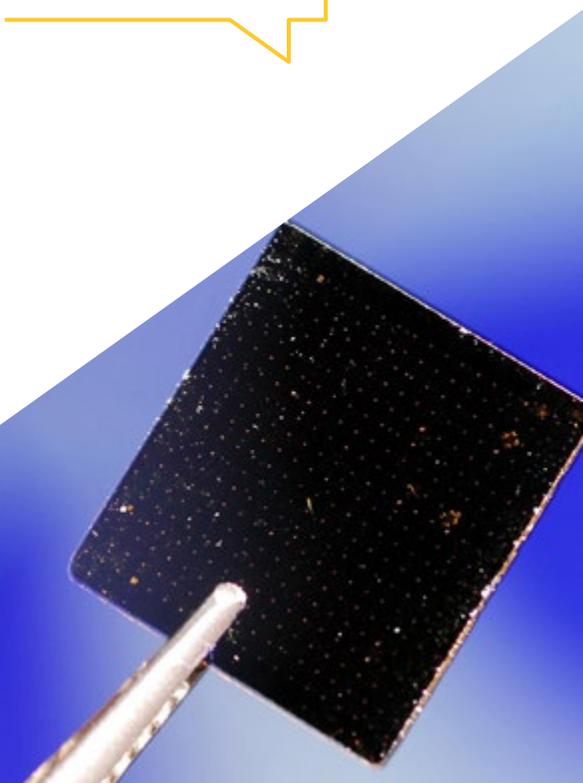
Il personale docente del programma comprende rinomati professionisti e riconosciuti specialisti appartenenti a prestigiose società e università, che forniscono agli studenti le competenze necessarie a intraprendere un percorso di studio eccellente.

I contenuti multimediali, sviluppati in base alle ultime tecnologie educative, forniranno al professionista un apprendimento coinvolgente e localizzato, ovvero inserito in un contesto reale.

La creazione di questo programma è incentrata sull'Apprendimento Basato sui Problemi, mediante il quale il professionista deve cercare di risolvere le diverse situazioni di pratica professionale che gli si presentano durante il corso. Lo studente potrà usufruire di un innovativo sistema di video interattivi creati da esperti di rinomata fama.

*Iscriviti ora a una specializzazione che ti permetterà di avvicinarti allo studio della Fisica dei Materiali.*

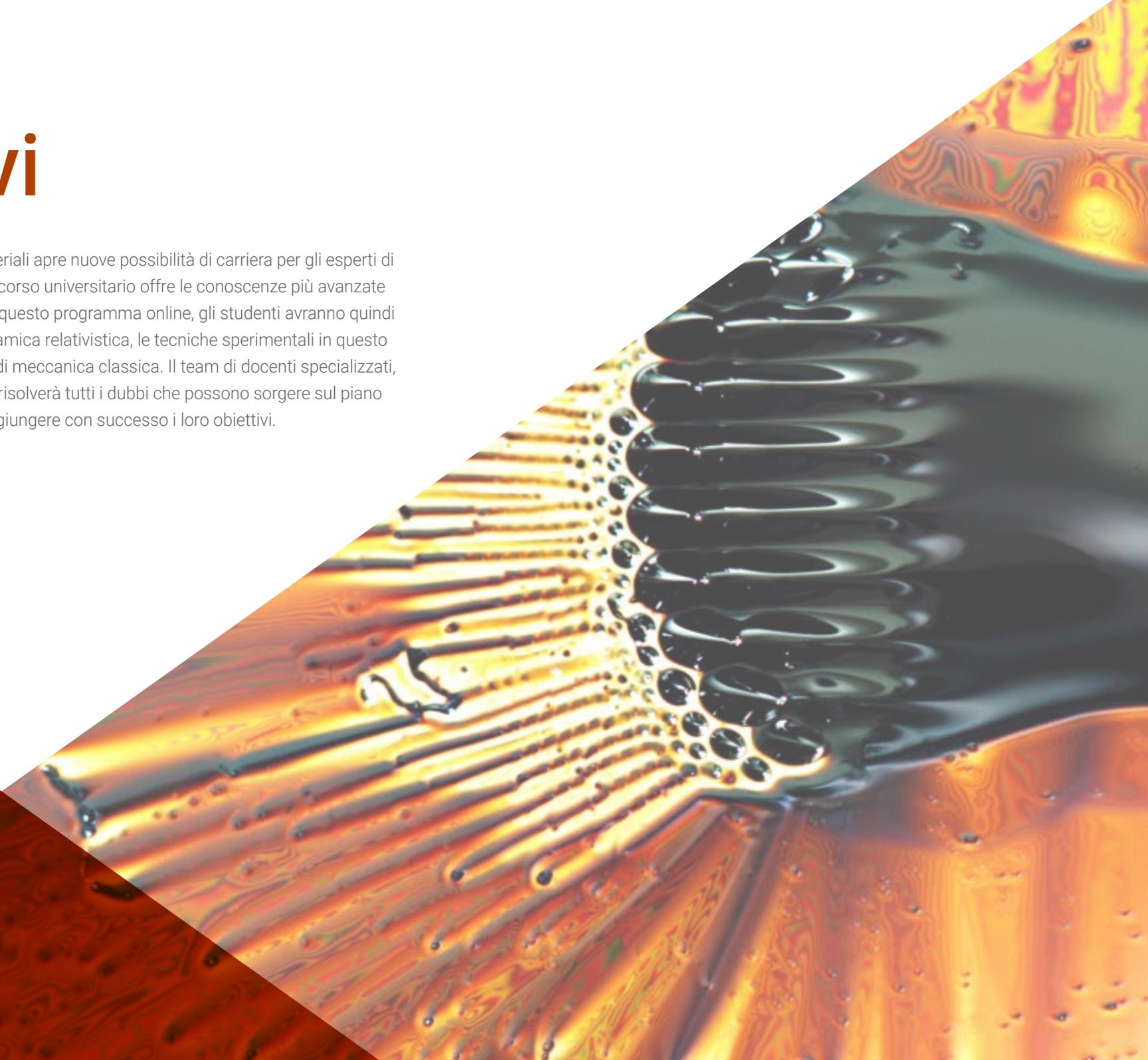
*Grazie a questo programma universitario potrai apprendere le nozioni essenziali sulla magnetostatica sia in mezzi materiali che nel vuoto.*



# 02

## Obiettivi

La spinta allo sviluppo di nuovi materiali apre nuove possibilità di carriera per gli esperti di ingegneria. Ecco perché questo percorso universitario offre le conoscenze più avanzate in Fisica dei Materiali. Al termine di questo programma online, gli studenti avranno quindi acquisito i concetti chiave della dinamica relativistica, le tecniche sperimentali in questo campo e la risoluzione di problemi di meccanica classica. Il team di docenti specializzati, che fa parte di questo programma, risolverà tutti i dubbi che possono sorgere sul piano di studio e aiuterà gli studenti a raggiungere con successo i loro obiettivi.





“

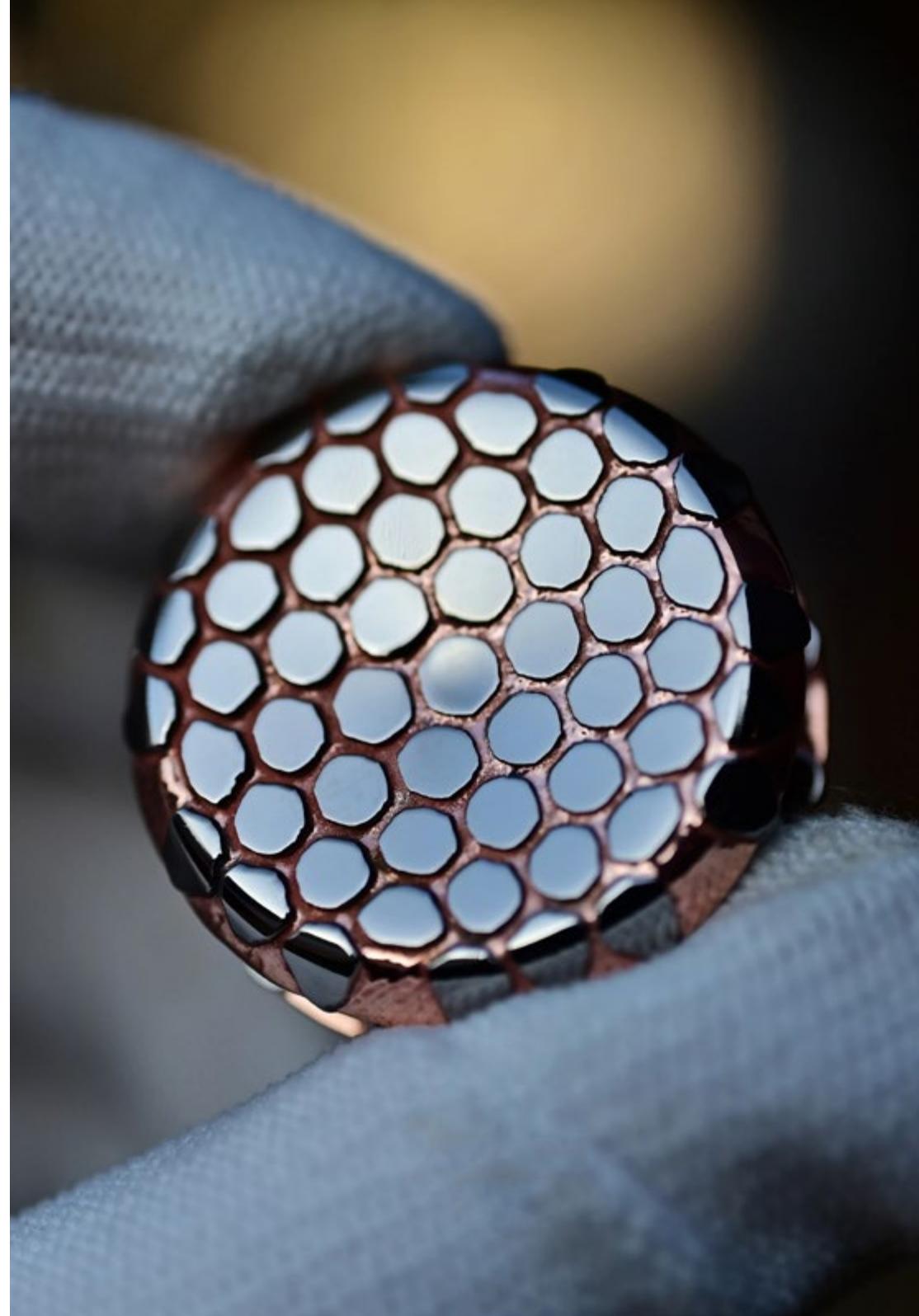
*Grazie a questa specializzazione sarai in grado di comprendere la connessione tra la struttura microscopica (atomica, nanometrica o micrometrica) e le proprietà macroscopiche dei materiali”*



## Obiettivi generali

---

- ♦ Avanzare nella dinamica relativistica
- ♦ Conoscere le tecniche sperimentali più rilevanti nella fisica dei materiali
- ♦ Essere in grado di discernere l'uso di tecniche sperimentali per risolvere un problema nella scienza dei materiali
- ♦ Comprendere la relazione tra l'ottica e le altre discipline della fisica





## Obiettivi specifici

---

### Modulo 1. Ottica

- ♦ Approfondire le conoscenze di base dell'ottica geometrica
- ♦ Comprendere i principi fisici su cui si basano i più comuni strumenti ottici
- ♦ Comprendere e analizzare i fenomeni ottici presenti nella vita quotidiana
- ♦ Applicare i concetti dell'ottica alla risoluzione di problemi fisici legati all'ottica

### Modulo 2. Meccanica classica I

- ♦ Consolidare la conoscenza della meccanica newtoniana
- ♦ Risolvere problemi di forze centrali utilizzando la simmetria rotazionale
- ♦ Saper trattare sistemi di particelle e solidi rigidi
- ♦ Studiare le rotazioni dei solidi rigidi, il tensore d'inerzia e le equazioni di Eulero

### Modulo 3. Elettromagnetismo I

- ♦ Acquisire una conoscenza di base del campo elettrico e delle sue proprietà
- ♦ Applicare la conoscenza dell'analisi vettoriale allo studio del campo elettrico
- ♦ Acquisire una conoscenza di base del campo di induzione magnetica
- ♦ Comprendere il funzionamento dell'elettrostatica sia nel vuoto che nei mezzi materiali
- ♦ Conoscere le caratteristiche di un dielettrico

### Modulo 4. Meccanica classica II

- ♦ Saper trattare sistemi di particelle e oscillatori semplici e accoppiati
- ♦ Conoscere e saper utilizzare gli strumenti matematici dei quadrivettori
- ♦ Apprendere i formalismi lagrangiano e hamiltoniano
- ♦ Saper risolvere problemi di meccanica classica utilizzando il formalismo di Newton e i formalismi lagrangiano e hamiltoniano

### Modulo 5. Elettromagnetismo II

- ♦ Acquisire una conoscenza di base del campo magnetico e delle sue proprietà
- ♦ Acquisire una comprensione della magnetostatica sia in mezzi materiali che nel vuoto
- ♦ Conoscere le leggi di conservazione dell'elettromagnetismo e utilizzarle nella risoluzione dei problemi
- ♦ Conoscere le equazioni di Maxwell ed essere in grado di calcolare varie soluzioni come le onde elettromagnetiche e la loro propagazione

### Modulo 6. Termodinamica avanzata

- ♦ Progredire nei principi della termodinamica
- ♦ Comprendere i concetti di collettività e saper distinguere tra i diversi tipi di collettività
- ♦ Saper distinguere quale collettività sarà più utile nello studio di un dato sistema a seconda del tipo di sistema termodinamico
- ♦ Conoscere le nozioni di base del modello di Ising
- ♦ Conoscere la differenza tra statistiche bosoniche e statistiche barioniche

### Modulo 7. Fisica dei Materiali

- ♦ Conoscere la relazione tra scienza dei materiali e fisica e l'applicabilità di questa scienza nella tecnologia attuale
- ♦ Comprendere la connessione tra la struttura microscopica (atomica, nanometrica o micrometrica) e le proprietà macroscopiche dei materiali, nonché la loro interpretazione in termini fisici
- ♦ Padroneggiare le molteplici proprietà dei materiali

### Modulo 8. Elettronica analogica e digitale

- ♦ Comprendere il funzionamento dei circuiti elettronici lineari, non lineari e digitali
- ♦ Comprendere le varie forme di specificazione e implementazione dei sistemi digitali
- ♦ Identificare i diversi dispositivi elettronici e il loro funzionamento
- ♦ Padroneggiare i circuiti digitali MOS

### Modulo 9. Fisica statistica

- ♦ Approfondire la teoria delle collettività ed essere in grado di applicarla allo studio di sistemi ideali e interagenti, comprese le transizioni di fase e i fenomeni critici
- ♦ Conoscere la teoria dei processi stocastici ed essere in grado di applicarla a casi semplici
- ♦ Conoscere la teoria cinetica elementare dei processi di trasporto ed essere in grado di applicarla ai gas diluiti e ai gas quantistici

### Modulo 10. Meccanica dei fluidi

- ♦ Comprendere i concetti generali della fisica dei fluidi e risolvere i relativi problemi
- ♦ Conoscere le caratteristiche di base dei fluidi e i loro comportamenti in varie condizioni
- ♦ Conoscere le equazioni costitutive
- ♦ Acquisire sicurezza nella gestione delle equazioni di Navier-Stokes





“

*Grazie a questo programma universitario sarai in grado di verificare la variazione dei parametri dei metalli a causa delle strutture cristalline"*

# 03

# Competenze

Grazie a questo Master Privato, gli studenti potranno ottenere solide competenze nel campo della Fisica dei Materiali. Inoltre, i casi di studio forniti in questo programma consentiranno loro di migliorare le capacità di risoluzione dei problemi e la padronanza delle tecniche essenziali in questo campo. In questo modo potrai acquisire le competenze necessarie per sviluppare nuovi materiali.



“

*Grazie a questo programma sarai in grado di padroneggiare il comportamento meccanico, elettrico e fisico dei materiali. Iscriviti ora”*



## Competenze generali

---

- ♦ Conoscere il comportamento meccanico, elettronico e fisico dei materiali
- ♦ Essere in grado di eseguire calcoli di variazioni, distribuzione di carica o campo magnetico
- ♦ Promuovere la progettazione e lo sviluppo di nuovi materiali





### Competenze specifiche

---

- ♦ Saper selezionare e ottimizzare i materiali
- ♦ Conoscere le diverse proprietà dei materiali
- ♦ Applicare e sviluppare le tecniche necessarie nell'ambito della fisica dei materiali

“

*Acquisisci le conoscenze necessarie per essere in grado di sviluppare il prossimo materiale del futuro. Iscriviti subito”*

# 04

## Struttura e contenuti

Il programma di questo Master Privato è stato strutturato in 10 moduli che permetteranno agli studenti di approfondire l'ottica, la meccanica classica, l'elettromagnetismo, la fisica statistica o la fisica dei materiali. Il metodo di *Relearning*, basato sulla reiterazione dei contenuti e sul materiale didattico multimediale, favorirà l'apprendimento. Gli studenti potranno inoltre accedere ai contenuti di questa specializzazione 24 ore su 24 da un computer con connessione a Internet.



“

*La biblioteca di risorse multimediali sarà a disposizione 24 ore su 24. Puoi accedere al programma ogni volta che vuoi, da un computer con una connessione a Internet”*

## Modulo 1. Ottica

- 1.1. Onde: Introduzione
  - 1.1.1. Equazione del moto ondoso
  - 1.1.2. Onde piane
  - 1.1.3. Onde sferiche
  - 1.1.4. Soluzione armonica dell'equazione d'onda
  - 1.1.5. Analisi di Fourier
- 1.2. Sovrapposizione di onde
  - 1.2.1. Sovrapposizione di onde della stessa frequenza
  - 1.2.2. Sovrapposizione di onde di frequenza diversa
  - 1.2.3. Velocità di fase e velocità di gruppo
  - 1.2.4. Superposizione di onde con vettori elettrici perpendicolari
- 1.3. Teoria elettromagnetica della luce
  - 1.3.1. Equazioni di Maxwell macroscopiche
  - 1.3.2. La risposta del materiale
  - 1.3.3. Relazioni energetiche
  - 1.3.4. Onde elettromagnetiche
  - 1.3.5. Mezzi lineari omogenei e isotropi
  - 1.3.6. Trasversalità delle onde piane
  - 1.3.7. Trasporto di energia
- 1.4. Mezzi isotropi
  - 1.4.1. Riflessione e rifrazione nei dielettrici
  - 1.4.2. Formule di Fresnel
  - 1.4.3. Mezzi dielettrici
  - 1.4.4. Polarizzazione indotta
  - 1.4.5. Modello classico di dipolo di Lorentz
  - 1.4.6. Propagazione e diffusione di un fascio di luce
- 1.5. Ottica geometrica
  - 1.5.1. Approssimazione parassiale
  - 1.5.2. Principio di Fermat
  - 1.5.3. Equazione della traiettoria
  - 1.5.4. Propagazione in mezzi non uniformi
- 1.6. Formazione di immagini
  - 1.6.1. Formazione dell'immagine in ottica geometrica
  - 1.6.2. Ottica parassiale
  - 1.6.3. Invariante di Abbe
  - 1.6.4. Incrementi
  - 1.6.5. Sistemi centrati
  - 1.6.6. Focali e piani focali
  - 1.6.7. Piani e punti principali
  - 1.6.8. Lenti sottili
  - 1.6.9. Accoppiamento di sistemi
- 1.7. Strumenti ottici
  - 1.7.1. L'occhio umano
  - 1.7.2. Strumenti fotografici e di proiezione
  - 1.7.3. Telescopi
  - 1.7.4. Strumenti per la visione ravvicinata: occhiali e microscopi composti
- 1.8. Mezzi anisotropi
  - 1.8.1. Polarizzazione
  - 1.8.2. Suscettibilità elettrica. Ellissoide di indici
  - 1.8.3. Equazione d'onda nei mezzi anisotropi
  - 1.8.4. Condizioni di propagazione
  - 1.8.5. Rifrazione nei mezzi anisotropi
  - 1.8.6. Costruzione di Fresnel
  - 1.8.7. Costruzione dell'ellissoide indice
  - 1.8.8. Ritardatori
  - 1.8.9. Mezzi anisotropi assorbenti
- 1.9. Interferenze
  - 1.9.1. Principi generali e condizioni di interferenza
  - 1.9.2. Interferenza di divisione del fronte d'onda
  - 1.9.3. Frange di Young
  - 1.9.4. Interferenza a scissione di ampiezza
  - 1.9.5. Interferometro di Michelson
  - 1.9.6. Interferometri a fasci multipli a divisione di ampiezza
  - 1.9.7. Interferometro Fabry-Perot

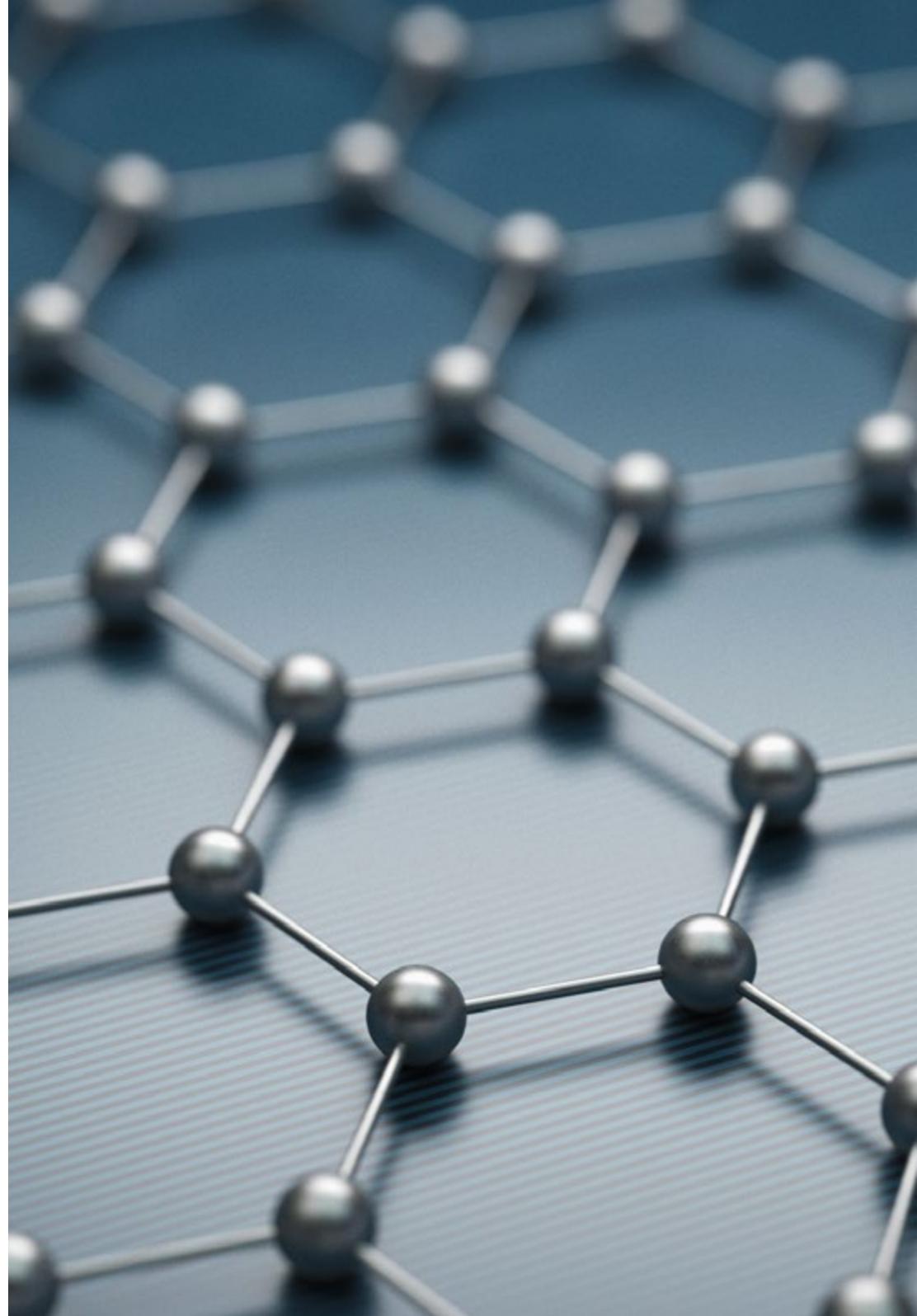
- 1.10. Diffrazione
  - 1.10.1. Principio di Huygens-Fresnel
  - 1.10.2. Diffrazione di Fresnel e Fraunhofer
  - 1.10.3. Diffrazione di Fraunhofer attraverso una fenditura
  - 1.10.4. Limitazione del potere risolutivo degli strumenti
  - 1.10.5. Diffrazione di Fraunhofer da più aperture
  - 1.10.6. Doppia fessura
  - 1.10.7. Reticolo di diffrazione
  - 1.10.8. Introduzione alla teoria scalare di Kirchhoff

## Modulo 2. Meccanica classica I

- 2.1. Cinematica e dinamica: ripasso
  - 2.1.1. Le leggi di Newton
  - 2.1.2. Sistemi di riferimento
  - 2.1.3. Equazione del moto di una particella
  - 2.1.4. Teoremi di conservazione
  - 2.1.5. Dinamica del sistema particellare
- 2.2. Meccanica newtoniana
  - 2.2.1. Teoremi di conservazione per sistemi di particelle
  - 2.2.2. Legge di gravità universale
  - 2.2.3. Linee di forza e superfici equipotenziali
  - 2.2.4. Limiti della meccanica newtoniana
- 2.3. Cinematica delle rotazioni
  - 2.3.1. Fondamenti matematici
  - 2.3.2. Rotazioni infinitesimali
  - 2.3.3. Velocità angolare e accelerazione
  - 2.3.4. Sistemi di riferimento rotazionali
  - 2.3.5. Forza di Coriolis
- 2.4. Studio del solido rigido
  - 2.4.1. Cinematica del solido rigido
  - 2.4.2. Tensore di inerzia di un solido rigido
  - 2.4.3. Assi principali di inerzia
  - 2.4.4. Teoremi di Steiner e teoremi sugli assi perpendicolari
  - 2.4.5. Energia cinetica di rotazione
  - 2.4.6. Momento angolare
- 2.5. Simmetrie e leggi di conservazione
  - 2.5.1. Teorema di conservazione della quantità di moto lineare
  - 2.5.2. Teorema di conservazione del momento angolare
  - 2.5.3. Teorema di conservazione dell'energia
  - 2.5.4. Simmetrie nella meccanica classica: il gruppo di Galileo
- 2.6. Sistemi di coordinate: angoli di Eulero
  - 2.6.1. Sistemi di coordinate e modifiche delle coordinate
  - 2.6.2. Angoli di Eulero
  - 2.6.3. Equazioni di Eulero
  - 2.6.4. Stabilità attorno a un asse principale
- 2.7. Applicazioni della dinamica dei solidi rigidi
  - 2.7.1. Pendolo sferico
  - 2.7.2. Moto di una trottola libera e simmetrica
  - 2.7.3. Moto di una trottola simmetrica con punto fisso
  - 2.7.4. Effetto giroscopico
- 2.8. Movimento sotto forze centrali
  - 2.8.1. Introduzione al campo di forza centrale
  - 2.8.2. Massa ridotta
  - 2.8.3. Equazione della traiettoria
  - 2.8.4. Orbite di un campo centrale
  - 2.8.5. Energia centrifuga e potenziale effettivo
- 2.9. Il problema di Keplero
  - 2.9.1. Il moto dei pianeti - Il problema di Keplero
  - 2.9.2. Soluzione approssimativa dell'equazione di Keplero
  - 2.9.3. Leggi di Keplero
  - 2.9.4. Teorema di Bertrand
  - 2.9.5. Stabilità e teoria delle perturbazioni
  - 2.9.6. Problema dei 2 corpi
- 2.10. Collisioni
  - 2.10.1. Shock elastici e anelastici: introduzione
  - 2.10.2. Sistema di coordinate del centro di massa
  - 2.10.3. Sistema di coordinate del sistema laboratorio
  - 2.10.4. Cinematica degli urti elastici
  - 2.10.5. Diffusione di particelle - Formula di diffusione di Rutherford
  - 2.10.6. Sezione efficace

### Modulo 3. Elettromagnetismo I

- 3.1. Calcolo vettoriale: ripasso
  - 3.1.1. Operazioni con i vettori
    - 3.1.1.1. Prodotto scalare
    - 3.1.1.2. Prodotto vettoriale
    - 3.1.1.3. Prodotto misto
    - 3.1.1.4. Proprietà del prodotto triplo
  - 3.1.2. Trasformazione di vettori
    - 3.1.2.1. Calcolo differenziale
    - 3.1.2.2. Gradiente
    - 3.1.2.3. Divergenza
    - 3.1.2.4. Rotazionale
    - 3.1.2.5. Regole della moltiplicazione
  - 3.1.3. Calcolo integrale
    - 3.1.3.1. Integrali di linea, di superficie e di volume
    - 3.1.3.2. Teorema fondamentale del calcolo
    - 3.1.3.3. Teorema fondamentale del gradiente
    - 3.1.3.4. Teorema fondamentale della divergenza
    - 3.1.3.5. Teorema fondamentale per la rotazione
  - 3.1.4. Funzione delta di Dirac
  - 3.1.5. Teorema di Helmholtz
- 3.2. Sistemi di coordinate e trasformazioni
  - 3.2.1. Elementi di linea, superficie e volume
  - 3.2.2. Coordinate cartesiane
  - 3.2.3. Coordinate polari
  - 3.2.4. Coordinate sferiche
  - 3.2.5. Coordinate cilindriche
  - 3.2.6. Cambio di coordinate



- 3.3. Campo elettrico
  - 3.3.1. Cariche puntiformi
  - 3.3.2. Legge di Coulomb
  - 3.3.3. Campo elettrico e linee di campo
  - 3.3.4. Distribuzioni discrete di carica
  - 3.3.5. Distribuzioni continue di carica
  - 3.3.6. Divergenza e campo elettrico rotazionale
  - 3.3.7. Flusso del campo elettrico: teorema di Gauss
- 3.4. Potenziale elettrico
  - 3.4.1. Definizione di potenziale elettrico
  - 3.4.2. Equazione di Poisson
  - 3.4.3. Equazione di Laplace
  - 3.4.4. Calcolo del potenziale di una distribuzione di carica
- 3.5. Energia elettrostatica
  - 3.5.1. Lavoro in elettrostatica
  - 3.5.2. Energia di una distribuzione discreta di carica
  - 3.5.3. Energia di una distribuzione continua di carica
  - 3.5.4. Conduttori in equilibrio elettrostatico
  - 3.5.5. Cariche indotte
- 3.6. Elettrostatica nel vuoto
  - 3.6.1. Equazione di Laplace in una, due e tre dimensioni
  - 3.6.2. Equazione di Laplace - condizioni al contorno e teoremi di unicità
  - 3.6.3. Metodologia delle immagini
  - 3.6.4. Separazione delle variabili
- 3.7. Espansione multipolare
  - 3.7.1. Potenziali approssimativi a distanza dalla sorgente
  - 3.7.2. Sviluppo del multipolo
  - 3.7.3. Termine monopolare
  - 3.7.4. Termine di dipolo
  - 3.7.5. Origine delle coordinate nelle espansioni di multipolo
  - 3.7.6. Campo elettrico di un dipolo elettrico
- 3.8. Elettrostatica nei mezzi materiali I
  - 3.8.1. Campo creato da un dielettrico
  - 3.8.2. Tipi di dielettrici
  - 3.8.3. Vettore spostamento
  - 3.8.4. La legge di Gauss in presenza di dielettrici
  - 3.8.5. Condizioni di contorno
  - 3.8.6. Campo elettrico all'interno di un dielettrico
- 3.9. Elettrostatica nei mezzi materiali II: dielettrici lineari
  - 3.9.1. Suscettibilità elettrica
  - 3.9.2. Permeabilità elettrica
  - 3.9.3. Costante dielettrica
  - 3.9.4. Energia nei sistemi dielettrici
  - 3.9.5. Forze sui dielettrici
- 3.10. Magnetostatica
  - 3.10.1. Campo di induzione magnetica
  - 3.10.2. Correnti elettriche
  - 3.10.3. Calcolo del campo magnetico: legge di Biot e Savart
  - 3.10.4. Forza di Lorentz
  - 3.10.5. Divergenza e rotazionale del campo magnetico
  - 3.10.6. Legge di Ampere
  - 3.10.7. Potenziale vettoriale magnetico

## Modulo 4. Meccanica classica II

- 4.1. Oscillazioni
  - 4.1.1. Oscillatore armonico semplice
  - 4.1.2. Oscillatore attenuato
  - 4.1.3. Oscillatore forzato
  - 4.1.4. Serie di Fourier
  - 4.1.5. Funzione di Green
  - 4.1.6. Oscillatori non lineari
- 4.2. Oscillazioni accoppiate I
  - 4.2.1. Introduzione
  - 4.2.2. Accoppiamento di due oscillatori armonici
  - 4.2.3. Modalità normale
  - 4.2.4. Accoppiamento debole
  - 4.2.5. Vibrazioni forzate di oscillatori accoppiati
- 4.3. Oscillazioni accoppiate II
  - 4.3.1. Teoria generale delle oscillazioni accoppiate
  - 4.3.2. Coordinate normali
  - 4.3.3. Accoppiamento di più oscillatori: confine continuo e corda vibrante
  - 4.3.4. Equazione d'onda
- 4.4. Teoria della relatività speciale
  - 4.4.1. Quadri di riferimento inerziali
  - 4.4.2. Invarianza galileiana
  - 4.4.3. Trasformazioni di Lorentz
  - 4.4.4. Velocità relative
  - 4.4.5. Momento lineare relativistico
  - 4.4.6. Invarianti relativistici
- 4.5. Formalismo tensoriale della relatività speciale
  - 4.5.1. Quadri vettori
  - 4.5.2. Quadrimomento e quadriposizione
  - 4.5.3. Energia relativistica
  - 4.5.4. Forze relativistiche
  - 4.5.5. Collisioni di particelle relativistiche
  - 4.5.6. Disgregazione delle particelle
- 4.6. Introduzione alla meccanica analitica
  - 4.6.1. Collegamenti e coordinate generalizzate
  - 4.6.2. Strumento matematico: il calcolo delle variazioni
  - 4.6.3. Definizione dell'azione
  - 4.6.4. Principio di Hamilton: azione estrema
- 4.7. Formulazione lagrangiana
  - 4.7.1. Definizione di Lagrangiano
  - 4.7.2. Calcolo delle variazioni
  - 4.7.3. Equazioni di Eulero-Lagrange
  - 4.7.4. Quantità conservate
  - 4.7.5. Estensione a sistemi non olonomi
- 4.8. Formulazione hamiltoniana
  - 4.8.1. Spazio fasico
  - 4.8.2. Trasformazioni di Legendre: l'hamiltoniana
  - 4.8.3. Equazioni canoniche
  - 4.8.4. Quantità conservate
- 4.9. Meccanica analitica - ampliamento
  - 4.9.1. Parentesi di Poisson
  - 4.9.2. Moltiplicatori di Lagrange e forze di collegamento
  - 4.9.3. Teorema di Liouville
  - 4.9.4. Teorema del viraggio
- 4.10. Meccanica relativistica analitica e teoria classica dei campi
  - 4.10.1. Movimento delle cariche nei campi elettromagnetici
  - 4.10.2. Lagrangiana di una particella libera relativistica
  - 4.10.3. Lagrangiana di interazione
  - 4.10.4. Teoria di campo classica: introduzione
  - 4.10.5. Elettrodinamica classica

**Modulo 5. Elettromagnetismo II**

- 5.1. Magnetismo nei mezzi materiali I
  - 5.1.1. Sviluppo del multipolo
  - 5.1.2. Dipolo magnetico
  - 5.1.3. Campo creato da un materiale magnetico
  - 5.1.4. Intensità magnetica
  - 5.1.5. Tipi di materiali magnetici: diamagnetici, paramagnetici e ferromagnetici
  - 5.1.6. Condizioni di confine
- 5.2. Magnetismo nei mezzi materiali II
  - 5.2.1. Campo ausiliario H
  - 5.2.2. La legge di Ampere nei mezzi magnetizzati
  - 5.2.3. Suscettibilità magnetica
  - 5.2.4. Permeabilità magnetica
  - 5.2.5. Circuiti magnetici
- 5.3. Elettrodinamica
  - 5.3.1. Legge di Ohm
  - 5.3.2. Forza elettromotrice
  - 5.3.3. La legge di Faraday e i suoi limiti
  - 5.3.4. Induttanza reciproca e autoinduttanza
  - 5.3.5. Campo elettrico indotto
  - 5.3.6. Induttanza
  - 5.3.7. Energia nei campi magnetici
- 5.4. Equazioni di Maxwell
  - 5.4.1. Corrente di spostamento
  - 5.4.2. Equazioni di Maxwell nel vuoto e nei mezzi materiali
  - 5.4.3. Condizioni di contorno
  - 5.4.4. Unicità della soluzione
  - 5.4.5. Energia elettromagnetica
  - 5.4.6. Impulso di campo elettromagnetico
  - 5.4.7. Momento angolare del campo elettromagnetico
- 5.5. Leggi di conservazione
  - 5.5.1. Energia elettromagnetica
  - 5.5.2. Equazione di continuità
  - 5.5.3. Teorema di Poynting
  - 5.5.4. La terza legge di Newton in elettrodinamica
- 5.6. Onde elettromagnetiche: introduzione
  - 5.6.1. Movimento d'onda
  - 5.6.2. Equazione d'onda
  - 5.6.3. Spettro elettromagnetico
  - 5.6.4. Onde piane
  - 5.6.5. Onde sinusoidali
  - 5.6.6. Condizioni di contorno: riflessione e rifrazione
  - 5.6.7. Polarizzazione
- 5.7. Onde elettromagnetiche nel vuoto
  - 5.7.1. Equazione d'onda per campi di induzione elettrica e magnetica
  - 5.7.2. Onde monocromatiche
  - 5.7.3. Momento delle onde elettromagnetiche
  - 5.7.4. Momento delle onde elettromagnetiche
- 5.8. Onde elettromagnetiche in mezzi materiali
  - 5.8.1. Onde piane in un dielettrico
  - 5.8.2. Onde piane in un conduttore
  - 5.8.3. Propagazione delle onde nei mezzi lineari
  - 5.8.4. Mezzo dispersivo
  - 5.8.5. Riflessione e rifrazione
- 5.9. Onde in mezzi confinati I
  - 5.9.1. Le equazioni di Maxwell in una guida
  - 5.9.2. Guide dielettriche
  - 5.9.3. Modalità in una guida
  - 5.9.4. Velocità di propagazione
  - 5.9.5. Guida rettangolare
- 5.10. Onde in mezzi confinati II
  - 5.10.1. Cavità risonanti
  - 5.10.2. Linee di trasmissione
  - 5.10.3. Regime transitorio
  - 5.10.4. Regime permanente

## Modulo 6. Termodinamica avanzata

- 6.1. Formalismo della termodinamica
  - 6.1.1. Leggi della termodinamica
  - 6.1.2. L'equazione fondamentale
  - 6.1.3. Energia interna: forma di Eulero
  - 6.1.4. Equazione di Gibbs-Duhem
  - 6.1.5. Trasformazioni di Legendre
  - 6.1.6. Potenziali termodinamici
  - 6.1.7. Relazioni di Maxwell per un fluido
  - 6.1.8. Condizioni di stabilità
- 6.2. Descrizione microscopica di sistemi macroscopici I
  - 6.2.1. Microstati e macrostati: introduzione
  - 6.2.2. Spazio di fase
  - 6.2.3. Collettività
  - 6.2.4. Collettività micro-canonica
  - 6.2.5. Equilibrio termico
- 6.3. Descrizione microscopica di sistemi macroscopici II
  - 6.3.1. Sistemi discreti
  - 6.3.2. Entropia statistica
  - 6.3.3. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann
  - 6.3.4. Pressione
  - 6.3.5. Effusione
- 6.4. Collettività canonica
  - 6.4.1. Funzione di partizione
  - 6.4.2. Sistemi ideali
  - 6.4.3. Degenerazione dell'energia
  - 6.4.4. Comportamento del gas ideale monoatomico al potenziale
  - 6.4.5. Teorema di equipartizione dell'energia
  - 6.4.6. Sistemi discreti
- 6.5. Sistemi magnetici
  - 6.5.1. Termodinamica dei sistemi magnetici
  - 6.5.2. Paramagnetismo classico
  - 6.5.3. Paramagnetismo di  $Spin \frac{1}{2}$
  - 6.5.4. Smagnetizzazione adiabatica
- 6.6. Transizioni di fase
  - 6.6.1. Classificazione delle transizioni di fase
  - 6.6.2. Diagrammi di fase
  - 6.6.3. Equazione di Clapeyron
  - 6.6.4. Equilibrio vapore-fase condensata
  - 6.6.5. Il punto critico
  - 6.6.6. Classificazione di Ehrenfest delle transizioni di fase
  - 6.6.7. La teoria di Landau
- 6.7. Modello di Ising
  - 6.7.1. Introduzione
  - 6.7.2. Catena unidimensionale
  - 6.7.3. Catena unidimensionale aperta
  - 6.7.4. Approssimazione del campo medio
- 6.8. Gas reali
  - 6.8.1. Fattore di compressibilità: sviluppo del viriale
  - 6.8.2. Potenziale di interazione e funzione di partizione configurazionale
  - 6.8.3. Secondo coefficiente del viriale
  - 6.8.4. Equazione di Van der Waals
  - 6.8.5. Gas a reticolo
  - 6.8.6. Legge degli stati corrispondenti
  - 6.8.7. Espansioni di Joule e Joule-Kelvin
- 6.9. Gas di fotoni
  - 6.9.1. Statistica di Bosoni vs. Statistiche dei fermioni
  - 6.9.2. Densità energetica e degenerazione degli stati
  - 6.9.3. Distribuzione di Planck
  - 6.9.4. Equazioni di stato di un gas fotonico
- 6.10. Collettività macrocanonica
  - 6.10.1. Funzione di partizione
  - 6.10.2. Sistemi discreti
  - 6.10.3. Fluttuazioni
  - 6.10.4. Sistemi ideali
  - 6.10.5. Il gas monoatomico
  - 6.10.6. Equilibrio vapore-solido

**Modulo 7. Fisica dei Materiali**

- 7.1. Scienza dei materiali e stato solido
  - 7.1.1. Campo di studio della scienza dei materiali
  - 7.1.2. Classificazione dei materiali in base al tipo di legame
  - 7.1.3. Classificazione dei materiali in base alle loro applicazioni tecnologiche
  - 7.1.4. Relazione tra struttura, proprietà e lavorazione
- 7.2. Strutture cristalline
  - 7.2.1. Ordine e disordine: concetti di base
  - 7.2.2. Cristallografia: concetti fondamentali
  - 7.2.3. Revisione delle strutture cristalline di base: strutture metalliche e ioniche semplici
  - 7.2.4. Strutture cristalline più complesse (ioniche e covalenti)
  - 7.2.5. Struttura dei polimeri
- 7.3. Difetti nelle strutture cristalline
  - 7.3.1. Classificazione delle imperfezioni
  - 7.3.2. Imperfezioni strutturali
  - 7.3.3. Difetti puntuali
  - 7.3.4. Altre imperfezioni
  - 7.3.5. Dislocazioni
  - 7.3.6. Difetti interfacciali
  - 7.3.7. Difetti estesi
  - 7.3.8. Imperfezioni chimiche
  - 7.3.9. Soluzioni solide sostitutive
  - 7.3.10. Soluzioni solide interstiziali
- 7.4. Diagrammi di fase
  - 7.4.1. Concetti fondamentali
    - 7.4.1.1. Limite di solubilità ed equilibrio di fase
    - 7.4.1.2. Interpretazione e uso dei diagrammi di fase: regola di Gibbs delle fasi
  - 7.4.2. Diagramma di fase a 1 componente
  - 7.4.3. Diagramma di fase a 2 componenti
    - 7.4.3.1. Solubilità totale allo stato solido
    - 7.4.3.2. Insolubilità totale allo stato solido
    - 7.4.3.3. Solubilità parziale allo stato solido
  - 7.4.4. Diagramma di fase a 3 componenti
- 7.5. Proprietà meccaniche
  - 7.5.1. Deformazione elastica
  - 7.5.2. Deformazione plastica
  - 7.5.3. Test meccanici
  - 7.5.4. Frattura
  - 7.5.5. Fatica
  - 7.5.6. Fluidità
- 7.6. Proprietà elettriche
  - 7.6.1. Introduzione
  - 7.6.2. Conducibilità. Conduttori
  - 7.6.3. Semiconduttori
  - 7.6.4. Polimeri
  - 7.6.5. Caratterizzazione elettrica
  - 7.6.6. Isolanti
  - 7.6.7. Transizione conduttore-isolante
  - 7.6.8. Dielettrici
  - 7.6.9. Fenomeni dielettrici
  - 7.6.10. Caratterizzazione dielettrica
  - 7.6.11. Materiali di interesse tecnologico
- 7.7. Proprietà magnetiche I
  - 7.7.1. Origine del magnetismo
  - 7.7.2. Materiali con momento di dipolo magnetico
  - 7.7.3. Tipi di magnetismo
  - 7.7.4. Campo locale
  - 7.7.5. Diamagnetismo
  - 7.7.6. Paramagnetismo
  - 7.7.7. Ferromagnetismo
  - 7.7.8. Antiferromagnetismo
  - 7.7.9. Ferrimagnetismo
- 7.8. Proprietà magnetiche II
  - 7.8.1. Domini
  - 7.8.2. Isteresi
  - 7.8.3. Magnetostrizione
  - 7.8.4. Materiali di interesse tecnologico: materiali magneticamente morbidi e duri
  - 7.8.5. Caratterizzazione dei materiali magnetici

- 7.9. Proprietà termiche
  - 7.9.1. Introduzione
  - 7.9.2. Capacità termica
  - 7.9.3. Conducibilità termica
  - 7.9.4. Espansione e contrazione
  - 7.9.5. Fenomeni termoelettrici
  - 7.9.6. Effetto magnetocalorico
  - 7.9.7. Caratterizzazione delle proprietà termiche
- 7.10. Proprietà ottiche: luce e materia
  - 7.10.1. Assorbimento e riemissione
  - 7.10.2. Fonte di luce
  - 7.10.3. Conversione dell'energia
  - 7.10.4. Caratterizzazione ottica
  - 7.10.5. Tecniche di microscopia
  - 7.10.6. Nanostrutture

## Modulo 8. Elettronica analogica e digitale

- 8.1. Analisi del circuito
  - 8.1.1. Vincoli dell'elemento
  - 8.1.2. Vincoli di connessione
  - 8.1.3. Vincoli combinati
  - 8.1.4. Circuiti equivalenti
  - 8.1.5. Divisione della tensione e della corrente
  - 8.1.6. Riduzione del circuito
- 8.2. Sistemi analogici
  - 8.2.1. Leggi di Kirchoff
  - 8.2.2. Teorema di Thévenin
  - 8.2.3. Teorema di Norton
  - 8.2.4. Introduzione alla fisica dei semiconduttori
- 8.3. Dispositivi ed equazioni caratteristiche
  - 8.3.1. Diodo
  - 8.3.2. Transistor bipolari (BJT) e MOSFET
  - 8.3.3. Modello Pspice
  - 8.3.4. Curve caratteristiche
  - 8.3.5. Regioni di intervento

- 8.4. Amplificatori
  - 8.4.1. Funzionamento dell'amplificatore
  - 8.4.2. Circuiti amplificatori equivalenti
  - 8.4.3. Feedback
  - 8.4.4. Analisi nel dominio della frequenza
- 8.5. Stadi di amplificazione
  - 8.5.1. Funzione di amplificatore BJT e MOSFET
  - 8.5.2. Polarizzazione
  - 8.5.3. Modello equivalente a piccolo segnale
  - 8.5.4. Amplificatori monostadio
  - 8.5.5. Risposta in frequenza
  - 8.5.6. Collegamento degli stadi di amplificazione in cascata
  - 8.5.7. Coppia differenziale
  - 8.5.8. Specchi di corrente e applicazione come carichi attivi
- 8.6. Amplificatore operazionale e applicazioni
  - 8.6.1. Amplificatore operazionale ideale
  - 8.6.2. Deviazioni dall'idealità
  - 8.6.3. Oscillatori sinusoidali
  - 8.6.4. Comparatori e oscillatori di rilassamento
- 8.7. Funzioni logiche e circuiti combinatoriali
  - 8.7.1. Rappresentazione dell'informazione nell'elettronica digitale
  - 8.7.2. Algebra booleana
  - 8.7.3. Semplificazione delle funzioni logiche
  - 8.7.4. Strutture combinatorie a due livelli
  - 8.7.5. Moduli funzionali combinati
- 8.8. Sistemi sequenziali
  - 8.8.1. Concetto di sistema sequenziale
  - 8.8.2. Latches, flip-flop e registri
  - 8.8.3. Tabelle di stato e diagrammi di stato: modelli di Moore e Mealy
  - 8.8.4. Implementazione di sistemi sequenziali sincroni
  - 8.8.5. Struttura generale del computer

- 8.9. Circuiti MOS digitali
  - 8.9.1. Invertitori
  - 8.9.2. Parametri statici e dinamici
  - 8.9.3. Circuiti MOS combinati
    - 8.9.3.1. Logica a transistor a gradini
    - 8.9.3.2. Implementazione di latches e flip-flop
- 8.10. Circuiti digitali bipolari e a tecnologia avanzata
  - 8.10.1. Interruttore BJT. Circuiti BTJ digitali
  - 8.10.2. Circuiti logici transistor-transistor TTL
  - 8.10.3. Curve caratteristiche di un TTL standard
  - 8.10.4. Circuiti logici ad accoppiamento di emettitore ECL
  - 8.10.5. Circuiti digitali con BiCMOS

## Modulo 9. Fisica statistica

- 9.1. Processi stocastici
  - 9.1.1. Introduzione
  - 9.1.2. Moto browniano
  - 9.1.3. Cammino casuale
  - 9.1.4. Equazione di Langevin
  - 9.1.5. Equazione di Fokker-Planck
  - 9.1.6. Motori browniani
- 9.2. Revisione della meccanica statistica
  - 9.2.1. Collettività e postulati
  - 9.2.2. Collettività micro-canonica
  - 9.2.3. Collettività canonica
  - 9.2.4. Spettri di energia discreti e continui
  - 9.2.5. Limiti classici e quantistici. Lunghezza d'onda termica
  - 9.2.6. Statistiche di Maxwell-Boltzmann
  - 9.2.7. Teorema di equipartizione dell'energia
- 9.3. Gas ideale di molecole biatomiche
  - 9.3.1. Il problema dei calori specifici dei gas
  - 9.3.2. Gradi di libertà interni
  - 9.3.3. Contributo di ciascun grado di libertà alla capacità termica
  - 9.3.4. Molecole poliatomiche
- 9.4. Sistemi magnetici
  - 9.4.1. Sistemi di rotazione  $\frac{1}{2}$
  - 9.4.2. Paramagnetismo quantistico
  - 9.4.3. Paramagnetismo classico
  - 9.4.4. Superparamagnetismo
- 9.5. Sistemi biologici
  - 9.5.1. Biofisica
  - 9.5.2. Denaturazione del DNA
  - 9.5.3. Membrane biologiche
  - 9.5.4. Curva di saturazione della mioglobina. Isoterma di Langmuir
- 9.6. Sistemi interagenti
  - 9.6.1. Solidi, liquidi, gas
  - 9.6.2. Sistemi magnetici. Transizione ferro-paramagnetica
  - 9.6.3. Modello di Weiss
  - 9.6.4. Modello di Landau
  - 9.6.5. Modello di Ising
  - 9.6.6. Punti critici e universalità
  - 9.6.7. Metodo di Montecarlo. Algoritmo di Metropolis
- 9.7. Gas ideale quantistico
  - 9.7.1. Particelle distinguibili e indistinguibili
  - 9.7.2. Microstati nella meccanica statistica quantistica
  - 9.7.3. Calcolo della funzione di ripartizione macrocanonica in un gas ideale
  - 9.7.4. Statistica quantistica: statistica di Bose-Einstein e statistica di Fermi-Dirac
  - 9.7.5. Gas ideali di bosoni e fermioni
- 9.8. Gas bosonico ideale
  - 9.8.1. Fotoni. Radiazione del corpo nero
  - 9.8.2. I fononi. Capacità termica del reticolo cristallino
  - 9.8.3. Condensazione di Bose-Einstein
  - 9.8.4. Proprietà termodinamiche del gas di Bose-Einstein
  - 9.8.5. Temperatura e densità critiche

- 9.9. Gas ideale per fermioni
  - 9.9.1. Statistiche di Fermi-Dirac
  - 9.9.2. Capacità termica degli elettroni
  - 9.9.3. Pressione di degenerazione dei fermioni
  - 9.9.4. Funzione di Fermi e temperatura
- 9.10. Teoria cinetica elementare dei gas
  - 9.10.1. Gas diluito all'equilibrio
  - 9.10.2. Coefficienti di trasporto
  - 9.10.3. Conduttività termica del reticolo cristallino e degli elettroni
  - 9.10.4. Sistemi gassosi composti da molecole in movimento

## Modulo 10. Meccanica dei fluidi

- 10.1. Introduzione alla fisica dei fluidi
  - 10.1.1. Condizione di non scivolamento
  - 10.1.2. Classificazione dei flussi
  - 10.1.3. Sistema di controllo e volume di controllo
  - 10.1.4. Proprietà dei fluidi
    - 10.1.4.1. Densità
    - 10.1.4.2. Peso specifico
    - 10.1.4.3. Pressione di vapore
    - 10.1.4.4. Cavitazione
    - 10.1.4.5. Calore specifico
    - 10.1.4.6. Compressibilità
    - 10.1.4.7. Velocità del suono
    - 10.1.4.8. Viscosità
    - 10.1.4.9. Tensione superficiale
- 10.2. Statica e cinematica dei fluidi
  - 10.2.1. Pressione
  - 10.2.2. Dispositivi di misurazione della pressione
  - 10.2.3. Forze idrostatiche su superfici sommerse
  - 10.2.4. Galleggiamento, stabilità e moto di solidi rigidi
  - 10.2.5. Descrizioni lagrangiane ed euleriane
  - 10.2.6. Modelli di flusso
    - 10.2.7. Tensori cinematici
    - 10.2.8. Vorticità
    - 10.2.9. Rotazionalità
    - 10.2.10. Teorema del trasporto di Reynolds
- 10.3. Equazioni di Bernoulli e dell'energia
  - 10.3.1. Conservazione della massa
  - 10.3.2. Energia meccanica ed efficienza
  - 10.3.3. Equazione di Bernoulli
  - 10.3.4. Equazione energetica generale
  - 10.3.5. Analisi energetica del flusso stazionario
- 10.4. Analisi dei fluidi
  - 10.4.1. Equazioni di conservazione della quantità di moto lineare
  - 10.4.2. Equazioni di conservazione del momento angolare
  - 10.4.3. Omogeneità dimensionale
  - 10.4.4. Metodo di ripetizione delle variabili
  - 10.4.5. Teorema del Pi greco di Buckingham
- 10.5. Flusso nei tubi
  - 10.5.1. Flusso laminare e turbolento
  - 10.5.2. Regione di ingresso
  - 10.5.3. Perdite minori
  - 10.5.4. Reti
- 10.6. Analisi differenziale ed equazioni di Navier-Stokes
  - 10.6.1. Conservazione della massa
  - 10.6.2. Funzione attuale
  - 10.6.3. Equazione di Cauchy
  - 10.6.4. Equazione di Navier-Stokes
  - 10.6.5. Equazioni del moto di Navier-Stokes senza dimensione
  - 10.6.6. Flusso di Stokes
  - 10.6.7. Flusso invisibile
  - 10.6.8. Flusso irrazionale
  - 10.6.9. Teoria dello strato limite. Equazione di Clausius

- 10.7. Flusso esterno
  - 10.7.1. Trascinamento e portanza
  - 10.7.2. Attrito e pressione
  - 10.7.3. Coefficienti
  - 10.7.4. Cilindri e sfere
  - 10.7.5. Profili aerodinamici
- 10.8. Flusso comprimibile
  - 10.8.1. Proprietà di ristagno
  - 10.8.2. Flusso isentropico monodimensionale
  - 10.8.3. Ugelli
  - 10.8.4. Onde d'urto
  - 10.8.5. Onde di espansione
  - 10.8.6. Flusso di Rayleigh
  - 10.8.7. Flusso di Fanno
- 10.9. Flusso del canale aperto
  - 10.9.1. Classificazione
  - 10.9.2. Numero di Froude
  - 10.9.3. Velocità dell'onda
  - 10.9.4. Flusso uniforme
  - 10.9.5. Flusso gradualmente variabile
  - 10.9.6. Flusso rapidamente variabile
  - 10.9.7. Salto idraulico
- 10.10. Fluidi non newtoniani
  - 10.10.1. Flussi standard
  - 10.10.2. Funzioni del materiale
  - 10.10.3. Esperimenti
  - 10.10.4. Modello di fluido newtoniano generalizzato
  - 10.10.5. Modello generalizzato lineare di fluido viscoelastico
  - 10.10.6. Equazioni costitutive avanzate e reometria



*Potenzia la tua carriera nel campo della fisica dei materiali grazie alle conoscenze complete che acquisirai nell'arco dei 12 mesi di questa specializzazione"*

05

# Metodologia

Questo programma ti offre un modo differente di imparare. La nostra metodologia si sviluppa in una modalità di apprendimento ciclico: *il Relearning*.

Questo sistema di insegnamento viene applicato nelle più prestigiose facoltà di medicina del mondo ed è considerato uno dei più efficaci da importanti pubblicazioni come il *New England Journal of Medicine*.



“

*Scopri il Relearning, un sistema che abbandona l'apprendimento lineare convenzionale, per guidarti attraverso dei sistemi di insegnamento ciclici: una modalità di apprendimento che ha dimostrato la sua enorme efficacia, soprattutto nelle materie che richiedono la memorizzazione”*

### Caso di Studio per contestualizzare tutti i contenuti

Il nostro programma offre un metodo rivoluzionario per sviluppare le abilità e le conoscenze. Il nostro obiettivo è quello di rafforzare le competenze in un contesto mutevole, competitivo e altamente esigente.

“

*Con TECH potrai sperimentare un modo di imparare che sta scuotendo le fondamenta delle università tradizionali in tutto il mondo"*



*Avrai accesso a un sistema di apprendimento basato sulla ripetizione, con un insegnamento naturale e progressivo durante tutto il programma.*



*Imparerai, attraverso attività collaborative e casi reali, la risoluzione di situazioni complesse in ambienti aziendali reali.*

## Un metodo di apprendimento innovativo e differente

Questo programma di TECH consiste in un insegnamento intensivo, creato ex novo, che propone le sfide e le decisioni più impegnative in questo campo, sia a livello nazionale che internazionale. Grazie a questa metodologia, la crescita personale e professionale viene potenziata, effettuando un passo decisivo verso il successo. Il metodo casistico, la tecnica che sta alla base di questi contenuti, garantisce il rispetto della realtà economica, sociale e professionale più attuali.

“ *Il nostro programma ti prepara ad affrontare nuove sfide in ambienti incerti e a raggiungere il successo nella tua carriera* ”

Il metodo casistico è stato il sistema di apprendimento più usato nelle migliori facoltà del mondo. Sviluppato nel 1912 affinché gli studenti di Diritto non imparassero la legge solo sulla base del contenuto teorico, il metodo casistico consisteva nel presentare loro situazioni reali e complesse per prendere decisioni informate e giudizi di valore su come risolverle. Nel 1924 fu stabilito come metodo di insegnamento standard ad Harvard.

Cosa dovrebbe fare un professionista per affrontare una determinata situazione? Questa è la domanda con cui ti confrontiamo nel metodo dei casi, un metodo di apprendimento orientato all'azione. Durante il programma, gli studenti si confronteranno con diversi casi di vita reale. Dovranno integrare tutte le loro conoscenze, effettuare ricerche, argomentare e difendere le proprie idee e decisioni.

## Metodologia Relearning

TECH coniuga efficacemente la metodologia del Caso di Studio con un sistema di apprendimento 100% online basato sulla ripetizione, che combina 8 diversi elementi didattici in ogni lezione.

Potenziamo il Caso di Studio con il miglior metodo di insegnamento 100% online: il Relearning.

*Nel 2019 abbiamo ottenuto i migliori risultati di apprendimento di tutte le università online del mondo.*

In TECH si impara attraverso una metodologia all'avanguardia progettata per formare i manager del futuro. Questo metodo, all'avanguardia della pedagogia mondiale, si chiama Relearning.

La nostra università è l'unica autorizzata a utilizzare questo metodo di successo. Nel 2019, siamo riusciti a migliorare il livello di soddisfazione generale dei nostri studenti (qualità dell'insegnamento, qualità dei materiali, struttura del corso, obiettivi...) rispetto agli indicatori della migliore università online.



Nel nostro programma, l'apprendimento non è un processo lineare, ma avviene in una spirale (impariamo, disimpariamo, dimentichiamo e re-impariamo). Pertanto, combiniamo ciascuno di questi elementi in modo concentrico. Questa metodologia ha formato più di 650.000 laureati con un successo senza precedenti in campi diversi come la biochimica, la genetica, la chirurgia, il diritto internazionale, le competenze manageriali, le scienze sportive, la filosofia, il diritto, l'ingegneria, il giornalismo, la storia, i mercati e gli strumenti finanziari. Tutto questo in un ambiente molto esigente, con un corpo di studenti universitari con un alto profilo socio-economico e un'età media di 43,5 anni.

*Il Relearning ti permetterà di apprendere con meno sforzo e più performance, impegnandoti maggiormente nella tua specializzazione, sviluppando uno spirito critico, difendendo gli argomenti e contrastando le opinioni: un'equazione diretta al successo.*

Dalle ultime evidenze scientifiche nel campo delle neuroscienze, non solo sappiamo come organizzare le informazioni, le idee, le immagini e i ricordi, ma sappiamo che il luogo e il contesto in cui abbiamo imparato qualcosa è fondamentale per la nostra capacità di ricordarlo e immagazzinarlo nell'ippocampo, per conservarlo nella nostra memoria a lungo termine.

In questo modo, e in quello che si chiama Neurocognitive Context-dependent E-learning, i diversi elementi del nostro programma sono collegati al contesto in cui il partecipante sviluppa la sua pratica professionale.



Questo programma offre i migliori materiali didattici, preparati appositamente per i professionisti:



#### Materiali di studio

Tutti i contenuti didattici sono creati appositamente per il corso dagli specialisti che lo impartiranno, per fare in modo che lo sviluppo didattico sia davvero specifico e concreto.

Questi contenuti sono poi applicati al formato audiovisivo che supporterà la modalità di lavoro online di TECH. Tutto questo, con le ultime tecniche che offrono componenti di alta qualità in ognuno dei materiali che vengono messi a disposizione dello studente.



#### Master class

Esistono evidenze scientifiche sull'utilità dell'osservazione di esperti terzi.

Imparare da un esperto rafforza la conoscenza e la memoria, costruisce la fiducia nelle nostre future decisioni difficili.



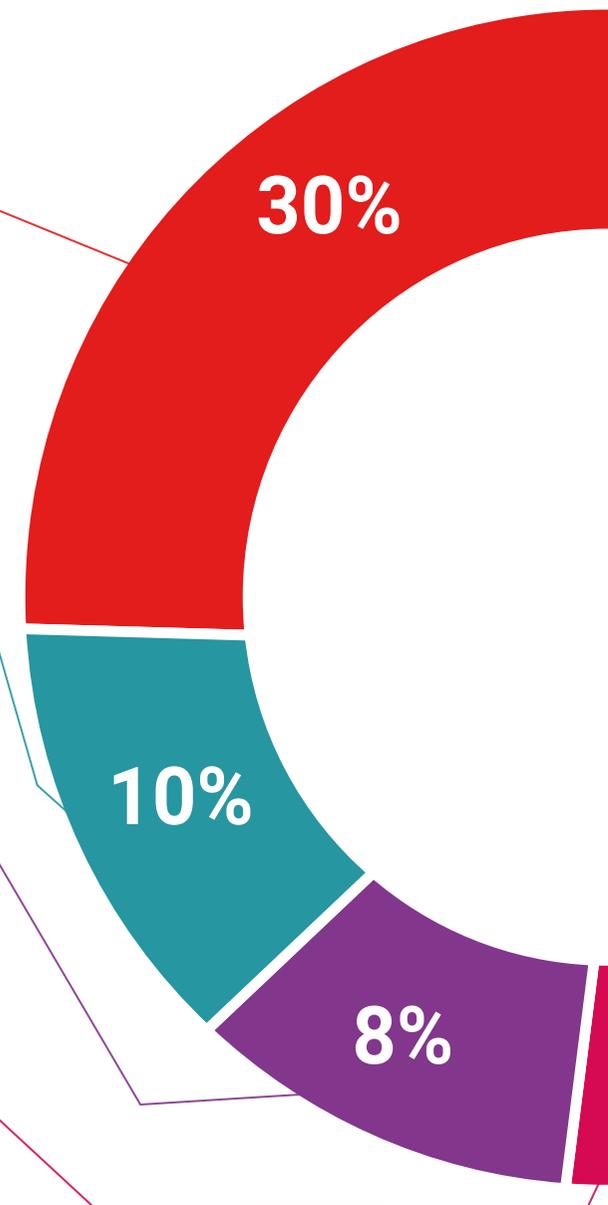
#### Pratiche di competenze e competenze

Svolgerai attività per sviluppare competenze e capacità specifiche in ogni area tematica. Pratiche e dinamiche per acquisire e sviluppare le competenze e le abilità che uno specialista deve sviluppare nel quadro della globalizzazione in cui viviamo.



#### Letture complementari

Articoli recenti, documenti di consenso e linee guida internazionali, tra gli altri. Nella biblioteca virtuale di TECH potrai accedere a tutto il materiale necessario per completare la tua specializzazione.





**Casi di Studio**

Completerai una selezione dei migliori casi di studio scelti appositamente per questo corso. Casi presentati, analizzati e monitorati dai migliori specialisti del panorama internazionale.



**Riepiloghi interattivi**

Il team di TECH presenta i contenuti in modo accattivante e dinamico in pillole multimediali che includono audio, video, immagini, diagrammi e mappe concettuali per consolidare la conoscenza.

Questo esclusivo sistema di specializzazione per la presentazione di contenuti multimediali è stato premiato da Microsoft come "Caso di successo in Europa".



**Testing & Retesting**

Valutiamo e rivalutiamo periodicamente le tue conoscenze durante tutto il programma con attività ed esercizi di valutazione e autovalutazione, affinché tu possa verificare come raggiungi progressivamente i tuoi obiettivi.



# 06 Titolo

Il Master Privato in Fisica dei Materiali garantisce, oltre alla preparazione più rigorosa e aggiornata, il conseguimento di una qualifica di Master Privato rilasciata da TECH Università Tecnologica.



“

*Porta a termine questo programma e ricevi la tua qualifica universitaria senza spostamenti o fastidiose formalità”*

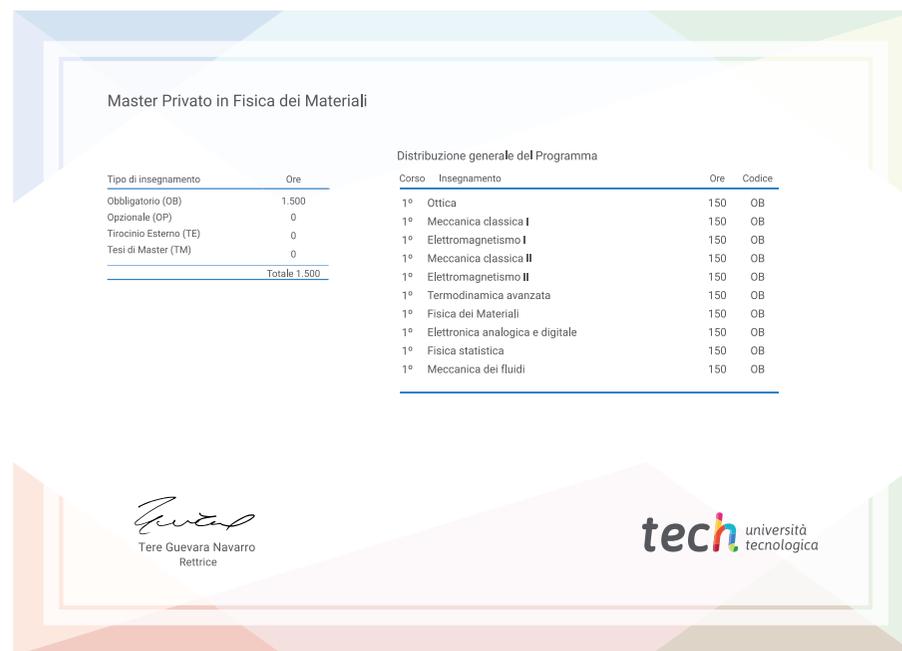
Questo **Master Privato in Fisica dei Materiali** possiede il programma più completo e aggiornato del mercato.

Dopo aver superato la valutazione, lo studente riceverà mediante lettera certificata\* con ricevuta di ritorno, la sua corrispondente qualifica di **Master Privato** rilasciata da **TECH Università Tecnologica**.

Il titolo rilasciato da **TECH Università Tecnologica** esprime la qualifica ottenuta nel Master Privato, e riunisce tutti i requisiti comunemente richiesti da borse di lavoro, concorsi e commissioni di valutazione di carriere professionali.

Titolo: **Master Privato in Fisica dei Materiali**

N. Ore Ufficiali: **1.500 o.**



\*Se lo studente dovesse richiedere che il suo diploma cartaceo sia provvisto di Apostille dell'Aia, TECH EDUCATION effettuerà le gestioni opportune per ottenerla pagando un costo aggiuntivo.

futuro  
salute fiducia persone  
educazione informazione tutor  
garanzia accreditamento insegnamento  
istituzioni tecnologia apprendimento  
comunità impegno  
attenzione personalizzata innovazione  
conoscenza presente qualità  
formazione online  
sviluppo istituzioni  
classe virtuale lingue

**tech** università  
tecnologica

## Master Privato Fisica dei Materiali

- » Modalità: online
- » Durata: 12 mesi
- » Titolo: TECH Università Tecnologica
- » Dedizione: 16 ore/settimana
- » Orario: a scelta
- » Esami: online

# Master Privato

## Fisica dei Materiali