



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Fisica e Chimica - Emilio Segrè		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025		
CORSO DILAUREA	SCIENZE FISICHE		
INSEGNAMENTO	MECCANICA ANALITICA E RELATIVISTICA		
CODICE INSEGNAMENTO	16169		
MODULI	Si		
NUMERO DI MODULI	2		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	FIS/02		
DOCENTE RESPONSABILE	RIZZUTO LUCIA	Professore Associato	Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	RIZZUTO LUCIA	Professore Associato	Univ. di PALERMO
	MILITELLO BENEDETTO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
CFU	12		
PROPEDEUTICITA'			
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	2		
PERIODO DELLE LEZIONI	Annuale		
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	MILITELLO BENEDETTO Martedì 14:30 16:00 Stanza 122, Dip. Fisica e Chimica, Via Archirafi 36. Giovedì 14:30 16:00 Stanza 122, Dip. Fisica e Chimica, Via Archirafi 36. RIZZUTO LUCIA Lunedì 15:00 17:00 Dipartimento di Fisica e Chimica E. Segrè - Via Archirafi 36 - Piano II - Stanza A36P2017 Venerdì 15:00 17:00 Dipartimento di Fisica e Chimica E. Segrè - Via Archirafi 36 - Piano II - Stanza A36P2017		

DOCENTE: Prof.ssa LUCIA RIZZUTO

PREREQUISITI	I prerequisiti del corso sono: conoscenza e padronanza delle leggi della meccanica classica e del calcolo vettoriale; conoscenza del calcolo di derivate e integrali (compresi integrali di linea)
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione: Padronanza dei concetti di base della Meccanica Analitica, della teoria della Relativita' e delle tecniche matematiche necessarie alla loro analisi. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Capacita' di applicare le conoscenze acquisite nell'ambito della meccanica non relativistica e relativistica. Capacita' di analizzare autonomamente e in modo rigoroso un problema di meccanica analitica e relativistica. Abilita' comunicative: Lo studente deve essere in grado di mettere a fuoco ed esporre gli aspetti essenziali di uno specifico problema riguardante la meccanica non relativistica e relativistica. Capacita' d'apprendimento: Lo studente deve essere in grado di approfondire autonomamente argomenti riguardanti la meccanica analitica e relativistica.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	L'esame finale consiste in una prova scritta e una prova orale. La prova scritta riguarda la risoluzione di problemi sui principali argomenti trattati nei due moduli del corso. La prova orale consiste in un esame-colloquio riguardante la discussione dei concetti fondamentali della meccanica analitica e relativistica trattati durante il corso, e nella risoluzione di alcuni semplici problemi. La valutazione finale e' formulata sulla base dei seguenti criteri: a) Conoscenza di base dei concetti fondamentali oggetto dell'insegnamento, sufficiente grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (18-22); b) Buona conoscenza degli argomenti fondamentali oggetto dell'insegnamento, discreto grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (23-26); c) Conoscenza approfondita degli argomenti fondamentali oggetto dell'insegnamento, buon grado di consapevolezza e di autonomia nella discussione degli argomenti esposti (27-29); d) Ottima e completa conoscenza degli argomenti trattati nell'insegnamento, pronta capacita' di applicarli correttamente a varie situazioni fisiche ed ottima capacita' comunicativa (30-30L)
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Il corso e' annuale e si svolge al II anno del CdS in Scienze Fisiche. E' costituito da due moduli e l'attivita' didattica prevede lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Nel primo modulo sono introdotte e discusse le basi fisiche e matematiche della meccanica analitica. I concetti della meccanica classica vengono rielaborati partendo dal principio di minima azione e introducendo i formalismi Lagrangeano e Hamiltoniano. Il secondo fornisce le basi fisiche e matematiche della Meccanica Relativistica con cenni di elettrodinamica relativistica. Le esercitazioni consistono in esercizi, esempi ed applicazioni della meccanica analitica e relativistica a vari sistemi fisici. Alla fine del primo modulo e' prevista una prova scritta (non obbligatoria) di verifica. Questa prova scritta puo' essere utilizzata dallo studente al posto della parte corrispondente nell'esame finale.

MODULO MECCANICA RELATIVISTICA

Prof. **BENEDETTO MILITELLO**

TESTI CONSIGLIATI

V. Barone, Relatività. Principi e applicazioni, Bollati Boringhieri, 2004 - ISBN: 9788833957579
 Per approfondimenti / further readings:
 L. Landau e E. M. Lifshitz, Teoria dei Campi, Editori Riuniti, 1976 - ISBN: 8835938341 (oppure Editori Riuniti University Press, 2010 - ISBN: 9788864732077)
 M. Gasperini, Manuale di relatività ristretta, Springer-Verlag Italia, 2010 - ISBN: 9788847016057
 R. Resnick, Introduzione alla relatività ristretta, Casa Editrice Ambrosiana, 1979 - ISBN: 9788808085917

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50165-Teorico e dei fondamenti della Fisica
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	94
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	56

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Questo modulo del corso ha lo scopo di fornire i concetti fisici e gli strumenti matematici della teoria della relatività speciale. Le conoscenze e capacità acquisite nella parte del corso dedicata alla meccanica non relativistica vengono utilizzate e opportunamente adattate al nuovo contesto caratterizzato dal principio di invarianza della velocità della luce. A partire da tale principio si ricavano le trasformazioni di Lorentz e le loro prime conseguenze (dilatazione dei tempi, contrazione delle distanze, invarianza dell'intervallo, ecc.). Aggiungendo il principio di relatività, le nuove leggi della meccanica vengono ricavate e analizzate, con particolare attenzione verso le leggi di conservazione, l'equivalenza massa-energia e le particelle a massa nulla. Infine si riconsidera l'elettrodinamica evidenziandone la natura relativistica. Tramite le esercitazioni gli studenti acquisiscono familiarità con le nuove leggi fisiche e coi nuovi strumenti matematici fino al punto di applicarli alla risoluzione di problemi fisici.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Introduzione al corso: argomenti trattati, conoscenze preliminari richieste, testi di riferimento, modalità di svolgimento degli esami.
2	Principio di relatività da Galileo a Einstein. Non invarianza delle equazioni di Maxwell per trasformazioni di Galileo. La questione della propagazione della luce e fenomenologia pertinente: esperimento di Michelson-Morley, aberrazione stellare, esperimento di Fizeau.
6	Carattere relativo della simultaneità. Trasformazioni di Lorentz. Contrazione delle lunghezze e dilatazione dei tempi. Invarianza dell'intervallo e del quadrivolume. Regola di composizione delle velocità. Composizione di trasformazioni di Lorentz.
1	Moto di una particella uniformemente accelerata.
2	Carattere non covariante delle leggi della meccanica newtoniana per trasformazioni di Lorentz. Ruolo dei tensori nel formulare le leggi della meccanica relativistica.
5	Spaziotempo di Minkowski. Scalari, quadrivettori e tensori; componenti covarianti e controvarianti. Tensore metrico. Quadrivelocità e quadriaccelerazione. Regola di composizione delle velocità ricavata col formalismo tensoriale.
6	Lagrangiana relativistica nelle formulazioni a parametrizzazione covariante e non covariante. Equazioni del moto. Quadrimomento e quadriforza; quadrimomento e quadriforza generalizzati. Lagrangiana di una particella libera. Simmetrie e leggi di conservazione in relatività: conservazione del quadrimomento e del momento angolare relativistico. Hamiltoniana relativistica.
2	Particelle prive di massa. Il fotone. Diffusione Compton. Effetto Doppler.
5	Lagrangiana d'interazione tra carica e campo elettromagnetico. Quadripotenziale. Tensore del campo elettromagnetico. Quadricorrente. Equazioni di Maxwell in forma manifestamente covariante. Leggi di trasformazione del campo elettromagnetico.
2	Cenni sui seguenti argomenti: densità di Lagrangiana e di Hamiltoniana del campo elettromagnetico, equazioni di Maxwell come equazioni del moto, tensore energia-impulso del campo elettromagnetico.
ORE	Esercitazioni
4	Trasformazioni di Lorentz: modifiche degli intervalli, quantità invarianti, composizione di trasformazioni e di velocità.
4	Calcolo tensoriale: esempi di tensore metrico, contrazioni e spostamenti degli indici, significato geometrico delle componenti covarianti e controvarianti.
4	Urti, decadimenti e leggi di conservazione.
4	Trasformazioni relativistiche di sorgenti, potenziali e campi elettromagnetici.
8	Risoluzione di problemi articolati.

MODULO MECCANICA ANALITICA

Prof.ssa LUCIA RIZZUTO

TESTI CONSIGLIATI

TESTI BASE (BASIC TEXTBOOKS)

L. Landau, E.M. Lifshits, Fisica Teorica 1 - Meccanica, Editori riuniti, ISBN-13: 978-8864732022 Ed. 2010

H. Goldstein, C. Poole, J. Safko Meccanica Classica, Zanichelli, ISBN-13 : 978-8808234001 (II Ed. 2005)

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50165-Teorico e dei fondamenti della Fisica
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	94
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	56

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

Obiettivo del modulo di Meccanica Analitica e' quello di fornire le basi concettuali fisiche e matematiche della meccanica analitica. Le conoscenze e i concetti di meccanica classica vengono rielaborati in chiave piu' generale, partendo dal principio di minima azione e introducendo la formulazione Lagrangeana e Hamiltoniana della meccanica classica.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Introduzione alla Meccanica Analitica. Richiami sulla formulazione Newtoniana della meccanica. Vincoli e sistemi non inerziali.
2	Gradi di libertà e coordinate lagrangiane. Forma Lagrangiana delle equazioni del moto di Newton
2	Principio di minimo come formulazione alternativa. Principio di minimo in meccanica: derivazione delle equazioni del moto
6	Concetto di derivata funzionale, coordinate generalizzate. Principio di minima azione; Lagrangiana; equazioni di Eulero Lagrange. Principio di relativita' di Galilei e lagrangiana di particella libera. Particella in potenziale. Funzione di Lagrange di un sistema di punti materiali.
4	Omogeneita' del tempo, omogeneita' ed isotropia dello spazio. Principi di simmetria e leggi di conservazione.
3	Integrazione delle equazioni del moto. Moto in campo centrale
2	Problema di Keplero
4	Piccole oscillazioni. Oscillazioni di sistemi con piu' gradi di liberta: modi normali.
5	Formulazione Hamiltoniana della meccanica. Momenti coniugati, Trasformazione di Legendre e Hamiltoniana; equazioni canoniche del moto, Parentesi di Poisson; trasformazioni canoniche.
1	Teorema di Liouville
1	Lagrangeana in sistemi di riferimento non inerziali
ORE	Esercitazioni
2	Equazioni del moto di Newton, relazione con le leggi di conservazione; richiami sul concetto di energia potenziale; integrali su un cammino chiuso. Coordinate curvilinee; rotore in coordinate cilindriche e sferiche.
7	Esercitazioni sul formalismo lagrangeano: Lagrangeana in coordinate cartesiane ortogonali, cilindriche e sferiche; determinazione delle costanti del moto per specifici sistemi fisici.
2	Moltiplicatori di Lagrange
5	Esercitazioni su piccole oscillazioni.
8	Esercitazioni sul formalismo Hamiltoniano: Hamiltoniana di semplici sistemi fisici; equazioni del moto; parentesi di Poisson