

Corso Integrato di **FISICA e STATISTICA**

I° ANNO	SSD INSEGN.	MODULO INSEGNAMENTO	DOCENTI	CFU
FISICA e STATISTICA	FIS/07	Fisica Applicata alla Medicina	<b>Conti Allegra</b>	2
	FIS/07	Fisica Applicata alla Medicina	<b>Duggento Andrea</b>	3
CFU 12 <i>Coordinatore</i> <b>DUGGENTO ANDREA</b>	FIS/07	Fisica Applicata alla Medicina	<b>Toschi Nicola</b>	2
	INF/01	Informatica	<b>Duggento Andrea</b>	2
	MED/01	Statistica Medica	<b>Emberti Leonardo</b>	3

**OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

Acquisire la conoscenza delle nozioni fondamentali e della metodologia fisica e statistica utili per identificare, comprendere ed interpretare i fenomeni biomedici. Acquisire le competenze di base per la comprensione ed il corretto utilizzo delle tecnologie avanzate che in maniera sempre più intensa stanno pervadendo tutti i settori della medicina moderna. Fornire allo studente le necessarie basi statistiche per impostare una ricerca e raccogliere ed analizzare i dati. Acquisire la corretta terminologia statistica necessaria per comprendere ed interpretare uno studio scientifico. In sintesi, lo scopo è quello di familiarizzare lo studente con l'applicazione del procedimento scientifico all'analisi dei fenomeni biomedici.

I risultati di apprendimento attesi sono coerenti con le disposizioni generali del Processo di Bologna e le disposizioni specifiche della direttiva 2005/36 / CE. Si trovano all'interno del Quadro europeo delle qualifiche (descrittori di Dublino) come segue:

**1. Conoscenza e comprensione**

Avere compreso il metodo sperimentale ed avere acquisito il rigore nell'uso e nelle trasformazioni delle unità di misura. Conoscere i principi e le leggi fondamentali della fisica classica e saperli correlare ai fenomeni biologici e fisiologici negli organismi viventi. Avere appreso i concetti fondamentali di fisica atomica e nucleare e conoscere i progressi relativi alle radiazioni ionizzanti e non, in prospettiva delle applicazioni diagnostiche e cliniche.

Identificare e riconoscere i principi fisici che regolano la funzione degli specifici organi umani; dimostrare l'importanza della loro regolamentazione al fine di mantenere l'equilibrio. Aver compreso l'importanza della statistica per le discipline biomediche. Aver acquisito sufficienti conoscenze di statistica descrittiva e inferenziale che mettano in grado di comprendere il disegno di uno studio scientifico e di interpretarne i risultati. Aver acquisito conoscenze di base di metodologia della ricerca. Conoscere e comprendere correttamente la terminologia propria della fisica e della statistica.

**2. Conoscenze applicate e capacità di comprensione**

Applicare i principi della fisica e della statistica a problemi selezionati e ad una gamma variabile di situazioni.

Utilizzare gli strumenti, le metodologie, il linguaggio e le convenzioni della fisica e della statistica per testare, comunicare idee e spiegazioni.

Applicare il rigore metodologico della fisica e le conoscenze statistiche al disegno di studi scientifici.

**3 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.

**4. Comunicazione**

Esporre oralmente gli argomenti in modo organizzato e coerente.

Uso di un linguaggio scientifico adeguato e conforme con l'argomento della discussione.

**5. 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.

**PREREQUISITI**

Conoscenze e competenze di Matematica, Fisica e Statistica di base a livello di scuola secondaria.

**PROGRAMMA**

**Il metodo sperimentale.** Le leggi fisiche. Grandezze fisiche e loro misura. Dimensioni. Unità di misura. Grandezze scalari e grandezze vettoriali. Elementi di calcolo vettoriale. Cifre significative.

**Fondamenti di meccanica.** Sistemi di riferimento. Descrizione del moto traslatorio e moto rotatorio. Forze e leggi della dinamica. Forza di gravità e Peso, Forza normale, Forze di attrito. Forze elastiche. Vincoli e reazioni vincolari. Corpi estesi. Baricentro. Rotazioni e momento delle forze. Equilibrio e stabilità. Lavoro, energia e potenza. Energia potenziale ed energia cinetica. Relazioni tra lavoro ed energia. Lavoro delle forze dissipative. Formulazione generale del principio di conservazione dell'energia e conservazione della energia meccanica.

**Meccanica della locomozione.** Equilibrio e movimento delle articolazioni. Analisi delle forze che agiscono sulle articolazioni e si sviluppano nei muscoli in differenti situazioni di postura e/o di movimento. Leggi di scala in biomeccanica. Effetti della gravità sul corpo umano.

**Biomateriali.** Elasticità. Deformazioni elastica e plastica. Concetto di sforzo. Diagramma sforzo-deformazione. Moduli di elasticità. Trazione, compressione, flessione, torsione. Elasticità dei materiali biologici (ossa, tendini, vasi sanguigni). Membrane elastiche. Tensione di parete. Legge di Laplace. Relazioni pressione trasmurale-volume: definizione di elastanza e complianza. Applicazioni ai vasi sanguigni, alle camere cardiache, ai polmoni.

**Fluidi e Fisica della Circolazione.** Fondamenti di meccanica dei liquidi. Definizione di Pressione. Pressione in un liquido. Legge di Pascal. Legge di Stevino. Pressione idrostatica. Forza di Archimede. Pressione assoluta. Pressione manometrica. Manometri. Flusso di liquido in un condotto. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli e sue applicazioni al sistema circolatorio. Liquidi reali e viscosità. Liquidi newtoniani. Proprietà reologiche del sangue. Moto laminare e legge di Poiseuille. Regime turbolento e numero di Reynolds. Resistenza idraulica. Perdita di carico. Relazioni tra gradienti di pressione e velocità. Applicazioni al sistema circolatorio.

**Forze di coesione nei liquidi.** Tensione superficiale Capillarità. Liquidi. tensioattivi, embolia gassosa. La fisica degli alveoli.

**Le membrane nei sistemi biologici.** Il fenomeno della diffusione. Diffusione libera e attraverso membrane. Membrane semipermeabili ed equilibri osmotici.

**Fondamenti di calorimetria e termodinamica.** Temperatura. Calore. Scambi di calore. Calore specifico e capacità termica. Meccanismi di trasmissione del calore. Irraggiamento termico e termografia. Sistemi termodinamici e loro trasformazioni. Gas perfetti (richiami). Equivalenza tra calore e lavoro. I Principio della termodinamica. Energia interna. Il Principio della termodinamica ed entropia (cenni). L'uomo e l'ambiente: scambi termici e termoregolazione. Equilibrio energetico.

**Fenomeni ondulatori.** Proprietà comuni a tutti i fenomeni ondulatori. Tipi di onde. Onde piane, sferiche. Lunghezza d'onda, frequenza e velocità di un'onda. Equazione dell'onda. Sovrapposizione delle onde. Teorema di Fourier. Energia associata ai fenomeni ondulatori. Propagazione di un'onda. Riflessione, rifrazione e riflessione totale. Interferenza. Onde stazionarie e risonanza.

**Natura e proprietà delle onde sonore.** Caratteri distintivi dei suoni. Intensità delle onde sonore. Scala decibel. Basi fisiche della percezione dei suoni. Propagazione delle onde sonore. Impedenza acustica. Effetto Doppler. Onde d'urto. Sorgenti sonore. Ultrasuoni e loro applicazioni in medicina: misure di flusso ed ecografia. Cenni sugli effetti biologici degli ultrasuoni.

**Onde luminose.** Propagazione della luce. Intensità luminosa e fotometria. Ottica geometrica: Specchi, Diottra, lenti sottili. Formazione dell'immagine. Immagini reali e immagini virtuali. Aberrazioni. Cenni di ottica ondulatoria: interferenza, diffrazione, dispersione, polarizzazione della luce. Strumenti ottici: Lente di ingrandimento e microscopio. Fibre ottiche in medicina.

**Elettricità e Magnetismo.** Fenomeni elettrici. Carica elettrica e forza di Coulomb. Il campo elettrico e il potenziale elettrico. Distribuzioni di cariche elettriche: dipolo elettrico e strato dipolare. La capacità di un conduttore e il condensatore. La corrente elettrica e le leggi di Ohm. Generatori, utilizzatori e circuiti elettrici. Effetto termico della corrente. Carica e scarica di un condensatore. Bioelettricità: Potenziale di Nernst. Modello elettrico della membrana cellulare. Il campo magnetico e sue principali caratteristiche. La forza di Lorentz. Momenti magnetici e proprietà magnetiche della materia. Flusso di campo magnetico e induzione elettromagnetica. Le onde elettromagnetiche. Spettro elettromagnetico. Radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti: microonde, radiazione infrarossa, raggi ultravioletti. Principi fisici delle tecniche di immagine che usano radiazioni non ionizzanti: Risonanza Magnetica Nucleare.

**Le Radiazioni in Medicina.** Elementi di fisica atomica. Emissione ed assorbimento atomico e molecolare. Fosforescenza e fluorescenza, effetto fotoelettrico. Emissione stimolata e Laser. Raggi X: Meccanismi di emissione dei raggi X e loro proprietà. Legge di attenuazione. Interazione dei raggi X con la materia. Tubi radiogeni e generatori lineari di elettroni. L'immagine radiologica. Elementi di fisica nucleare: la struttura del nucleo atomico, forze

nucleari. - Radioattività naturale. Radiazioni alfa, beta, gamma. - Legge del decadimento radioattivo- Reazioni nucleari e radioattività artificiale. Metodi di rilevazioni delle radiazioni. Utilizzazione di isotopi radioattivi per diagnostica Radiazioni ionizzanti. Interazione con la materia vivente. Cenni di Dosimetria. Principi fisici delle tecniche di immagine con radiazioni ionizzanti. Immagini che utilizzano radionuclidi. Immagini Tomografiche (TAC, SPECT, PET).

**La parte del programma inerente alla statistica si compone di due parti: una parte sarà trattata nel corso delle lezioni frontali, un'altra parte andrà approfondita o studiata ex novo nel libro di testo indicato. Entrambe le parti sono argomenti di esame.**

**Il seguente programma sarà trattato nel corso delle lezioni frontali:** Introduzione alla statistica: casualità e causalità, storia naturale della malattia. Osservazione della realtà: osservazione clinica e osservazione epidemiologica. Statistica descrittiva e statistica inferenziale. Variabili quantitative e qualitative. Frequenza assoluta, relativa e percentuale. Tabelle, diagrammi e grafici. Indici statistici: misure di tendenza centrale e di dispersione. Teorema del limite centrale. La curva normale (gaussiana) e le sue proprietà. Errore standard e intervalli di confidenza. Inferenza statistica: ipotesi nulla e ipotesi alternativa, il valore di  $p$ , l'associazione statistica. Associazione e causalità. Verifica delle ipotesi e introduzione ai test di significatività statistica. Differenze fra proporzioni: valori osservati e valori attesi. Correlazione. Regressione lineare uni- e multivariata.

**Il seguente programma andrà approfondito o studiato ex novo nel libro di testo indicato, ponendo particolare attenzione alla "Terminologia" e agli "Errori frequenti" (è indicato il capitolo del libro dove approfondire il tema):**

La probabilità è un concetto complesso (capitolo 2). Dal campione alla popolazione (capitolo 3). Gli intervalli di confidenza (capitolo 4). Tipi di variabili (capitolo 5). Gli outlier (capitolo 21). Rappresentazione grafica della variabilità (capitolo 6). La distribuzione log-normale e la media geometrica (capitolo 9). Confronto tra gruppi attraverso il  $p$ -value (capitolo 13). Interpretare un risultato che è (o non è) statisticamente significativo (capitolo 15). I confronti multipli (capitolo 17). Test statistici di uso comune (capitolo 19). La correlazione (capitolo 22). La regressione lineare semplice (capitolo 23). Errori da evitare in statistica (capitolo 25).

#### TESTI CONSIGLIATI

Harvey Motulsky. Biostatistica Essenziale. Una guida non matematica. Edizione italiana a cura di Leonardo Emberti Gialloreti. Editore Piccin, Padova, 2021.

J.W. Kane, M.M. Sternheim: Fisica Biomedica, Emsi, 2011

D. Scannicchio: Fisica Biomedica, Edises, 2009

Giancoli: Fisica con Fisica Moderna. 2 ed. Casa Editrice Ambrosiana, 2007



#### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

Lezioni frontali con svolgimento tradizionale.

Frequenza obbligatoria.

La metodologia didattica adottata nello svolgimento del corso è finalizzata anche al recupero/acquisizione del metodo di studio, che stimoli lo studente a capire piuttosto che memorizzare. Finalizzato a questo obiettivo è la presentazione, analisi e discussione di esempi applicativi e le esercitazioni consistenti nell'analisi e risoluzione di problemi.

Preliminarmente al corso, viene svolto un recupero dei concetti e delle abilità matematiche che costituiscono prerequisiti indispensabili per un proficuo svolgimento del Corso Integrato.

Il Corso di Fisica si articola in due parti. La prima parte comprende Elementi di Fisica di Base con l'obiettivo primario di recuperare/consolidare i concetti e le abilità di fisica che lo studente dovrebbe aver acquisito durante il percorso di studio di istruzione secondaria superiore e che sono propedeutici alla Fisica applicata alla medicina. Il Corso di Informatica è parte integrante del Corso di Fisica.

#### MODALITÀ DI VALUTAZIONE E CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame del Corso Integrato di FISICA e STATISTICA consiste in una prova di valutazione di FISICA, una prova di valutazione di STATISTICA, le cui votazioni costituiscono parte integrante della valutazione dell'esame del Corso Integrato.

Lo studente può sostenere la prova di FISICA e la prova di STATISTICA in un unico appello oppure in appelli diversi dell'a.a. in corso secondo le modalità sottoelencate.

**PROVA DI VALUTAZIONE DI FISICA:** La prova di Fisica consiste in una prova scritta e una prova orale obbligatorie. La prova scritta è finalizzata alla valutazione della capacità dello studente nella risoluzione di problemi e la prova orale è finalizzata alla valutazione della conoscenza teorica del programma svolto e alla verifica degli obiettivi sopraelencati.

Il giudizio sulla prova scritta è un giudizio di idoneità ed è valido soltanto nell'ambito dell'appello in cui è stata sostenuta. Sono ammessi alla prova orale soltanto gli studenti risultati idonei alla prova scritta. La prova orale deve essere sostenuta nello stesso appello della prova scritta.

**PROVA DI VALUTAZIONE DI STATISTICA:** la prova consiste in una prova scritta, attraverso la quale si verifica la padronanza di alcuni calcoli statistici, seguita da una prova orale. La prova orale si svolgerà normalmente lo stesso giorno della prova scritta. Se però il numero degli iscritti fosse superiore a sessanta, un gruppo svolgerà la prova orale lo stesso giorno dello scritto e un altro gruppo il giorno successivo. Eventuali prove in itinere saranno comunicate dal docente ad inizio corso.

In sede di valutazione del Corso Integrato, la Commissione terrà conto delle valutazioni della prova di valutazione di FISICA e della prova di valutazione di STATISTICA sulla base dei crediti assegnati ai singoli moduli didattici.

Il voto di esame, espresso in trentesimi, viene stabilito secondo i seguenti criteri:

**Non idoneo:** importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni.

**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.

#### OFFERTA FORMATIVA DISCIPLINE A SCELTA DELLO STUDENTE

Le attività didattiche elettive a scelta dello studente sono offerte del Corso Integrato e comprendono Seminari, Internati di ricerca, Internati di reparto e Corsi monografici. Gli argomenti delle A.D.E. non costituiscono materia di esame. L'acquisizione delle ore attribuite alle A.D.E. avviene solo con una frequenza obbligatoria del 100% ed è prevista una idoneità.

- Laboratorio di fisica medica
- Approfondimenti di ottica e acustica
- Approfondimenti sui laser. Applicazioni in Medicina e Odontoiatria
- Principi di Radioprotezione
- Approfondimenti sugli ultrasuoni: Applicazioni in Medicina e Odontoiatria
- Concetti base di epidemiologia
- Ricerca bibliografica, lettura e interpretazione di articoli scientifici



#### COMMISSIONE ESAME

La Commissione per gli esami di profitto del corso integrato è composta dal Presidente, dai Titolari delle discipline afferenti, dai Docenti di discipline affini e dai Cultori della materia.

<b>Duggento Andrea (Presidente)</b>	
<b>Emberti Leonardo</b>	
<b>Toschi Nicola</b>	
<b>Conti Allegra (cultore della materia)</b>	

#### SEGRETERIA DEL CORSO INTEGRATO

<b>Ruggiero Simonetta</b>	fismed@uniroma2.it	06 7259 6393
---------------------------	--------------------	--------------

#### RIFERIMENTO DOCENTI

<b>Duggento Andrea (Coordinatore)</b>	duggento@med.uniroma2.it	
---------------------------------------	--------------------------	--