



# UNIVERSITÀ DI PISA

## FISICA E STATISTICA MEDICA

**MARIA GIUSEPPINA BISOGNI**

Anno accademico 2021/22  
CdS MEDICINA E CHIRURGIA  
Codice 001BF  
CFU 9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA MEDICA	FIS/07	LEZIONI	75	MARIA GIUSEPPINA BISOGNI ESTHER CIARROCCHI
STATISTICA MEDICA	MED/01	LEZIONI	37.50	LAURA BAGLIETTO

Obiettivi di apprendimento

*Conoscenze*

**Corso Integrato di Fisica e Statistica Medica**

**CORE CURRICULUM**

**MODULO DI FISICA MEDICA**

- Rappresentazione funzionale e grafica di processi e rappresentazione dei dati sperimentali.
- Richiami di calcolo differenziale e di trigonometria.

**Introduzione**

- Grandezze fisiche, misure, errori.

**Cinematica**

- Cinematica del punto materiale: velocità media, velocità istantanea, accelerazione. Caduta libera.
- Algebra vettoriale: somma, differenza, scomposizione di vettori. Moto di un proiettile. Moto parabolico. Prodotto scalare e vettoriale.

**Dinamica**

- Dinamica: le tre leggi del moto di Newton. Peso e forza di gravità. Reazioni vincolari. Piano inclinato. Forza di attrito. Forza elastica.
- Il moto circolare: cinematica e dinamica. Forza di gravitazione universale. Satelliti artificiali.
- Lavoro ed Energia. Energia cinetica. Energia Potenziale. Forze conservative e forze non conservative. Conservazione dell'energia.
- Quantità di moto. Conservazione della quantità di moto. Urti. Urti elastici in una dimensione. Urti anelastici. Centro di massa.
- Moto rotatorio. Grandezze angolari. Momento d'inerzia. Dinamica rotazionale. Energia cinetica rotazionale. Conservazione del momento angolare.

**Statica**

- Condizioni di Equilibrio. Problemi di Statica del corpo rigido. Cenni di Biomeccanica

**Fluidi**

- I fluidi. Densità assoluta e densità relativa. Pressione. Principio di Pascal. Legge di Archimede. Portata ed equazione di continuità. Equazione di Bernoulli. Viscosità. Equazione di Poiseuille. Resistenza Idraulica. Tensione superficiale e capillarità.

**Onde**

- Vibrazioni e onde. Il moto armonico. Il pendolo semplice. Moto armonico smorzato. Onde longitudinali e trasversali. Intensità.
- Onde sonore. Corde vibranti. Intensità del suono: il decibel. L'orecchio e la sua risposta. Effetto Doppler. Ultrasuoni ed applicazioni in medicina.

**Termodinamica**

- Equilibrio termico e principio zero della termodinamica. Termometri. Temperatura assoluta. Leggi dei gas perfetti.
- Il calore come trasferimento di energia. Energia interna e calore specifico. Esperienza di Joule. Calorimetria e passaggi di stato. Calore latente. Trasmissione del calore.
- Trasformazioni termodinamiche. Il primo principio della termodinamica. Trasformazioni cicliche e ciclo di Carnot. Il secondo principio della termodinamica. Macchine termiche e frigoriferi. L'entropia ed il secondo principio. Entalpia ed energia libera.



## UNIVERSITÀ DI PISA

### Elettrostatica

- Carica elettrica. Forza di Coulomb. Campo elettrico. Campo elettrico e conduttori. Teorema di Gauss.
- Potenziale elettrico. Energia potenziale elettrostatica. Linee equipotenziali. L'unità di misura dell'elettronvolt. Esempi di potenziali. Capacità e condensatori. Condensatori in serie e in parallelo. I dielettrici.

### Circuiti elettrici

- La pila. L'intensità di corrente elettrica. Legge di Ohm. Resistività. Potenza. Corrente alternata.
- Circuiti RC.

### Magnetismo

- Magneti e campi magnetici. Forze magnetiche. Forza di Lorentz. Filo rettilineo percorso da corrente. Solenoide. Legge di Ampere. Momento di dipolo magnetico.
- Induzione elettromagnetica: cenni.

### Onde e.m.

- Le onde elettromagnetiche: cenni.

### Ottica geometrica

- Riflessione e rifrazione. Legge di Snell. Lenti sottili.
- Interferenza e diffrazione.
- Occhio umano e lenti correttive. Microscopio.

### Fisica Sanitaria

- Fisica Nucleare e Radioattività.
- Raggi X e produzione di raggi X.
- Interazione delle radiazioni ionizzanti con la materia.
- Effetti delle radiazioni ionizzanti sulla materia biologica.
- Principi di Dosimetria delle RI e Radioprotezione.

### MODULO DI STATISTICA MEDICA

Per ciascuno degli argomenti trattati, lo studente acquisirà i concetti teorici (OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO 1).

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

FISICA:

- Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolte delle prove scritte in itinere ed esercitazioni numeriche in classe
- La verifica delle conoscenze sarà oggetto della valutazione dell'elaborato scritto previsto all'inizio di ogni sessione d'esame

STATISTICA:

A conclusione di ciascun argomento, allo studente sarà proposto un questionario online per la verifica delle nozioni teoriche apprese (OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO 1)

#### *Capacità*

FISICA:

Lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi di fisica applicati alla medicina

STATISTICA:

Per ciascuno degli argomenti trattati, lo studente saprà interpretare i risultati dell'analisi statistica di lavori scientifici pubblicati (OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO 2) e saprà applicare i concetti appresi a contesti specifici (OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO 3).

#### *Modalità di verifica delle capacità*

FISICA:

- durante il corso vengono svolte esercitazioni numeriche che prevedono la partecipazione attiva degli studenti
- vengono assegnati esercizi e test che gli studenti devono risolvere autonomamente e che poi vengono discussi e valutati in sessioni dedicate di autoverifica
- si incoraggia la comunicazione attiva con il docente tramite scambio di documenti sul forum dedicato agli studenti

STATISTICA:

Saranno proposti una serie di estratti da articoli scientifici pubblicati ed esercizi di cui verranno fornite spiegazioni e dettagliate soluzioni. Alcune delle attività saranno svolte in classe ed altre potranno essere svolte autonomamente dagli studenti.

#### *Comportamenti*

FISICA:



## UNIVERSITÀ DI PISA

- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche della fisica applicata alla medicina
- Saranno acquisite accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati sperimentali

### STATISTICA:

Allo studente sarà richiesto di seguire attentamente le lezioni frontali e svolgere autonomamente le attività assegnate.

### Modalità di verifica dei comportamenti

#### FISICA:

- Durante le sessioni di esame saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte

#### STATISTICA:

Durante il corso verranno proposte prove di autovalutazione.

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

#### FISICA:

- Linguaggio elementare degli insiemi
- Elementi di logica
- Operazioni con numeri naturali, interi, razionali, reali
- Disuguaglianze e relative regole di calcolo; proprietà delle potenze
- Algebra elementare, equazioni e disequazioni algebriche di primo e secondo grado
- Elementi di trigonometria
- Funzioni elementari: potenze, polinomi, radici, esponenziali, logaritmi
- Funzioni trigonometriche fondamentali

#### STATISTICA:

Nessuno

### Indicazioni metodologiche

#### FISICA:

- Le lezioni frontali sono svolte con ausilio di lucidi e/o slides
- Le esercitazioni numeriche in aula sono svolte alla lavagna
- Gli studenti hanno accesso a un portale di elearning dal quale è possibile scaricare i lucidi, gli appunti delle lezioni teoriche e tutti gli esercizi svolti in classe
- La comunicazione docente-studenti avviene a fine lezione, attraverso il portale di elearning, per email e a ricevimento su appuntamento
- Vengono organizzate prove intermedie durante il corso per valutare l'apprendimento graduale delle diverse parti del corso

#### STATISTICA:

La teoria sarà esposta durante le lezioni frontali (OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO 1).

Le lezioni teoriche saranno corredate dalla presentazione e discussione di esempi specifici tratti dalla letteratura medica (OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO 2).

Saranno proposti una serie di esercizi di cui verranno fornite dettagliate soluzioni (OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO 3).

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### Programma di Fisica:

Matematica 1 Rappresentazione funzionale e grafica di processi e rappresentazione dei dati sperimentali.  
2 Richiami di calcolo differenziale e di trigonometria.

Fisica*	1	Introduzione	Grandezze fisiche, misure, errori.
	2	Cinematica 1	Cinematica del punto materiale: velocità media, velocità istantanea, accelerazione. Caduta libera.
	3	Cinematica 2	Algebra vettoriale: somma, differenza, scomposizione di vettori. Moto di un proiettile. Moto parabolico. Prodotto scalare e vettoriale. Prodotto bivetto e misto.
	4	Dinamica 1	Dinamica: le tre leggi del moto di Newton. Peso e forza di gravità. Reazioni vincolari. Piano inclinato. Forza di attrito. Forza elastica.
	5	Dinamica 2	Il moto circolare: cinematica e dinamica. Forza di gravitazione universale. Satelliti artificiali. Leggi di Keplero.
	6	Dinamica 3	Lavoro ed Energia. Energia cinetica. Energia Potenziale. Forze conservative e forze non conservative. Conservazione dell'energia.
	7	Dinamica 4	Quantità di moto. Conservazione della quantità di moto. Urti. Urti elastici in una dimensione. Urti anelastici. Centro di massa.
	8	Dinamica 5	Moto rotatorio. Grandezze angolari. Momento d'inerzia. Dinamica rotazionale. Energia cinetica rotazionale.
	9	Statica	Conservazione del momento angolare. Condizioni di Equilibrio. Problemi di Statica.



## UNIVERSITÀ DI PISA

10	Fluidi	I fluidi. Densità assoluta e densità relativa. Pressione. Principio di Pascal. Legge di Archimede. Portata ed equazione di continuità'. Equazione di Poiseuille.	Tensione superficiale e capillarità'. Equazione di Bernoulli. Viscosità'.
11	Onde 1	Vibrazioni e onde. Il moto armonico. Il pendolo semplice. Moto armonico smorzato. Onde longitudinali e trasversali. Intensità'.	
12	Onde 2	Onde sonore. Corde vibranti. Intensità' del suono: il decibel.	
		L'orecchio e la sua risposta. Effetto Doppler. Ultrasuoni ed	applicazioni in medicina.
13	Termodinamica 1	Temperatura. Equilibrio termico e principio zero della termodinamica. Termometri. Temperatura assoluta. Leggi dei gas	perfetti.
14	Termodinamica 2	Il calore come trasferimento di energia. Energia interna e calore specifico. Esperienza di Joule. Calorimetria e passaggi di stato.	Calore latente. Trasmissione del calore.
15	Termodinamica 3	Trasformazioni termodinamiche. Il primo principio della termodinamica. Trasformazioni cicliche e ciclo di Carnot. Il	secondo principio della termodinamica.
		Macchine termiche e frigorifere. L'entropia ed il secondo principio.	
16	Elettrostatica 1	Carica elettrica. Forza di Coulomb. Campo elettrico. Campo conduttori. Teorema di Gauss.	elettrico e
17	Elettrostatica 2	Potenziale elettrico. Energia potenziale elettrostatica. Linee equipotenziali. L'unità' di misura dell'elettronvolt. Esempi di dielettrici.	potenziali. Capacità' e condensatori. I
18	Circuiti elettrici 1	La pila. L'intensità' di corrente elettrica. Legge di Ohm. Resistività'. Potenza. Corrente alternata.	
19	Circuiti elettrici 2	Forza elettromotrice. Resistenze in serie e in parallelo. Leggi di Kirchhoff. Condensatori in serie e in parallelo. Circuiti RC.	
20	Magnetismo 1	Magneti e campi magnetici. Forze magnetiche. Forza di Lorentz. Filo rettilineo percorso da corrente. Solenoide. Legge di Ampere. Momento di dipolo magnetico.	
21	Magnetismo 2	Induzione elettromagnetica: cenni.	
22	Onde e.m	Le onde elettromagnetiche: cenni.	
23	Ottica geometrica 1	Riflessione e rifrazione. Legge di Snell. Lenti sottili.	
24	Ottica fisica	2 Interferenza e diffrazione.	
25	Ottica geometrica 3	Occhio umano e lenti correttive. Microscopio.	
	<i>Fisica Sanitaria</i> 1	Fisica Nucleare e Radioattività'. Raggi X e produzione di raggi X. Interazione della radiazione con la materia.	
	2	Effetti delle radiazioni sulla materia biologica. Dose ed unità' di dose. Principi della Radioprotezione.	

### **Programma di Statistica:**

Introduzione alla statistica  
Studi di intervento e studi osservazionali.  
Statistica descrittiva.  
Teoria della probabilità e distribuzioni teoriche  
Teoria della stima e test di significatività  
Tabelle di contingenza e test chi quadrato.  
Analysis of variance.  
Regressione lineare e correlazione  
Rischio cumulativo e odds ratio. Regressione logistica.  
Misurazioni cliniche ed accuratezza diagnostica  
Statistiche di mortalità.

### **Bibliografia e materiale didattico**

#### **Testi consigliati:**

##### **Fisica Medica**

Giancoli – *FISICA con fisica moderna* – terza edizione – Casa Editrice Ambrosiana  
David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker- *Fondamenti di Fisica* – sesta edizione- Casa Editrice Ambrosiana  
M. G. Bisogni, Dispense del corso scaricabili da <https://elearning.med.unipi.it/course/view.php?id=771>

##### **Statistica Medica:**

Il materiale del corso verrà distribuito a lezione e pubblicato sul portale elearning.

Testi consigliati:

Introduzione alla Statistica Medica. Martin Bland. Apogeo Education - Maggioli Editore.  
Medical Statistics. Betty R. Kirkwood and Jonathan A.C. Sterne. Blackwell publishing

### **Indicazioni per non frequentanti**

La frequenza del corso è obbligatoria.

### **Modalità d'esame**



## **UNIVERSITÀ DI PISA**

---

Fisica e Statistica Medica e' un corso integrato. L'esame dei due moduli va sostenuto contestualmente. Gli appelli dei due moduli sono pertanto fissati nelle stesse date. Il voto finale viene determinato in base alla media ponderata dei voti conseguiti nell'esame dei rispettivi moduli.

### **FISICA:**

La prova di Fisica puo' essere sia scritta che orale (a discrezione del docente). In entrambe le modalita' viene richiesto allo studente di risolvere alcuni esercizi numerici su argomenti relativi al programma svolto.

### **STATISTICA:**

La prova d'esame consisterà di 5 esercizi ciascuno composto di tre domande: la prima relativa alla comprensione della teoria (domanda a) e le altre due (domanda b e domanda c), di difficoltà crescente, alla sua applicazione. Sarà inoltre inclusa una domanda relativa alla comprensione di un breve testo statistico tratto da un articolo scientifico. Il voto d'esame sarà così composto: Fino a 10 punti per le domande di teoria (domande a) Fino a 20 punti per gli esercizi a svolgimento (domande b e c) 2 punti per la domanda relativa alla comprensione del testo tratto dal lavoro scientifico. Il voto finale massimo raggiungibile è pari ad un totale di 32 che corrisponde al 30 e lode.

### **Note**

#### **RICEVIMENTO STUDENTI**

I docenti ricevono su appuntamento preso via e-mail o per telefono.

*Ultimo aggiornamento 01/09/2021 12:06*