Argomenti per l'esame finale del CdL in Scienze Fisiche (agg. A.A. 2022/23)

Analisi matematica e Geometria

1. Equazioni alle derivate parziali. Problema di Dirichlet e di Neumann.
2. Elementi di calcolo delle variazioni.
3. Funzioni armoniche.
4. Mappe conformi.
5. Trasformata di Legendre e teorema di equivalenza delle equazioni di Lagrange e di Hamilton

(docenti di riferimento : F. Tschinke)

1. Decomposizione ai valori singolari di una matrice (SVD) ed applicazioni.

(docente di riferimento: prof. L. Ugaglia)

Astrofisica

1. Metodi numerici e calcolo ad alte prestazioni per l'astrofisica
2. Il Sole ad alte energie
3. Campi magnetici e flussi di plasma sul Sole e sulle stelle
4. Esplosioni ed eruzioni solari e stellari
5. Space Weather
6. Corone stellari
7. Formazione stellare
8. Esopianeti
9. Resti di Supernova
10. Meccanismi di accelerazione di raggi cosmici

(docenti di riferimento: proff. F. Reale, P. Pagano, C. Argiroffi, M. Miceli)

1. Oggetti estremi: Stelle di Neutroni e Buchi Neri
2. Sistemi binari ai raggi X
3. Pulsar con alti campi magnetici
4. Pulsar al millisecondo
5. Sorgenti Ultra-Luminose
6. Teorie della Gravitazione
7. Struttura ed evoluzione dell'Universo su larga scala
8. Analisi di sorgenti Cherenkov
9. Analisi statistica di mappe di muografie vulcaniche con telescopi Cherenkov

(docenti di riferimento: proff. T. Di Salvo e R. Iaria)

1. ATHENA: la futura missione ESA per l'astrofisica delle alte energie
2. Sviluppo e caratterizzazione di strumentazione a raggi X per l'astrofisica

(*docente di riferimento: prof. M. Barbera)*

Biofisica

1. Meccanismi molecolari coinvolti nelle patologie neurodegenerative e fenomeni di auto- organizzazione su scala nanometrica (fibrillogenesi)
2. Meccanismi di interazione tra proteine amiloidogeniche e membrana cellulare
3. Correlazione struttura-proprietà di nanomateriali
4. Metodologie avanzate di indagine e di patterning su scala nanometrica di sistemi organici e biologici
5. Biomateriali multifunzionali basati su proteine
6. Nano e biosensori (Lab-on-a-chip), micro reattori e nanomotori

(docenti di riferimento: prof. V. Vetri)

Chimica

1. Reazioni e tecniche della chimica forense
2. La struttura elettronica dei nuovi elementi ultrapesanti

(docente di riferimento: prof. F. Ferrante)

Fisica applicata alla medicina

1. Tecniche sperimentali per applicazioni diagnostiche della Fisica alla medicina
2. Tecniche avanzate di imaging di risonanza magnetica
3. Tecniche sperimentali per applicazioni terapeutiche della Fisica alla medicina

(docente di riferimento: prof. M. Marrale)

1. Rivelazione della radiazione X e gamma
2. Rivelazione di particelle
3. Rivelatori a semiconduttore per la medicina nucleare

(docente di riferimento: prof. L. Abbene)

Fisica computazionale e sistemi complessi

01. Il caos deterministico: esempi fisici, aspetti teorici e simulativi
02. Studio degli urti 2-D tra due particelle in presenza di incertezza: soluzioni analitiche ed aspetti simulativi.
03. Modelli di evoluzione di reti complesse: aspetti teorici e simulativi
04. Simulazioni numeriche per lo studio di sistemi fisici
05. Validazione statistica in reti complesse
06. Struttura di comunità in reti complesse
07. Leggi di potenza e distribuzioni a legge di potenza in dati empirici
08. Modelli ad agente: aspetti teorici e simulativi
09. Processi stocastici: aspetti teorici e simulativi
10. Coding per la didattica della fisica e dei sistemi complessi

(docente di riferimento: prof. S. Micciché, R. Mantegna, F. Musciotto)

1. Simulazioni di Dinamica Molecolare classica di sistemi atomici
2. Simulazioni di Dinamica Molecolare classica di liquidi molecolari: l'acqua

(docente di riferimento: prof. G. Cottone)

Spettroscopia e Fisica dei materiali

1. Proprietà magnetiche e stabilità strutturale dei Metal Organic Frameworks
2. Metal Organic Frameworks flessibili di ultima generazione
3. Studio delle proprietà ottiche di Metal Organic Frameworks per applicazioni nel sensing

(docente di riferimento: prof. G. Buscarino)

1. Materiali e sistemi fotovoltaici
2. Uso di fibre ottiche nelle moderne tecnologie
3. Processi di interazione laser-materia
4. Proprietà fisiche dei nanomateriali

(docenti di riferimento: proff. M. Cannas e F. Gelardi)

1. Ottica non lineare e spettroscopia laser
2. Nanomateriali: proprietà ottiche e strutturali

(docente di riferimento: prof. F. Messina)

1. Solidi bidimensionali
2. Processi di scattering della radiazione elettromagnetica
3. Processi di interazione radiazioni ionizzanti-materia
4. proprieta' fisiche dei materiali semiconduttori

(docente di riferimento: prof. S. Agnello)

1. Caratterizzazione di nanosistemi tramite tecniche spettroscopiche e microscopiche
2. Sintesi di nanomateriali tramite metodi fisici
3. Tecniche di spettroscopia ottica
4. Fenomeni di ottica non lineare sotto intensa radiazione laser

(docente di riferimento: prof. A. Sciortino)

1. Transizioni di fase
2. Materia "soffice"
3. Interazioni elettrostatiche nei cristalli
4. Applicazione dell'equazione di Laplace in differenti contesti fisici.
5. Proprietà fisiche dei superconduttori
6. Proprietà magnetiche della materia
7. Guide d'onda e cavità risonanti

(docente di riferimento: prof.ssa M. Guccione)

<u>Fisica della Particelle Elementari</u>

1. Analisi dati per lo studio indiretto dei raggi cosmici (Extensive Air Showers)
2. Analisi dati per lo studio diretto dei raggi cosmici (Rivelatori nello spazio)
3. Rivelatori di particelle per lo studio dei raggi cosmici
4. Sistemi DAQ per esperimenti di fisica delle particelle
5. Reti distribuite di sensori per applicazioni diverse

(docente di riferimento: prof. G. Marsella)

<u>Fisica teorica</u>

1. Meccanica quantistica con Hamiltoniane non autoaggiunte
2. Generalizzazioni delle regole di commutazione ed anticommutazione canoniche
3. Tecniche quantistiche per sistemi macroscopici
4. Approccio operatoriale a sistemi biologici ed alla teoria delle decisioni

(docente di riferimento: prof. F. Bagarello)

1. Potenziali elettromagnetici in meccanica quantistica (per es. effetto Aharonov-Bohm, quantizzazione carica magnetica, livelli di Landau)
2. Fenomeni di trasporto non-convenzionali in materia condensata
(per es. bande magnetiche, semimetalli, Anderson localization, isolanti topologici)
3. Stati bound in materia condensata e quantum nanophotonics (per es. edge states, flat-bands, corner states, stati bound nel continuo, stati vestiti gapless)
4. Fenomeni non-Hermitiani in quantum nanophotonics (per es. punti eccezionali, crisi del concetto di “bulk”, skin effect)
5. Meccanica quantistica dei sistemi aperti

(docente di riferimento: prof. F. Ciccarello)

1. Fenomeni critici quantistici
2. Metrologia quantistica
3. Superconduttori topologici e isolanti topologici
4. Geometria e topologia in meccanica quantistica
5. Ruolo del rumore in dinamica di popolazioni
6. Effetti indotti dal rumore in dispositivi superconduttivi

(docente di riferimento: prof. A. Carollo)

1. La misura in meccanica quantistica
2. Effetto Zenone quantistico
3. Il teorema adiabatico
4. Processi termodinamici a livello microscopico
5. Sistemi quantistici aperti
6. Paradossi e stranezze della relatività speciale

(docente di riferimento: prof. B.D. Militello)

1. Simmetrie e costanti del moto in meccanica classica e in meccanica quantistica
2. Entropia classica e quantistica
3. Formalismo lagrangiano e Hamiltoniano per sistemi continui
4. Rappresentazioni equivalenti: trasformazioni canoniche
5. Stati puri e Stati misti: operatore densità
6. I paradossi della meccanica quantistica
7. Il principio di sovrapposizione in sistemi a molte particelle: l’entanglement

(docente di riferimento: prof.ssa A. Napoli)

1 Algoritmi e Computer quantistici
3 simulatori e simulazioni quantistiche
4 sistemi complessi classici e quantistici
5 interferenza quantistica
6 sistemi quantistici mesoscopici
7 oggettività quantistica e transizione quantistico – classico
8 crittografia quantistica
9 teletrasporto quantistico
10 comunicazione quantistica
11 geometria degli stati quantistici

(docenti di riferimento: proff. G.M. Palma, S. Lorenzo)

1. Meccanica quantistica e suoi fondamenti
2. Fisica statistica
3. Fluttuazioni quantistiche ed effetto Casimir
4. Interazione tra atomi e radiazione elettromagnetica in ambienti strutturati
5. Effetto Unruh ed effetto Hawking
6. Energia e materia oscura
7. Interazioni fondamentali e decadimenti di particelle elementari
8. Simmetrie in fisica
9. Problemi fondamentali in elettrodinamica classica
10. Path Integrals e formulazione Lagrangiana della meccanica quantistica

(docenti di riferimento: proff. R. Passante e L. Rizzuto)

1. Superconduttività a bassa e alta temperatura
2. Sistemi quantistici metastabili aperti
3. Spintronica in grafene
4. Fermioni di Majorana e superconduttori topologici
5. Memristori quantistici

(docente di riferimento: prof. B. Spagnolo)

Storia e Didattica della Fisica

1. Elementi di filosofia della scienza. Il dinamismo della storia della scienza
2. La fisica dell'Antichità
3. La costruzione di nuove fondamenta della Scienza: Galilei, Bacon, Cartesio, Newton
4. Luce, vuoto e materia nel diciassettesimo secolo
5. Energia, lavoro, calore. Le leggi della Termodinamica
6. L'elettricita' e le leggi fondamentali del campo elettromagnetico
7. Nuvole all'orizzonte della Fisica Classica
8. Le teorie pre-relativistiche di Lorentz e Poincare. La crisi dei fondamenti nei primi decenni del '900. La nascita della Teoria della Relativita
9. La Fisica Quantistica

(docente di riferimento: prof. C. Fazio)