



# UNIVERSITÀ DI PISA

## FISICA E STATISTICA MEDICA

VALERIA ROSSO

Academic year 2020/21  
Course MEDICINA E CHIRURGIA  
Code 001BF  
Credits 9

| Modules           | Area   | Type    | Hours | Teacher(s)                        |
|-------------------|--------|---------|-------|-----------------------------------|
| FISICA MEDICA     | FIS/07 | LEZIONI | 75    | MATTEO MORROCCHI<br>VALERIA ROSSO |
| STATISTICA MEDICA | MED/01 | LEZIONI | 37.50 | ERSILIA LUCENTEFORTE              |

### 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. Prodotto bivetore e misto.

#### 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. Leggi di Keplero.
- 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.

#### 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.

#### Elettrostatica



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- 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. I dielettrici.

### Circuiti elettrici

- La pila. L'intensità di corrente elettrica. Legge di Ohm. Resistività. Potenza. Corrente alternata.
- La pila. L'intensità di corrente elettrica. Legge di Ohm. Kirchhoff. Condensatori in serie e in parallelo. 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.

### Obiettivi del corso di FISICA MEDICA:

Scopo del modulo di Fisica è l'insegnamento della fisica e della matematica di base con semplici applicazioni a problemi di carattere biomedico. Si vuole ottenere l'omogeneità della preparazione per tutti gli studenti in vista delle conoscenze specifiche loro richieste nel prosieguo del Corso di Laurea. Si vuole fornire le basi fisiche per la comprensione dei problemi biologici e medici.

#### **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 MEDICA:**

Per l'accertamento delle conoscenze saranno svolte delle prove scritte in itinere (opzionali a discrezione dello studente) ed esercitazioni numeriche in classe, o avverrà nell'ambito degli appelli d'esame.

#### **MODULO DI STATISTICA MEDICA**

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

### *Capacità*

Al termine del corso di **FISICA MEDICA**, lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi di fisica applicati alla medicina.

#### **MODULO DI STATISTICA MEDICA**

Per ciascuno degli argomenti trattati, lo studente saprà interpretare un elaborato statistico (OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO 2) e saprà applicare i concetti appresi a contesti specifici (OBIETTIVO DI APPRENDIMENTO 3).

### *Modalità di verifica delle capacità*

#### **FISICA MEDICA:**

- 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.

#### **MODULO DI STATISTICA MEDICA**

Saranno proposti una serie di esercizi di cui verranno fornite dettagliate soluzioni. Alcuni degli esercizi saranno svolti in classe e gli altri potranno essere risolti autonomamente dagli studenti.

### *Comportamenti*

#### **Al termine del corso di FISICA MEDICA:**

- 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.

#### **MODULO DI STATISTICA MEDICA**

Allo studente sarà richiesto di seguire attentamente le lezioni frontali e svolgere autonomamente gli esercizi ed in questionari assegnati.



# UNIVERSITÀ DI PISA

## Modalità di verifica dei comportamenti

### FISICA MEDICA:

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

### MODULO DI STATISTICA MEDICA

Durante il corso verranno proposte prove di autovalutazione.

## Prerequisiti (conoscenze iniziali)

### FISICA MEDICA E STATISTICA MEDICA:

Trattandosi di corsi di base a è sufficiente la preparazione di Matematica fornita dalla Scuola Media Superiore.

## Indicazioni metodologiche

### FISICA MEDICA:

- Gli argomenti del programma verranno prima affrontati durante le lezioni frontali, svolgendo anche degli esercizi. Le tipologie degli esercizi verranno ampliate durante le esercitazioni.
- gli studenti hanno accesso a un portale di elearning dal quale e' possibile scaricare alcuni appunti delle lezioni teoriche e 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.

### MODULO DI STATISTICA MEDICA

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 (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 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 bivetore 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 meccanica. 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. Conservazione del momento angolare.                                                                                            |
| 9  | Statica         | Condizioni di Equilibrio. Problemi di Statica.                                                                                                                                                                                            |
| 10 | 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. Tensione superficiale e capillarità'. |
| 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                                                                                                                                                                                    |



## UNIVERSITÀ DI PISA

|                           |                      |                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |                      | 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 frigoriferi. L'entropia ed il secondo principio. |
| 16                        | Elettrostatica 1     | Carica elettrica. Forza di Coulomb. Campo elettrico. Campo elettrico e conduttori. Teorema di Gauss.                                                                                                                             |
| 17                        | Elettrostatica 2     | Potenziale elettrico. Energia potenziale elettrostatica. Linee equipotenziali. L'unità di misura dell'elettronvolt. Esempi di potenziali. Capacità e condensatori. I dielettrici.                                                |
| 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.                                                                                                                                                                |
| 2                         |                      | Interazione della radiazione con la materia. Effetti delle radiazioni sulla materia biologica. Dose ed unità di dose. Principi della Radioprotezione.                                                                            |

### **MODULO DI STATISTICA MEDICA**

1. Introduzione alla Statistica Medica
2. Gli studi di intervento e gli studi osservazionali
3. Statistica Descrittiva
4. Cenni di teoria della Probabilità
5. Le distribuzioni discrete e continue
6. La distribuzione Binomiale, di Poisson e Normale
7. Le distribuzioni campionarie
8. Gli intervalli di confidenza per una media e per una proporzione
9. Test d'ipotesi per una media e per una proporzione
10. Confronto tra due medie
11. Confronto tra due proporzioni
12. Test del chi-quadrato
13. Analisi della varianza
14. Regressione lineare
15. Odds Ratio e Rischi Relativi
16. La regressione logistica e il modello di regressione di Cox
17. L'accuratezza e la concordanza
18. I tassi e la standardizzazione dei tassi

### **Bibliografia e materiale didattico**

#### **Testi consigliati Fisica:**

Douglas C. Giancoli – *FISICA con fisica moderna* – terza edizione – Casa Editrice Ambrosiana

David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker- *Fondamenti di Fisica* – sesta edizione- Casa Editrice Ambrosiana

#### **MODULO DI STATISTICA MEDICA**

Il materiale del corso verrà pubblicato sul portale elearning.

Testi consigliati:

- Statistica Medica, M. Bland, Apogeo Education - Maggioli Editore
- Biostatistica, M. Pagano, K. Gauvreau, IDELSON-GNOCCHI

### **Indicazioni per non frequentanti**

**Indicazioni per i non frequentanti il Corso di Fisica Medica:**



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Gli studenti sono obbligati a frequentare almeno il 70% delle lezioni. Tuttavia, coloro che sono legittimamente impossibilitati a frequentare il minimo delle ore richieste, potranno sostenere l'esame solo dopo aver concordato con il docente un percorso per sopperire alla mancata frequenza delle lezioni (ricevimenti settimanali, consultazione del materiale didattico messo a disposizione su elearning).

### Modalità d'esame

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.

#### **Modalità d'esame per FISICA MEDICA:**

Compito in itinere alla fine del corso (opzionale); esame orale ad ogni appello d'esame.

In entrambi i casi viene richiesto allo studente di risolvere alcuni esercizi numerici su argomenti relativi al programma svolto.

#### **MODULO DI STATISTICA MEDICA**

La prova d'esame consisterà in 4 esercizi ciascuno composto di tre domande e 1 esercizio composto da 4 domande. Le domande saranno relative alla comprensione della teoria e alla sua applicazione. Potrà essere inoltre inclusa una domanda relativa alla comprensione di un breve testo tratto da un articolo scientifico. Per ciascuna domanda verranno assegnati fino a 2 punti. 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 04/01/2021 18:25*