



# UNIVERSITÀ DI PISA

## FISICA E STATISTICA MEDICA

**VALERIA ROSSO**

Anno accademico

2019/20

CdS

MEDICINA E CHIRURGIA

Codice

001BF

CFU

9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA MEDICA	FIS/07	LEZIONI	72	MATTEO MORROCCHI VALERIA ROSSO
STATISTICA MEDICA	MED/01	LEZIONI	36	GABRIELE MASSIMETTI

### 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 bivetto 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 Idrraulica. 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.

## **MODULO DI STATISTICA MEDICA**

### Introduzione

- Il ruolo della Biostatistica. Statistica descrittiva e inferenziale, popolazioni e campioni, dati sperimentali e dati osservazionali.

### Statistica descrittiva

- Parametri e variabili, tipi di variabili e scale di misura, qualità dei dati.
- Distribuzioni di frequenza, rapporti statistici, misure epidemiologiche fondamentali, misure di tendenza centrale e misure di variabilità, rappresentazioni grafiche.

### Probabilità

- Definizione, le proprietà elementari, operazioni sulle probabilità, il teorema di Bayes, sensibilità e specificità. Variabili casuali e distribuzioni di probabilità (binomiale, poisson, gaussiana).

### Stime intervallari

- Test delle ipotesi e stime. Distribuzione delle medie campionarie, intervalli di confidenza per la stima di medie e di proporzioni.

### Test delle ipotesi

- Logica di funzionamento di un test statistico, ipotesi nulla ed ipotesi alternativa, errori di 1° e 2° tipo, potenza di un test statistico.

### Confronti fra due gruppi

- Confronto statistico di due medie e di due proporzioni per campioni indipendenti e appaiati.

### ANOVA

- Confronto fra più di due medie: analisi di varianza a un criterio di classificazione e confronti post-hoc.

### Correlazione e regressione

- Il modello, i coefficienti e relativa inferenza.

### Test non parametrici

- Test di Mann-Whitney per due campioni indipendenti, test di Wilcoxon per dati appaiati, test di Kruskal-Wallis e test di Dunn per confronti post-hoc.

Il corso integrato di Fisica e Statistica Medica si compone di due moduli: il modulo di Fisica e quello di Statistica Medica.

#### **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.

#### **Obiettivi del corso di STATISTICA MEDICA:**

Fornire le conoscenze di base della biostatistica descrittiva e inferenziale e degli strumenti software per la gestione e l'elaborazione dei dati biomedici. Con la conoscenza del metodo statistico lo studente potrà accrescere la capacità di analisi e di valutazione della letteratura biomedica ed ispirare la pratica clinica ai principi dell'evidenza scientifica.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

#### **FISICA MEDICA:**



## UNIVERSITÀ DI PISA

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.

### **STATISTICA MEDICA:**

L'accertamento delle conoscenze avverrà tramite prova scritta in itinere (opzionale a discrezione dello studente) o nell'ambito degli appelli d'esame tramite un elaborato scritto.

### *Capacità*

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

#### **Al termine del corso di STATISTICA MEDICA lo studente:**

- avrà compreso la filosofia che sottende le principali procedure statistiche di base;
- potrà apprezzare il valore e riconoscere i limiti della metodologia statistica applicata alla ricerca;
- potrà valutare criticamente le evidenze scientifiche che emergono nella letteratura biomedica dall'applicazione del metodo statistico;
- potrà conoscere i principali criteri da seguire nella progettazione e definizione di studi sperimentali identificando le procedure più idonee da utilizzare in relazione agli obiettivi prefissati;
- potrà avere le conoscenze di base per l'utilizzo dello Statistical Package for Social Sciences (SPSS).

### *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.

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

tramite il compito in itinere e gli elaborati scritti negli appelli d'esame oltre ad eventuali colloqui (a discrezione del docente) al termine delle prove scritte, sarà possibile valutare la capacità dello studente:

- di scegliere i modelli di studio e le procedure statistiche più idonee al conseguimento di specifici obiettivi;
- di saper interpretare correttamente i risultati delle analisi statistiche utilizzate;
- di evidenziare i pro e i contro nei possibili diversi approcci alla soluzione di problemi che richiedano l'applicazione del metodo statistico;
- saper utilizzare il software SPSS perlomeno per quel che riguarda le principali procedure di gestione dei dati e di analisi.

### *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.

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

lo studente:

- potrà acquisire le necessarie conoscenze per un'efficace modalità di raccolta dati, soprattutto in riferimento alla definizione del sistema di codifica più consono alle finalità di un progetto di ricerca;
- potrà stabilire quali sono le procedure statistiche da utilizzare in relazione alle differenti fasi e agli obiettivi della ricerca;
- saprà interpretare i risultati delle procedure statistiche utilizzate mettendoli in relazione agli obiettivi biomedici prefissati.

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

#### **FISICA MEDICA:**

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

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

Tramite alcune domande degli elaborati scritti ed i colloqui (opzionali a discrezione del docente) sarà possibile verificare

- le conoscenze inerenti i sistemi di codifica più idonei a facilitare l'elaborazione statistica dei dati;
- le conoscenze relative alla modalità più efficienti di raccolta delle informazioni;
- la capacità di applicare correttamente le tecniche di calcolo e di confronto per valutare in modo probabilistico le osservazioni al fine di poter generalizzare i risultati;
- la capacità di sintesi nel descrivere numericamente e graficamente il fenomeno in studio;
- la capacità di interpretare e presentare in modo chiaro e sintetico i risultati di una ricerca e di verificare la plausibilità delle ipotesi ispiratrici.

### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

#### **FISICA MEDICA E STATISTICA MEDICA:**



## UNIVERSITÀ DI PISA

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

### Indicazioni metodologiche

#### FISICA MEDICA:

- Le lezioni frontali sono svolte alla lavagna 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 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.

#### STATISTICA MEDICA:

- lezioni frontali con ausilio di slides e esempi di elaborazione statistica tramite SPSS su dati da studi sperimentali oggetto di pubblicazioni;
- materiale didattico (dispense, compiti svolti ecc.) scaricabili dal sito elearning dell'Università;
- notizie utili allo studente (orari di ricevimento, modalità d'esame, ecc.) consultabili sul sito elearning.

### 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 continuità'. Legge di Archimede. Portata ed equazione di 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 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 elettrico e conduttori. Teorema di Gauss.
- 17 Elettrostatica 2 Potenziale elettrico. Energia potenziale elettrostatica. Linee



## UNIVERSITÀ DI PISA

		equipotenziati. 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.
<b>Fisica Sanitaria 1</b>		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 Medica

- Introduzione:

Il ruolo della statistica nelle scienze biomediche e nell'attività assistenziale. Statistica descrittiva e inferenziale, popolazioni e campioni. Studi sperimentali e studi osservazionali. Studi trasversali e longitudinali.

- Statistica descrittiva:

Variabili statistiche, tipi di variabile, misurazioni e qualità dei dati. Distribuzioni di frequenza, misure di tendenza centrale e di dispersione assoluta e relativa. Rappresentazioni grafiche.

- Epidemiologia:

Scopi dell'epidemiologia. Misure epidemiologiche fondamentali. Modelli di studio epidemiologico. Prevenzione primaria e secondaria; test di screening. Valutazione degli strumenti di screening e diagnostici (sensibilità, specificità, valori predittivi, efficienza). Curve di ROC. Analisi di sopravvivenza.

- Statistica inferenziale:

Richiami di Calcolo delle Probabilità. Teorema di Bayes. Distribuzioni di probabilità. Distribuzione Normale. Distribuzione Binomiale. Distribuzione di Poisson. Relazione fra le distribuzioni Binomiale e quella Normale. Relazione fra la Distribuzione di Poisson e quella Normale. Filosofia delle stime campionarie e della teoria delle decisioni. Rappresentatività del campione ed errore di campionamento. Principali tipi di campionamento. Distribuzione delle medie campionarie, intervalli di confidenza per la stima della media, delle proporzioni, della differenza di due medie e di due proporzioni, dell'Odds ratio e del Rischio relativo. Logica di funzionamento di un test statistico, ipotesi nulla ed ipotesi alternativa, errori di 1° e 2° tipo, potenza di un test statistico. Test parametrici e non parametrici.

- Correlazione e regressione:

Modelli di regressione lineare e curvilinea. Retta di regressione e coefficiente di regressione. Coefficiente di correlazione di Pearson. T-test sui coefficienti di correlazione e su quello di regressione. Coefficiente di correlazione per ranghi di Spearman. Breve introduzione alle analisi statistiche multivariate. Analisi di regressione lineare multipla. Regressione logistica.

- La Medicina dell'Evidenza Scientifica:

Le sperimentazioni cliniche, i comitati etici, fasi delle sperimentazioni cliniche sui nuovi farmaci. Introduzione alle Meta-analisi.

- Cenni sull'utilizzo del software statistico:

Introduzione all'uso dello Statistical Package for Social Sciences (SPSS) e sua applicazione a dati derivati da ricerche cliniche ed epidemiologiche già pubblicate su importanti riviste bio-mediche.

### 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

#### Testi consigliati Statistica Medica:

Stanton A. Glantz (2007). *Statistica per discipline biomediche*, Mc Graw-Hill

Massimetti G. (2017). *Appunti di Statistica* (dispense scaricabili da elearning o in vendita presso copisteria Super-Copia, Pisa, Via Roma 14).

### 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).

### **Indicazioni per i non frequentanti il Corso di Statistica Medica:**

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 se avranno utilizzato il materiale didattico scaricabile da elearning e consultato sufficientemente il docente per chiarimenti e dubbi nell'orario previsto di ricevimento settimanale.

### **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.

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

- Compito in itinere alla fine del corso (opzionale) e prova scritta ad ogni appello d'esame. Il docente si riserva, in casi particolari, di integrare il compito scritto con un colloquio;
- la prova scritta è composta da 7 domande a quiz (ad ogni domanda le risposte corrette possono essere più di una) e tre problemi da risolvere;
- Nel computo del giudizio finale gli esercizi a svolgimento libero hanno peso maggiore delle domande a quiz;
- il tempo massimo per lo svolgimento del compito è di 1 ora.

Maggiori informazioni sugli appelli d'esame possono essere trovati sui siti dei docenti.

<https://elearning.med.unipi.it>

### **Note**

#### **RICEVIMENTO STUDENTI**

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

*Ultimo aggiornamento 03/09/2019 16:18*