



Corso di Laurea Magistrale in Medicina e Chirurgia

Anno Accademico 2026/2027

INSEGNAMENTO INTEGRATO (I.I.): Fisica applicata ed Elaborazione delle informazioni

NUMERO DI CFU: 9

SSD: PHYS-06/A; IINF-05/A

COORDINATRICE DELL'I.I.: Prof.ssa [Silvia Tommasin](#)

E-MAIL: silvia.tommasin@unicamillus.org

MODULO 1: Fisica Applicata

NUMERO DI CFU: 6

SSD: PHYS-06/A

Prof.ssa [Silvia Tommasin](#)

e-mail: silvia.tommasin@unicamillus.org

Prof.ssa [Eleonora Nicolai](#)

e-mail: eleonora.nicolai@unicamillus.org

Prof. David Perpetuini

e-mail: david.perpetuini@unicamillus.org

MODULO 2: Sistemi di Elaborazione delle Informazioni

NUMERO DI CFU: 3

SSD: IINF-05/A

Prof.ssa [Rosa Sicilia](#)

e-mail: rosa.sicilia@unicamillus.org

Prof. [Guido Manni](#)

e-mail: guido.manni@unicamillus.org

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

Non previsti

PREREQUISITI

Conoscenze e competenze di matematica, statistica e informatica di base a livello di scuola secondaria, comprensive di aritmetica, algebra, geometria euclidea, trigonometria ed elementi di calcolo differenziale ed integrale.

OBIETTIVI FORMATIVI

Scopo del corso integrato di Fisica ed Elaborazione delle informazioni è quello di fornire agli studenti le conoscenze sui fondamenti della fisica applicata ed informatica necessari allo svolgimento della loro attività futura. In particolare, verrà affrontata la comprensione dei principi fisici alla base della fisica medica e del funzionamento della strumentazione medica.

RISULTATI DELL'APPRENDIMENTO ATTESI

Alla fine del modulo, gli studenti saranno in grado di descrivere i fenomeni fisici di sistemi complessi utilizzando strumenti matematici adeguati, conosceranno le basi scientifiche delle procedure mediche e i principi di funzionamento delle apparecchiature comunemente utilizzate per la diagnostica e la terapia. Inoltre, gli studenti capiranno gli strumenti ed i concetti informatici che saranno loro utili per la futura professione nel campo medico.

DD1: Conoscenza e capacità di comprensione

- Avere compreso il metodo sperimentale ed avere acquisito il rigore nell'uso e nelle trasformazioni delle unità di misura;
- Conoscere e comprendere correttamente la terminologia propria della fisica e dell'informatica.
- Conoscere i principi e le leggi fondamentali della fisica riguardanti la cinematica, la dinamica, l'elettricità e il magnetismo, le vibrazioni e le onde, le radiazioni, la fisica nucleare e i fluidi.
- Applicare questi concetti ai fenomeni biologici e fisiologici negli organismi viventi.
- Identificare e riconoscere i principi fisici che regolano la funzione degli specifici organi umani.
- Conoscere le basi dei sistemi informativi utilizzati in sanità e dei sistemi di telemedicina, in termini di componenti e connessioni. Inoltre, deve sapere come è organizzato un sistema di elaborazione delle informazioni.
- Conoscere le problematiche di sicurezza e privacy associate alla gestione di dati sensibili e non, quali i dati sanitari.
- Conoscere lo stato dell'arte e le potenzialità della tecnologia dell'informazione disponibile in campo medico e saper partecipare attivamente al disegno di nuove tecnologie.
- Conoscere le basi della mobile e-health, la lettura di dati provenienti da strumenti elettronici e alla loro elaborazione e trasmissione.
- Conoscere le basi degli algoritmi di intelligenza artificiale e dei sistemi di robotica e telerobotica.
- Avere le basi relative alla rappresentazione dei fenomeni mediante digital twin e conoscere la loro modalità di utilizzo in termini di diagnosi, prognosi e terapia e di medicina personalizzata.
- Applicare i principi della fisica e dell'informatica a problemi selezionati e ad una gamma variabile di situazioni.
- Utilizzare gli strumenti, le metodologie, il linguaggio e le convenzioni della fisica e dell'informatica per testare e comunicare idee e spiegazioni

DD2: Capacità di applicare conoscenza e comprensione

L'obiettivo generale dell'insegnamento integrato di fisica ed informatica è l'apprendimento del metodo sperimentale e delle sue applicazioni allo studio dei fenomeni naturali, nonché dei metodi informatici utilizzabili in campo medico. Pertanto, l'obiettivo è stimolare lo studente a condurre osservazioni accurate e sviluppare competenze analitiche critiche, e ad usare mezzi informatici in modo adeguato e consapevole.

DD3: Autonomia di giudizio

- Riconoscere l'importanza di una conoscenza approfondita degli argomenti conformi ad un'adeguata educazione medica.
- Identificare il ruolo fondamentale della corretta conoscenza teorica della materia nella pratica clinica.

DD4: Abilità comunicative

- Esporre gli argomenti in modo organizzato e coerente.
- Usare il linguaggio scientifico in maniera adeguata e conforme con l'argomento della discussione.

DD5: Capacità di apprendimento

- Riconoscere le possibili applicazioni delle competenze acquisite nella futura carriera.
- Valutare l'importanza delle conoscenze acquisite nel processo generale di educazione medica

PROGRAMMA

Syllabus MODULO 1: FISICA APPLICATA

INTRODUZIONE, MISURAZIONE, STIMA (Recupero crediti OFA, 0.2 CFU)

- Notazione scientifica.
- Grandezze fisiche, dimensione ed unità di misura, Sistema Internazionale delle unità di misura. Conversioni tra unità di misura e stima ordine di grandezza. Grandezze estensive ed intensive. Grandezze scalari e vettoriali.
- Funzioni trigonometriche elementari.
- Vettori: definizione, componenti, operazioni (esempi: somma, differenza, prodotto scalare e prodotto vettoriale).

MECCANICA (1.4 CFU)

Cinematica del punto materiale: definizione di posizione e spostamento nel tempo. Concetto di traiettoria e legge oraria. Velocità media e velocità istantanea, accelerazione media e accelerazione istantanea. Studio dei moti rettilinei e curvilinei, con esempi significativi: moto rettilineo uniforme, moto uniformemente accelerato, caduta libera, moto parabolico. Moto circolare uniforme e accelerazione centripeta.

- Dinamica del punto materiale: analisi delle interazioni tra corpi e formulazione dei tre principi della dinamica. Significato fisico del principio di inerzia e condizioni per l'equilibrio statico (prima legge). Legame tra forza risultante e accelerazione (seconda legge). Azione e reazione tra corpi in interazione (terza legge). Applicazione ai concetti di equilibrio traslazionale. Definizione di forza e principali esempi: forza peso, forza gravitazionale, forze di contatto e forza di attrito (statico e dinamico), tensione, forze elastiche e legge di Hooke per molle ideali.

- Lavoro ed energia: concetto di lavoro meccanico come effetto di una forza applicata su un corpo. Definizione di potenza e relazione con il lavoro svolto in un intervallo di tempo. Teorema dell'energia cinetica. Lavoro e confronto tra forze conservative e forze non conservative. Definizione di energia potenziale. Esempi: energia potenziale gravitazionale ed energia potenziale elastica. Energia meccanica come somma di energia cinetica ed energia potenziale. Teorema di conservazione dell'energia meccanica nei sistemi ideali.

- Quantità di moto: introduzione al concetto di quantità di moto e di impulso. Principio di conservazione della quantità di moto nei sistemi isolati.

- Sistemi di corpi: definizione di centro di massa e descrizione del suo moto. Caratteristiche del corpo rigido. Momento torcente e condizioni per l'equilibrio rotazionale. Leve nel corpo umano.

MECCANICA DEI FLUIDI (1.2 CFU)

Stati di aggregazione della materia: caratteristiche fondamentali dei fluidi rispetto ai solidi.

Definizione di pressione e densità e loro ruolo nel comportamento statico e dinamico dei fluidi.

- Leggi dell'idrostatica: legge di Stevino per la pressione nei liquidi in funzione della profondità; principio di Pascal per la trasmissione della pressione nei fluidi incompressibili; principio di Archimede per la spinta che un fluido esercita su un corpo immerso. Analisi delle condizioni di galleggiamento. Strumenti e metodi per la misura della pressione (esperimento di Torricelli,

manometro).

- Fluidi in movimento (idrodinamica): concetti di flusso e portata, distinzione tra moto stazionario e turbolento, con attenzione particolare al moto laminare. Equazione di continuità e conservazione della massa nei fluidi ideali. Teorema di Bernoulli e applicazioni alla circolazione sanguigna (stenosi e aneurisma).
- Fluidi reali e viscosità: analisi del moto laminare, profilo parabolico della velocità, concetto di gradiente di velocità. Legge di Poiseuille e resistenze idrauliche in serie e in parallelo.
- Fenomeni di superficie: tensione superficiale e suoi effetti su piccole quantità di liquido. Fenomeni di capillarità e comportamento delle interfacce fluide, sia piane che curve. Pressione di curvatura e sua descrizione qualitativa mediante la legge di Laplace.

TERMODINAMICA (1 CFU)

- Concetti fondamentali: definizione di sistema e ambiente. Variabili termodinamiche (pressione, volume, temperatura) e stato termodinamico. Funzioni di stato. Temperatura e sue scale di misura. Gas perfetti ed equazione di stato.
- Calore e capacità termica: scambi di energia sotto forma di calore. Definizione di capacità termica e calore specifico, con riferimento ai gas ideali. Fenomeni di cambiamento di stato fisico (fusione, evaporazione, condensazione), calore latente. Calorimetria.
- Meccanismi di trasmissione del calore: conduzione termica, convezione e irraggiamento.
- Primo principio della termodinamica: definizione e significato fisico. Energia interna, calore e lavoro. Applicazione del primo principio alle trasformazioni termodinamiche. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Trasformazioni canoniche nei gas ideali: isoterma, isocora, isobara, adiabatica, con confronto qualitativo dei comportamenti.
- Secondo principio della termodinamica: enunciati fondamentali e concetto di irreversibilità. Cicli termodinamici: definizione e funzionamento. Macchine termiche, rendimento, ciclo di Carnot. Entropia come funzione di stato, implicazioni macroscopiche e interpretazione statistica. Legame tra variazione dell'entropia e direzione naturale dei processi termodinamici.

ELETTRICITÀ E MAGNETISMO (1.2 CFU)

- Carica elettrica e interazioni: proprietà fondamentali della carica elettrica, unità di misura, conservazione della carica. Interazione tra cariche puntiformi e legge di Coulomb. Definizione di campo elettrico e rappresentazione tramite linee di forza. Campo generato da una carica puntiforme o da una distribuzione di più cariche puntiformi. Moto di una carica in un campo elettrico uniforme.
- Energia e potenziale elettrico: energia potenziale associata a una distribuzione di cariche. Definizione di potenziale elettrico e differenza di potenziale. Conservazione dell'energia per una carica in movimento in un campo elettrico.
- Conduttori e dielettrici (isolanti): descrizione qualitativa dei fenomeni di induzione elettrostatica e di polarizzazione.
- Corrente elettrica: corrente continua, intensità di corrente, generatore elettrico ideale e differenza di potenziale applicata. Conduzione nei conduttori ohmici. Leggi di Ohm, resistenza e resistività dei materiali. Potenza elettrica dissipata per effetto Joule. Combinazione di resistenze in serie e in parallelo.
- Capacità e condensatori: concetto di capacità elettrica. Capacità del condensatore piano, effetto della presenza di un dielettrico. Energia immagazzinata in un condensatore carico. Collegamenti di condensatori in serie e in parallelo.
- Campo magnetico: origine del campo magnetico dalle correnti elettriche (Esperimento di Oerstedt). Forza di Lorentz su una carica in moto e su un filo percorso da corrente. Moto circolare

di una carica elettrica in un campo magnetico uniforme.

- Induzione elettromagnetica: variazione del flusso magnetico e generazione di forza elettromotrice. Legge di Faraday-Neumann-Lenz. Correnti indotte e loro verso.

ONDE MECCANICHE (0.4 CFU)

- Onde meccaniche: introduzione alla natura delle onde meccaniche come fenomeni di propagazione di energia e perturbazione attraverso un mezzo materiale. Concetto di oscillatore armonico come modello base di generazione di onde. Definizione di frequenza, periodo, pulsazione e lunghezza d'onda. Velocità di propagazione delle onde e relazione tra i parametri ondulatori. Equazione di propagazione per onde armoniche semplici. Esempi di onde monodimensionali: onde trasversali su una corda e onde longitudinali, come quelle sonore nei fluidi.

- Principi di sovrapposizione e interferenza.

- Energia trasportata dalle onde: concetto di energia associata a un'onda meccanica. Potenza trasportata da un'onda in un mezzo elastico. Intensità dell'onda come quantità fisica misurabile, legata all'energia trasportata per unità di area e di tempo. Legge dell'inverso del quadrato della distanza.

- Onde acustiche: propagazione del suono nei diversi mezzi materiali, con particolare attenzione alla velocità del suono. Relazione tra intensità acustica e percezione sonora. Definizione di livello di intensità sonora in decibel.

- Effetto Doppler: descrizione qualitativa.

FISICA DELLE RADIAZIONI (0.6 CFU)

- Radiazione elettromagnetica: natura ondulatoria delle onde elettromagnetiche come combinazione di campi elettrici e magnetici oscillanti perpendicolari tra loro; caratteristiche fondamentali (lunghezza d'onda, frequenza, velocità di propagazione, ampiezza e intensità dell'onda).

- Spettro della radiazione elettromagnetica: suddivisione dello spettro in regioni (onde radio, microonde, infrarosso, luce visibile, ultravioletto, raggi X, raggi gamma), ordine crescente di frequenza e decrescente di lunghezza d'onda.

- Quantizzazione dell'energia: concetto di fotone come quanto di energia associato alla radiazione; relazione tra energia del fotone e frequenza.

- Assorbimento della radiazione elettromagnetica (legge di Lambert-Beer).

- Radioattività e decadimenti radioattivi: definizione di nucleo instabile, concetto di isotopi radioattivi. Attività e legge del decadimento radioattivo, emivita. Tipi principali di decadimento (alfa, beta, gamma) e trasformazioni nucleari associate.

- Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti e non ionizzanti: distinzione basata sull'energia trasportata dalla radiazione rispetto all'energia di ionizzazione degli atomi. Esempi di radiazioni non ionizzanti (onde radio, microonde, infrarosso) e ionizzanti (raggi X, raggi gamma).

- Ottica: leggi della riflessione e della rifrazione della luce, concetto di indice di rifrazione. Legge dei punti coniugati per le lenti convergenti sottili e formazione delle immagini.

Syllabus MODULO 2: SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI

Fondamenti di informatica e architettura del calcolatore (0.3 CFU)

- Dati, informazione, elaborazione dell'informazione e algoritmi
- Hardware e software; architettura di Von Neumann
- CPU, memoria, bus e periferiche di input/output
- Architetture moderne: processori multicore, memoria cache e GPU

Software e sistemi operativi (0.3 CFU)

- Software di sistema e software applicativo
- Sistemi operativi: gestione di processi, memoria e periferiche
- File system, file e directory
- Linguaggio macchina, linguaggi di programmazione, compilatori e interpreti

Rappresentazione dell'informazione e dati digitali (0.7 CFU)

- Codifica binaria dell'informazione e sistemi di numerazione
- Rappresentazione di numeri, caratteri e valori logici
- Operatori booleani e tabelle di verità
- Segnali analogici e digitali; dati e segnali biologici
- Campionamento, teorema di Nyquist, aliasing e quantizzazione

Immagini digitali ed elaborazione delle immagini (0.7 CFU)

- Formazione, acquisizione e rappresentazione delle immagini digitali
- Pixel, campionamento, quantizzazione, risoluzione e contrasto
- Qualità delle immagini: rumore, artefatti e rapporto contrasto-rumore
- Istogrammi, equalizzazione e trasformazioni delle intensità
- Filtraggio spaziale, smoothing e sharpening
- Compressione delle immagini digitali

Standard DICOM e gestione delle immagini medicali (0.15 CFU)

- Standard DICOM: immagini, metadati e servizi
- Archiviazione, ricerca e comunicazione delle immagini medicali
- Radiology Information System (RIS) e Picture Archiving and Communication System (PACS)
- Integrazione e interoperabilità tra modalità diagnostiche, RIS, PACS e sistemi ospedalieri

Sistemi informativi sanitari e Fascicolo Sanitario Elettronico (0.35 CFU)

- Sistemi informativi sanitari e Sistema Informativo Ospedaliero
- Cartella Clinica Elettronica e principali sistemi ospedalieri
- Integrazione dei sistemi, middleware e interoperabilità
- Nuovo Sistema Informativo Sanitario e dematerializzazione dei documenti sanitari
- Fascicolo Sanitario Elettronico: struttura, contenuti e modello funzionale
- Accesso, condivisione, consenso e conservazione dei dati clinici

Reti informatiche e telemedicina (0.2 CFU)

- Fondamenti delle reti informatiche; Internet, Intranet ed Extranet
- Architetture di rete e requisiti di affidabilità, scalabilità e sicurezza
- Televisita, telemonitoraggio, teleconsulto, teleriabilitazione e teleassistenza
- Infrastrutture e dispositivi per la telemedicina
- Mobile health, smartphone e dispositivi indossabili

Sistemi di supporto alle decisioni e Intelligenza Artificiale in sanità (0.1 CFU)

- Clinical Decision Support Systems e supporto alla decisione clinica
- Intelligenza Artificiale, Machine Learning e Deep Learning
- Principali paradigmi di apprendimento e applicazioni ai dati sanitari
- Valutazione dei modelli: matrice di confusione e principali metriche di performance
- Intelligenza Artificiale Generativa
- Explainable Artificial Intelligence, interpretabilità, limiti e rischi

Medicina personalizzata e Digital Twin (0.1 CFU)

- Medicina personalizzata, medicina di precisione e Medicina 5P
- Digital Twin: principi e rappresentazione virtuale del paziente
- Applicazioni dell'Intelligenza Artificiale alla medicina personalizzata e al supporto alle decisioni

Sicurezza informatica, privacy e aspetti normativi (0.1 CFU)

- Principi di sicurezza del dato sanitario: confidenzialità, integrità e disponibilità
- Minacce informatiche, vulnerabilità e fattore umano
- Misure di protezione e National Cybersecurity Framework
- Privacy e protezione dei dati sanitari secondo il GDPR
- Diritti dell'interessato e trattamenti automatizzati
- AI Act e regolamentazione dei sistemi di Intelligenza Artificiale in sanità

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Didattica in presenza articolata in 60 ore di Fisica applicata e 30 ore di Elaborazione delle informazioni. I docenti si avvalgono di strumenti didattici quali slides organizzate con diagrammi esplicativi, illustrazioni e immagini per descrivere i vari temi. Sono previste esercitazioni in classe per verificare la capacità di applicare le conoscenze acquisite. La frequenza è obbligatoria, è richiesta la frequenza di almeno il 67% delle ore totali previste per gli insegnamenti del corso integrato. Il corso consta di 90 ore di didattica frontale e di 2,5 ore di esercitazioni per ogni CFU.

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'apprendimento degli studenti sarà valutato attraverso una prova scritta nella quale tutti i contenuti trattati nell'ambito del Corso Integrato costituiscono oggetto di valutazione.

La modalità di verifica prevede un questionario a risposta multipla per ognuno dei 2 moduli, finalizzate alla valutazione sia della conoscenza teorica sia della capacità dello studente nella risoluzione di problemi. La prova è superata con una votazione da 18 a 30 in ogni modulo. Il voto finale sarà determinato dalla media dei voti ottenuti in ciascun modulo pesata dal numero di CFU dei moduli stessi.

Se non si ottiene la sufficienza in tutti i moduli, la prova non si ritiene superata.

Le abilità comunicative e la proprietà di linguaggio verranno verificate attraverso lavori di gruppo.

La prova di esame sarà complessivamente valutata secondo i seguenti criteri:

Non idoneo	Importanti carenze e/o inaccurately nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi; argomentazione assente o frequentemente errata.
-------------------	--

18–20	Conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficienti, con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti.
21–23	Conoscenza routinaria degli argomenti; capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente.
24–26	Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi; argomentazioni espresse in modo rigoroso.
27–29	Conoscenza completa degli argomenti; notevoli capacità di analisi e sintesi; buona autonomia di giudizio.
30–30L	Ottimo livello di conoscenza e comprensione. Notevoli capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio. Argomentazioni originali ed espresse con piena padronanza del lessico specialistico.

ATTIVITÀ DI SUPPORTO

Sono previste sessioni di ricevimento sia in presenza sia da remoto, da concordare con il docente di riferimento, al fine di garantire la massima flessibilità e venire incontro alle esigenze degli studenti.

TESTI CONSIGLIATI E BIBLIOGRAFIA

Elencare i testi adottati: Cognome Nome, Titolo, Città, Editore, Anno, ed. Se la bibliografia per non frequentanti è diversa, indicarlo esplicitamente. Per insegnamenti integrati, indicare il materiale per ciascun modulo.

Testi MODULO 1

Scannicchio Domenico, Fisica Biomedica, EdiSES, ISBN: 9788836230198

I libri di testo indicati sono solo un riferimento. Agli studenti è permesso di adottare il libro/i libri di loro scelta. Materiale aggiuntivo sarà fornito dai docenti.

Testi MODULO 2

Le diapositive delle lezioni costituiscono il punto di riferimento per lo studio e saranno fornite dal docente tramite WebApp. Ulteriori materiali aggiuntivi di approfondimento saranno forniti dal docente ove necessari.