

# FISICA (LB23)

(Lecce - Università degli Studi)

## Insegnamento **COMPLEMENTI DI FISICA GENERALE**

GenCod A004379

**Docente titolare** Ferdinando DE TOMASI

**Insegnamento** COMPLEMENTI DI FISICA GENERALE **Anno di corso** 3

**Insegnamento in inglese** GENERAL PHYSICS COMPLEMENTS

**Lingua** ITALIANO

**Settore disciplinare** FIS/01

**Percorso** PERCORSO COMUNE

**Corso di studi di riferimento** FISICA

**Tipo corso di studi** Laurea

**Sede** Lecce

**Crediti** 6.0

**Periodo** Secondo Semestre

**Ripartizione oraria** Ore Attività frontale: 48.0 **Tipo esame** Orale

**Per immatricolati nel** 2018/2019

**Valutazione** Voto Finale

**Erogato nel** 2020/2021

**Orario dell'insegnamento**

<https://easyroom.unisalento.it/Orario>

### BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il corso intende completare la formazione in fisica classica, introducendo elementi di meccanica dei sistemi continui e un approccio generale alla propagazione di onde in diversi sistemi fisici.

### PREREQUISITI

Corsi di Fisica Generale e Metodi Matematici della Fisica

### OBIETTIVI FORMATIVI

Gli obiettivi formativi del corso sono:

a) completare la formazione in fisica classica (ovvero non quantistica) dello studente della laurea triennale in fisica. Per ottenere questo risultato:

1) si studiano alcuni argomenti che non trovano spazio nei corsi di fisica generale del primo e secondo anno.

2) si riprendono degli argomenti già trattati con l'ausilio della matematica superiore e dell'introduzione alla fisica teorica del terzo anno.

3) Si propone uno sguardo generale alla propagazione per onde che permetta una trattazione comune di ottica ed elettromagnetismo, acustica, meccanica dei continui.

b) gettare un ponte tra gli argomenti di fisica classica e la ricerca contemporanea.

La scelta degli argomenti è quindi ricaduta su tre aree principali: la meccanica dei sistemi continui (solidi e fluidi), la propagazione per onde in vari sistemi, l'interazione radiazione elettromagnetica-materia da un punto di vista classico, con particolare riferimento agli scambi di impulso e momento angolare tra luce e materia.

### METODI DIDATTICI

Lezioni frontali, esercitazioni, esempi numerici.

---

MODALITA' D'ESAME

Esame orale su due argomenti, di cui uno a scelta dello studente.

**I PARTE : teoria dell'elasticita'****TEORIA DELL'ELASTICITA'-1: CASI ELEMENTARI.**

Elasticita' di un corpo isotropo: legge di Hooke e sue generalizzazioni.  
Modulo di Young e rapporto di Poisson. Sforzi e deformazioni in parallelepipedi.  
Principio di sovrapposizione. Corpi sottoposti a una pressione uniforme. Deformazione di volume.  
Sforzi di taglio, sforzo in funzione dell'angolo.

**TEORIA DELL'ELASTICITA'-2 Torsione di una sbarra.**

Trave in compressione, soglia per la flessione.  
Equazione per la forma della trave in compressione.

**DESCRIZIONE DELLA DEFORMAZIONE IN UN SOLIDO.**

Deformazione per trazione-compressione in un caso unidimensionale. Sforzi longitudinali.  
Onde elastiche per sforzi longitudinali. Onde di torsione in una sbarra.  
Onde trasverse e longitudinali. Deformazione in caso di sforzi di taglio.  
Introduzione del tensore di deformazione.

**EQUAZIONE DEL MOTO IN UN SOLIDO.**

Tensore di deformazione.  
Tensore degli sforzi. Tensore elastico.  
Legge di Hooke generalizzata. Elementi indipendenti del tensore elastico.  
Caso del solido isotropo. Equazione del moto. Onde elastiche in un solido isotropo.

**ESEMPI E APPLICAZIONI DI ELASTOSTATICA E ELASTODINAMICA.**

Curvatura di una trave vincolata sotto il suo peso.  
Propagazione di onde trasverse in una trave, relazione di dispersione.  
Oscillazioni di una trave con estremi liberi.  
Deformazione di un cilindro elastico sotto l'effetto della gravita'.  
Deformazione di un cavo sospeso.

**II PARTE : elementi di fluidodinamica.****STATICA DEI FLUIDI**

Tensore degli sforzi in un fluido. Pressione. Isotropia della pressione.  
Condizioni di equilibrio in un fluido. Equazione idrostatica. Andamento della pressione atmosferica con la quota.  
Equazione del moto per un fluido. Derivata totale. Condizione di incomprimibilita'.

**DINAMICA DEI FLUIDI IDEALI**

Applicazione: gradiente adiabatico secco.  
Teorema di Bernoulli.  
Esempi: velocita' di un fluido da un foro in un contenitore; calcolo del tempo di svuotamento. Tubo di Pitot.  
Vorticita'. Analogia elettrostatica e magnetostatica per i fluidi ideali.  
Fluido ideale attraverso un cilindro. Circolazione. Campo di velocita' con circolazione costante attorno a un cilindro indefinito.

**EFFETTI DELLA VISCOSITA'.**

Calcolo della forma della superficie in un vortice. Campo di vorticita'.  
Descrizione qualitativa dei teoremi di Helmholtz.

Introduzione alla viscosità.

Moto di un fluido reale tra due cilindri rotanti. Tensore degli sforzi viscosi.

Densità di forza viscosa. Equazioni di Navier-Stokes. Numero di Reynolds.

#### **DISCUSSIONE DI ALCUNI PROBLEMI DI FLUIDODINAMICA-1**

Onde acustiche in un mezzo privo di viscosità-velocità del suono in aria e in acqua  
fluido stazionario tra due piani in movimento

Origine dell'attrito viscoso su un corpo. Esempio: gioco del curling.

Fluidi incompressibili in due dimensioni: equazione di diffusione.

Evoluzione di una distribuzione gaussiana di velocità.

Attenuazione delle onde di taglio in un fluido

#### **DISCUSSIONE DI ALCUNI PROBLEMI DI FLUIDODINAMICA-2**

Flusso in un gradiente di pressione: caso planare.

Flusso in un tubo circolare con gradiente di pressione. Legge di Poiseuille.

Caduta di pressione nell'arteria aorta.

Fluido con viscosità alta: impostazione della soluzione del problema di una sfera a velocità uniforme in un fluido (formula di Stokes).

#### **TRATTAZIONE DELLA FORMULA DI STOKES**

Derivazione dettagliata della formula di Stokes

Applicazione: velocità di caduta di particelle di polvere in atmosfera

#### **BOUNDARY LAYER**

Introduzione al boundary layer.

Calcolo del profilo di velocità di Blasius

#### **TURBOLENZA**

Equazione di Navier-Stokes in termini di variabili adimensionali.

Definizione del numero di Reynolds. Fenomenologia di un fluido su un cilindro infinito.

Boundary Layer turbolento. Discussione qualitativa delle proprietà di un fluido turbolento

### **III PARTE: alcuni aspetti della propagazione per onde.**

#### **RICHIAMI SU ONDE UNIDIMENSIONALI E BIDIMENSIONALI.**

Onde trasverse su catene di masse legate elasticamente. Limite del continuo ed equazione d'onda.

Onde trasverse su griglie elastiche. Tensione superficiale. Equazione d'onda. Onde a fronte d'onda lineare e a simmetria circolare.

Riflessione e trasmissione per stringhe con una discontinuità. Matrice di scattering. Riflessione e trasmissione per un "film sottile". Andamento spettrale della riflessione. Condizione per l'annullamento della riflessione ("strato antiriflesso").

#### **ONDE BIDIMENSIONALI. RIFLESSIONE, RIFRAZIONE, EFFETTO TUNNEL.**

Membrana non omogenea con interfaccia rettilinea. Riflessione, rifrazione. Angolo critico e riflessione totale. Effetto tunnel.

#### **PROPAGAZIONE GUIDATA.**

Campo in 2D di un'onda incidente e riflessa da una parete rigida.

Campo in un canale con due pareti rigide. Frequenza di soglia. Andamento dei modi trasversi.

Modello meccanico per la guida d'onda planare.

#### **ESEMPI NUMERICI PER PROBLEMI ONDULATORI.**

Simulazione in 2D del campo di un'onda incidente insieme alla riflessione.  
Calcolo numerico del vettore di propagazione per una guida d'onda dielettrica planare.  
Andamento spettrale dei coefficienti di riflessione e trasmissione per una stringa di lunghezza finita e per uno strato antiriflesso.

#### **IV PARTE: complementi di elettrodinamica.**

##### **IMPULSO DEL CAMPO EM**

Stima del trasferimento di impulso da un'onda piana polarizzata linearmente a una carica puntiforme.  
Calcolo esatto relativistico.

##### **IMPULSO DEL CAMPO EM-II**

Relazione tra densita' di impulso e flusso di energia in alcuni casi elementari (particelle e fotoni).  
Argomento di Einstein per la definizione dell'impulso della radiazione elettromagnetica.  
Conservazione dell'impulso per un sistema campo-cariche; definizione della densita' di impulso.  
Tensore degli sforzi di Maxwell.

##### **MOMENTO ANGOLARE DELLA LUCE**

Trasferimento di momento angolare da un'onda EM polarizzata circolarmente.  
Densita' di momento angolare. Flusso di momento angolare.  
Momento angolare orbitale della luce; caso di un fascio gaussiano di ordine superiore.

##### **EFFETTI MECCANICI DELLA RADIAZIONE EM SU ATOMI E MOLECOLE: FORZA DIPOLARE.**

Modello atomico dell'elettrone elasticamente legato: calcolo della polarizzabilita'.  
Forze su un atomo da parte di un'onda elettromagnetica: pressione di radiazione e forza dipolare.

##### **CAUSALITA' E RELAZIONI DI DISPERSIONE.**

Richiamo sulle trasformate di Fourier.  
Richiamo sulle proprieta' delle funzioni olomorfe.  
Susceptivita' dielettrica lineare, causale e indipendente dal tempo.  
Relazione tra trasformate di Fourier del campo elettrico e della polarizzazione.  
Dispersione e assorbimento. Relazione di dispersione di Kramers-Kronig.  
Applicazione a casi particolari. Dispersione normale e dispersione anomala.  
Andamento della dispersione nelle regioni di trasparenza. Frequenza di plasma.

Materiale didattico: testi ( i riferimenti dettagliati sono riportati nell'elenco delle lezioni).

Alcune animazioni e filmati consultabili su internet

Programmi, grafici, animazioni ( utilizzano il software scientifico Igor Pro,

di cui e' disponibile una licenza per i nostri studenti; contattare eventualmente il docente)

2 files pdf contenenti :

1) estratti da "Appunti di Metodi Matematici per la Fisica", Giampaolo Cicogna, Universita' di Pisa, 1981

( sistemi lineari causali)

2) lezione 29 del corso "Wave Propagation in continuous media" del NPTEL ,<http://nptel.ac.in>  
(onde elastiche in membrane)

Testi:

1) "The Physics of Waves" , H. Georgi ( scaricabile liberamente) , GEO

<http://www.people.fas.harvard.edu/~hgeorgi/new.htm>

2) La Fisica di Berkeley, vol III, Onde e Oscillazioni ( disponibile in biblioteca, versione inglese scaricabile), BER

- 3) "Physics of Waves", Elmore-Heald ( estratti delle parti utili per il corso disponibili dal docente), ELM
- 4) "Feynman Lectures on Physics" ( disponibile in biblioteca, versione inglese scaricabile), FEY
- 5) " Applications of Classical Physics", Blandford-Thorne ( scaricabile, per alcuni esercizi), THO  
<http://www.pmaweb.caltech.edu/Courses/ph136/yr2012/>
- 6) "Modern Classical Physics" , Blandford-Thorne; e' sostanzialmente lo stesso testo del punto precedente ma in versione cartacea, disponibile in biblioteca.
- 7) Lautrup, Physics of continuous systems

---

## TESTI DI RIFERIMENTO

Testi:

- 1) "The Physics of Waves" , H. Georgi ( scaricabile liberamente) , GEO  
<http://www.people.fas.harvard.edu/~hgeorgi/new.htm>
- 2) La Fisica di Berkeley, vol III, Onde e Oscillazioni ( disponibile in biblioteca, versione inglese scaricabile), BER
- 3) "Physics of Waves", Elmore-Heald ( estratti delle parti utili per il corso disponibili dal docente), ELM
- 4) "Feynman Lectures on Physics" ( disponibile in biblioteca, versione inglese scaricabile), FEY
- 5) Blandford-Thorne " Applications of Classical Physics", ( scaricabile), THO  
<http://www.pmaweb.caltech.edu/Courses/ph136/yr2012/>  
Una versione cartacea di questo testo e' disponibile in biblioteca
- 6) B. Lautrup, "Physics of Continuous Matter"