UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA CIBERNETICA
INSEGNAMENTO	MECCANICA ANALITICA ED ELETTROMAGNETISMO C.I.
CODICE INSEGNAMENTO	22431
MODULI	Si
NUMERO DI MODULI	2
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	MAT/07, FIS/01
DOCENTE RESPONSABILE	LO FRANCO ROSARIO Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	GARGANO FRANCESCO Professore Associato Univ. di PALERMO LO FRANCO ROSARIO Professore Associato Univ. di PALERMO
CFU	12
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**GARGANO FRANCESCO** Martedì 10:00 11:00 Ex dipartimento di Metodi e modelli Matematici, primo piano **LO FRANCO ROSARIO** Giovedì 15:00 17:00 (i) Ufficio del docente. Viale delle Scienze, Edificio 6, secondo piano, stanza 214; (ii) online sulla piattaforma istituzionale Microsoft Teams.

DOCENTE: Prof. ROSARIO LO FRANCO

PREREQUISITI	Conoscenza delle nozioni basilari di analisi reale con particolare riferimento al calcolo differenziale ed integrale per funzioni di una e più variabili variabile. Algebra lineare delle matrici, calcolo vettoriale e spazi vettoriali, leggi della cinematica per moti semplici particellari, leggi della meccanica Newtoniana, concetto di Forza, lavoro ed energia, leggi principali della termodinamica.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente avrà' appreso come costruire un modello fisico per la descrizione dei sistemi meccanici complessi, e modelli in cui sono coinvolte le forze elettriche e magnetiche. In particolare, al termine del Corso lo studente avrà conoscenza dei principali metodi per la derivazione matematica di modelli descrittivi fenomeni meccanici, per determinare i parametri che ne caratterizzano le configurazioni spaziali, per ottenere le condizioni di equilibrio mediante le equazioni cardinali ed il principio dei lavori virtuali, per descrivere il moto di un sistema rigido mediante le equazioni cardinali della dinamica; avrà' inoltre derivare i modelli piu' consoni in funzione della fenomenologia fisica del problema; avrà conoscenza del concetto di carica, campo elettrico, potenziale elettrostatico, legge di Coulomb, teorema di Gauss, energia del campo elettrostatico, dipolo elettrico, condensatori e dielettrici; avra' compreso l'importanza delle leggi di Kirchhoff per lo studio dei circuiti elettrici; avra' inoltre conoscenza delle problematiche riguardanti il magnetismo: campo magnetico, forza di Lorentz, teorema della circuitazione di Ampere, legge di Biot-Savart, induzione elettromagnetica (legge di Faraday-Lenz), energia di un campo magnetico. Lo studente avrà' infine compreso l'importanza delle equazioni di Maxwell come strumento essenziale per la descrizione e la quantificazione di ogni fenomeno elettromagnetico osservabile in fisica classica. In particolare, attraverso lo studio delle onde elettromagnetiche e della loro equazione, direttamente ottenuta da quelle di Maxwell, lo studente avrà compreso la natura elettromagnetica della luce. Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Lo studente avrà' acquisito la capacita' di individuare le simmetrie in un problema fisico, di schematizzare i fenomeni meccanici ed elettromagnetici per una loro descrizione quantitativa; saprà individuare analiticamente le variabili e le incognite necessarie alla costruzione di un modello fisico-matematico; avrà' inoltre affinato le capacita' di utilizzo delle leggi della meccanica dei sistemi e dell'elettromagnetismo con applicazioni a situazioni concrete; saprà risolvere semplici problemi, riguardanti la statica e la dinamica dei corpi rigidi tramite le equazioni cardinali, e riguardanti fenomeni elettrici e magnetici, utilizzando argomenti di simmetria e i principi di conservazione; saprà studiare semplici circuiti in corrente continua; sarà in grado di utilizzare le equazioni di Maxwell per la formulazione e la risoluzione di problemi relativi a fenomeni elettromagnetici. Autonomia di giudizio. Lo studente sarà in grado di stabilire se in un dato problema va utilizzato un approccio "dinamico" (analisi del sistema in termini di forze agenti inerziali, elettriche e magnetiche) o, diversamente, un approccio "energetico" (analisi del sistema attraverso l'applicazione del principio di conservazione dell'energia o la minimizzazione dell'energia potenziale); lo studente saprà quindi comprendere i risultati ottenuti in un problema di meccanica e di elettromagnetismo, cercando di ricondurre i sistemi analizzati a casi concreti. Abilità comunicative. Lo studente acquisirà la capacita' di comunicare ed esprimere problematiche riguardanti l'oggetto del corso. Sara' in grado di sostenere conversazioni su argomenti di meccanica dei sistemi ed Elettromagnetismo, riferendosi ai principi e alle leggi su cui esso si fonda e facendo considerazioni qualitative su specifici problemi. Lo studente avrà anche sviluppato competenze per lavorare in gruppo e condividere idee per la risoluzione dei problemi. Capacità di apprendimento. Lo studente avrà acquisito e affinato le capacita' di consultare libri e riviste scientifiche. Ciò gli consentirà di comprendere meglio gli argomenti affrontati durante il corso, trovando applicazioni concrete delle leggi e dei principi studiati. Questo permetterà allo studente di proseguire gli studi ingegneristici con maggiore indipendenza intellettuale ed accresciute capacita' nell'operare valutazioni e nel prendere decisioni.

VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La verifica dell'apprendimento avverrà tramite una prova scritta finale e un eventuale prova orale. La prova scritta ha lo scopo di verificare sia il grado di conoscenza degli argomenti dell'insegnamento che la capacita' del candidato di utilizzare le conoscenze acquisite per analizzare date situazioni fisico-matematiche. Inoltre la prova scritta ha come obiettivo quello di indagare sulla abilita' del candidato di sviluppare una strategia di calcolo adottando gli strumenti matematici appropriati al fine di risolvere il problema assegnato. La prova scritta finale, valutata in trentesimi, prevede la risoluzione di 2 problemi relativi al modulo di Meccanica Analitica, e due problemi di Elettromagnetismo, basati su tutti gli argomenti del corso, e sempre conformi agli esercizi svolti in aula. La prova scritta finale si riterrà superata se lo studente avra' ottenuto il punteggio minimo di 18/30, dimostrando di possedere almeno una conoscenza sufficiente degli argomenti del corso e della loro applicazione. Durante la prova scritta non sono ammessi libri originali o appunti del corso. E' consentito l'uso della calcolatrice. La prova orale, valutata in trentesimi, consiste di un esame-colloquio sugli argomenti trattati nella prova scritta e all'interno del corso. La prova orale, oltre che verificare le conoscenze acquisite, permette di valutare se il candidato possiede un'adeguata proprietà di linguaggio scientifico ed una capacita' di esposizione chiara e sintetica. Essa deve essere sostenuta nello stesso appello in cui è stata superata la prova scritta. La valutazione complessiva, che terrà conto delle due prove (scritta e orale) svolte dallo studente, sarà formulata sulla base dei seguenti criteri: - esame non superato: se lo studente non possiede una conoscenza sufficiente degli argomenti base trattati nell'insegnamento; - voto 18-21: se lo studente possiede una sufficiente conoscenza di base degli argomenti oggetto dell'insegnamento ma una scarsa capacità di utilizzare in modo autonomo le conoscenze acquisite; - voto 22-25: se lo studente non ha piena padronanza degli argomenti trattati ma possiede una soddisfacente capacita' di utilizzare autonomamente le conoscenze acquisite; - voto 26-28: se lo studente ha una buona padronanza degli argomenti oggetto dell'insegnamento, possiede una buona proprietà di linguaggio e dimostra una buona capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite; - voto 29-30 e lode: se lo studente dimostra ottima conoscenza e padronanza degli argomenti trattati nel corso, eccellente proprietà di linguaggio ed è in grado di applicare in modo autonomo le conoscenze acquisite per risolvere problemi. E' data comunque possibilità agli studenti di sostenere solo l'esame di un singolo modulo (Meccanica Analitica o Elettromagnetismo) per poi sostenere successivamente l'esame del rimanente modulo, purchè all'interno del calendario di esami del medesimo anno accademico. Ogni singola prova conterrà solo gli argomenti del relativo modulo, con prova scritta di durata di 1 ora e 30 minuti contenente 2 esercizi, e successiva eventuale prova orale. La valutazione di ogni singola prova seguirà lo schema precedentemente proposto. Il voto finale complessivo sarà la media per eccesso ottenuta dalle due valutazioni.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali. Esercitazioni in aula.

MODULO
MECCANICA RAZIONALE

Prof. FRANCESCO GARGANO

TESTI CONSIGLIATI

Libri di testo /textbooks:

• Fabio Bagarello, Meccanica razionale per l'ingegneria ,
Mc Graw Hill. ISBN: 9788838672958

• Biscari, Ruggeri, Saccomandi, Vianello, Meccanica Razionale, 3 Edizione,
Springer, Unitext, ISBN: 9788847057722

• Brini, Muracchini, Ruggeri, Seccia, Esercizi e temi d'esame di meccanica
razionale, 5a Edizione, Società Editrice Esculapio, ISBN 9788893851183

• E. Di Benedetto. Classical Mechanics: Theory and Mathematical Modeling,
Springer, ISBN 978-0-8176-4648-6

TIPO DI ATTIVITA'	A
AMBITO	50283-Matematica, informatica e statistica
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	54

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Lo studente al termine del corso dovrà' acquisire le conoscenze sulle principali tematiche relative ai principi fondamentali della meccanica che governano la cinematica e l'equilibrio dinamico di un sistema materiale complesso. In particolare lo studente sarà' in grado di comprendere le problematiche che nascono dalla necessita' di creare un linguaggio rigoroso usando il metodo logico-deduttivo per affrontare problemi fisico-matematico inerenti alle tematiche del modulo. Lo studente sarà' anche in grado di affrontare problemi derivanti dalla meccanica dei sistemi complessi inquadrabili nelle tecnologie tipiche dell'ingegneria cibernetica, e rappresentarli e contestualizzarli nel linguaggio matematico opportuno. Tali obiettivi sono in linea con con quanto previsto negli obiettivi formativi del Corso di Studi in Ing. Cibernetica, che prevede la formazione di un ingegnere cibernetico con competenze che gli permettano di identificare, formulare e risolvere problemi che richiedono un approccio interdisciplinare con alla base la rigorosità' del metodo scientifico-matematico

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Definizione di vettore applicato e di sistema di vettori applicati. Risultante e momento di un sistema di vettori applicati. Legge di variazione del momento di un sistema di vettori applicati. Coppia di vettori applicati. Torsore. Equivalenza e riducibilità di sistemi di vettori applicati. Teorema di Poisson sulla riducibilità. Trinomio invariante e riducibilità a torsori. Vettori applicati paralleli e loro centro.
2	Cinematica del punto materiale. Spazio-Tempo. Equazioni del moto. Velocità ed accelerazioni scalari e vettoriale. Triedro di Frenet.
4	Cinematica dei corpi rigidi. Terne assolute e solidali. Formula fondamentale dei moti rigide e formule di Poisson. Studio dei moti piani. Centro istantaneo di rotazione centro delle accelerazioni. Teorema di Mozzi e atto di moto locale nel tempo di un corpo rigido. Asse centrale di un corpo rigido
3	Cinematica dei moti relativi relativi. Moto relativo di un punto. Definizione di moto di trascinamento e di velocità` angolare di trascinamento. Definizione di velocità' e di accelerazione assoluta, relativa e di trascinamento. Principio di Galileo e teorema di Coriolis. Moti rigidi relativi (composizione delle velocità` angolari).
3	Vincoli ed attrito. Classificazione dei vincoli e reazioni vincolari. Scomposizione dei vincoli. Leggi di CoulombMorin. Moti rigidi di contatto e vincoli puntuali su curve e superfici. Condizioni di puro rotolamento e trascinamento
4	Sistemi materiali. Proprietà geometriche del baricentro. Momenti d'inerzia. Operatore d'inerzia. Assi principali

3	Lavoro e forze conservative. Funzione potenziale ed energia potenziale. Lavoro su un sistema rigido. Definizione di lavoro infinitesimo, possibile, virtuale ed elementare di una forza e di una sollecitazione concentrata distribuita. Lavoro di una sollecitazione agente su un sistema rigido.
7	Statica sistemi materiali. Equazioni cardinali della Statica. Spostamenti possibili e virtuali compatibili con vincoli. Teorema dei lavori virtuali. Lavoro delle reazioni virtuali. Condizioni di equilibrio per sistemi materiali.
3	Cenni di dinamica. Momento della quantità di moto ed energia cinetica. Teorema di Koenig per l'energia cinetica e per il momento angolare. Equazioni cardinali della dinamica

ORE	Esercitazioni
2	Sistemi vettori applicati
4	Corpi rigidi, moti di trascinamento e puro rotolamento
6	Geometria delle Masse
10	Statica dei sistemi materiali, determinazione delle reazione vincolar

MODULO
FISICA 2

Prof. ROSARIO LO FRANCO

TESTI CONSIGLIATI

- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Fisica Vol. II, EdiSES
- P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Elementi di Fisica", Vol. II/2000, EdiSES
- S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni, M. Villa, "Fisica Generale, Elettromagnetismo", II/2003, CEA,
- R.A. Serway, J.W. Jewett, "Fisica per Scienze ed Ingegneria, Volume 2", V/2015.
- D.J. Griffiiths, "Introduction to Electrodynamics", Fourth Edition, Cambridge University Press

Libri per ulteriori esercizi e problemi.

- M.Nigro, C. Voci, "Problemi di fisica generale. Elettromagnetismo -Ottica", Libreria Cortina.

TIPO DI ATTIVITA'	A
AMBITO	50284-Fisica e chimica
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	54

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Lo studente apprenderà i fenomeni in cui sono presenti forze elettriche e forze magnetiche dovute a distribuzione di cariche, correnti stazionarie, insieme alla capacità di costruire un adeguato modello fisico e di applicare a casi specifici le leggi di Coulomb, di Gauss e di Ampere. L'utilizzo dei principi di conservazione, delle leggi dell'elettrostatica e della legge di Ampere rappresenta un obiettivo fondamentale non soltanto per capire il significato di carica, di campo elettrico, di corrente elettrica e di campo magnetico, ma anche per comprendere il ruolo svolto da queste grandezze nel funzionamento del mondo reale. Verra' inoltre introdotto il concetto di potenziale elettrostatico, con l'obiettivo di fornire allo studente uno strumento concettuale essenziale per la descrizione di un sistema elettrostatico in termini di variazioni di energia. Lo studente imparerà ad affrontare situazioni fisiche in cui siano presenti cariche ferme o correnti stazionarie, a descrivere qualitativamente che cosa sta accadendo nel sistema considerato.

Lo studente comprenderà i fenomeni e le leggi connesse a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo. Attraverso lo studio dell'induzione elettromagnetica (legge di Faraday-Lenz) e delle correnti di spostamento (legge dell'induzione di Maxwell) lo studente saprà trattare sistemi in cui sono presenti campi variabili nel tempo e nello spazio, comprendendo la natura elettromagnetica della luce e imparando a descrivere qualitativamente i fenomeni presenti in un dato sistema.

Infine, scegliendo gli strumenti opportuni per analizzare quantitativamente la dinamica del sistema sotto studio sarà in grado di risolvere le equazioni per ottenere la soluzione matematica del problema posto. Il confronto tra l'aspetto fisico del problema, discusso qualitativamente, e la descrizione matematica ottenuta permetterà allo studente di avere una comprensione completa del fenomeno considerato.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
5	ARGOMENTO 1 - ELETTROSTATICA. Cariche elettriche. Isolanti e conduttori. Struttura elettrica della materia. La legge di Coulomb. Campo elettrostatico. Campo elettrostatico prodotto da una distribuzione continua di cariche. Linee di forza del campo elettrostatico. Moto di una carica in un campo elettrostatico. Flusso del campo elettrostatico. La legge di Gauss. La divergenza del campo elettrostatico.
4	ARGOMENTO 2 - POTENZIALE ELETTROSTATICO. Tensione e potenziale. Energia potenziale elettrostatica. Il campo come gradiente del potenziale. Superfici equipotenziali. Il rotore del campo elettrostatico. Il dipolo elettrico. La forza su un dipolo elettrico.
4	ARGOMENTO 3 - CONDUTTORI E DIELETTRICI. Conduttori in equilibrio. Conduttore cavo. Schermo elettrostatico. Condensatori. Collegamento di condensatori. Energia del campo elettrostatico. Dielettrici. La costante dielettrica. Polarizzazione dei dielettrici.

4	ARGOMENTO 4 - CORRENTE ELETTRICA. Conduzione elettrica. Corrente elettrica. Corrente elettrica stazionaria. Legge di Ohm. Resistori in serie e parallelo. Leggi di Kirchhoff. Carica e scarica di un condensatore attraverso un resistore.
2	ARGOMENTO 5 - CAMPO MAGNETICO. Interazione magnetica. Campo magnetico. Forza magnetica su una carica in moto. Forza magnetica su un conduttore percorso da corrente. Momenti meccanici su circuiti piani. Effetto Hall. Moto di una particella carica in un campo magnetico uniforme.
2	ARGOMENTO 6 - SORGENTI DEL CAMPO MAGNETICO. Campo magnetico prodotto da una corrente. Azioni elettrodinamiche tra fili percorsi da corrente. Legge di Ampere. La legge di Gauss per il magnetismo.
4	ARGOMENTO 7- CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI VARIABILI NEL TEMPO. Legge di Faraday. Campo elettrico indotto. Autoinduzione, circuiti RL. Energia magnetica. Mutua induzione.
3	ARGOMENTO 8 - EQUAZIONI DI MAXWELL E ONDE. Corrente di spostamento. Legge di Ampere-Maxwell. Le equazioni di Maxwell. Le equazioni di Maxwell in forma differenziale. Elementi di fenomeni ondulatori e onde elettromagnetiche. Equazione delle onde ricavata a partire dalle equazioni di Maxwell.

ORE	**Esercitazioni**
6	ARGOMENTO 1 - ELETTROSTATICA.
3	ARGOMENTO 2 - POTENZIALE ELETTROSTATICO.
1	ARGOMENTO 3 - CONDUTTORI E DIELETTRICI.
4	ARGOMENTO 4 - CORRENTE ELETTRICA.
3	ARGOMENTO 5 - CAMPO MAGNETICO.
2	ARGOMENTO 6 - SORGENTI DEL CAMPO MAGNETICO.
5	ARGOMENTO 7- CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI VARIABILI NEL TEMPO.
2	ARGOMENTO 8 - EQUAZIONI DI MAXWELL E ONDE.