



Denominazione	Corso integrato: FISICA MEDICA E METODO SCIENTIFICO Integrated course: MEDICAL PHYSICS AND SCIENTIFIC METHOD
Moduli componenti	Fisica applicata alla medicina Biometria e statistica Metodologia della ricerca
Settore scientifico-disciplinare	Fisica applicata alla medicina PHYS-06/A Biometria e statistica MEDS-24/A Metodologia della ricerca MEDS-24/B
Anno di corso e semestre di erogazione	1° ANNO - 1° SEMESTRE
Lingua di insegnamento	Italiano
Carico didattico in crediti formativi universitari	7 CFU così suddivisi: 4 CFU (Fisica applicata alla medicina) 2 CFU (Biometria e statistica) 1 CFU (Metodologia della ricerca)
Numero di ore di attività didattica assistita complessive e ripartite tra DE e DI	40 ore Didattica Erogativa (DE) e 10 ore Didattica Interattiva (DI) (Fisica Medica) 20 ore Didattica Erogativa (DE) e 5 ore Didattica Interattiva (DI) (Biometria e statistica) 10 ore Didattica Erogativa (DE) e 2.5 ore Didattica Interattiva (DI) (Metodologia della Ricerca)
Docenti	Giovanni F. Tassielli [Coordinatore del CI], Ruggero. Angelico (Fisica applicata alla medicina) Alessandro Gialluisi (Biometria e Statistica) Licia Iacoviello (Metodologia della ricerca)
obiettivi formativi specifici	Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze di base della fisica e della strumentazione fisica di interesse per le scienze mediche e della metodologia di indagine empirica. Il corso fornisce inoltre competenze sui sistemi ed unità di misura dei parametri che caratterizzano le funzioni biologiche e sul loro utilizzo; conoscenze di base sulla statistica descrittiva ed utilizzo di software per il calcolo dei più comuni indici statistici. Lo studente acquisirà così consapevolezza della variabilità insita nei dati biologici, clinici e strumentali e dell'utilità della metodologia statistica per la sintesi e la comprensione dei fenomeni biomedici e nella metodologia sperimentale.
Risultati di apprendimento specifici	Il corso si propone di fornire agli studenti una generale comprensione dei principi fondamentali della fisica, della statistica medica nonché della metodologia della ricerca e delle loro implicazioni in campo biomedico. Al termine del corso lo studente dovrà conoscere: <ul style="list-style-type: none">• i principi fondamentali della fisica nell'ambito della meccanica dei corpi solidi, dei liquidi e dei gas, dei principali fenomeni di trasporto su scala cellulare e molecolare, della termodinamica, dei fenomeni elettrici e magnetici, dell'ottica e delle radiazioni ionizzanti;• i principali metodi di statistica descrittiva, gli elementi di probabilità e le distribuzioni di probabilità, i metodi di statistica inferenziale, i più comuni metodi per studiare relazioni tra variabili• i principi del metodo scientifico, gli strumenti per eseguire una ricerca bibliografica, leggere in modo critico la letteratura scientifica e condurre uno studio statistico cosa sono le linee guida, il metodo GRADE ed il Sistema Nazionale Linee Guida; descrivere e applicare: <ul style="list-style-type: none">• gli argomenti di fisica e statistica più direttamente connessi al campo biomedico• i principi basilari di utilizzo delle radiazioni ionizzanti, delle onde meccaniche e dei campi magnetici per la creazione di immagini diagnostiche, con particolare riguardo alla radiologia digitale, alla Ecografia, alla Tomografia Computerizzata e alla Risonanza Magnetica



	<ul style="list-style-type: none">• i metodi di statistica descrittiva ed inferenziale, su una o più variabili nelle diverse tipologie di studio dopo aver valutato opportunamente le condizioni teoriche di base, per verificare le ipotesi di ricerca mediante software statistici. Saper presentare ed interpretare i risultati• gli step per scrivere un protocollo di ricerca, eseguire una ricerca bibliografica, valutare criticamente la letteratura scientifica, valutare e/o condurre un progetto di ricerca <p>integrare</p> <ul style="list-style-type: none">• le conoscenze e gestire la complessità dei fenomeni biomedici e saper dare valutazioni quantitative e stime dei fenomeni analizzati, interpretando adeguatamente i risultati ottenuti dalle opportune analisi o leggendo in modo critico la letteratura scientifica. <p>Comunicare</p> <ul style="list-style-type: none">• i risultati delle proprie analisi e i risultati tratti dalla letteratura scientifica <p>Utilizzare</p> <ul style="list-style-type: none">• le informazioni acquisite nello studio per l'approfondimento di tematiche di interesse scientifico.• Saper utilizzare sia nell'attività scientifica che in quella professionale le metodologie quantitative di tipo statistico per impostare gli studi, raccogliere ed analizzare i dati ed interpretare correttamente i risultati
Programma	Fisica applicata alla medicina (4 CFU): Grandezze fisiche e unità di misura. Il Sistema Internazionale. Funzioni e loro rappresentazioni grafiche, Geometria analitica, Trigonometria. Scalari e vettori. Operazioni con i vettori. Sistemi di riferimento. (Cenni sulle operazioni di derivazione ed integrazione. Cenni sulla risoluzione delle equazioni differenziali di secondo grado). Cinematica, Velocità vettoriale media e istantanea, Accelerazione vettoriale media e istantanea, Equazioni del moto, Moto uniformemente accelerato, Moto parabolico/del proiettile, Moto circolare, Accelerazione centripeta. Trasformazioni di Galileo. Il concetto di forza e le leggi del moto di Newton. Caratteristiche delle principali forze: forza peso, reazione vincolare, tensione di fili, forza elastica, attrito radente e viscoso, forze centripete e centrifughe. Momento angolare e delle forze, Teorema del momento angolare, Teorema del momento dell'impulso. Lavoro, forme di Energia, Potenza, Teorema delle forze vive, Forze conservative, Conservazione dell'energia meccanica, Lavoro delle forze dissipative. Quantità di moto di un punto materiale. Conservazione della quantità di moto. Urti: elastico, anelastico e completamente anelastico. Dinamica dei sistemi di punti materiali, Centro di Massa, moto del CM, Conservazione della quantità di moto, Momento angolare e momento delle forze di un S.P.M., Teorema del momento angolare, Primo teorema di Koenig. Corpo rigido. Le leve e loro classificazione, carrucole e paranchi. Equilibrio statico del corpo: applicazioni delle leve al corpo umano. La meccanica applicata al corpo umano, Biomeccanica: l'equilibrio su una gamba, la locomozione, equilibrio statico del piede, frattura delle ossa (per trazione, per torsione), la messa in trazione delle ossa, il sistema per la percezione dell'equilibrio dinamico (i canali semicirculari dell'orecchio). Principio ZERO della Termodinamica, Dilatazione termica dei materiali, Calore e tipi di trasferimento del Calore, Trasformazioni di stato, Termodinamica, Primo Principio della Termodinamica, Trasformazioni termodinamiche, Definizione di Gas Perfetti. Equazione di stato dei gas perfetti, Cicli termodinamici, Macchine Termiche e Rendimento, Entropia. Cenni del metabolismo del corpo umano, la potenza metabolica. Fenomeni Ondulatori: equazione delle onde e loro caratteristiche (La propagazione delle onde. La velocità delle onde. Principio di sovrapposizione.). Onda in una corda tesa, Onde piane, Onde armoniche, Trasformata di Fourier e scomposizione in componenti armoniche, Onde longitudinali e



trasversali, Polarizzazione, Energia trasportata da un'onda, Potenza media, Intensità dell'onda, Livello di intensità sonora (i db), Effetto Doppler, Interferenza, Onde stazionarie, l'orecchio umano esterno. Statica dei fluidi. Dinamica dei fluidi. Concetti generali sul movimento dei fluidi. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli, applicazioni del teorema di Bernoulli (Stenosi e Aneurisma). Fluidi reali, movimento laminare, legge di Hagen-Poiseuille. Resistenza di un condotto, le pompe idrauliche, introduzione alla fisica del sistema circolatorio e respiratorio: Lavoro e potenza cardiaca, Misurazione della pressione arteriosa. Moto turbolento, numero di Reynolds e velocità critica. Forze di coesione e adesione, Tensione superficiale, Equazione di Laplace, Capillarità

Carica elettrica e legge di Coulomb. Campo elettrico. Flusso del campo elettrico e legge di Gauss. Conduttore caricato isolato. Forze elettrostatiche e gravitazionali. Energia potenziale elettrica. Superfici equipotenziali. Condensatore e dielettrico. Corrente elettrica. Densità corrente. Resistenza, resistività e conduttività. Legge di Ohm. Circuiti elettrici stazionari. I circuiti vascolari come circuiti elettrici (cenni). Potenziale di membrana, La pompa Na-K, Potenziale d'azione, fenomeni elettrici del cuore (cenni): ECG. La schematizzazione elettrica di un Assone (cenni).

Il campo magnetico. Moto di una carica in un campo magnetico. Legge di Biot-Savart. La legge di Ampere. La legge dell'induzione di Faraday. La regola di Lenz. Forza elettromotrice derivante dal movimento. Campo elettrico indotto.

Il campo elettromagnetico. Le equazioni di Maxwell. Onde elettromagnetiche. Luce come onda elettromagnetica. Lo spettro elettromagnetico e le relative applicazioni.

Ottica geometrica. Raggi luminosi. Riflessione. Formazione di immagini da specchio piano e sferico. Indice di rifrazione. Legge di Snell. Riflessione totale. Immagini reali e immagini virtuali, Lenti sottili, lenti multiple e Ingrandimento. L'occhio umano, punto prossimo e punto distante, Miopia, Potere refrattivo delle lenti (diottria), Presbiopia.

Modello atomico. Spettro dei raggi X. La scoperta del nucleo. Alcune proprietà del nucleo. Decadimento radioattivo. Radiazioni ionizzanti. Interazioni radiazioni materia. Principi di funzionamento dei rivelatori di particelle ionizzanti. Applicazioni per la medicina: principi di funzionamento dei sistemi TAC, SPECT e PET.

Biometria e statistica (2 CFU):

Statistica descrittiva:

- Scale di misura. Tipi di variabili.
- Distribuzioni di frequenza. Tabelle. Grafici.
- Misure di posizione (media, mediana, moda, percentili e quartili) e di dispersione (range, diff. interquartilica, varianza, deviazione standard, coeff. di variazione).

Inferenza Statistica:

- Elementi di calcolo delle probabilità. Distribuzioni di Probabilità
- Concetto di Stima: puntuale ed intervallare
- Verifica delle ipotesi:
- Test su una media, su due medie (campioni indipendenti e appaiati)
- Test non parametrici (cenni)
- Verifica di ipotesi per il confronto tra più medie e confronti multipli
- Verifica di ipotesi su una proporzione e per il confronto tra due proporzioni.
- Tabelle di contingenza. Il test χ^2 . Misure di associazione (Odds Ratio e Hazard Ratio).
- Correlazione parametrica e non parametrica (cenni)
- Regressione lineare, Regressione multipla (cenni), regressione logistica (cenni)
- Analisi della sopravvivenza: curve di Kaplan e regressione di Cox (cenni)

Algoritmi di classificazione, test diagnostici e di screening:



	<ul style="list-style-type: none">● Parametri di valutazione (sensibilità, specificità, valore predittivo positivo e negativo)● Curva ROC● Utilizzo dei big data e dell'intelligenza artificiale (cenni) <p>Esercitazioni con software statistici.</p> <p>Metodologia della ricerca (1 CFU):</p> <ul style="list-style-type: none">● Perché la ricerca scientifica: il metodo scientifico● Classificazione della ricerca: Ricerca di base e ricerca applicata, Ricerca esplorativa e ricerca esplicativa, Ricerca quantitativa e qualitativa, Ricerca descrittiva e sperimentale.● La formulazione dei quesiti di ricerca. Da un'idea generica alla formulazione strutturata con EPICOT+● I disegni di studio nella ricerca (cenni)● Evidence Based Medicine e piramide della ricerca● La ricerca bibliografica e le banche dati● Come scrivere un protocollo di studio e un articolo● Come leggere un articolo
Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento	Il corso prevede lezioni frontali e didattica assistita on site e/o online mediante esercitazioni pratiche Utilizzo di software statistici disponibili on line e guida alla scelta dei metodi opportuni e all'interpretazione degli output
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	Esame scritto con esercizi e quesiti teorici. Attraverso la somministrazione del test scritto la commissione esaminatrice verificherà l'acquisizione delle conoscenze e competenze relative agli argomenti di: <ul style="list-style-type: none">● Fisica applicata alla medicina: l'esame servirà a valutare l'acquisizione dei principi fondamentali della fisica nell'ambito della meccanica dei corpi solidi, dei liquidi e dei gas, dei principali fenomeni di trasporto su scala cellulare e molecolare, della termodinamica, dei fenomeni elettrici e magnetici, dell'ottica e delle radiazioni ionizzanti; i principi basilari di utilizzo delle radiazioni ionizzanti, delle onde meccaniche e dei campi magnetici per la creazione di immagini diagnostiche, con particolare riguardo alla radiologia digitale, alla Ecografia, alla Tomografia Computerizzata e alla Risonanza Magnetica.● Biometria e statistica: attraverso esercizi pratici e quesiti teorici a scelta multipla sarà valutata la capacità di formulare obiettivi in termini quantitativi e trasformarli in appropriate ipotesi statistiche, la capacità di individuare i metodi di analisi dei dati più appropriati rispetto agli obiettivi dello studio, la capacità di gestire adeguatamente i dati da un file ed elaborarli opportunamente mediante l'impiego di software statistici, la capacità di comprendere il metodo scientifico e le sue applicazioni, di pianificare un protocollo di ricerca, di scrivere e leggere criticamente un lavoro scientifico● Metodologia della ricerca: la capacità di comprendere il metodo scientifico e le sue applicazioni, di pianificare un protocollo di ricerca, di scrivere e leggere criticamente un lavoro scientifico
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	La verifica dell'apprendimento sarà effettuata in aula mediante esame scritto della durata di circa 100 minuti senza l'utilizzo di appunti o libri, in presenza dei docenti. Per ciascun modulo, verranno formulati un adeguato numero (tenendo conto dei CFU dei singoli moduli) di quesiti a risposta multipla o aperta relativi a tutti gli obiettivi formativi dei singoli moduli. Per il modulo di statistica è prevista una prova pratica basata sullo svolgimento di esercizi di statistica, utilizzando i software statistici introdotti in aula dal docente. Per questa prova è previsto un bonus fino ad un massimo di 5 punti per gli studenti che avranno completato analoghe prove pratiche fornite durante il corso dell'insegnamento,



	<p>Qualora emergano importanti carenze nella conoscenza e comprensione degli argomenti, inadeguata capacità di analisi, l'esame sarà giudicato insufficiente. Analogamente sarà giudicato insufficiente un elaborato in cui siano stati svolti esercizi e quesiti teorici relativi esclusivamente ad una parte monotematica del programma. Viceversa saranno considerati idonei gli studenti che dimostreranno di aver acquisito le conoscenze e competenze sopradescritte attribuendo il massimo del voto a coloro i quali dimostreranno un ottimo livello di conoscenza e comprensione. Qualora emergano lievi insufficienze la commissione può valutare la possibilità di effettuare una discussione orale integrativa per chiarire eventuali punti dubbi ed accertare il livello di acquisizione delle conoscenze e delle competenze specifiche.</p> <p>La valutazione è con voto espresso in trentesimi.</p> <p>Complessivamente, la prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri:</p> <p>NON IDONEO: importanti carenze e/o inaccurately nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni.</p> <p>IDONEO:</p> <ul style="list-style-type: none">- 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi sintesi e autonomia di giudizio sufficienti.- 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente.- 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso.- 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio.- 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di analisi e di sintesi e di autonomia di giudizio. Argomentazioni espresse in modo originale.
Propedeuticità	Nessuna sebbene sia richiesta la compensazione degli obblighi formativi aggiuntivi (OFA) prima di poter sostenere la relativa verifica di profitto
Materiale didattico utilizzato e materiale didattico consigliato	<p>Fisica applicata alla medicina:</p> <ul style="list-style-type: none">● Il testo di riferimento potrà essere liberamente scelto tra quelli indicati (i testi sono consultabili presso la Biblioteca d'Ateneo):<ul style="list-style-type: none">○ D. Scannicchio: "Fisica biomedica", Casa Editrice Edises○ G. Bellini, R. Cerbino, G. Manuzio, F. Marzari, L. Repetto, L. Zennaro: "Fisica per Medicina con applicazioni fisiologiche, diagnostiche e terapeutiche", Casa Editrice PICCIN● Slides delle lezioni e materiale fornito dal docente. <p>Biometria e Statistica:</p> <ul style="list-style-type: none">● Il testo di riferimento potrà essere liberamente scelto tra quelli indicati (i testi sono consultabili presso la Biblioteca d'Ateneo):<ul style="list-style-type: none">○ M. Bland: Statistica Medica. APOGEO (ISBN: 978-8891629739)○ W.W. Daniel: Biostatistica. EdiSES (ISBN: 9788833190419)● Slides delle lezioni e materiale fornito dal docente. <p>Metodologia della ricerca:</p> <ul style="list-style-type: none">● David Bowers, Allan House, David Owens Come leggere e capire uno studio clinico. Raffaello Cortina Editore. ISBN 9788870788761● C. George Thomas. Research Methodology and Scientific Writing. 2nd edition 2022. Spriger.



ISBN-13 978-3030648671

- Slides delle lezioni e materiale fornito dal docente.

Gli studenti possono fare riferimento ad uno dei testi suggeriti o a qualsiasi altro testo di Fisica, Fisica applicata, Statistica Medica o di Metodologia della Ricerca per approfondire quanto riportato sulle slides delle lezioni messe a loro disposizione.