Biomechanics [2303303]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: FRANCESCA CORDELLA, FEDERICA BRESSI

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso si propone di fornire allo studente le conoscenze per l'analisi biomeccanica del corpo umano, con particolare focus sul sistema muscolo-scheletrico. Allo studente verranno fornite solide conoscenze teoriche e pratiche sull'analisi cinematica, sullo studio dell'attività muscolare e sull'analisi dei segnali fisiologici. Verranno inoltre forniti gli strumenti per interpretare i risultati ottenuti.

Prerequisiti
Nessuna

Contenuti del corso
Contenuti per MED/34 (30 ore):

ANATOMIA E FISIOLOGIA DELL'APPARATO MUSCOLO-SCHELETRICO (30 ore):
• Introduzione al sistema muscolo-scheletrico (ossa, tendini, legamenti, cartilagine, articolazioni)
• Fisiologia e funzioni primarie
• Sintomi e disturbi del sistema muscoloscheletrico
• Tecniche di valutazione clinica
• Terapie comuni per il sistema muscolo-scheletrico

Contenuti per ING/IND34 (60 ore):

1. FONDAMENTI DI BIOMECCANICA (4 ore)
• Introduzione alla biomeccanica e alle sue applicazioni

2. BIOMECCANICA DELL'ARTO SUPERIORE (20 ore)
• Analisi cinematica
• Analisi dinamica
• Metodologie di raccolta ed elaborazione dei dati (attraverso lezioni frontali e attività di laboratorio)
• Strumenti per l'interpretazione e l'utilizzo dei dati per casi pratici

3. ATTIVITÀ MUSCOLARE (18 ore)
• Introduzione al sistema muscolare
• Generazione e modellazione di segnali muscolari elettrici
• Monitoraggio dell'attività muscolare mediante elettromiografia di superficie e ad alta densità
• Analisi del segnale elettromiografico

2. VALUTAZIONE DELLA FATICA FISICA E COGNITIVA (18 ore)
• Origine dei parametri fisiologici (frequenza cardiaca, frequenza respiratoria, risposta galvanica della pelle)
• Monitoraggio dei dati fisiologici
• Analisi dei segnali provenienti da sensori fisiologici
• Affaticamento cognitivo e muscolare

Metodi didattici
Lezioni frontali (72 ore) in cui verranno presentati argomenti teorici e pratici. Le lezioni pratiche mirano a fornire agli studenti la capacità di applicare le conoscenze teoriche a casi pratici.
Sessioni di laboratorio per l'acquisizione di dati da analizzare mediante strumenti teorico-pratici (MATLAB, Smart Analyser, Vicon Nexus) (18 ore).
Esercitazioni pratiche di gruppo in cui gli studenti analizzeranno criticamente i dati acquisiti durante le lezioni frontali e le sessioni di laboratorio.

Modalità di verifica dell'apprendimento
Le conoscenze e le competenze relative agli argomenti del corso vengono verificate mediante:

1) Questionario a risposta multipla per il modulo MED/34, su argomenti trattati durante l'intero corso. Durata della prova: 45 minuti
2) prova orale per il modulo ING/IND34, su argomenti trattati durante l'intero corso.
Il docente potrà verificare il livello di padronanza degli strumenti teorici e della loro applicazione (acquisiti sia in aula che attraverso lo studio personale) nonché il livello di capacità analitica e di rigore formale raggiunto dallo studente. Il voto finale è espresso in trentesimi. L'intero esame è superato se il voto ottenuto è maggiore o uguale a 18/30. La lode viene attribuita agli studenti che hanno conseguito il punteggio massimo con un voto finale superiore a 30/30. Il contenuto dei due moduli sarà valutato attraverso una fase di valutazione condivisa in cui verrà certificata la preparazione degli studenti sulle tematiche dei due moduli. Il punteggio della prova finale sarà calcolato come somma ponderata dei singoli voti per i contenuti del modulo MED/34 (35%) e per i contenuti del modulo ING/IND34 (65%).

Testi di riferimento
• Appunti delle lezioni distribuiti dal docente
• N. Ozkaya, M Nordin, Fundamentals of Biomechanics, second edition, Springer.

Risultati di apprendimento specifici
Conoscenza e comprensione
• Caratteristiche delle strutture e del funzionamento dei sistemi muscolo-scheletrico, cardiovascolare e respiratorio.
• Metodi per eseguire l'analisi biomeccanica del movimento umano.
• Strumenti software per analizzare i dati acquisiti in ambienti di laboratorio e ottenere indicatori sullo stato biomeccanico e fisiologico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
• Capacità di analizzare e interpretare il movimento umano
• Capacità di ottenere lo stato cognitivo e muscolare attraverso dati fisiologici e di analizzare criticamente i risultati ottenuti durante le attività sperimentali.

Autonomia nel giudicare
Gli studenti saranno stimolati a sviluppare le proprie capacità analitiche e critiche nella comprensione dei concetti teorici e nella valutazione dei risultati nell'ambito delle attività sperimentali svolte durante il corso.

Abilità comunicative e soft skills
Particolare attenzione sarà data alla qualità della comunicazione e alle soft skills. Tale obiettivo sarà perseguito: i) sollecitando il coinvolgimento proattivo degli studenti durante le lezioni, ii) lavorando su attività di gruppo mirate allo studio e all'analisi critica dei dati analizzati durante il corso.

Capacità di apprendimento
Il corso si avvale di un approccio basato sul coinvolgimento attivo degli studenti favorendo l'applicazione dei concetti appresi a casi pratici

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	9	ING-IND/34, MED/34

Stampa del 30/06/2026

Biomechatronics and Biomaterials [2303307]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: DOMENICO FORMICA

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso fornirà agli studenti elementi teorici e scientifici sui componenti dei sistemi biomeccatronici, nonché sulle proprietà dei biomateriali, ovvero materiali destinati a essere impiegati a contatto con i tessuti biologici.

Prerequisiti
Sono richieste conoscenze di base in Matematica, Fisica, Elettronica e Chimica. Per facilitare la fruizione del corso, all'inizio dello stesso il docente effettuerà una survey finalizzata a verificare il possesso delle competenze raccomandate e, valuterà, assieme agli studenti, l'adozione di eventuali azioni di consolidamento per colmare possibili carenze, attraverso approfondimenti mirati.

Contenuti del corso
Modulo Biomeccatronica (3,0 CFU, D. Formica)

• Introduzione alla biomeccatronica
• Sistemi biomeccatronici – Casi di studio e modellazione dell'architettura
• Circuiti elettronici e componenti
• Elettronica a semiconduttore
• Sensori e attuatori
• Unità di controllo
• Acquisizione dati nei sistemi biomeccatronici
• Analisi dei dati e reporting

Modulo Biomateriali (3,0 CFU, A. Rainer)

• Introduzione alla scienza dei biomateriali
• Risposta dell'organismo ai biomateriali
• Proprietà meccaniche e relazioni struttura-proprietà
• Elasticità, plasticità, proprietà dinamiche.
• Corrosione
• Biomateriali metallici: acciaio inox, leghe di titanio, leghe di cobalto
• Biomateriali ceramici: ceramiche bioinerte e bioattive
• Polimeri biocompatibili

Metodi didattici
L'insegnamento è organizzato in lezioni frontali (5 CFU) e attività di laboratorio (1 CFU). Durante le lezioni multidisciplinari in aula, gli studenti acquisiranno le conoscenze teoriche necessarie per sviluppare e testare un dispositivo specifico nel campo della bioingegneria e per caratterizzare i biomateriali. Nelle attività pratiche di laboratorio, gli studenti saranno guidati dai docenti nell'applicazione dei fondamenti presentati nel modulo teorico.

Modalità di verifica dell'apprendimento
Le conoscenze e le competenze degli studenti saranno valutate tramite un esame scritto individuale composto da quattro domande a risposta aperta (due per ciascun modulo).

Testi di riferimento
• Appunti e dispense forniti dai docenti.
• Alciatore D.G & Histand B. M.(2012). Introduction to mechatronics and measurement systems. New York, NY, USA: McGraw-Hill

Risultati di apprendimento specifici
Conoscenza e capacità di comprensione
Comprendere la natura multidisciplinare della biomeccatronica e le sue applicazioni nel campo medico.

Comprendere le principali problematiche nello sviluppo di sistemi biomeccatronici e biomateriali.

Comprendere come selezionare e dimensionare i componenti per lo sviluppo di dispositivi biomeccatronici e per l'impiego di biomateriali.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Capacità di analizzare casi studio reali di sistemi biomeccatronici.

Capacità di modellare l'architettura di sistemi biomeccatronici, comprendendo l'integrazione di componenti meccaniche, elettroniche e biologiche.

Capacità di elaborare progetti preliminari di sottosistemi hardware/software di sistemi biomeccatronici.

Autonomia di giudizio
Gli studenti saranno stimolati a sviluppare capacità analitiche e critiche nella comprensione dei concetti teorici, nell'individuazione di soluzioni a problematiche di progettazione, sviluppo e testing, nonché nella valutazione dei risultati delle attività sperimentali svolte in laboratorio.

Capacità di apprendimento
Gli studenti acquisiranno la capacità di ampliare autonomamente le conoscenze acquisite e di applicare e contestualizzare i metodi bioingegneristici a problemi differenti da quelli trattati nel corso.

Capacità comunicative e soft skills
Gli studenti saranno introdotti alla preparazione di presentazioni tecniche attraverso esempi in aula e attività di laboratorio. Particolare attenzione sarà posta alla qualità della comunicazione tecnica, con specifico riferimento al linguaggio tecnico (chiarezza, efficacia, appropriatezza e correttezza formale) utilizzato sia nei report che negli esami scritti.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	6	ING-IND/34

Stampa del 30/06/2026

Biomedical Signal Processing [2303301]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: MARGHERITA ANNA GRAZIA MATARRESE

Periodo: Ciclo Annuale Unico

Obiettivi formativi
L'obiettivo del corso è fornire una solida preparazione nei principi, metodi e strumenti dell'elaborazione dei segnali applicata alla medicina e alla biologia. Il corso adotta un approccio ingegneristico e quantitativo finalizzato all'estrazione di informazioni significative da segnali biomedici per applicazioni di diagnosi, prognosi e monitoraggio dello stato di salute.
Il corso è articolato in due parti. La prima introduce i fondamenti dell'acquisizione e dell'elaborazione dei segnali biomedici, insieme ai principali metodi di preprocessing, feature extraction e machine learning applicati a problemi di classificazione, regressione e clustering. La seconda approfondisce metodologie avanzate di teoria dei segnali e dei sistemi, analisi spettrale, modellazione e tecniche avanzate di elaborazione digitale, con applicazioni specifiche a segnali ECG ed EEG acquisiti direttamente in laboratorio durante il corso.
Al termine dell'insegnamento, gli studenti avranno acquisito conoscenze teoriche e competenze pratiche per acquisire, elaborare, modellare e interpretare dati biomedici in contesti clinici e di ricerca.

Prerequisiti
Il corso si basa sugli insegnamenti del 1° e 2° anno: Matematica, Fisica Generale, Informatica, Fisiologia e Anatomia, Probabilità e Statistica, Matematica II, Elettronica, Elettrotecnica, Fisica avanzata. È fortemente consigliato aver superato il corso di Computer Science e familiarità con linguaggi di programmazione.

Contenuti del corso
Parte 1 – Introduzione ai segnali biomedici e al signal processing (5 CFU, I semestre)
1.1 Statistica e analisi dei dati biomedici
• Introduzione all'analisi dei dati sperimentali e dei segnali biomedici
• Organizzazione, rappresentazione e visualizzazione dei dati
• Statistica descrittiva: media, mediana, moda, varianza, deviazione standard, percentili e distribuzioni
• Introduzione alla probabilità, intervalli di confidenza e concetti fondamentali di inferenza statistica
• Test di ipotesi e interpretazione statistica dei risultati
• Statistica parametrica e non parametrica: criteri di scelta e principali metodi (t-test, ANOVA, signed-rank test, ranksum test, Kruskal-Wallis test)
• Introduzione a MATLAB per l'analisi dei dati biomedici: sintassi di base, importazione dati, visualizzazione grafica e strumenti fondamentali di elaborazione numerica

1.2 Introduzione ai segnali e sistemi
• Definizione e classificazione dei segnali: continui e discreti, periodici e aperiodici, deterministici e aleatori
• Catena di acquisizione di un segnale biomedico: (1) trasduzione, (2) condizionamento analogico, (3) conversione ADC, (4) elaborazione digitale: filtraggi numerici e tecniche di pulizia degli artefatti, (5) identificazione di pattern e estrazione delle caratteristiche
• Analisi dei segnali nel tempo e in frequenza: domini tempo/frequenza, basi della Trasformata di Fourier
• Approccio qualitativo ai sistemi lineari tempo invarianti (LTI)

1.3 Acquisizione dei segnali e fondamenti di pre-processing
• Digitalizzazione dei segnali: teorema del campionamento, frequenza di campionamento, aliasing e come prevenirlo, conversione A/D
• Basi del filtraggio: perché filtrare i segnali biomedici; filtri FIR vs IIR; filtraggio in MATLAB
• Artefatti e pulizia: artefatti comuni (oculari, muscolari, movimento, rete elettrica); tecniche computazionali di isolamento e rimozione.

1.4 Applicazioni ai segnali biomedici
• Elettrocardiografia (ECG): generazione e struttura dell'ECG; sistemi di derivazioni; pre-processing per rimozione degli artefatti da respirazione e dell'interferenza di rete; metodi di rilevamento del QRS.
• Frequenza cardiaca (HR) e variabilità (HRV): segnali derivati e serie RR; definizioni di HR e HRV; caratteristiche nel tempo e in frequenza; misure non lineari di base.
• Elettroencefalografia e segnali multicanale: panoramica e origine del segnale EEG; junction box e montaggi; sistema 10–20; uso di software open source (es. EEGLAB, Brainstorm).

• Elettromiografia (EMG): origine del segnale; acquisizione superficiale; rumore e motion artifacts; envelope; analisi nel dominio del tempo e della frequenza; applicazioni a fatica muscolare e controllo motorio.
• Fotopletismografia (PPG): principio ottico; relazione con la pulsazione cardiaca; stima di HR e SpO2; artefatti da movimento; wearable sensors.
• Segnali respiratori: pneumografia, flusso respiratorio, cintura toracica; frequenza respiratoria; sincronizzazione cardio-respiratoria.
• Elettrooculografia (EOG): movimenti oculari e blink detection; rimozione artefatti in EEG.
• Risposta galvanica della pelle (GSR/EDA): attività simpatica; analisi tonic/phasic; applicazioni in stress e affettività.

1.5 Feature extraction e introduzione al Machine Learning
• Estrazione di caratteristiche (feature extraction): pipeline standard per estrazione di feature nel dominio del tempo (ampiezze, intervalli), della frequenza (PSD, bande di potenza) e tempo-frequenza.
• Introduzione al Machine Learning supervisionato: classificazione vs regressione; workflow generale di addestramento e test.
• Algoritmi di base: introduzione teorica e implementazione pratica di algoritmi di classificazione e regressione.
• Validazione e metriche: overfitting e generalizzazione; Stratified k-fold Cross-Validation e ottimizzazione degli iperparametri; metriche di valutazione (sensibilità, specificità, F1-score, AUC-ROC, R^2).

Parte 2 – Elaborazione avanzata dei segnali (5 CFU, II semestre)
2.1 Teoria dei segnali e dei sistemi
• Introduzione ai segnali e ai sistemi per applicazioni ingegneristiche
• Segnali fondamentali: gradino, impulso, esponenziali e sinusoidi
• Decomposizione dei segnali in componenti elementari e rappresentazione tramite basi di funzioni
• Parametri caratteristici dei segnali e Funzionali: ampiezza, frequenza, fase, energia e potenza
• Autocorrelazione e cross-correlazione: definizione, proprietà e applicazioni nell'analisi dei segnali
• Serie di Fourier per la rappresentazione di segnali periodici
• Trasformata di Fourier per la rappresentazione di segnali aperiodici
• Analisi nel dominio della frequenza e interpretazione dello spettro
• Sistemi lineari stazionari nel tempo (LSI): risposta all'impulso e convoluzione
• Esponenziali complessi come autofunzioni dei sistemi lineari stazionari nel tempo
• Teoremi energetici e conservazione dell'energia nei domini del tempo e della frequenza
• Densità spettrale di energia e densità spettrale di potenza
• Introduzione ai filtri digitali e ai principali effetti del filtraggio sui segnali

2.2 Analisi spettrale e tempo frequenza
• Trasformata discreta di Fourier (DFT) e Fast Fourier Transform (FFT): rappresentazione discreta nel dominio della frequenza; risoluzione spettrale, leakage e tecniche di finestratura
• Analisi spettrale di segnali stocastici: stima della densità spettrale di potenza tramite periodogramma e metodo di Welch
• Analisi tempo-frequenza: Short-Time Fourier Transform (STFT) e spettrogramma per segnali non stazionari
• Trasformata di Hilbert: segnale analitico, inviluppo istantaneo e frequenza istantanea
• Introduzione alla trasformata wavelet: rappresentazioni multirisoluzione e analisi tempo-scala dei segnali

2.3 Model-Based Signal Processing
• Introduzione all'elaborazione model-based dei segnali biomedici
• Modelli autoregressivi (AR): equazioni di Yule-Walker, stima dei parametri e selezione dell'ordine del modello
• Modelli ARMA, ARIMA e SARIMA: rappresentazione e previsione di segnali e serie temporali stazionarie e non stazionarie
• Principal Component Analysis (PCA) ed eigenanalysis per riduzione della dimensionalità e analisi multicanale
• Independent Component Analysis (ICA) per separazione cieca delle sorgenti e rimozione di artefatti

Progetto finale
Al termine di ciascun semestre, gli studenti lavoreranno in piccoli gruppi allo sviluppo di un progetto applicativo basato sull'acquisizione e analisi di segnali biomedici reali. Le attività progettuali prevedono acquisizione dei segnali, preprocessing, estrazione di caratteristiche e interpretazione dei risultati mediante strumenti statistici e tecniche di elaborazione numerica. Durante il corso sono previsti momenti di supporto e mentoring dedicati allo sviluppo dei progetti.

Metodi didattici
Il corso comprende lezioni teoriche, esercitazioni guidate e attività laboratoriali. Le lezioni introducono i principali aspetti matematici, statistici e ingegneristici dell'elaborazione dei segnali biomedici, mentre le esercitazioni sono dedicate all'applicazione pratica delle metodologie trattate mediante software dedicati.
Le sessioni di laboratorio si concentrano sull'acquisizione, elaborazione e interpretazione di segnali biomedici reali e sullo sviluppo delle attività progettuali di gruppo. Le attività laboratoriali e progettuali sono suddivise tra il primo e il secondo semestre, per una durata complessiva di ~30 ore, e prevedono frequenza obbligatoria. Per il superamento dell'esame è richiesta la partecipazione ad almeno il 75% delle attività pratiche previste in ciascun semestre.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento
Le conoscenze e competenze relative ai metodi e strumenti per il preprocessing e l'analisi dei segnali biomedici saranno valutate mediante due progetti di gruppo, uno per ciascun semestre, e un esame finale articolato in una prova scritta e una prova orale. Gli esercizi proposti durante l'esame saranno analoghi a quelli affrontati durante le lezioni e resi disponibili sulla piattaforma e-learning. La prova orale valuterà la comprensione dei concetti teorici, la capacità di applicare le metodologie studiate e di motivare le scelte metodologiche in relazione al problema analizzato.
Le attività progettuali costituiscono parte integrante della valutazione finale e ricoprono ~30 ore. La partecipazione ad almeno il 75% delle attività laboratoriali previste nel primo semestre e ad almeno il 75% delle attività laboratoriali previste nel secondo semestre costituisce requisito necessario per il superamento dell'esame.
Per gli studenti frequentanti è prevista una prova idoneativa facoltativa al termine del primo semestre, finalizzata alla verifica dell'apprendimento dei contenuti svolti nella prima parte del corso. In alternativa, lo studente può sostenere l'intero esame al termine del secondo semestre.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale
Ogni componente della valutazione è espressa in trentesimi e si considera superata con una votazione minima di 18/30.
Il voto finale è determinato come media pesata delle seguenti componenti:
• attività progettuali del primo e secondo semestre: un terzo del voto complessivo;
• prova scritta finale: un terzo del voto complessivo;
• prova orale finale: un terzo del voto complessivo.

Testi di riferimento
Dispense di Processing of Biomedical Signals, presentazioni PowerPoint, esercizi (inclusi esempi di prove d'esame), distribuiti liberamente in formato elettronico su http://elearning.unicampus.it/.
– Semmlow, J. Circuits, Signals, and Systems for Bioengineers: a MATLAB Based Introduction (2024, Elsevier)
– Abood, S. Digital Signal Processing: A Primer with MATLAB (2020, CRC Press)
– Hu, L. & Zhang, Z. EEG Signal Processing and Feature Extraction (2019, Springer)

Risultati di apprendimento specifici
CONOSCENZA E COMPRENSIONE
Il corso fornisce una comprensione solida dei principi alla base di generazione, acquisizione ed elaborazione dei segnali biomedici. Include nozioni fisiologiche, biologiche, fisiche e matematiche rilevanti, oltre a metodi ingegneristici e statistici per l'analisi. Gli studenti comprenderanno anche i contesti clinici e di ricerca in cui questi segnali sono usati per diagnosi, prognosi e monitoraggio.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE
Gli studenti sapranno applicare tecniche chiave: acquisizione, pre-processing, analisi spettrale e modellazione. Useranno anche metodi di machine learning per classificazione, regressione e clustering di dati biomedici. Impareranno a scegliere metodi adeguati ai diversi scenari clinici o sperimentali, a implementarli con MATLAB e altri strumenti, e a interpretare i risultati nel contesto della fisiologia umana e dei bisogni sanitari.

GIUDIZIO E PENSIERO CRITICO
Il corso stimola lo sviluppo di giudizio autonomo nella selezione e valutazione delle tecniche di elaborazione dei segnali. Gli studenti valuteranno adeguatezza e limiti dei diversi approcci in base al tipo di segnale e agli obiettivi clinici o sperimentali. Il lavoro di gruppo e i progetti favoriranno la capacità di valutare criticamente i risultati e prendere decisioni metodologiche informate.

ABILITÀ COMUNICATIVE
Gli studenti svilupperanno la capacità di presentare con chiarezza metodi e risultati di analisi dei segnali, sia oralmente sia per iscritto. Si porrà attenzione all'uso di linguaggio tecnico appropriato e a una struttura logica e coerente degli argomenti. Con presentazioni e discussioni di progetto, impareranno a comunicare in modo efficace con pubblici tecnici e clinici.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO
Il corso rafforza l'apprendimento autonomo tramite lezioni, esercitazioni pratiche e lavoro su progetti. Gli studenti saranno incoraggiati a partecipare attivamente, esplorare risorse aggiuntive e applicare un metodo di studio strutturato che sostenga teoria e pratica. Queste abilità supporteranno l'apprendimento avanzato in ingegneria biomedica e aree affini.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.

Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	10	ING-INF/06

Stampa del 30/06/2026

Fundamentals of Automatic Control [2303312]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: FILIPPO CACACE

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Obiettivi specifici di apprendimento:
Il corso fornisce le nozioni fondamentali per l'analisi dei sistemi e il progetto di controllori. Lo studente apprende come progettare a valutare un controllore per sistemi lineari stazionari.

Prerequisiti
Algebra lineare, analisi e conoscenza basilare di programmazione in Matlab.

Contenuti del corso
Teoria dei sistemi. Sistemi lineari a tempo continuo e discreto. Principio di sovrapposizione. Modi naturali, evoluzione libera e forzata. Stabilità. Criterio di stabilità di Lyapunov. Trasformata di Laplace. Funzioni di trasferimento. Diagrammi di Bode.
Teoria del controllo e progetto di controllori. Criterio di Nyquist. Specifiche di controllo in transitorio e regime permanente. Controlli proporzionali, integrali e derivativi. Reti compensatrici con anticipo e ritardo. Progetto di compensatori con il metodo del luogo delle radici. Rappresentazione in spazio di stato. Progetto di controllori nello spazio di stato. Assegnazione degli autovalori. Osservatori. Principio di separazione. Progetto di controllori con retroazione dall'uscita. Simulazione numerica dei sistemi in Matlab. Validazione numerica dei controllori in Matlab.

Metodi didattici
Lezioni sul contenuto del corso, esercizi guidati per mostrare le applicazione e sessioni interattive di simulazione in Matlab.

Modalità di verifica dell'apprendimento
Le conoscenze e competenze sugli argomenti del corso sono valutate in una discussione orale in presenza.
La discussione orale dura circa 20 minuti e include gli aspetti centrali della teoria dei sistemi e del progetto di controllori. Specificamente, nella discussione orale ogni studente discuterà tre argomenti sulla teoria dei sistemi, il controllo con metodi in frequenza e il controllo con metodi nel dominio del tempo. Gli argomenti sono scelti dal docente. Ogni studente discuterà questi argomenti con due docenti diversi.
Gli studenti possono discutere nella prova orale la loro soluzione agli esercizi proposti durante il corso, che possono essere scaricati dalla piattaforma di didattica del corso. In questo caso, la discussione orale verterà sui concetti presenti negli esercizi.
Il voto finale sarà espresso come una frazione di 30 e calcolato come la media del punteggio dei tre argomenti. Il punteggio è determinato dalla capacità di spiegare i concetti fondamentali del corso e la loro relazione. La lode è attribuita agli studenti che dimostrano un elevato grado di padronanza degli argomenti.
Le prove formali dei risultati teorici, così come la conoscenza degli strumenti di calcolo numerico per l'analisi e il progetto di sistemi di controllo non sono richiesti per il superamento dell'esame ma contribuiscono a una valutazione positiva. Esempi illustrativi possono essere discussi, ma non sono necessarie derivazioni o calcoli dettagliati e impegnativi.

Testi di riferimento
I contenuti del corso sono contenuti nel seguente testo inglese:
• Åström, K. J., & Murray, R. (2021). Feedback systems: an introduction for scientists and engineers. Princeton University Press.

Risultati di apprendimento specifici
Risultati di apprendimento specifici.
Conoscenza e comprensione. Il corso insegna i seguenti concetti:
- La rappresentazione dei sistemi con ingresso, stato e uscita per sistemi a tempo continuo e discreto.
- Le nozioni fondamentali di stabilità, retroazione e controllo.
- Le specifiche del comportamento desiderato ad anello chiuso.

Applicazione della conoscenza e comprensione. Alla fine del corso lo studente sarà capace di:
- Comprendere il comportamento di un sistema lineare tempo invariante dalla sua risposta in frequenza.
- Impostare un controllore PID per soddisfare le specifiche di controllo.
- Sviluppare il progetto concettuale di un controllore a retroazione dallo stato o dall'uscita in spazio di stato.

Capacità di giudizio. La capacità di conoscenza e comprensione conferiscono allo studente la capacità di valutare il progetto di un controllore rispetto ale specifiche.

Capacità di comunicazione. Lo studente svilupperà la capacità di comprendere le caratteristiche di un sistema dal diagramma di risposta in frequenza e scrivere le specifiche di controllo per una data applicazione.

Capacità di apprendimento. Lo studente possiederà i concetti di base per imparare approcci più avanzati per tipi di sistemi più generali.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	9	ING-INF/04

Stampa del 30/06/2026

Fundamentals of Bioengineering [2303304]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: FABRIZIO TAFFONI

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi

Obiettivi formativi specifici

Il corso fornisce agli studenti conoscenze e competenze di base per la progettazione multidisciplinare, lo sviluppo, l'integrazione e la validazione (anche in ambiente virtuale) di dispositivi per applicazioni bioingegneristiche.

Risultati di apprendimento attesi

Conoscenze e capacità di comprensione
Al termine del corso lo studente:

conosce i fondamenti della bioingegneria e della progettazione concorrente di dispositivi human-centered comprendenti componenti meccaniche, elettroniche e software;

comprende le principali problematiche legate allo sviluppo di sistemi bioingegneristici integrati a interfaccia uomo-macchina;

conosce i principi di base per sviluppare in laboratorio prototipi di sottosistemi e integrarli in un dispositivo dimostrativo;

conosce i metodi fondamentali per pianificare e condurre attività sperimentali in ambiente simulato;

è in grado di analizzare i dati sperimentali, discutere criticamente i risultati e motivare gli esiti ottenuti.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

progettare sottosistemi hardware e software per dispositivi human-centered;

sviluppare e realizzare in laboratorio prototipi di sottosistemi;

integrare i sottosistemi in un dispositivo dimostrativo completo;

condurre prove sperimentali sul dispositivo sviluppato;

analizzare i dati raccolti e discutere criticamente i risultati;

presentare le attività svolte attraverso una relazione tecnica e una presentazione orale.

Autonomia di giudizio
Lo studente acquisirà capacità analitiche e critiche per comprendere concetti teorici, identificare soluzioni progettuali e valutare i risultati delle attività sperimentali.

Capacità di apprendimento
Lo studente sarà in grado di ampliare autonomamente le conoscenze acquisite e di applicare i metodi bioingegneristici a problemi non trattati durante il corso.

Capacità comunicative e soft skills
Attraverso attività di gruppo di progettazione e sperimentazione, lo studente svilupperà competenze trasversali di lavoro in team e comunicazione tecnica. Particolare attenzione sarà rivolta alla chiarezza, efficacia e correttezza del linguaggio nella presentazione orale delle attività di laboratorio.

Prerequisiti

Sono richieste conoscenze di base in Matematica, Fisica, Geometria, Meccanica dei Solidi, Elettronica e

Programmazione. Per facilitare la fruizione del corso, nelle prime lezioni il Docente proporrà alcuni richiami finalizzati a consolidare concetti di base e nomenclatura, così da garantire un livello di partenza il più possibile omogeneo tra gli studenti. Eventuali carenze potranno essere affrontate attraverso approfondimenti specifici.

Contenuti del corso

Progettazione multidisciplinare, integrazione e testing in bioingegneria (0,5 CFU – Lezione)

Meccanica applicata alla bioingegneria (1,5 CFU – Lezione; 0,5 CFU – Laboratorio)

Fondamenti di progettazione meccanica

Dimensionamento e verifica di componenti meccanici

Progettazione di macchine e sistemi biomeccanici mediante CAE

Elettronica applicata alla bioingegneria (1,5 CFU – Lezione; 0,5 CFU – Laboratorio)

Specifiche tecniche e criteri di selezione dei componenti elettronici

Introduzione alle architetture elettroniche per sistemi bioingegneristici

Introduzione agli standard di comunicazione per l'interoperabilità

Integrazione hardware e prototipazione in bioingegneria (0,5 CFU – Lezione; 1 CFU – Laboratorio)

Ambienti virtuali per applicazioni human-centered (1 CFU – Lezione; 1 CFU – Laboratorio)

Introduzione agli ambienti di simulazione

Progettazione e realizzazione di scenari virtuali centrati sull'utente

Sviluppo e personalizzazione di interfacce uomo-sistema (1 CFU – Lezione; 1 CFU – Laboratorio)

Introduzione alle interfacce multimodali uomo-macchina per il controllo di dispositivi biomedicali

Introduzione al feedback sensoriale nelle interfacce uomo-macchina

Metodi per la progettazione e realizzazione di strategie di controllo user-centered per dispositivi biomedicali

Integrazione software/hardware in bioingegneria (0,5 CFU – Laboratorio)

Test funzionali sperimentali e validazione (1,5 CFU – Laboratorio)

Impostazione degli esperimenti e definizione delle metriche di validazione

Test su banco e validazione con l'utente nel loop

Analisi dei dati e reporting

Metodi didattici

L'attività didattica è organizzata in lezioni frontali (6 CFU) e attività di laboratorio (6 CFU).
Nelle lezioni multidisciplinari in aula, agli studenti verranno fornite le conoscenze teoriche necessarie per sviluppare e testare un dispositivo specifico in ambito bioingegneristico.

Nelle attività pratiche di laboratorio, gli studenti saranno suddivisi in piccoli gruppi (4-5 studenti) e guidati dal docente nell'applicazione dei fondamenti trattati nella parte teorica per progettare, sviluppare, integrare e testare virtualmente un dimostratore specifico per una determinata applicazione bioingegneristica.

Infine, a ciascun gruppo sarà richiesto di preparare una presentazione finale sull'attività di laboratorio, che dovrà essere discussa durante l'esame orale dal gruppo stesso.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Knowledge assessment methods and criteria:

Knowledges and skills developed by the students will be assessed thanks to an individual oral exam (50% of the final grade) and to a group presentation on the practical activities carried out in the laboratories (20% of the final grade) followed by a Q&A session (30% of the final grade). The individual oral exam aims at assessing the

acquisition of the theoretical knowledges on the fundamentals of bioengineering; the group presentation aims at assessing the capacity of teamworking in a multidisciplinary context and the communication skills, while the Q&A aims at rating the personal contribution to the group activities and the personal capability in applying technical knowledge to the practical problem.

Criteria for measuring learning and defining the final grade:

The final grade will be the weighted mean of the partial scores given to: the individual oral exam on theoretical fundamentals of bioengineering, the presentation of the group work on laboratory activities, and to the personal capacity to apply theoretical knowledge to the laboratory problem. Students will be assessed with a numeric score expressed on a scale between 1 and 31. Laude will be awarded to all those students whose final mark exceeds the threshold of 30.5 (without rounding) and with the unanimous opinion of the commission.

Testi di riferimento

• Note del docente
• Kutz, M. (2009). Biomedical engineering and design handbook (Vol. 1). New York, NY, USA:: McGraw-Hill.
• Jerald, J. (2015). The VR book: Human-centered design for virtual reality. Morgan & Claypool.
• Boy, G. A. (Ed.). (2017). The handbook of human-machine interaction: a human-centered design approach. CRC Press.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione

Conoscenza dei fondamenti di bioingegneria e della progettazione concorrente per lo sviluppo di dispositivi human-centered comprendenti componenti meccaniche, elettroniche e software.

Comprensione delle principali problematiche nello sviluppo di sistemi bioingegneristici integrati a interfaccia uomo-macchina.

Conoscenza dei principi fondamentali per lo sviluppo in laboratorio di prototipi di sottosistemi e la loro integrazione in un dispositivo dimostrativo completo.

Conoscenza dei fondamenti per la pianificazione e lo svolgimento di attività sperimentali finalizzate al test del dispositivo sviluppato in ambiente simulato.

Capacità di comprendere come analizzare i dati raccolti durante le attività sperimentali, discutere criticamente i risultati e fornire motivazioni ed interpretazioni sugli esiti.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Capacità di progettare sottosistemi hardware/software per dispositivi human-centered.

Capacità di sviluppare prototipi di sottosistemi in laboratorio.

Capacità di integrare i sottosistemi in un dispositivo dimostrativo completo.

Capacità di eseguire test sperimentali sul dispositivo sviluppato.

Capacità di analizzare i dati raccolti e discutere criticamente i risultati.

Capacità di presentare le attività di laboratorio svolte mediante una presentazione tecnica.

Autonomia di giudizio
Gli studenti saranno stimolati a sviluppare competenze analitiche e critiche nella comprensione dei concetti teorici, nell'individuazione di soluzioni a problematiche di progettazione, sviluppo e testing, nonché nella valutazione dei risultati delle attività sperimentali svolte durante il corso.

Capacità di apprendimento
Gli studenti acquisiranno la capacità di ampliare autonomamente le conoscenze di base acquisite e di applicare e contestualizzare i metodi bioingegneristici a problematiche non direttamente trattate nel corso.

Capacità comunicative e soft skills
Il corso intende sviluppare le competenze trasversali attraverso attività di gruppo che prevedono la progettazione e la sperimentazione di dispositivi per applicazioni bioingegneristiche. Gli studenti saranno introdotti alla preparazione di una presentazione tecnica relativa alle attività di laboratorio.
Particolare attenzione sarà posta alla qualità della comunicazione, con specifico riferimento al linguaggio orale (chiarezza, efficacia, proprietà di linguaggio, correttezza formale) durante la presentazione delle slide.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	12	ING-IND/34

Stampa del 30/06/2026

Healthcare Robotics [2303308]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: FRANCESCO SCOTTO DI LUZIO

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso si propone di fornire agli studenti una panoramica completa delle applicazioni della robotica in ambito biomedico, attraverso una combinazione di teoria e pratica. Gli studenti conoscenze di base della robotica,. Verranno introdotti ai diversi tipi di robot e alle loro applicazioni in ambito biomedico. Gli studenti analizzeranno scenari reali per comprendere come i robot possano contribuire alla salute della persona e migliorare la qualità della vita dei pazienti attraverso specifici casi studio.
Il corso mira a preparare gli studenti a affrontare le sfide e le opportunità offerte dalla robotica in ambito sanitario, formando professionisti competenti e innovativi in questo settore in continua evoluzione.
Gli studenti acquisiranno esperienza pratica attraverso laboratori, analisi di casi di studio progetti hands-on, che includeranno l'uso ed il test di soluzioni robotiche in ambito biomedico.

Prerequisiti
Nessuna

Contenuti del corso
• Introduzione alla robotica: concetti fondamentali, definizioni, principali strutture di manipolatori e componenti base.
• Modulo 1: Sistemi robotici per la riabilitazione motoria
o Introduzione ai sistemi per la riabilitazione robot-mediata, classificazione e caratteristiche di robot per la riabilitazione motoria;
o Trattamento e valutazione del paziente, feedback ed analisi dati relativi all'esito del trattamento;
o Attività progettuale 1: Simulazione guidata di un sistema di riabilitazione motoria robot-mediata in MATLAB/Simulink, raccolta ed analisi dati.
• Modulo 2: Sistemi robotici per l'assistenza allo svolgimento di attività di vita quotidiana
o Concetti fondamentali, obiettivi e benefici della robotica assistiva per la vita quotidiana e l'autonomia degli utenti;
o Robot per l'Assistenza alla Mobilità (Esoscheletri, sedie a rotelle motorizzate);
o Robot per l'Assistenza alla Comunicazione (Robot sociali e interattivi, interfacce per la comunicazione);
o Robot per l'Assistenza Personale (Robot di compagnia, assistenti domestici);
o Attività progettuale 2: Simulazione guidata di un sistema robotico per l'assistenza allo svolgimento di attività di vita quotidiana in MATLAB/Simulink, raccolta ed analisi dati.
• Modulo 3: La robotica nell'Ospedale 4.0 e 5.0
o Definizione e caratteristiche dell'Ospedale 4.0 e 5.0;
o Integrazione e Interoperabilità dei sistemi robotici in ospedale e dei sistemi informatici ospedalieri, protocolli di comunicazione;
o Soluzioni robotiche per l'assistenza al paziente;
o Soluzioni robotiche per la gestione e la logistica;
o Soluzioni robotiche per la sicurezza del paziente e del personale clinico;
o Attività progettuale 3: Simulazione guidata di un sistema robotico per il supporto allo svolgimento di compiti logistici in ambito ospedaliero in Matlab/Simulink, raccolta ed analisi dati.

Metodi didattici
• Lezioni frontali (20 ore), in cui vengono presentati gli argomenti del corso e svolti esercizi che ne mostrano l'applicazione a problemi specifici.
• Esercitazioni in aula e laboratori didattici (24 ore) relativi a ciascun modulo presentato in ambiente Matlab/Simulink.
• Seminari (4 ore) su specifiche applicazioni di robotica in ambito clinico.

Modalità di verifica dell'apprendimento
La valutazione delle conoscenze acquisite verrà effettuata dal docente, che verificherà l'apprendimento delle conoscenze teoriche e pratiche oggetto del corso.

Durante la prova orale il docente farà tre domande, in forma scritta o verbale, volte ad accertare la conoscenza teorica da parte dello studente degli argomenti trattati a lezione. Le tre domande sono valutate con uguale peso (11

punti). La prova orale è sia a stimolo chiuso che a stimolo aperto e con risposta aperta.
E' prevista una durata massima della prova orale di 45 minuti.

Ciascuna delle tre domande poste dal docente sarà valutata con un punteggio compreso tra 0 ed 11 punti.
L'esame è superato se il candidato raggiunge almeno i 18/30.
La lode viene attribuita agli studenti che abbiano conseguito il punteggio massimo su tutte le prove, raggiungendo un punteggio finale superiore a 30/30.

Testi di riferimento

• Van Wynsberghe, Aimee. Healthcare robots: Ethics, design and implementation. Routledge, 2016.
• B. Siciliano and O. Khatib Eds., Handbook of Robotics, Springer 2008 (Capitoli: 53-55, 57, 58)
• Dispense e materiali didattici forniti dal docente.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione
• Base di conoscenze e capacità di comprensione riguardo ai principi fondamentali della robotica e alle applicazioni specifiche in ambito biomedico;
• Pensiero critico sull'impiego di soluzioni robotiche finalizzate al miglioramento delle pratiche cliniche e della qualità della vita dei pazienti;
• Base di conoscenze riguardo i principi dell'interazione uomo-robot, con un focus particolare sulla sicurezza e sull'ergonomia del paziente e degli operatori sanitari.

Autonomia di giudizio: Gli studenti saranno stimolati allo sviluppo delle proprie capacità analitiche e critiche tramite la proposizione di esercizi e di attività pratiche su tematiche trattate in aula.
Capacità di apprendimento: Il corso persegue un approccio di coinvolgimento attivo dello studente nel proprio percorso formativo, stimolando la rivisitazione e l'approfondimento di competenze acquisite negli studi precedenti, e l'applicazione dei concetti appresi ad ambiti specifici.
Abilità comunicative e soft skill: L'insegnamento si propone inoltre di sviluppare abilità relative alla sfera delle abilità comunicative e delle soft-skill per operare in team e in contesti multidisciplinari. Tale obiettivo sarà perseguito cercando di promuovere il coinvolgimento proattivo degli studenti durante le ore di didattica frontale e attraverso la conduzione di attività di gruppo tese allo svolgimento di attività progettuali semplici che richiedono la messa in pratica delle nozioni teoriche apprese.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	6	ING-IND/34

Stampa del 30/06/2026

Humanities for Bioengineering [2303306]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: MARTA BERTOLASO

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso utilizza casi di frontiera di compenetrazione tra tecnologia e scienze della vita: robotica bio-ispirata, medicina in silico, biotecnologie avanzate (es. tecnica CRISPR), micro e nano-ingegneria per la ricerca medica e biologica, simulazione, vita e intelligenza artificiale, bioinformatica.
Lo Human Flourishing è introdotto come framework per il benessere umano e particolare attenzione sarà prestata alla nozione di lavoro umano nella scienza e nella tecnica.
I casi sono utilizzati per:
1. Istruire il riconoscimento e il trattamento dei problemi filosofici, epistemologici e metodologici che sorgono continuamente nel lavoro di ingegneria quando si tratta di sistemi complessi, sensoriali e viventi;
2.Migliorare il pensiero critico e sistemico sulla specificità degli esseri viventi, dei sistemi biologici e della loro complessità esplorando le frontiere tra naturale e artificiale;
3. Costruire una consapevolezza critica delle dinamiche della conoscenza scientifica anche per quanto riguarda le sue radici e le sue implicazioni sociali;
4. Liberare la capacità di conoscenza, comprensione e ricerca di soluzioni nell'attuale contesto di contaminazione tra conoscenza e attenuazione dei confini disciplinari.

Prerequisiti
Nessuno

Contenuti del corso
1. La differenza tra naturale e artificiale
Nuovi paradigmi emergenti nei sistemi complessi nella modellizzazione dell'uomo
Un approccio integrato a problemi complessi e multidisciplinari
Il processo cognitivo e la modellizzazione delle realtà naturali: nozioni di meccanismo e di sistema
2. Scienza, scienze della vita e intelligenza artificiale:
Impatto tecnologico e sociale delle soluzioni ingegneristiche di frontiera
Tecnoscienza
3. Prospettive filosofiche sugli agenti artificiali:
Xenobot
Protesi bionica
Impianti di robotica
4. Filosofia della tecnologia
Tecnica e tecnologia
L'ascesa di una nuova "epoca": la nascita della filosofia della tecnologia
La "svolta empirica"
Filosofia dell'ingegneria
5. Human Flourishing e benesssere umano

Metodi didattici
Durante le lezioni frontali, casi di studio e il chiarimento (storico e filosofico) dei concetti richiesti per tale discussione forniscono occasioni essenziali per il dialogo accademico tra gli studenti e il docente.

Modalità di verifica dell'apprendimento
Modalità di verifica: esame orale.
Alla fine delle lezioni è prevista una prova formativa.
Le conoscenze acquisite sono valutate sulla base della chiarezza concettuale nella presentazione orale all'esame.
Le competenze saranno verificate in termini di adeguatezza della discussione del modello scelto e in termini di capacità di applicare il modello proposto ad altre questioni ingegneristiche.
Per superare l'esame con un punteggio prossimo a 18/30, lo studente deve dimostrare di aver acquisito una conoscenza sufficiente dei principali argomenti del corso e una comprensione di base dei casi di studio trattati a lezione.

Per ottenere un punteggio pari o superiore a 27/30, lo studente deve dimostrare un'ottima conoscenza di tutti gli argomenti trattati nel corso, essendo in grado di collegarli in modo logico e coerente secondo una prospettiva critica.

Testi di riferimento

Bertolaso M, (2011) Le Human Enhancement Technologies e l'Irriducibilità della Complessità Biologica, in Migliorare l'uomo? La sfida etica dell'enhancement. S. Kampowski – D. Moltisanti (eds.) Cantagalli, Siena, pp. 35-58. ISBN: 978-8882726010
Bertolaso M, Di Bernardo M (2016) Questioni Epistemologiche Emergenti nelle Bio- Discipline (Epistemic Values at the intersection of Bio-Techno-Practice. An introduction to Biodisciplines) in Biodisciplines (a cura di Marta Bertolaso e Mirko Di Bernardo), Scienze e Ricerche, 30: pp. 5-8. ISSN: 2283-5873
Bertolaso M (2019), Artificialmente e Umanamente: Epistemologie a Confronto, in Transizione digitale (Stefano Zamagni, Ed), Paradoxa 2/2019, pp. 137-149.
Corti L. (2021) Metamorfosi e mutamento continuo ai tempi delle bio-tecnologie, in Metamorfosi, a cura di F. Pisano, La scuola di Pitagora Editore
Di Stefano N., Ghilardi G. (2013). Embodied intelligence: epistemological remarks on an emerging paradigm in the artificial intelligence debate, Epistemologia, 1, 100-111.
Additional bibliography:
Achterhuis, Herman Johan. American philosophy of technology: The empirical turn. Indiana University Press, 2001.
Bertolaso M., Di Stefano N., Ghilardi G. and Marcos A. (2015). Scientific Personal Agency, in M. Bertolaso (Ed.), Bio-Techno-Logos. Science in Practice and its Philosophical Implications, Pickering & Chatto Publishers, pp. 179-191.
Bertolaso M. & MacLeod M (Eds) (2016) In Silico Modeling: the Human Factor, Humana.Mente Journal of Philosophical Studies, Vol. 30 III-V, pp. III-XV. ISSN 1972-1293
Bertolaso M (2017) Building bridges - Between, in and for the philosophy of biology. Introduction to the Monothematic Section, in Emerging trends in Philosophy of Biology (Ed. Marta Bertolaso), Acta Philosophica, 26 (1): 11-18 ISSN: 1121-2179
Bertolaso M, Marcos A (2020) Para una concepción humanista de la tecnología. Reflexión crítica sobre la era bio-digital, en la Serie Sociedad Tecnológica y Futuro Humano, Héctor Velazquez (Ed), in press.
Bertolaso M, Capone L (2021) Forma e Materia. Schizzi preliminari per una teoria del dato, in Etica Digitale (Marta Bertolaso, Giovanni Lo Storto, Eds), Luiss editrice
Coeckelbergh, M. (2013). Human being@ risk: Enhancement, technology, and the evaluation of vulnerability transformations (Vol. 12). Springer Science & Business Media.
Corti L, Bertolaso M, (2019), Prospettive sulle/delle metamorfosi tecnologiche, in "Metamorfosi del vivente", ATQUE 24 n.s./2019, pp. 63-84.
Corti L, Bertolaso M (2020) Embodiment from philosophy to life science and back. Ludus Vitalis, vol. XXVII, num. 52, 2019, pp. 137-142.
Costantino, A., Di Stefano, N., Taffoni, F., Di Pino G., Casale, M., Keller F. (2020). Embodying melody through a conducting baton: a pilot comparison between musicians and non-musicians. Experimental Brain Research
Di Stefano N. (2016). Contextual and cultural factors of consonance and dissonance notions in the Trecento and their relevance to contemporary music perception and cognition theories, Special Issue on Cognition of Early Polyphony, Journal of Interdisciplinary Music Studies, Vol. 8, 1-2, 79-80.
Jasanoff, S. (2016). The ethics of invention: technology and the human future. WW Norton & Company.
Mitcham, C. (1998). The importance of philosophy to engineering. Teorema: Revista internacional de filosofía, 27-47.
Verbeek, P. P. (2021). What things do. Penn State University Press.

Risultati di apprendimento specifici

- Conoscenza e capacità di comprensione
Il corso si propone di formare gli studenti al 'pensiero critico' introducendoli alla logica e alle questioni fondamentali della filosofia della scienza e della tecnologia. Il concetto di filosofia dell'agire scientifico sarà spiegato ed esemplificato discutendo l'"approccio metodologico al mondo naturale di inventori e scienziati".

- Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Crescita delle competenze necessarie per il lavoro interdisciplinare, ovvero un lavoro in grado di creare nuovi quadri teorici o paradigmi adeguati a rispondere alle esigenze sociali o ambientali emergenti e alle richieste del mercato. Questo significa sviluppare la capacità di ascolto, di interessarsi alle ragioni degli altri, di valorizzare il contributo degli altri nel lavoro di squadra, di elaborare nuove idee a partire dalla propria esperienza e da quella altrui e, infine, di saper argomentare le proprie posizioni con chiarezza e serenità. In altre parole, questo corso aiuta a formare persone creative e affidabili e a contribuire e promuovere un approccio integrato a problemi complessi e multidisciplinari.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	2	M-FIL/02

Stampa del 30/06/2026

Laboratory of Measurements [2303311]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: DANIELA LO PRESTI

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso è progettato per fornire nozioni che sono fondamentali per lo sviluppo e la caratterizzazione dei sistemi di misura per applicazioni biomediche. Attività di didattica frontale verranno affiancate ad attività sperimentali volte alla valutazione delle caratteristiche statiche di un sistema di misura utilizzati per la diagnosi o il monitoraggio di parametri fisiologici con particolare attenzione alla curva di taratura, alla stima dell'incertezza e agli effetti di carico degli strumenti. Inoltre, particolare attenzione verrà posta alla valutazione della risposta dinamica di un sistema di misura attraverso esperimenti, nonché le tecniche chiave nel condizionamento del segnale e nell'analisi dei dati sperimentali con particolare interesse al settore biomedicale. Gli studenti parteciperanno a esperimenti pratici volti a valutare le proprietà del sistema di misura. Queste proprietà metrologiche, sia statiche che dinamiche, saranno valutate in modo critico per soddisfare i requisiti specifici di varie applicazioni biomediche, come il monitoraggio dei parametri fisiologici e il test dei dispositivi medici

Prerequisiti
Nessun prerequisito ad eccezione dei prerequisiti richiesti per l'accesso al corso di laurea.

Contenuti del corso
Il corso coprirà in dettaglio i seguenti argomenti:
• Sistemi di misura e proprietà metrologiche: comprensione dei fondamenti dei sistemi di misura e delle loro caratteristiche metrologiche.
• Oscilloscopi analogici e digitali: utilizzo e principi degli oscilloscopi analogici e digitali per l'analisi delle forme d'onda di segnali fisiologici.
• Misure di corrente, tensione e resistenza elettrica: tecniche e metodologie per la misurazione dei parametri elettrici anche legati a segnali fisiologici (es. biopotenziali o uscita elettrica di sensori per il monitoraggio fisiologico).
• Taratura statica di un sistema di misura: procedure e principi coinvolti nella taratura dei sistemi di misura per applicazioni biomediche.
• Valutazione sperimentale degli effetti di carico: valutazione di tali effetti e del loro impatto sull'accuratezza e l'affidabilità delle misure effettuate.
• Filtri, amplificatori operazionali e per strumentazione: utilizzo di tecniche di filtraggio e di amplificazione nei sistemi di misura. Esempio nel monitoraggio di un parametro fisiologico dello stadio di processamento del segnale.
• Risposta del sistema del primo e secondo ordine: analisi delle risposte dei sistemi del primo e secondo ordine.
• Misure di parametri biomedici tra i quali portata, pressione, forza, deformazione, temperatura con esempi notevoli (es. monitoraggio cardiorespiratorio, ventilazione polmonare...).
• Elaborazione e acquisizione dei dati in ambiente MATLAB: tecniche e strumenti per l'elaborazione e l'acquisizione dei dati dai sistemi di misura.

Metodi didattici
Il corso comprende lezioni che coprono vari argomenti ed esercizi che dimostrano l'applicazione dei sistemi di misura in contesti biomedici specifici. Le sessioni in ambiente di laboratorio sono volte all'insegnamento dell'uso degli strumenti sia hardware che software necessari per l'analisi dei dati. Il tutto sempre contestualizzato a parametri biomedici con particolare attenzione rivolta a quelli fisiologici. Nello specifico, le lezioni sono strutturate attorno ai seguenti temi:
• Approfondimenti teorici ed esperimenti pratici sulla misura di grandezze elettriche e meccaniche.
• Fondamenti teorici ed esperimenti pratici sull'utilizzo di oscilloscopi digitali e generatori di segnale.
• Dispositivi industriali per la caratterizzazione di sistemi di misura.
• Tecniche di analisi delle caratteristiche statiche e dinamiche dei sistemi di misura utilizzati in applicazioni biomediche.
• Utilizzo di amplificatori operazionali, amplificatori di strumentazione e progettazione di tecniche di filtri attivi e passivi.
• Introduzione a MATLAB per l'analisi dei segnali biomedici.

Modalità di verifica dell'apprendimento
La valutazione si baserà su due componenti:

1. Esperimenti di laboratorio e attività basate sull'utilizzo del computer (20/30). Questa parte valuta l'esecuzione pratica degli esperimenti di laboratorio. Allo studente verrà richiesto di condurre un esperimento relativo alla misurazione di una grandezza di interesse biomedicale o alla stima di una caratteristica metrologica di uno strumento di misura e di analizzare i dati sperimentali registrati utilizzando strumenti informatici.
2. Progettazione di un sistema di misura per il monitoraggio fisiologico (10/30). Questa parte valuterà attraverso una prova orale le altre conoscenze. Allo studente verrà chiesto di illustrare argomenti specifici del corso e di descrivere una catena di misura progettata durante il corso in grado di monitorare un parametro fisiologico.
La lode sarà attribuita agli studenti che, oltre ad aver conseguito il voto massimo, dimostrino eccellenza nell'uso della strumentazione di laboratorio, chiarezza e precisione nell'esecuzione dell'esercizio, nonché un contributo significativo al progetto di gruppo.

Testi di riferimento
Beckwith, T. G., Marangoni, R. D., & Lienhard, J. H. (2007). Mechanical measurements. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
• Figliola, R. S., Beasley, D. E. (2011). Theory and Design for Mechanical Measurements. John Wiley & Sons, Inc.
• Tranquillo, J., Goldberg, J., & Allen, R. (2022). Biomedical Engineering Design. Academic Press.
• Appunti del docente che saranno rese disponibili tramite la piattaforma di e-learning dell'Università Campus Bio-Medico di Roma.

Risultati di apprendimento specifici
Lo studente approfondirà la propria conoscenza e capacità acquisite interpretando i risultati delle attività riguardanti la valutazione delle proprietà metrologiche dei sistemi di misura utilizzati per stimare i parametri biomedici. Inoltre, svilupperà abilità di comunicare in modo chiaro e con linguaggio tecnico tali proprietà metrologiche contestualizzandole al settore biomedico. Infine, amplierà la propria competenza nella lettura e nell'interpretazione delle schede tecniche dei sistemi di misura e dei sensori da utilizzati principalmente in contesti biomedici, oltre che delle tecnologie utilizzate per testare i dispositivi medici.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	6	ING-IND/12

Stampa del 30/06/2026

Measurements and Instrumentation in Biomedical Engineering and Standards for Medical Devices [2303305]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: EMILIANO SCHENA

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso si propone di fornire conoscenze di base riguardanti metodologie e tecniche per la stima di grandezze fisiche e dell'incertezza di misura. Inoltre, il corso si concentrerà sul principio di funzionamento e sulle prestazioni dei sistemi di misura, sensori e trasduttori più diffusi in applicazioni biomediche. Infine, il corso fornirà conoscenze di base sugli standard che regolano i dispositivi medici.

Lo studente acquisirà conoscenze di base relative alle metodologie e tecniche per la misura di grandezze fisiche e per la stima dell'incertezza associata. Saranno inoltre fornite conoscenze relative al principio di funzionamento, alle proprietà metrologiche e alle prestazioni dei principali sistemi di misura, sensori e trasduttori utilizzati in ambito biomedico. Infine, verranno introdotti i principali standard normativi che regolano i dispositivi medici.

Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite per analizzare e selezionare sistemi di misura appropriati rispetto a specifiche esigenze in ambito sanitario e biomedicale. Saprà interpretare i dati raccolti da un processo di misura, valutarne l'incertezza e verificare la coerenza con i requisiti dell'applicazione. Inoltre, sarà in grado di effettuare prove sperimentali su dispositivi medici, comprendendone le implicazioni dal punto di vista normativo e tecnico.

Prerequisiti
Non ci sono propedeuticità e/o prerequisiti, se non quelli richiesti per l'accesso al programma di laurea.

Contenuti del corso
I contenuti del corso sono:
• Concetti di base dei metodi di misura
Misura di una grandezza fisica. Sistema di misura. Unità di misura: il Sistema Internazionale delle Unità di misura e altri sistemi con un focus speciale sulle unità di misura utilizzate in scenari biomedici. Unità fondamentali. Conversione tra unità di misura. Grandezza misurata e fattori influenti. Ripetibilità e riproducibilità.
• Cifre significative e incertezza
Operazioni e cifre significative. Differenza significativa tra dati sperimentali. Analisi delle misure statiche e dinamiche. Rappresentazione dei dati sperimentali: grafici e tabelle. Incertezza di misura. Distribuzioni di Gauss e di Student. Legge di propagazione dell'incertezza.
• Risposta dei sistemi di misura
Proprietà metrologiche statiche: intervallo di misura, curva di taratura, sensibilità, risoluzione, soglia di discriminazione, accuratezza, precisione, linearità, rapporto segnale-rumore. Proprietà metrologiche dinamiche: tempo di risposta, tempo di assestamento, risposta in frequenza (rapporto tra ampiezza e sfasamento). Sistemi del primo e secondo ordine, funzione errore gamma e decremento logaritmico. Curve di Lissajous. Strumenti visualizzatori.
• Stadio di condizionamento del segnale
Effetto di carico. Stadio di amplificazione. Circuiti per il trattamento del segnale con particolare attenzione a quelli utilizzati in alcuni dispositivi medici (ad es., elettrocardiografo). Campionamento e ADC. Progettazione di una catena di misura.
• Misure di lunghezza e deformazione
Misure di lunghezza. Calibro, potenziometro. Misure di deformazione. Estensimetro meccanico ed elettrico; elettronica per estensimetro e compensazione della temperatura. Applicazione biomedica di questi parametri.
• Misure di posizione, spostamenti, velocità e accelerazione
Sensori resistivi, capacitivi e induttivi. LVDT. Encoder ottico. Accelerometro. Applicazione biomedica di questo parametro.
• Misure di massa, forza e momento
Celle di carico. Applicazione biomedica di questo parametro.
• Misure di pressione
Concetti di base delle misurazioni di pressione. Barometro. Manometro a liquido. Manometro basato su estensimetro. Sensore di pressione differenziale. Vacuometro di McLeod. Applicazione biomedica di questo parametro (ad es., pressione arteriosa).

• Misure di portata
Tubo di Pitot. Portata massiva e volumetrica. Tubo di Venturi. Misure di flusso basate su cadute di pressione: misuratore a orifizio. Rotametro. Anemometro a filo caldo e a film caldo. Applicazione biomedica di questo parametro (ad es., ventilazione meccanica e monitoraggio respiratorio).
• Misure di temperatura
Standard e definizione di temperatura. Scala di temperatura. Termometri basati sull'espansione termica. Termometri a resistenza elettrica. Termocoppie. Applicazione biomedica di questo parametro (ad es., temperatura corporea, trattamenti termici per la rimozione del cancro).
• Standard per dispositivi medici
Standard più rilevanti che devono essere applicati ai dispositivi medici e alcuni esempi specifici. Ruolo principale delle “misure” in questo scenario e nei test dei dispositivi medici.
• Verifica e controllo delle prestazioni dei dispositivi medici
Verifica e test elettrico di un dispositivo medico (ad es., ventilatore meccanico, defibrillatore).

Metodi didattici
Lezioni riguardanti i temi del corso ed esercizi per mostrare la loro applicazione alla risoluzione di problemi specifici. Valutazione sperimentale di un dispositivo medico.

Modalità di verifica dell'apprendimento
L'esame mira a verificare le conoscenze e le competenze definite negli obiettivi di apprendimento specifici. Le conoscenze e le competenze sono valutate attraverso prova orale in cui è richiesta l'illustrazione di argomenti specifici, con particolare attenzione al programma del corso. Agli studenti saranno richiesti due argomenti del corso.

lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito una conoscenza teorica solida degli argomenti trattati nel corso, illustrando con chiarezza e padronanza concetti fondamentali, principi di funzionamento, proprietà metrologiche e riferimenti normativi. Durante l’esame, saranno richiesti due argomenti del programma, scelti dal docente o dallo studente, per valutarne la comprensione e la capacità espositiva.

Sarà richiesto allo studente di applicare i concetti appresi a contesti pratici, come l’analisi di scenari applicativi, la selezione di sistemi di misura adeguati, l’interpretazione di dati sperimentali o l’identificazione di problematiche legate all’incertezza o alla verifica normativa di dispositivi medici.

Il voto massimo (30/30) verrà attribuito agli studenti che dimostrano di possedere una conoscenza teorica solida e articolata degli argomenti trattati nel corso e una padronanza terminologica e concettuale nell’esposizione. Il raggiungimento del punteggio massimo richiede quindi non solo la corretta conoscenza dei contenuti, ma anche la capacità di analisi e sintesi, la proprietà di linguaggio tecnico e l’applicazione consapevole delle nozioni a scenari reali o simulati.

La lode è riservata a chi, oltre al punteggio pieno, mostra eccellente chiarezza espositiva, padronanza critica dei contenuti e capacità di fare collegamenti avanzati o proporre osservazioni personali pertinenti.

Testi di riferimento
- T. G. Beckwith, R. D. Marangoni, J. H. Lienhard. Mechanical Measurements Addison-Wesley Pub Company, Reading MA, USA.
- R.S. Figliola, D.E. Beasley. Theory and design for mechanical measurements. Wiley.
- Appunti presi a lezione e materiale reso disponibile sulla piattaforma e-learning dell’Università Campus Bio-Medico di Roma.

Risultati di apprendimento specifici
Gli studenti apprenderanno come analizzare e selezionare sistemi di misura con caratteristiche prestazionali adeguate ai requisiti di specifiche applicazioni biomediche. Svilupperanno la capacità di individuare il sistema di misura più appropriato per soddisfare specifiche ben definite, sia nel contesto sanitario sia, più in generale, nelle applicazioni biomedicali. Inoltre, saranno incoraggiati ad approfondire la loro comprensione e ad analizzare criticamente i contenuti del corso.

Lo studente svilupperà anche la capacità di comunicare in modo sintetico e preciso, utilizzando sia un linguaggio generale che la terminologia tecnica relativa agli argomenti del corso. Sarà in grado di ampliare le proprie conoscenze attraverso l’interpretazione e l’analisi dei dati raccolti da processi di misura, la valutazione dell’incertezza associata, nonché la comprensione del principio di funzionamento e delle proprietà metrologiche dei sistemi di misura e dei sensori.

Inoltre, gli studenti acquisiranno familiarità con i principali standard applicabili ai dispositivi medici e impareranno a condurre esperimenti per testare le apparecchiature mediche. Le capacità di apprendimento degli studenti saranno progressivamente potenziate grazie a un approccio didattico interattivo che li stimolerà costantemente durante il corso.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	7	ING-IND/12

Stampa del 30/06/2026

Thesis [23033TH]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti:

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Syllabus non pubblicato dal Docente.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2022)	comune	3	PROFIN_S

Stampa del 30/06/2026

Advanced Physics [2300201]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: LETIZIA CHIODO

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso di Fisica Avanzata si occupa di concetti avanzati di meccanica classica, termodinamica ed elettromagnetismo e fornisce le basi della meccanica quantistica e della meccanica statistica, al centro delle tecnologie di interesse per gli ingegneri biomedici.

Prerequisiti
Prerequisiti formali: Fisica Generale. Analisi Matematica I.

Competenze richieste: Conoscenza della matematica (algebra, trigonometria, geometria piana, studio delle funzioni), analisi matematica, algebra lineare (calcolo differenziale e integrale, in una e più dimensioni, limiti, calcolo vettoriale e matriciale, operatori vettoriali); conoscenza dei principi fondamentali della meccanica (forza, momento, energia, lavoro), termodinamica (calore, energia interna, primo e secondo principio della termodinamica, entropia), elettromagnetismo (campi elettrici e magnetici, statici e dipendenti dal tempo, potenziale elettrico, correnti, equazioni di Maxwell).

Contenuti del corso
Meccanica e Termodinamica Avanzate. Teorema del momento angolare, pendolo fisico, ellissoide d'inerzia. Motori Stirling, Otto e Diesel. Origine microscopica dell'entropia (10 ore).

Elettromagnetismo Avanzato. Dielettrici, polarizzazione. Magnetismo nella materia. Equazioni di Maxwell in forma differenziale, nel vuoto e nella materia (10 ore).

Onde. Proprietà generali. Analisi di Fourier. Onde meccaniche. Onde sonore. Onde elettromagnetiche. Interferenza e diffrazione. Fotometria e radiometria (10 ore).

Introduzione alla Meccanica Quantistica. Funzioni d'onda. Equazione d'onda di Schrödinger e applicazioni: Gradino, barriera e buca di potenziale. Effetto tunnel, Oscillatore armonico. Atomo di idrogeno (10 ore).

Fondamenti di fisica dello stato solido: statistica di Maxwell-Boltzmann, statistica quantistica. Metalli, semiconduttori, nanostrutture, microscopio a scansione a effetto tunnel (STM), diodo tunnel, laser. (5 ore).

Interazione radiazione-materia. Descrizione classica e descrizione quantistica. Effetto fotoelettrico. Interazione di fotoni, particelle cariche e neutroni con la materia. Trasferimento di energia dalla radiazione alla materia (10 ore).

Applicazioni tecnologiche: Risonanza Magnetica Nucleare, Radioisotopi, Positroni e PET (5 ore).

Metodi didattici
Lezioni frontali e flipped classroom. Le lezioni teoriche riguardano concetti teorici ed esempi concettuali.

Modalità di verifica dell'apprendimento
Metodi e criteri di valutazione delle conoscenze:

La verifica dell'apprendimento consiste in una prova scritta, della durata di 2 (due) ore, contenente tre quesiti teorici (ognuno da 10 punti), divisi in sottoquesiti. La prova è seguita da una discussione orale del testo scritto. Lo studente fornisce le risposte scritte e le discute successivamente con gli esaminatori, per verificare la comprensione e la capacità dello studente di organizzare e sostenere una discussione tecnico-scientifica.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e definizione del voto finale:

Il voto finale è espresso in trentesimi, con 10 punti assegnati a ciascuna delle domande del test. È necessario raggiungere un punteggio minimo di 18 in ogni prova.

Il voto di 30 e Lode viene assegnato se lo studente è in grado di dimostrare una comprensione completa, approfondita ed esaustiva, una preparazione e capacità di presentazione scritta e orale avanzate in tutti gli argomenti trattati durante l'esame.

Testi di riferimento

Appunti e slide delle lezioni, tutti disponibili sulla pagina web di e-learning del corso all'indirizzo http://elearning.unicampus.it/.

Testi di base:
Physics for Scientists and Engineers, Extended Version. 6th Edition, 2020. Paul A. Tipler, Gene Mosca. Macmillan.

Modern Physics for Scientists and Engineers, 2010 John C. Morrison. Elsevier.

Semiconductor devices, S.M. Sze, 2006, Wiley

Materiale didattico e riferimenti bibliografici più approfonditi saranno forniti dal docente, su richiesta.

Risultati di apprendimento specifici

Knowledge and understanding. The course will transfer to the student the knowledge and understanding of advanced physical mechanisms, in mechanics, thermodynamics, electromagnetism, and the fundamentals of quantum mechanics and materials properties and behaviors, to gain a proper and deep comprehension of physical functioning of technologies used broadly in engineering and specifically in biomedical engineering.

Applying knowledge and understanding. At the end of the course the student will be able to correctly use theoretical knowledge to interpret and understand the physical laws acting in the broad field of materials properties, radiation properties, and materials-radiation interaction, applying the acquired knowledge to technologies and devices of biomedical engineering interest.

Making judgments. The acquired skills will allow students to properly use and apply physical laws in an original manner to analyze issues and problems and to design correct solutions.

Communication skills. The students will be able to describe advanced physical laws, from the conceptual level to the mathematical description, both in written and in oral form.

Learning skills.The students will acquire individual skills in learning advanced technical topics, to extend their knowledge on further aspects of modern physics and in engineering applications, with critical reasoning.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	6	FIS/03

Stampa del 30/06/2026

Chemistry [2300103]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: SARA MARIA GIANNITELLI

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Obiettivo del corso è fornire i concetti di base di chimica generale inorganica in quanto fondamenti delle tecnologie.

Prerequisiti
Propedeuticità: nessuna
Prerequisiti: conoscenze di base di matematica e fisica.

Contenuti del corso
Introduzione: il metodo scientifico, metodi di misura, unità di misura, notazione scientifica, densità, temperatura, materia ed energia, trasformazioni fisiche e chimiche.
Atomi e molecole: le teorie di Dalton, Bohr, la teoria atomica moderna, la tavola periodica, la configurazione elettronica.
Il legame chimico: ionico, covalente, metallico, nomenclatura inorganica, formule di struttura, elettronegatività, legami deboli.
Reazioni chimiche: concetto di mole, stechiometria, tipi di reazioni, redox.
Lo stato della materia: le leggi dei gas, forze intermolecolari, liquidi, solidi, passaggi di stato.
Soluzioni: concentrazioni (%w/w, %w/v, %v/v, Molarità, molalità, Normalità), proprietà colligative.
L'equilibrio chimico: la legge dell'equilibrio chimico, Kp, Kc e Kx, l'equazione di van't Hoff, il principio di Le Chatelier.
Equilibri di solubilità: solubilità dei composti, Kps, applicazioni.
Cinetica chimica: concetto, equazioni della velocità, ordine di reazione (reazioni del primo e del secondo ordine), tempo di semireazione, profilo energetico, energia d'attivazione.
Acidi e basi: definizioni di Arrhenius, Brønsted-Lowry, Lewis, acidi e basi forti e deboli, idrolisi, neutralizzazione, pH, tamponi (es. tamponi bicarbonato e fosfato).
Elettrochimica: le leggi di Faraday, Celle galvaniche: concetti, diagramma di cella, anodo e catodo, semielementi, f.e.m, spontaneità di cella, equazione di Nernst.

Metodi didattici
Lezioni frontali che spiegano i contenuti del programma del corso (76%, ca. 53 ore).
Esercitazioni che mostrano l'applicazione a problemi specifici delle conoscenze apprese nelle lezioni frontali (18%, ca. 13 ore).
Attività di laboratorio volte a insegnare come preparare soluzioni chimiche e vedere l'applicazione pratica di esercizi teorici (6%, ca. 4 ore).

Modalità di verifica dell'apprendimento
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento:
Le conoscenze e le abilità relative alla chimica inorganica saranno verificate mediante una prova a quesiti a risposta multipla da svolgersi sulla pagina dell'insegnamento della piattaforma di e-learning di Ateneo. Lo Studente dovrà rispondere in 50 minuti a 30 quesiti a risposta multipla.
Lo Studente riceverà l'esito della sua prova a quesiti come punteggio espresso in trentesimi solo dopo che tutti gli Studenti partecipanti alla prova a quesiti stessa l'avranno completata.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale:
Lo Studente dovrà rispondere in 50 minuti a 30 quesiti a risposta multipla di cui:
- ogni quesito avrà 4 risposte (A, B, C, D) di cui una sola corretta;
- per ogni quesito si potrà selezionare una sola risposta;
- si conseguirà 1 (uno) punto per ogni risposta corretta; 0 (zero) punti per ogni risposta errata o non data.

Ogni prova a quesiti sarà diversa dall'altra e assegnata agli Studenti in maniera randomizzata dal sistema.
La correzione della prova a quesiti, e quindi il calcolo del punteggio conseguito che corrisponde al voto espresso in trentesimi, è operata dal sistema di e-learning per confronto con le risposte corrette caricate sulla piattaforma stessa. Ogni Studente riceverà solo il suo esito e, pertanto, il punteggio da lui conseguito, e non il risultato degli altri Studenti presenti al suo turno.
Oltre al voto conseguito, lo Studente potrà rivalutare la sua prova a quesiti verificando a quali quesiti ha risposto

correttamente e a quali non, venendo a conoscenza, in questo caso, della risposta corretta. Al termine della prova la Commissione sarà a disposizione degli Studenti per rivedere assieme le risposte non date o non corrette.
L'esame sarà superato se e solo se lo Studente conseguirà un punteggio maggiore o uguale a 18/30 e coinciderà con il voto finale se questo sarà minore del punteggio/voto massimo conseguibile con la prova a quesiti pari a 30/30.
Agli Studenti che conseguiranno una votazione pari a 30/30 sarà data la possibilità di sostenere una prova orale, contestualmente all'esito della prova a quesiti stessa, per ambire alla Lode. Nella prova orale allo Studente sarà posto 1 quesito sul programma, volto a valutare la logica seguita dallo Studente nella risoluzione del quesito, l'impiego di un linguaggio appropriato nella risposta al quesito e, altresì, l'adeguatezza della soluzione proposta in relazione alle competenze che lo Studente si presuppone abbia acquisito alla fine dell'insegnamento. Il quesito della prova orale vale 3 punti. Il voto finale sarà dato dai 30 punti conseguiti nella prova a quesiti alla quale saranno addizionati o sottratti i 3 punti conseguiti nella prova orale.

Testi di riferimento
Le lezioni frontali e le esercitazioni sono svolte utilizzando una lavagna elettronica che consente di salvare gli scritti e di caricarli sulla pagina del corso nella piattaforma di elearning di Ateneo https://elearning.unicampus.it/ al fine di consentire allo Studente di rivedere e approfondire gli argomenti trattati e trasformare in conoscenza quanto appreso a lezione e in capacità e competenze quanto svolto durante le esercitazioni.
Materiale didattico consigliato per lo studio in forma autonoma da parte dello Studente interessato all'approfondimento della disciplina:
- Whitten, Davis, Peck, Stanley, CHEMISTRY, 10th Edition, Cengage Learning.
Esercizi:
P.M. Lausarot, G.A. Vaglio, STECHIOMETRIA PER LA CHIMICA GENERALE, Piccin

Risultati di apprendimento specifici
Conoscenza e capacità di comprensione
Il corso si propone di fornire conoscenze su:
• basi atomiche della chimica per la costruzione della tavola periodica degli elementi e per una predizione ragionevole sul come e perché gli atomi reagiscono;
• legame chimico e sua correlazione con le proprietà della materia; spontaneità o equilibrio delle reazioni chimiche; principali classi di composti inorganici e sulla loro reattività.
Lo studente sarà in grado di comprendere il significato delle reazioni chimiche ed effettuare calcoli stechiometrici; descrivere le caratteristiche chimico-strutturali della materia nei diversi stati di aggregazione; comprendere gli aspetti cinetici delle trasformazioni chimiche.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Alla fine del corso lo studente dovrà essere in grado di:
• fare previsioni sulla reattività di un elemento in base alla sua posizione nella tavola periodica;
• saper scrivere una formula di struttura distinguendo i composti sulla base di legame chimico e proprietà;
• saper scrivere le formule dei composti inorganici e come utilizzarli per sintetizzarne altri;
• saper discutere un equilibrio chimico ed i fattori che lo influenzano con particolare attenzione per gli equilibri acido/base;
• saper definire una specie ossidante e riducente.
Lo studente dovrà inoltre essere in grado di risolvere problemi stechiometrici di utilità pratica (calcolo moli, bilanciamento reazioni, reagente limitante, definizione concentrazione e modi di esprimerla, preparazione soluzioni per diluizione).

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	7	CHEM-06/A

Stampa del 30/06/2026

Economics and Management [2300105]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: GIUSEPPE TURCHETTI

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
The course aims to provide students with the fundamental elements of economics and management to evaluate and take business decisions. We want to deliver an overview of the business management principles from different points of view that comprise: the identification of the different forms of business according to the Civil Code, the examination of the different possible organizational structures, the analysis of operations and marketing decisions within the organization, and the evaluation tools for investment decisions. Specific attention will be devoted to economic and managerial aspects in the Healthcare sector, comprising reference to related regulatory affairs.

Prerequisiti
There is no mandatory prerequisite but it is strongly suggested to have gained basic knowledge of mathematical concepts.

Contenuti del corso
Module 1 (10 hours). The first module introduces the fundamental concepts regarding business and competition. We will deal with the civil definitions of organizational entities (e.g. definition of enterprise, company and entrepreneur) and the distinction between different legal forms (i.e., sole proprietorships, partnerships and corporations). Then the basics of sustainable development, based on economic, social and environmental sustainability, will be introduced, referring also to all the stakeholders that might be considered by business decisions. Specific reference to the Healthcare sector will be provided.
Module 2 (20 hours). The second module provides an overview of the business system from an organizational point of view. The main organizational forms to support business models and corporate operations will then be illustrated, and the advantages and disadvantages associated with each of them will be discussed. Specific reference to the Healthcare sector will be provided.
Module 3 (10 hours). The third module deals with the fundamentals of marketing, which might be crucial for the success of products and services. The main constituents of marketing decisions will be considered. Specific reference to the Healthcare sector will be provided.
Module 4 (10 hours). The fourth module considers the operations management. The main tools for operations management will be introduced. Specific reference to the Healthcare sector will be provided.
Module 3 (10 hours). The final module introduces tools to evaluate and implement business decisions. First, an introduction to the general principles of financial statements will be considered. Then, the concepts of the time value of cash flows and cost of capital will be introduced. Finally the tools for choosing investments will be considered (i.e., Net Present Value and Payback period). In addition, regulatory affairs related to the Healthcare sector will be covered.

Metodi didattici
The course is based on lectures (50 hours) and exercises (10 hours).

Modalità di verifica dell'apprendimento
The assessment test is written and will contain a series of questions (multiple-choice and open questions), as well as exercises, aimed at assessing the theoretical and practical knowledge of the topics presented in class.
The exam scores will be distributed as follows: theoretical part 20 points in total; numerical part 12 points in total. The theoretical part consists of 3 open-ended questions of 4 points each and 8 multiple choice questions.

Testi di riferimento
Slides.
Suggested books:
Essentials of Strategic Management: The Quest for Competitive Advantage, 2020, McGraw Hill.
Corporate Finance, di J. Berk e P. De Marzo 2020, Pearson.

Risultati di apprendimento specifici

1) Knowledge and understanding: Ability to analyze and manage business decisions. Understanding of managerial tools and of the characteristics of the main company functions.
2) Applying knowledge and understanding: ability to apply the knowledge acquired through the use of tools for analyzing and processing business choices in different organizational contexts.
3) Autonomy in making judgements: on the basis of the knowledge acquired, and thanks to the use of methodological tools learned during the course, ability to evaluate investments to be started and possible organizational forms to be adopted, for the improvement of organization performance.
4) Communication skills: communication and interpretation skills, processing and synthesis of data relating to business decisions, acquisition of economic-business terminology suitable for the explanation, interpretation and communication of managerial choices.
5) Learning skills: articulated and organic learning skills that will allow the breakdown of problems in consideration of their complexity, the management of effective solutions.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	6	IEGE-01/A

Stampa del 30/06/2026

Electronics and Electrotechnics [2300205]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: MAURO PARISE, GIORGIO PENNAZZA

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi

Modulo A: Elettrotecnica
Il corso si propone di fornire una approfondita introduzione sulle modalità di funzionamento dei sistemi elettrici e sulle metodologie di studio delle reti elettriche lineari. Gli studenti conseguiranno la conoscenza e la comprensione delle nozioni fondamentali riguardanti lo studio dei circuiti elettrici e magnetici lineari in regime stazionario e sinusoidale, delle nozioni basilari per l'analisi dei sistemi trifase, dei principi di funzionamento del trasformatore e delle macchine elettriche rotanti.

Modulo B: Elettronica
Fornire agli studenti le conoscenze di base sui componenti e dispositivi elettronici, le metodologie per l'analisi dei circuiti e le topologie analogiche e digitali utilizzate nei circuiti integrati più comuni.

Prerequisiti

Modulo A: Elettrotecnica
Sono ritenute indispensabili le conoscenze di base di Elettromagnetismo

Modulo B: Elettronica
Nessun requisito preparatorio.
Prerequisiti consigliati: conoscenze di base delle grandezze elettriche, dei componenti elettronici e delle strategie di calcolo dei circuiti normalmente affrontate nel corso di Elettromagnetismo e nel primo modulo di questo corso: Elettrotecnica.

Contenuti del corso

Modulo A: Elettrotecnica
Circuiti e reti in regime stazionario. Elementi circuitali lineari tempo-invarianti. Generatori controllati di tensione e di corrente. Leggi di Ohm, di Joule e di Kirchhoff. Resistori in serie e partitore di tensione. Resistori in parallelo e partitore di corrente. Trasformazione stella-triangolo. Metodi di analisi. Analisi nodale e alle maglie. Teoremi delle reti. Linearità. Sovrapposizione. Teorema di Thevenin e di Norton. Massimo trasferimento di energia. Circuiti e reti nel dominio del tempo. Condensatori. Capacità. Rigidità dielettrica. Circuiti magnetici. Legge di Hopkinson. Riluttanza. Reti magnetiche. Auto e mutua induttanza. Fattore di accoppiamento. Circuiti del primo e del secondo ordine. Risposta in evoluzione libera, al gradino e all'impulso. Convoluzione. Circuiti e reti in regime sinusoidale permanente. Rappresentazione fasoriale di grandezze sinusoidali isofrequenziali. Circuiti monofase. Potenza istantanea, attiva, reattiva, apparente e complessa. Analisi di reti in regime sinusoidale. Reti trifase. Sistemi trifase simmetrici ed equilibrati. Circuito monofase equivalente. Potenze nei sistemi trifase. Determinazione del circuito trifase e del monofase equivalente associati ad uno schema unifilare. Elementi di macchine elettriche. Trasformatori. Teoria del trasformatore monofase. Funzionamento a vuoto, sotto carico ed in corto circuito. Macchine elettriche rotanti.

Modulo B: Elettronica
INTRODUZIONE (10 h)
Circuiti a un solo terminale e circuiti RCL, reti a due porte, circuiti STC, filtri passa-basso e passa-alto.
SEMICONDUTTORI, DIODO E TRANSISTOR (18 h)
Semiconduttori. Diodo. Circuiti con diodi. BJT e MOSFET: fisica, caratteristiche I-V, funzionamento come amplificatore, polarizzazione, modelli a piccolo segnale, amplificatori a singolo stadio, analisi in frequenza.
CIRCUITI INTEGRATI ANALOGICI (22 h)
Amplificatore differenziale. Amplificatore operazionale. Reazione (feedback).
INTRODUZIONE ALL'ELETTRONICA DIGITALE (10 h)
L'invertitore; famiglie logiche; parametri caratteristici dei componenti digitali. Conversione A/D e D/A. Circuiti combinatori. Circuiti sequenziali. Memorie. Microcontrollori.

Metodi didattici

Modulo A: Elettrotecnica
Lezioni frontali sulle nozioni fondamentali descritte nel programma (35 ore).

Esercitazioni interattive in aula, incentrate sulla risoluzione di reti elettriche e di problemi tipici dell'ingegneria elettrica, nonché sullo svolgimento di una attività di autovalutazione delle conoscenze, abilità e competenze acquisite (15 ore).

Modulo B: Elettronica
Lezioni sui principali argomenti di elettronica, il funzionamento dei dispositivi fondamentali e le topologie di circuito più comuni (36 h).
Attività pratiche con l'uso di software di simulazione e sessioni di laboratorio per mostrare l'applicazione a problemi reali specifici (6 h).
Discussione di casi pratici reali attraverso la presentazione di componenti commerciali tramite cataloghi online e datasheet (6 h).
Seminari sulle tecnologie attuali di fabbricazione dei dispositivi elettronici (6 h).
Lavori di gruppo in laboratorio per il test di semplici circuiti elettronici (6 h).

Modalità di verifica dell'apprendimento

Modulo A: Elettrotecnica
Il possesso delle conoscenze e delle abilità attese è verificato attraverso una prova scritta di calcolo di durata pari a 2 ore e mezzo.

La prova di calcolo è costituita da 3 esercizi, articolati complessivamente in 6 quesiti che devono essere affrontati in modo sequenziale e indipendente (ovvero, la risposta ad un quesito non dipende dalle risposte ai quesiti precedenti). Nel primo esercizio lo studente è chiamato a risolvere una rete elettrica in regime sinusoidale, calcolando le intensità di corrente, le tensioni, e le potenze associate ai vari lati del circuito. Viene inoltre richiesta la determinazione del generatore di Thevenin. Il secondo e il terzo esercizio vertono sulla risoluzione di un circuito magnetico e sullo studio di una rete trifase simmetrica ed equilibrata a partire dalla conoscenza dello schema unifilare. Lo studente svolge la prova su supporto cartaceo e, dopo aver digitalizzato con lo smartphone il riepilogo delle risposte numeriche ottenute, usa la modalità "compito" sulla piattaforma e-learning per consegnare il file pdf generato. E' altresì richiesta la consegna dell'elaborato che ha condotto alle risposte numeriche, allo scopo di verificare la correttezza della procedura utilizzata.

Il punteggio conseguito nella prova scritta è pari al numero di risposte numeriche corrette fornite ai 6 quesiti posti, moltiplicato per un coefficiente pari a 5. La singola risposta numerica viene ritenuta corretta salvo il verificarsi di una delle seguenti situazioni:
- il risultato numerico non è corretto;
- il risultato è corretto solo accidentalmente, in quanto la verifica dello svolgimento ha rivelato inequivocabilmente la non correttezza della procedura adottata per la risoluzione del quesito.

L'esame risulta superato se e solo se il punteggio conseguito è uguale o superiore a 18 trentesimi.

Modulo B: Elettronica
Le modalità di verifica delle conoscenze si baseranno su prove orali.
Questa strategia di esame orale consentirà di verificare le capacità comunicative dello studente relativamente agli argomenti specifici del corso. L'esame orale si svolgerà in modo graduale, permettendo di verificare il consolidamento delle conoscenze di base e, sviluppando progressivamente l'argomento richiesto, consentirà allo studente di dimostrare la propria capacità di generalizzare il funzionamento a sistemi più complessi e di applicare tali conoscenze alla risoluzione di semplici problemi reali.
Le conoscenze e le competenze acquisite saranno verificate mediante una prova strutturata in tre momenti all'interno di un unico esame orale: una domanda scritta nella quale lo studente dovrà dimostrare la padronanza degli argomenti fondamentali, per la quale avrà 30 minuti; il contenuto di questo elaborato sarà presentato dallo studente all'inizio dell'esame orale (punteggio da 0 a 10); una seconda domanda in cui allo studente sarà chiesto di applicare le proprie conoscenze alla risoluzione di un problema reale (punteggio da 0 a 15); una terza domanda sugli esercizi svolti in aula o in laboratorio (punteggio da 0 a 5). Il voto finale in trentesimi sarà la somma dei punteggi ottenuti nelle prove sopra indicate.
Il voto minimo per superare l'esame, pari a 18/30, potrà essere conseguito dallo studente che dimostrerà di conoscere i componenti e i circuiti presentati nel corso, sapendoli spiegare nei loro contenuti più elementari.

Testi di riferimento

Modulo A: Elettrotecnica
Alexander C. and Sadiku M., Fundamentals of Electric Circuits, 6° ed., McGraw-Hill Education, 2017
Chapman S., Electric Machinery Fundamentals, McGraw-Hill Education, 2003

Modulo B: Elettronica
Materiale didattico distribuito dal docente

Testi consigliati

The Art of Electronics
Paul Horowitz, Winfield Hill

Cambridge University Press, Third Edition (2015)

Risultati di apprendimento specifici

Modulo A: Elettrotecnica
- Lo studente acquisirà la conoscenza e la capacità di comprensione delle nozioni fondamentali riguardanti lo studio dei circuiti elettrici e magnetici lineari in regime stazionario e sinusoidale, delle nozioni basilari per l'analisi dei sistemi trifase, dei principi di funzionamento del trasformatore e delle macchine elettriche rotanti.

- Lo studente sarà in grado di applicare le sue conoscenze e capacità di comprensione all'analisi di una rete elettrica lineare in regime stazionario e sinusoidale. Sarà inoltre in grado di interpretare lo schema unifilare di una rete trifase simmetrica ed equilibrata, di studiare circuiti magnetici e sistemi trifase simmetrici ed equilibrati e squilibrati, di determinare il circuito equivalente di un trasformatore monofase o di una macchina rotante ad induzione a partire dai dati di targa.

- Lo studente acquisirà la capacità di valutare l'applicabilità delle metodologie per lo studio delle reti elettriche all'analisi di sistemi elettrici di complessità non elementare. Sarà inoltre in grado di determinare e risolvere il circuito elettrico equivalente di un dispositivo di media complessità, e svilupperà la capacità di interpretare i risultati dell'analisi circuitale. Acquisirà infine la capacità di risalire alla rete trifase rappresentata da uno schema unifilare, e di saper valutare lo stato di funzionamento di un sistema elettrico di potenza.

- Lo studente avrà acquisito, attraverso il percorso formativo, la capacità di comunicare le nozioni fondamentali e i metodi appresi, utilizzando la terminologia appropriata. Sarà inoltre in grado di discutere l'impostazione e la risoluzione di problemi di interesse in ambito elettrotecnico con interlocutori specialisti e non specialisti.

- Il percorso formativo consentirà allo studente di sviluppare le capacità di apprendimento necessarie per intraprendere percorsi di approfondimento nell'area elettrica, e per affrontare i successivi insegnamenti incentrati sulla trattazione di specifici sistemi elettrici con un alto grado di autonomia.

Modulo B: Elettronica
Applicazione delle conoscenze e comprensione
Le conoscenze acquisite permetteranno allo studente di affrontare in modo consapevole e proattivo le tecnologie elettroniche e i circuiti integrati più recenti e comuni utilizzati nel proprio ambito professionale.
Capacità di giudizio
Lo studente acquisirà la capacità di arricchire le proprie conoscenze grazie alla competenza nella lettura e interpretazione della documentazione tecnica (ad es. datasheet).
Capacità comunicative
Lo studente dovrà sviluppare la capacità di comunicare, in modo sintetico e generale, il funzionamento di un componente o di un circuito elettronico e di giustificare le scelte effettuate.
Capacità di apprendimento
Lo studente sarà in grado di ampliare le proprie conoscenze grazie alla capacità di leggere e interpretare la documentazione tecnica.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	11	ING-IND/31, ING-INF/01

Stampa del 30/06/2026

Fundamentals of Anthropology and Ethics [23002C1]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: GIAMPAOLO GHILARDI

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso mira a fornire una chiara comprensione del ricco e vasto insieme di valori, virtù e caratteristiche morali che riguardano l'ingegneria e la sua pratica. Inoltre, data la connessione con le scienze bio-mediche, il corso fornirà anche una visione dei valori fondamentali della pratica medica.
Elementi di Human Flourishing saranno presentati all'interno del corso.

Prerequisiti
Nessuno

Contenuti del corso
Antropologia: Introduzione/ panoramica generale. Che cos'è l'antropologia. Sulla verità. Antropologia e tecnologie. Homo faber/homo sapiens. Antropologia e industria 4.0. Antropologia e ingegneria. Transumanesimo. Postumanesimo. Umanesimo e scienze umane. Leonardo e l'umanesimo. Ricostruzione del programma.
È previsto un modulo con contenuti specifici dello di human flourishing come quadro multidimensionale del benessere umano. Particolare attenzione sarà dedicata alle relazioni sociali significative e alla rilevanza del lavoro umano nella prospettiva del bene comune.

Etica: Introduzione/ panoramica generale. Che cos'è l'etica. Perché l'etica in Ingegneria. Scuole etiche. Il libero arbitrio. Gli esperimenti di Libet sul libero arbitrio. Il dilemma del carrello. Utilitarismo e consequenzialismo. La coscienza. Agenzia: cosa significa essere un agente morale. La nozione di personalità. Le virtù. Virtù epistemiche. La felicità e il suo valore nella professionalità. Virtù professionali. Virtù per la scienza. Il buon scienziato. Medicina di precisione o Medicina personalizzata come la tecnologia può realizzare il progetto. Ricostruzione del programma.

Metodi didattici
Gli obiettivi del corso saranno raggiunti attraverso un approccio combinato che prevede un metodo di insegnamento induttivo tradizionale (10 h.), proiezioni video (2 h.), presentazioni Power Point (10 h.) e apprendimento interattivo (8 h.). Questi diversi approcci didattici saranno combinati tra loro. Gli studenti saranno sempre stimolati e non saranno trattati come discenti passivi, ma saranno chiamati a partecipare attivamente alle lezioni. I metodi di insegnamento promuovono l'impegno e la cooperazione in classe. Sia le lezioni interattive che le attività di gruppo prevedono il coinvolgimento attivo degli studenti.

Modalità di verifica dell'apprendimento
L'esame finale si svolgerà alla fine del corso, nelle sessioni previste dal calendario accademico. L'esame sarà scritto e comprenderà una combinazione di domande a scelta multipla ed eventuali domande a risposta breve. Le domande verificheranno le conoscenze relative alle finalità e agli obiettivi del corso, descritti in precedenza, e la capacità di applicarle. La durata del test sarà di 30 minuti, i quesiti saranno 11 e saranno attribuiti 3 punti per ogni risposta corretta, non ci saranno penalizzazioni per eventuali risposte errate.

Testi di riferimento
Anthropology:
• G. Ghilardi, Elements od Anthropology and Ethics, KDP, 2025
• G. Ghilardi, "Analogia Sensuum: The knowing body", in: N. Di Stefano, V. Tambone (eds.), About the living body, Nova science, New York 2016, pp. 15-31
• G. Ghilardi, D. Accoto, Post-Human and Scientific Research: How Engineering Carried Out the Project, in Cuadernos de Bioetica, (3), 2014, pp. 379-86.

• V. Tambone, G. Ghilardi, "An ethical evaluation methodology for clinical cases", Persona y Bioética, 20 (1), 2016, pp. 48-61
• G. Ghilardi, "Epistemological remarks on Libet's experiments on free will", Rivista Internazionale di Filosofia e Psicologia, 6 (1), 2015, pp. 110-119

• V. Tambone, G. Ghilardi, Philosophy and Deontology of Medical Practice, Ethics of the work well done in bio-medical sciences, SEU, Roma 2020
• L. Campanozzi, G. Ghilardi et al., Building trust in social robotics: a pilot survey, IEEE Technology and Society Magazine, December 2019, doi 0.1109/MTS.2019.2948440, pp. 45-54. ISSN 0278-0097/19

Risultati di apprendimento specifici
- Conoscenza e capacità di comprensione di cosa significa essere un essere-umano, di cosa siano valori e virtù umane.
- Conoscenza e capacità di comprensione applicate. Lo studente al termine del corso sarà in grado di sviluppare il ragionamento etico nelle scienze bio-ingegneristiche.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	3	M-FIL/03

Stampa del 30/06/2026

Fundamentals of Computer Science [2300101]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: LUCA VOLLERO

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Introduzione all'organizzazione e all'uso di un sistema informatico, con particolare attenzione alla risoluzione di problemi attraverso la programmazione informatica. Lo studente è inoltre introdotto all'uso di metodologie e ambienti che consentono uno sviluppo efficiente del software attraverso la generazione e il riutilizzo di componenti modulari di alta qualità.

Prerequisiti
Oltre ai prerequisiti richiesti per l'accesso al Corso di Laurea, è richiesta la conoscenza delle nozioni relative a vettori e matrici acquisite nel corso di Matematica. È inoltre richiesta la capacità di interagire con un sistema informatico come utente.

Contenuti del corso
Prima parte — Fondamenti dell'informatica (50 ore)

Elementi di architettura dei calcolatori e rappresentazione dei dati. Struttura e componenti di un sistema informatico. Sistemi di numerazione: binario, ottale ed esadecimale; conversioni tra basi. Rappresentazione dei dati numerici e alfanumerici. Aritmetica del computer. Algebra booleana: operatori logici fondamentali, tabelle di verità, porte logiche e circuiti combinatori elementari. (20 ore)

Pensiero computazionale e problem solving. Il concetto di algoritmo e le sue proprietà. Diagrammi di flusso e pseudocodice. Approccio sistematico alla scomposizione e alla risoluzione di problemi. Introduzione intuitiva alla complessità computazionale. (10 ore)

Il linguaggio Python: fondamenti. Linguaggi compilati e linguaggi interpretati. Struttura di un programma Python; ambienti di sviluppo interattivi. Tipi di dato elementari e operatori aritmetici e logici. Istruzioni di input/output. Strutture di controllo: selezione e iterazione. Funzioni e passaggio di parametri. (20 ore)

Seconda parte — Programmazione applicata e analisi dei dati (50 ore)

Il linguaggio Python: strutture dati e moduli. Tipi di dato composti: liste, tuple, dizionari e stringhe; metodi incorporati. Lettura e scrittura di file nei formati CSV e JSON. Utilizzo di librerie standard e moduli riutilizzabili. (20 ore)

Elaborazione e visualizzazione dei dati con Python. Introduzione a NumPy: array multidimensionali e operazioni vettoriali. Introduzione a Pandas: Series, DataFrame, caricamento e ispezione di dataset. Visualizzazione con Matplotlib: grafici di base per dati numerici e temporali. Applicazioni su dataset di ambito biomedico. (20 ore)

Strumenti per lo sviluppo del software. Gestione degli errori e delle eccezioni. Tecniche di debugging. Introduzione al controllo di versione con Git: repository, commit, branch. (10 ore)

Metodi didattici
Lezioni frontali e flipped classroom per presentare gli argomenti del corso e svolgere esercizi per mostrarne l'applicazione a problemi specifici (70 ore, di cui circa il 30% è dedicato alla presentazione di esempi e allo sviluppo di esercizi). Sessioni di laboratorio per insegnare l'uso degli strumenti software necessari alla programmazione Python e per sviluppare esercizi (30 ore).

Modalità di verifica dell'apprendimento
Le conoscenze e le abilità acquisite durante il corso sono valutate attraverso una prova pratica di programmazione in Python, volta a verificare le capacità di codifica dello studente, e un quiz a risposta multipla, finalizzato all'accertamento della conoscenza degli argomenti teorici trattati nel programma. È prevista inoltre una prova orale facoltativa. Lo studente dovrà dimostrare di conoscere e di saper applicare correttamente le metodologie e le tecniche presentate nel corso.
Il voto finale è espresso in trentesimi. L'esame si considera superato se entrambe le prove riportano un punteggio

minimo di 18/30. La prova pratica e il quiz contribuiscono in egual misura al voto finale, ciascuno per il 50%.

Testi di riferimento
Appunti delle lezioni, presentazioni Powerpoint, esercizi, distribuiti in formato elettronico all'indirizzo http://elearning.unicampus.it/.

I contenuti del corso sono disponibili in inglese nei seguenti libri di testo:
• J. Hunt, "A Beginners Guide to Python 3 Programming", Springer
• Luciano Ramalho, Fluent Python, O'Reilly
• Online documentation of Python packages

Risultati di apprendimento specifici
Conoscenza e comprensione.
Il corso trasferirà allo studente le seguenti conoscenze e capacità di comprensione:
• Conoscenza e comprensione degli elementi di base delle architetture informatiche.
• Conoscenza delle interfacce utente per l'interazione con un sistema informatico.
• Conoscenza della rappresentazione e dell'archiviazione dei dati nei sistemi informatici.
• Conoscenza e comprensione dei principi di base della programmazione orientata agli oggetti.
• Conoscenza di uno o più linguaggi di programmazione che supportano lo sviluppo modulare e il riutilizzo del software in un ambiente distribuito.
• Conoscenza e comprensione degli algoritmi di base su sequenze e strutture di dati multidimensionali.
• Conoscenza delle metodologie per assicurare la qualità del software e la documentazione.
• Conoscenza degli strumenti di supporto allo sviluppo e alla manutenzione del software.

Applicare conoscenza e comprensione.
Al termine del corso lo studente sarà in grado di:
• Gestire dati e applicazioni software in un ambiente informatico standard.
• Capire come servirsi di componenti software riutilizzabili a partire dalla documentazione disponibile.
• Adoperare un linguaggio di programmazione per sviluppare componenti software modulari e riutilizzabili.
• Eseguire il controllo di qualità dei componenti software e preparare la documentazione necessaria per il loro riutilizzo.
• Gestire il ciclo di sviluppo dei componenti software.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	10	IINF-05/A

Stampa del 30/06/2026

General English [2300106]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: ROBERTA ARONICA

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Durante il corso si consolida l'inglese generale al livello C1 CEFR

Prerequisiti
NESSUNA

Contenuti del corso
Il corso concentra l’attenzione sul consolidamento della lingua livello C1

Metodi didattici
L’intero corso viene erogato attraverso lezioni frontali ed esercitazioni in aula.

Modalità di verifica dell'apprendimento
L’esame di idoneità finale è una prova scritta di livello C1

Testi di riferimento
Il materiale didattico viene fornito dai docenti.

Risultati di apprendimento specifici
Alla fine del corso gli studenti avranno consolidato un livello di inglese generale C1 CEFR

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	1	ANGL-01/C

Stampa del 30/06/2026

General Physics [2300104]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: ALESSANDRO LOPPINI

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze relative alla meccanica classica, alla termodinamica e all'elettromagnetismo. L'obiettivo primario è lo sviluppo nello studente di capacità specifiche volte all'individuazione degli aspetti essenziali dei processi fisici e alla loro descrizione attraverso modelli matematici quantitativi coerenti, con particolare riguardo alle applicazioni biomedicali e bioingegneristiche.

Prerequisiti
Basi di calcolo matematico e algebra.

Contenuti del corso
Modulo 1 (1° Semestre):
- Introduzione. Quantità fisiche, sistemi di unità di misura. Grandezze scalari e vettoriali.
- Cinematica in una e due dimensioni. Spostamento, velocità e accelerazione. Moto uniformemente accelerato. Caduta di un grave. Moto circolare. Moto parabolico.
- Dinamica del punto materiale. Principio d'inerzia. Massa e forza. Secondo e terzo principio della dinamica. Sistemi di riferimento inerziali e non inerziali. Forza gravitazionale. Vincoli e forze di contatto. Forza di tensione in una corda. Molle. Forze d'attrito.
- Lavoro e energia cinetica. Forze conservative e energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Impulso di una forza e quantità di moto. Sistemi di punti materiali. Centro di massa.
- Conservazione della quantità di moto. Energia cinetica di un sistema di punti materiali. Urti.
- Rotazioni e dinamica del corpo rigido. Momento di una forza. Momento d'inerzia. Energia cinetica rotazionale. Rotazione di un corpo rigido attorno a un'asse fisso. Moto di puto rotolamento. Equilibrio statico. Proprietà elastiche dei solidi.
- Momento angolare e conservazione del momento del momento angolare. Legge di gravitazione universale di Newton e campo gravitazionale. Leggi di Keplero.
- Oscillazioni. Moto armonico. Oscillazioni smorzate. Oscillazioni forzate e risonanza.
- Fluidi. Densità e pressione. Legge di Stevino. Principio d'Archimede. Dinamica dei fluidi: fluidi non viscosi e equazione di Bernoulli. Legge di Torricelli. Fluidi viscosi e legge di Poiseuille.
- Termodinamica e sistemi termodinamici. Stati d'equilibrio. Temperatura e teoria cinetica dei gas. Equilibrio termico e termometri. Principio zero della termodinamica. Gas ideali. Calore e calori specifici. Calore latente. Processi termodinamici. Lavoro in termodinamica. Esperimento di Joule e primo principio della termodinamica. Energia interna. Trasferimento di calore. Macchine termiche e secondo principio della termodinamica. Trasformazioni cicliche. Macchina di Carnot. Irreversibilità e entropia.

Verranno svolte lezioni pratiche su problemi selezionati per un totale di 24 ore.

Modulo 2 (2° Semestre):
- Carica elettrica. Conduttori e isolanti. Legge di Coulomb. Campo elettrico generato da distribuzioni discrete di carica.
- Campo elettrico generato da distribuzioni continue di carica. Legge di Gauss.
- Energia potenziale elettrostatica e potenziale elettrica. Capacità e condensatori. Energia elettrica. Batterie.
- Correnti elettriche e circuiti in corrente continua. Leggi di Ohm. Leggi di Kirchhoff. Schemi in serie e parallelo per resistenze e condensatori. Effetto Joule. Circuiti RC.
- Forza magnetica su cariche puntiformi in movimento, fili rettilinei percorsi da corrente ed elementi di corrente. Coppie meccaniche su spire percorse da corrente. Effetto Hall.
- Sorgenti di campo magnetico. Legge di Biot-Savart. Legge di Gauss per il campo magnetico. Legge di Ampère.
- Flusso magnetico. Forza elettromotrice indotta e legge di Faraday. Legge di Lenz. Induttanza. Energia magnetica. Circuiti RL.
- Corrente di spostamento e legge di Maxwell-Ampère. Equazioni di Maxwell in forma integrale e locale. Equazione delle onde per le onde elettromagnetiche. Spettro elettromagnetico.
- Proprietà della luce. Riflessione e rifrazione. Polarizzazione.
- Ottica geometrica: lenti, specchi, sistemi ottici.

Verranno svolte sessioni pratiche su problemi selezionati per un totale di 16 ore.

Metodi didattici
Lezioni teoriche e pratiche focalizzate sugli argomenti del corso. I metodi didattici includono lezioni frontali, diapositive e lavagna.

Modalità di verifica dell'apprendimento
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento:
L'apprendimento è valutato attraverso due prove scritte, volte a verificare la preparazione dello studente sugli argomenti teorici e pratici presentati durante il corso. La prima prova è focalizzata sui contenuti del primo modulo del corso (Meccanica e Termodinamica) e sarà erogata alla fine del primo semestre di lezione. La seconda prova è incentrata sui contenuti del secondo modulo del corso (Elettromagnetismo e Ottica) e sarà erogata al termine del secondo semestre di lezione. Ogni prova dura 2 ore e 30 minuti e comprende 4 problemi pratici e 2 dimostrazioni teoriche su leggi fisiche contenute nel programma del corso. Lo svolgimento dell'intera prova richiede l'esplicitazione di tutti i passaggi matematici richiesti per la derivazione dei risultati finali. A seguito di ogni prova scritta, qualora questa sia risultata sufficiente, il candidato potrà sostenere una prova orale facoltativa. Il voto a seguito della prova orale sarà considerato come definitivo e in caso di insufficienza nella prova orale o di rifiuto del voto finale si dichiarerà invalida anche la prova scritta.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale:
Il voto finale è calcolato in base al risultato riportato nelle prove relative ai due moduli. A ogni problema e dimostrazione teorica viene attribuito un punteggio da un minimo di 0 punti fino a un massimo di 5 punti, a seconda della correttezza della soluzione e della chiarezza dei passaggi matematici. Il voto massimo è pari a 30 per ogni prova. Per superare una singola prova è richiesto il raggiungimento del punteggio minimo di 18, considerato come sufficienza. Il voto finale viene calcolato come media pesata dei voti riportati nelle prove relative ai due moduli. La lode è attribuita a discrezione del docente in caso di punteggio pieno e particolare chiarezza e completezza espositiva degli argomenti.

Testi di riferimento
- Slides e materiale prodotto dai docenti e caricato sulla piattaforma e-learning.
- Libro di testo suggerito: Physics for Scientists and Engineers, Extended Version. 6th Edition, 2020. Paul A. Tipler, Gene Mosca. Macmillan.

Risultati di apprendimento specifici
Conoscenza e comprensione
Gli studenti acquisiranno una conoscenza adeguata delle leggi fisiche e dei relativi aspetti matematici, su molteplici argomenti della Fisica classica, tra cui:
- Cinematica e dinamica Newtoniana.
- Fluidi.
- Calorimetria e termodinamica.
- Elettromagnetismo e ottica geometrica.
Gli studenti apprenderanno gli aspetti metodologici della Fisica per interpretare e descrivere problemi medici e ingegneristici.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Alla fine del corso, gli studenti saranno in grado di usare le conoscenze teoriche apprese per risolvere problemi pratici e applicazioni specifiche. Gli studenti saranno in grado di interpretare le leggi fisiche e applicarle in diversi campi tipici della medicina e della bioingegneria. L'abilità nell'applicare le conoscenze teoriche a problemi pratici sarà acquisita tramite lezioni pratiche.

Autonomia di giudizio
Alla fine del corso, gli studenti saranno in gradi di unire conoscenze teoriche e competenze pratiche per valutare e analizzare i fenomeni fisici, formulando assunzioni e decisioni in modo consistente e ragionevole.

Abilità comunicative
Gli studenti saranno in grado di descrivere le leggi fisiche a diversi livelli di dettaglio. In particolare, acquisiranno un vocabolario appropriato e tecniche di calcolo per spiegare i processi fisici e i modelli matematici che li descrivono.

Capacità di apprendimento
Il corso fornirà capacità di apprendimento di nuovi argomenti, sulla base della conoscenza acquisita attraverso le lezioni. Gli studenti acquisiranno la capacità di apprendere dettagli avanzati sugli argomenti presentati e estendere la loro conoscenza su aspetti della Fisica moderna e su applicazioni biomedicali e bioingegneristiche.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	12	PHYS-06/A, PHYS-04/A

Stampa del 30/06/2026

Healthcare Information Systems and Telemedicine [2300204]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: ANNA SABATINI

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il Corso di Healthcare Information Systems and Telemedicine ha come principale obiettivo quello di fornire agli studenti: i) il concetto di Healthcare come ecosistema di cure medicali di diversa natura, tra loro interconnesse e disegnate sul paziente, ii) i concetti base per la comprensione della Telemedicina richiamando la sua versione più classica fino ad uno sguardo più moderno in cui viene fatto un intensivo uso di sistemi intelligenti, iii) i fondamenti delle tecnologie ed i principali protocolli di comunicazione di una moderna rete di calcolatori, l'uso di database e la realizzazione di un'interfaccia per la rappresentazione ed analisi dei dati dei pazienti.

Prerequisiti
Si consiglia di aver superato l'esame di Fundamentals of Computer Science.

Contenuti del corso
Modulo I: Sistemi Informativi Healthcare
• Cos'è un Sistema Informativo Sanitario.
• La Telemedicina e la sua evoluzione negli anni.
• Il fascicolo sanitario elettronico (EHR).
• Il trattamento dei dati medicali, il consenso informato e la gestione della privacy.
• Cenni di Sistemi Intelligenti applicati alla Telemedicina.

Modulo II: Reti di Calcolatori
• Cos'è una Rete di Calcolatori
• Modello ISO/OSI e TCP/IP.
• Componenti fisiche di una rete, Data Link, Switch e Router.
• Il progetto di reti IP, piano di indirizzamento e dimensionamento, subnetting, VLAN.
• Protocolli HTTP, HTTPS, DNS, SMTP, POP, IMAP, Peer2Peer.
• Strumenti da riga di comando per la navigazione del filesystem, il piping, l'ispezione di file e permessi, la ricerca tramite espressioni regolari e la diagnostica di rete di base.
• Cenni di SOA (REST, SOAP).

Modulo III: Base Dati
• Generalità e architettura delle moderne Basi di Dati
• Il modello relazionale: definizione di tabelle e interrogazioni usando il linguaggio SQL e l'algebra relazionale.
• Progettazione concettuale attraverso il modello ER e traduzione nel modello logico.
• Interrogazioni con il linguaggio SQL ed il linguaggio Python.
• Il modello non relazionale: proprietà ed applicazioni.
• Data Warehousing

Modulo IV: Rappresentazione e processamento dati
• Utilità di un'interfaccia lato utente e lato medico.
• Tipi di interfacce ed interfacce grafiche (GUI, web).
• Costruzione di un'interfaccia grafica.
• Interrogazione di una Base di Dati.
• Analisi quantitativa e rappresentazione dei dati attraverso un'interfaccia grafica.

Metodi didattici
L'insegnamento si basa su lezioni frontali ed esercitazioni al calcolatore, utilizzando pacchetti open-source o proprietari ed opportuni strumenti di simulazione e sviluppo codice. La suddivisione tra didattica frontale e le esercitazioni al calcolatore è pari a 50%-50%, rispettivamente, salvo necessità specifiche che possono emergere durante l'insegnamento.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Le conoscenze e le abilità acquisite durante il corso saranno verificate mediante due prove.
La prima consiste in una prova pratica, composta da quesiti a risposta chiusa e aperta, finalizzata alla valutazione delle conoscenze teorico-pratiche acquisite. La prova potrà riguardare, a titolo esemplificativo e non esaustivo, la formulazione di query su database, il completamento di porzioni di codice e strumenti da riga di comando.
La seconda prova consiste in un colloquio orale, volto a verificare il livello di comprensione dello studente rispetto ai principali contenuti del corso, con particolare riferimento ai modelli moderni di Healthcare e Telemedicina, ai criteri di progettazione di un sistema di Telemedicina e alle problematiche tipiche della gestione e dell'elaborazione dei dati attraverso database.

Testi di riferimento

Materiale didattico utilizzato
- Slide del docente

Materiale didattico consigliato
- J. Kurose, K. Ross Pearson, "Reti di calcolatori e Internet. Un approccio top-down", 2017 (7a ed.)
- P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone, "Database Systems concepts, languages and architectures", McGraw-Hill, 1999
- Dee W. Ford, Shawn R. Valenta, "Telemedicine. Overview and Application in Pulmonary, Critical Care, and Sleep Medicine", Humana Cham, 2021
- Joan M. Kiel, George R. Kim, Marion J. Ball, " Healthcare Information Management Systems", Springer Cham, 2022 (5a ed.)

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione
Principi alla base dei modelli di Healthcare nel mondo odierno, considerando aspetti di privacy del dato e l'esistenza di sistemi intelligenti, metodi e strumenti per l'invio dati in un sistema di Telemedicina.
Criteri di progettazione di una rete di calcolatori. Strumenti software per la progettazione e realizzazione di un sistema di Telemedicina con il coinvolgimento di un database e di interfaccia grafica per la visualizzazione ed analisi dei dati raccolti.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate nella pratica
Lo studente dovrà acquisite delle competenze specifiche:
• Saper progettare e analizzare un sistema di Telemedicina, con particolare riferimento all'invio dei dati ad un database da remoto attraverso Internet
• Saper utilizzare i principali protocolli utilizzati per la costruzione del database più adatto all'obiettivo del sistema Healthcare
• Saper costruire un'interfaccia per la richiesta dei dati dal database e la loro analisi in tempo reale.

Autonomia di giudizio
Lo studente dovrà saper giudicare quali siano gli elementi fondamentali di un sistema di Telemedicina da utilizzare per risolvere casi applicativi reali in ambito Healthcare moderno.

Abilità comunicative
Lo studente dovrà saper progettare un sistema di Telemedicina in un opportuno ambiente di sviluppo, e saper esporre con adeguato linguaggio tecnico i contenuti dell'insegnamento.
Capacità di apprendere
Lo studente dovrà saper sviluppare quelle capacità di apprendimento e ragionamento "di ampio respiro" necessarie per intraprendere studi successivi con un alto grado di autonomia.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	6	ING-INF/05

Stampa del 30/06/2026

Italian [2300107]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: ROBERTA ARONICA

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso è finalizzato al potenziamento della conoscenza della lingua. Oggetto del corso è l'approfondimento delle strutture grammaticali e sintattiche di base della lingua italiana. Le attività didattiche sono impartite da docenti madrelingua che collaborano con il Centro linguistico di Ateneo.

Prerequisiti
Ogni studente è tenuto a sostenere un test di posizionamento all'inizio dell'anno, per individuare il livello inziale di conoscenza della lingua italiana. Gli studenti in possesso di livello pari o superiore al B1 CEFR possono ottenere l'esonero

Contenuti del corso
Nel corso curricolare semestrale da 1 CFU si approfondiscono le strutture logico-grammaticali e il vocabolario della lingua italiana di base.

Metodi didattici
Il corso viene erogato in aula attraverso lezioni frontali ed esercitazioni e organizzato in piccoli gruppi.

Modalità di verifica dell'apprendimento
Esame di idoneità.
La verifica dell'apprendimento viene effettuata attraverso una prova scritta composta da esercizi di grammatica, comprensione del testo, scrittura e ascolto.

Le conoscenze lessicali e grammaticali e le abilità relative alla comprensione e alla produzione scritta sono verificate mediante una prova scritta e una di ascolto con rispettivo test di comprensione a risposta aperta di livello commisurato all'obiettivo del corso. Le abilità comunicative vengono valutate dal docente durante il corso attraverso attività interattive. Il risultato della prova è espresso come giudizio di idoneità.

Testi di riferimento
Il materiale didattico viene fornito dai docenti.

Risultati di apprendimento specifici
Al termine del corso, lo studente dovrà aver acquisito le conoscenze di base della lingua italiana.
Conoscenza e comprensione
Al termine del corso, lo studente dovrà essere in grado di:
- leggere e comprendere brani in lingua italiana e rispondere a domande di comprensione del testo;
- comprendere conversazioni e rispondere a domande di comprensione di ciò che si è ascoltato;
- produrre un testo scritto di argomento generale di almeno 100 parole.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione
Lo studente sarà stimolato a sviluppare un approccio critico sulla propria capacità di comprensione del testo ascoltato e sulla elaborazione di un testo in italiano usando gli strumenti che l'insegnante proporrà con gradualità durante il corso. Gli studenti saranno sollecitati alla verifica autonoma sia attraverso la correzione di propri elaborati che di verifica sul livello di comprensione dei testi analizzati durante le lezioni frontali.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.

Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	1	ANGL-01/C

Stampa del 30/06/2026

Italian [2300209]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: ADAM JAMES MARTIN

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Conoscenza e capacità di comprensione
Lo studente dovrà acquisire una conoscenza e comprensione della grammatica italiana di livello iniziale

Prerequisiti
NESSUNO

Contenuti del corso
Il corso si svolge nel primo semestre per un totale di 4 CFU

Metodi didattici
Il corso prevede lezioni frontali

Modalità di verifica dell'apprendimento
Il corso prevede lezioni frontali in cui la spiegazione della regola grammaticale sarà integrata subito con esempi ed esercizi scritti, orali ed ascolti, per favorire il suo apprendimento, studio e memorizzazione. L'esame sarà composto da una prova scritta e un breve colloquio orale

Testi di riferimento
Il materiale sarà fornito dall'insegnante

Risultati di apprendimento specifici
Alla fine del corso gli studenti devono aver acquisito un livello A2

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	2	L-LIN/12

Stampa del 30/06/2026

Mathematics [2300108]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: MARTA MENCI

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso fornisce agli studenti gli strumenti matematici di base necessari nelle scienze ingegneristiche, ed è strutturato con l'obiettivo di aumentare la loro conoscenza e capacità di apprendimento nell'ambito dell'analisi matematica e dell'algebra lineare. Gli studenti apprendono come strutturare e risolvere problemi di natura matematica, supportati da numerosi esempi. Entro la fine del corso, gli studenti saranno in grado di affrontare con successo la risoluzione di esercizi matematici non banali, oltre ad avere una chiara comprensione dei risultati teorici più importanti discussi nel corso.
Attraverso le conoscenze teoriche e pratiche acquisite durante il corso, gli studenti svilupperanno la preparazione di base necessaria per affrontare successivi approfondimenti ed applicazioni in ambito ingegneristico.

Prerequisiti
La frequenza del corso e l'ammissione all'esame non prevede il superamento di precedenti esami. Conoscenze nei seguenti ambiti, acquisite dallo studente nel precedenti anni di formazione, sono consigliate e di supporto alla comprensione:

Fondamenti di algebra: equazioni e disequazioni di primo e secondo grado, equazioni e disequazioni razionali e irrazionali, equazioni e disequazioni esponenziali e logaritmiche, sistemi di equazioni e disequazioni. Fondamenti di trigonometria. Geometria: retta, circonferenza, parabola, ellisse, iperbole.

Contenuti del corso
Algebra Lineare:
Spazi vettoriali. Sottospazi vettoriali. Lineare Indipendenza. Insiemi di generatori. Basi e dimensione di uno spazio vettoriale. Vettori nello spazio euclideo.
Matrici. Matrici elementari. Operazioni con le matrici e proprietà. Trasposta e Inversa di una Matrice e proprietà. Rango e Determinante di una matrice e proprietà. Sistemi di equazioni lineari: esistenza di soluzioni e calcolo. Teorema di Rouchè-Capelli.

Calcolo e Analisi Reale:
Insiemi numerici. Proprietà dei numeri Reali e Disuguaglianze. Numeri Complessi: operazioni con numeri complessi e proprietà, radici di numeri complessi. Funzioni e limiti. Funzioni fondamentali e funzioni composte. Definizione di Limite di funzione di una variabile reale. Calcolo di limiti. Derivate: definizione e significato geometrico. Regole di derivazione. Monotonia, convessità e concavità. Punti critici e punti di flesso. Minimi e massimi relativi e assoluti. Continuità e derivabilità di funzioni.
Approssimazione di funzioni, polinomio di Taylor.
Integrazione. Integrale di Riemann. Somme di Riemann. Funzioni integrabili. Teorema fondamentale del calcolo. Primitive di una funzione. Integrali indefiniti. Regole per il calcolo di integrali indefiniti. Integrali definiti. Applicazione al calcolo di aree. Equazioni differenziali ordinarie lineari di primo e secondo ordine.
Calcolo Differenziale per funzioni di più variabili.
Derivate parziali, piano tangente, derivate direzionali. Matrice Hessiana. Ottimizzazione: Massimi, minimi locali, punti di sella. Ottimizzazione vincolata.

Metodi didattici
Gli argomenti previsti nel programma del corso saranno affrontati durante le lezioni frontali con il docente.
Al termine di ogni argomento saranno svolti in aula esercizi, volti ad illustrare l'utilizzo delle metodologie risolutive proposte e l'applicazione in contesti specifici.

Modalità di verifica dell'apprendimento
Conoscenze e capacità saranno verificate tramite una prova scritta, che include 5 esercizi di cui si richiede lo svolgimento, e 5 domande a scelta multipla, relativi ai seguenti argomenti: spazi vettoriali, matrici, sistemi di equazioni lineari, funzioni di una variabile reale, integrazione di funzioni reali, equazioni differenziali ordinarie lineari, funzioni di più variabili: calcolo differenziale, vettoriale e integrale.
La scelta della modalità in forma aperta per gli esercizi permette di stabilire l'effettivo livello di apprendimento e di

abilità di elaborazione autonoma degli studenti, come descritto negli obiettivi del corso. In particolare, il compito scritto ha lo scopo di riconoscere la capacità di identificare gli aspetti più significativi degli argomenti e di esporli in maniera corretta ma anche sintetica. Nei quesiti a scelta multipla, gli studenti saranno chiamati a rispondere a domande principalmente relative a contenuti teorici del programma del corso. Il punteggio totale della prova scritta è 32 (massimo), e il tempo assegnato per il completamento della prova è di 2 ore e 30 minuti.
L'esame comporta una valutazione espressa in trentesimi. L'esame viene ritenuto superato se il punteggio del compito scritto è uguale o superiore a 18/32. Se il punteggio è superiore a 30/32, il voto finale dell'esame è 30 e Lode.

Testi di riferimento
- Appunti delle lezioni svolte in aula dal docente, caricati sulla pagina del corso nella piattaforma di elearning https://elearning.unicampus.it/.
- Libro "Mathematics – solved exercises and theory review".
Autori: M. Buscema, F. Lattanzi, L. Mazzoli, A. Veredice, M. Papi
Casa Editrice: Società Editrice Esculapio

Risultati di apprendimento specifici
Il corso fornirà agli studenti conoscenze e capacità di comprensione nei seguenti ambiti:
- Algebra Lineare: spazi vettoriali, matrici, sistemi di equazioni lineari;
- Calcolo Differenziale e Integrale: studio delle principali proprietà analitiche di funzioni a valori reali, equazioni differenziali ordinarie lineari, funzioni di due variabili e problemi di ottimizzazione.
Entro la fine del corso, gli studenti saranno in grado di descrivere la natura di Spazi Vettoriali, discutere la consistenza di Sistemi di equazioni lineari, risolvere Equazioni differenziali ordinarie lineari di primo e secondo ordine, studiare e rappresentare funzioni a valori reali facendo uso degli strumenti del calcolo differenziale e integrale.
Gli studenti applicheranno le conoscenze acquisite per risolvere problemi di utilità pratica (problemi che includono operazioni con matrici, vettori, calcolo di aree tramite integrali definiti e dinamiche descritte da equazioni differenziali lineari).

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	13	MATH-05/A

Stampa del 30/06/2026

Mathematics II [2300202]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: MARCO PAPI, FLAVIA SMARRAZZO

Periodo: Ciclo Annuale Unico

Obiettivi formativi
Scopo del corso è fornire strumenti di base di Algebra Lineare ed Analisi Matematica su applicazioni lineari tra spazi vettoriali, equazioni differenziali, calcolo differenziale ed integrale per funzioni di più variabili, calcolo vettoriale, serie numeriche. In particolare, agli studenti sarà richiesto di riuscire ad applicare le conoscenze e competenze teoriche acquisite in problemi pratici, formalizzando in termini matematici problematiche standard delle scienze applicate. Relativamente alla capacità di applicare conoscenza e comprensione, saranno centrali la scelta delle tecniche più appropriate per affrontare un determinato problema e la logica seguita per giungere alla soluzione.

Prerequisiti
Mathematics I, con particolare attenzione al calcolo differenziale ed integrale per funzioni di una variabile reale.

Contenuti del corso
1. Applicazioni Lineari (20 ore - Papi): Applicazioni lineari tra spazi vettoriali e matrice associata. Nucleo ed immagine. Matrice del cambiamento di base. Autovettori ed autovalori di un operatore lineare. Teorema fondamentale sulla diagonalizzabilità.
2. Calcolo differenziali per funzioni di più variabili reali (25 ore - Papi): limiti e continuità. Derivate parziali, piano tangente, derivate direzionali. Matrice Hessiana. Ottimizzazione libera: massimi e minimi locali. Invertibilità locale e teorema della funzione implicita. Massimi e minimi vincolati.
3. Calcolo integrale per funzioni di più variabili reali (25 ore - Papi): integrale di funzioni limitate su rettangoli. Integrale su domini semplici: formule di riduzione. Cambi di variabili.
4. Curve e superfici parametrizzate (10 ore - Papi): elementi di geometria differenziale per curve parametrizzate. Integrali di linea per funzioni scalari. Superfici parametrizzate in R^3 ed integrali di superficie. Teorema della divergenza.
5. Calcolo vettoriale (20 ore - Smarrazzo): Campi conservativi e potenziali. Forme differenziali. Formule di Gauss-Green.
6. Successioni numeriche e serie (15 ore - Smarrazzo): proprietà generali, criteri di convergenza per serie numeriche. serie alternate. Cenni alla serie di Taylor.
7. Equazioni differenziali ordinarie (15 ore): Equazioni differenziali ordinarie nonlineari. Esistenza ed unicità della soluzione (locale) del problema di Cauchy per equazioni differenziali del primo ordine. Soluzioni massimali e globali. Cenni sullo studio qualitativo delle soluzioni. Cenni a sistemi lineari di equazioni differenziali ordinarie.

Metodi didattici
- Lezioni (130 ore):
- Esercitazioni (30 hours), con cadenza settimanale

Modalità di verifica dell'apprendimento
L’esame consiste, equivalentemente, di:
- Un test scritto (prova completa) con 4 esercizi e due quesiti a risposta aperta sull’intero programma (Multivariable Calculus and Advance Mathematical Analysis); il punteggio massimo del test è di 32 punti, mentre il minimo è pari a18 punti. Il tempo a disposizione è di 3 ore.

OPPURE

- Due prove parziali relative ai moduli di Multivariable Calculus (I semestre) e di Vector Calculus (II semestre), da sostenere rispettivamente nella sessione invernale (modulo A) e nelle sessioni estiva e di settembre (modulo B). La prima prova parziale (PP1) consiste di 4 esercizi a risposta aperta e due quesiti teorici, per un punteggio massimo di 32 punti ed uno minimo di 18 punti; il tempo a disposizione della prova è di 2 ore e 30 minuti. La seconda prova parziale (PP2) consiste di tre quesiti, ciascuno suddiviso in un esercizio pratico ed in un quesito teorico; il punteggio massimo è di 32 punti, mentre il minimo è pari a18 punti. Il tempo a disposizione è di 2 ore e 45 minuti.

In tutte le prove, la scelta della forma aperta mira ad una effettiva verifica del grado di apprendimento e della capacità di rielaborare ed applicare in autonomia i principali contenuti del corso in problemi specifici.

Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale: la valutazione dell'esame è espressa in trentesimi. L'esame è considerato superato con un punteggio maggiore o uguale a 18/32 nella prova completa o, equivalentemente, con un punteggio maggiore o uguale a 18/32 in entrambe le prove parziali. In particolare, il voto finale conseguito mediante le due prove parziali PP1 e PP2 sarà calcolato secondo la seguente combinazione lineare dei relativi punteggi ottenuti:

Voto finale= (voto PP1)*(8/13)+(voto PP2)*(5/13).

Fino ad un massimo di due punti in ciascuna prova sarà riservato alle capacità comunicative ed alla chiarezza di esposizione dell'elaborato. La lode è attribuita agli studenti con un punteggio maggiore o uguale a 31/32.

Testi di riferimento

[1] D.C. Lay, "Linear Algebra and Its Applications", Addison-Wesley, Fourth Edition.
[2] J. Stewart, "Calculus, Early Transcendentals", Brooks/Cole, Seventh Edition.
[3] S. Lang, "Undergraduate Analysis", Springer, Second Edition.

Risultati di apprendimento specifici

- Conoscenza e comprensione delle principali tecniche dell'Algebra Lineare nello studio di applicazioni ed operatori lineari.
- Capacità di comprensione e di applicazione delle principali tecniche dell'Analisi Matematica relative al calcolo differenziale ed integrale per funzioni di più variabili reali, a funzioni a valori vettoriali (con particolare riferimento allo studio di campi vettoriali ed integrali di linea), successioni e serie numeriche, ed allo studio qualitativo di equazioni differenziali ordinarie.
- Capacità di analisi, sintesi, chiarezza esposita e proprietà di linguaggio nella comunicazione verbale e scritta, in particolare per quanto concerne la stesura di elaborati con esercizi a risposta aperta e/o quesiti di natura teorica.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	13	MAT/08, MAT/05

Stampa del 30/06/2026

Mechanics of Solids [2300206]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: ALESSIO GIZZI

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso affronta i fondamenti della Meccanica dei Solidi attraverso un approccio induttivo. I concetti teorici fondamentali vengono introdotti a partire da problemi elementari, estesi poi a casi più complessi. Il processo di apprendimento è accompagnato da molti esempi pratici volti ad aiutare la comprensione dei principi fondamentali della materia. Un'ampia parte delle lezioni è dedicata allo studio delle strutture solitamente applicate nell'ingegneria biomedica.

Prerequisiti
Propedeuticità: Analisi matematica e Algebra lineare. Meccanica e Termodinamica (Fisica I).

Contenuti del corso
Parte 0: Richiami e Complementi (2 ore).
Introduzione al corso.
Richiami e complementi. Sistemi di forze, somme vettoriali, proiezioni di vettori.
Geometria delle aree. Momento statico. Momento d'inerzia. Momento polare. Sistema di riferimento principale. Ellisse centrale d'inerzia.
Parte I: I corpi rigidi (8 ore).
Il modello di corpo rigido.
Spostamenti rigidi e Caratterizzazione cinematica dei vincoli.
Il problema cinematico.
Statica dei corpi rigidi. Le azioni esterne e la caratterizzazione statica dei vincoli.
Il problema statico. La dualità statico-cinematica.
Le strutture reticolari.
Parte II: Le travi elastiche monodimensionali (20 ore).
Modellazione della trave. Cinematica e Statica della trave.
Materiale costitutivo.
Il problema elastico per la trave.
Metodo degli spostamenti: la linea elastica.
Teorema dei Lavori Virtuali.
Metodo delle forze.
Sistemi di travi.
Parte III: Il continuo tridimensionale (20 ore).
Il mezzo continuo: analisi della deformazione ed analisi della tensione.
I cerchi del Mohr per la tensione.
Il legame elastico lineare.
Il problema dell'equilibrio elastico: formulazione diretta ed aspetti energetici.
Parte IV: Analisi e verifica strutturale (6 ore).
I criteri di resistenza.
Il fenomeno dell'instabilità strutturale.
La verifica strutturale.
Parte VI: Approfondimenti (4 ore).
Cilindro in pressione e campi di spostamenti.
Aspetti energetici dei criteri di resistenza.

Metodi didattici
Le attività didattiche comprendono moduli teorici interconnessi (4 ore a settimana) accompagnati da moduli di esercitazione dedicati ad ogni modulo (2 ore a settimana).
Lezioni frontali, in cui vengono presentati gli argomenti del corso, fornite le dimostrazioni teoriche e svolti esercizi che ne mostrano l'applicazione a casi di principio.
Esercitazioni in aula che approfondiscono i temi teorici con esercizi più complessi e predispongono lo studente alle prove d'esame.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Le conoscenze e le abilità relative alle nozioni di base della Meccanica dei Solidi vengono verificate mediante un esame che si suddivide in una prova scritta ed una orale teorico/pratica (in un'unica data di appello) al fine di valutare autonomia di giudizio e abilità comunicative.
La prova scritta, da completare in 2 ore, consiste di due parti e mira alla valutazione della comprensione generale degli argomenti trattati e dell'autonomia di giudizio per la soluzione di problemi propri della Meccanica dei Solidi:
1) Una lista di domande teoriche a risposta multipla e/o aperta che coprono tutti i temi teorici e tecnici trattati a lezioni (definizioni, dimostrazioni, comprensione del testo e/o di un quesito tecnico). Ogni domanda prevede l'assegnazione di un punteggio indicato sul testo.
2) Un esercizio che comprende una struttura isostatica o iperstatica da risolvere per mezzo del metodo degli spostamenti o delle forze con annessi diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione su cui calcolare e diagrammare la distribuzione degli sforzi sulla sezione e condurre l'analisi di sicurezza per mezzo dei criteri di resistenza.
La prova orale teorico/pratica (della durata di 15 minuti circa) verifica il grado e l'apprendimento delle conoscenze teoriche fornite allo studente. La prova prevede che lo studente illustri per iscritto e/o oralmente alcuni aspetti poco chiari emersi durante la prova scritta al fine di verificarne il grado di apprendimento e comprensione.

La valutazione dell'apprendimento prevede l'attribuzione di un voto finale espresso in trentesimi.
La prova scritta somma il punteggio ottenuto nella lista di domande teoriche (totale 15/30 punti) e un esercizio (totale 15/30 punti). Il raggiungimento della sufficienza nella prova scritta (18/30) permette allo studente di accedere alla prova orale teorico/pratica. Durante tale prova viene confermato o modificato il voto della prova scritta (fino a più o meno 4 punti rispetto quello della prova scritta) sulla base delle capacità di analisi e di sintesi e della chiarezza espositiva dello studente.
L'assegnazione della lode sarà valutata sulla base della preparazione che lo studente dimostra nella prova orale mostrando ottime capacità di comprensione, autonomia di giudizio ed abilità comunicative.

Testi di riferimento

Testo di riferimento:
P.Casini, A. Gizzi, M.Vasta. Scienza delle Costruzioni per Ingegneria Biomedica, CittàStudiEdizioni, 2023, ISBN: 9788825174434.
http://www.cittastudi.it/catalogo/ingegneria/scienza-delle-costruzioni-per-ingegneria-biomedica-3848
- R. Hulse, Jack Cain. Structural Mechanics, McMillman, 2000.
- A. Bertram, R. Glüge. Solid Mechanics, Springer, 2015.
Dispense del docente: Esercizi trattati a lezione posti sul servizio e-learning.
Testi di approfondimento:
C. Comi & L. Corradi dell'Acqua. Introduzione alla meccanica strutturale. McGrawHill, III edizione 2016.
https://www.mheducation.it/9788838667145-italy-meccanica-delle-strutture-v1-2ed

Risultati di apprendimento specifici

Il corso affronta i fondamenti della Meccanica dei Solidi attraverso un approccio induttivo. I concetti teorici fondamentali vengono introdotti a partire da problemi elementari, estesi poi a casi più complessi. Il processo di apprendimento è accompagnato da molti esempi pratici volti ad aiutare la comprensione dei principi fondamentali della materia. Un'ampia parte delle lezioni è dedicata allo studio delle strutture solitamente applicate nell'ingegneria biomedica.
Lo studente sarà in grado di:
- comprendere e applicare i principi fondamentali della Meccanica dei Solidi (conoscenza e capacità di comprensione);
- risolvere problemi strutturali elementari e complessi in ambito biomedico attraverso modelli teorici e applicazioni pratiche (capacità di applicare conoscenza e comprensione);
- analizzare criticamente le soluzioni adottate e proporne di alternative (autonomia di giudizio);
- comunicare efficacemente risultati, ipotesi e scelte progettuali con un linguaggio tecnico appropriato (abilità comunicative);
- sviluppare in autonomia competenze avanzate a partire dai concetti appresi, anche in contesti multidisciplinari (capacità di apprendimento).

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	6	ICAR/08

Physiology and Anatomy [2300109]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: GIOVANNI DI PINO, GIORGIO VIVACQUA

Periodo: Ciclo Annuale Unico

Obiettivi formativi
Lo studente deve acquisire conoscenza e comprensione dell'organizzazione generale del corpo umano e degli specifici modelli e regole che ne determinano il funzionamento, con comprensione della morfologia e degli aspetti quantitativi della funzione di cellule, tessuti e organi, sia a livello macroscopico che microscopico.

Prerequisiti
Chimica, Fisica e Conoscenze generali di Biologia Molecolare

Contenuti del corso
Fisiologia
Inclusi, ma non limitati ai seguenti argomenti: feedback e controlli feedforward ed omeostasi (modelli in fisiologia, omeostasi, sistemi di controllo, controllo feedback negativo e positivo); Diffusione e trasporto (concetti base di trasporto di materia, equilibrio di Gibbs-Donnan, trasporto di massa e molecolare, legge di diffusione di Fick, trasporto di soluti attraverso la membrana); Canali ionici (tipi di canali ionici, permeabilità, selettività, meccanismi di trasporto mediante nastri trasportatori); Potenziale di riposo e potenziale d'azione di membrana (concetti fisici di base, potenziale di membrana, potenziale di equilibrio, equazione di Nernst, equazione di Goldman-Hodgkin-Katz, circuito equivalente, potenziale d'azione, modello di Hodgkin-Huxley, periodo refrattario); Conduzione di segnali elettrici nelle fibre nervose (conduzione elettrotonica, rigenerazione punto per punto del potenziale d'azione, modello elettrico di un assone, costante di tempo e spazio, tipi di assoni, conduzione saltatoria); Sinapsi e integrazione e plasticità sinaptica (tipi di sinapsi, potenziali e recettori postsinaptici, neurotrasmettitori, neurosecrezione, integrazione sinaptica, plasticità sinaptica); Fisiologia muscolare (proprietà delle cellule muscolari, tipi di tessuto muscolare, struttura di una fibra muscolare scheletrica, accoppiamento eccitazione-contrazione, potenziale d'azione muscolare, unità motoria, contrazione isometrica e isotonica, relazione lunghezza-tensione, tipi di riflessi, fisiologia della muscolatura liscia) ; Modello di Hill (modello meccanico del muscolo: componente passiva e attiva, fibre intrafusali, ruolo dei gamma-motoneuroni); Sistema nervoso autonomo (rami autonomici, recettori del sistema autonomo, riflessi nel sistema motorio autonomo, rete autonomica centrale); Fisiologia cardiaca (ciclo cardiaco, regolazione della gittata cardiaca, metabolismo cardiaco, circolo coronarico); Volumicità e principi di emodinamica; Apparato respiratorio (meccanica respiratoria, pressione nell'apparato respiratorio, meccanica polmonare, compliance polmonare, tensione superficiale, resistenza respiratoria); Trasporto sanguigno di gas; Fisiologia renale (regolazione di FER e VFG, funzione glomerulare, meccanica della produzione di urina, clearance renale); Ormoni renali ed equilibrio acido-base; Apparato digerente e fegato (apparato digerente, sistema nervoso enterico, motilità gastrointestinale); Fisiologia del sistema endocrino e del pancreas; Fisiologia visiva (ottica dell'occhio, retina, acuità visiva, fototrasduzione, corteccia visiva); Fisiologia uditiva e sistema vestibolare (onde sonore, suddivisione dell'orecchio, meccanismo di trasduzione nell'orecchio, caratteristica del suono, coclea); Sistema somatosensoriale (tatto, propriocezione, dolore); Fisiologia del sistema motorio (controllo motorio, vie motorie, tipi di movimenti, centri motori, locomozione).

Anatomia:
Organizzazione generale della cellula. Citologia e biologia cellulare di base: struttura delle membrane cellulari, citoplasma e organelli citoplasmatici, principi di visualizzazione e funzione del DNA e dell'RNA. Differenziazione e specializzazione cellulare. Cellule staminali. I diversi tessuti del corpo: tessuto epiteliale, tessuti connettivi, tessuto muscolare e nervoso. Basi morfologiche delle reti neuronali. Elementi di ingegneria tissutale. Panoramica generale del corpo e degli apparati con elementi di anatomia comparata dei vertebrati. Apparato locomotore: cenni generali, struttura delle ossa e basi anatomiche della statica e della cinematica. Struttura delle articolazioni e focus sulle basi anatomiche delle applicazioni protesiche. Organizzazione del Sistema Nervoso Centrale e dei nervi periferici. Corteccia cerebrale e basi morfologiche dell'elettroencefalografia. Basi anatomiche della percezione, controlli del movimento e funzione della memoria. Organizzazione degli organi di senso. Sistema cardiovascolare: organizzazione generale. Struttura delle arterie e delle vene, struttura dettagliata delle valvole cardiache e aspetti applicativi dell'ingegneria tissutale. Apparato Respiratorio: organizzazione generale. L'alveolo polmonare e le basi anatomiche dello scambio gassoso con i principi della ventilazione assistita. Il sistema urinario: organizzazione generale, glomerulo e nefrone. Basi anatomiche della terapia dialitica.

Metodi didattici

Lezioni interattive anche con il supporto di tutor per l'apprendimento in piccoli gruppi e metodo della "flipped classroom" (insegnamento capovolto).
Lezioni pratiche interattive ed esercizi.
Saranno offerti seminari su argomenti selezionati e gli studenti saranno incoraggiati verso la ricerca nella letteratura scientifica.

Modalità di verifica dell'apprendimento
L'esame dei contenuti sarà un esame integrato dei due moduli.

Per quanto riguarda la parte di Anatomia, l'esame consisterà in una prova orale, composta da 3 domande riguardanti gli argomenti del programma di Anatomia e 1 riguardante il programma di Istologia. Lo studente dovrà illustrare gli aspetti anatomici e istologici e i relativi correlati funzionali, utilizzando una terminologia precisa. Dovrà inoltre conoscere i recenti correlati tecnologici applicabili alla struttura anatomica ed istologica degli organi. Ogni domanda sarà valutata fino a un massimo di 9 punti. L'esame sarà considerato superato con un punteggio minimo di 18. Il punteggio massimo di 34 corrisponderà a 30 e lode.

Per quanto riguarda la parte di Fisiologia, la valutazione avviene tramite prova orale. Le conoscenze e le capacità di comprensione acquisite vengono valutate con domande sulla fisiologia dei principali organi e sulla neurofisiologia. La capacità di applicare le conoscenze e la comprensione, rielaborandole in modo ragionato, viene valutata con problemi aperti di fisiologia applicata. Particolare enfasi è posta sulle capacità comunicative degli studenti e sulla loro capacità di riformulare criticamente i concetti appresi. Gli studenti sono inoltre tenuti a rappresentare graficamente modelli e relazioni tra parametri fisiologici

Al termine del corso integrato è prevista una prova orale incentrata sugli aspetti integrati dei due moduli.
Il voto finale dell'esame è espresso in trentesimi. L'esame si svolge al termine del corso nelle date previste dal calendario accademico.
Per la votazione finale sono presi in considerazione anche i risultati di eventuali progetti pratici ed esercitazioni svolti durante il corso. I criteri di valutazione per il colloquio orale sono: la correttezza, completezza e chiarezza dell'esposizione; la capacità di riconoscere e descrivere immagini di strutture anatomiche e di risolvere questioni relative alle loro funzioni; la capacità di applicare le conoscenze integrando gli argomenti trattati nei due moduli.
Il punteggio finale è basato su una media delle valutazioni dei singoli argomenti, ponderata sul tempo del corso dedicato a ciascun argomento specifico.

Testi di riferimento
Dopo le lezioni riguardanti una parte del programma, agli studenti verrà fornito il relativo materiale didattico.

I principali libri di testo consigliati sono:

Anatomia
Gray's Anatomy for Students: With Student Consult Online Access Paperback – Illustrated, 11 Aprile 2019

Fisiologia
John Hall, Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, quattordicesima edizione, 2020
Kandel/Koester/Mack/Siegelbaum, Principles of neural science, sesta edizione, 2021.
Joseph Feher, Quantitative Human Physiology: An Introduction, seconda edizione, 2016

Risultati di apprendimento specifici
Alla fine del corso, lo studente deve essere in grado di:
• Descrivere l'organizzazione generale del corpo umano considerata a livello macroscopico e microscopico, mettendo in relazione l'organizzazione strutturale con le corrispondenti funzioni di apparati, organi e tessuti.
• Conoscere gli indicatori chiave e i parametri fisiologici delle funzioni corporee e il loro range di normalità.
• Conoscere le teorie fondamentali dietro le funzioni fisiologiche e le loro più importanti basi sperimentali.
• Modellare quantitativamente l'interazione tra i parametri fisiologici studiati e la funzione degli organi principali con un livello di formalismo matematico e fisico adeguato allo svolgimento della professione di ingegnere biomedico.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	10	BIOS-06/A, BIOS-12/A

Probability and Statistics [2300203]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: MARCO PAPI

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso ha l'obiettivo di fornire agli studenti le conoscenze fondamentali di probabilità e statistica necessarie per comprendere e analizzare dati sperimentali e fenomeni aleatori nell'ambito dell'ingegneria biomedica. Particolare attenzione sarà dedicata alle applicazioni della statistica descrittiva, della teoria della probabilità e dell'inferenza statistica a contesti biomedici, con esempi e casi studio basati su dati reali.

Prerequisiti
È richiesta familiarità con concetti di base dell'algebra lineare (vettori, matrici e sistemi di equazioni lineari) e del calcolo differenziale e integrale (funzioni, limiti, derivate, integrali), acquisiti nel corso di Mathematics I.

Contenuti del corso
Statistica Descrittiva:
- Tipologie di dati. Rappresentazioni grafiche. Tabelle di frequenza.
- Media, mediana, moda, varianza, deviazione standard.
- Percentili, range interquartile.
- Covarianza e correlazione. Regressione lineare semplice e multivariata.

Probabilità:
- Spazi di probabilità. Definizioni classica, frequentista e assiomatica.
- Operazioni tra eventi. Teorema della probabilità totale. Teorema di Bayes.
- Indipendenza.

Variabili Aleatorie:
- Variabili discrete: distribuzioni binomiale, geometrica, Poisson.
- Variabili continue: distribuzione uniforme, esponenziale, normale.
- Funzione di distribuzione cumulativa. Media, varianza.
- Variabili aleatorie bi-variate. Covarianza e correlazione. Distribuzioni marginali e condizionate.

Inferenza Statistica:
- Campionamento. Distribuzioni campionarie. Teorema del limite centrale.
- Stima puntuale: stimatori, proprietà desiderabili.
- Intervalli di confidenza per media e proporzione.
- Test di ipotesi: test su media e proporzione, errore di I e II tipo, p-value.
- Applicazioni alla validazione di ipotesi in ambito biomedico.

Metodi didattici
-Lezioni (40 ore): esposizione teorica degli argomenti e discussione di esempi tratti da applicazioni biomediche.
-Esercitazioni frontali (22.5 ore): svolgimento di esercizi e casi studio con dati reali o simulati, anche con supporto di software statistico (es. MatLab, Excel).

Modalità di verifica dell'apprendimento
Conoscenze e capacità saranno verificate tramite una prova scritta, che include:
- 2 esercizi a risposta aperta (modellazione probabilistica, calcolo di probabilità, inferenza statistica)
- 2 domande a scelta multipla su contenuti teorici del corso.
Il punteggio massimo della prova scritta è 32 punti.
Tempo assegnato alla prova scritta: 2 ore.
L'esame comporta una valutazione espressa in trentesimi. L'esame viene ritenuto superato se il punteggio del compito scritto è uguale o superiore a 18/32. Se il punteggio è superiore a 30/32, il voto finale attribuito alla prova d'esame è 30 e Lode.

Testi di riferimento

[1] S.M. Ross – Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists Academic Press (Elsevier), 6th edition, 2021, ISBN: 978-0-12-824346-6.
[2] Dimitri P. Bertsekas and John N. Tsitsiklis - Introduction to Probability, Athena Scientific, 2nd edition, 2008, ISBN: 978-1-886529-23-6.
[3] A. Agresti & C. Franklin – Statistics: The Art and Science of Learning from Data, Pearson, 5th edition, 2022, ISBN: 978-0-13-530688-2.
[4] Sheldon M. Ross – Student Solutions Manual for Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists, Academic Press (Elsevier), 6th edition, 2021, ISBN: 978-0-12-824351-0.
[5] M. Bramanti & C. Della Sala – Probabilità e Statistica per l'Ingegneria, Esculapio, prima edizione, 1997. ISBN: 978 8874880218.
[6] M. Bramanti, D. Bertacchi, G. Guerra – Esercizi di Calcolo delle Probabilità e Statistica, Esculapio, prima edizione, 2003. ISBN: 88 7488 056 1.
[7] Materiali didattici forniti dal docente attraverso la piattaforma e-learning.

Risultati di apprendimento specifici

Conoscenza e capacità di comprensione
Il corso fornirà agli studenti conoscenze e capacità di comprensione nei seguenti ambiti:
- Statistica descrittiva: indici di posizione e dispersione, rappresentazioni grafiche.
- Probabilità: definizioni, assiomi, probabilità condizionata, indipendenza.
- Variabili aleatorie: discrete e continue, distribuzioni di probabilità rilevanti.
- Statistica inferenziale: stima puntuale e intervallare, test di ipotesi.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate
Entro la fine del corso, gli studenti saranno in grado di:
- descrivere e rappresentare insiemi di dati reali con strumenti descrittivi e grafici;
- costruire modelli probabilistici di fenomeni osservabili;
- applicare le distribuzioni più comuni a problemi concreti;
- condurre analisi inferenziali su campioni provenienti da popolazioni biomediche;
- comprendere i risultati statistici in studi clinici e sperimentazioni.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	6	SECS-S/02

Stampa del 30/06/2026

Technical English [2300208]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: ADAM JAMES MARTIN

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Durante il corso si approfondisce la terminologia scientifica, insegnando agli studenti a preparare abstract di articoli medici.

Prerequisiti
Ogni studente è tenuto ad ottenere il giudizio di idoneità al primo anno per poter accedere all'esame finale.

Contenuti del corso
Il corso concentra l'attenzione sulla comprensione di articoli medici e sulla tecnica di scrittura dell'abstract

Metodi didattici
L'intero corso viene erogato attraverso lezioni frontali con esercitazioni in aula.

Modalità di verifica dell'apprendimento
L'esame finale è una prova scritta di stesura dell'abstract di un articolo scientifico.

Testi di riferimento
Il materiale didattico viene fornito dai docenti.

Risultati di apprendimento specifici
Alla fine del corso gli studenti saranno in grado di scrivere l'abstract di un articolo scientifico.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	2	L-LIN/12

Stampa del 30/06/2026

The History of Biomedical Engineering in Twelve Machines [23001C1]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: LUCA BORGHI

Periodo: Primo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso si propone di ripercorrere la storia del rapporto tra medicina e tecnologia nel corso degli ultimi due secoli attraverso il ruolo svolto da dodici strumenti medici che hanno letteralmente cambiato il volto della sanità. Oltre alla storia tecnica di queste invenzioni, l'attenzione sarà focalizzata anche sul fattore umano dei protagonisti di queste storie e sul più ampio quadro medico e scientifico che le ha rese possibili.

Prerequisiti
Nessuno.

Contenuti del corso
1. Introduzione. Specula e forcipi: alle radici della medicina.
2. Lo stetoscopio e la rivoluzione della diagnostica strumentale.
3. L'inalatore. Quando la chirurgia eliminò il dolore.
4. L'oftalmoscopio. Alle origini della moderna oftalmologia.
5. Sotto pressione. Lo sfigmografo, lo sfigmomanometro e i loro due inventori visionari: Étienne-Jules Marey e Scipione Riva Rocci.
6. L'apparato per i raggi X. Wilhelm Röntgen e la rivoluzione radiologica.
7. La camera a pressione negativa e la controversa figura di Ernst Ferdinand Sauerbruch.
8. L'elettrocardiografo. Come affrontare un cuore matto.
9. Il polmone d'acciaio e la lunga battaglia contro la poliomielite.
10. Il microscopio e la scoperta dell'invisibile.
11. La macchina cuore-polmoni e il tabù della chirurgia a cuore aperto.
12. La macchina per l'elettroshock. Soltanto uno scheletro nell'armadio della psichiatria moderna?

Metodi didattici
Lezioni frontali e discussione.

Modalità di verifica dell'apprendimento
L'esame finale avrà luogo al termine del semestre dedicato al corso di storia. L'esame consisterà in un colloquio orale. Le domande saranno relative alle finalità e agli obiettivi del corso, sopra descritti, e alle capacità di applicarli.

Testi di riferimento
Libro di testo: Jessica Casaccia – Luca Borghi, Tools of the Trade. The History of the Relationship between Medicine and Engineering in Twelve Machines, Amazon KDP 2025

Lettura suggerita: Luca Borghi, Sense of Humors. The Human Factor in the History of Medicine, Amazon KDP 2022

Risultati di apprendimento specifici
• Conoscenza e comprensione dell'importanza del "fattore umano" nella storia degli strumenti tecnico-scientifici e della loro evoluzione nel tempo.
• Autonomia di giudizio sugli aspetti psicologici, socio-culturali ed etici dell'evoluzione strumentale.
• Abilità comunicative da esercitare e dimostrare nella sintesi personale durante la prova orale sugli argomenti trattati a lezione.
• Applicare le conoscenze alla scoperta e all'analisi di casi di "cross-fertilization" tra diversi ambiti disciplinari (ingegneria e medicina).
• Capacità di apprendere nell'ulteriore analisi autonoma di altre evoluzioni strumentali e nel confronto di queste con situazioni attuali simili.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2026)	comune	1	MEDS-02/C

Stampa del 30/06/2026

Transport Phenomena and Termodynamics [2300207]

Offerta didattica a.a. 2026/2027

Docenti: LEONE MAZZEO

Periodo: Secondo Ciclo Semestrale

Obiettivi formativi
Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti di base per analizzare, modellare e risolvere i problemi tipici della pratica dell'ingegneria biomedica, coinvolgendo fenomeni di trasporto e termodinamica in termini di proprietà fisiche chiave. L'approccio verrà applicato all'analisi di casi tipici nelle applicazioni di ingegneria biomedica, come il trasporto di ossigeno e lo scambio di calore in emodializzatori. L'approccio metodologico del corso si basa sull'applicazione delle leggi di conservazione della massa e dell'energia, espresse in termini di principi dei fenomeni di trasporto e della termodinamica.
Conoscenza e capacità di comprensione
Lo studente sarà in grado di fornire una descrizione quantitativa dei sistemi di interesse in campo biomedico attraverso l'applicazione delle leggi di conservazione della massa e dell'energia alla luce dei principi dei fenomeni di trasporto e della termodinamica.
Conoscenza e capacità di comprensione applicate
Lo studente sarà in grado di modellare i sistemi per comprendere correttamente i fenomeni fisici ed esprimere modelli ragionevoli per la loro descrizione qualitativa.

Prerequisiti
None

Contenuti del corso
• Trasporto molecolare di quantità di moto, calore e materia ed equazioni costitutive;
• Bilanci locali di materia e trasporto di materia attraverso membrane dense;
• Elementi di fluidodinamica: flusso turbolento e laminar;
• Coefficienti di scambio di materia: Definizione ed esempi relativi all’emodialisi a membrana e ossigenatore a membrana;
• Stato termodinamico e proprietà di stato. Proprietà volumetriche dei fluidi puri e delle miscele;
• Potenziali termodinamici: fugacità, coefficienti di attività e di attività. Condizione termodinamica di equilibrio;
• Equilibri liquido-vapore e gas-liquido;
• Bilanci macroscopici di materia e fondamenti della modellazione di bioreattori
• Rene artificiale: modellazione e progettazione del modulo di dialisi
• Fegato artificiale: modellazione e progettazione del modulo di dialisi
• Cenni sui modelli farmacocinetici
• Esercitazioni (15 h).

Metodi didattici
Lezioni frontali (40h) ed esercitazioni numeriche (20h) in classe su specifici problemi. Il materiale didattico (slides proiettate a lezioni, eserciziario, video registrati delle lezioni) viene reso disponibile mediante la piattaforma elearning e attraverso cloud sharing opportunamente predisposto dal docente.

Modalità di verifica dell'apprendimento
La verifica consiste di una prova scritta (durata di 2 ore) consistente nella risoluzione di 2 problemi riguardanti l'applicazione delle metodiche oggetto del corso, e di una verifica orale (due problemi pratici, circa un’ora totale di durata), basata sulla valutazione della capacità di problem-solving nelle aree d'interesse del corso.
Criteri di misurazione dell’apprendimento e di attribuzione del voto finale:
L’esame scritto ed orale contribuiscono entrambi al 50% alla determinazione finale del voto. La valutazione della capacità di elaborazione di ogni singolo problema (elaborato scritto e discussione orale) pesa per il 25% del voto finale. La votazione è assegnata in trentesimi, la soglia minima per il superamento della valutazione è di 18/30; la votazione massima è 30/30 e lode.

Testi di riferimento
1. M.C. Annesini, Fenomeni di trasporto fondamenti e applicazioni;

2. R.B. Bird, W. E. Stewart and E.N. Lightfoot, Transport Phenomena 2nd Ed., John Wiley & Sons.
3. S.I. Sandler - Chemical, Biochemical and Engineering Thermodynamics. John Wiley&Sons (2006)
4, L.Marrelli - Termodinamica degli equilibri di fasi fluide. Ed. Efesto (2017)
5. Note redatte dal docente; esercizi e testi d'esame svolti, anche disponibili su piattaforme di e-learning dedicate and attraverso servizi di cloud sharing forniti dal docente.

Risultati di apprendimento specifici

Al termine del corso, lo studente sarà capace di:
- Comprendere le leggi della conservazione della massa e della quantità di moto;
- Comprendere i fondamenti termodinamici alla base per la descrizione degli equilibri di fasi fluide;
- Comprendere il funzionamento dei moduli di dialisi epatica/renale
- Risolvere bilanci di materia e di quantità di moto
- Calcolare le composizioni all'equilibrio per fasi L-V e L-G
- Valutare le performances dei moduli di dialisi epatica/renale per diverse configurazioni
- Impostare e Risolvere modelli farmaco-cinetici per descrivere l'accoppiamento paziente-dispositivo di dialisi

Inoltre, lo studente deve dimostrare autonomia di giudizio nella modellizzazione dei casi di interesse nel corso, utilizzando tutti gli strumenti previsti durante il corso (applicazioni delle leggi di conservazione della massa, principi dei fenomeni di trasporto e termodinamica) e con il supporto di strumenti matematici già acquisiti dai corsi precedenti. Inoltre, lo studente deve acquisire tutti gli strumenti necessari per comunicare in modo efficace la soluzione dei problemi pratici proposti durante le prove.

L'attività didattica è offerta in:

Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Tipo corso	Corso di studio (Ordinamento)	Percorso	Crediti	S.S.D.
Corso di Laurea	Biomedical Engineering (2025)	comune	6	ING-IND/24

Stampa del 30/06/2026